



Universidad
de La Laguna

Escuela Superior de
Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.

GRADO EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA.

TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente
energéticamente mediante energías renovables para la producción
de aceite de oliva”

AUTOR:

AARÓN MÉNDEZ AFONSO

TUTORES:

BENJAMÍN GONZÁLEZ DÍAZ
MARTA SIGUT SAAVEDRA

Índice General

1. Abstract.....	
1. Introducción general.....	
MEMORIA.....	
ANEXOS.....	
ANEXO 1: CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS.....	
ANEXO 2: CÁLCULOS SISTEMA DE RIEGO.....	
ANEXO 3: CÓDIGO KOP PARA AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO.....	
ANEXO 4: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	
PLANOS.....	
PLIEGOS DE CONDICIONES.....	
PLIEGOS DE CONDICIONES: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	
PLIEGOS DE CONDICIONES: PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	
PLIEGOS DE CONDICIONES: PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED.....	
MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	

1. Abstract.

The olive tree, grown in areas of medium altitude (200-800 meters), is a kind of easy and simple farming. It is characterized by a resistant variety to drought periods and with great lighting needs. Although it is a crop that adapts without problems to water scarcity, where available irrigation or rainfall areas crops are significantly higher.

From around 400 years ago in Canary olive cultivation exists, although it was not until 10 years ago, and is especially today, when the crop has experienced a real expansion in the islands. The main reason for this expansion is the excellent climate which counts the canary territory to develop this crop in an ideal way.

This emerging agricultural subsector provides the field of technological modernization and added value due to the main destination of the olive in Canary is the production of olive oil. That is why today they are starting to equip mills throughout the island territory, where each year the production of olive oil quality is higher.

In addition to the farming culture that prevails in the islands, it is undeniable the great potential that exists in the archipelago to exploit renewable energies, especially those from the sun and wind.

This project aims to unite these two major sectors in the islands. On the one hand, agriculture, and other renewable energies.

With this project it is to basically meet the following requirements:

- Automation, with special emphasis on the process of irrigation and fertigation, in which, by sensors installed in the field planting shortcomings of different nutrients will be analyzed to satisfy them as efficiently as possible. In this way it is achieved an increase in production and a decrease in the cost of fertilizer, which would entail a significant increase in the ultimate benefits. Another part of automation, corresponds to the processing of olives for olive oil production quality.

- Implementation of a photovoltaic plant to minimize consumption of the commercial network, aimed at reducing the electricity bill of installing a considerably.

With the implementation of these measures it is to achieve the maximum economic benefit through reducing costs while production and quality increases. Besides the economic benefits, the implementation of these measures helps to develop an industry that is environmentally sustainable, and that are optimized and inject the least amount of fertilizer to farmland. Moreover, through power generation by photovoltaic modules, we reduce the generation of CO² which is sent to the atmosphere.

1. Introducción general.

El olivo, que se cultiva en las zonas de medianías (200-800 metros de altitud), es una especie de fácil y sencillo cultivo. Se caracteriza por ser una variedad de planta resistente a las épocas de sequía y con grandes necesidades lumínicas. Aunque es un cultivo que se adapta sin problemas a la escasez de agua, cuando se dispone de riego o zonas de lluvias las cosechas son significativamente mayores.

Desde hace en torno a 400 años, en Canarias existe el cultivo del olivo, aunque no ha sido hasta hace 10 años, y sobre todo en la actualidad, cuando este cultivo ha experimentado una auténtica expansión en las islas. El principal motivo de esta expansión es la excelente climatología con la que cuenta el territorio canario para que este cultivo se desarrolle de forma idónea.

Este subsector agrícola emergente dota al campo de modernización tecnológica y de valor añadido, ya que el principal destino de la aceituna en Canarias es la elaboración de aceite de oliva. Por ello es que en la actualidad se están empezando a equipar almazaras por todo el territorio insular, donde cada año la producción de aceite de oliva de gran calidad es mayor.

Además de la cultura agrícola que predomina en las islas, es innegable el gran potencial que existe en el archipiélago para explotar las energías renovables, sobre todo las que provienen del sol y del viento.

El presente proyecto pretende unir estos dos grandes sectores presentes en las islas. Por un lado, la agricultura, y por otro, las energías renovables.

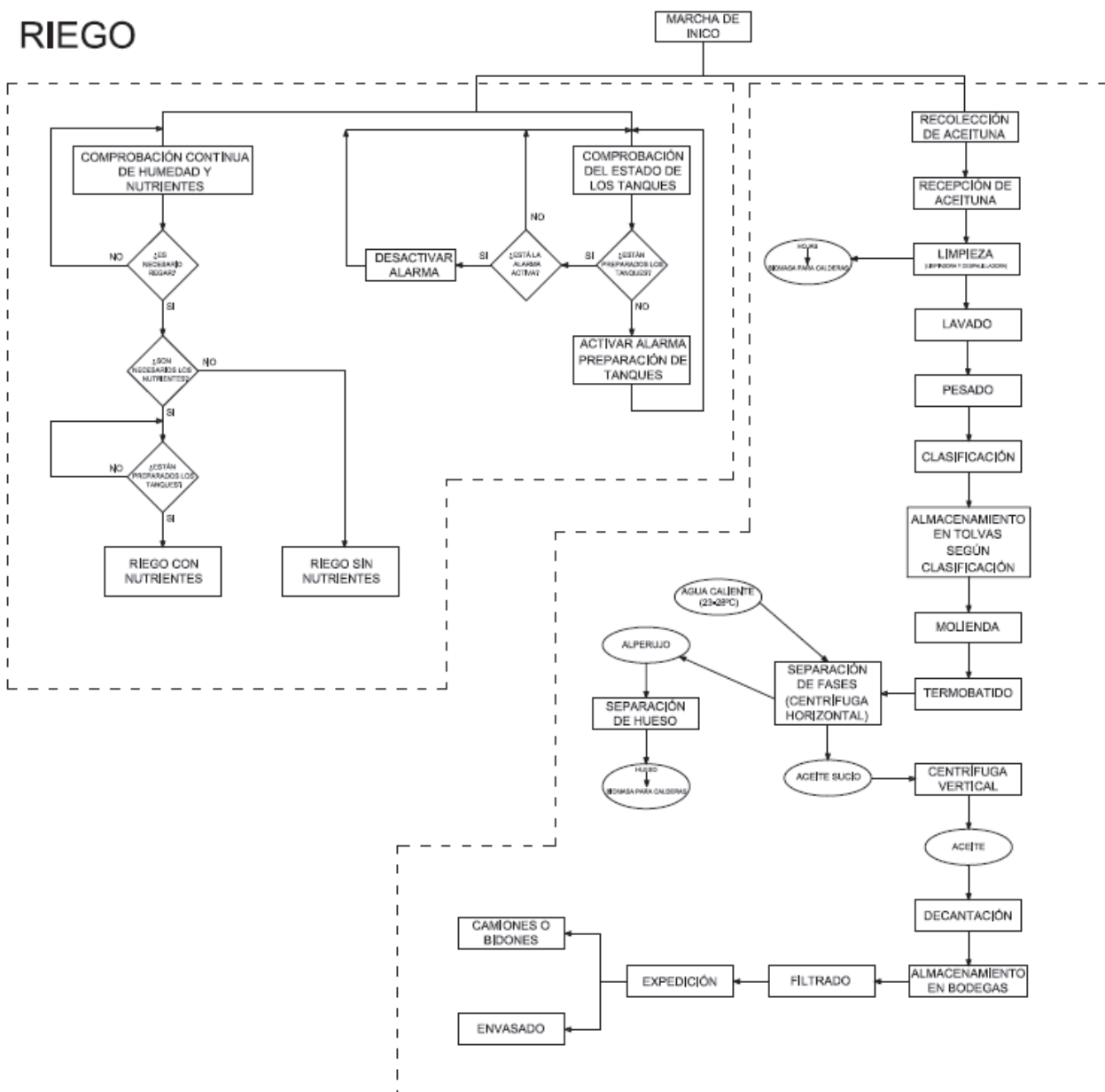
Con el presente proyecto se pretende satisfacer básicamente las siguientes necesidades:

- Automatización, haciendo especial hincapié en el proceso de riego y fertirriego, en el cual, mediante sensores instalados en el terreno de siembra se analizarán las insuficiencias de los diferentes nutrientes, para satisfacerlas de la forma más eficiente posible, consiguiendo de esta manera un aumento en la producción y una disminución en el gasto de fertilizantes, lo que conllevaría un aumento significativo en los beneficios finales. Otra parte de la automatización, corresponde al procesado de las aceitunas para conseguir producir aceite de oliva de gran calidad.
- Implantación de una planta fotovoltaica para minimizar el consumo de la red comercial, cuya finalidad es reducir la factura eléctrica de la instalación de una forma considerable.

Con la implantación de estas dos medidas, se pretende conseguir el máximo beneficio económico reduciendo gastos a la vez que se aumenta la producción y la calidad. Además del beneficio económico, la implantación de estas medidas ayuda a desarrollar una industria que es sostenible con el medio ambiente, ya que se optimizan e inyectan la menor cantidad de fertilizantes posibles a la tierra de cultivo. Por otra parte, a través de la generación de energía mediante módulos fotovoltaicos, reducimos la generación de CO₂ que se envía a la atmósfera.

En el siguiente diagrama se pueden observar detalladamente los dos procesos de automatización. En el presente proyecto se dimensionarán ambos procesos, pero sólo se desarrollará el código en lenguaje KOP correspondiente al proceso de riego. Estos procesos serán alimentados mediante la energía suministrada por la propia instalación fotovoltaica.

RIEGO



PRODUCCIÓN DE ACEITE

Figura 1: Diagrama de procesos automatizados.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

MEMORIA

Índice Memoria

1. Objeto del proyecto.....	1
2. Peticionario del proyecto.....	1
3. Emplazamiento.....	1
4. Alcance del proyecto.....	2
5. Antecedentes.....	2
6. Requisitos de diseño.....	5
7. Análisis de soluciones.....	7
8. Resultados finales.....	8
8.1. Maquinaria necesaria para la producción de aceite de oliva.....	8
8.2. Instalación fotovoltaica.....	23
8.2.1. Descripción de la actividad que utilizará la energía fotovoltaica.....	23
8.2.2. Tipo de conexión.....	23
8.2.3. Normas y referencias.....	23
8.2.3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	23
8.2.3.2. Programas de cálculo.....	24
8.2.3.3. Otras referencias.....	25
8.2.4. Conceptos básicos.....	25
8.2.5. Componentes de la instalación.....	26
8.2.5.1. Módulos fotovoltaicos.....	26
8.2.5.2. Inversor.....	27
8.2.5.3. Estructuras de soporte.....	28
8.2.5.4. Caseta para inversores.....	28
8.2.5.5. Conductores.....	30
8.2.5.6. Canalizaciones.....	32
8.2.5.7. Puesta a tierra.....	33
8.2.5.8. Elementos de protección.....	34
8.2.5.8.1. Corriente continua:.....	34
8.2.5.8.2. Corriente alterna:.....	34
8.2.5.9. Elementos de monitorización.....	35
8.2.5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	35
8.3. Sistema de siembra.....	36
8.4. Sistema de riego.....	39
8.4.1. Conceptos básicos.....	39
8.4.2. Elementos del sistema de riego.....	43

8.4.2.1.	Actuadores.	43
8.4.2.2.	Sensores.	44
8.4.2.3.	Otros elementos.	46
8.4.3.	Automatización del sistema de riego.....	49
8.4.3.1.	El autómata.	54
8.4.3.2.	Cableado de comunicación.	54
9.	Resumen de presupuesto.	545
10.	Conclusions.	545

1. Objeto del proyecto.

La redacción del presente proyecto pretende dar curso a la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electrónica Industrial y Automática por parte de Aarón Méndez Afonso, mediante la redacción de los documentos necesarios para el diseño y automatización de una instalación energéticamente autosuficiente mediante energías renovables, cuya finalidad es la producción de aceite de oliva.

2. Peticionario del proyecto.

El petitionerio del presente documento, es la Universidad de La Laguna con DNI: 99.999.999-X, domicilio en Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n. Código postal: 38206, en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna. Número de teléfono de contacto: 999.999.999.

3. Emplazamiento.

Al no tratarse de un proyecto real, no se posee una ubicación exacta de la instalación de la zona de cultivo y demás dependencias. A pesar de ello, se ha elegido como ubicación, una zona de medianías del municipio de Güimar, en las inmediaciones del barranco de Badajoz, a una altitud aproximada de 340 metros. A efectos de cálculos fotovoltaicos, se ha elegido una ubicación en este entorno cuyas coordenadas son, latitud: 28°18'13" N (28,467) y longitud: 16°25'42,5" W (-16.426).

La parcela donde se llevará a cabo la instalación se distribuye a través de las tres grandes instalaciones presentes.

La distribución de la superficie útil es la siguiente:

- Superficie destinada a los módulos fotovoltaicos: 5.950 m².
- Superficie de cultivo y cuarto de bombas y fertilizantes: 15.100 m².
- Planta de procesamiento: distribuidos de la siguiente manera:
 - Patio de recepción, limpieza y acumulación de aceitunas: 3.688,8 m².
 - Zona de producción: 2.634 m².
 - Zona de almacenamiento: 1.449,1 m².
 - Zona de filtrado y envasado: 542,6 m².
 - Zona de calderas: 247,5 m².
 - Zona de bombas de agua para el proceso: 36 m².

4. Alcance del proyecto.

En el proyecto se pretende llevar a cabo el diseño de la instalación fotovoltaica, sistema de riego y sistema de automatización que controla el riego, detallándose cada uno de ellos en los capítulos que correspondan en el actual documento.

5. Antecedentes.

En el proceso de producción de aceite de oliva se obtienen diferentes tipos de aceites, diferenciándose entre sí por su calidad. En la figura 2 podemos ver los diferentes tipos de aceites dependiendo de su origen y calidad.

Se pretende que la obtención del aceite, producto del proceso de mecanización, sea de la mayor calidad posible. También se espera conseguir la mayor cantidad de productos finales en las diferentes fases del proceso, por ejemplo, además del aceite de oliva virgen extra, aceites de diferentes calidades, hueso para aprovechamiento en calderas de biomasa, etc.

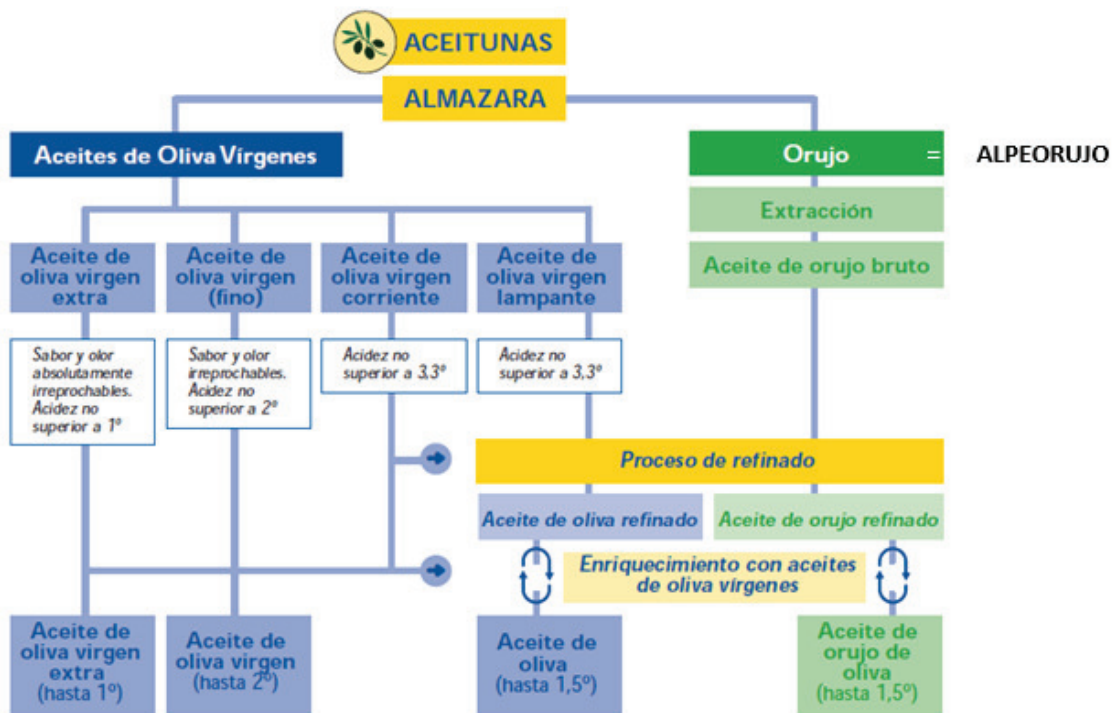


Figura 2: Tipos de aceites de oliva

El proceso productivo cuenta con diferentes zonas diferenciadas, donde se llevarán a cabo diferentes tareas, para adecuar la aceituna y así obtener el aceite de la mejor calidad posible. Las zonas de que consta la instalación son las siguientes:

- Zona de recepción de aceite de oliva: en esta primera zona se recepcionará la aceitunas provenientes de la zona de cultivo, se limpiará de elementos no deseados, como hojas, ramas o piedras, se pasará por una lavadora para eliminar cualquier resto de tierra y por último se pesará.

- Zona de acumulación de aceitunas: en esta segunda zona, se clasificarán las aceitunas en dos tolvas separadas.

- Zona de producción de aceite: en esta zona se lleva a cabo la extracción del aceite contenido en la pulpa de la oliva. Para ello, primero se pasa por un molino de martillo que tritura las aceitunas y crea una pasta, luego, mediante bombas, se trasbasa esta pasta hasta una batidora para que las pequeñas gotas de aceite de oliva se vayan aglutinando y formando otras mayores que se separarán con mayor facilidad en las etapas posteriores. En el decanter horizontal, se pone en rotación la masa batida procedente de la batidora, de forma que el aceite de oliva virgen, menos denso que el agua, la piel, la pulpa y el hueso, forma un anillo central que tiene una salida independiente del resto de anillos que pasará a la centrífuga vertical donde se aplica un chorro de agua en el centro que por acción de la fuerza centrífuga atraviesa el anillo de aceite de oliva virgen exterior, arrastrando gran cantidad de impurezas.

- Zona de decantación y almacenamiento de aceite: en esta zona, se utiliza una batería de decantadores por los que el aceite de oliva virgen va pasando, de forma que, por la acción de la gravedad, parte del agua y la pulpa que aún quedan, más densos, se acumulan en el fondo. Desde esta zona de decantación, y mediante bombas, se trasvasa el aceite de oliva virgen hacia los depósitos de acero inoxidable los cuales permite la conservación del aceite de oliva virgen en buenas condiciones.

- Zona de filtrado y envasado: para llevar a cabo el filtrado se hace pasar el aceite por un filtro provisto de una pasta de celulosa y tierras diatomeas que eliminan la humedad y las impurezas y le dan brillo al aceite de oliva virgen, dejándola preparada para, a continuación, ser envasada.

- Zona de alpeorajo y orujo: en esta última zona, se procede al tratamiento de los desechos de la producción de aceite de oliva para así separar la pulpa del hueso de la aceituna, el cual puede ser utilizado en, por ejemplo, calderas de biomasa.

- Otros elementos: serie de componentes necesarios para el óptimo funcionamiento del resto de la instalación, como son bombas de agua, caldera, etc.

La maquinaria que compone las diferentes zonas de la planta de extracción de aceite de oliva se especificará en el capítulo 'Resultados finales'. El diagrama de los procesos productivos se ha detallado en la introducción.

Otros de los requisitos con los que debe contar el diseño es con un sistema de riego y fertirriego automatizado que minimice la intervención humana y maximice la producción de la plantación.

6. Requisitos de diseño.

Se pretende que la instalación de producción sea capaz de extraer la mayor cantidad de productos de las diferentes fases del proceso productivo.

En cuanto al sistema de automatización, se pretende que este realice un proceso de riego y fertirriego con la menor intervención humana posible. Con ello se pretende, que el aprovechamiento de los recursos hídricos y de fertilizantes, sea el mayor posible, consiguiendo de esta manera que los fertilizantes inyectados en el terreno se minimicen hasta los valores estrictamente necesarios para maximizar la producción de los olivos.

Tras analizar la diferente maquinaria que compone la instalación de producción de aceite de oliva y el sistema de riego, se obtiene que la instalación debe contar con una potencia total de 391,7 kW.

El REBT en su ITC-BT-10 establece que, para la electrificación de locales destinados a industrias, se instalarán como mínimo 125 W por metro cuadrado de superficie. En el caso que nos ocupa, la zona de procesamiento y cuarto de riego, poseen una superficie total conjunta de 8896,35 m², lo que implica una potencia mínima de 1.112,05 kW de potencia.

Teniendo en cuenta ambos valores de potencia, se instalará una acometida para una potencia de 1.112,05 kW, ya que es la mayor potencia de las dos calculadas.

Tras analizar el tiempo de funcionamiento de cada maquinaria, se ha elaborado un perfil de carga diario, el cual indica la demanda energética diaria de la instalación.

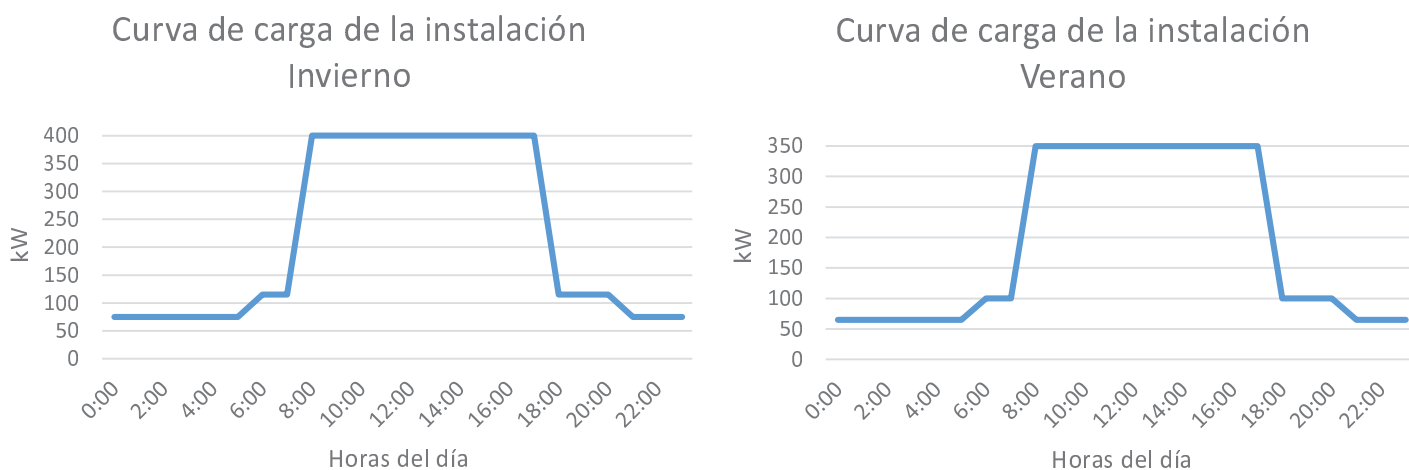


Figura 3: Curvas de carga de la instalación en los periodos de invierno y verano.

Tras el estudio se obtiene que el consumo de la instalación a lo largo de un día de verano es de media 4.585 kWh y a lo largo de un día de invierno es de 5.247,75 kWh, lo que supone un incremento de la demanda en invierno de en torno a un 15% con respecto a los meses de verano, esto es debido al mayor consumo de los equipos de calefacción.

La instalación debe contar con una planta de generación fotovoltaica que satisfaga energéticamente las horas de más consumo.

7. Análisis de soluciones.

Teniendo en cuenta los datos de diseño, se ha optado por la instalación de maquinaria especializada para llevar a cabo el proceso productivo, la relación de maquinaria, modelo, casa comercial y característica se especifican en la sección correspondiente del capítulo ‘Resultados finales’.

El sistema de automatización del riego y fertirriego, se basa en la lectura de los valores de nutrientes necesarios por los olivos para maximizar su producción, es por ello que se hace necesario la implantación de sensores que puedan medir este tipo de variables. Se decide por la implantación de sensores con tecnología ISFET, los cuales son transistores de efecto de campo sensibles a iones (Ion Sensitive Field Effect Transistor). Mediante estos sensores, es posible medir la concentración de nutrientes (potasio, fosforo, nitrógeno, etc.) presentes en la solución acuosa del suelo de cultivo.

En principio este tipo de sensores son sensibles al pH, pero mediante el depósito sobre la membrana sensible, de una membrana modificada con los elementos de reconocimiento específicos del ion a determinar, son capaces de determinar la concentración de los nutrientes.

Se trata de sensores potenciométricos, lo que implica que la salida de los sensores será de un voltaje proporcional a la concentración del nutriente en cuestión de la solución acuosa del terreno.

Los diferentes sensores y actuadores se pueden consultar en el apartado correspondiente en el capítulo de ‘Resultados finales’.

Tras el estudio de las necesidades energéticas y demanda de potencia de la instalación de producción y riego, se decide el diseño de una instalación fotovoltaica de 399,60 kWp, el diseño de la misma se describe en los siguientes apartados, así como el sistema de siembra y de riego.

8. Resultados finales.

8.1. Maquinaria necesaria para la producción de aceite de oliva.

En la relación de maquinaria que se llevará a cabo en lo sucesivo, se especificará la potencia de cada máquina así como la potencia total por zonas. La distribución de la maquinaria en la planta de procesamiento se detalla en el plano 2.

- Zona de recepción de aceite de oliva:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
1	Tolva de recepción con compuerta por accionamiento neumático		
1	Cinta de remonte nervada de 4,7 m x 400 mm hacia limpiadora con motor 1 CV	1	0,74
1	Limpiadora de aceitunas de 12.000 Kg/h con motores 1x4	4	2,94
1	Despallilladora de aceitunas de 12.000 Kg/h con motores 2x1,5 CV	3	2,21
1	Lavadora de aceitunas de 12.000 Kg/h con moto-bomba de 4 CV y motores de 2x1,5 CV	7	5,15
1	Cinta de remonte nervada de 4,7 m x 400mm hacia pesadora con motor de 1 CV	1	0,74
1	Pesadora continua		
1	Cinta de remonte nervada de 4,7m x 400mm hacia tolvas con motor de 1 CV	1	0,74
TOTAL POTENCIA		17	12,52

Tabla 1: Maquinaria que compone la zona de recepción de aceitunas.

- Zona de acumulación de aceitunas:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
1	Cinta de remonte nervada de 6,7 m x 400 mm hacia tolvas de acumulación con motor 1,5 CV	1,5	1,10
2	Tolvas de acumulación de aceitunas con motores de 2x0,25 CV c/u	1	0,74
2	Cinta de remonte nervada de 4,7 m x 400 mm hacia limpiadora con motor 1 CV	2	1,47
2	Pesadoras continuas	2,72	2
2	Cinta de remonte nervada de 6,7 m x 400 mm hacia tolvas pulmón con motor 1,5 CV	3	2,21
2	Tolvas pulmón para alimentación de martillos		
2	Sinfin de 3m x 200mm de diámetro con motor de 2 CV	4	2,94
1	Compresor neumático para accionar pesadoras y tolva de recepción	2	1,47
TOTAL POTENCIA		16,22	11,93

Tabla 2: Maquinaria que compone la zona de acumulación de aceitunas.

- Zona de producción de aceite:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
2	Molinos de martillos de 60 CV	120	89,73
2	Bombas de masa de 7,5 CV	15	11,03
2	Batidoras de 2 cuerpos para 1.000 Kg cada cuerpo con motores 2x2 CV	8	5,88
2	Bombas de masa de 7,5 CV	15	11,03
2	Decánter horizontal de 15 CV	30	22,07
2	Depósitos para recogida de aceite del decánter con bomba de 0,34 CV	0,68	0,50
2	Bombas de masa de decánter hacia centrífuga vertical con motor de 0,75 CV	1,5	1,10
2	Centrífuga vertical con motor de 20 CV	40	29,42
TOTAL POTENCIA		230,18	171,76

Tabla 3: Maquinaria que compone la zona de producción de aceite.

- Zona de decantación y almacenamiento de aceite:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
2	Bombas desde centrífuga vertical a decantadores de 0,5CV	1	0,74
20	Depósitos decantadores de acero inoxidable de 500 litros/Ud.		
1	Bomba desde depósitos de decantación a bodega con motor de 1 CV	1	0,74
20	Depósitos de acero inoxidable de 5000 litros/Ud.		
1	Bomba desde bodega hacia envasadora con motor de 0,5 CV	0,5	0,37
TOTAL POTENCIA		2,5	1,85

Tabla 4: Maquinaria que compone la zona de decantación y almacenamiento de aceite.

- Zona de filtrado y envasado de aceite:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
1	Filtro de placas horizontales de 2000 l/h con bomba de 1,75 CV y sistema de autolimpieza de 2,6CV	4,35	3,2
1	Envasadora, cerradora y etiquetadora	2,5	1,84
1	Bomba para carga de camiones con motor de 7,5 CV	7,5	5,52
1	Compresor de 300l/hora para equipo de envasado, con motor de 3 CV	3	2,21
TOTAL POTENCIA		17,35	12,77

Tabla 5: Maquinaria que compone la zona de filtrado y envasado de aceite.

- Zona de alpeorujío y orujío:

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
2	Bombas de orujío de decánter a tolva con motor de 7,5 CV	15	11,03
1	Tolva de acumulación de alpeorujío		
1	Separadora de pulpa-hueso con motor de 1x50 CV y 1x0,75CV	50,75	37,33
1	Sinfin de 6m y 200mm de diámetro con motor de 2 CV	2	1,47
1	Tolva de acumulación de hueso		
TOTAL POTENCIA		67,75	49,83

Tabla 6: Maquinaria que compone la zona de alpeorujío y orujío.

- Elementos auxiliares:

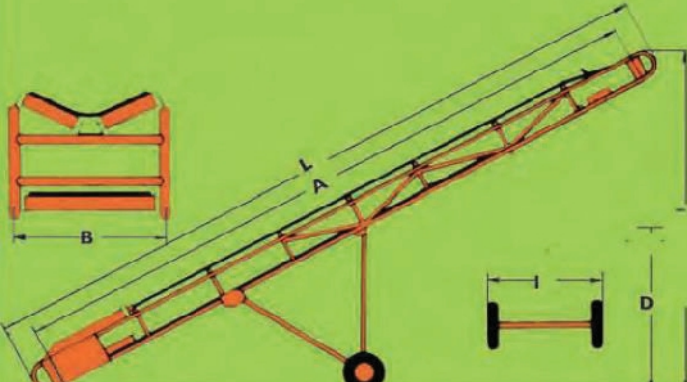
Nº	MAQUINARIA	CV	KW
1	Grupo de presión para abastecimiento de agua potable con dos bombas de 5,5 CV	11	8,09
1	Bomba para circulación de acs con motor de 0,75 CV	0,75	0,55
1	Bomba para circulación de agua de calefacción con motor de 0,75 CV	0,75	0,55
1	Caldera biomasa para agua caliente de 632,5 CV (400.000 Kcal/h)		
1	Intercambiador de calor		
1	Sistema de refrigeración para bodegas y zona de envasado	68	50,01
1	Sistema de automatización de la planta (sensores y autómatas)	5,44	4
	Tomas de corrientes auxiliares monofásicas	13,60	10
	Tomas de corrientes auxiliares trifásicas	13,60	10
	Sistema de iluminación	40,79	30
TOTAL POTENCIA		153,93	113,2

Tabla 7: Elementos auxiliares.

A continuación, se detallan las características técnicas de la maquinaria más importante que se implantara en la planta de producción.

- Cintas de remonte nervadas: se instalarán tantas cintas de remonte por zonas como se indican en el capítulo anterior. En la figura 4 se pueden observar las características más destacables de las cintas transportadoras elegidas. Dichas cintas, serán modelo CM de la casa comercial TUSA (Transportes Universales S.A) o de otra con similares características.

GAMA y características



Modelo	L Longitud total m.	A Longitud entre ejes tambores m.	B Ancho banda mm.	C Altura máxima de descarga m.		D Alura mínima descarga m.	E Distancia entre ruedas m.	Rendimiento* con inclinación de 20°		Motor eléctrico C.V.	Motor Diesel C.V.	Paso Kg.
				Cinta gruñada	Cinta lisa			m ³	m ³			
cm.- 4/400	4,70	4	400	2,40	1,75	1,30	1,0	70	45	1	3/6	330
cm.- 4/500	4,70	4	500	2,40	1,75	1,30	1,1	60	70	1,5	3/6	370
cm.- 4/600	4,70	4	600	2,40	1,75	1,30	1,2	40	90	1,5	3/6	415
cm.- 6/400	6,70	6	400	3,30	2,80	1,50	1,2	55	45	1,5	3/6	390
cm.- 6/500	6,70	6	500	3,30	2,80	1,50	1,3	40	70	1,5	3/6	430
cm.- 6/600	6,70	6	600	3,30	2,80	1,50	1,4	60	90	2	3/6	475
cm.- 8/400	8,70	8	400	4,70	3,50	1,70	1,4	70	45	2	3/6	450
cm.- 8/500	8,70	8	500	4,70	3,50	1,70	1,5	60	70	2	3/6	490
cm.- 8/600	8,70	8	600	4,70	3,50	1,70	1,6	100	90	3	4/7	535
cm.- 10/400	10,70	10	400	5,75	4,25	1,80	1,6	60	45	2	3/6	550
cm.- 10/500	10,70	10	500	5,75	4,25	1,80	1,7	90	70	3	4/7	610
cm.- 10/600	10,70	10	600	5,75	4,25	1,80	1,8	85	90	3	4/7	655
cm.- 12/400	12,70	12	400	6,45	5,00	2,10	1,8	90	45	3	4/7	690
cm.- 12/500	12,70	12	500	6,45	5,00	2,10	1,9	80	70	3	4/7	780
cm.- 12/600	12,70	12	600	6,45	5,00	2,10	2,0	110	90	4	5/10	870
cm.- 15/400	15,70	15	400	7,90	6,10	2,50	2,1	110	45	4	-	910
cm.- 15/500	15,70	15	500	7,90	6,10	2,50	2,2	100	70	4	-	1.020
cm.- 15/600	15,70	15	600	7,90	6,10	2,50	2,3	95	90	4	-	1.130

Figura 4: Características de las cintas de remonte nervadas.

Fuente: http://www.tusa.es/cintas_cm.html

- Limpiadora de aceitunas: se ha elegido instalar una limpiadora, modelo LIP/R-600 de la marca comercial Ildefonso Rosa Ramírez e Hijos, S.L o de otra con similares características.

Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de 12.000 a 15.000 Kg. por hora.
- Partes móviles desplazadas por rodamientos.
- Consumo eléctrico de 4 CV.
- Criba vibratoria.
- Presión de aire regulable.
- Peso de 450 Kg.
- Dimensiones:

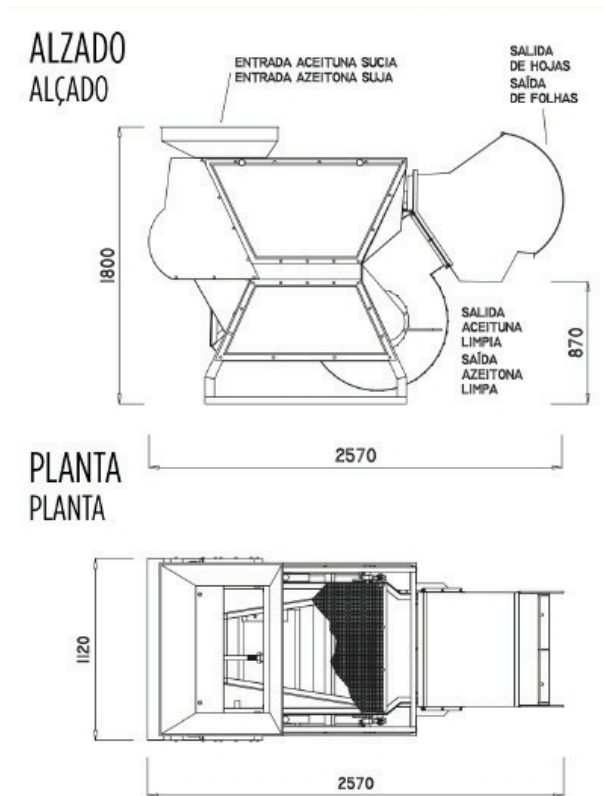


Figura 5: Dimensiones de la limpiadora.

Fuente: <http://www.jarirr.com/productos.php?id=2>

• Despalilladora: se ha elegido instalar una despalilladora, modelo DP/DC-763 de la marca comercial Ildfonso Rosa Ramírez e Hijos, S.L o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de 30.000 a 35.000 Kg. por hora.
- Consumo de dos motores de 1,5 CV, lo que supone un consumo total de 3 CV.
- No dispone de partes móviles en la zona de limpieza, por lo que no maltrata el fruto.
- Peso de 895 Kg.
- Dimensiones:

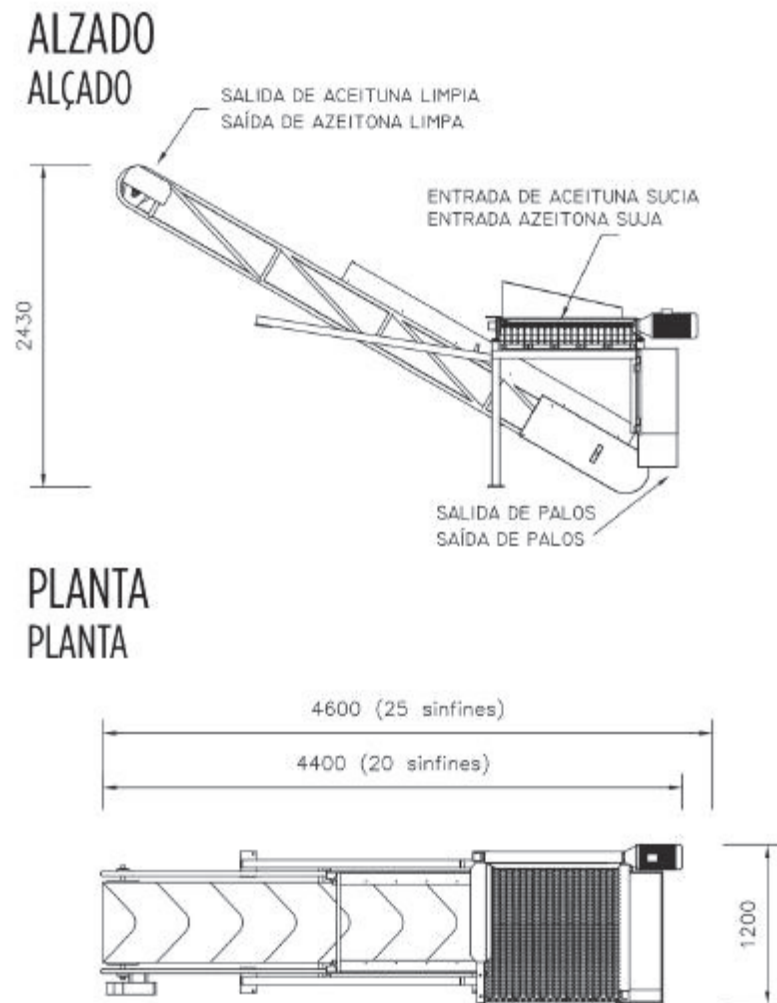


Figura 6: Dimensiones de la despalilladora.

Fuente: <http://www.jarirr.com/productos.php?id=1>

- Lavadora: se ha elegido instalar una lavadora, modelo LAP/R-20 de la marca comercial Ildfonso Rosa Ramírez e Hijos, S.L o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de 12.000 a 15.000 Kg por hora.
- Consumo de una motobomba de 4 CV, un motor reductor de 1,5 CV y un motor reductor desenfangado de 1,5 CV, todo ello hace una potencia conjunta de 7 CV.
- Serie de tres ciclos de lavado.
- Desenfangado automático de lodos.
- Peso de 2.058 Kg.

○ Dimensiones:

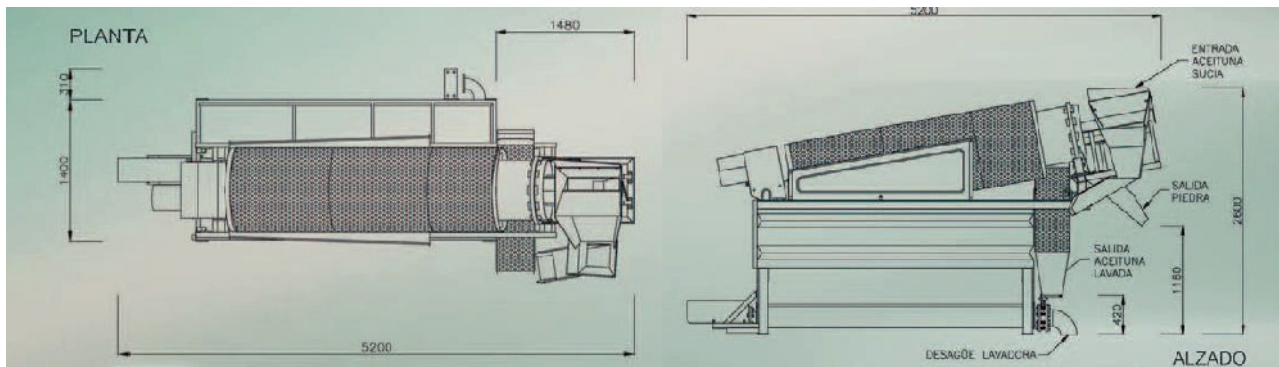


Figura 7: Dimensiones de la lavadora.

Fuente: <http://www.jarirr.com/productos.php?id=3>

• Pesadora continua: se ha elegido instalar una pesadora, modelo METEGAL PES/R-763 de la marca comercial Ildefonso Rosa Ramírez e Hijos, S.L o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de pesada continua.
- Construcción en aluminio.
- Control de maniobra y datos automatizados.
- Instrumentos de pesaje conforme a la metrología legal.
- Peso de 304 Kg.
- Dimensiones:

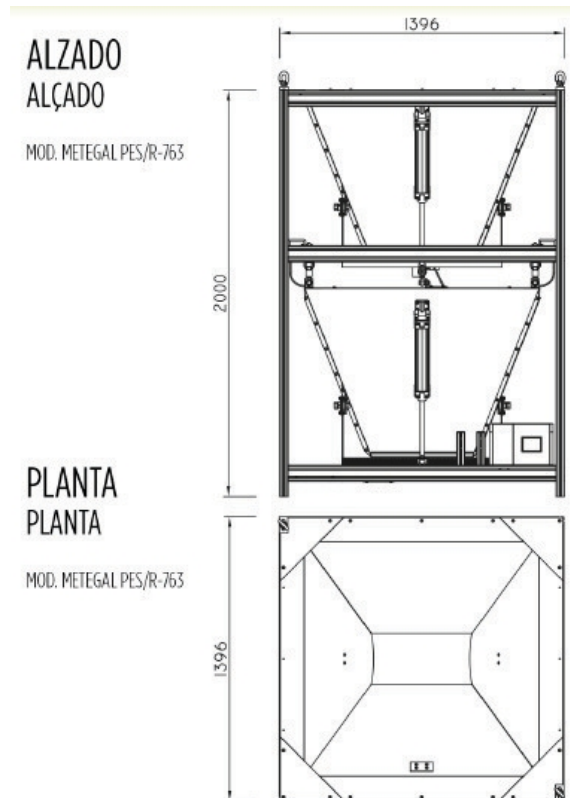


Figura 8: Dimensiones de la pesadora continua.

Fuente: <http://www.jarirr.com/productos.php?id=4>

- Compresor neumático para accionamiento de pesadoras y tolva de recepción: se instalará un compresor neumático de 2CV de la marca CEVIK PRO o similar, con las siguientes características técnicas:

- Potencia: 2 CV.
- Caudal: 126 l/ minuto.
- Capacidad del depósito: 6 litros.
- Presión: 8 bares.

- Molinos de martillos: se ha elegido instalar molinos de martillos, modelo M60 de la marca comercial Centrifugación Alemana o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Velocidad nominal de trabajo: 2.950 rpm.
- Potencia: 60 CV.
- Potencia del alimentador: 1 CV.
- Capacidad de molturación: 9.000 Kg/h.
- Dimensiones:

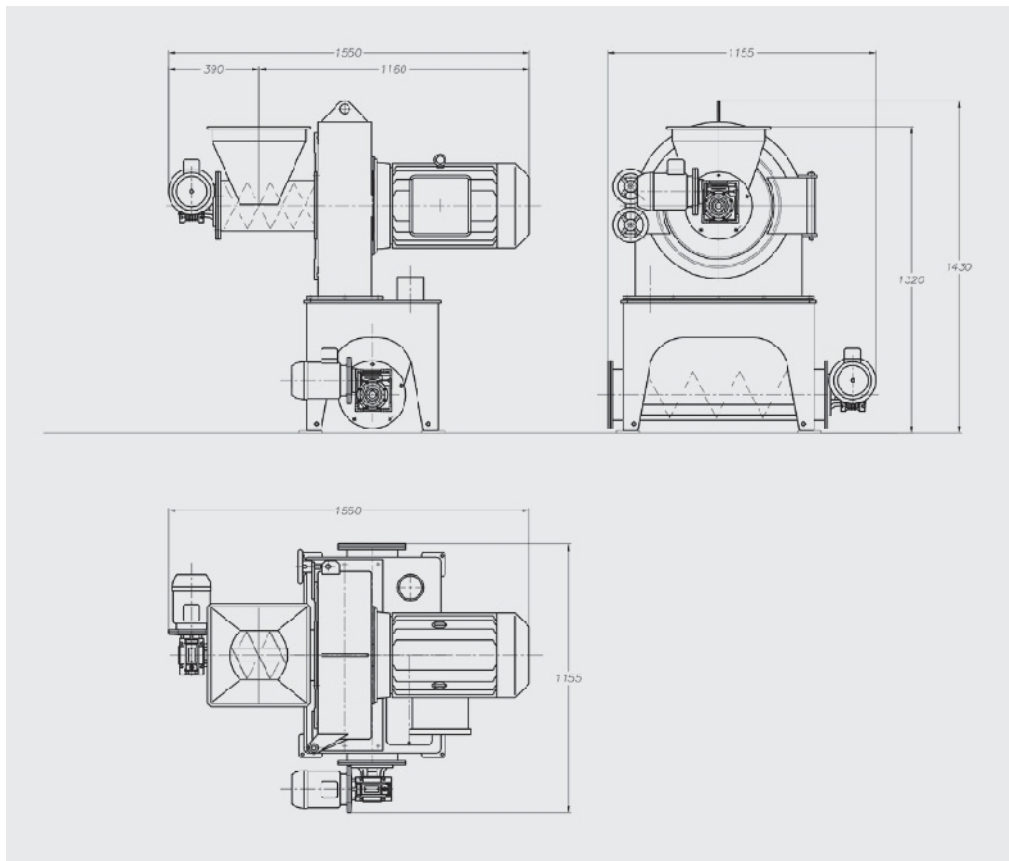


Figura 9: Dimensiones del molino de martillos.

Fuente: <http://www.centrifugacionalemana.com/productos.asp?fm=2&ct=5&mr=0&pr=23>

• Bombas de masa: se ha elegido instalar bombas de masa de pistón, modelo BP150CA de la marca comercial Centrifugación Alemana o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Potencia: 7,5 CV.
- Producción aproximada: 120-150 tm/24h.
- Longitud máxima del tubo de salida: 30 m.
- Dimensiones:

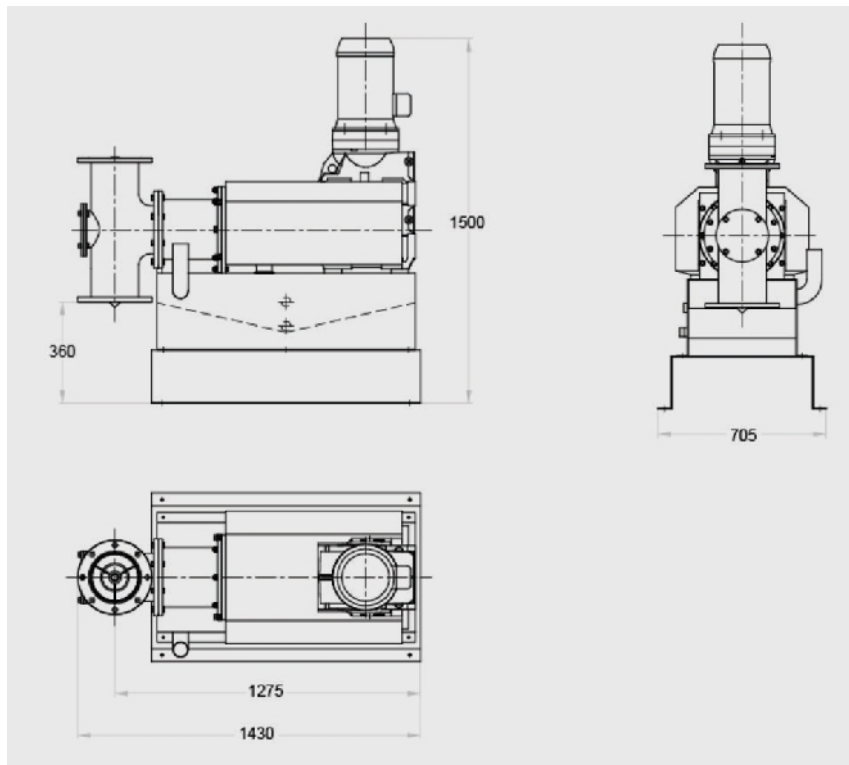


Figura 10: Dimensiones de la bomba de masa.

Fuente: <http://www.centrifugacionalemana.com/productos.asp?fm=2&ct=2>

- Batidora de 2 cuerpos: se ha elegido instalar termobatidora de Lotes de 2 vasos, modelo Tipo A de la marca comercial Centrifugación Alemana o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:
 - Capacidad: 2000 Kg.
 - Potencia: 4 CV.
 - Temperatura del agua de calefacción: 70-80 °C.
 - Volumen agua de la cámara de calefacción: 280 litros.
 - Velocidad del motor: 1.455 rpm.
 - Dimensiones:

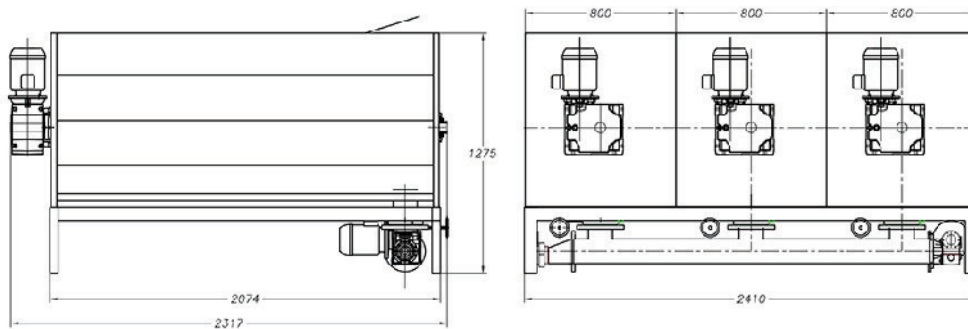


Figura 11: Dimensiones de la termobatidora.

Fuente: <http://www.centrifugacionalemana.com/productos.asp?fm=2&ct=10#prettyPhoto>

• Decánter horizontal: se ha elegido instalar decánter horizontal, modelo HS030CA de la marca comercial Centrifugación Alemana o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad de producción: 25-35 tm/24 h.
- Potencia: 15 CV.
- Dimensiones:

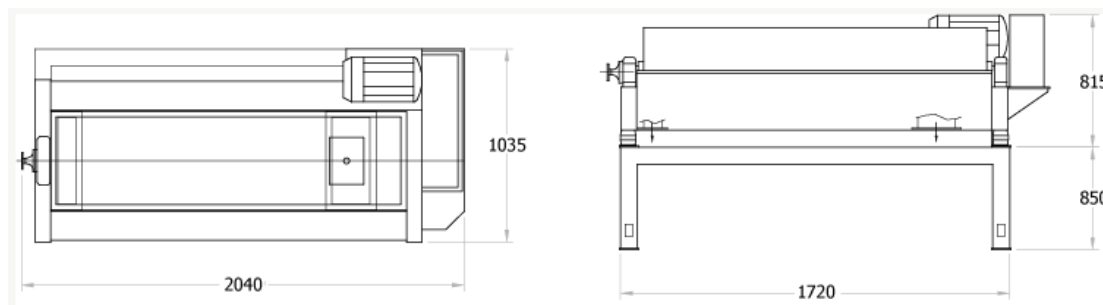


Figura 12: Dimensiones del decánter horizontal.

Fuente: <http://www.centrifugacionalemana.com/productos.asp?fm=2&ct=4#prettyPhoto>

• Centrífuga vertical: se ha elegido instalar centrífuga vertical, modelo SCP250CA de la marca comercial Centrifugación Alemana o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

- Capacidad: 2.000 l/h.
- Potencia: 20 CV.
- Temperatura mínima/máxima de alimentación: 20/80 °C.
- Dimensiones:

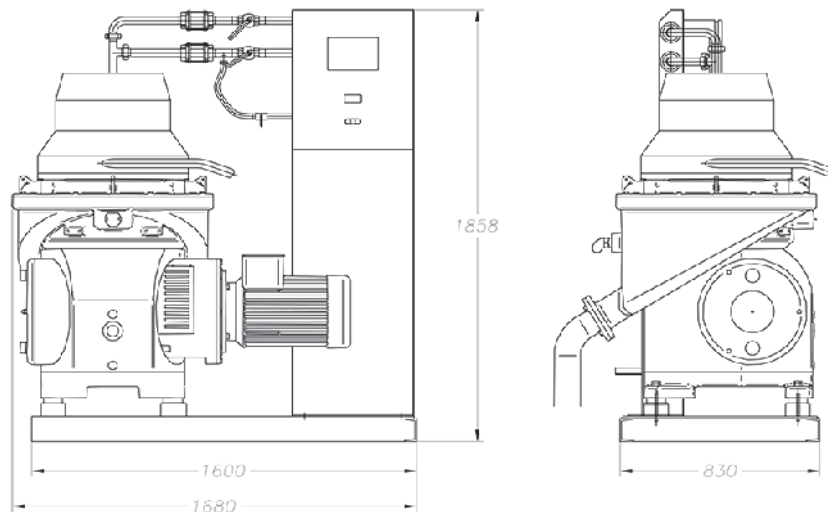


Figura 13: Dimensiones de la centrífuga vertical.

Fuente: <http://www.centrifugacionalemana.com/productos.asp>

- Separadora de pulpa-hueso: se ha elegido instalar una separadora, modelo SEP/R-50 de la marca comercial Idefonso Rosa Ramírez e Hijos, S.L o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:
 - Capacidad de 10.000 Kg/h.
 - Consumo de un motor de 50 CV y un motor reductor de 0,75 CV.
 - Cuchillas en acero inoxidable.
 - Peso de 1.070 Kg.
 - Dimensiones:

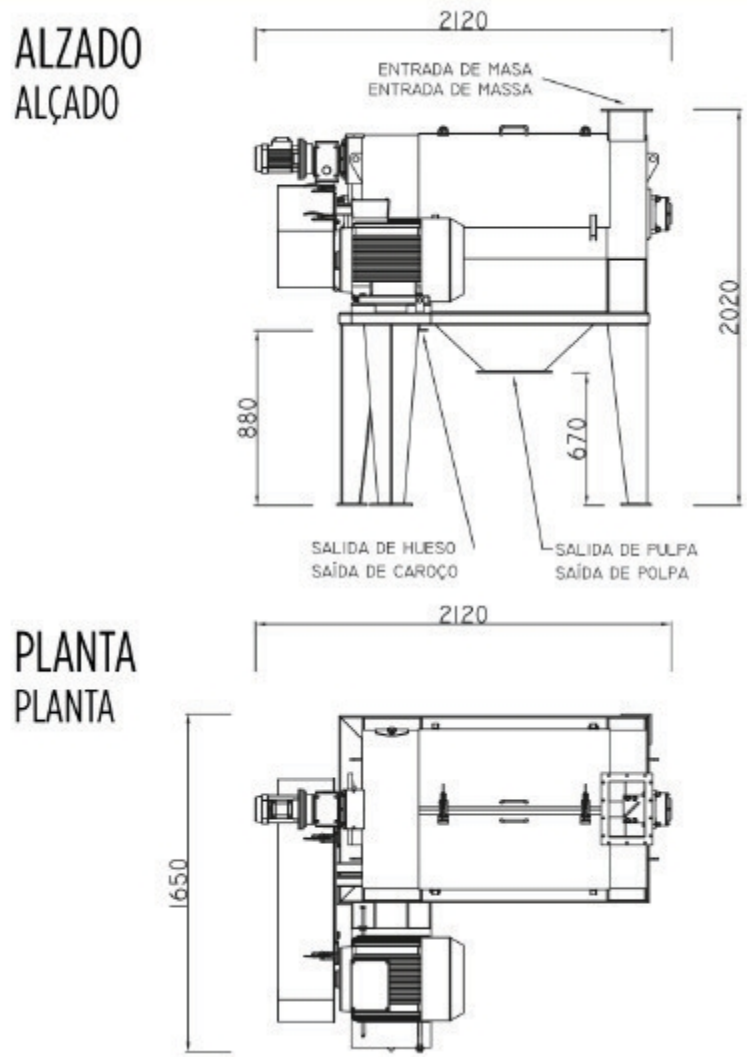


Figura 14: Dimensiones de la separadora de hueso-pulpa.

Fuente: <http://www.jarirr.com/productos.php?id=5>

• Caldera de biomasa para agua caliente: se ha elegido instalar una caldera de biomasa para calefacción y agua caliente sanitaria, modelo Turbomat 150 de la marca comercial Froling o de otra con similares características. Sus principales características técnicas son:

DATOS TÉCNICOS		TM 150
Potencia térmica nominal (astillas W30 según normativa austriaca)	[kW]	150
Demanda de combustible requerida a carga nominal (G50/W30) aprox.	[kg/h]	53
Peso de la caldera	[kg]	1925
Diámetro del tubo de salida de humos	[mm]	200
Capacidad de agua de la caldera	[l]	440
Máxima temperatura de trabajo de la caldera permitida	[°C]	110
Temperatura mínima de retorno	[°C]	65
Máxima presión de trabajo permitida	[bar]	3
Temperatura de humos a carga nominal	[°C]	190

DIMENSIONES		TM 150
H1	Altura de la caldera [mm]	1875
H2	Altura total con recirculación de humos (intercambiador de calor a la izq.) [mm]	2280
H3	Altura de conexión del tubo de salida de humos con recirculación de humos [mm]	1270
H4	Altura de conexión del tubo de salida de humos [mm]	750
H5	Altura de conexión de retorno [mm]	495
H6	Altura de conexión de ida [mm]	1935
B1	Ancho de la caldera [mm]	1200
B2	Ancho del sistema de alimentación (incl. engranaje) [mm]	845
L1	Longitud total de la instalación [mm]	3595
L2	Longitud total de la caldera [mm]	1865
L3	Longitud del carro de cenizas [mm]	930

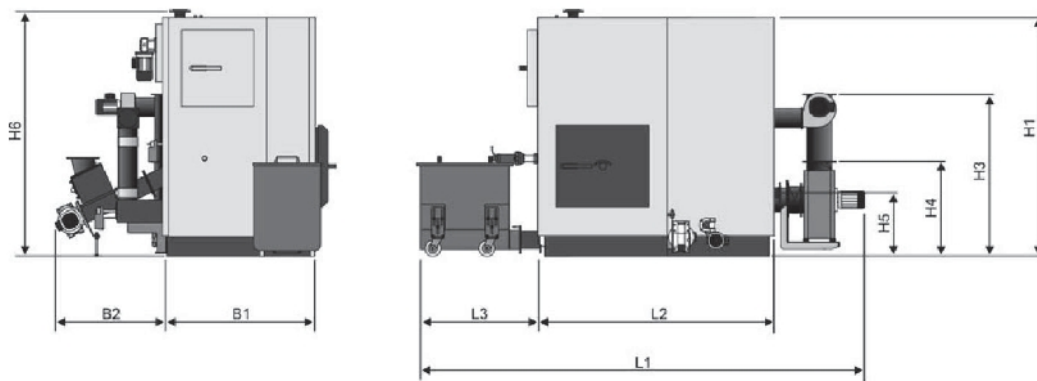


Figura 15: Datos técnicos y dimensiones de la caldera de biomasa.

Fuente: <http://www.biobestenergy.com/docs/sector-residencial.pdf>

- Sistema de refrigeración para bodegas: se decidió instalar un sistema compacto de climatización marca Daikin, modelo ERAD120E-SL, cuyas principales características son:

- Control de la temperatura: continuo.
- Consumo: 42.4 kW.
- Tipo de intercambiador: Aletas de alta eficiencia con tubos subenfriados.
- Tipo de compresor utilizado: monotornillo.

Refrigerante utilizado: R-134 a.

8.2. Instalación fotovoltaica.

La instalación fotovoltaica que se diseñará tendrá una potencia pico de 475,20 kW. Con esta instalación se pretende que la actividad de procesamiento disminuya su gasto de red, aumentando así sus beneficios. Parte de estos beneficios se obtendrán también de la venta a red del excedente de energía que produzca el campo fotovoltaico diseñado.

8.2.1. Descripción de la actividad que utilizará la energía fotovoltaica.

La instalación fotovoltaica pretende alimentar los sistemas de una planta de procesamiento de aceitunas para la obtención de aceite de oliva y del sistema de riego que irrigará la superficie de cultivo con la que cuenta la parcela.

En los antecedentes del proyecto se puede ver la potencia distribuida en las diferentes zonas que componen la instalación, en dicho anexo, se puede observar la potencia de la maquinaria y tomas generales.

8.2.2. Tipo de conexión.

Para la actividad que nos ocupa, se llevara a cabo el diseño de una instalación de producción de energía fotovoltaica para consumo instantáneo conectada a red. Esta decisión nos permitirá prescindir de bancos de baterías acumuladoras, ya que en los momentos que se necesite más energía de la que nos puede suministrar la instalación propia, esta será absorbida de la red. Además, la instalación se diseñará con balance neto de energía. De esta manera, la energía sobrante que genere la planta fotovoltaica es inyectada a la red, ello supone un aumento de la rentabilidad ya que la comercializadora nos paga por esta energía inyectada.

8.2.3. Normas y referencias.

8.2.3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (PCT-C-REV - julio 2011).
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- UNE 21123-5:2005. Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina.
- UNE-EN 60228:2005. Conductores de cables aislados.
- UNE-HD 603-5N:2007. Cables de distribución de tensión asignada 0,6 / 1kV. Parte 5: Cables con aislamiento de XLPE, sin armadura. Sección N: Cables sin conductor concéntrico y con cubierta de PVC (Tipo 5N).
- UNE 21089-1:2002. Identificación de los conductores aislados de los cables.
- UNE 20460-7-712:2006. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE 20427:2008. Cables eléctricos. Métodos de ensayo adicionales. Ensayo de propagación de la llama.
- UNE-EN 61543:1996/A2:2006. Dispositivos de protección para actuar por corriente diferencial residual. Compatibilidad electromagnética.

8.2.3.2. Programas de cálculo.

- Software SMA: SunnyDesign Web
- PVSYST.
- PVWATTS.

8.2.3.3. Otras referencias.

- IDAE: Instituto para la diversificación y conservación de la Energía (Gobierno de España).
- AEMT: Agencia estatal de Meteorología (Gobierno de España).
- JRC: Joint Reserch Centre (european Commision UE).
- IET: Institue for Energy and Transport (european Commision UE).
- NASA: National Aeronautics and Space Administration (EEUU).

8.2.4. Conceptos básicos.

- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiación: Energía que incide sobre una superficie, por unidad de superficie a lo largo de un cierto tiempo. Su unidad es el kWh/m².
- Irradiancia: Energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Su unidad es el kW/m².
- Instalación fotovoltaica: instalación formada por módulos fotovoltaicos para llevar a caba la conversión directa de radiación solar en energía eléctrica.
- Array: conjunto de módulos fotovoltaicos conectados en serie.
- String: Asociación en paralelo de arrays.
- Inversor: Conversor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- Célula fotovoltaica: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Módulo o panel fotovoltaico: conjunto de células fotovoltaicas directamente interconectadas y encapsuladas en un único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
 - Irradiancia solar: 1000 W/m².
 - Distribución espectral: AM 1,5 G.
 - Temperatura de célula: 25 °C.
- Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.
- TONC: Temperatura de Operación Nominal de la Célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a:

- Irradiancia solar: 800 W/m².
- Distribución espectral: AM 1,5 G.
- Temperatura ambiente: 20 °C.
- Velocidad del viento, de 1 m/s.

8.2.5. Componentes de la instalación.

8.2.5.1. Módulos fotovoltaicos.

Para la instalación fotovoltaica se utilizarán módulos ND-F4Q300, del fabricante Sharp.

Las características del módulo son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		COEFICIENTES DE TEMPERATURA		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Potencia nominal	300 W	Potencia máxima	-0,439 %/°C -1,317 W/°C	Peso	22,7 Kg
Tensión MPP (Vpm)	35,2 V	Tensión en vacío (Voc)	-0.321 %/°C -144,8 mV/°C	Carga máxima	1440 Pascales
Corriente MPP (Ipm)	8,52 A	Corriente de cortocircuito (Isc)	0.050 %/°C 4,47 mA/°C	Anchura	994 mm
Tensión en vacío (Voc)	45,1 V			Longitud	1971 mm
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,94 A				
Tensión admisible del sistema	1000 V				

Tabla 9: Características de los módulos fotovoltaicos ND-F4Q300.

Atendiendo a la potencia necesaria para el funcionamiento de la maquinaria (391,7 kW), se ha decidido diseñar una planta fotovoltaica de en torno a 475,20 kWp, la cual sea capaz de satisfacer el consumo de potencia el mayor tiempo posible. Con la potencia de la instalación y la potencia del módulo fotovoltaico, se obtienen 1 584 paneles.

Se ha determinado que se instalarán arrays de 18 módulos en serie. Los strings se calcularán en el apartado de inversores.

Los generadores fotovoltaicos se instalarán en estructuras de soporte, por montaje libre en el suelo, con orientación sur y una inclinación de 30° que es la inclinación de estructuras solares comerciales más próxima a los 27° óptimos, con esta inclinación, la absorción de radiación se maximizará a lo largo de todo el año.

8.2.5.2. Inversor.

Se instalarán 8 inversores modelo STP-60-10 del fabricante SMA Solar Technology.

Las características de los equipos se detallan en las siguientes tablas:

Datos técnicos	Sunny Tripower 60
Entrada (CC)	
Potencia de CC máx. (cos $\varphi = 1$)/Potencia asignada [CC]	61240 W/61240 W
Tensión de entrada máx.	1000 V
Rango de tensión del MPP (a 400 Vca/a 480 Vca)	De 570 V a 800 V/De 685 V a 800 V
Tensión de entrada mín. (a 400 Vca/a 480 Vca)	565 V/680 V
Tensión de entrada de inicio (a 400 Vca/a 480 Vca)	600 V/720 V
Corriente de entrada máx./Corriente de cortocircuito máx.	110 A/150 A
Número de entradas de MPP independientes/Strings por entrada de MPP	1/1 (distribución por cajas de conexión del generador externas)
Tensión asignada de entrada de CC (a 400 Vca/a 480 Vca)	630 V/710 V
Salida (CA)	
Potencia asignada a tensión nominal	60000 W
Potencia máx. aparente de CA	60000 VA
Potencia reactiva máx.	60000 VAR
Tensión nominal de CA	3 / PE, de 400 V a 480 V, $\pm 10\%$
Rango de tensión de CA	De 360 V a 530 V
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz/De 44 Hz a 55 Hz 60 Hz/De 54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/Tensión asignada de red	50 Hz/400 V
Corriente de salida máx. (para 400 Vca/para 480 Vca)/Corriente de salida de medición	87 A/72 A/87 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/De 0 inductivo a 0 capacitivo
THD	$\leq 1\%$
Fases de inyección/conexión	3/3
Rendimiento	
Rendimiento máx./europeo/californiano a 400 Vca/a 480 Vca	98,8%/98,3%/98,0%/98,5%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra/de red	●/●
Descargador de sobretensión de CC/CA integrables	Tipo II/II + III (combinado)
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica	●/-
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	●
Clase de protección (según IEC 62109-1)/Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I/CA: III; CC: II

Tabla 10: Características del inversor STP 60-10.

Fuente: <http://files.sma.de/dl/25977/STP60-10-DES1549-V20web.pdf>

Se instalarán 8 inversores STP 60-10, cada uno de ellos tendrá conectado en sus entradas 11 arrays en paralelo, por lo que a cada inversor de este tipo se conectarán 198 módulos.

Los inversores se agruparán en una caseta prefabricada. Las salidas de todos los inversores estarán conectada a un embarrado general de salida disponible en la caseta, a través del cual se conectará con el embarrado general de la instalación.

8.2.5.3. Estructuras de soporte.

Los paneles de la instalación se situarán sobre estructuras metálicas. El material utilizado para su construcción es aluminio de alta calidad, con lo que la estructura estará protegida contra la corrosión.

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable. La de fijación de módulos estará sin embargo realizada en acero inoxidable cumpliendo la norma MV-106 sobre “Tornillos ordinarios y calibrados, tuercas y arandelas de acero para estructuras de acero laminado”. El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Las acciones máximas previstas para soportar serán:

- Velocidad del viento de 23 m/s. Lo que equivale 9 en la escala Beaufort, es decir, un temporal fuerte.
- Carga de nieve: no se prevé, debido a que la posibilidad de nieve en la localización es nula.

Se instalarán soportes capaces de soportar dos alturas de módulos solares e intentando que la parte más baja del módulo inferior este elevada un metro sobre el nivel del suelo.

8.2.5.4. Caseta para inversores.

Los inversores se agruparán en una caseta prefabricada dispuesta en el campo de captación, para de esta forma minimizar el recorrido de la corriente continua, con la consecuente disminución de las pérdidas de energía.

Las características mínimas que debe tener el emplazamiento será:

- Estructura: UPN 160 S 275 JR de acero laminado en caliente. Correas DD11 en tubo 60x30x2 y 60x60x2mm.
- Cubierta: Escamoteable de panel sándwich grecado e= 40mm
- Rejillas: Perfilaría de acero galvanizado S 250 GD imprimado y pintado. Filtro de partículas.
- Electricidad: instalación según normativa de baja tensión (REBT), toma de corriente, interruptor, enchufe estanco y luminaria.



Figura 16: Caseta prefabricada para colocación de inversores.

Fuente: <http://www.consmetal.es/134800.html>

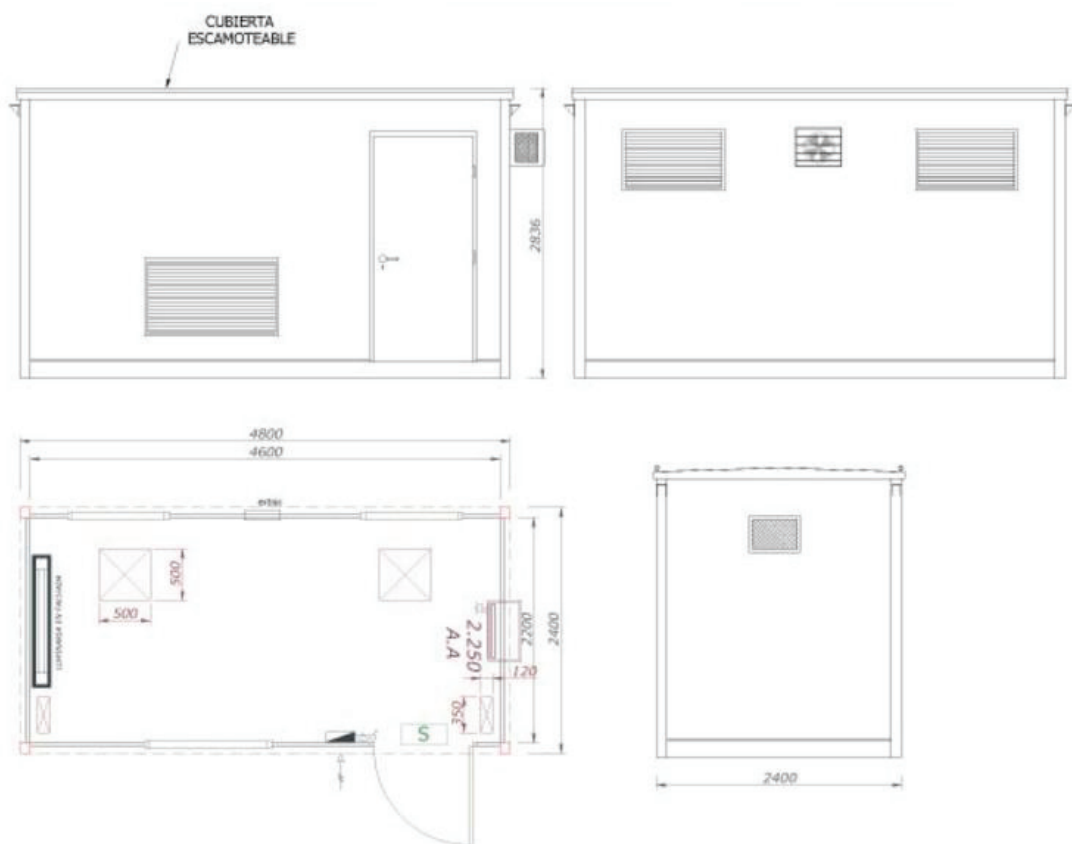


Figura 17: Dimensiones de la caseta prefabricada para inversores.

Fuente: <http://www.consmetal.es/134800.html>

La ubicación de dichas casetas se puede observar en los planos 3, 4, 5.

8.2.5.5. Conductores.

Los conductores serán de cobre y tendrán una sección adecuada para evitar las caídas de tensión superiores a las indicadas en el REBT y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (PCT-C-REV - julio 2011) de la IDAE, así como para evitar calentamientos en el conductor.

En lo que a conductores se refiere, la sección debe ser tal, que se garantice que la caída máxima de tensión esté por debajo del 1,5% tanto en el tramo de continua (desde el generador fotovoltaico hasta la entrada del inversor) como en el tramo de alterna (desde la salida del inversor hasta el cuadro general de alimentación).

En el lado de continua, el cable positivo y negativo de cada array se conducirán separados de los de los demás array y protegidos, adecuándose a la normativa vigente. Todo cableado de continua para uso en intemperie será el adecuado según la norma UNE 21123-2:2014.

El cableado utilizado para llevar a cabo las conexiones del lado de continua será, cable de cobre clase 5 flexible con aislamiento PVZZ-F 0,6/1KV y cubierta poliolefínica y libre de halógenos (UNE 21147-1) de 0,6/1Kv., de sección adecuada según anexo 1, no propagador del incendio (UNE 20427 y 20432-3) y baja emisión de humos tóxicos (UNE 20432.3), no emisión de humos opacos (UNE 21172-1 y 2) y una temperatura máxima de funcionamiento 90°C.

- Conductor: Cobre pulido flexible clase 5 según UNE EN 60228
- Aislamiento: Poliolefina vulcanizada Tipo EI6 según Norma EN-50363-1
- Cubierta: Mezcla de Goma EM8 según Norma EN-50363-1.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo: 3.500 V.
- Temperatura máxima: 90 °C.

El cableado utilizado para llevar a cabo las conexiones del lado de alterna y la puesta a tierra será, cable de cobre clase 5 flexible con aislamiento RZ1-K 0,6/1KV y cubierta poliolefínica y libre de halógenos (UNE 21147-1) de 0,6/1Kv., de sección adecuada según anexo 1, no propagador del incendio (UNE 20427 y 20432-3) y baja emisión de humos tóxicos (UNE 20432.3) no emisión de humos opacos (UNE 21172-1 y 2) y una temperatura máxima de funcionamiento 90°C

- Conductor: Cobre electrolítico flexible (clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228.

- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX-3 según UNE-HD 603-1, HD 603 S1 e IEC 60502.

- Cubierta: Poliolefina ignifugada DMZ-E según UNE 210323-4.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo: 3.500 V en C.A
- Temperatura máxima: 90 °C

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, son los que se muestran a continuación:

Para llevar a cabo las conexiones del lado de alterna:

- Amarillo-verde: Protección
- Azul claro: Neutro
- Negro: Fase
- Marrón: Fase
- Gris: Fase

Para llevar a cabo las conexiones en el lado de continua:

- Negro: Negativo
- Rojo/marrón: Positivo
- Amarillo-verde: Protección

La instalación de los conductores estará siempre acorde según ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

Se aconseja la identificación de cada uno de los conductores en cada uno de sus extremos con el fin de asegurar una correcta y eficiente instalación y posterior mantenimiento. El sistema de identificación debe ser tal que no comprometa la integridad, funcionamiento y seguridad del circuito.

8.2.5.6. Canalizaciones.

El cableado se conducirá al aire, cuando sea posible, y en tubo corrugado de PVC dentro de zanja cuando no se den las características adecuadas para hacerlo al aire.

Las canalizaciones cumplirán tanto en características como en instalación como en dimensiones, dependiendo de su montaje, lo dispuesto en ITC-BT-21 del REBT sobre tubos y canales protectoras. El método de instalación de cada circuito se encontrará en el Anexo 1, en el apartado 6 “Descripción de los circuitos”.

Las características mínimas de las canalizaciones que se utilizarán en la instalación, serán las dispuestas en el ITC-BT-21 del REBT.

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

Tabla 11: Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Fuente: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-18099

8.2.5.7. Puesta a tierra.

La instalación de puesta a tierra cumplirá lo dispuesto en el artículo 15 del Real Decreto de 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, así como la norma UNE EN 61173:1998 sobre protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía. Guía.

De igual manera se considerará, a la hora del cálculo y de la instalación, lo contenido en el ITC-BT-08, ITC-BT-18, ITC-BT-23, ITC-BT-24 e ITC-BT-40.

Las condiciones para la realización de la puesta a tierra son:

- La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se llevará a cabo de tal forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa suministradora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
- Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, así como de las masas del resto del suministro.

Se deberán realizar dos puestas a tierras distintas a las de la empresa suministradora. Estas dos nuevas puestas a tierra tendrán por objeto proteger la instalación fotovoltaica. Se utilizará una de estas nuevas tierras, para la protección de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos, y la otra para la protección del circuito de corriente continua. Estas dos picas deben estar distanciadas de tal manera que no se vean afectadas entre sí.

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.

La pica a utilizar será de una profundidad tal que se asegure, que no se sobrepasen los valores de tensión de contacto consideradas peligrosas (24V), y lo establecido en la ITC-BT-18 del REBT.

Se estudiará la mejor opción a elegir entre picas enterradas verticalmente o un conductor enterrado verticalmente. La solución que se adoptará será aquella, que, asegurando las condiciones de seguridad y funcionamiento, sea más económica.

La sección del conductor de protección se diseñará mediante la aplicación de la siguiente tabla, según ITC-BT-18:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

Tabla 12: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Fuente: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-18099

8.2.5.8. Elementos de protección.

8.2.5.8.1. Corriente continua:

Se colocará, para proteger el circuito de corriente continua, una caja de protección para string compuesta por:

- Protector contra sobretensiones de corriente continua.
- Fusibles.
- Bases portafusibles.
- Seccionador para poner desconectar el inversor del campo generador.

Esta caja de conexiones se fabrica en un módulo poliéster y con IP 55 con placa de montaje aislante.

8.2.5.8.2. Corriente alterna:

- Interruptor automático diferencial: su fin es el de proteger a las personas en caso de derivación de algún elemento de la parte de alterna de la instalación. Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijen en el proyecto, los cuales, se ajustarán a lo dispuesto en la norma UNE-EN 61543:1996/A2:2006.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra. Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

- Interruptor Magnetotérmico General: su función será proteger la instalación en la parte de alterna de posibles sobreintensidades, estará debidamente calibrado y protegerá todas las fases.

8.2.5.9. Elementos de monitorización.

Para la monitorización de la planta fotovoltaica se han elegido los siguientes componentes:

- Sunny Cluster Controller.
- SMA Energy Meter.

Con la instalación de estos componentes se pretende que se pueda monitorizar en cualquier momento todos aquellos parámetros de la instalación fotovoltaica que sean necesarios (producción de energía, consumo de la energía generada, modificación de parámetros vía internet, etc.).

La instalación de los instrumentos definidos anteriormente, se harán de acuerdo a lo especificado en los manuales de instalación del fabricante.

8.2.5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia; y con la ITC-BT-40 que impone limitaciones a la tasa máxima de armónicos.

8.3. Sistema de siembra.

El olivo es de una especie muy rústica y de fácil cultivo, que resiste los suelos con un pH entre 6 y 8, es decir, un suelo neutro. Este tipo de cultivos es muy exigente en nitrógeno, potasio y magnesio. Es una planta con altas necesidades de luz y, aunque se trata de un cultivo de secano, en zonas donde las precipitaciones son escasas, como es la zona donde se pretende llevar a cabo la plantación, el riego se hace necesario para satisfacer las necesidades de la planta y así aumentar la producción.

Las dos principales variedades que se han introducido en el territorio canario debido a que son las que mejor se adaptan a las características del archipiélago son:

- **ARBEQUINA:** debido a que reúne las características necesarias para poder ser cultivado en las islas, sobre todo en una zona como la del sur de Tenerife donde las condiciones climatológicas, orográficas y de altitud convierten a este entorno en un lugar idóneo para el cultivo de dicha variedad.

Se trata de una variedad muy rústica, resistente al frío, tolerante a la salinidad, con una tolerancia media a la sequía. Es una variedad de porte reducido por lo que permite mayores densidades de plantación. Posee una maduración temprana, además de una producción elevada y constante, con altos rendimientos, debido a su poca alternancia (una gran cosecha precede a una de escasa producción). Produce un aceite de una calidad excelente, pero de baja estabilidad.

- **PICUAL:** se trata de una variedad rústica por su adaptación a diversas condiciones de clima y suelo, es algo tolerante al frío y al exceso de humedad en el suelo, pero sensible a la sequía.

Observando la columna de ‘superficie media de la parcela catastral’ de la tabla 5, así como las filas de las vertientes tanto sureste como suroeste, ya que es entre estas dos vertientes donde ficticiamente se hará la instalación, supondremos una parcela con un valor medio aproximado de 1,5 Ha (15.000 m²) aproximadamente.

	Encuesta Rural ⁽¹⁾		Mapa de cultivos	Catastro ⁽²⁾	
	Superficie media explotación (Ha)	Parcelas catastrales por explotación	Superficie media parcela catastral (Ha)	Superficie media recinto cultivado (Ha)	Superficie media parcela (Ha)
Vertiente Norte	1,32	3,33	0,40	0,12	0,35
Vertiente Sureste	2,25	3,27	0,69	0,12	0,76
Vertiente Suroeste	5,41	2,38	2,27	0,31	1,46
Insular	1,62	3,3	0,49	0,13	0,51

Tabla 13: Variación de superficies medias por vertientes.

Fuente: Fernando López-Manzanares Fernández, Noel Machín Barroso. 'Estructura de las explotaciones agrícolas en Tenerife'.

La superficie de siembra tendrá una extensión de 15.006,25 m², donde se pretende llevar a cabo el cultivo de unos 532 árboles aproximadamente. Se trata de una parcela cuadrada de 122,5 metros de lado, en la cual se respetarán 6 metros de margen por cada lateral y 5,75 metros de margen por la cara frontal y final de la parcela. Con estos márgenes, la superficie final aprovechable es de 12.265,5 m².

En la ubicación de la finca, las parcelas de cultivo se hacen mediante sorribas (se traslada tierra fértil de otras fincas) debido a la escasez de suelo útil para el cultivo en la zona. Es por ello que supondremos que estas sorribas proceden de dos lugares diferentes, lo que implica que nos encontraremos con dos tipos de tierras diferenciados en la extensión de nuestra parcela. Debido a esta falta de homogeneidad del suelo de cultivo, se hace necesario, la utilización de un pack de sensores (nitrógeno, potasio, fosforo, magnesio, calcio y humedad) para cada tipo de tierra.

En cuanto al sistema de cultivo del olivar en Canarias, se trata de un cultivo intensivo, que consta de olivos con copas en forma de vaso, de un solo pie y con un marco de plantación de 3 metros por 8,5 metros, medidos desde la base de cada árbol. Esto crea unos pasillos anchos, de 6 metros, que permiten la recolección mecanizada del fruto. Esta mecanización se realiza mediante vibradores autopropulsados con paraguas para llevar a cabo el derribo y recolección del fruto. Con esta distribución y con la superficie disponible se consigue distribuir los 532 árboles a través de 14 columnas y 38 filas, como se puede observar en la figura 5.

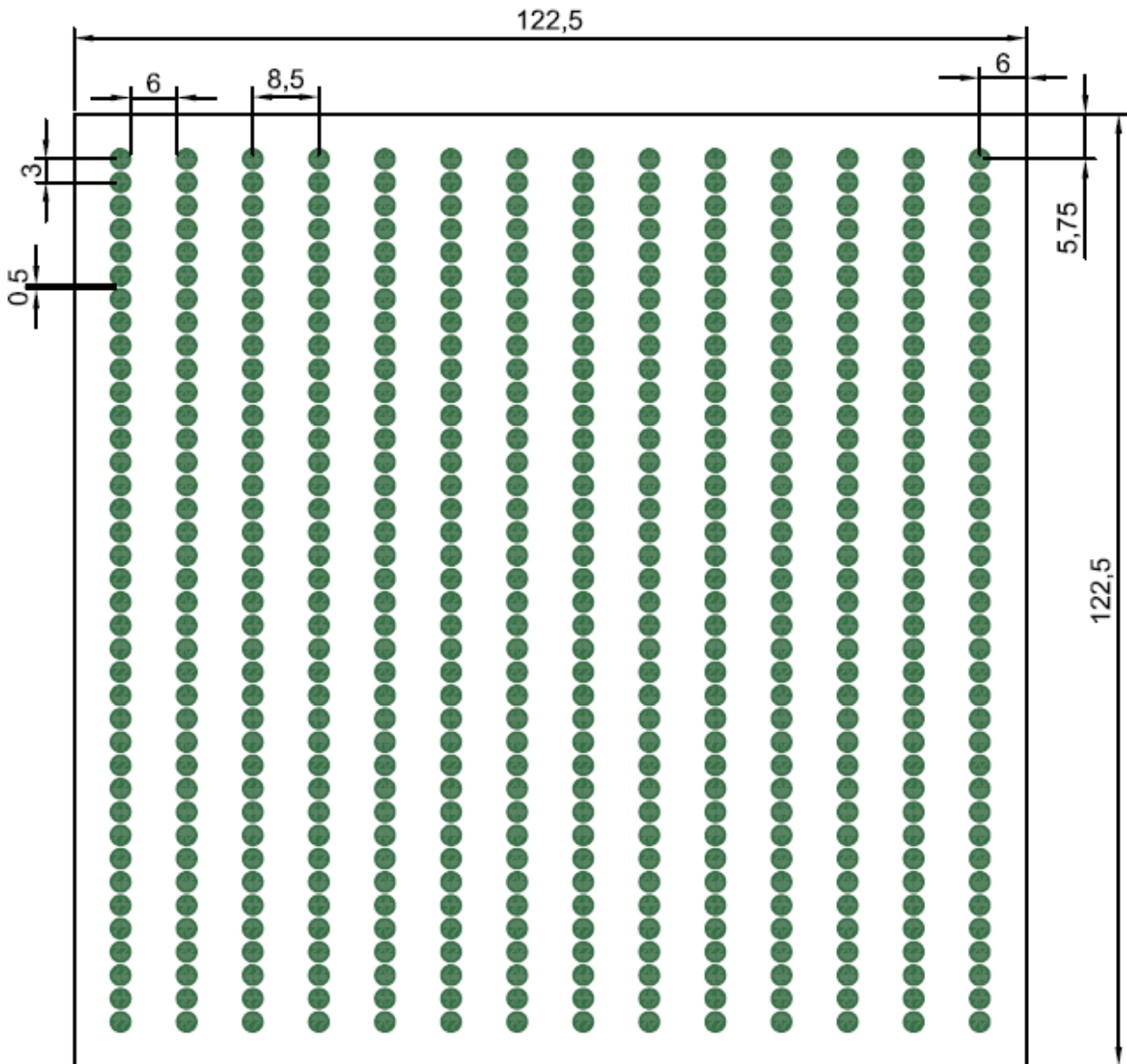


Figura 18: Distribución de olivos en la zona de siembra.

8.4. Sistema de riego.

Para el presente proyecto se utilizará un riego localizado por goteo subterráneo, donde las canalizaciones irán enterradas a una profundidad de 0,60 metros. La elección este sistema de riego se debe a que su utilización permite llevar a cabo las labores agrícolas de superficie sin que las canalizaciones sean un obstáculo. El riego localizado consiste en aplicar el agua en unas zonas más o menos acotadas del suelo, donde normalmente se encuentran las raíces, con lo que conseguimos no mojar la totalidad del suelo, con el consiguiente ahorro de agua. En este tipo de riegos, el agua se aplica mediante dispositivos que la echan gota a gota, con un caudal inferior a 16 litros/hora por punto de emisión.

8.4.1. Conceptos básicos.

Una instalación de riego localizado está compuesta por los siguientes elementos: cabezal de riego, red de distribución, emisores de agua y dispositivos de medida, control y de protección.

El agua de riego debe entrar en el sistema dotada de la presión necesaria para hacer funcionar correctamente a la instalación. El camino que sigue después es: entra al cabezal de riego que está compuesto por una serie de elementos que la filtra y tratan; entonces pasa a la red de distribución donde es repartida a través de tuberías y elementos accesorios a las diferentes unidades y subunidades a regar; finalmente sale por los emisores de riego, que la aportan al suelo de donde podrá ser extraída por las plantas. Para manejar y realizar el riego de forma adecuada, se instalan una serie de elementos de medida, de control y de protección.

Las partes que componen el sistema de riego son:



Figura 19: Partes del sistema de riego.

A continuación, se puede ver con detalle en que consiste cada uno de los elementos referidos anteriormente.

- **Cabezal de riego:** el cabezal de riego está compuesto por un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes.

Del cabezal depende el éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación. Desde él se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas.

Los elementos que componen el cabezal de riego son:

- **Sistemas de filtrado:** Uno de los mayores problemas que se presentan en el riego por goteo es la obstrucción de los emisores. Por ello, se llevan a cabo una serie de tratamientos antes de que el agua entre en la red de distribución. Existen tres tipos de filtros para llevar a cabo esta operación:

- Filtro de arena: sirve para retener sobre todo contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) aunque también puede utilizarse para contaminantes inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Estos se colocan en el cabezal, antes de los contadores y válvulas volumétricas.

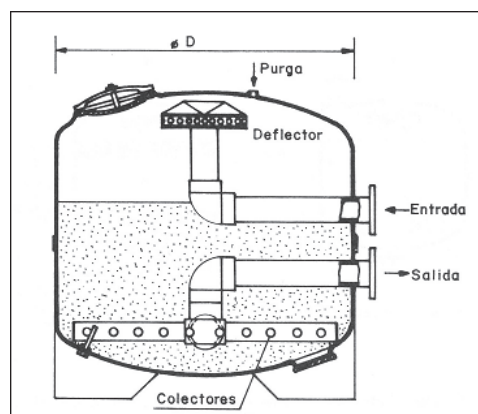


Figura 20: Esquema de un filtro de arena.

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_06.htm

- Filtro de malla: la filtración se lleva a cabo en la superficie de una o más mallas concéntricas, que puede ser de acero o material plástico. El agua proveniente de la tubería penetra en el interior del cartucho de malla y se filtra a través de sus paredes, pasando a la periferia del filtro y posteriormente a la conducción de salida. Las partículas filtradas quedan en la cara interior del cartucho de malla.

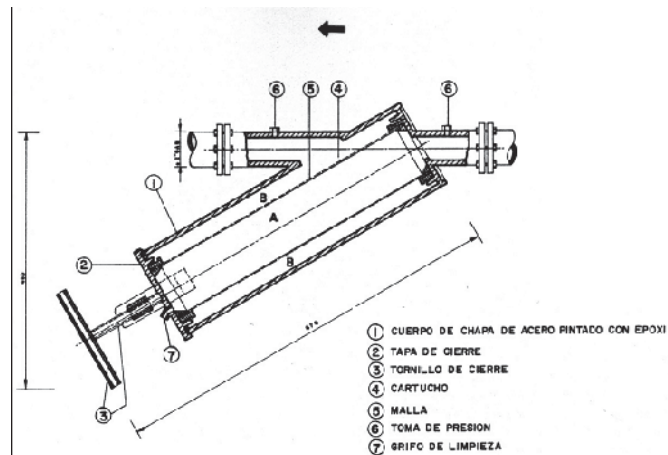


Figura 21: Esquema de un filtro de arena.

Fuente: http://ocw.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_06.htm

- Filtro de anillas: Los filtros de anillas están constituidos por anillas planas de material plástico provisto de ranuras. Dichas anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante (cartucho de anillas).

- **Sistema de fertirriego:** este sistema está presente en la inmensa mayoría de los sistemas de riego localizado. Consiste en llevar los nutrientes hasta la planta a través del sistema de riego. Normalmente los elementos de este sistema se instalan en el cabezal de riego, situándose entre el filtro de arena y el filtro de mallas o anillas. Los sistemas de fertirriego más utilizados son:

- Tanques de fertilización: son tanques conectados en paralelo a la red de distribución. Los elementos nutritivos se incorporan al agua de riego por la diferencia de presión entre la entrada y la salida.

- Inyectores tipo Venturi: se trata de un tubo conectado en paralelo a un estrechamiento de la tubería principal donde se produce una succión del fertilizante, para que este pase a la red de riego.

▪ **Inyectores:** consiste en introducir la solución contenida en un depósito mediante una bomba, que puede ser eléctrica o hidráulica. La principal ventaja con respecto a los sistemas anteriores, es que este, mantiene la concentración constante de fertilizante en el agua.

• **Red de distribución:** se encarga de llevar el agua desde el cabezal hasta el cultivo. La tubería que parte del cabezal se conoce como principal. El área de riego se divide en unidades de riego (según criterios), el tramo de tubería que parte de la principal y llega a estas unidades se denominan secundarias, de aquí parten las terciarias o portlaterales que a su vez alimentan a los laterales o portaemisores, que es donde se encuentran los emisores del riego localizado. Los materiales más utilizados para esta aplicación son el PVC (policloruro de vinilo) o el PE (polietileno).

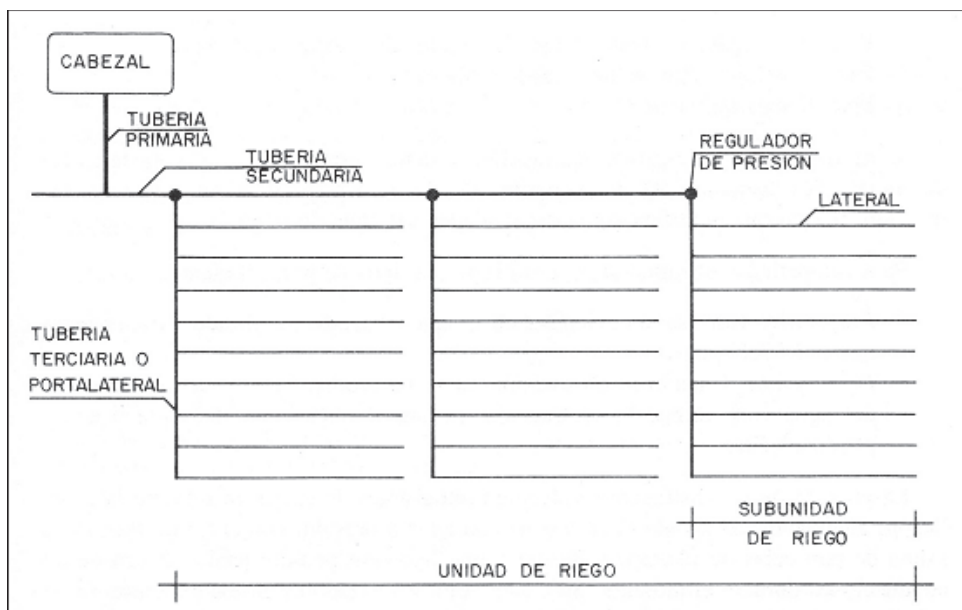


Figura 22: Esquema de la red de distribución de una instalación de riego localizado.

Fuente: http://ocw.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%2010.Riego%20goteo/tutorial_05.htm

• **Emisores de agua:** son los dispositivos que controlan la salida de agua desde las tuberías laterales. Se dividen en dos tipos: de bajo caudal (menos de 16 litros/hora), o de alto caudal (entre 16 y 200 litros/hora).

- **Elementos de protección y medida:** los elementos de medida suministran información de la red; los de control, regulan la circulación del agua por la red; y los de protección evitan que los elementos de la red sufran efectos indeseados. La implantación de los dispositivos de medida y control permiten llevar a cabo una instalación de riego automatizada, la cual podrá llevar a cabo gran cantidad de operaciones.

8.4.2. Elementos del sistema de riego.

La situación de todos los actuadores, sensores y sistema de protección del cabezal y la red de distribución que se detallarán a continuación, se puede observar en los planos 9, 10, 11 y 12.

8.4.2.1. Actuadores.

A continuación, se relacionan los actuadores empleados destacando únicamente las características más relevantes de cara al proyecto.

- Sistema de bombeo principal. Se utilizará un grupo electro-bomba de la empresa GRUNDFOS. Sus principales características son:

- Modelo: Hydro MPC-E2 CRIE5-16.
- Tipo: 2 bombas centrífugas.
- Presión máxima: 16 bar.
- Potencia nominal: 4 Kw.
- Voltaje: 3x380-415 V (50 Hz).

- Bombas dosificadoras. Se utiliza una bomba de dosificación para cada tanque de fertilización, con un total de 6 bombas de la empresa GRUNDFOS. Sus principales características son:

- Modelo: Dosing Pump DMH 254.
- Tipo: bombas de dosificación de pistón con motor externo.
- Presión máxima: 10 bar.
- Potencia nominal: 0,550 Kw.
- Voltaje: 3x240-400 V.

- Motores agitadores de fertilizantes. Se dispondrán 6 motores agitadores de fertilizantes de la empresa GRUNDFOS, uno para cada tanque. Sus características son:

- Modelo: MG71A.
- Tipo: motor estándar trifásico.

- Potencia nominal: 0,25 Kw.
- Voltaje: 3x380-415 V.
- Válvulas de bola de dos vías con actuador. Las características que deberán poseer son:
 - Material: PVC.
 - Presión nominal: 16 bar.
 - Diámetro nominal: el de la sección de tubería en la que esté instalado.
 - Alimentación del actuador: 24 V.
- Válvulas de bola de tres vías con actuador, cuyas características son:
 - Material: PVC.
 - Presión nominal: 16 bar.
 - Diámetro nominal: el de la sección de tubería en la que esté instalado.
 - Alimentación del actuador: 24 V.
 - Posee un posicionador digital mediante señales 4-20 mA.

8.4.2.2. Sensores.

Todos los sensores utilizados en el sistema de riego, envían los datos a través de un sistema de transmisión por corriente, el 4-20 mA. A continuación, se especifican los sensores empleados, destacando sus características más relevantes de cara al proyecto.

- Manómetro: transmisor de presión. Desarrollado por WIKA.
 - Alimentación: 30 VDC.
- Sensor de nivel: transmisor de nivel con tecnología de cadena Reed. Desarrollado por WIKA.
 - Alimentación: no precisa de alimentación.
- Sonda de pH: desarrollado por HACH.
 - Alimentación: no precisa de alimentación.
- Sonda de conductividad eléctrica: sensor de tipo inductivo. Desarrollado por DPF SENSORS.
 - Alimentación: 24 VDC.
- Posicionadores de válvulas de 3 vías: posicionador digital 4-20 mA. Desarrollado por J3.
 - Alimentación: 24 VDC.

- Sensor de nutriente: se utilizarán dos packs de 5 sensores (nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo y calcio) para cada una de las unidades de riego, todos ellos conectados a un concentrador (IQ2020) el cual enviará los datos recogidos por los sensores. Ambos están Desarrollado por WTW.

- Alimentación: 24 VDC.

- Sensor de humedad: desarrollado por IRROMETER COMPANY.

- Alimentación: 24 VDC.

A continuación, se detalla la potencia para satisfacer las necesidades energéticas del sistema de riego.

Nº	MAQUINARIA	CV	KW
1	Grupo de presión para abastecimiento de agua de riego con dos bombas de 2,72 CV	2,72	2,01
6	Bomba dosificadora de fertilizante de 0,75 CV	4,5	3,31
6	Motor agitador de tanque de fertilizante de 0,34 CV	2,04	1,50
1	Sistema de automatización de riego (sensores y autómatas)	2,72	2,00
1	Sistema de iluminación	6,8	5,00
1	Tomas de corrientes de uso general	5,44	4,00
	TOTAL POTENCIA	24,22	17,82

Tabla 14: Elementos que componen la caseta de riego.

8.4.2.3. Otros elementos.

La siguiente relación contiene el resto de elementos que componen el sistema de riego diseñado para el cultivo en cuestión.

- Elementos filtrantes:
 - Filtro de arena: modelo FA1M de la empresa Lama Filtration Systems.

Características:

- Caudal límite: 15 m³/h.
- Diámetro de entrada: 50 mm (1,5 pulgadas).
- Diámetro de salida: 50 mm (1,5 pulgadas).
- Superficie filtrante: 1960 cm².

- Filtro de malla: modelo GL2V de la empresa Lama Filtration Systems.

Características:

- Caudal límite: 25 m³/h.
- Diámetro de entrada: 63 mm (2 pulgadas).
- Diámetro de salida: 63 mm (2 pulgadas).
- Malla filtrante: 0,5 mm.

- Tanques fertilizantes: fabricado por la empresa GRUNDFOS. Características:

- Material: Polietileno (PE) reforzado.
- Capacidad: 1000 litros.
- Diámetro: 1080 mm.

- Elementos de seguridad:

- Regulador de presión:
 - Presión máxima de entrada: 25 bar.
 - Diámetro: el mismo que el de la tubería donde sea montado.
- Válvula de aire:
 - Presión máxima de entrada: 15 bar.
 - Diámetro: el mismo que el de la tubería donde sea montado.
- Válvula antirretorno:
 - Presión máxima de entrada: 16 bar.
 - Diámetro: el mismo que el de la tubería donde sea montado.

- Válvula de descarga: localizadas en el tubo colector al final de los laterales.
 - Presión máxima de entrada: 5 bar.
 - Diámetro: el mismo que el de la tubería donde sea montado.
- Tuberías:
 - Laterales: Se diseñarán 28 laterales, dos por cada hilera de siembra que tiene el cultivo en cuestión, con idénticas características:
 - Material: tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD) de diámetro nominal 20 mm y presión máxima de 2,5 atm.
 - Caudal por lateral: 304 litros/hora.
 - Todos ellos irán enterrados a una profundidad de 0,60 metros desde el nivel del suelo.
 - Cada lateral portará 76 goteros interlinea de 4 l/h cada uno con una separación de 1,5 metros entre cada uno de ellos.
 - Saldrán a la superficie, con un codo de 45°, donde cada 7 laterales se conectarán a un tubo colector a través de una 'T'. El tramo de tubería para llevar a cabo la elevación es de 0,85m.
 - El tubo colector (25,5m) será de idénticas características que los portalaterales y tendrá en uno de sus extremos una válvula de descarga.
 - Portalaterales o terciarias: Se diseñarán 2 portalaterales con idénticas características:
 - Material: tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de diámetro exterior 40 mm y presión máxima de 4 atm.
 - Cada terciaria portará 14 laterales con un caudal cada uno de 304 l/h, lo que supone un caudal de 4256 l/h.
 - Todos ellos irán enterrados a una profundidad de 0,60 metros desde el nivel del suelo.
 - Las derivaciones entre las terciarias y los laterales se harán a través de té de 40mm con reducción a 20mm.
 - Se instalará una válvula de cierre con actuador para controlar el caudal al principio de cada una de las terciarias.

- Aguas arriba de la válvula de cierre con actuador se colocará una válvula reductora de presión para asegurar una presión uniforme en toda la terciaria.

- A continuación de la válvula de cierre con actuador se instalará una válvula antirretorno para evitar golpe de ariete en la válvula de cierre con actuador y evitar así su deterioro.

- Al final de la tubería terciaria y a través de una tubería que asciende 40 cm. por encima de la superficie, se instalará una válvula de aire, para, evitar el vacío dentro de las tuberías, y la deformación que éste produciría. Otro efecto debido al vacío que se evita con la válvula de aire es la entrada de tierra a través de los emisores dentro de las tuberías. Finalmente, la válvula de aire ayudará también al vaciado de las tuberías a través de las válvulas de descarga.

- Al final de la terciaria se instalará también una válvula de descarga.

- Secundaria: Se instalará una tubería que abastecerá desde el cabezal de riego hasta los portlaterales.

- Material: tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de diámetro exterior 50 mm y presión máxima de 6 atm.

- Emisores:

MODELO C-6	
Tipo de emisor: interlínea desmontable	
Caudal nominal	4 l/h
Ecuación	$0,3191 h^{0,568}$
Diámetro	16 mm

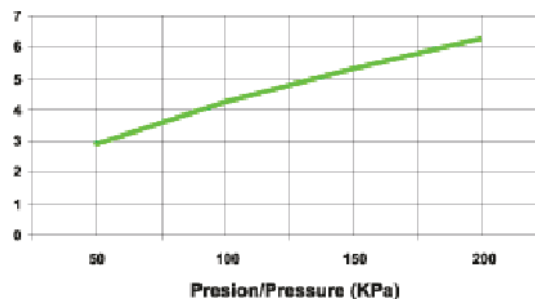


Figura 23: Tabla de características y curva característica de los emisores. Fuente:

<http://www.arteriego.com/arteweb/catalogo/productosesp/emisores.htm>

8.4.3. Automatización del sistema de riego.

La automatización del sistema de riego pretende llevar a cabo un riego y fertirriego lo más eficiente y sostenible con el medio ambiente posible, consiguiendo así un ahorro en agua y nutrientes y un aumento sustancial en la producción del cultivo. Con todo esto se obtendrá finalmente un ahorro económico importante, ya que únicamente se aplicarán el agua y los nutrientes necesarios.

Como todo sistema de automatización, el sistema actual estará compuesto por tres tipos de dispositivos: los sensores, el PLC y los actuadores. Los sensores recogerán la información necesaria para llevar a cabo el automatismo diseñado. El PLC leerá, a través de sus entradas, la información enviada por los sensores, la interpretará y, en función de las instrucciones codificadas, enviará los actuadores las señales de mandos.

El sistema automatizado de riego y fertirriego que se pretende llevar a cabo controlará todos los parámetros necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema. Estos parámetros son: presiones a las salidas y entradas de los diferentes filtros, cantidad de agua empleada, cantidad vertida de cada una de las soluciones de nutrientes, concentraciones de nitrógeno, potasio, magnesio, fósforo y calcio de la zona de cultivo y humedad del terreno, así como, los niveles de líquido, pH y conductividad de los distintos tanques de nutrientes,

A continuación, se detallará el funcionamiento del código en lenguaje KOP que se ha implementado para llevar a cabo la automatización del proceso de riego. Dicho código se puede encontrar en el Anexo 3 (subrutinas: FC1, FC2, FC3 y FC4; bloques de datos: OB1 Y OB2).

Como se comentó en el apartado anterior, referente a los sensores, todos ellos, al ser dispositivos analógicos, envían sus lecturas mediante señales 4-20 mA. Una vez leídas estas señales por el PLC, el primer paso es escalarlas. Este proceso se lleva a cabo mediante una función denominada "SCALE" FC105. Esta función está englobada dentro de las `Standart Library` de Step 7. Este bloque, que se muestra en la figura 24 , toma un valor entero en la entrada (IN) y lo convierte en un valor real, escalándolo en un rango comprendido entre un límite inferior (LO_LIM) y un límite superior (HI_LIM).

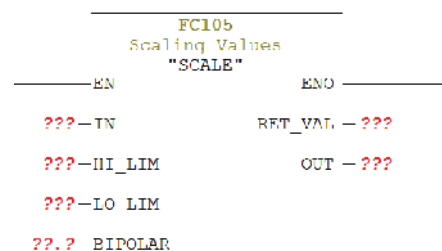


Figura 24: Bloque de escalado.

En la tabla 15, se puede ver una relación de cada una de los parámetros que componen el bloque de función descrito anteriormente y que se muestra en la figura 24. En la tabla podemos comprobar si el parámetro es una entrada (INPUT) o una salida (OUTPUT), que tipo de dato se utiliza (lógico (BOOL), entero (INT), decimal (REAL) o una palabra (WORD)), en que zona de la memoria se almacena y una pequeña descripción.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Zona de memoria	Descripción
EN	INPUT	BOOL	E, A, M, D, L	El estado de señal "1" en la entrada de liberación activa el bloque de función.
ENO	OUTPUT	BOOL	E, A, M, D, L	La salida de liberación tiene el valor de estado "1" cuando la función se ha ejecutado correctamente
IN	INPUT	INT	E, A, M, D, L, P, Constante	Valor de entrada que debe ser convertido a un valor de tipo REAL, indicado en unidades físicas dentro de una determinada escala
HI_LIM	INPUT	REAL	E, A, M, D, L, P, Constante	Valor límite superior para las unidades físicas
LO_LIM	INPUT	REAL	E, A, M, D, L, P, Constante	Valor límite inferior para las unidades físicas
BIPOLAR	INPUT	BOOL	E, A, M, D, L	Si la señal se encuentra a "1", se trata de un valor de entrada bipolar. Si la señal se encuentra a "0", se trata de un valor de entrada unipolar.
OUT	OUTPUT	REAL	E, A, M, D, L, P, Constante	Resultado de la representación en escala
RET_VAL	OUTPUT	WORD	E, A, M, D, L, P	Indica el valor W#16#0000 cuando el módulo se ejecuta sin fallo. Si se indica cualquier otro valor, en la documentación sobre los fallos se puede conseguir más información.

Tabla 15: Descripción de las entradas y salidas del bloque FC105 "SCALE".

Fuente: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/1765297/%C2%BFqu%C3%A9-tipos-de-medida-puede-utilizar-la-funci%C3%B3n-fc-105-scale-para-convertir-un-valor-entero-\(int\)-en-un-valor-real?dti=0&lc=es-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/1765297/%C2%BFqu%C3%A9-tipos-de-medida-puede-utilizar-la-funci%C3%B3n-fc-105-scale-para-convertir-un-valor-entero-(int)-en-un-valor-real?dti=0&lc=es-WW)

Una vez llevado a cabo el proceso descrito anteriormente con todas y cada una de las señales analógicas, obtendremos los valores reales de las magnitudes físicas medidas por cada uno de los sensores, los cuales darán información del estado del sistema. Además, son los que se utilizarán para compararlos con las consignas, que son los valores deseados para las variables que se controlan. Todo este proceso se lleva a cabo en una subrutina (FC1), que posteriormente es insertada en el programa principal (OB1).

Como anteriormente se mencionó, el principal objetivo de la automatización es satisfacer las necesidades reales de riego y nutrientes. Esta comprobación se lleva a cabo en una subrutina (FC2) dentro de la cual, a través de módulos de comparación, comparamos los valores leídos con los valores de consigna previamente insertados en los bloques de datos, cerrando así los lazos de control. Este proceso comparativo es continuo y no se ve pausado por ningún estado de emergencia que se pueda dar. El resultado es simplemente la activación o desactivación de una serie de marcas que le darán información al sistema de las necesidades de riego o fertilizantes en cada sector. Se ha elegido la utilización de marcas, ya que la estrategia de control utilizada para estos procesos es un control ‘todo/nada’ u ‘on/off’, dentro de la cual distinguimos dos tipos: control ‘todo/nada’ directo y control ‘todo/nada’ inverso. En el control ‘todo/nada’ directo, cuando el valor leído de la variable a controlar está por encima del valor de consigna se activa el actuador y cuando está por debajo se desactiva. En cambio, el control ‘todo/nada’ inverso actúa al revés que el anterior, es decir, cuando el valor leído de la variable a controlar está por debajo de la consigna, se activa el actuador y cuando supera la consigna se desactiva. En la figura 25 podemos ver una comparativa del funcionamiento de los dos tipos de control ‘todo/nada’. En dicha figura, la recta ‘SP’ corresponde al valor de consigna. En la automatización de los procesos involucrados en este TFG se utilizan ambos tipos de control. Por ejemplo, para controlar cuándo es necesario realizar un riego, se utiliza un control ‘todo/nada’ directo, ya que el tensiómetro aumenta su valor de salida cuanto más seca está la tierra, mientras que para el resto de variables como son, por ejemplo, los nutrientes, se emplea un control ‘todo/nada’ inverso, debido a que cuanto menor es la concentración de nutrientes, menor será el valor de salida de los sensores.

En este tipo de automatizaciones, un problema muy común es la aparición de oscilaciones de la variable controlada en torno a la consigna, lo que suele provocar desgaste de los actuadores al estar conmutando constantemente entre las dos posiciones (encendido y apagado). Para resolver este problema se ha optado por utilizar los sensores para medir únicamente cuando el

valor de medida está por encima (en el caso del tensiómetro) o por debajo (en el caso de los nutrientes) de la consigna.

Cuando el sistema detecta que hace falta un nutriente específico o de agua de riego, éste inyecta una cantidad de nutriente o agua previamente calculada, por lo que no se deja de inyectar nutriente o agua cuando el sensor detecta que está en los valores óptimos. El sensor únicamente se utiliza para saber cuándo está por debajo o por encima de la consigna, y actuar en ese momento.

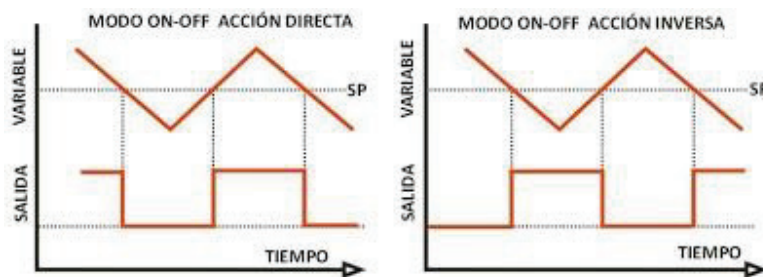


Figura 25: Comportamiento del control 'todo/nada' directo e inverso. Fuente: <http://blog.openclima.com/calderas-que-se-apagan-y-encienden-continuamente/>

Las soluciones de fertilizantes se encuentran repartidas en cinco tanques (nitrato amónico en el tanque 1, nitrato potásico en el tanque 2, nitrato magnésico en el tanque 3, fosfato monoamónico en el tanque 4 y nitrato de calcio en el tanque 5). También se dispone de un sexto tanque donde se encuentra una solución ácida. Cada uno de ellos está equipado con: un sensor de nivel, una sonda de pH, una sonda de electroconductividad, un motor para agitar el fertilizante y, en su parte inferior, una válvula de bola y una bomba dosificadora. El depósito que contiene la solución ácida posee un sensor de nivel, un motor agitador de fertilizante y, al igual que el resto de depósitos, en su parte inferior, una válvula de bola y una bomba dosificadora. Mediante otra subrutina (FC3) se lleva a cabo la observación del estado de los tanques. El resultado de esta observación es la activación de alarmas cuando se detecta el nivel de líquido del tanque bajo y cuando el pH está fuera del rango especificado. En esta subrutina también se lleva a cabo una regulación automática de la conductividad eléctrica de los depósitos, mediante el vertido de cantidades, controladas por el sistema, del ácido contenido en el depósito 6.

La estrategia de control utilizada en la regulación de los tanques ha sido, al igual que en el proceso de riego, un control 'on/off'. A diferencia de los procesos de riego y fertirriego, en este caso los sensores sí condicionan tanto el arranque como la parada de los diferentes

actuadores. No obstante, en este caso tampoco aparecerá el problema de la oscilación de la variable controlada en torno a la consigna, ya que son procesos que, una vez regulados, permanecen invariantes durante un tiempo considerable a no ser que sean modificados de forma externa.

En el proceso de automatización del riego, se debe tener en cuenta el estado de los dispositivos de filtración con los que se cuentan, en este caso, los filtros de arena y el filtro de malla. Para controlar el estado de estos filtros, se dispone de manómetros a las entradas y salidas de ambos. Este proceso de control de estado de los filtros se lleva a cabo mediante una subrutina (FC4). Para los filtros de arena, se leen los manómetros de entrada y salida de cada uno de los dos filtros y se halla la diferencia entre ambos. Si esta diferencia es superior a la fijada en la consigna, entonces se llevará a cabo la limpieza de estos, pero nunca de manera simultánea. Para llevar a cabo la limpieza se actúa sobre las válvulas de 3 vías de la entrada de cada uno de los filtros, invirtiendo el sentido del flujo de agua durante un tiempo determinado. Para el filtro de malla se actúa de igual manera en la lectura de los manómetros, pero el resultado de esta lectura es la activación de una alarma, para indicar al operario que debe limpiar manualmente dicho filtro.

Tras todos estos procesos, el sistema está listo para llevar a cabo el riego y/o fertirriego. En el bloque principal del programa (OB1) se establecen:

- Las acciones pertinentes cuando se activa un estado de emergencia (parada manual mediante el pulsador de 'STOP', presión elevada en el sistema, o alarma para limpieza de filtro de malla). Para salir de cualquiera de estas situaciones se dispone de un pulsador de 'START'.
- El riego y/o fertirriego de cada uno de los sectores según sea necesario. El riego se llevará a cabo independientemente de que sean necesarios nutrientes o no. Con el proceso de fertilización no ocurre igual. En el caso de que sean únicamente necesarios fertilizantes, el sistema esperará hasta que sea necesario el riego y llevará a cabo ambos procesos de forma simultánea.

En el Anexo 3 se detallan todos los sensores y actuadores con su nomenclatura y direcciones físicas; así como todas las marcas y bloques utilizados. La posición de cada sensor y actuador se puede ver en los planos 12 y 13.

8.4.3.1. El autómata.

Para el proceso de automatización se utilizará un autómata programable de la marca SIEMENS. Se ha elegido el modelo S7-300 con una CPU 314IFM. Además del PLC, a este se le han añadido diferentes componentes, los cuales se describen a continuación:

- Para la conexión de los sensores analógicos se han incluido 7 tarjetas de entradas analógicas, cada una de ellas con 8 entradas de 16 bits. Estas serán configuradas para que reciban en sus entradas señales 4-20 mA.
- Para los actuadores analógicos (válvulas de 3 vías), se utilizará una tarjeta de salidas analógicas compuesta por 8 salidas de 12 bits. Esta tarjeta será configurada para que sus salidas sean señales de intensidad 4-20 mA.
- Se dispone de dos tarjetas para salidas digitales, una con 32 y otra con 8, los impulsos de estas salidas son de 24V/0.5A DC. Con estas características, podemos actuar sobre el circuito de control de los relés que conectarán o desconectarán cada uno de los actuadores.

Todo ello irá dispuesto en una envolvente de 600x600x250 mm (HxAxF) de montaje superficial, con puerta frontal transparente con IP66 y IK08 de Schneider Electric o cualquier otra con idénticas características. Esta envolvente estará dispuesta en la pared junto al armario de mando y protección del cuarto de bombeo.

8.4.3.2. Cableado de comunicación.

Al tratarse de comunicaciones mediante señales 4-20mA, se utilizará cableado de dos hilos sin apantallar, ya que esta señal es resistente a perturbaciones. Otra gran ventaja de esta decisión, es que permite grandes distancias de cableado, ya que al transmitir intensidad no hay pérdidas en el cable.

Todo el cableado de comunicación irá en tubos de protección hasta el techo y una vez allí discurrirá a través de bandejas metálicas. En ningún caso las conducciones que contengan circuitos de control contendrán circuitos de potencia, evitando así cualquier posible perturbación electromagnética.

9. Resumen de presupuesto.

	RESUMEN	EUROS
FV	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	565.686,99
RI	INSTALACIÓN DE RIEGO.....	34.014,46
MQ	MAQUINARIA PROCESADO.....	120.564,18
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	720.265,63

10. Conclusions.

Following the development of the project, you can extract the Canary Islands is an area where modernization of industry through technology is vital for economic development. This industrialization becomes even more necessary in the agricultural field, which is paramount for great results in a sector with deep roots and is one of the economic engines of the islands.

In the present project it has been introduced this industrialization of two different ways.

On the one hand, process automation, which, we have seen that it is extremely versatile and applicable in any sector. In this case, automation has been implemented in the irrigation system. This modernization will get higher yields cultivation through the controlled injection of nutrients.

Moreover, this industrialization has also achieved, with the installation of a sensor field of photovoltaics industry reduce its dependence on the commercial power grid.

From my point of view, industries must always bet, as far as possible by the introduction of these technologies, they get an increase in production coupled with environmental conservation. This will make them much more competitive and higher value-added products, implying a differentiation from others not bet on these technologies.

Possible open lines of future enlargements, the possibility of creating a system for processing and transmission of data from different sensors that make up the irrigation automation system wirelessly, to communicate wirelessly with the controller is proposed. study the possibility of a hybrid system of clean energy through the implementation of wind power to complement the already installed photovoltaic is also proposed.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

ANEXOS



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

ANEXO 1: CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS.

Índice Anexo 1: Cálculos Fotovoltaicos

1. Estudio de la radiación solar incidente en la zona y producción de energía:	1
2. Inclinación y orientación de los paneles:	5
3. Número de módulos en serie y en paralelo:	6
4. Puesta a tierra.	8
5. Cálculo de las secciones de los conductores	9
5.1. Conductores para circuitos de continua.	10
5.2. Conductores circuitos de alterna.	16
6. Descripción de los circuitos.	17
6.1. Circuitos de corriente continua.	17
6.2. Circuitos de corriente alterna.	48

1. Estudio de la radiación solar incidente en la zona y producción de energía:

Para poder estimar la producción de energía de la planta fotovoltaica, se debe conocer, primero, la radiación incidente en la zona y el ángulo más óptimo para la captación de dicha radiación. A través de una herramienta web de la NASA podemos consultar los datos de irradiación, así como el mejor ángulo para la situación señalada. La tabla 1, que se muestra a continuación, ha sido extraída de esta aplicación y recoge la radiación dependiendo del ángulo de inclinación de los módulos, así como el ángulo más adecuado.

Lat. 28,467 Lon. -16,426	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL	MEDIA
DIFUSA	1	1,2	1,47	1,72	1,9	2,07	2,1	1,8	1,44	1,24	1,06	0,95	1,5	
DIRECTA	5,73	6,31	6,97	7,46	7,86	7,52	6,97	7,39	7,6	6,7	5,79	5,41	6,81	
ANG 0	3,6	4,55	5,64	6,54	7,26	7,21	6,87	6,76	6,17	4,97	3,77	3,31	5,56	
ANG 13	4,34	5,24	6,12	6,72	7,13	6,97	6,69	6,79	6,55	5,61	4,47	4,05	5,89	
ANG28	4,96	5,76	6,35	6,59	6,63	6,36	6,17	6,5	6,66	6,06	5,05	4,68	5,98	
ANG 43	5,3	5,96	6,24	6,11	5,8	5,44	5,35	5,86	6,4	6,17	5,34	5,05	5,75	
ANG 90	4,42	4,49	3,88	2,87	2,2	1,96	2,04	2,54	3,58	4,4	4,32	4,34	3,41	
OPT	<u>5,36</u>	<u>5,96</u>	<u>6,36</u>	<u>6,72</u>	<u>7,26</u>	<u>7,21</u>	<u>6,87</u>	<u>6,81</u>	<u>6,67</u>	<u>6,18</u>	<u>5,37</u>	<u>5,14</u>	<u>6,33</u>	
OPT ANG	52	44	31	15	1	0	0	8	25	40	50	55	<u>26,6</u>	

Tabla 1: Ángulo óptimo de la inclinación de los paneles y radiación solar incidente en el plano.

Fuente: [https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=164119&lat=28.446&submit=presentar&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=ret_tlt0&p=ret_esh0&p=ret_psh0&step=2&lon=-16.426)

[bin/sse/grid.cgi?&num=164119&lat=28.446&submit=presentar&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=ret_tlt0&p=ret_esh0&p=ret_psh0&step=2&lon=-16.426](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=164119&lat=28.446&submit=presentar&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=ret_tlt0&p=ret_esh0&p=ret_psh0&step=2&lon=-16.426)

Interpretando los datos de la tabla anterior, extraemos que el ángulo óptimo de inclinación para los módulos fotovoltaicos es de 27°. Con esta inclinación obtendremos una media de 6,33 kWh/m²/día.

En la tabla resumen 2, se observa diferentes datos de la instalación. En primer lugar, el rendimiento energético, en kWh, se trata de la energía total aprovechable producida por la instalación fotovoltaica en cada uno de los meses del año. En la columna adyacente a esta, se encuentra la columna de consumo, en kWh, aquí se refleja la energía total consumida por la instalación de procesamiento. La columna de autoconsumo, en kWh, indica cuanta energía de la producida por la instalación fotovoltaica se va a utilizar. La siguiente columna de cuota de autoconsumo, en %, indica cual es el porcentaje aprovechado de energía producida. La columna identificada como toma de red, en kWh, indica cuanta energía deberá tomarse de red ya que la planta fotovoltaica no es capaz de suministrar. La inyección a red, en kWh, muestra el excedente de energía producida por la planta fotovoltaica, que no puede ser consumido, y por lo tanto se inyecta a la red. Por último, la cuota autárquica, en %, nos indica que porcentaje de energía, del consumo global de la instalación de procesamiento, proviene de la energía fotovoltaica.

Mes	Rendimiento energético [kWh]	Consumo [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Cuota de autoconsumo [%]	Toma de red [kWh]	Inyección a red [kWh]	Cuota autárquica [%]
1	61869	162680	61420	99	101260	449	38
2	59596	152185	58495	98	93690	1101	38
3	72489	162680	70635	97	92045	1854	43
4	77012	137550	73483	95	64067	3529	53
5	83494	142135	79240	95	62895	4254	56
6	82204	137550	78145	95	59405	4059	57
7	87539	142135	83763	96	58372	3776	59
8	84179	142135	80447	96	61688	3732	57
9	73643	137550	70432	96	67118	3211	51
10	70157	162680	69604	99	93076	553	43
11	61223	157433	60879	99	96554	344	39
12	55569	162681	55469	100	107212	100	34
	868974	1799394	842012		957382	26962	

Tabla 2: Datos de producción de la instalación fotovoltaica y consumo de la planta de procesamiento.

En la tabla 2 podemos comprobar que la producción fotovoltaica anual o rendimiento energético es de 868.974 kWh, de los cuales se utilizan para consumo instantáneo o para

autoconsumo 842.012 kWh lo que supone un aprovechamiento del 96,9% de la producción, el restante 3,1% (26.962 kWh) se inyecta en la red.

De la tabla 2, también podemos extraer el valor de consumo anual que asciende a 1.799.394 kWh, de los cuales de la red se toman 957.382 kWh anuales, lo que supone un 53,21 % del consumo total.

La instalación proporciona una cuota autárquica de un 47% de media anual.

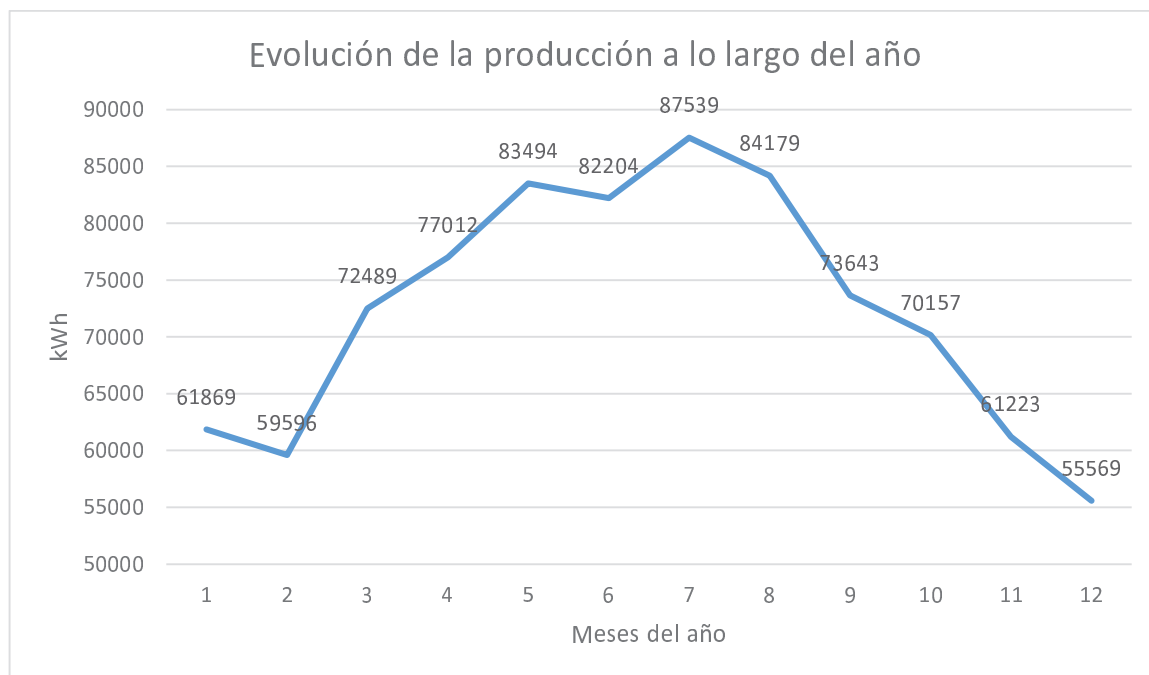


Figura 1: Evolución de la producción de energía fotovoltaica a lo largo del año.

Debido al deterioro de la instalación el rendimiento de esta se ve reducido con el paso de los años. Esta degradación suele ser de un valor de 0,8% cada año sobre el valor de producción de energía anual, es por ello que la esperanza de vida de una instalación fotovoltaica se fija en torno a 30 años, tras los cuales habrá que desmantelarla. En tabla 3 y la figura 2 podemos ver la evolución del rendimiento a lo largo de estos 30 años.

AÑOS	DEGRADACIÓN EN TANTO POR 100	DEGRADACIÓN EN TANTO POR 1	ENERGÍA PRODUCIDA [kWh]
1	0	0	868974
2	0,8	0,008	862022
3	1,6	0,016	855070
4	2,4	0,024	848118
5	3,2	0,032	841166
6	4	0,04	834215
7	4,8	0,048	827263

8	5,6	0,056	820311
9	6,4	0,064	813359
10	7,2	0,072	806407
11	8	0,08	799456
12	8,8	0,088	792504
13	9,6	0,096	785552
14	10,4	0,104	778600
15	11,2	0,112	771648
16	12	0,12	764697
17	12,8	0,128	757745
18	13,6	0,136	750793
19	14,4	0,144	743841
20	15,2	0,152	736889
21	16	0,16	729938
22	16,8	0,168	722986
23	17,6	0,176	716034
24	18,4	0,184	709082
25	19,2	0,192	702130
26	20	0,2	695179
27	20,8	0,208	688227
28	21,6	0,216	681275
29	22,4	0,224	674323
30	23,2	0,232	667372

Tabla 3: Evolución de la producción de energía fotovoltaica a lo largo de 30 años.

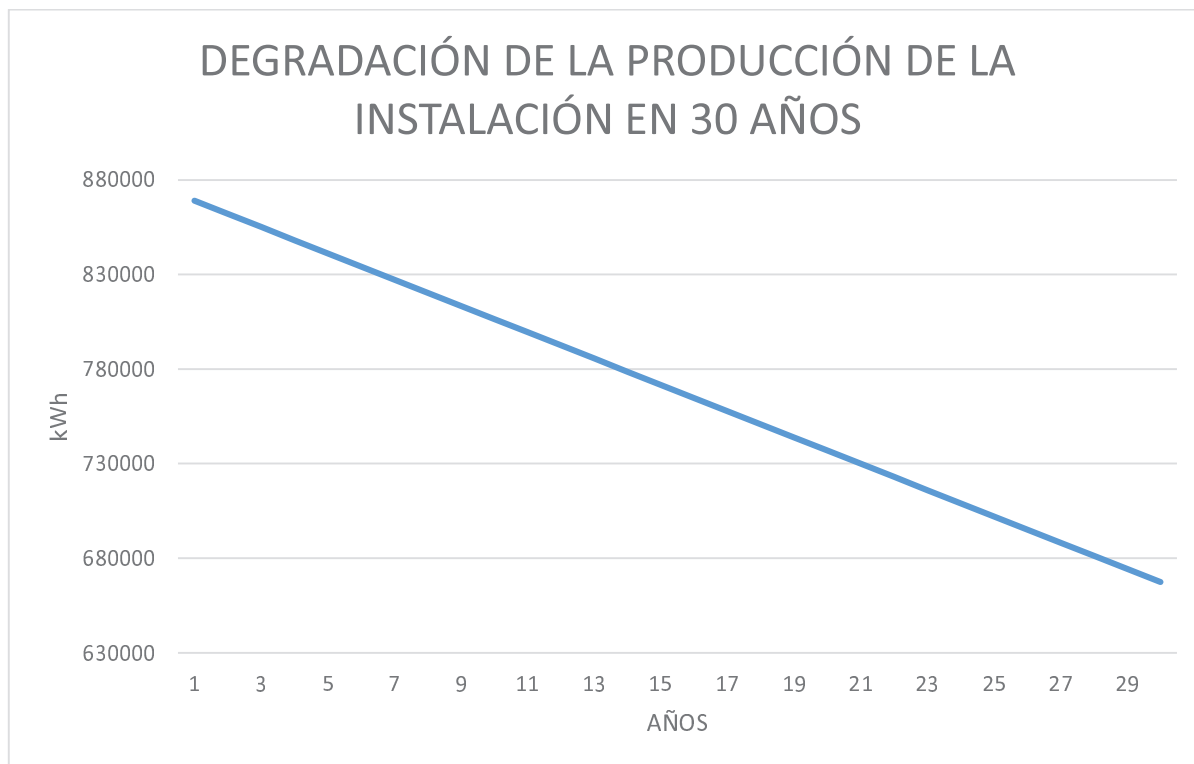


Figura 2: Recta de evolución de la producción de energía fotovoltaica a lo largo de 30 años.

2. Inclinación y orientación de los paneles:

A continuación, una vez conocidos los módulos a instalar y su ángulo de inclinación, se comprueba la distancia que debe haber entre ellos para evitar sombreados parciales entre ellos, lo que provocaría una disminución del rendimiento.

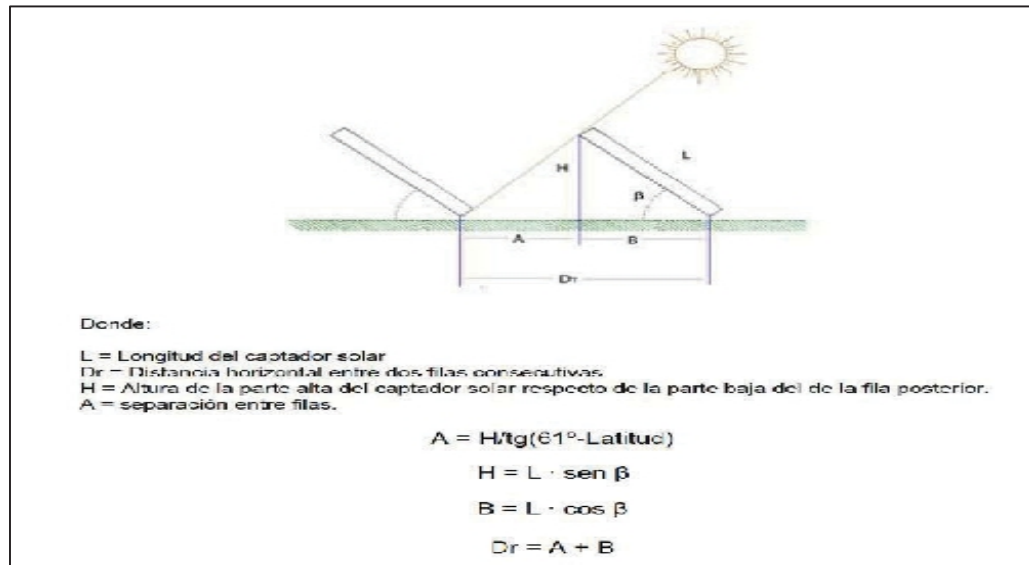


Figura 3: Separación entre módulos solares

DATOS			
L		3,942	
β		30	
B	$L \cdot \text{cos } \beta$		3,414
H	$L \cdot \text{sen } \beta$		1,971
A	$H/\text{tag}(61^\circ - \text{lat})$		3,088
A+B (D _H)			6,5024

Tabla 4: Cálculo para determinar la distancia entre módulos.

Las condiciones de colocación de los módulos fotovoltaicos para obtener la máxima captación de radiación solar son las siguientes:

- **Orientación: Sur.**
- **Inclinación: 30°.**
- **Distancia mínima entre filas: 6,5 m.**
- **Superficie de cada altura de módulos: 6,5 m².**
- **Superficie de captación: 5.728,8 m².**

Con estos datos se obtiene que la superficie total ocupada por el campo de captación, teniendo en cuenta la separación entre filas, es de 5.108,4 m² aproximadamente, es decir, en torno a 6,51 m² por cada altura de módulos fotovoltaicos.

3. Número de módulos en serie y en paralelo:

Para determinar número de módulos que se conectarán en serie se tendrá en cuenta la tensión máxima y mínima producida por ramal, estas tensiones deben estar comprendidas siempre en entre los rangos de tensión de trabajo del inversor.

Por otra parte, se tendrá en cuenta que el valor máximo de la tensión en circuito abierto y de corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico sean inferiores a los valores de tensión y corriente a la entrada del inversor.

El panel elegido, ND-F4Q300 del fabricante Sharp, se ha elegido ya que al ser una instalación bastante grande, cuanto mayor sea la potencia del módulo seleccionado, menor cantidad de ellas harán falta instalar.

En nuestro caso, dichos parámetros son:

- Tensión a circuito abierto del generador: 45,10 V.
- Tensión mínima del generador (a 60 °C): 30,1 V.
- Tensión máxima del generador (a 6 °C): 47,8 V.
- Tensión del generador a temperatura de trabajo (a 37°C): 33,4 V
- Corriente nominal del generador: 8,52 A.
- Corriente de cortocircuito del generador: 8,94 A.
- Tensión mínima de entrada del inversor: 570 V (para MPP: 520 V).
- Tensión máxima de entrada del inversor: 1000 V (para MPP: 800V).
- Corriente máxima de entrada del inversor: 110 A.

Para calcular el número de módulos en serie de cada array, utilizamos la siguiente fórmula:

$$(Ec.1) \quad N.\text{módulos}_{\text{serie}} = \frac{V_{\text{máx. inversor}}}{V_{\text{máx. generador}}} = \frac{800 \text{ V}}{47,8 \text{ V}} = 16,74 \rightarrow 18 \text{ módulos en serie.}$$

Se comprueba que colocando 18 módulos no se superan los 1000 V y que el valor de entrada no se encuentra por debajo del valor mínimo (150 V), que son los límites de entrada del inversor:

$$(Ec.2) \quad V_{\text{máx array}} = V_{\text{máx. generador}} * N.\text{módulos}_{\text{serie}} = 47,8 * 18 = 860,4 \text{ V}$$

$$(Ec.3) \quad V_{min \text{ array}} = V_{min. \text{ generador}} * N. \text{módulos}_{serie} = 30,1 * 18 = 541,8 \text{ V}$$

Se pueden instalar 18 módulos en serie en la entrada del inversor, ya que no se superan los 1000 V. A través de las ecuaciones anteriores (Ec. 2 y Ec. 3) se comprueba que se cumplen las condiciones óptimas de entrada para la entrada del inversor.

A continuación, se determina la cantidad de arrays en paralelo que es capaz de soportar el inversor de acuerdo a sus parámetros de entrada. Se comprobará que, bajo las condiciones de instalación, no se superan, los 110 amperios máximos permitidos por el inversor en su entrada.

$$(Ec.4) \quad N. \text{array}_{paralelo} = \frac{I_{máx. \text{ entrada inversor}}}{I_{sc. \text{ array}}} = \frac{110}{8,94} = 12,30 \rightarrow 12 \text{ arrays paralelo}$$

Se comprueba, que con los 12 arrays en paralelo no superamos la potencia máxima de entrada del inversor.

$$(Ec.5) \quad P_{máx. \text{ entrada inversor}} = N. \text{array}_{paralelo} * N. \text{módulos}_{serie} * P_{módulo} = \\ = 18 * 12 * 300 = 64.800 \text{ W (64,8 kW)}$$

A través de la ecuación 5, se comprueba que con 12 arrays en paralelo se supera los límites de potencia de entrada del inversor (60 kW). Por ello se instalarán 11 arrays en paralelo. Se comprueba, a continuación, a través de la ecuación 5, que con los 11 arrays en paralelo no se supera la potencia de entrada.

$$P_{máx. \text{ entrada inversor}} = N. \text{array}_{paralelo} * N. \text{módulos}_{serie} * P_{módulo} = \\ = 18 * 11 * 300 = 59.400 \text{ W (59,4 kW)}$$

Se determina la corriente que a la entrada del inversor.

$$(Ec.6) \quad I_{máx. \text{ entrada inversor}} = I_{sc. \text{ array}} * N. \text{array}_{paralelo} = 8,94 * 11 = 98,3 \text{ A}$$

$$(Ec.7) \quad I_{nom. \text{ entrada inversor}} = I_{nominal. \text{ array}} * N. \text{array}_{paralelo} = 8,52 * 11 = 93,72 \text{ A}$$

Podemos comprobar que la intensidad máxima de diseño no supera a la permitida por las entradas del inversor.

En resumen, se conectarán arrays de 18 módulos en serie y 11 arrays en paralelo en la entrada de cada inversor, con ello se consigue un voltaje de entrada que oscila entre 541,8 V y 860,4 V, una intensidad máxima de entrada de 98,3 A y una intensidad nominal de 93,72 y una potencia máxima de entrada de 59,4 kW.

4. Puesta a tierra.

Según la ITC-BT-18, al tratarse de un emplazamiento conductor, ya que es una instalación generadora, el valor de la resistencia de tierra será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto superior a 24 V. Los circuitos estarán provistos de interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá superar:

$$(Ec.8) \quad R_{max} = \frac{V_{contacto}}{I_{diferencial}} = \frac{24 V}{0,03 A} = 800 \Omega$$

La red de tierras será independiente de la red de la compañía distribuidora. La red de tierras se realizará mediante picas de 2 metros de longitud. El número de picas a utilizar, vendrá condicionado por la naturaleza conductora del terreno con el fin de garantizar que $R_p < R_{m\acute{a}x}$ (800 Ohms).

Para llevar a cabo el cálculo de la puesta a tierra, en primer lugar, debemos conocer la resistividad del terreno. En el caso que nos ocupa, nos encontramos ante un terreno pedregoso, por lo que su resistividad es de $3.000 \Omega \cdot m$, según se especifica en la ITC-BT-18 del REBT.

PICAS ENTERRADAS VERTICALMENTE

$(Ec.9) \quad R_p = \frac{\rho}{L} = \frac{3000 \Omega \cdot m}{2 m} =$ <p>1500 Ω</p>	<p>Rp: Resistencia de la pica (Ω)</p> <p>ρ: Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).</p> <p>L: Longitud de la pica (m)</p>
--	---

Por lo que será necesario como mínimo un número de picas igual a:

$$(Ec.10) \quad n \geq \frac{1500 \Omega}{800 \Omega} = 1,875 \text{ picas} \cong 2 \text{ picas}$$

La unión de las picas de puesta a tierra se realizará mediante cable desnudo de cobre de 50 mm^2 de sección directamente enterrado.

La red de tierra para la instalación eléctrica de continua debe ser totalmente independiente del resto de instalaciones de tierra, con el fin de evitar que se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas.

Para llevar a cabo la puesta a tierra de los módulos (conectar los módulos con su red de tierra correspondiente) se utilizará conductores RZ1 0,6/1 kV de 6 mm^2 de sección.

Para el resto de circuitos, el conductor de protección tendrá la misma sección que el cable conductor.

5. Cálculo de las secciones de los conductores.

En función del tramo de conductor en el que nos encontremos, las siguientes fórmulas serán de aplicación para la realización de los cálculos necesarios de las secciones.

TIPO DE CORRIENTE	INTENSIDAD	SECCIÓN	CAIDA TENSIÓN
Continua	(Ec.11) $I = \frac{P}{V}$	(Ec.14) $s = \frac{2 * L * I}{C * e}$	(Ec.17) $e = \frac{2 * L * I}{C * s}$
	Monofásica	(Ec.12) $I = \frac{P}{V * \cos(\emptyset)}$	(Ec.15) $s = \frac{2 * L * I * \cos(\emptyset)}{C * e}$
Trifásica		(Ec.13) $I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\emptyset)}$	(Ec.16) $s = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos(\emptyset)}{C * e}$
Resistencia de cortocircuito		(Ec.20)	$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s}$
Intensidad de cortocircuito		(Ec.21)	$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}}$

- I: Intensidad del circuito (A).
- P: Potencia del circuito (W).
- V: Voltaje del circuito (V).
- $\cos(\emptyset)$: factor de potencia (=1).
- L: Longitud del circuito.
- C: Conductividad del cobre (a 90°C = 44 m/Ω·mm²).
- e: Caída de tensión (V).
- s: sección del conductor (mm²)
- I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A).
- R_{cc}: Resistencia de cortocircuito (Ω).
- ρ: Resistividad del cobre (0,018 Ω·mm²/m)

5.1. Conductores para circuitos de continua.

La distribución de los array y sus esquemas de distribución pueden ser consultados en planos 3, 4 y 5.

CONTINUA

Circuito		Tipo de cable	Long. (m)	Pot. (W)	Int. (A) (Ec.11)	Int. Diseño (A)	Volt. (V)	% caíd a V máx.	Caída V máx. (V)	sección teórica (mm ²) (Ec.14)	Secc. com. (mm ²)	Caída V (V) (Ec.17)	% Caída V	I. máx. adm. según REBT (A)	Rcc (Ω) (Ec.20)	Icc (A) (Ec.21)
Inicio	Final															
array 1.1	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	85,00	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,81	4,00	8,64	1,43	30,00	0,77	789,6
array 1.2	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	78,49	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,52	4,00	7,97	1,32	30,00	0,71	855,1
array 1.3	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	71,98	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,23	4,00	7,31	1,21	30,00	0,65	932,4
array 1.4	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	65,47	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,94	4,00	6,65	1,10	30,00	0,59	1025,1
array 1.5	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	58,96	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,64	4,00	5,99	0,99	30,00	0,53	1138,3
array 1.6	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	52,45	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,35	4,00	5,33	0,88	30,00	0,47	1279,6
array 1.7	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	45,94	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,06	4,00	4,67	0,77	30,00	0,41	1460,9
array 1.8	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	39,43	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,77	4,00	4,01	0,66	30,00	0,35	1702,1
array 1.9	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	32,92	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,48	4,00	3,34	0,55	30,00	0,30	2038,7
array 1.10	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	26,41	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,18	4,00	2,68	0,44	30,00	0,24	2541,2
array 1.11	CPS1	PVZZ-F 0,6/1KV	19,9	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,89	4,00	2,02	0,33	30,00	0,18	3372,6
array 2.1	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	68,73	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,08	4,00	6,98	1,16	30,00	0,62	976,5

array 2.2	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	62,22	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,79	4,00	6,32	1,05	30,00	0,56	1078,7
array 2.3	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	55,71	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,50	4,00	5,66	0,94	30,00	0,50	1204,7
array 2.4	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	49,2	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,21	4,00	5,00	0,83	30,00	0,44	1364,1
array 2.5	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	42,69	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,91	4,00	4,34	0,72	30,00	0,38	1572,1
array 2.6	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	36,18	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,62	4,00	3,68	0,61	30,00	0,33	1855,0
array 2.7	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	29,67	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,33	4,00	3,01	0,50	30,00	0,27	2262,0
array 2.8	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	23,16	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,04	4,00	2,35	0,39	30,00	0,21	2897,8
array 2.9	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	16,65	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,75	4,00	1,69	0,28	30,00	0,15	4030,9
array 2.10	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	10,14	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,45	4,00	1,03	0,17	30,00	0,09	6618,7
array 2.11	CPS2	PVZZ-F 0,6/1KV	3,63	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,16	4,00	0,37	0,06	30,00	0,03	18488,7
array 3.1	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	68,73	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,08	4,00	6,98	1,16	30,00	0,62	976,5
array 3.2	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	62,22	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,79	4,00	6,32	1,05	30,00	0,56	1078,7
array 3.3	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	55,71	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,50	4,00	5,66	0,94	30,00	0,50	1204,7
array 3.4	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	49,2	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,21	4,00	5,00	0,83	30,00	0,44	1364,1
array 3.5	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	42,69	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,91	4,00	4,34	0,72	30,00	0,38	1572,1
array 3.6	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	36,18	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,62	4,00	3,68	0,61	30,00	0,33	1855,0
array 3.7	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	29,67	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,33	4,00	3,01	0,50	30,00	0,27	2262,0

array 3.8	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	23,16	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,04	4,00	2,35	0,39	30,00	0,21	2897,8
array 3.9	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	16,65	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,75	4,00	1,69	0,28	30,00	0,15	4030,9
array 3.10	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	10,14	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,45	4,00	1,03	0,17	30,00	0,09	6618,7
array 3.11	CPS3	PVZZ-F 0,6/1KV	3,63	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,16	4,00	0,37	0,06	30,00	0,03	18488,7
array 4.1	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	88	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,95	4,00	8,94	1,48	30,00	0,79	762,7
array 4.2	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	81,49	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,65	4,00	8,28	1,37	30,00	0,73	823,6
array 4.3	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	74,98	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,36	4,00	7,62	1,26	30,00	0,67	895,1
array 4.4	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	68,47	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,07	4,00	6,96	1,15	30,00	0,62	980,2
array 4.5	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	61,96	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,78	4,00	6,29	1,04	30,00	0,56	1083,2
array 4.6	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	55,45	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,49	4,00	5,63	0,93	30,00	0,50	1210,4
array 4.7	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	48,94	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,19	4,00	4,97	0,82	30,00	0,44	1371,4
array 4.8	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	42,43	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,90	4,00	4,31	0,71	30,00	0,38	1581,8
array 4.9	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	35,92	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,61	4,00	3,65	0,60	30,00	0,32	1868,4
array 4.10	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	29,41	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,32	4,00	2,99	0,49	30,00	0,26	2282,0
array 4.11	CPS4	PVZZ-F 0,6/1KV	22,9	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,03	4,00	2,33	0,39	30,00	0,21	2930,7
array 5.1	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	85	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,81	4,00	8,64	1,43	30,00	0,77	789,6
array 5.2	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	78,49	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,52	4,00	7,97	1,32	30,00	0,71	855,1

array 5.3	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	71,98	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,23	4,00	7,31	1,21	30,00	0,65	932,4
array 5.4	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	65,47	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,94	4,00	6,65	1,10	30,00	0,59	1025,1
array 5.5	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	58,96	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,64	4,00	5,99	0,99	30,00	0,53	1138,3
array 5.6	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	52,45	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,35	4,00	5,33	0,88	30,00	0,47	1279,6
array 5.7	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	45,94	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,06	4,00	4,67	0,77	30,00	0,41	1460,9
array 5.8	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	39,43	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,77	4,00	4,01	0,66	30,00	0,35	1702,1
array 5.9	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	32,92	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,48	4,00	3,34	0,55	30,00	0,30	2038,7
array 5.10	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	26,41	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,18	4,00	2,68	0,44	30,00	0,24	2541,2
array 5.11	CPS5	PVZZ-F 0,6/1KV	19,9	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,89	4,00	2,02	0,33	30,00	0,18	3372,6
array 6.1	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	68,73	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,08	4,00	6,98	1,16	30,00	0,62	976,5
array 6.2	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	62,22	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,79	4,00	6,32	1,05	30,00	0,56	1078,7
array 6.3	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	55,71	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,50	4,00	5,66	0,94	30,00	0,50	1204,7
array 6.4	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	49,2	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,21	4,00	5,00	0,83	30,00	0,44	1364,1
array 6.5	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	42,69	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,91	4,00	4,34	0,72	30,00	0,38	1572,1
array 6.6	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	36,18	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,62	4,00	3,68	0,61	30,00	0,33	1855,0
array 6.7	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	29,67	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,33	4,00	3,01	0,50	30,00	0,27	2262,0
array 6.8	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	23,16	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,04	4,00	2,35	0,39	30,00	0,21	2897,8

array 6.9	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	16,65	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,75	4,00	1,69	0,28	30,00	0,15	4030,9
array 6.10	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	10,14	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,45	4,00	1,03	0,17	30,00	0,09	6618,7
array 6.11	CPS6	PVZZ-F 0,6/1KV	3,63	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,16	4,00	0,37	0,06	30,00	0,03	18488,7
array 7.1	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	68,73	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,08	4,00	6,98	1,16	30,00	0,62	976,5
array 7.2	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	62,22	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,79	4,00	6,32	1,05	30,00	0,56	1078,7
array 7.3	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	55,71	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,50	4,00	5,66	0,94	30,00	0,50	1204,7
array 7.4	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	49,2	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,21	4,00	5,00	0,83	30,00	0,44	1364,1
array 7.5	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	42,69	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,91	4,00	4,34	0,72	30,00	0,38	1572,1
array 7.6	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	36,18	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,62	4,00	3,68	0,61	30,00	0,33	1855,0
array 7.7	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	29,67	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,33	4,00	3,01	0,50	30,00	0,27	2262,0
array 7.8	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	23,16	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,04	4,00	2,35	0,39	30,00	0,21	2897,8
array 7.9	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	16,65	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,75	4,00	1,69	0,28	30,00	0,15	4030,9
array 7.10	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	10,14	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,45	4,00	1,03	0,17	30,00	0,09	6618,7
array 7.11	CPS7	PVZZ-F 0,6/1KV	3,63	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	0,16	4,00	0,37	0,06	30,00	0,03	18488,7
array 8.1	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	88	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,95	4,00	8,94	1,48	30,00	0,79	762,7
array 8.2	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	81,49	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,65	4,00	8,28	1,37	30,00	0,73	823,6
array 8.3	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	74,98	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,36	4,00	7,62	1,26	30,00	0,67	895,1

array 8.4	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	68,47	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	3,07	4,00	6,96	1,15	30,00	0,62	980,2
array 8.5	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	61,96	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,78	4,00	6,29	1,04	30,00	0,56	1083,2
array 8.6	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	55,45	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,49	4,00	5,63	0,93	30,00	0,50	1210,4
array 8.7	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	48,94	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	2,19	4,00	4,97	0,82	30,00	0,44	1371,4
array 8.8	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	42,43	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,90	4,00	4,31	0,71	30,00	0,38	1581,8
array 8.9	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	35,92	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,61	4,00	3,65	0,60	30,00	0,32	1868,4
array 8.10	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	29,41	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,32	4,00	2,99	0,49	30,00	0,26	2282,0
array 8.11	CPS8	PVZZ-F 0,6/1KV	22,9	5400,00	8,94	11,18	604,03	1,5	9,06	1,03	4,00	2,33	0,39	30,00	0,21	2930,7
CPS1	INV. 1	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS2	INV. 2	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS3	INV. 3	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS4	INV. 4	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS5	INV. 5	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS6	INV. 6	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS7	INV. 7	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6
CPS8	INV. 8	PVZZ-F 0,6/1KV	5	59400	98,34	122,93	604,03	1,5	9,06	2,47	25	0,89	0,15	123,00	0,01	83892,6

6. Descripción de los circuitos.

6.1. Circuitos de corriente continua.

- Array 1.1 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,77 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 789,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.2 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,71 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 855,1 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado:12 A
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador:100 kA.
- Array 1.3 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,65 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 932,4 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.

- Calibre del seccionador asociado: 125 A.
- Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.4 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,59 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.025,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.5 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,53 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.138,3 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.6 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,47 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1279,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.

- Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.7 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,41 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.460,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.8 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,35 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.702,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.9 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,30 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.038,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 1.10 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,24 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.541,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 1.11 a CPS1: Circuito de continua que parte del array 1.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,18 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 3.372,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.1 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 976,5 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 2.2 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.078,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.3 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.204,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.4 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.364,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 2.5 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.572,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.6 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,33 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.855,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.7 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,27 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.262,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 2.8 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.897,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.9 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,15 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 4.030,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 2.10 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,09 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 6.618,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 2.11 a CPS2: Circuito de continua que parte del array 2.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,03 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 18.488,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.1 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 976,5 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.2 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.078,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 3.3 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.204,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.4 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.364,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.5 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.572,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 3.6 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,33 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.855,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.7 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,27 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.262,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.8 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.897,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 3.9 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,15 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 4.030,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.10 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,09 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 6.618,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 3.11 a CPS3: Circuito de continua que parte del array 3.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,03 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 18.488,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 4.1 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,79 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 762,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.2 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,73 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 823,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.3 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,67 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 895,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 4.4 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 980,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.5 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.083,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.6 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.210,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 4.7 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.371,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.8 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.581,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.9 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,32 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.868,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 4.10 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,26 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.282,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 4.11 a CPS4: Circuito de continua que parte del array 4.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.930,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.1 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,77 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 789,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 5.2 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,71 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 855,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.3 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,65 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 932,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.4 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,59 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.025,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 5.5 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,53 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.138,3 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.6 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,47 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.279,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.7 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,41 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.460,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 5.8 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,35 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.702,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.9 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,30 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.038,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 5.10 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,24 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.541,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 5.11 a CPS5: Circuito de continua que parte del array 5.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,18 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 3.372,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.1 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 976,5 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.2 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1078,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 6.3 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.204,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.4 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.364,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.5 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.572,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 6.6 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,33 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.855,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.7 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,27 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.262,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.8 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.897,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 6.9 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,15 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 4.030,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.10 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,09 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 6.618,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 6.11 a CPS6: Circuito de continua que parte del array 6.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,03 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 18.488,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 7.1 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 976,5 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.2 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.078,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.3 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.204,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 7.4 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.364,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.5 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.572,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.6 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,33 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.855,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 7.7 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,27 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.262,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.8 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.897,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.9 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,15 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 4.030,9 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 7.10 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,09 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 6.618,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 7.11 a CPS7: Circuito de continua que parte del array 7.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,03 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 18.488,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.1 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.1 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,79 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 762,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 8.2 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.2 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,73 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 823,6 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.3 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.3 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,67 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 895,1 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.4 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.4 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,62 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 980,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 8.5 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.5 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,56 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.083,2 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.6 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.6 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,50 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.210,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.7 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.7 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,44 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.371,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 8.8 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.8 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,38 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.581,8 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.9 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.9 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,32 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 1.868,4 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- Array 8.10 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.10 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,26 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.282,0 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.

- Array 8.11 a CPS8: Circuito de continua que parte del array 8.11 y con el que hará el conexionado en serie de los módulos y que terminará en la Caja de Protección de String 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x4mm²) + polo negativo (negro) (1x4 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,21 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 2.930,7 A
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 30 A.
 - Calibre del fusible asociado: 12 A.
 - Calibre del seccionador asociado: 125 A.
 - Poder de corte del seccionador: 100 kA.
- CPS1 a INV1: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 1 y que terminará en el inversor 1.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS2 a INV2: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 2 y que terminará en el inversor 2.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω .
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS3 a INV3: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 3 y que terminará en el inversor 3.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω .

- Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
- Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19:
- CPS4 a INV4: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 4 y que terminará en el inversor 4.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS5 a INV5: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 5 y que terminará en el inversor 5.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS6 a INV6: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 6 y que terminará en el inversor 6.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS7 a INV7: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 7 y que terminará en el inversor 7.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω.

- Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
- Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A
- CPS8 a INV8: Circuito de continua que parte de la Caja de Protección de String 8 y que terminará en el inversor 8.
 - Línea: PVZZ-F 0,6/1 kV. Polo positivo (rojo) (1x25 mm²) + polo negativo (negro) (1x25 mm²).
 - Canalización según ITC-BT-21: Bandeja perforada (E)
 - Resistencia de cortocircuito del circuito: 0,01 Ω.
 - Intensidad de cortocircuito del circuito: 83.892,6 A.
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 123 A

6.2. Circuitos de corriente alterna.

- INV.1 (CAS1) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 1 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.2 (CAS1) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 2 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.3 (CAS1) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 3 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.

- INV.4 (CAS1) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 4 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.5 (CAS2) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 5 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.6 (CAS2) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 6 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.7 (CAS2) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 7 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.
 - Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
 - Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.
- INV.8 (CAS2) a CGBT: Circuito de alterna trifásico que parte del inversor 8 y que terminará en la Cuadro General de Baja Tensión de la instalación consumidora.
 - Línea: RZ1-K 0,6/1 kV. 4 x (1x95 mm²) + tierra 1x95 mm².
 - Canalización según ITC-BT-21: Conductores aislados en tubos empotrados (A).
 - Intensidad máxima admisible según ITC-BT-19: 194 A.

- Calibre del interruptor automático magnetotérmico: 4 x 125 A. Curva C.
- Calibre del interruptor diferencial asociado: 4 x 125 A/ 0,03 A.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Anexo 2: Cálculos Sistema de Riego

Índice Anexo 2: Cálculos Sistema de Riego

1. Diseño agronómico.....	1
1.1. Necesidades netas de riego.....	1
1.2. Necesidades totales de riego.	4
1.3. Cálculo de emisores.	6
2. Diseño hidráulico.....	9
2.1. Cálculo de laterales.	10
2.2. Cálculo de terciarias o portlaterales.	13
2.3. Cálculo de secundaria.....	15
2.4. Cabezal de riego.	17

1. Diseño agronómico.

El diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de riego, con el que se determina la cantidad de agua que ha de transportar la instalación, correspondiente a las necesidades brutas de riego en las épocas de máxima necesidad.

1.1. Necesidades netas de riego.

La estimación de las necesidades netas de agua en riego localizado tiene mayor importancia que en otros sistemas de riego.

Cuando el agua se aplica en toda la superficie a regar, las necesidades netas vienen dadas por la ecuación:

$$(Ec.1) \quad N_n = E_{Tc} - \text{Precipitación efectiva} - \text{aporte capilar} - \text{variación de almacenamiento}$$

A efectos de diseño, las aportaciones por precipitación efectiva no se consideran, ya que en los meses más secos las precipitaciones en la zona son prácticamente nulas. Tampoco se consideran los aportes capilares, salvo casos especiales, ni las variaciones de almacenamiento. Por tanto:

$$N_n = E_{Tc}$$

Donde, N_n , son las necesidades netas de riego y E_{Tc} , es la evotranspiración del cultivo.

La evotranspiración del cultivo, depende de la evotranspiración de referencia (E_{To}), del coeficiente del cultivo del olivo ($K_c=0,65$) y de los factores locales que influyen en la evotranspiración del cultivo.

$$(Ec.2) \quad E_{Tc} = K_c * E_{To}$$

Basándonos en los datos proporcionados por las estaciones agrometeorológicas del Cabildo de Tenerife, publicadas en su página web (http://www.agrocabildo.org/agrometeorologia_estaciones_detalle.asp?id=43) entre mayo de 2014 y abril 2015, se ha llevado a cabo la siguiente tabla donde se puede observar la evotranspiración de referencia media por mes. En dicha tabla se ha resaltado la evotranspiración media anual, así como el valor más desfavorable.

EVOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA
(Eto)

MES	MEDICIÓN (mm)
ene-15	2,05
feb-15	2,14
mar-15	3,09
abr-15	2,85
may-14	4,58
jun-14	4,19
jul-14	4,56
ago-14	4,84
sep-14	2,48
oct-14	2,68
nov-14	2,12
dic-14	1,62
MEDIA ANUAL	3,1
MÁXIMA DEL AÑO	4,84

Tabla 1: Evotranspiración de referencia

En la tabla 1, podemos observar que la media anual es de 3,1 mm y la máxima es de 4,84 mm y corresponde al mes de agosto de 2014, este es el valor más desfavorable y es con el que se llevarán a cabo los cálculos.

$$ET_c = 4,84 * 0,65 = 3,15 \text{ mm}$$

Las necesidades netas se corrigen mediante los siguientes coeficientes correctores:

$$(Ec.3) \quad N_n = ET_c * K_L * K_r * K_a$$

- Coeficiente corrector por localización (K_L): Se basa en considerar la fracción de área sombreada por la planta (A) con relación a la superficie del marco de plantación (o superficie ocupada por cada planta).

$$(Ec.4) \quad A = \frac{\text{A. sombreada}}{\text{Sup. marco de plantación}} = \frac{\pi * 1,25^2}{3 * 6} = 0,273 \text{ m}^2$$

Diversos autores han estudiado la relación entre K_L y A obteniendo las fórmulas siguientes:

- Aljiburi et al. $\rightarrow K_L = 1,34 * A = 0,366$
- Decroix $\rightarrow K_L = 0,1 + A = 0,373$
- Hoare et al. $\rightarrow K_L = A + 0,5 * (1 - A) = 0,6365$
- Séller $\rightarrow K_L = A + 0,15 * (1 - A) = 0,382$

En la práctica se toma como valor de K_L la medida de los valores intermedios anteriores, después de eliminar los dos valores extremos. Aplicando esto, discriminamos los valores de 0,366 (extremo inferior) y de 0,6365 (valor superior). El valor medio de los valores restante es: 0,3775.

- Coeficiente corrector por variación climática (K_r): Los valores de Etc corresponden a la media de los valores climáticos de un determinado número de años, lo que implica que las necesidades calculadas son insuficientes en la mitad de ese periodo. Como en riego localizado se puede aplicar con mucha exactitud la cantidad de agua necesaria, conviene mejorar esas necesidades en un 15-20 %. En nuestro caso utilizaremos un valor de $K_r = 1,20$.

- Coeficiente corrector por advección (K_a): Los efectos del movimiento de aire por advección, tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, ya que este microclima depende, además del propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. El coeficiente K_a viene definido por la siguiente figura. En nuestro caso, el factor corrector por advección es 1.

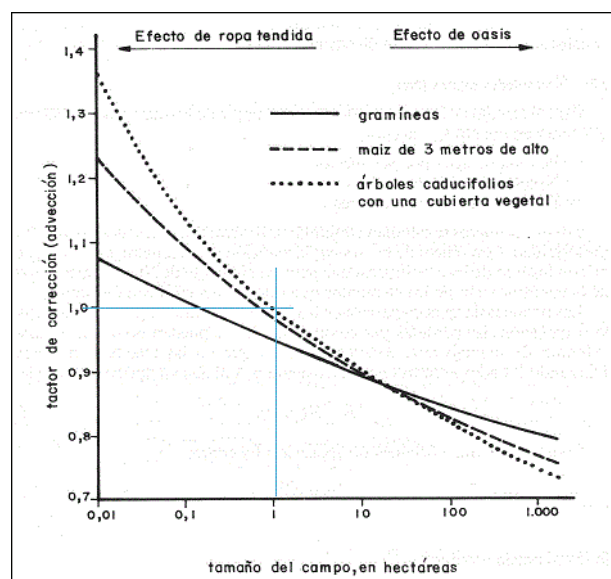


Figura 1: gráficas para determinar coeficiente de advección.

$$N_n = ETC * K_L * K_r * K_a = 3,15 * 0,3775 * 1,20 * 1 = 1,43 \text{ mm}$$

1.2. Necesidades totales de riego.

Las necesidades totales son mayores que las necesidades netas, ya que es preciso aportar cantidades adicionales para compensar las pérdidas causadas por percolación profunda, por salinidad y por uniformidad de riego.

$$(Ec.5) \quad N_t = \frac{N_n}{(1-K)*CU} = \frac{1,43}{(1-0,361)*0,90} = 2,5\text{mm} = 0,0025\text{m}$$

Donde, N_t , son las necesidades totales de riego; N_n , las necesidades netas de riego; $K=R_L$, son los requerimientos de lavado; y CU , el coeficiente de uniformidad.

- Requerimientos de lavado:

$$(Ec.6) \quad R_L = \frac{CEa}{2*maxCEe} = \frac{1,95}{2*2,7} = 0,361$$

Donde, CEa , es la conductividad eléctrica del agua de riego (dS/cm) y CEe , conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la productividad es del 100 %, (dS/m), cuyo valor se extrae de la siguiente tabla (para el olivo $CEe=2,7$).

Cultivo	a	b	Valores de CE_e (mmhos/cm) para una P (%) de:				
			100	90	75	50	0
FRUTALES							
Palmera datilera (Phoenix dactilifera).....	4,0	4,50	4,0	6,8	10,9	17,9	32,0
Granado (Punica granatum).....	2,7	8,77	2,7	3,8	5,5	8,4	14,0
Higuera (Ficus carica).....							
Olivo (Olea europaea).....							
Vid (Vitis spp).....	1,5	9,62	1,5	2,5	4,1	6,7	12,0
Pomelo (Citrus paradisi).....	1,8	16,13	1,8	2,4	3,4	4,9	8,0
Peral (Pyrus communis).....	1,7	16,13	1,7	2,3	3,3	4,8	8,0
Manzano (Malus sylvestris).....							
Naranja (Citrus sinensis).....							
Limonero (Citrus limón).....							
Nogal (Juglans regia).....	1,7	20,83	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Melocotonero (Prunus persica).....	1,5	17,86	1,5	2,1	2,9	4,3	7,0
Ciruelo (Prunus domestica).....	1,5	19,23	1,5	2,0	2,8	4,1	7,0
Almendro (Prunus dulcis).....	1,6	23,81	1,6	2,0	2,6	3,7	6,0
Albaricoquero (Pyrus armeniaca).....	1,5	21,74	1,5	2,0	2,6	3,8	6,0
Zarzamora (Rubus spp).....	1,3	20,83	1,3	1,8	2,5	3,7	6,0
Aguacate (Persea americana).....	1,0	22,73	1,0	1,4	2,1	3,2	5,5
Frambuesa (Rubus idoeus).....	1,0	33,33	1,0	1,3	1,8	2,5	4,0
Fresa (Faggaria spp.).....							

Tabla 2: Conductividad eléctrica del extracto de saturación según productividad.

Los datos de la conductividad eléctrica del agua de riego, se han extraído del documento, ‘Redes de control químico de las masas de aguas subterráneas en tenerife. Valoración de resultados’ I. Farrujia, J. Fernández, E. Skupien y R. Poncela. Consejo Insular de Aguas de Tenerife. Del documento mencionado extraemos la tabla 3.

Nº de puntos de control: 15 (*)								
Se ha muestreado un 15% de las obras con agua, que aportan un 33 % del caudal								
Densidad media: 1 punto cada 29 km ²								
Parámetro	Unidad	Valores			Nº muestras		RD140/2003	Nº mues. >
		min-max	Promedio (P)	MPQ (**)	25%< P	25%> P	Referencia	RD140/03
Conduc. Eléct.	(µS/cm)	1.559 – 7.050	1.951	1.436	10	4	2.500	3
Silice	mg/l	21 - 94	54	55	4	2	–	
Calcio	mg/l	10 - 186	59	59	6	3	–	
Magnesio	mg/l	10 - 237	61	52	9	4	–	
Potasio	mg/l	10 – 71	30	27	4	4	–	
Sodio	mg/l	61 – 1.582	273	158	11	3	200	3
Bicarbonatos	mg/l	136 - 867	388	371	5	3	–	
Cloruros	mg/l	21 – 1.775	86	59	10	3	250	4
Sulfatos	mg/l	12 - 372	386	246	6	3	250	1
Nitratos	mg/l	8,3 - 110,4	35	34,7	9	3	50	3
Flúor	mg/l	0,2 – 10,7	1,3	0,5	12	3	1,5	2

Tabla 3: Análisis químico de las aguas de la vertiente sur de Tenerife.

Podemos observar que el valor promedio de la conductividad del agua en el sur de Tenerife es de 1.951 µS/cm (1,95 dS/m).

- Coeficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones en funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. En el diseño, el CU es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Los valores de CU vienen tabulados en la tabla. En nuestro caso, goteros espaciados más de un metro, con más de 3 emisores por planta (4 en nuestro caso) y con una superficie uniforme, obtenemos un CU de 0,90.

Emisor	Emisores por planta	Topografía y pendiente (i)	CU
Góteros espaciados más de 1 m	Más de 3	Uniforme (i<2%)	0,90-0,95
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,85-0,90
	Menos de 3	Uniforme (i<2%)	0,85-0,90
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,80-0,90
Góteros espaciados menos de 1 m, mangueras y cintas de exudación		Uniforme (i<2%)	0,80-0,90
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,70-0,85
Difusores y microaspersores		Uniforme (i<2%)	0,90-0,95
		Uniforme (i>2%) u ondulada	0,85-0,90

Tabla 4: Valores del Coeficiente de uniformidad recomendables en riego localizado.

1.3. Cálculo de emisores.

Para poder calcular el número de emisores para cada planta es necesario conocer algunos datos previamente, estos datos son:

- Necesidades totales de agua por cada planta.

$$(Ec.7) \quad \text{Necesidades totales} \left(\frac{l}{planta} \right) = \frac{Nt(m) * \text{Sup.cultivo}(m^2)}{\text{Núm.plantas}} * 1000 = \frac{0,0025 * 12265,5}{532} *$$

$$1000 = 58 \frac{l}{planta} \text{ y día aprox.}$$

- Profundidad de las raíces: la profundidad media de las raíces de los olivos está alrededor de 1,5m, midiendo desde la superficie. En nuestro caso, al tratarse de un riego localizado subterráneo, con una profundidad del sistema de riego de 0,60m, la profundidad de las raíces, tomando como referencia el nivel de la red de distribución, es de 0,90 m.

- Marco de plantación: 6x3m.
- La profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90 y el 120 % de la profundidad de las raíces.

- Porcentaje de suelo mojado (P). En nuestro caso, como podemos observar en la siguiente ilustración, el porcentaje de suelo mojado debe oscilar entre un 25% y un 30%. En nuestro caso, por seguridad tomaremos un valor de P de 35%.

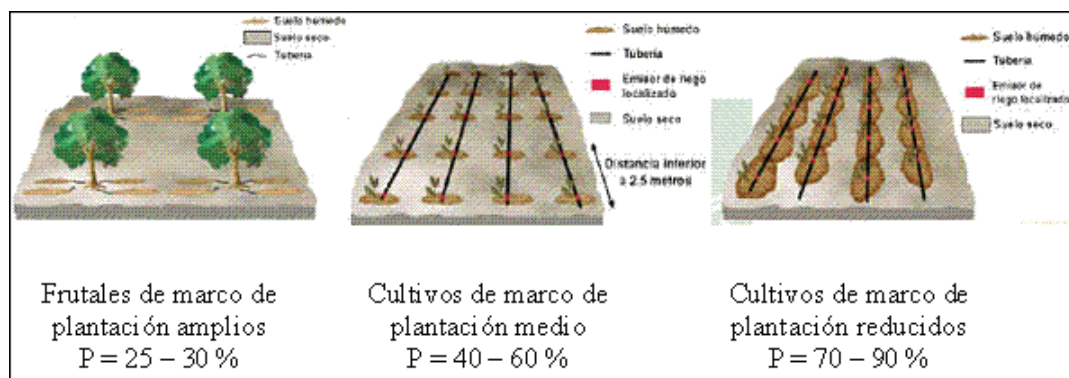


Figura 2: Porcentaje de suelo mojado recomendado según marco de plantación

- Caudal del emisor: 4l/h. En el siguiente cuadro se tabulan las pruebas de campo del emisor.

Tiempo	Caudal	Radio del bulbo	Profundidad del bulbo
<i>h</i>	<i>l</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>
1	4	40	30
2	8	62	52
3	12	84	72
4	16	108	97
5	20	124	108
6	24	139	128

Tabla 5: Resultados de las pruebas de campo del emisor

Como se describió anteriormente, la profundidad del bulbo debe estar comprendida entre el 90% y el 120% de la profundidad de la raíz.

$$0,9 * 0,9 = 0,81 \text{ m}$$

$$0,9 * 1,20 = 1,08 \text{ m}$$

En las pruebas de campo se observa que a una profundidad de 0,97 m el radio del bulbo es de 1,08 m lo que corresponde a un caudal de 16 litros en 4 horas.

$$(Ec.8) \quad Sup. \text{ mojada por emisor} = \pi * 1,08^2 = 3,66 \text{ m}^2$$

$$(Ec.9) \quad Sup. \text{ mojada por planta} = P * \text{marco de plantación} = 0,35 * 6 * 3 = 6,3 \text{ m}^2$$

$$(Ec.10) \quad \text{Número de emisores} = \frac{Sup. \text{ mojada por planta}}{Sup. \text{ mojada por emisor}} = \frac{6,3}{3,66} = 1,72 \rightarrow$$

2 emisores por planta

Veamos las diferentes posibilidades que tenemos para satisfacer las necesidades hídricas de 100 litros por planta:

- Con dos emisores por planta:

(Ec11):

$$\frac{58 \text{ litros}}{2 \text{ emisores por planta}} = 29 \text{ litros por emisor}$$

(Ec.12):

$$\frac{29 \text{ litros por emisor}}{4 \text{ litros por hora}} = 7,25 \text{ horas para completar el riego}$$

- Con 3 emisores por planta:

$$\frac{58 \text{ litros}}{3 \text{ emisores por planta}} = 19,33 \text{ litros por emisor}$$

$$\frac{19,33 \text{ litros por emisor}}{4 \text{ litros por hora}} = 4,83 \approx 5 \text{ horas para completar el riego}$$

- Con 4 emisores por planta:

$$\frac{58 \text{ litros}}{4 \text{ emisores por planta}} = 14,5 \text{ litros por emisor}$$

$$\frac{14,5 \text{ litros por emisor}}{4 \text{ litros por hora}} = 3,625 \approx 4 \text{ horas para completar el riego}$$

En el caso de 4 emisores por planta, cada emisor aportará en torno a 14,5 litros de agua aproximadamente en 3,625 horas, al que correspondería un radio del bulbo de 1,08m y una profundidad de 0,97 m, que está dentro de los límites calculados anteriormente.

$$Sup.mojada = 4 * \pi * 1,08^2 = 14,66 \text{ m}^2$$

$$Porcentaje \text{ de superficie mojada}(P) = \frac{Sup.mojada}{Marco \text{ de plant.}} * 100 = \frac{14,66}{6 * 3} * 100 = 81,44\%$$

Como podemos comprobar el porcentaje de suelo mojado, cumple con los requisitos mínimos (35%) que debe satisfacer la instalación.

2. Diseño hidráulico.

Las dos primeras figuras que se muestran a continuación pretenden hacer de introducción en cuanto a la disposición de los emisores y de la denominación de cada uno de los tramos de tubería de la red de distribución.

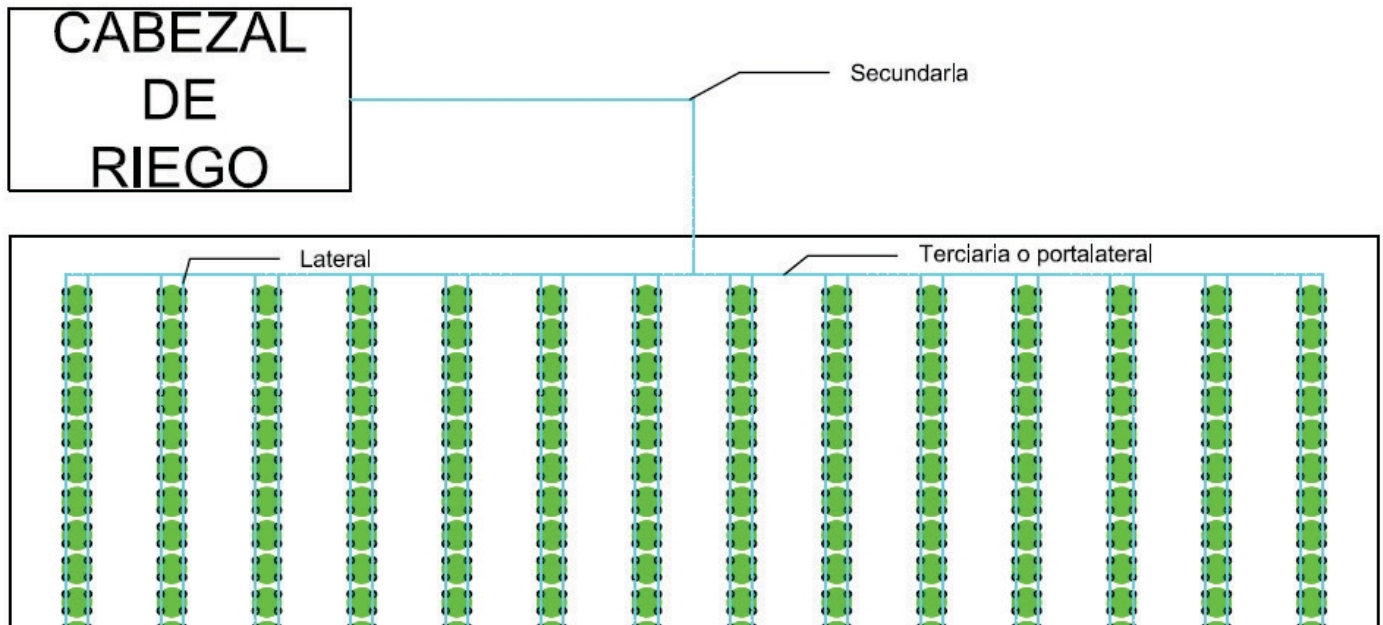


Figura 3: Diferentes partes de la red de distribución.

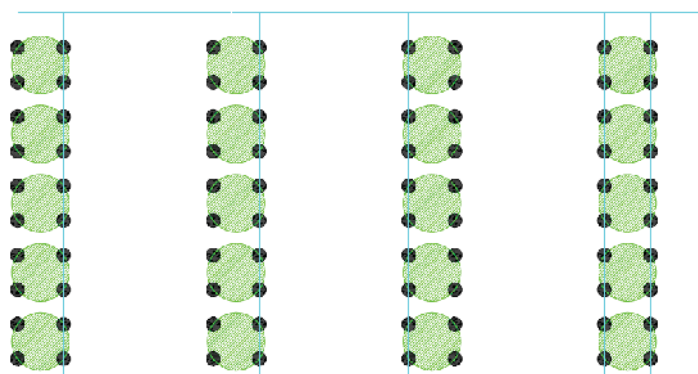


Figura 4. Detalle del plano de la red de distribución del sistema de riego.

2.1. Cálculo de laterales.

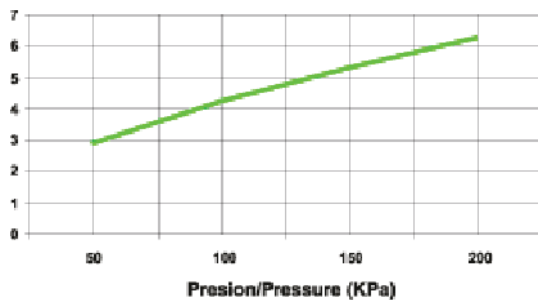
Se diseñarán 28 laterales con idénticas características:

- Todos ellos irán enterrados a una profundidad de 0,60 metros desde el nivel del suelo.
- Cada lateral portará 76 goteros interlinea de 4 l/h cada uno.
- Saldrán a la superficie, con un codo de 45°, donde cada 7 laterales se conectarán a un tubo colector a través de una te. El tramo de tubería para llevar a cabo la elevación es de 0,85m.
- El tubo colector (25,5m) será de idénticas características que las terciarias y tendrá en uno de sus extremos una válvula de descarga.

El Criterio Hidráulico empleado dice que en una subunidad de riego se admite una variación máxima de caudal entre los distintos emisores del 10% del caudal medio. Esto se traduce en la siguiente formula:

$$(Ec.13) \quad dH = \frac{0,1}{x} * H$$

Donde, dH corresponde a la variación máxima de la presión; x, es el exponente de descarga del emisor; y H, la presión de trabajo del emisor.



MODELO C-6	
Tipo de emisor: interlinea desmontable	
Caudal nominal	4 l/h
Ecuación	0,3191 h ^{0,560}
Diámetro	16 mm




Figura 5. Tabla y gráfica de parámetros del emisor

$$dH = \frac{0,1}{x} * H = \frac{0,1}{0,560} * 9.61 = 1,71 \text{ m. c. a}$$

Como criterio económico, el 55 % de las pérdidas admisibles en la subunidad se producen en los laterales, mientras que el 45 % restante se produce en las tuberías terciarias o portlaterales.

$$(Ec.14) \quad h_{r \text{ admisible lateral}} = 0,55 * dH$$

$$h_{r \text{ admisible lateral}} = 0,55 * 1,71 = 0,944 \text{ m. c. a}$$

El caudal en el origen del lateral, dependerá del número de goteros, así como del caudal de cada uno de ellos. Como podemos ver en la ampliación del plano, cada lateral tiene dos goteros para cada árbol, por consiguiente, cada lateral tendrá 76 emisores.

$$(Ec.15) \quad Q_{\text{lateral}} = N. \text{ de emisores} * \text{caudal del emisor}$$

$$Q_{\text{lateral}} = 76 * 4 = 304 \frac{l}{h}$$

Longitud total equivalente de los accesorios del lateral (longitudes equivalentes):

Accesorio	Nº de accesorios	Longitud equivalente por accesorio (m)	Longitud total (m)
Goteros	76	0,23	17,48
Codo 45°	1	0,29	0,29
Te	1	1,5	1,5
Total			19,27

Tabla 6: Longitud equivalente de los accesorios de los laterales.

$$(Ec.16) \quad L = \text{longitud equivalente accesorios} + \text{longitud lateral}$$

$$L = 19,27 + 116,35 = 135,62\text{m}$$

Las pérdidas de carga en conducciones vienen definidas por la siguiente ecuación:

$$(Ec.17) \quad h_r = J * F * L$$

Donde, h_r , son las pérdidas de carga; J, las pérdidas de carga por metro lineal (gráfica); F, es el factor de Christiansen; y, L, es la longitud de la tubería.

El factor de Christiansen se define mediante la siguiente formula:

$$(Ec.18) \quad F = \frac{1}{1+\beta} + \frac{1}{2*n} + \frac{\sqrt{\beta-1}}{6*n^2}$$

Donde, F, es el factor de Christiansen; β , exponente característico del material de construcción ($\beta=1,75$ (PE), $\beta=1,80$ (PVC) y $\beta=1,85-1,90$ (aluminio)); y, n, es el número de derivaciones presentes en la tubería.

$$F = \frac{1}{1 + 1,75} + \frac{1}{2 * 76} + \frac{\sqrt{1,75 - 1}}{6 * 76^2} = 0,37024$$

Para los laterales utilizaremos tuberías de polietileno de baja densidad (PEBD). Utilizaremos una tubería normalizada de diámetro exterior 20 mm (diámetro interior 16mm y 4 atm).

El factor de Christiansen, es 0,37024. En nuestro caso, para hallar el factor de Christiansen, β es igual a 1,75 ya que se trata de tuberías de PE; y n es igual a 76, ya que es la cantidad de emisores presentes en cada lateral.

J toma un valor de 1,75 m.c.a/100m, o lo que es lo mismo, 0,0175m.c. a/m. Con un caudal de 304 l/h, es decir, 0,304 m³/h, y para una tubería de 20 mm de diámetro exterior y 16 de diámetro interior, consultando la gráfica de pérdidas de carga en tuberías de PEBD.

$$h_r = 0,0175 * 0,37024 * 135,62 = 0,879 \text{ m.c.a}$$

Podemos comprobar que la tubería elegida es válida ya que las pérdidas de carga son menores que las pérdidas admisibles ($0,879 < 0,944$).

La presión necesaria en el origen del lateral portagoteros debe ser:

$$(Ec.19) \quad H_o = H + 0,78 * h_r + \frac{\Delta Z}{2}$$

Donde, H_o , es la presión en el origen del lateral; H, la presión media en el lateral (coincide con la presión nominal de los goteros); h_r , perdidas de carga totales en el lateral; y, ΔZ , desnivel geométrico entre los extremos del ramal. Se toma signo positivo cuando el desnivel es ascendente, y negativo cuando el desnivel es descendente, en nuestro caso, el caso más desfavorable sería una pendiente máxima de 2% ($(122,5 * 0,02 = 2,45)$).

$$H_o = 10 + 0,78 * 0,879 + \frac{2,45}{2} = 11,92 \text{ m.c.a} \approx 12 \text{ m.c.a} = 1,1613 \text{ atm}$$

La tubería elegida sirve para este propósito ya que su presión nominal es de 2,5 atm, superior a la presión necesaria en el lateral (1,1613 atm).

2.2. Cálculo de terciarias o portalaterales.

Se diseñarán 2 terciarias o portalaterales con idénticas características:

- Todos ellas irán enterradas a una profundidad de 0,60 metros desde el nivel del suelo.
- Cada terciaria portará 14 laterales con un caudal cada uno de 304 l/h.
- Las derivaciones entre las terciarias y los laterales se harán a través de té de 40mm con reducción a 20mm.
- Se instalará una válvula de cierre con actuador para controlar el caudal al principio de cada una de las terciarias.
- Aguas arriba de la válvula de cierre con actuador se colocará una válvula reductora de presión, para asegurar una presión uniforme en toda la terciaria.
- A continuación de la válvula de cierre se instalará una válvula antirretorno para evitar golpe de ariete en la válvula de cierre con actuador y evitar así su deterioro.
- Al final de la tubería terciaria y a través de una tubería que asciende 40cm por encima de la superficie, se instalará una válvula de aire, para, evitar el vacío dentro de las tuberías, evitando así su deformación; evitar que, debido al vacío, entre a través de los emisores tierra dentro de las tuberías; y, también para ayudar al vaciado de las tuberías a través de las válvulas de descarga.
- Se instalará al final de la terciaria también una válvula de descarga.

Las pérdidas de carga para la tubería y los accesorios con longitudes equivalentes:

$$h_{r \text{ lateral}} = J * F * L$$

El sistema de riego posee 28 laterales, divididos en dos sectores, cada uno de ellos con 14 laterales. Estos laterales estarán alimentados por dos terciarias, una para cada sector.

El caudal en cada terciaria será:

$$Q_{\text{terciaria}} = Q_{\text{lateral}} * N. \text{ de laterales}$$

$$Q_{\text{terciaria}} = 304 * 14 = 4256 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 4,256 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Longitud total equivalente o pérdidas de presión de los accesorios de las terciarias:

Accesorio	Nº de accesorios	Longitud equivalente por accesorio (m)	Longitud total (m)
Codo de 90°	1	1	1
Té reducida 1/2	13	1,4	18,2
Reducción 1/2	1	0,6	0,6
Reducción 3/4	1	0,26	0,26
Ensanchamiento 3/4	1	0,6	0,6

Total longitud equivalente 20,66

Accesorio	Nº de accesorios	Pérdida de presión por accesorio (m.c.a)	de Presión por (m.c.a)	total
Válvula de cierre con actuador	1	3,08	3,08	
Válvula antirretorno	1	0,25	0,25	
Válvula reductora de presión	1	2,55	2,55	
		Total	5,88	

Tabla 7: Pérdidas en la tubería terciaria

Para las tuberías terciarias utilizaremos tuberías de policloruro de vinilo (PVC). Utilizaremos una tubería normalizada de diámetro exterior 40 mm (diámetro interior 37,2 mm y 4 atm).

El factor de Christiansen, para una tubería de PVC ($\beta=1,80$), con 14 derivaciones (n):

$$F = \frac{1}{1 + 1,80} + \frac{1}{2 * 14} + \frac{\sqrt{1,80 - 1}}{6 * 14^2} = 0,3936$$

J toma un valor de 2,6 m.c.a/100m, o lo que es lo mismo, 0,026 m.c.a/m. Con un caudal de 4256 l/h, es decir, 4,256 m³/h, y para una tubería de 40 mm de diámetro exterior y 37,2 de diámetro interior, consultando la gráfica de pérdidas de carga en tuberías de PVC.

$$L_T = \text{Longitud terciaria} + \text{Longitud equivalente accesorios} = 56,25 + 20,66 = 76,91 \text{ m} \\ \approx 80 \text{ m}$$

$$h_{r \text{ lateral}} = (0,026 * 0,3936 * 80) + 5,88 = 6,69 \text{ m. c. a} \approx 6,7 \text{ m. c. a}$$

La presión en el origen de la terciaria es de:

$$H_o = 12 + 0,78 * 6,7 = 12,23 \text{ m. c. a} = 1,25 \text{ atm}$$

La tubería elegida nos sirve ya que su presión nominal es de 4 atm, inferior a los 1,25 atm que necesita la tubería.

2.3. Cálculo de secundaria.

Se instalará una tubería secundaria que abastecerá desde el cabezal de riego hasta la terciarias. Antes de la bifurcación de las terciarias se instalará una válvula de cierre por bola con un actuador eléctrico.

Longitud total equivalente de los accesorios de la secundaria son:

Accesorio	Nº de accesorios	Longitud equivalente por accesorio (m)	Longitud total (m)
Te	1	4,3	4,3
Té reducido 3/4	2	0,40	0,80
Válvula de cierre con bola	1	0,4	0,4
Total longitud equivalente			5,5

Para las tuberías secundarias utilizaremos tuberías de policloruro de vinilo (PVC). Utilizaremos una tubería normalizada de diámetro exterior 50 mm (diámetro interior 46,4 mm y 6 atm).

J toma un valor de 4 m.c.a/100m, o lo que es lo mismo, 0,04 m.c.a/m. Con un caudal de 9000 l/h, es decir, 9 m³/h, para una tubería de 63 mm de diámetro exterior, consultando la gráfica de pérdidas de carga en tuberías de PVC.

$$L_T = \text{Longitud secundaria} + \text{Longitud equivalente accesorios} = 46,41 + 5,5 = 51,91 \text{ m} \approx 52 \text{ m}$$

$$h_{r \text{ secundaria}} = 52 * 0,04 = 2,08 \text{ m. c. a}$$

La presión en el origen de la secundaria es de:

$$H_o = 34 + 0,78 * 2,08 = 35,62 \text{ m. c. a} \approx 36 \text{ m. c. a} = 3,48 \text{ atm}$$

La tubería elegida nos sirve ya que su presión nominal es de 6 atm, inferior a las 3,48 atm que necesita la tubería.

2.4. Cabezal de riego.

Elementos que componen el cabezal:

ELEMENTOS	PERDIDAS POR UNIDAD (m.c.a)	PERDIDAS TOTALES (m.c.a)
2 Filtro de arena	2	4
Filtro de malla	2	2
4 Válvulas de cierre con actuador	0,01	0,04
Válvulas antirretorno	0,3	0,3
Reductor de presión	7,15	7,15
6 T inyección de fertilizante	0,3	1,8
Otras pérdidas	3	3
TOTAL		16,3

La presión a la entrada del cabezal será la suma de la presión necesaria a la salida del cabezal y las pérdidas de carga que componen el cabezal.

$$H_{\text{cabezal}} = 36 + 16,8 = 52,8 \text{ m. c. a}$$

A esta presión se le deberá añadir un factor de seguridad (10%) y una presión extra para evitar posibles deterioros en los emisores (15%). Así, la presión necesaria en el origen del cabezal será:

$$\text{Presión extra factor de seguridad} = 52,8 * 0,1 = 5,28 \text{ m. c. a}$$

$$\text{Presión extra prevenir fallos} = 52,8 * 0,15 = 7,92 \text{ m. c. a}$$

$$\begin{aligned} \text{Presión final en origen del cabezal} &= 52,8 + 5,25 + 7,92 = \\ &= 66 \text{ m. c. a} = 6,38 \text{ atm} \end{aligned}$$

Para las conexiones dentro del cabezal se utilizarán tuberías de PVC de 63 mm de diámetro exterior (57 de diámetro interior y una presión nominal de 10 atm).



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Anexo 3: Código KOP para automatización del riego.

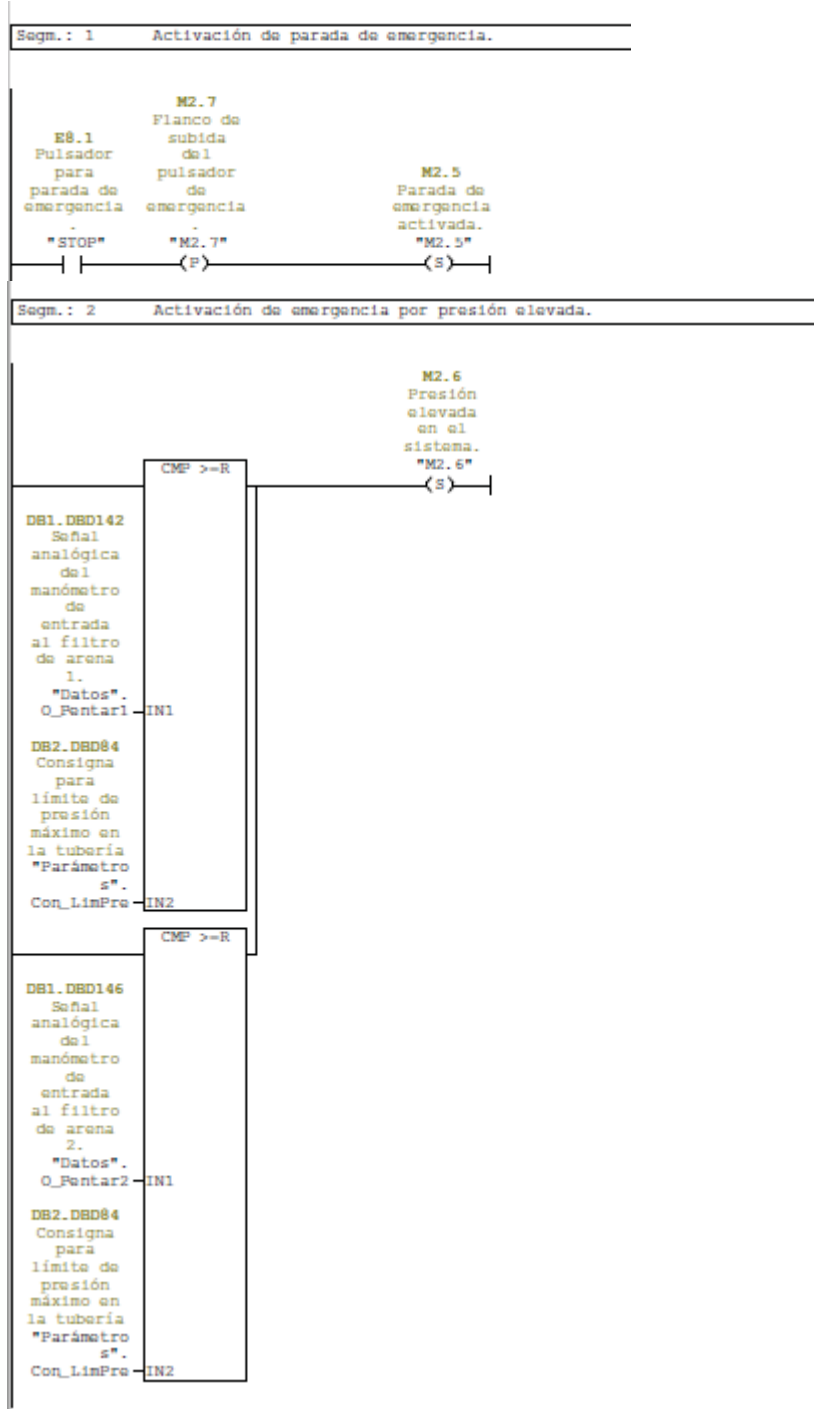
Índice Anexo 3: Código KOP para automatización de riego

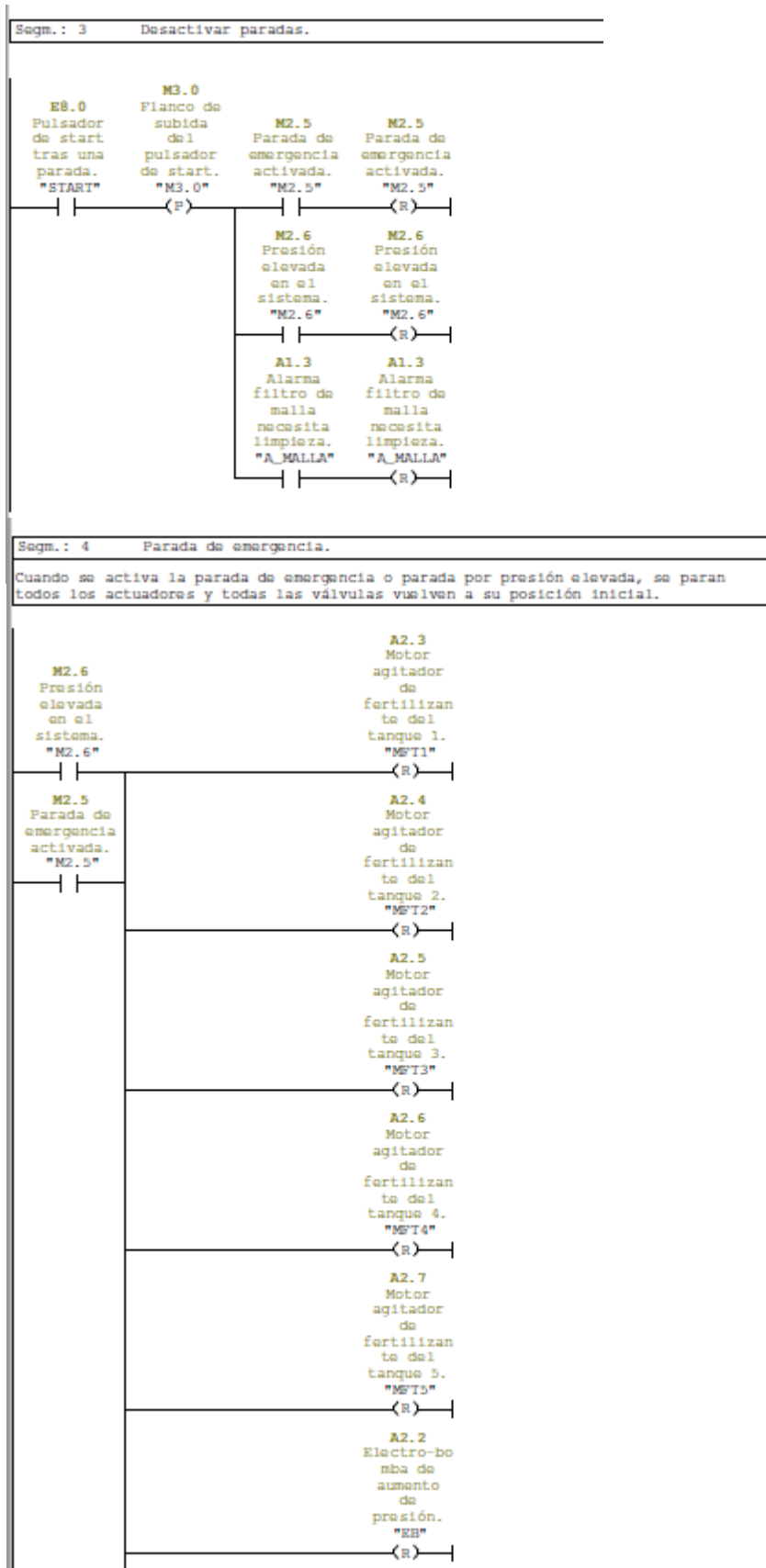
1.	OB1.....	1
2.	FC1.....	19
3.	Subrutina FC2.....	63
4.	Subrutina FC3.....	75
5.	Subrutina FC4.....	99
6.	Bloque de datos DB1.....	104
7.	Bloque de datos DB2.....	106
8.	Símbolos del sistema de automatización.....	107

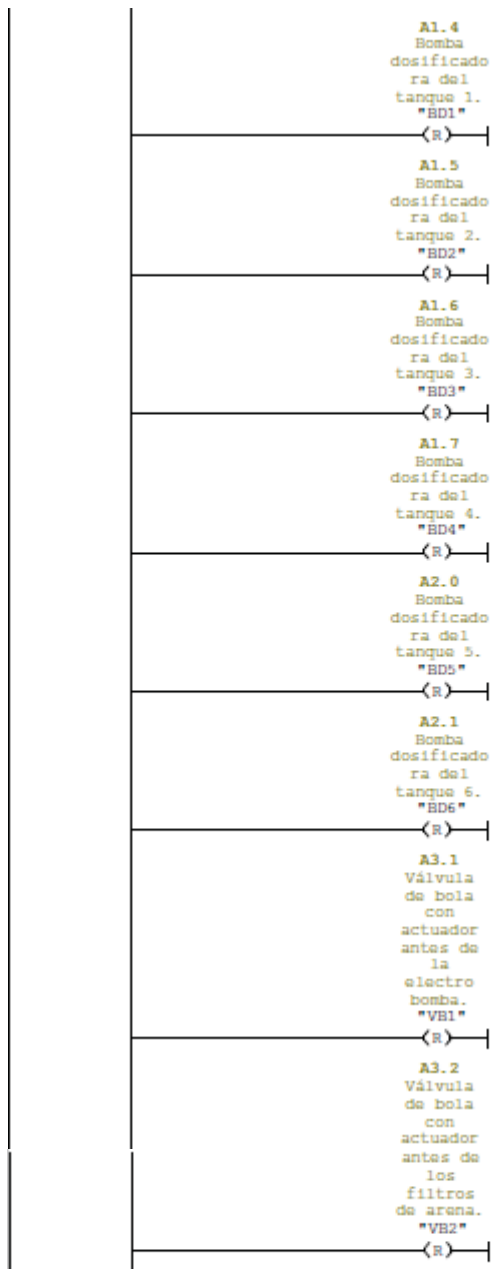
Si bien el código en KOP no pudo ser probado en una planta real, este si fue compilado y simulado mediante el programa de simulación PLCSIM.

1. OB1.

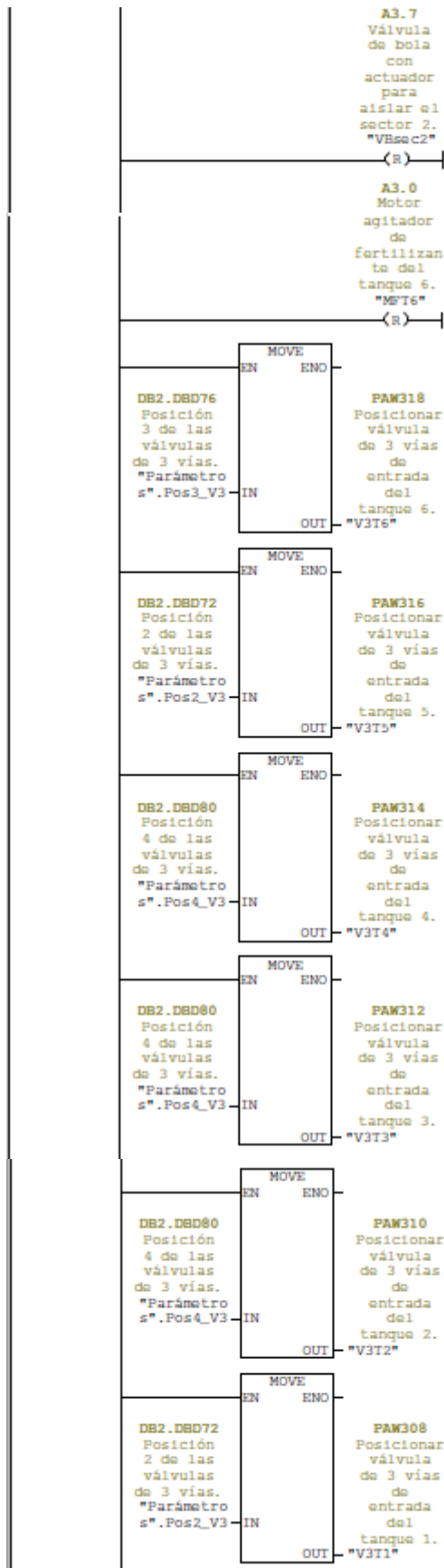
El bloque OB1, es el bloque de ejecución principal, este se ejecuta de forma cíclica. En él se insertan las diferentes rutinas que serán ejecutadas.

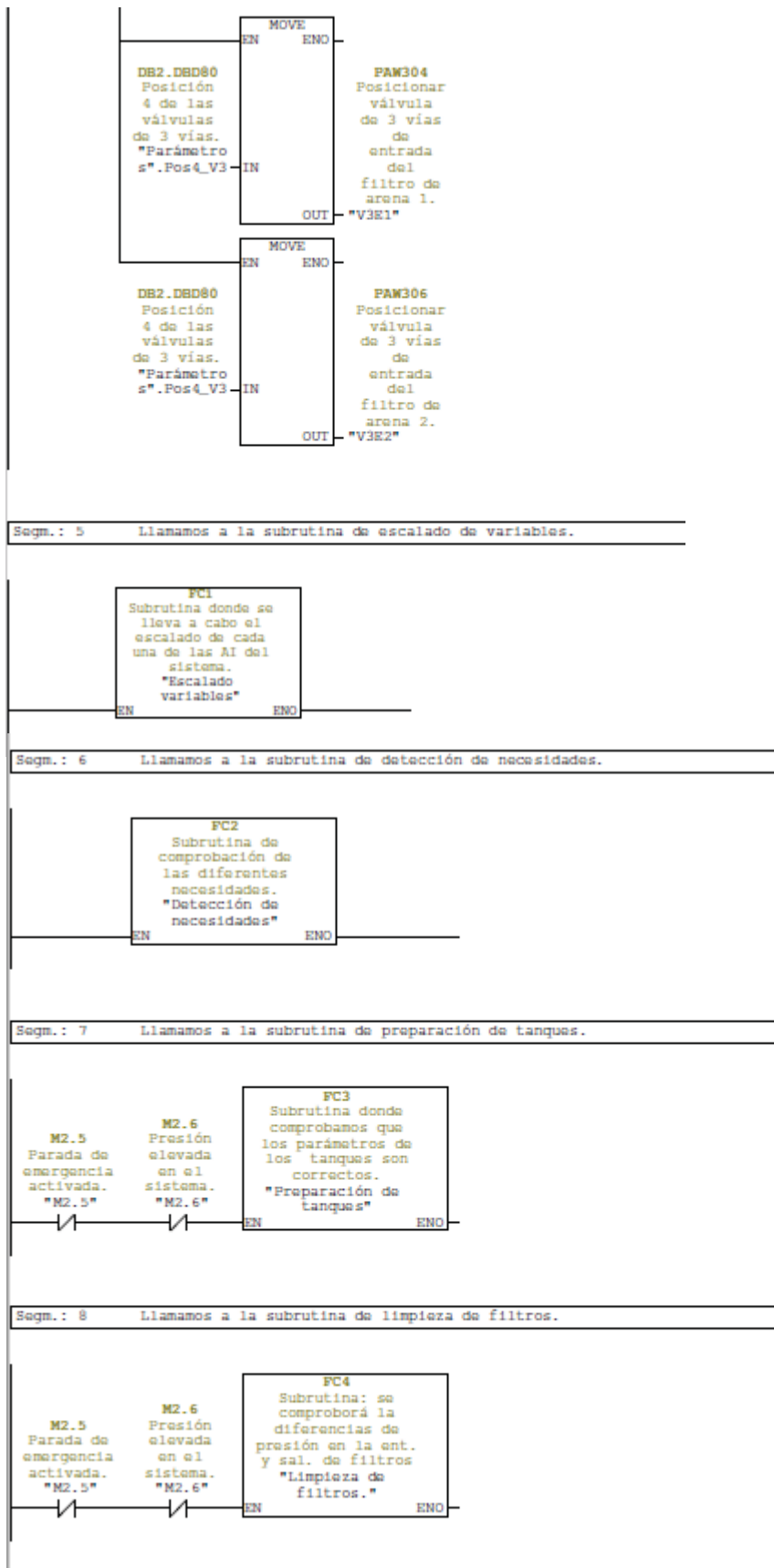


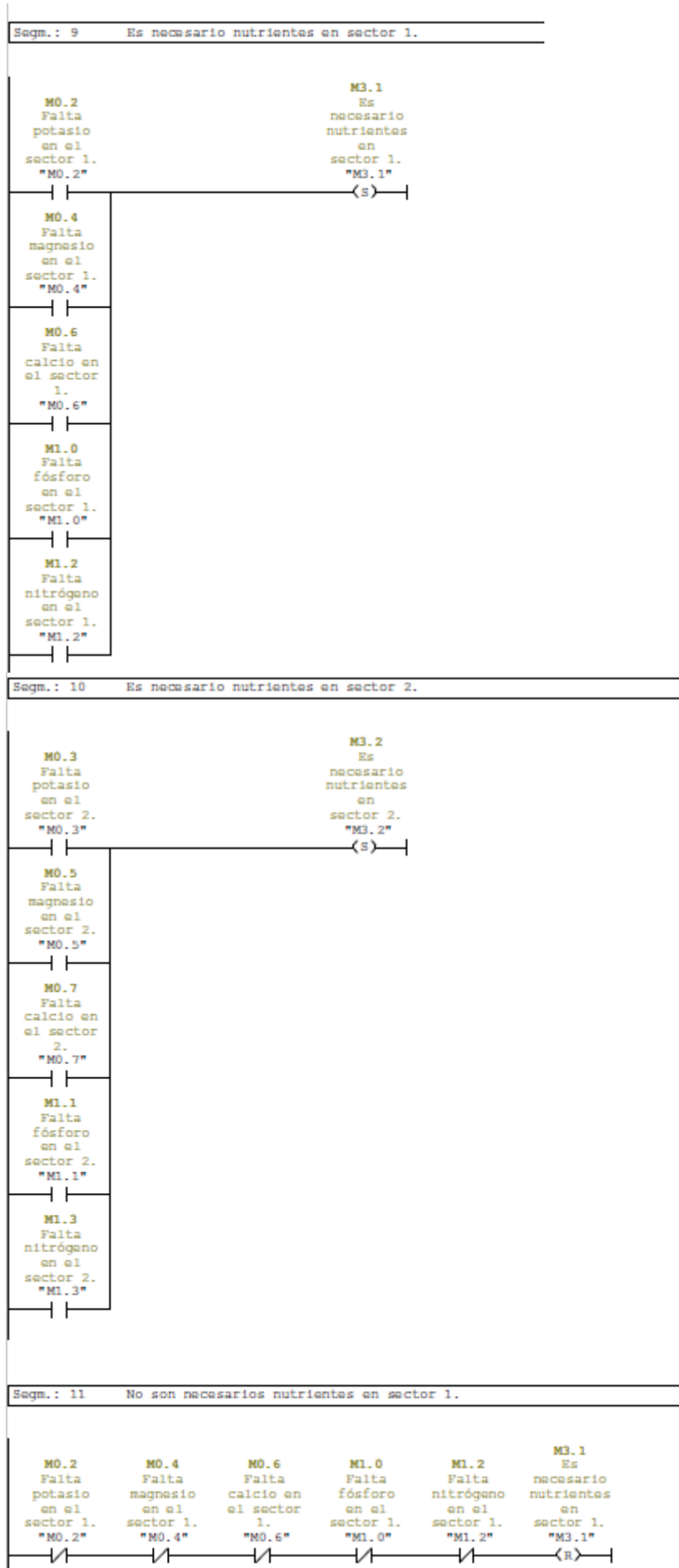


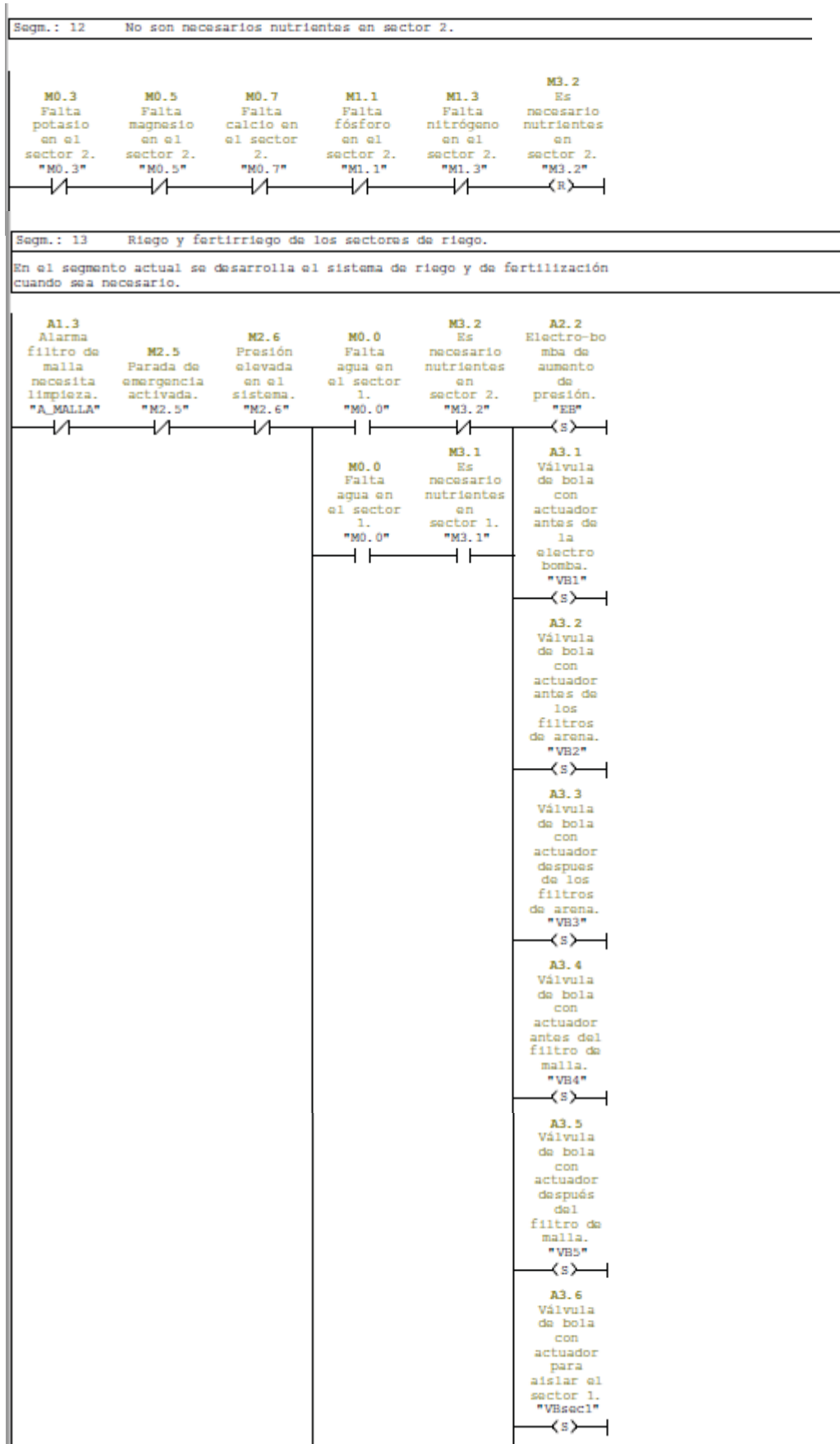


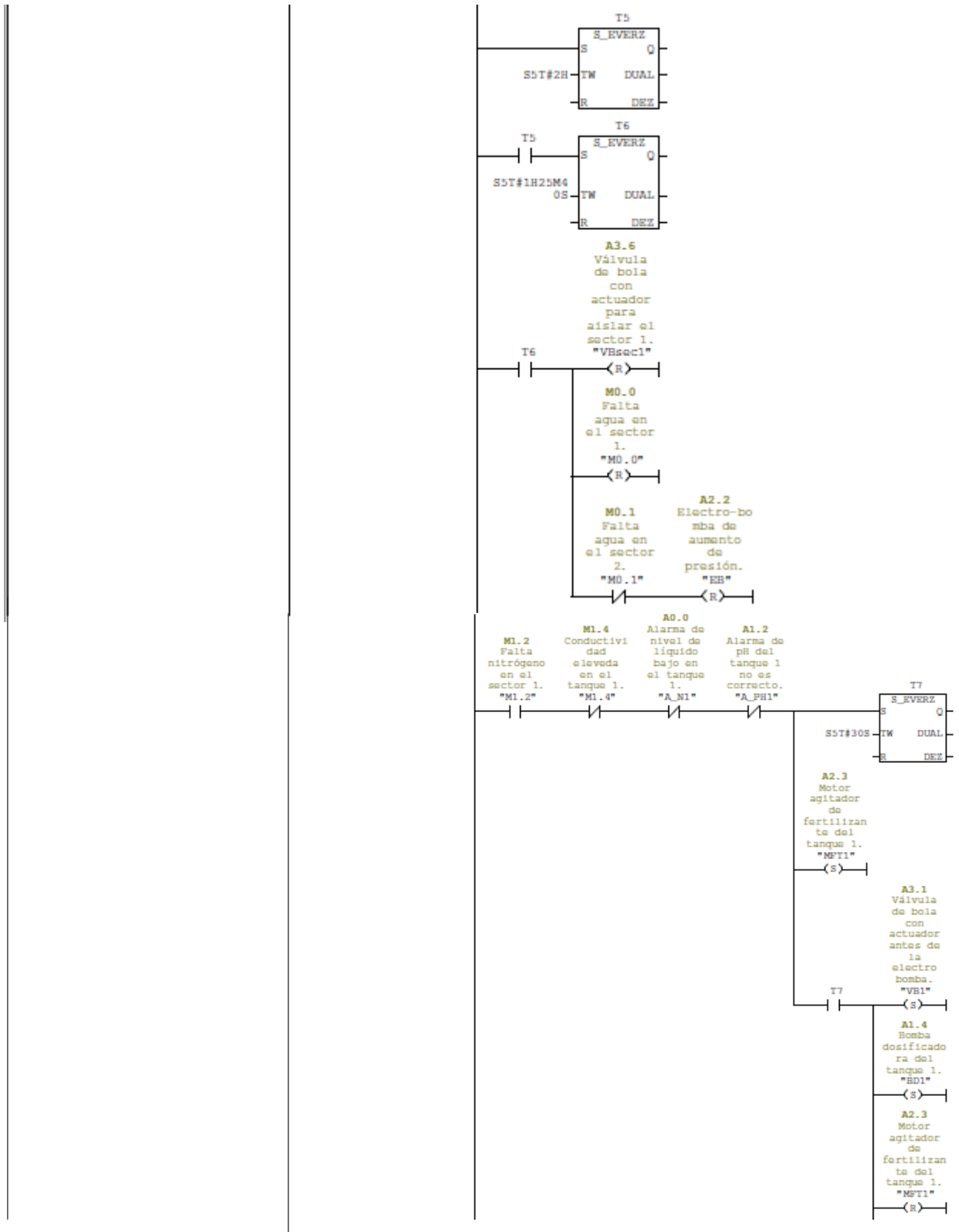
	<p>A3.3 Válvula de bola con actuador después de los filtros de arena. "VB3" (R)</p>
	<p>A3.4 Válvula de bola con actuador antes del filtro de malla. "VB4" (R)</p>
	<p>A3.5 Válvula de bola con actuador después del filtro de malla. "VB5" (R)</p>
	<p>A4.0 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 1. "VBT1" (R)</p>
	<p>A4.1 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 2. "VBT2" (R)</p>
	<p>A4.2 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 3. "VBT3" (R)</p>
	<p>A4.3 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 4. "VBT4" (R)</p>
	<p>A4.4 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 5. "VBT5" (R)</p>
	<p>A4.5 Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 6. "VBT6" (R)</p>
	<p>A3.6 Válvula de bola con actuador para aislar el sector 1. "VBsecl" (R)</p>

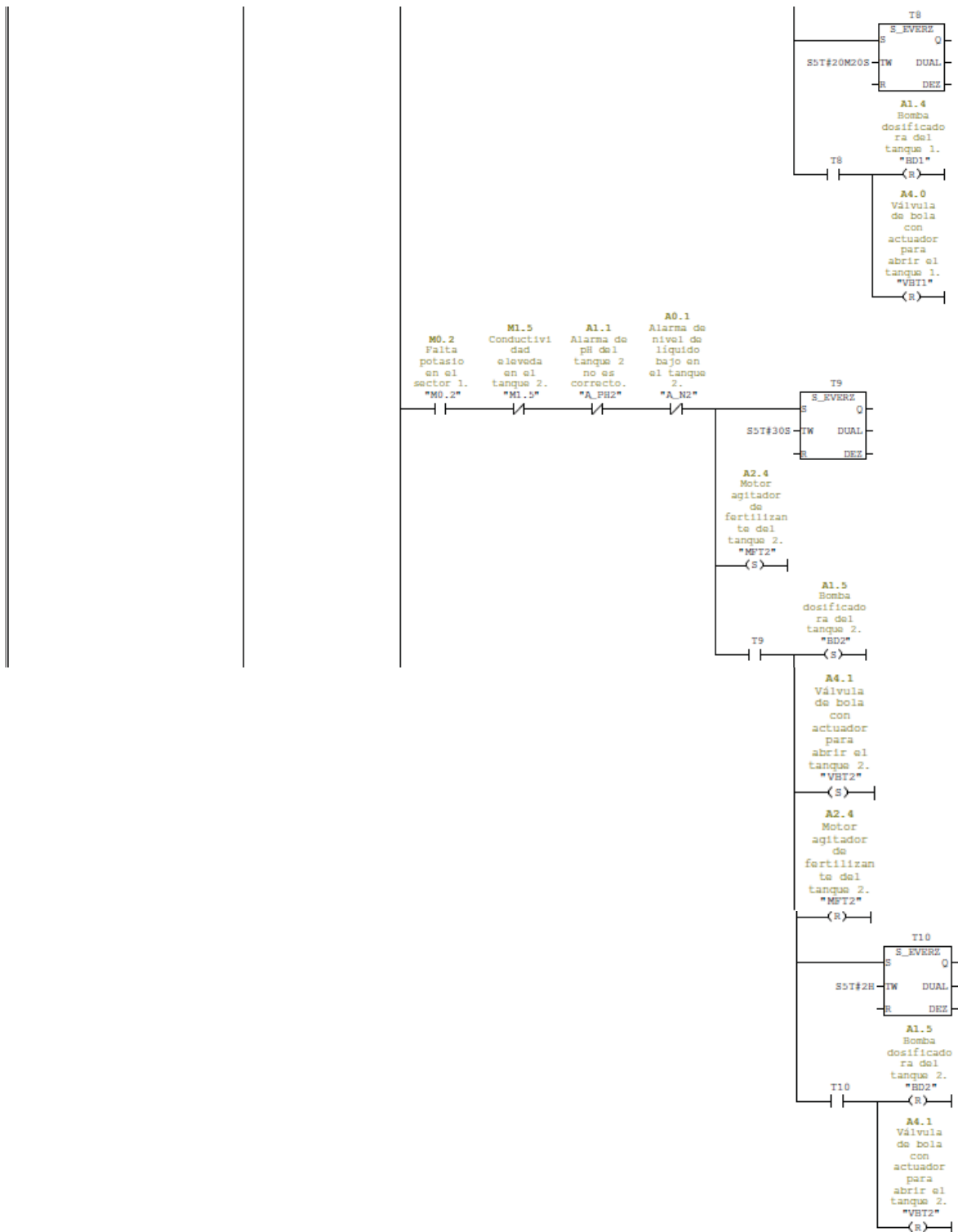


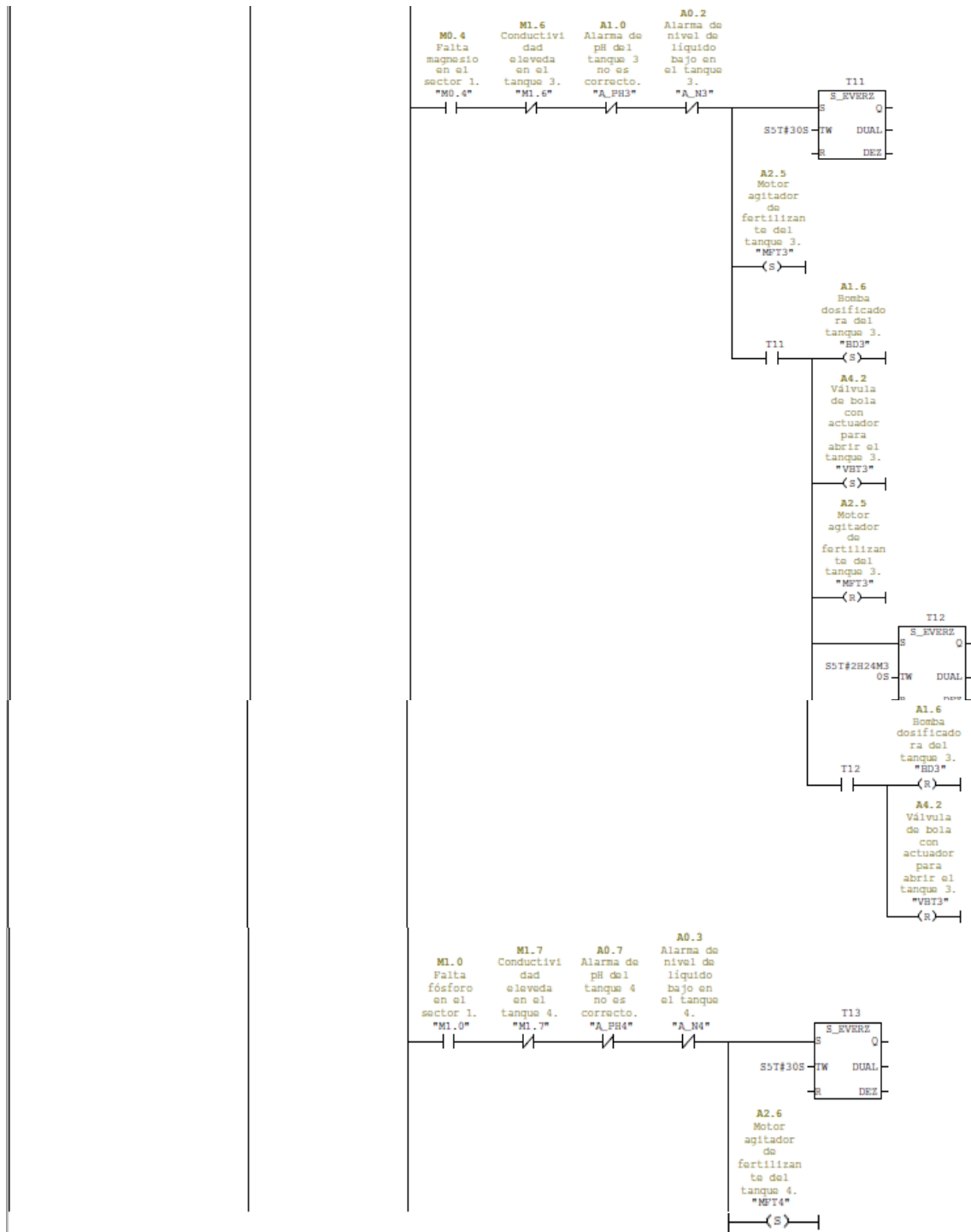


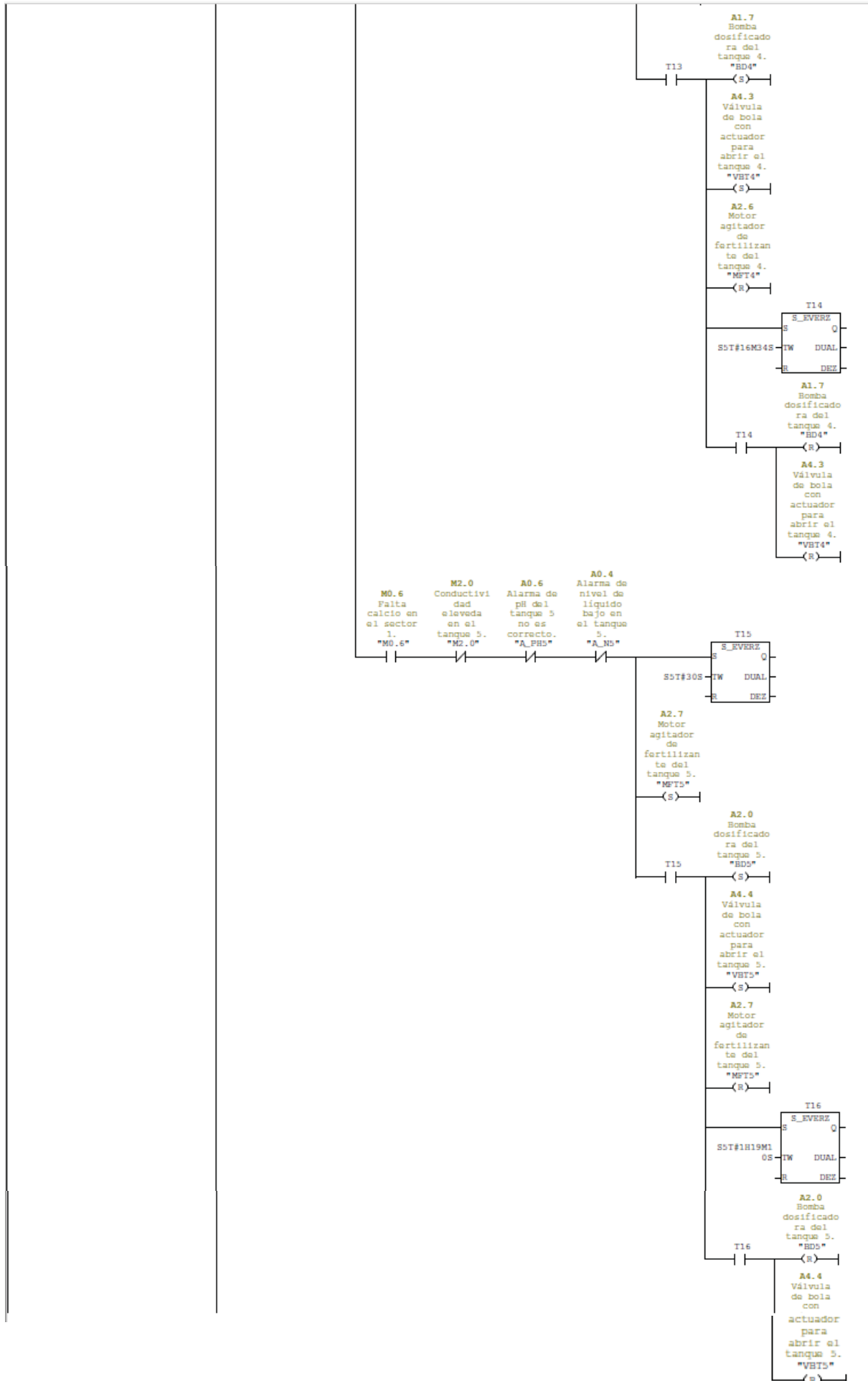


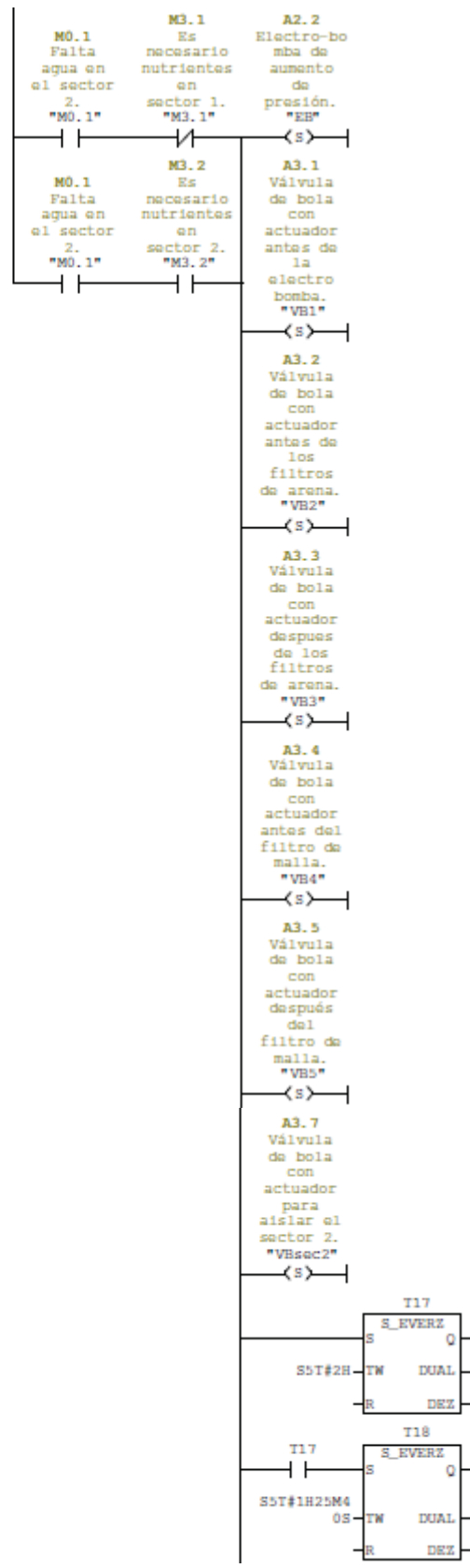


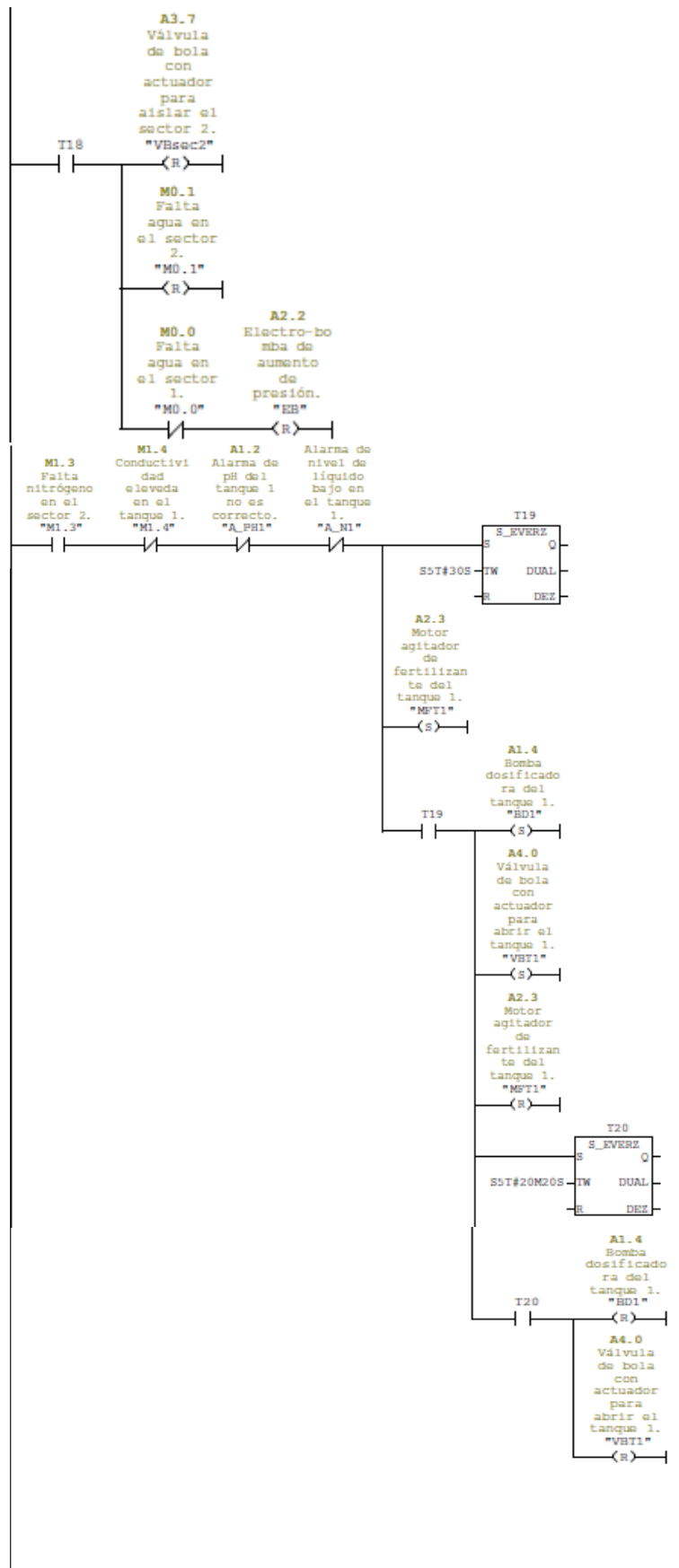


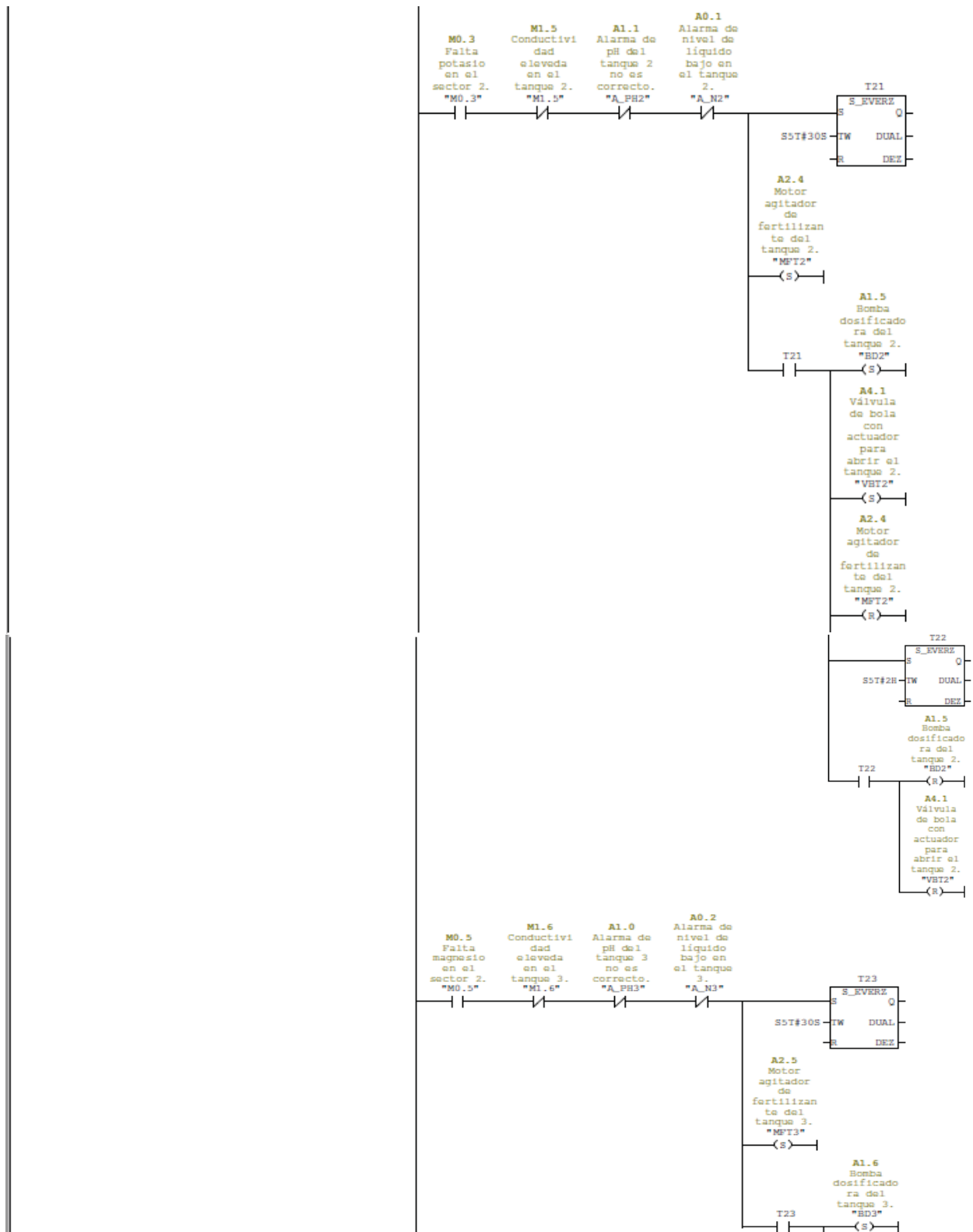


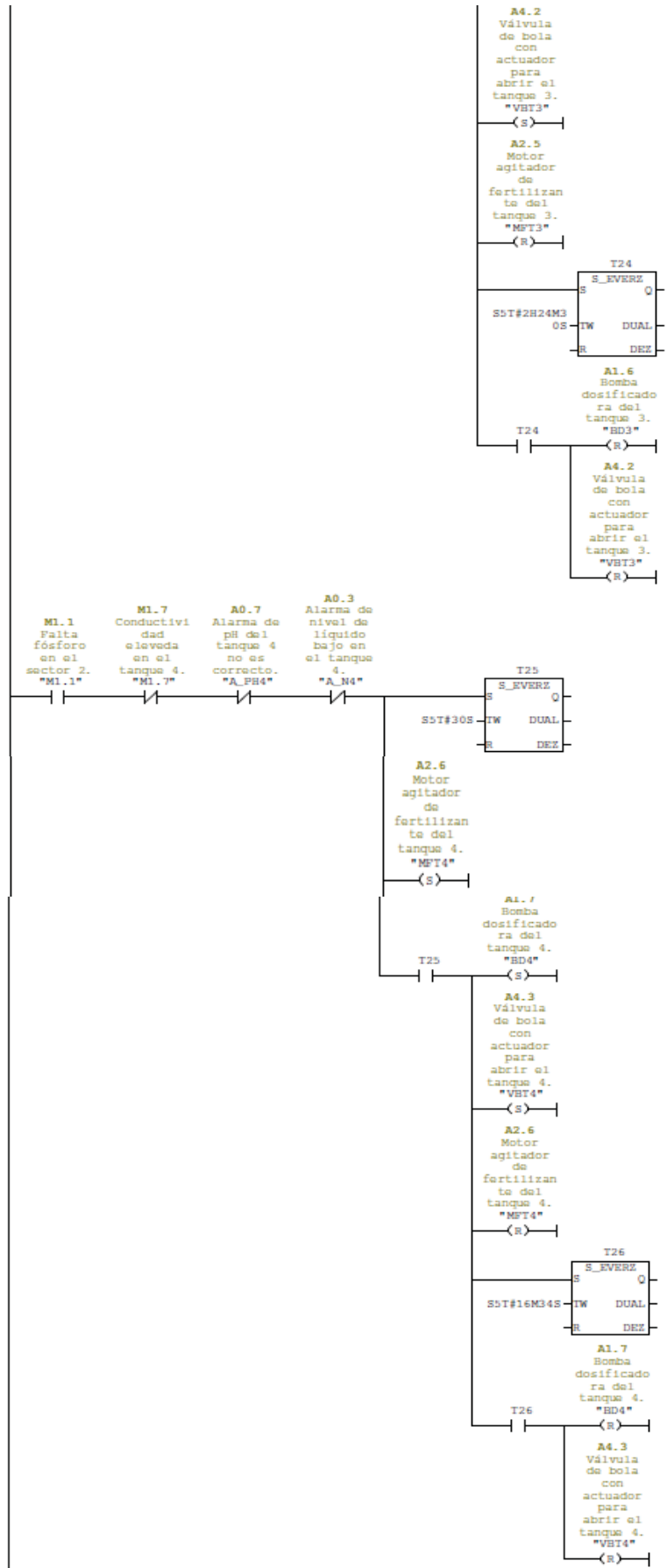


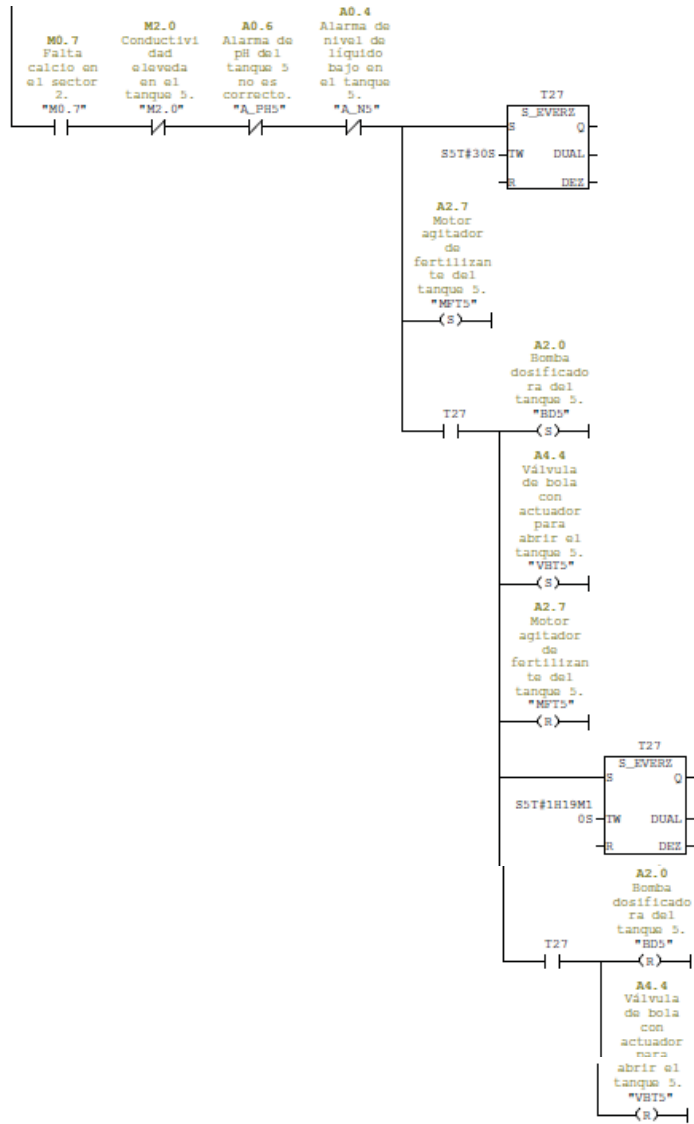


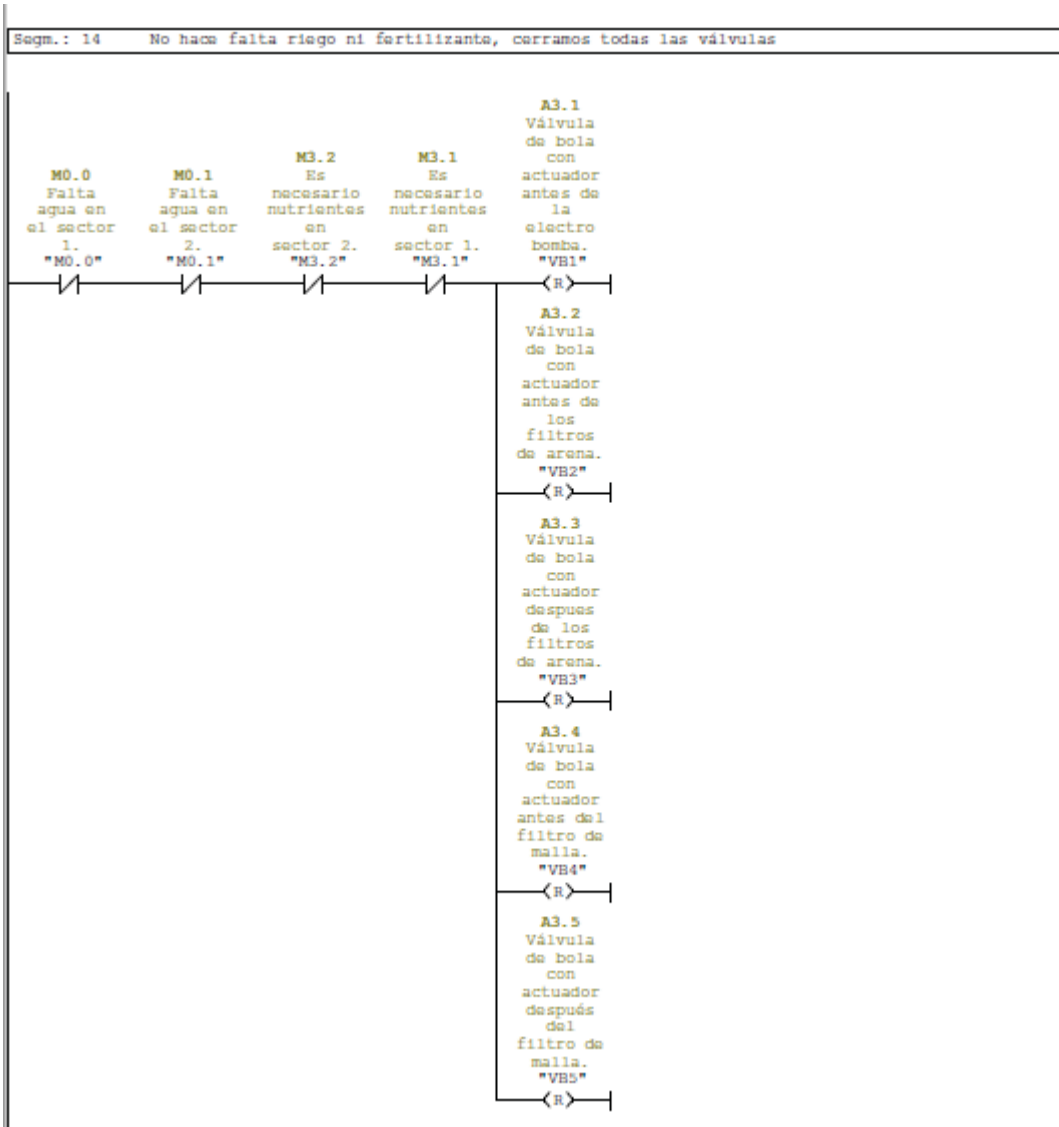








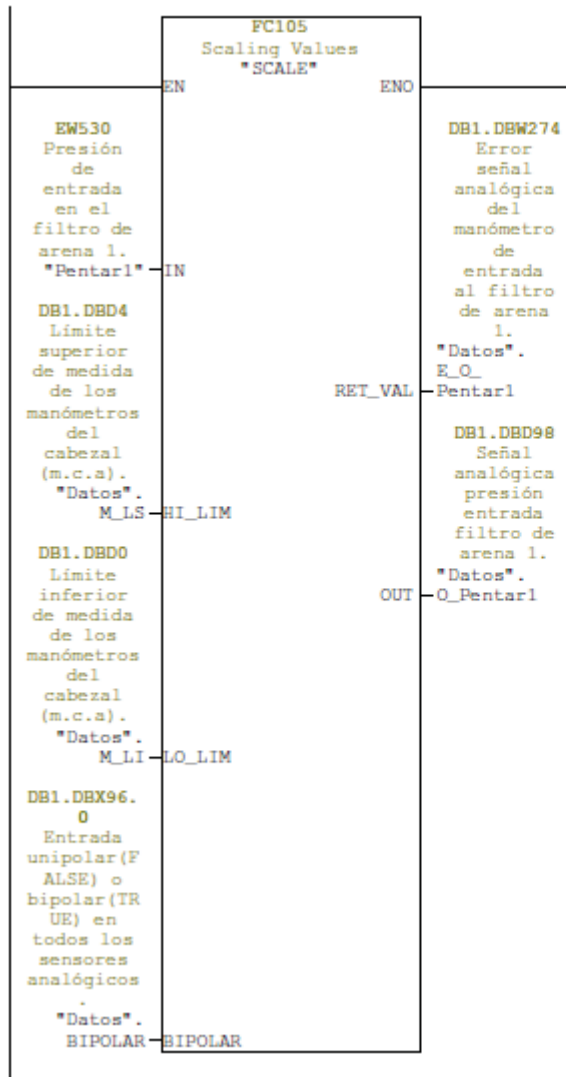




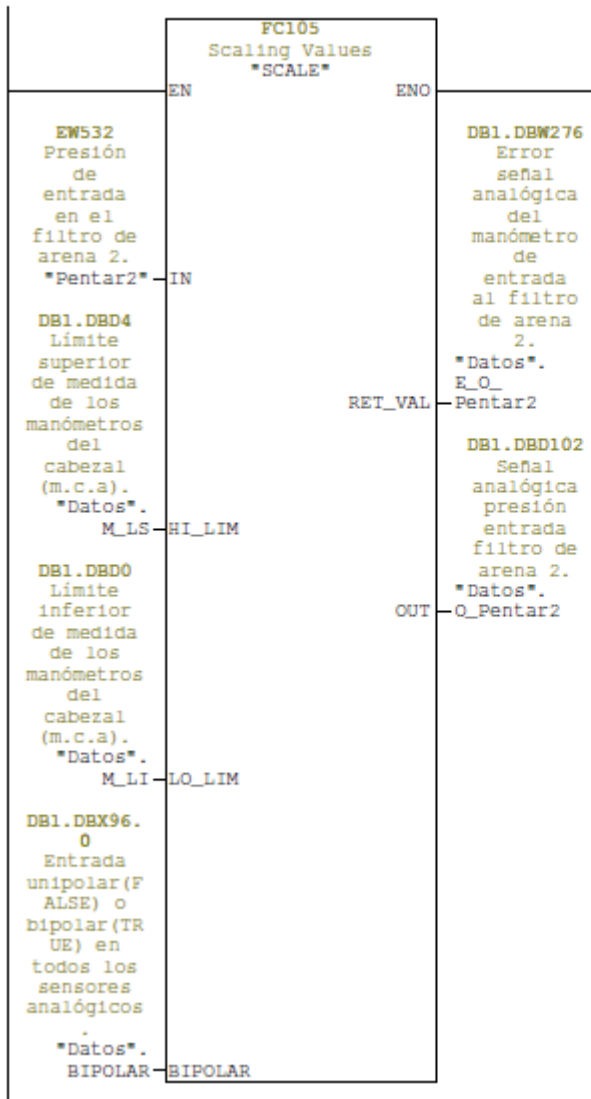
2. FC1.

La FC1, es una subrutina donde se lleva a cabo la conversión de 4-20 mA al rango de medida de los diferentes sensores.

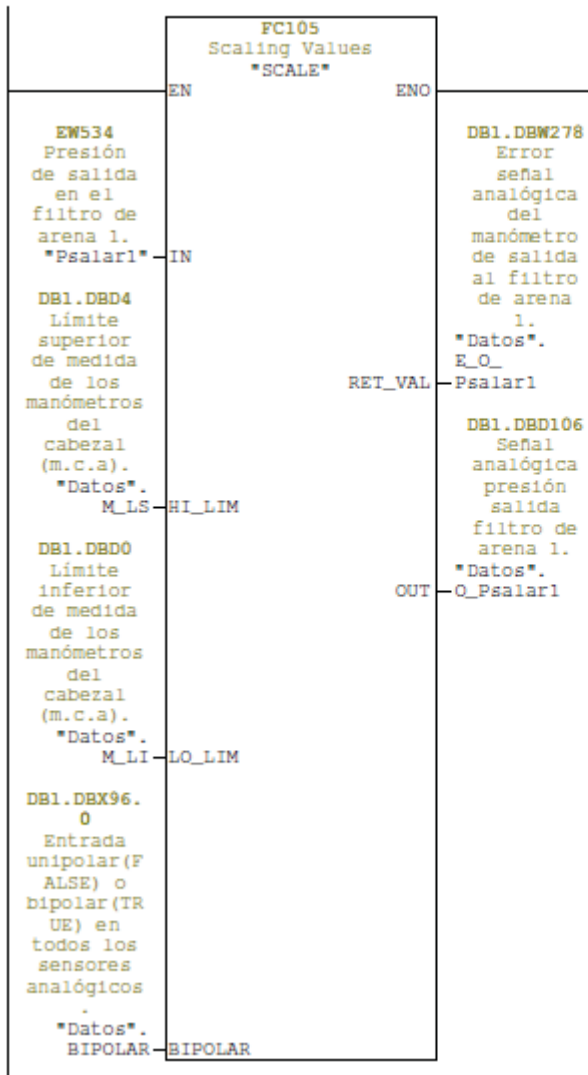
Segm.: 1 ESCALADO MANÓMETRO DE ENTRADA DEL FILTRO DE ARENA 1



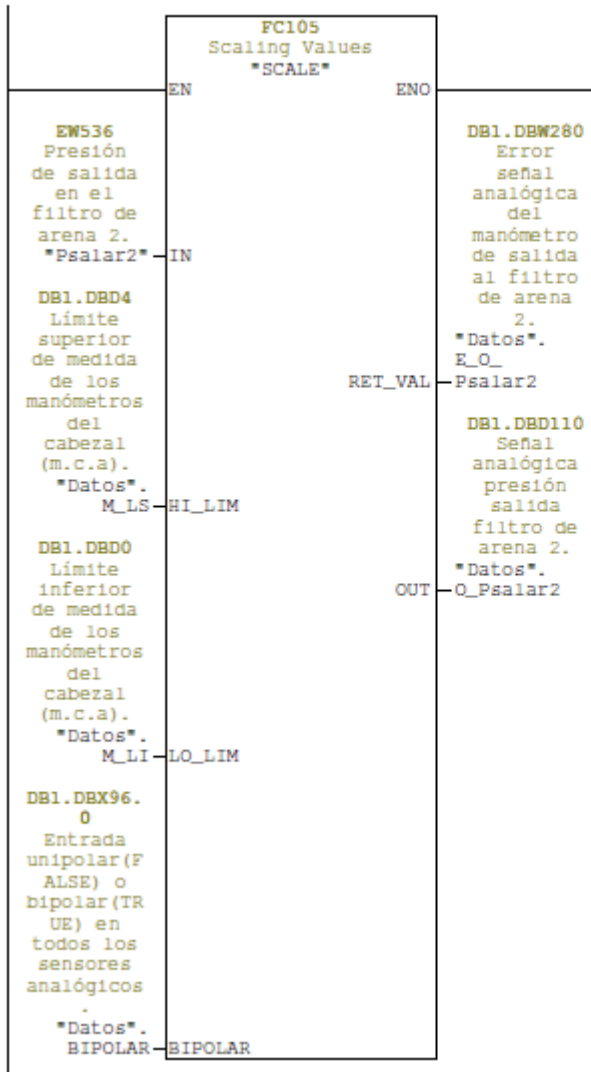
Segm.: 2 ESCALADO MANÓMETRO DE ENTRADA DEL FILTRO DE ARENA 2



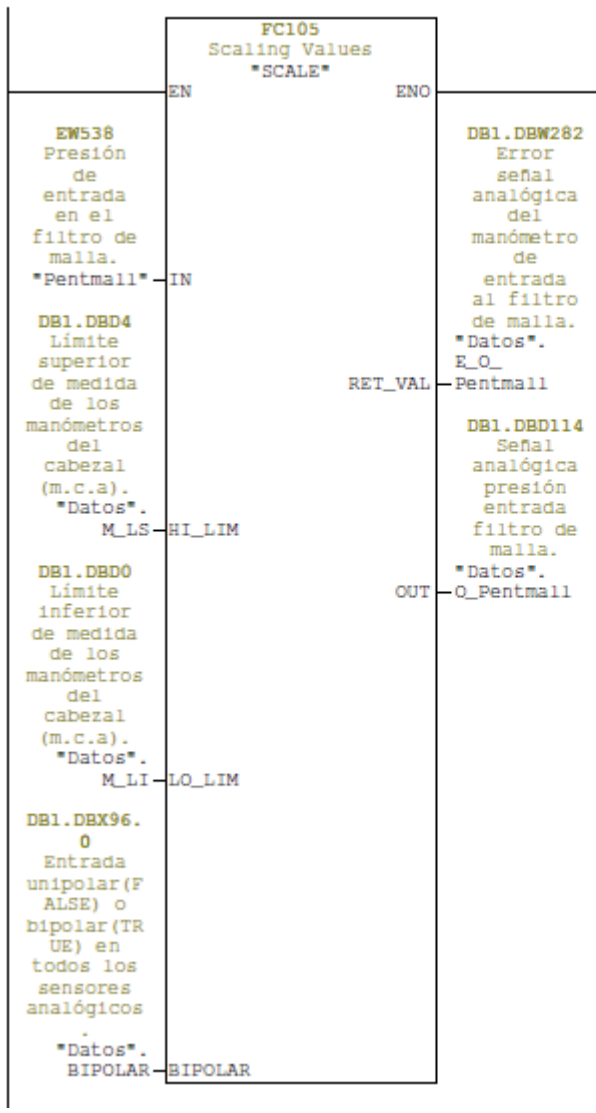
Segm.: 3 ESCALADO MANÓMETRO DE SALIDA DEL FILTRO DE ARENA 1



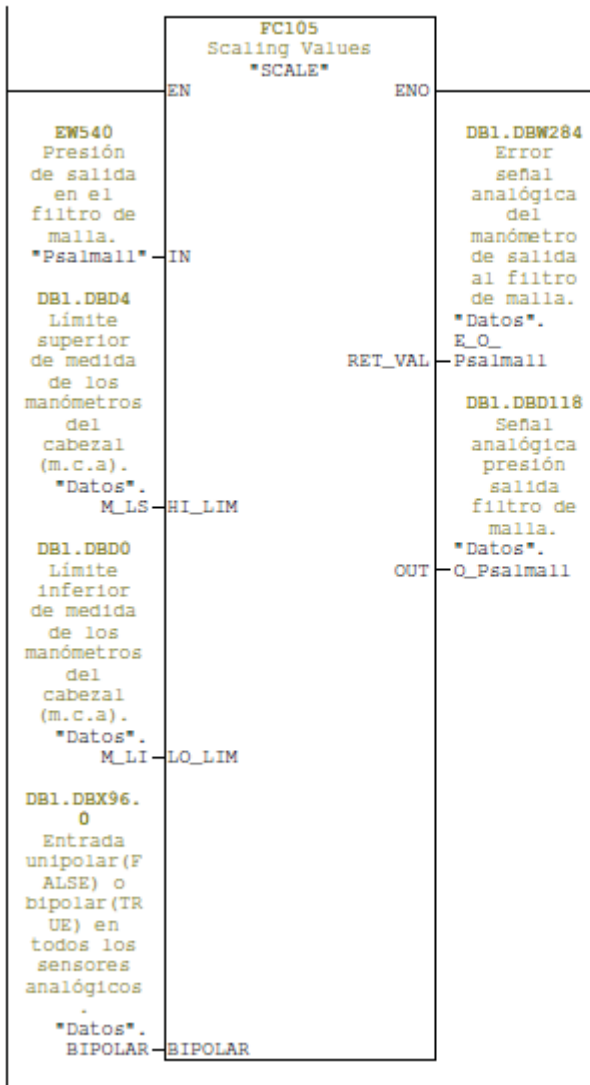
Segm.: 4 ESCALADO MANÓMETRO DE SALIDA DEL FILTRO DE ARENA 2



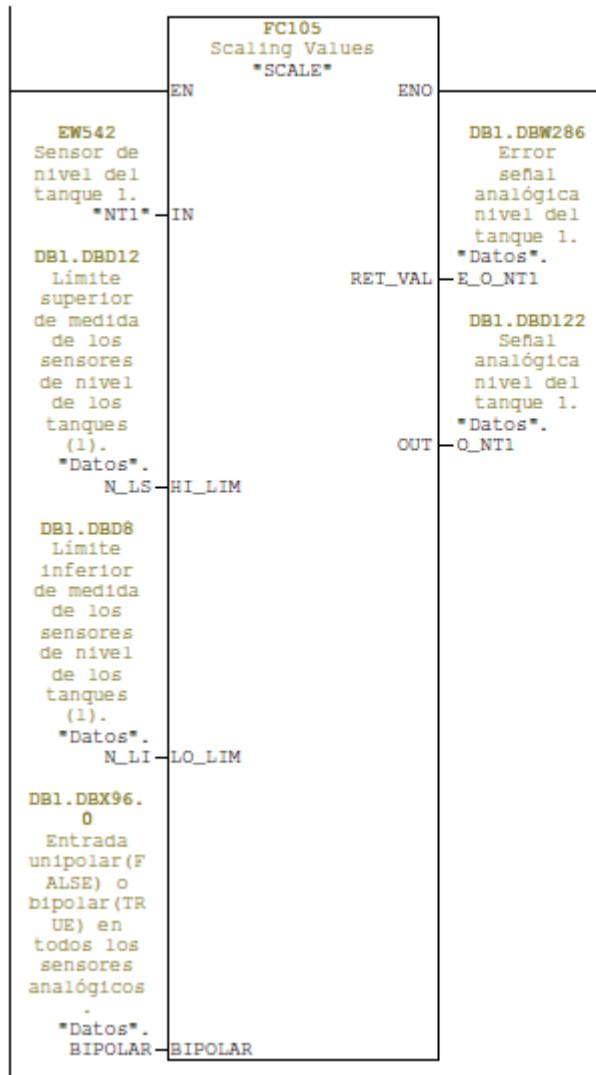
Segm.: 5 ESCALADO MANÓMETRO DE ENTRADA DEL FILTRO DE MALLA



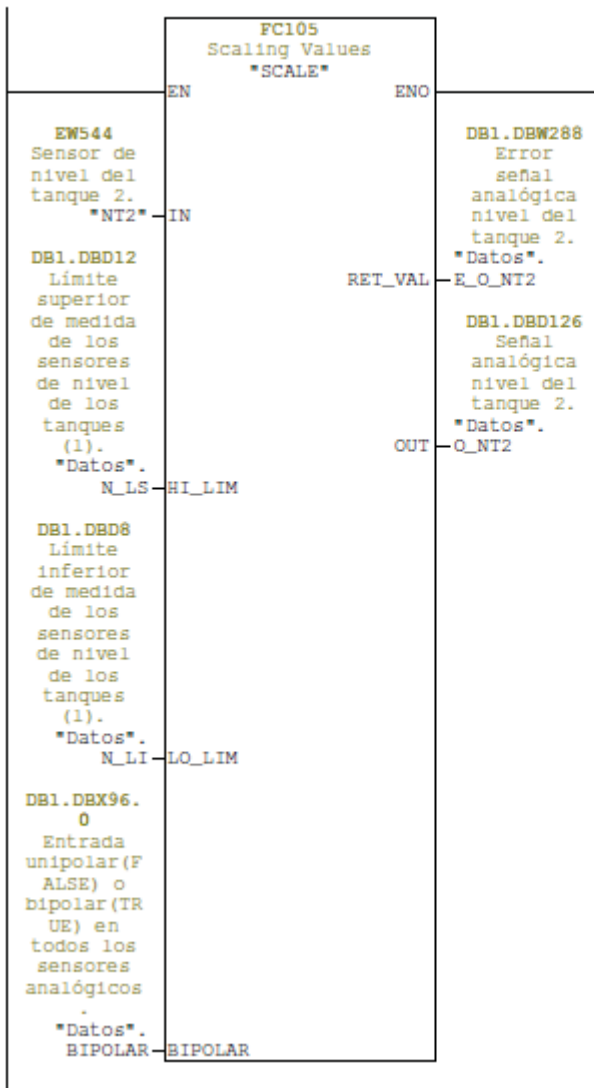
Segm.: 6 ESCALADO MANÓMETRO DE SALIDA DEL FILTRO DE MALLA



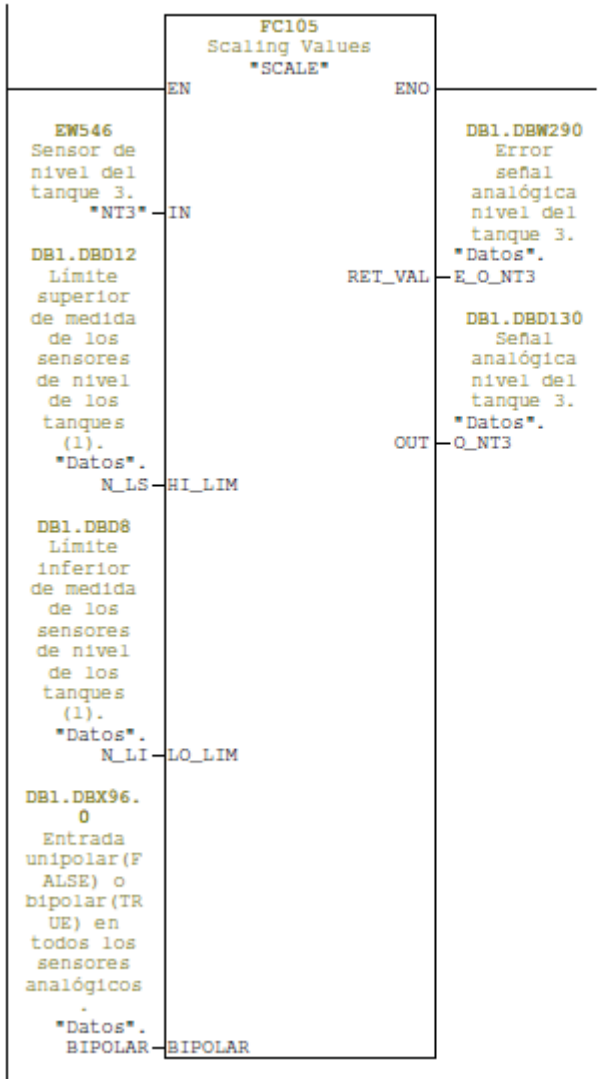
Segm.: 7 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 1



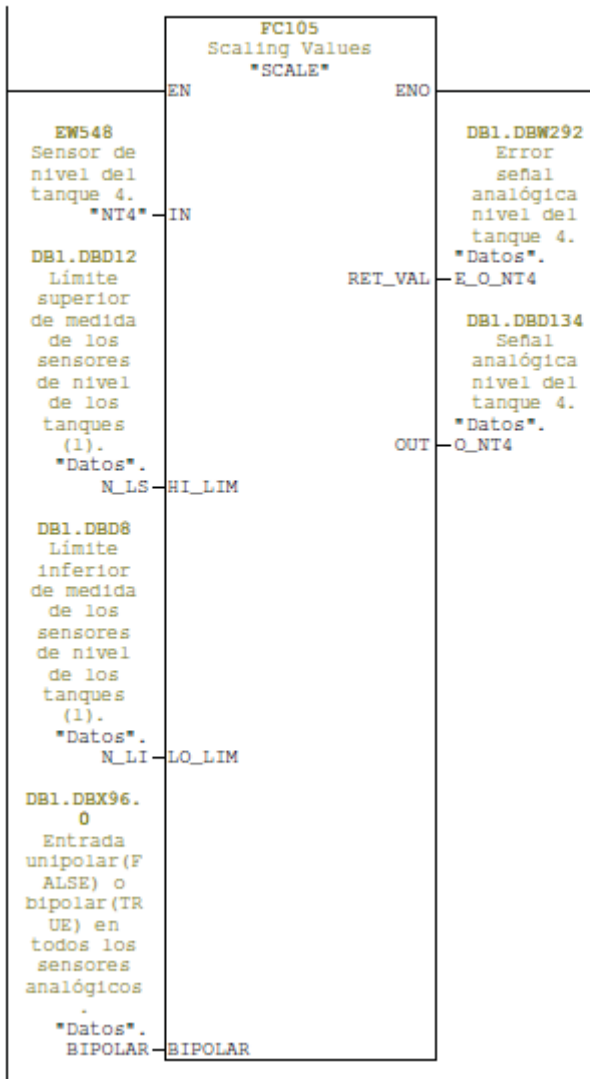
Segm.: 8 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 2



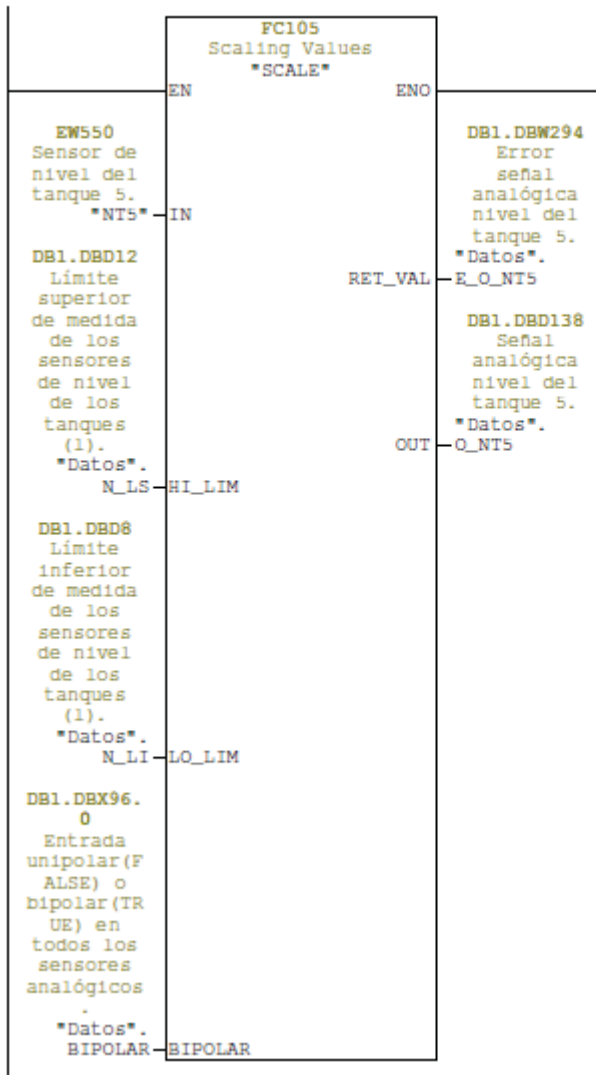
Segm.: 9 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 3



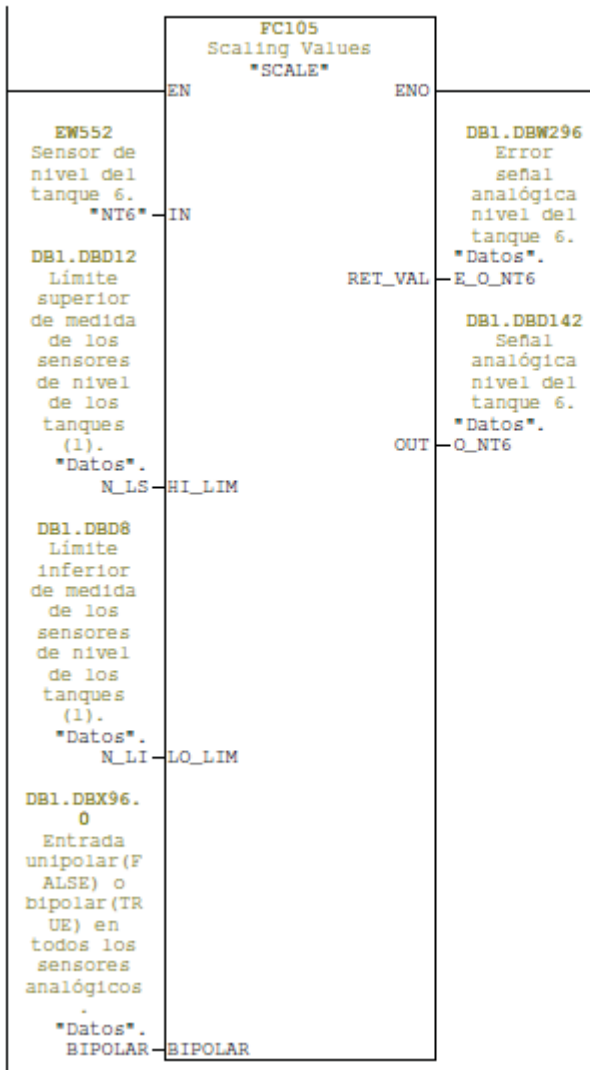
Segm.: 10 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 4



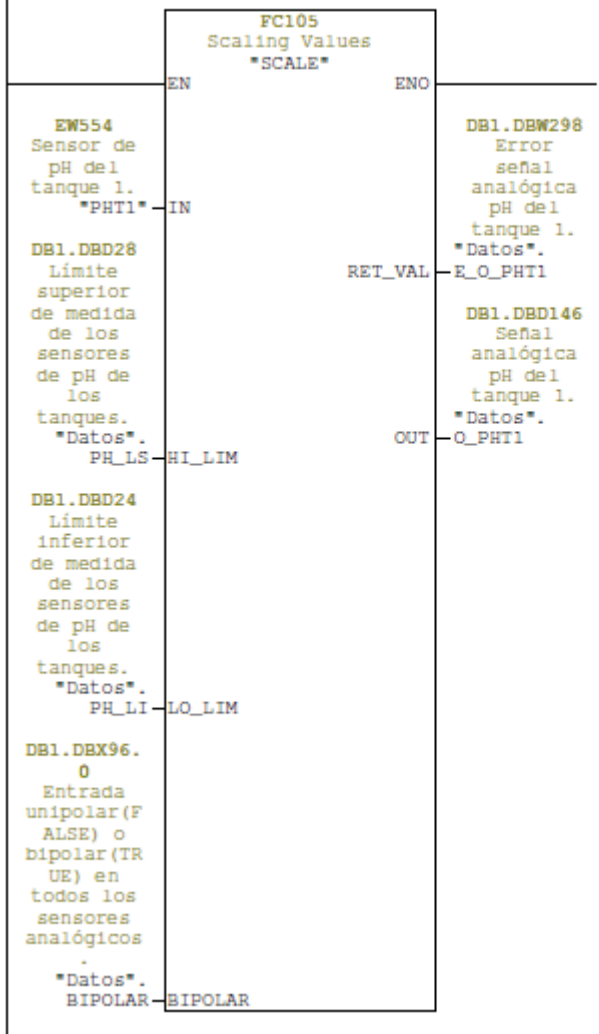
Segm.: 11 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 5



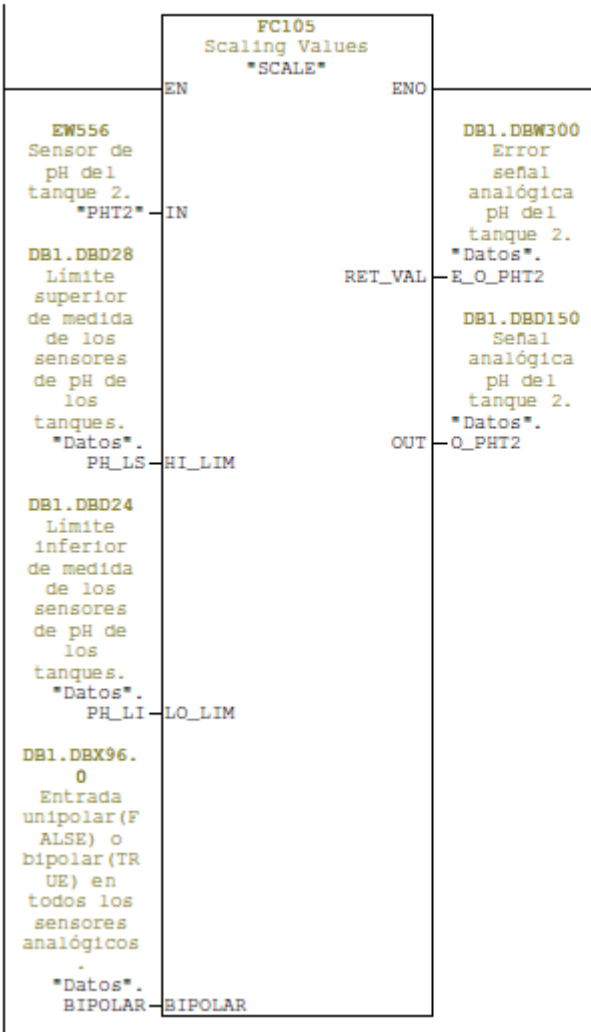
Seqm.: 12 ESCALADO DEL SENSOR DE NIVEL DEL TANQUE 6



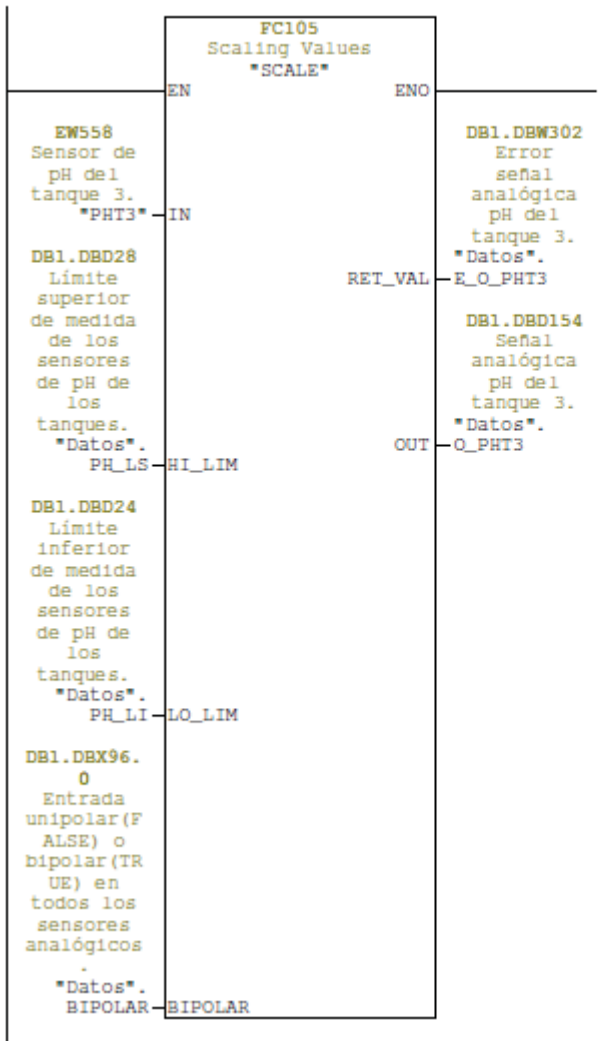
Segm.: 13 ESCALADO DEL SENSOR DE pH DEL TANQUE 1



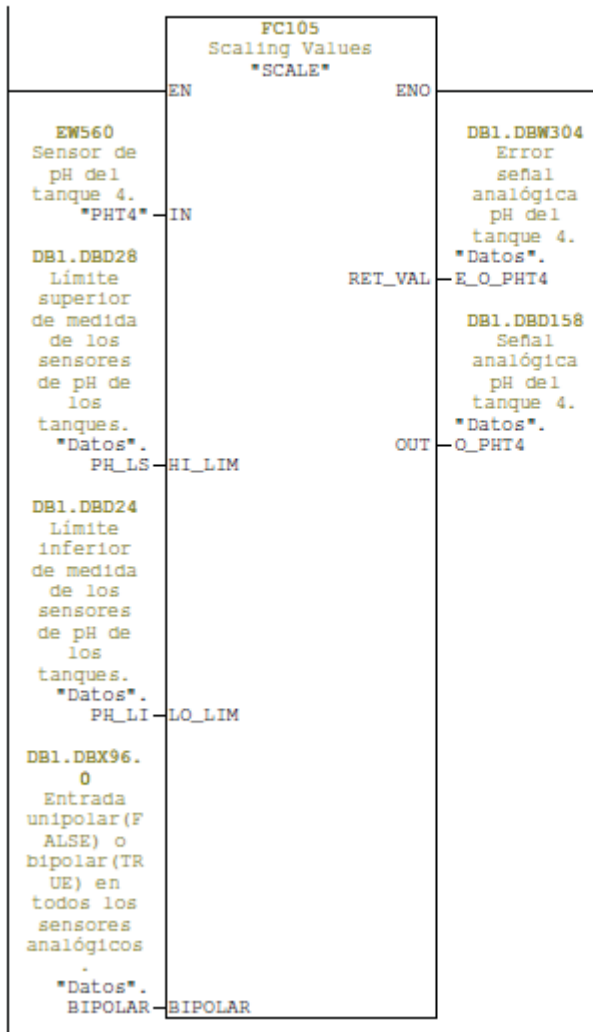
Seqm.: 14 ESCALADO DEL SENSOR DE pH DEL TANQUE 2



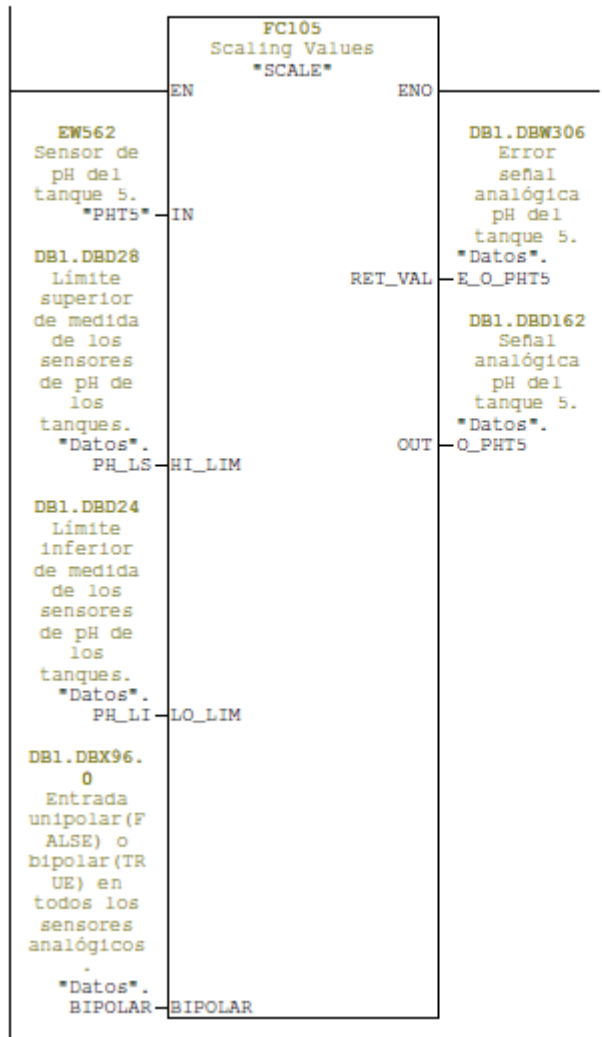
Segm.: 15 ESCALADO DEL SENSOR DE pH DEL TANQUE 3



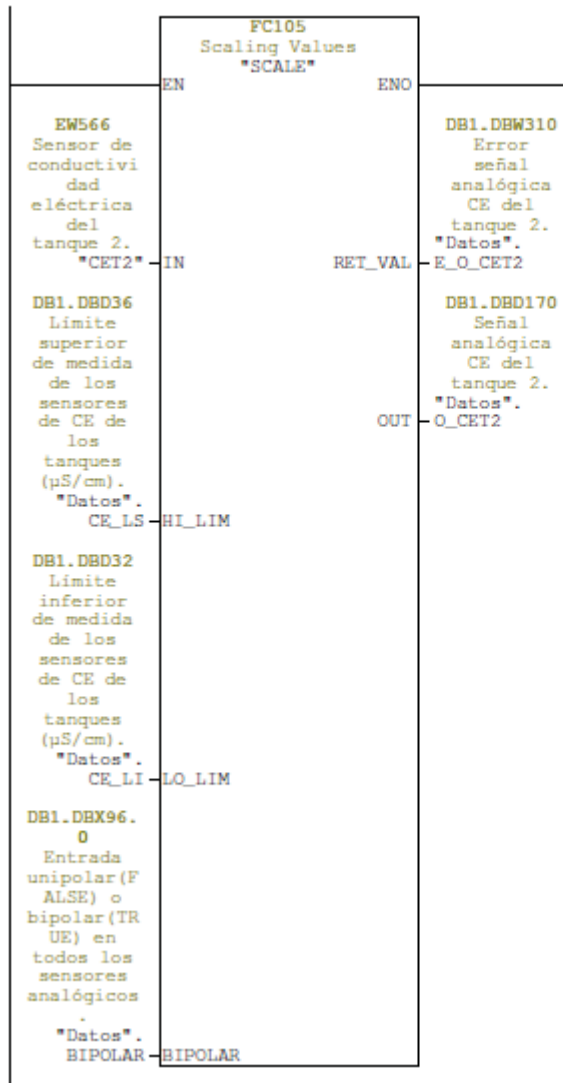
Segm.: 16 ESCALADO DEL SENSOR DE pH DEL TANQUE 4



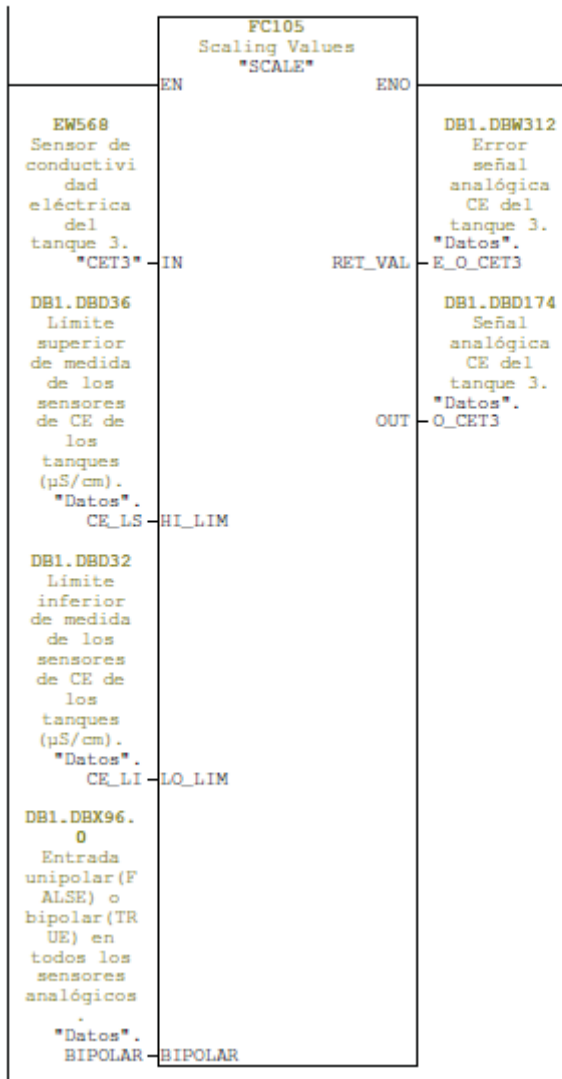
Segm.: 17 ESCALADO DEL SENSOR DE pH DEL TANQUE 5



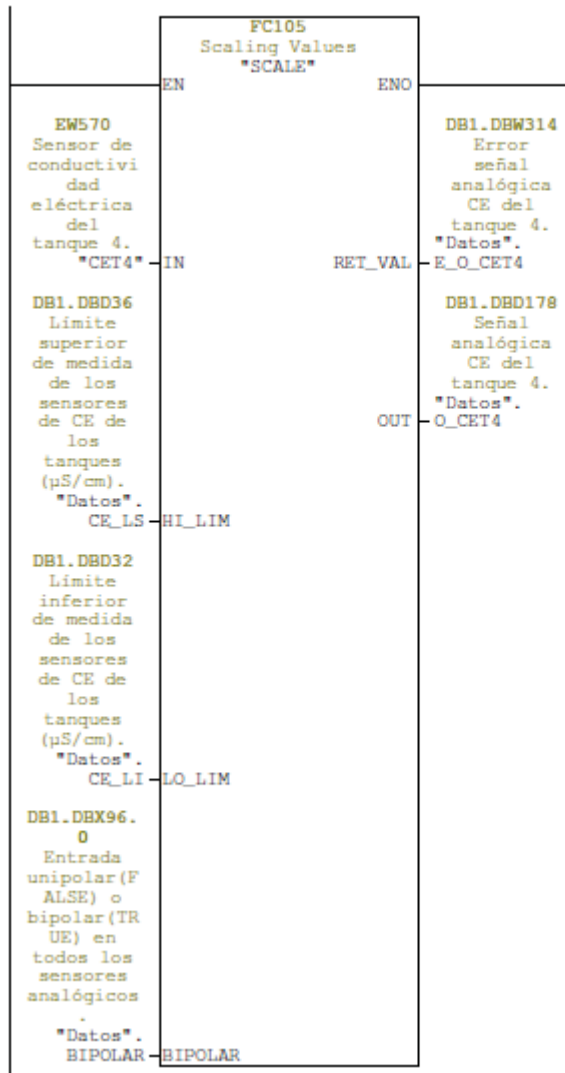
Segm.: 19 ESCALADO DEL SENSOR DE CE DEL TANQUE 2



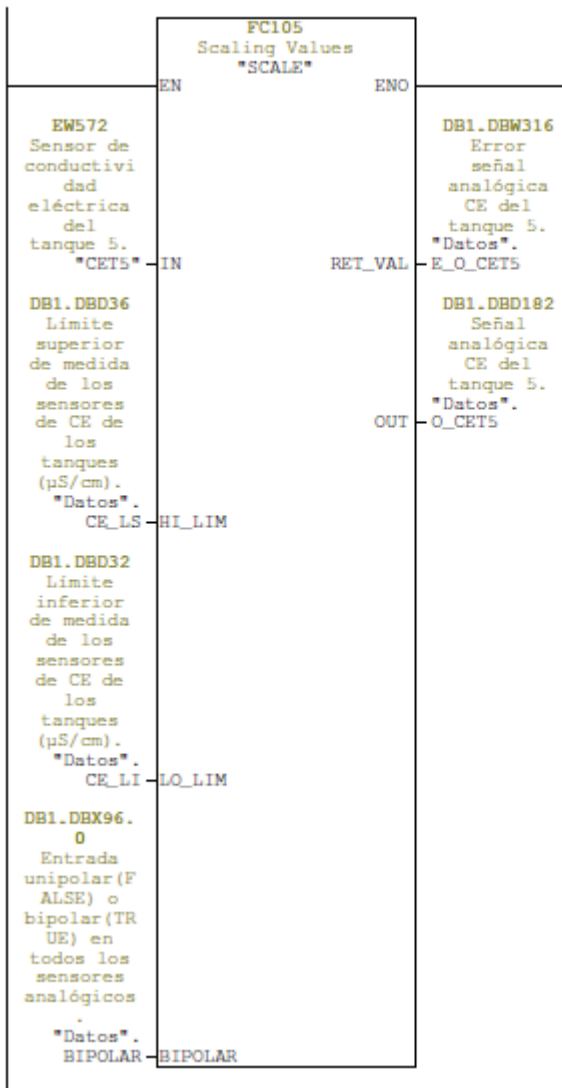
Segm.: 20 ESCALADO DEL SENSOR DE CE DEL TANQUE 3



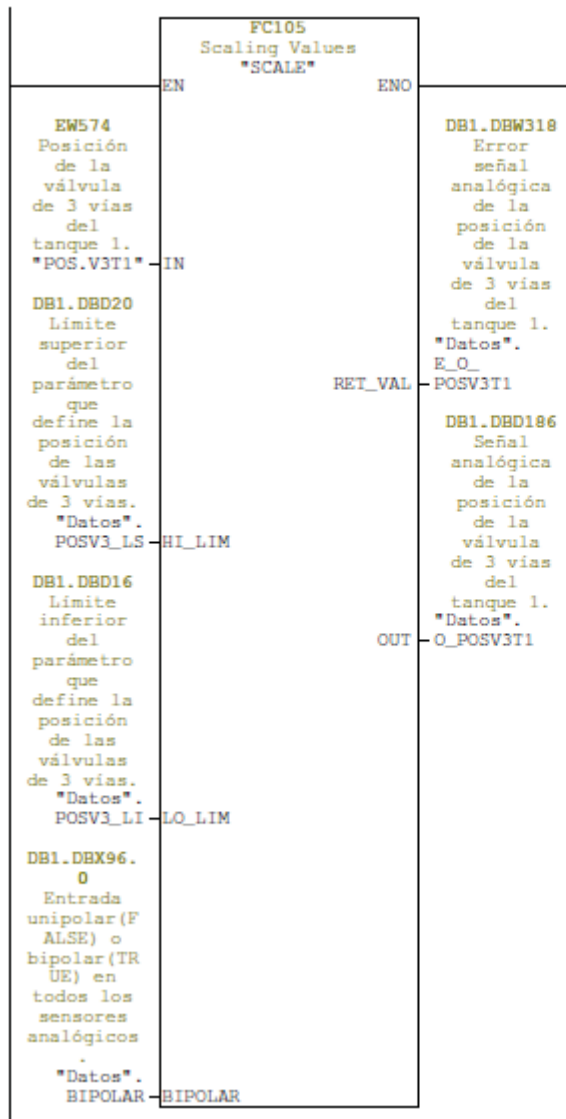
Segm.: 21 ESCALADO DEL SENSOR DE CE DEL TANQUE 4



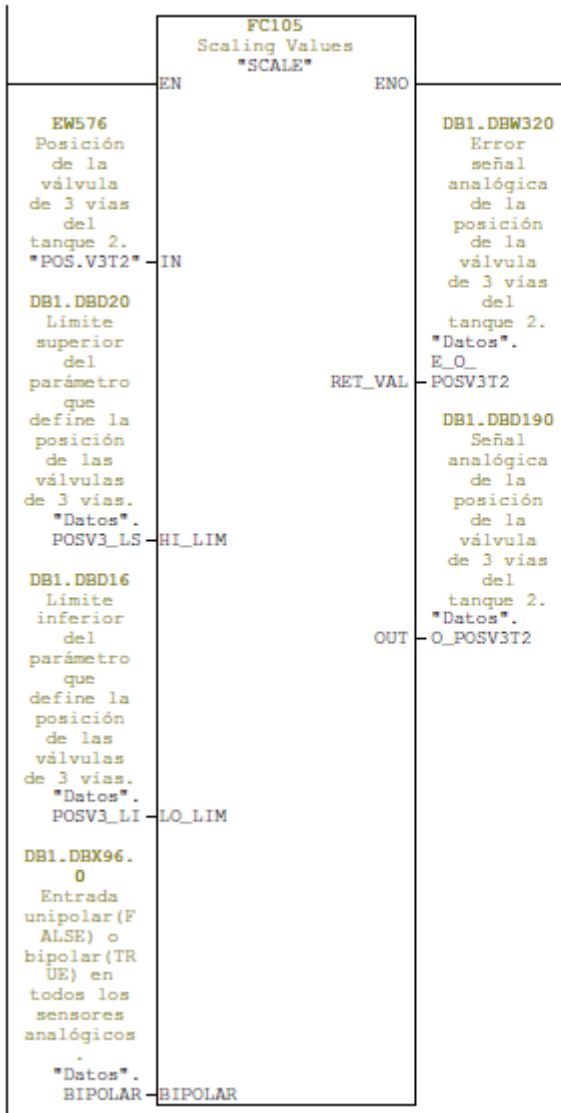
Segm.: 22 ESCALADO DEL SENSOR DE CE DEL TANQUE 5



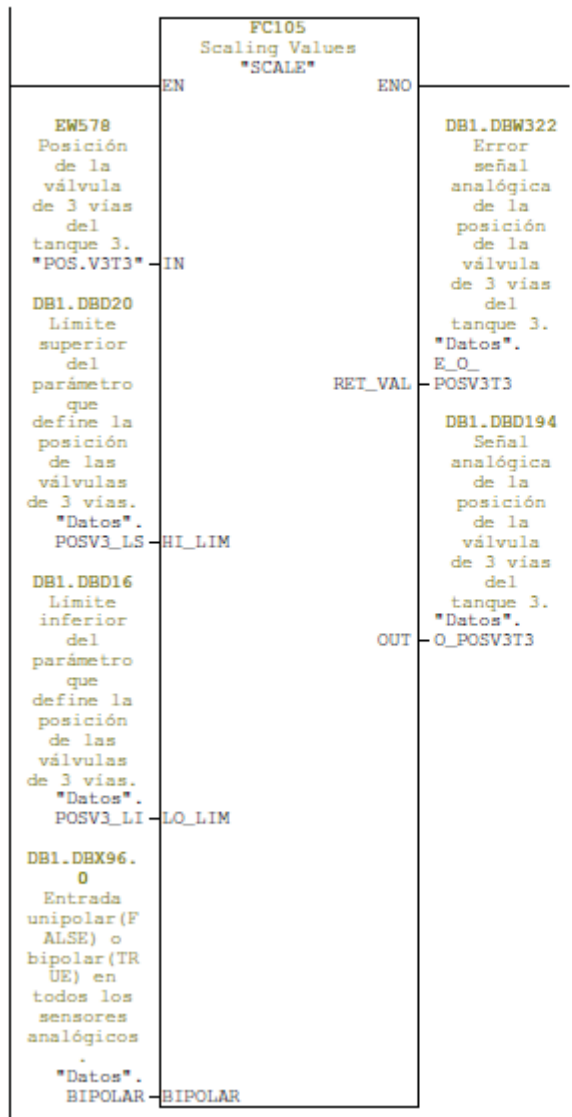
Segm.: 23 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 1



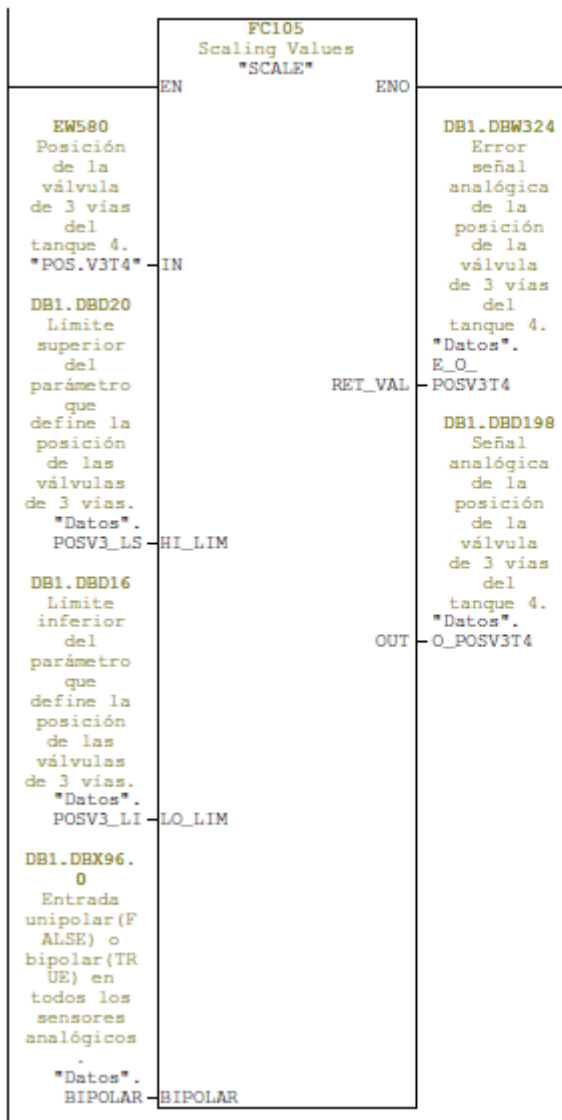
Segm.: 24 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 2



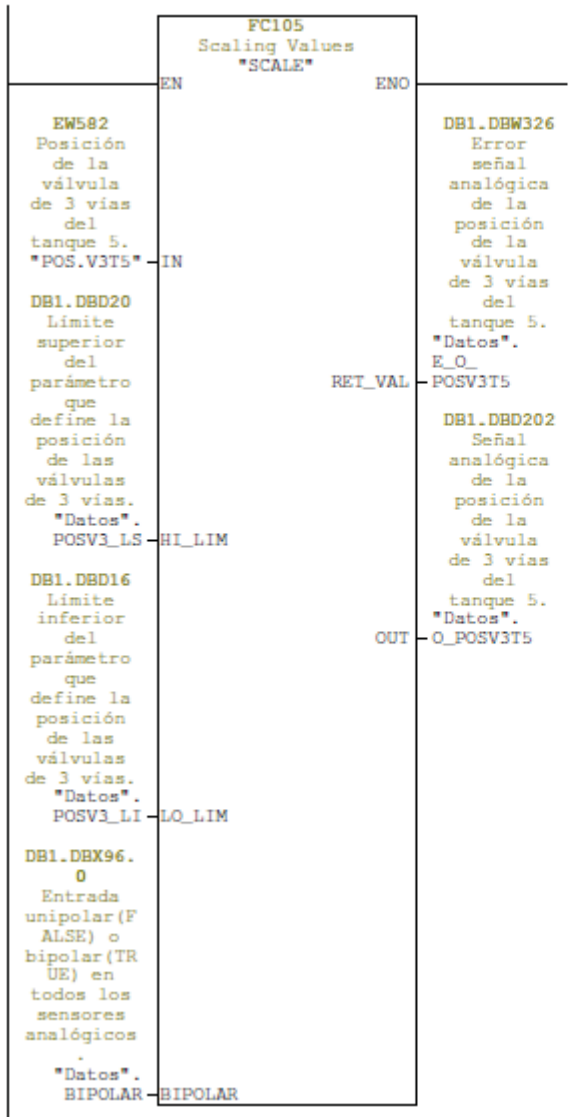
Segm.: 25 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 3



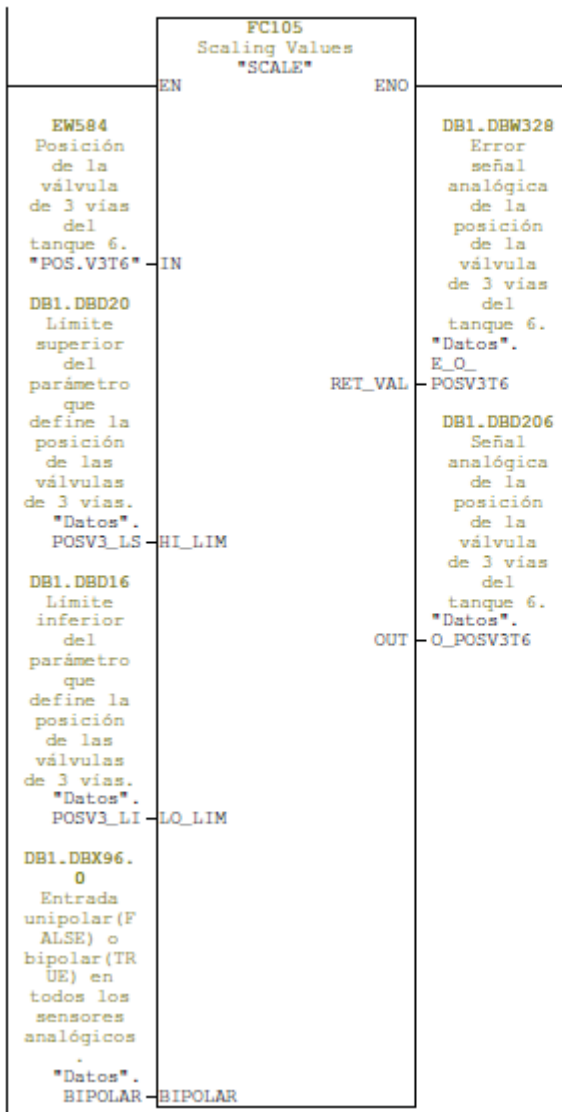
Segm.: 26 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 4



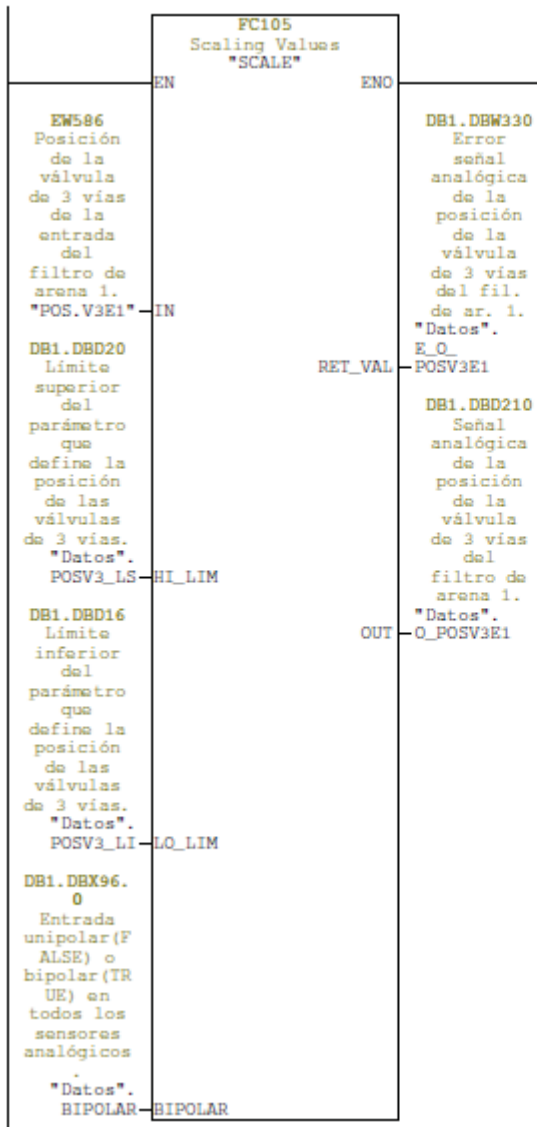
Segm.: 27 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 5



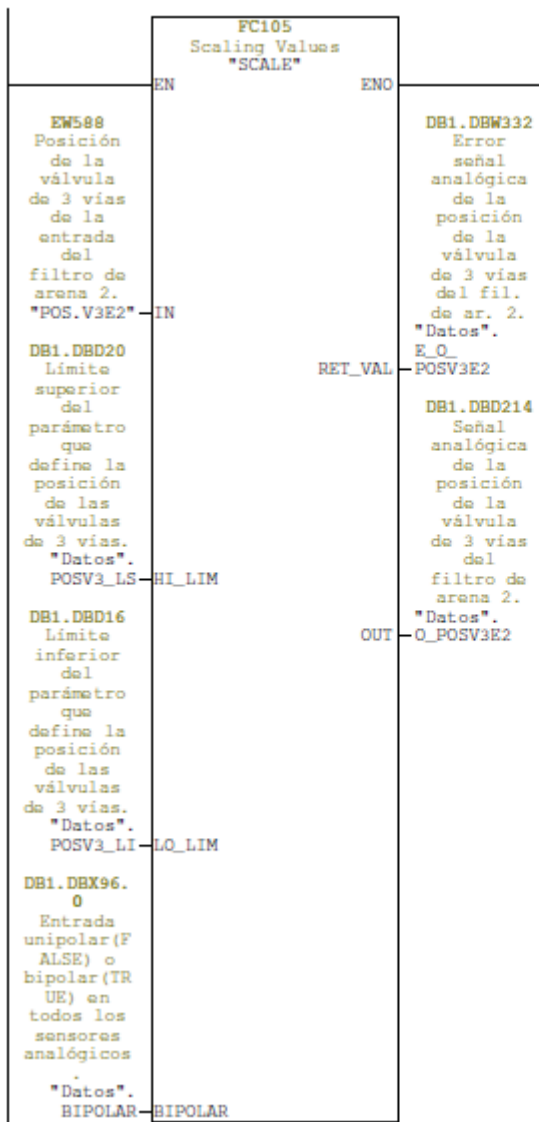
Segm.: 28 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL TANQUE 6



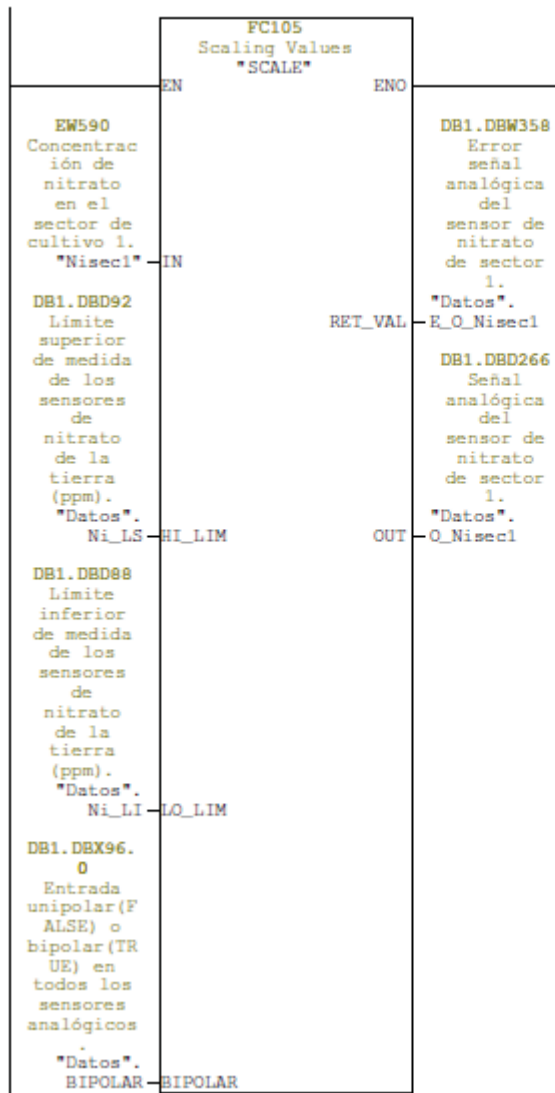
Segm.: 29 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL FIL. ARENA 1



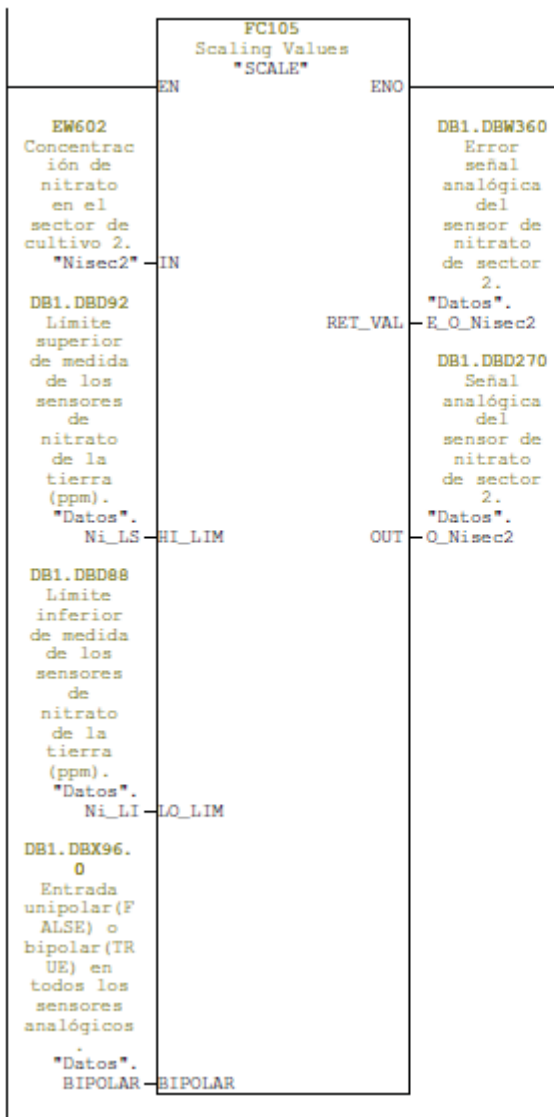
Segm.: 30 ESCALADO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA DE 3 VÍAS DEL FIL. ARENA 2



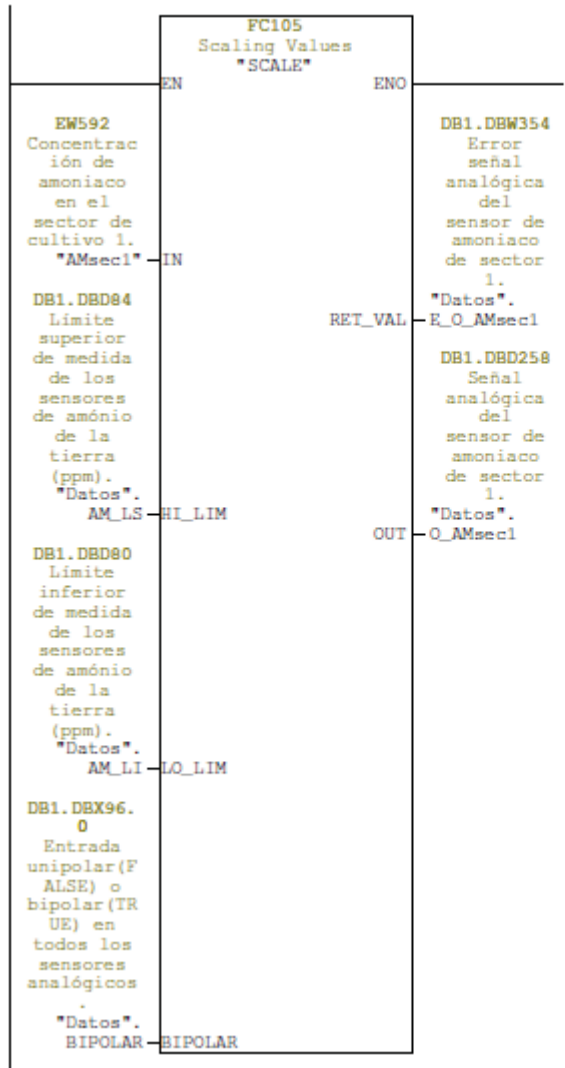
Segm.: 31 ESCALADO DEL SENSOR DE NITRATO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



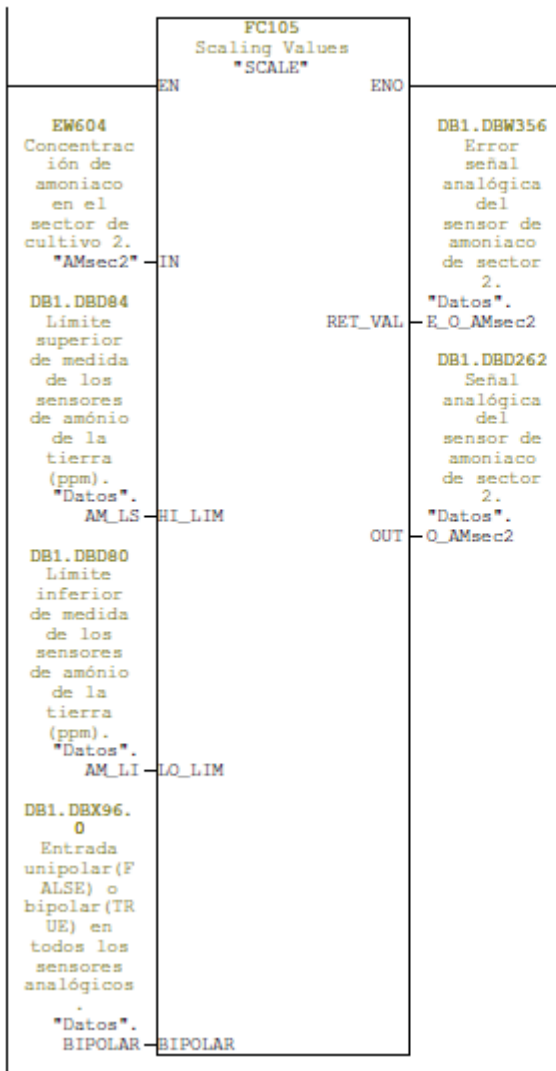
Segm.: 32 ESCALADO DEL SENSOR DE NITRATO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



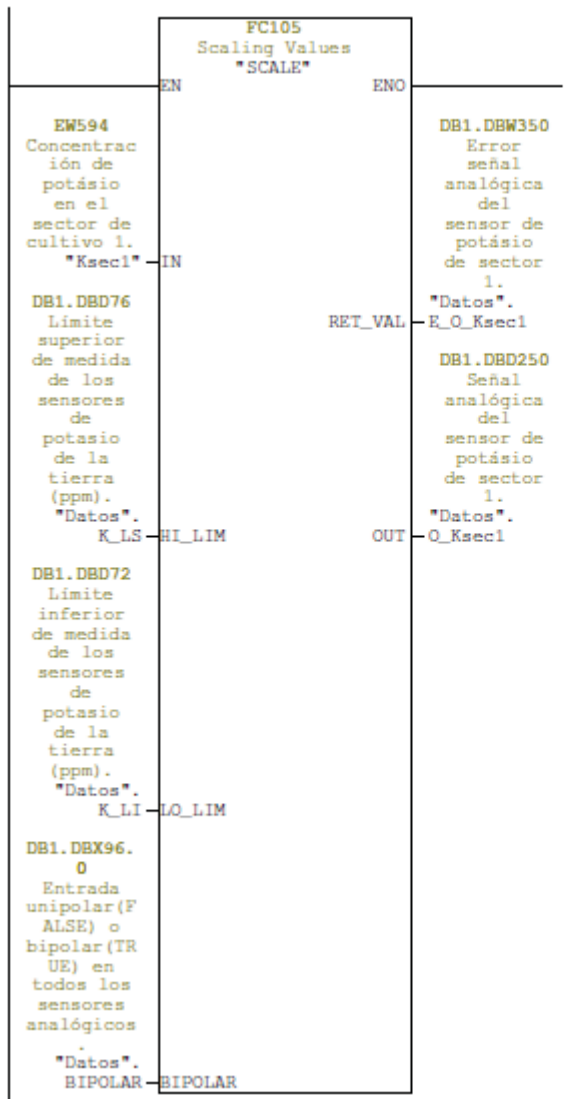
Segm.: 33 ESCALADO DEL SENSOR DE AMONIACO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



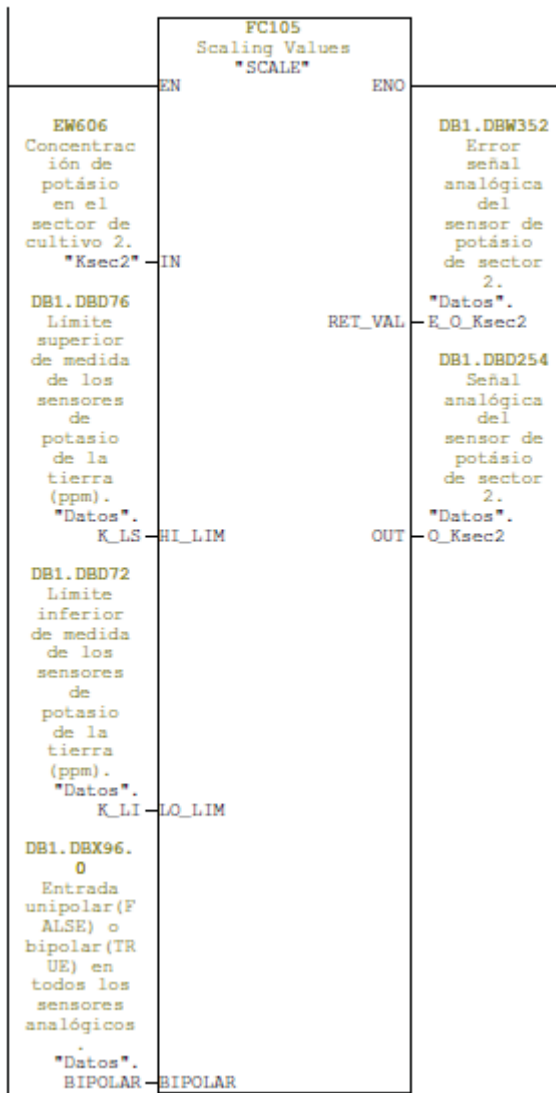
Segm.: 34 ESCALADO DEL SENSOR DE AMONIACO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



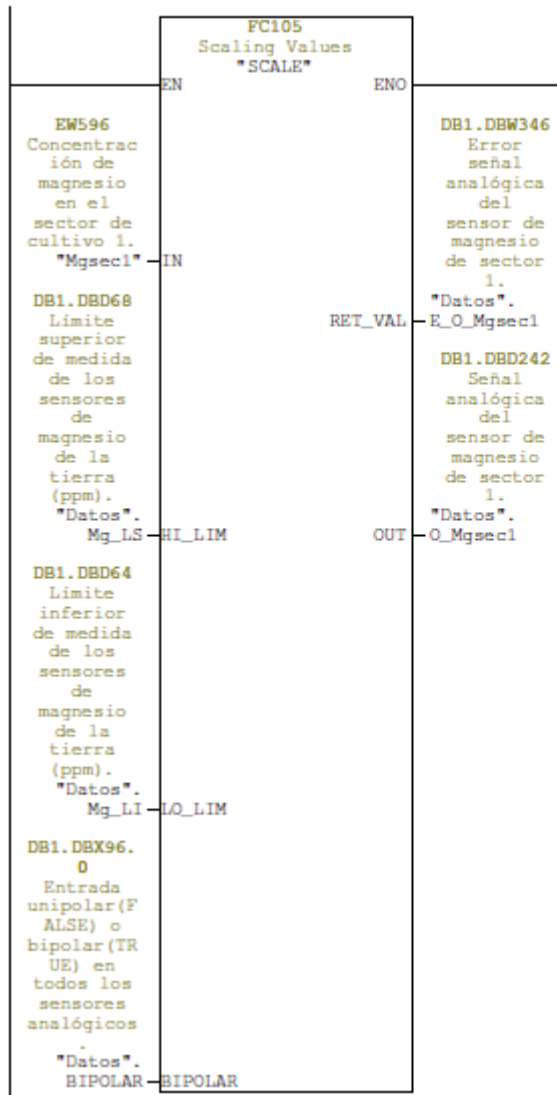
Segm.: 35 ESCALADO DEL SENSOR DE POTÁSIO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



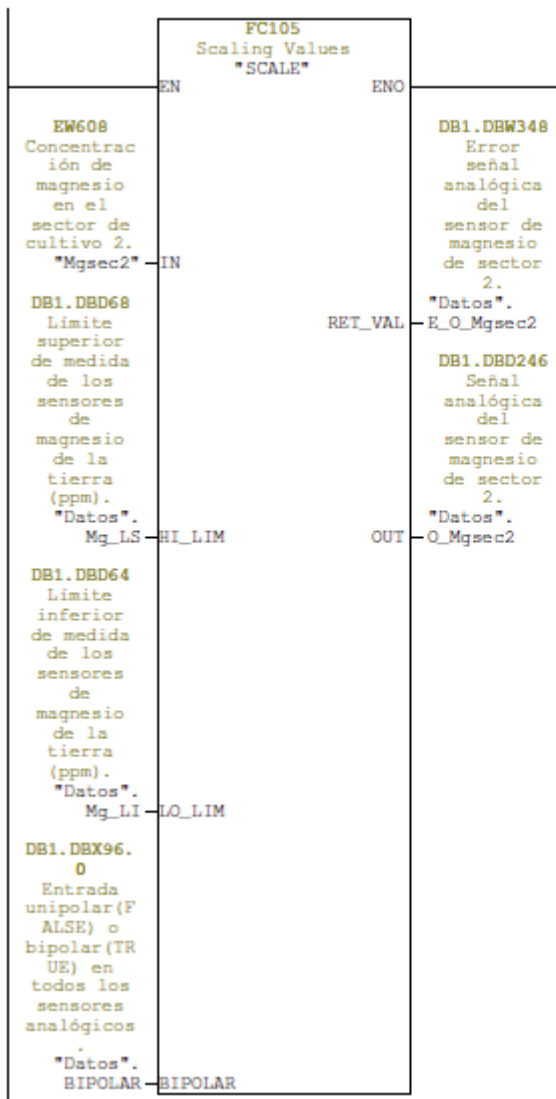
Segm.: 36 ESCALADO DEL SENSOR DE POTÁSIO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



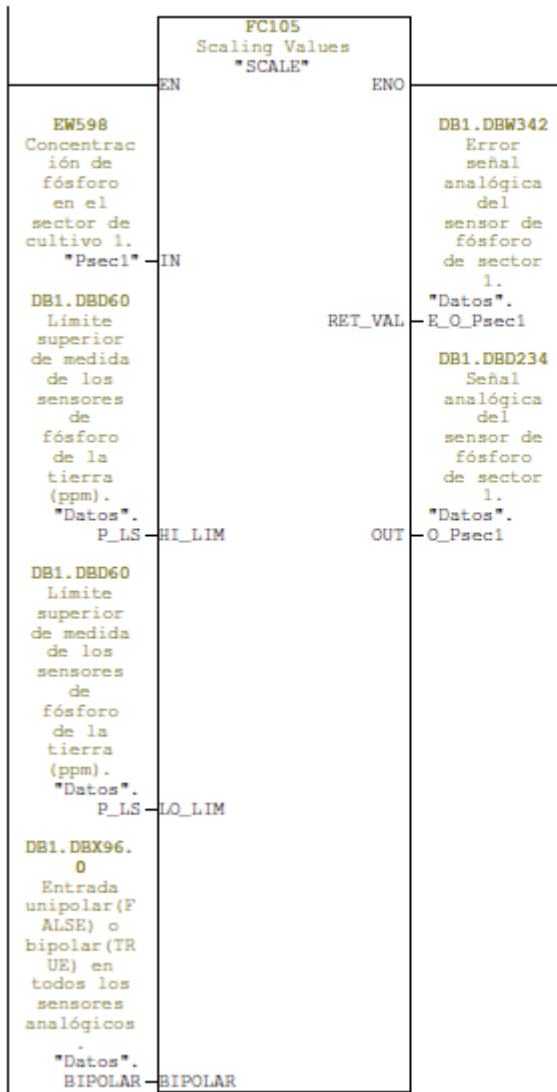
Segm.: 37 ESCALADO DEL SENSOR DE MAGNÉSIO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



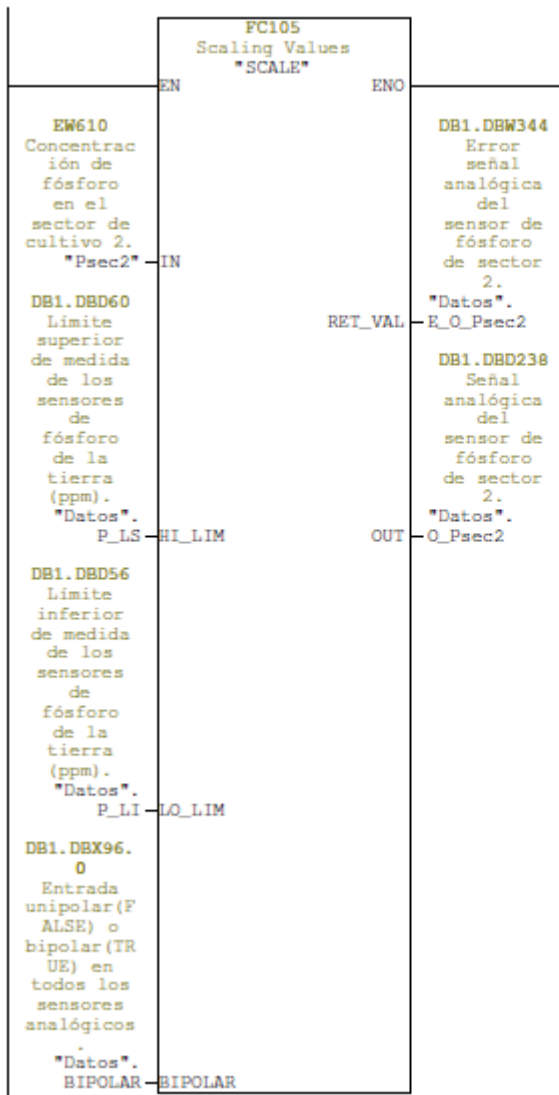
Segm.: 38 ESCALADO DEL SENSOR DE MAGNESIO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



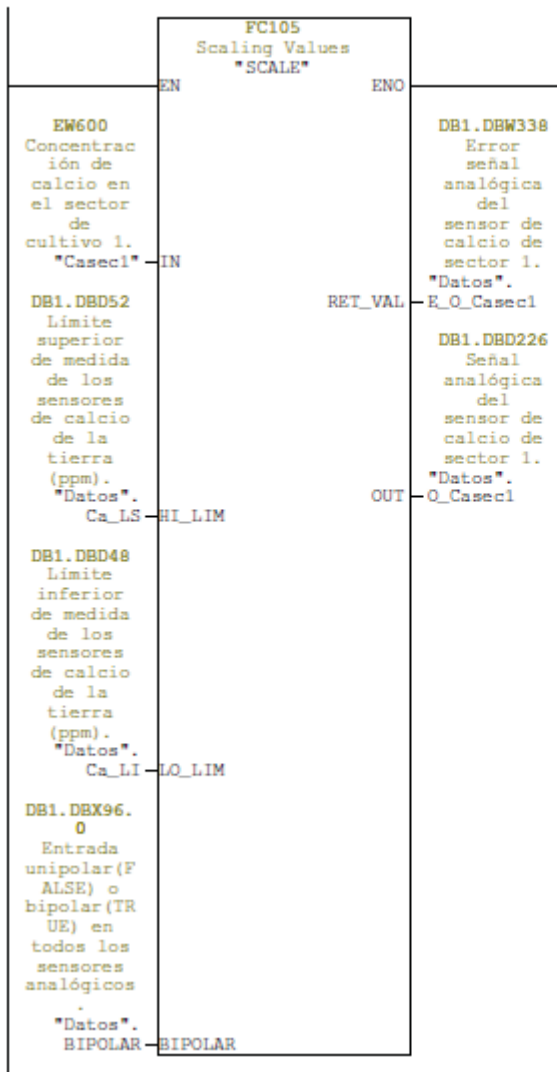
Segm.: 39 ESCALADO DEL SENSOR DE FÓSFORO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



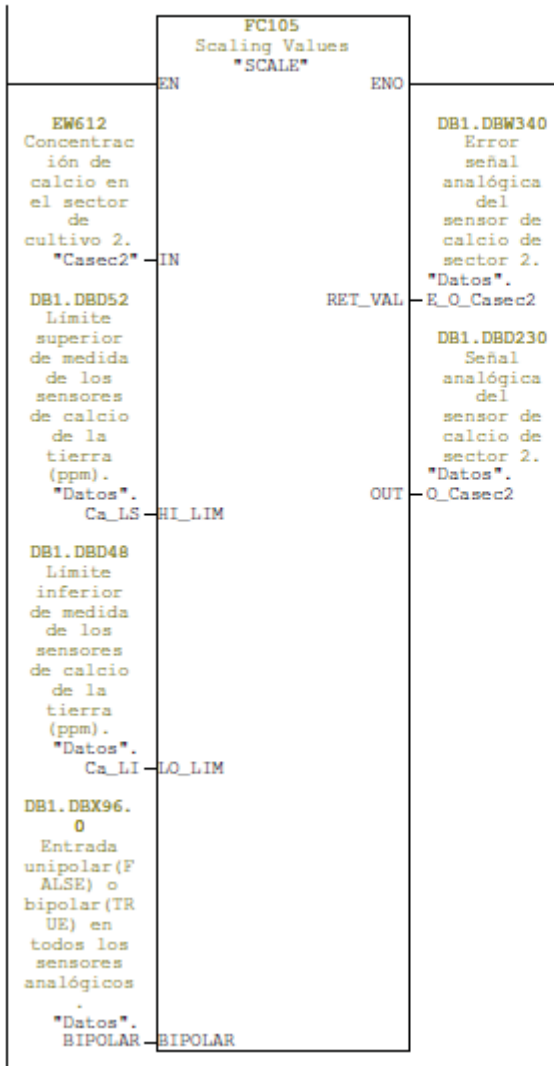
Segm.: 40 ESCALADO DEL SENSOR DE FÓSFORO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



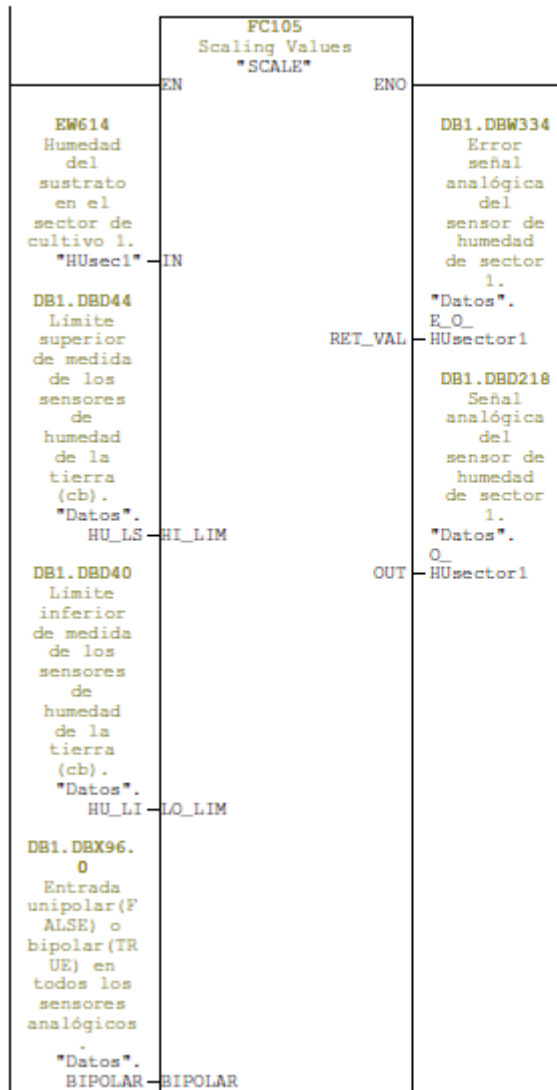
Segm.: 41 ESCALADO DEL SENSOR DE CALCIO DEL SECTOR DE CULTIVO 1



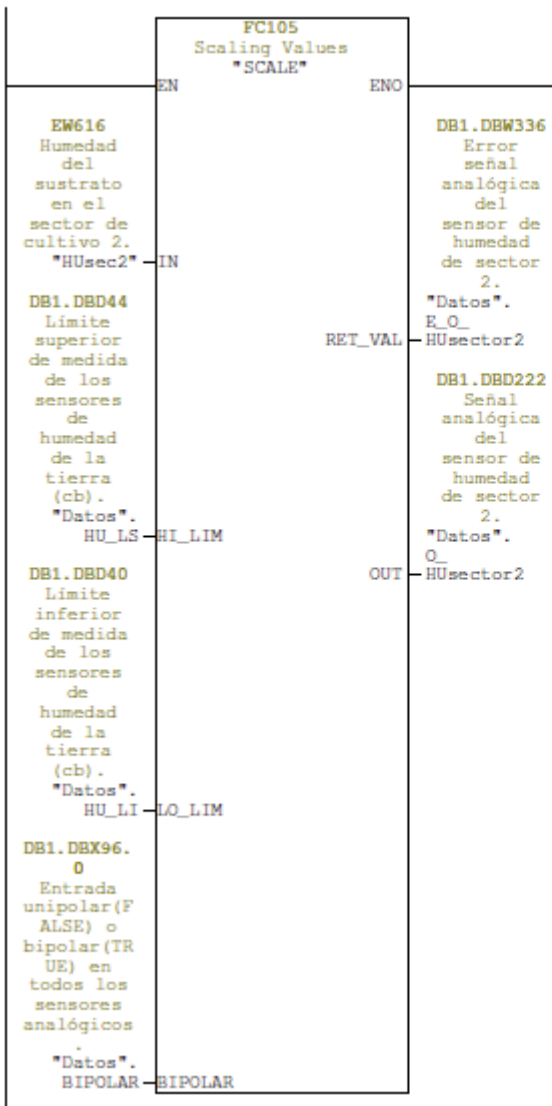
Segm.: 42 ESCALADO DEL SENSOR DE CALCIO DEL SECTOR DE CULTIVO 2



Segm.: 43 ESCALADO DEL SENSOR DE HUMEDAD DEL SECTOR DE CULTIVO 1



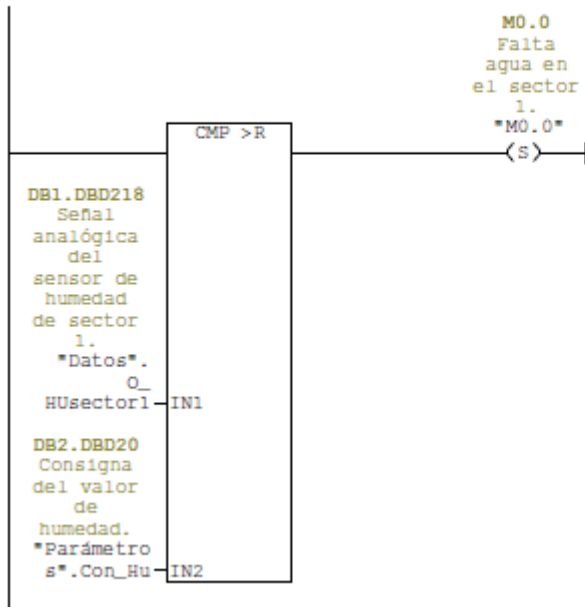
Segm.: 44 ESCALADO DEL SENSOR DE HUMEDAD DEL SECTOR DE CULTIVO 2



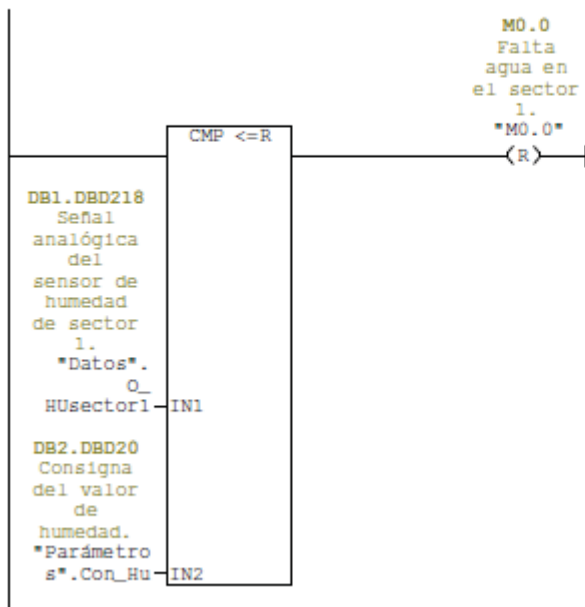
3. Subrutina FC2.

En la subrutina FC2, se lleva a cabo la comprobación de las diferentes necesidades del cultivo, tanto de riego como de nutrientes.

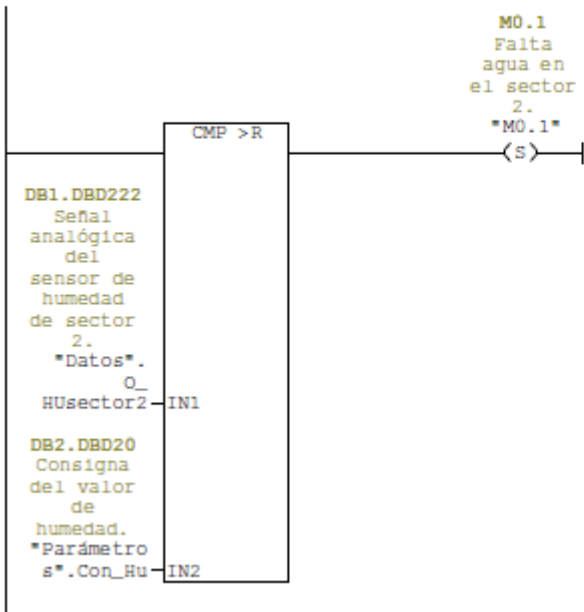
Segm.: 1 Comprobamos si en el sector 1 es necesario regar.



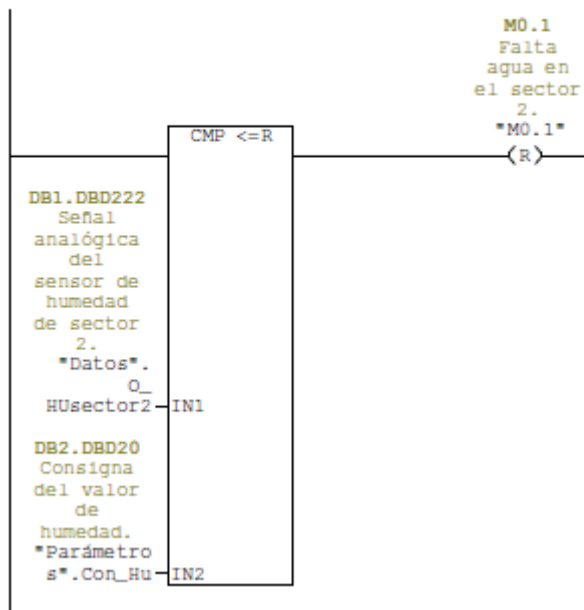
Segm.: 2 Comprobamos que en el sector 1 no es necesario regar.



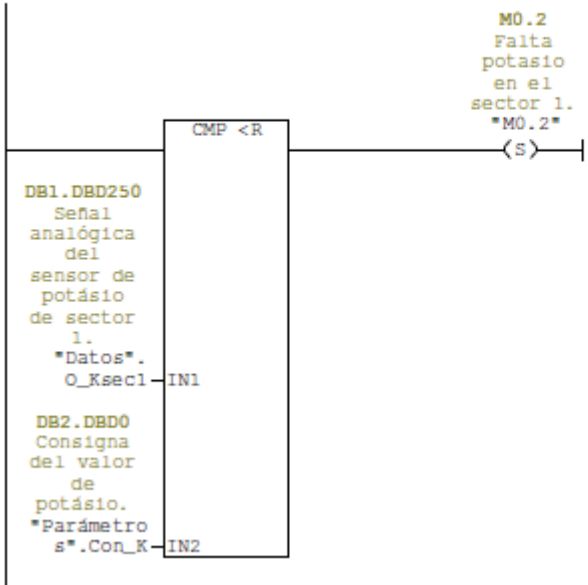
Segm.: 3 Comprobamos si en el sector 2 es necesario regar.



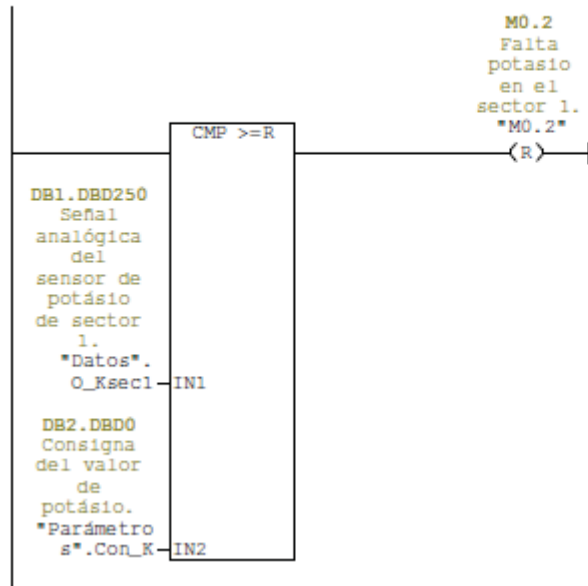
Segm.: 4 Comprobamos que en el sector 2 no es necesario regar.



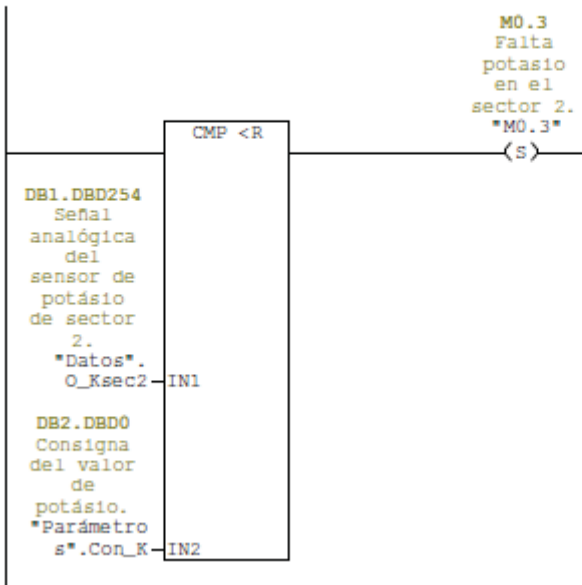
Segm.: 5 Comprobamos si en el sector 1 falta potásio.



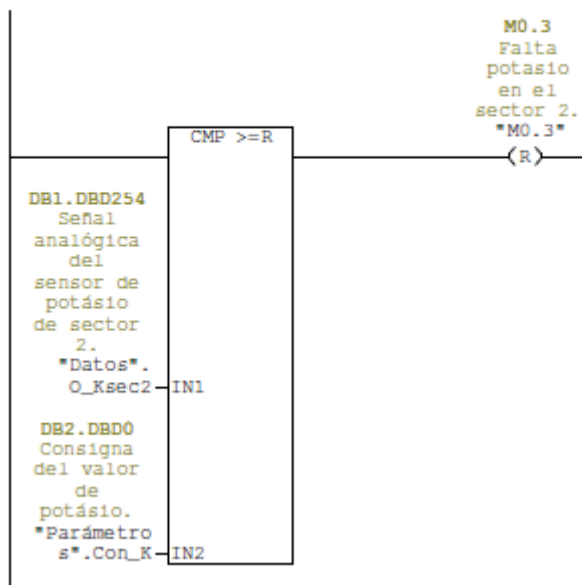
Segm.: 6 Comprobamos si en el sector 1 no falta potásio.



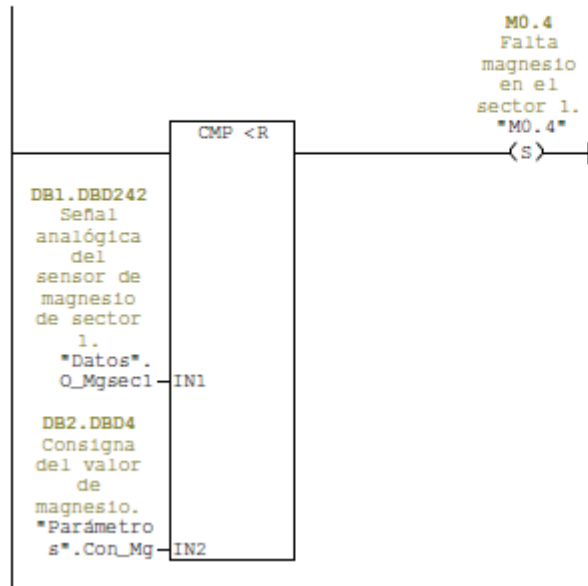
Segm.: 7 Comprobamos si en el sector 2 falta potásio.



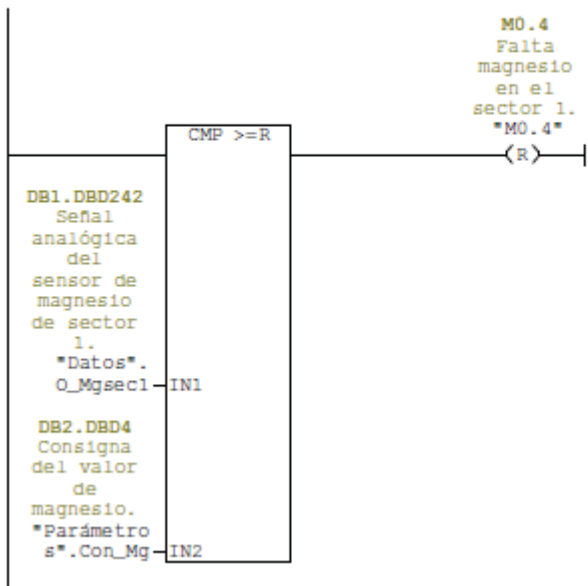
Segm.: 8 No falta potasio en el sector 2.



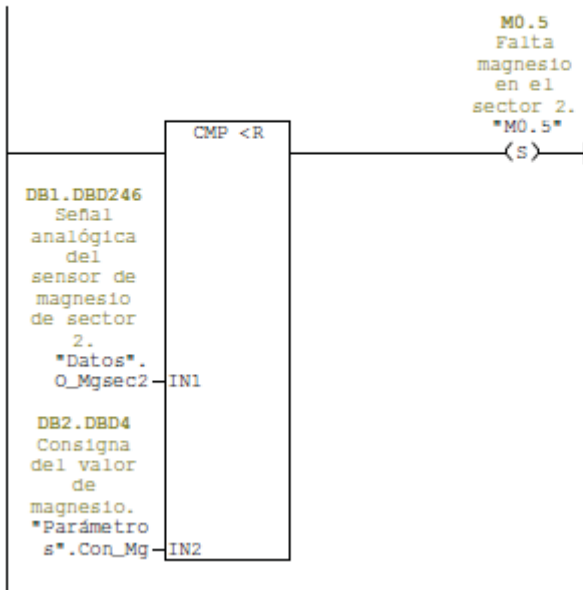
Segm.: 9 Comprobamos si en el sector 1 falta magnesio.



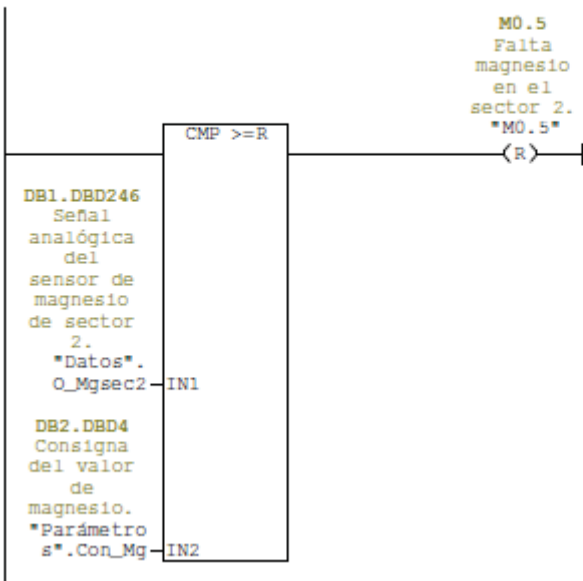
Segm.: 10 No falta magnesio en el sector 1.



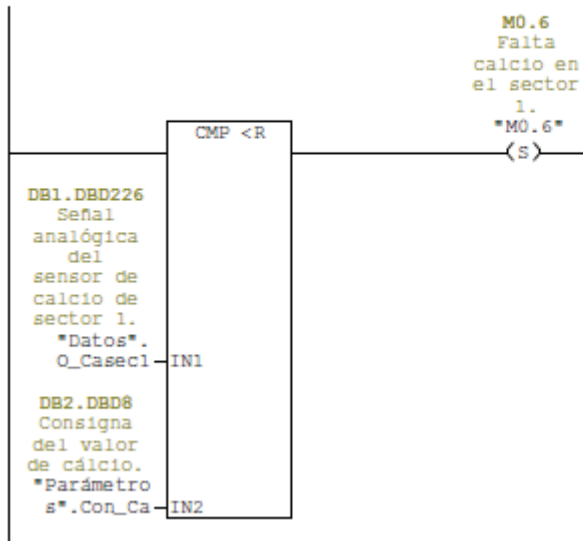
Segm.: 11 Comprobamos si en el sector 2 falta magnesio.



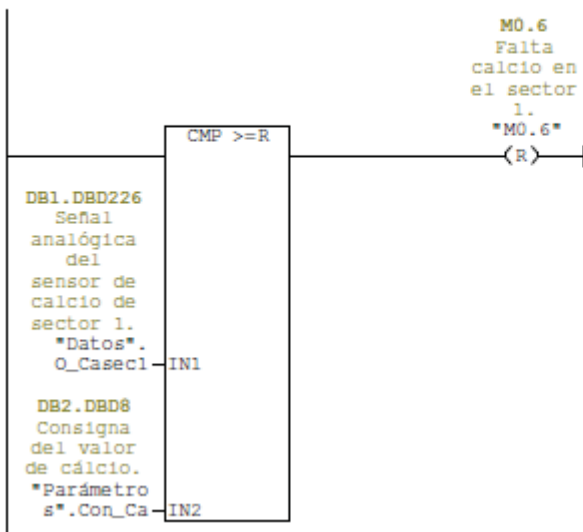
Segm.: 12 No falta magnesio en el sector 2.



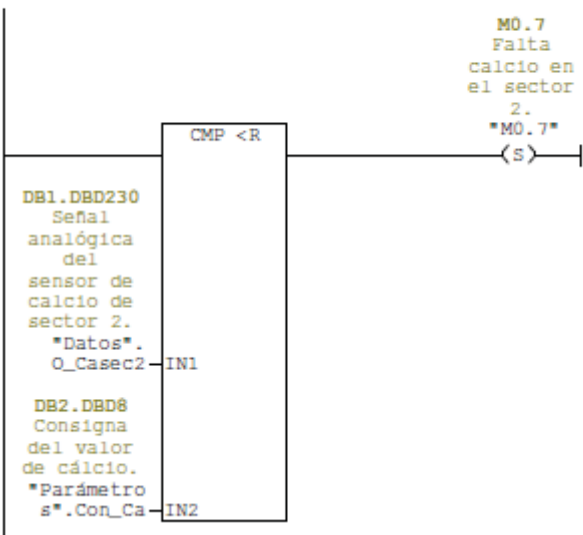
Segm.: 13 Comprobamos si en el sector 1 falta calcio.



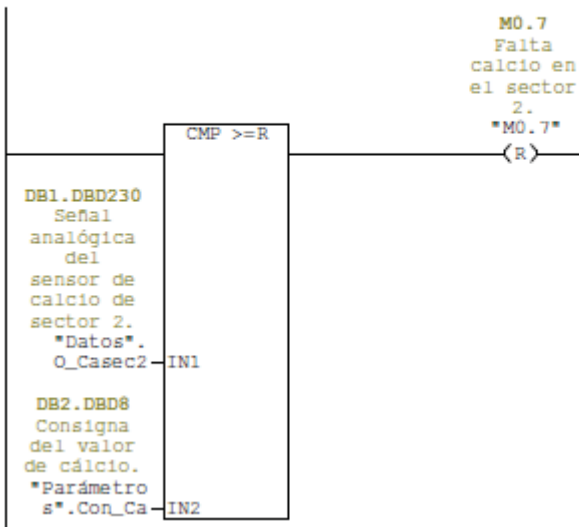
Segm.: 14 No falta calcio en el sector 1.



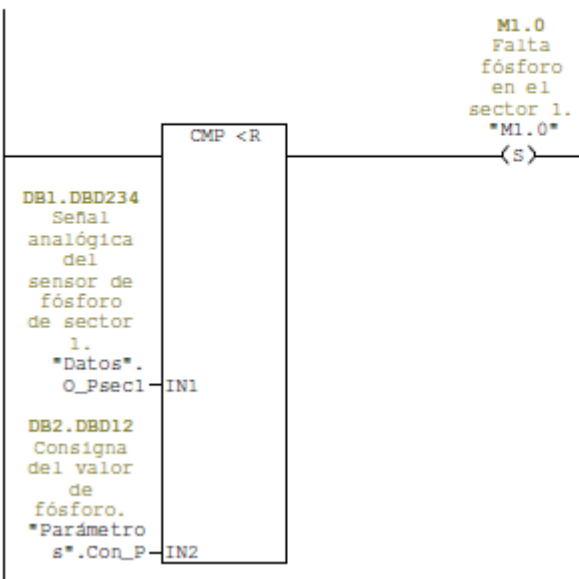
Segm.: 15 Comprobamos si en el sector 2 falta calcio.



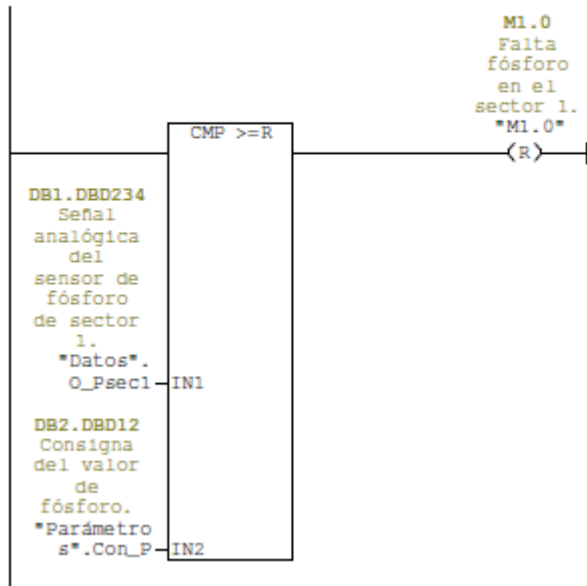
Segm.: 16 No falta calcio en el sector 2.



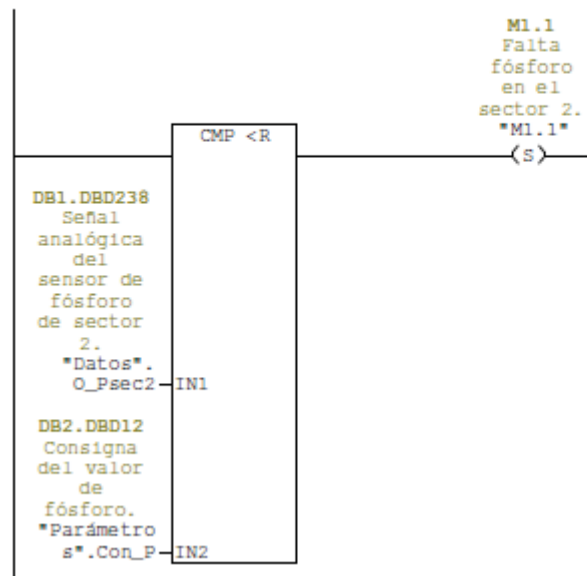
Segm.: 17 Comprobamos si en el sector 1 falta fósforo.



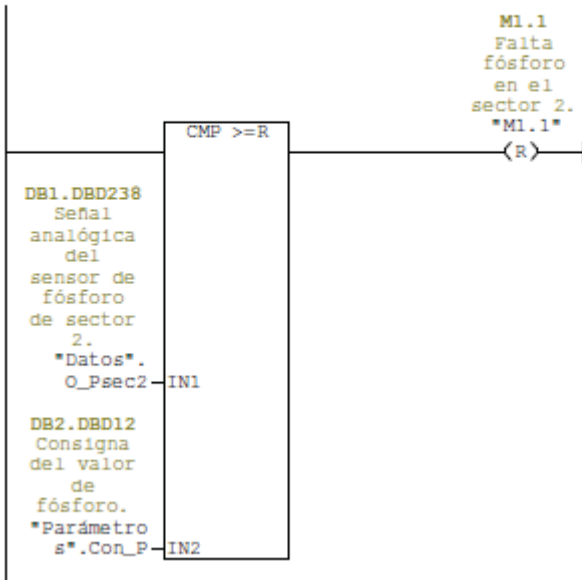
Segm.: 18 No falta fósforo en el sector 1.



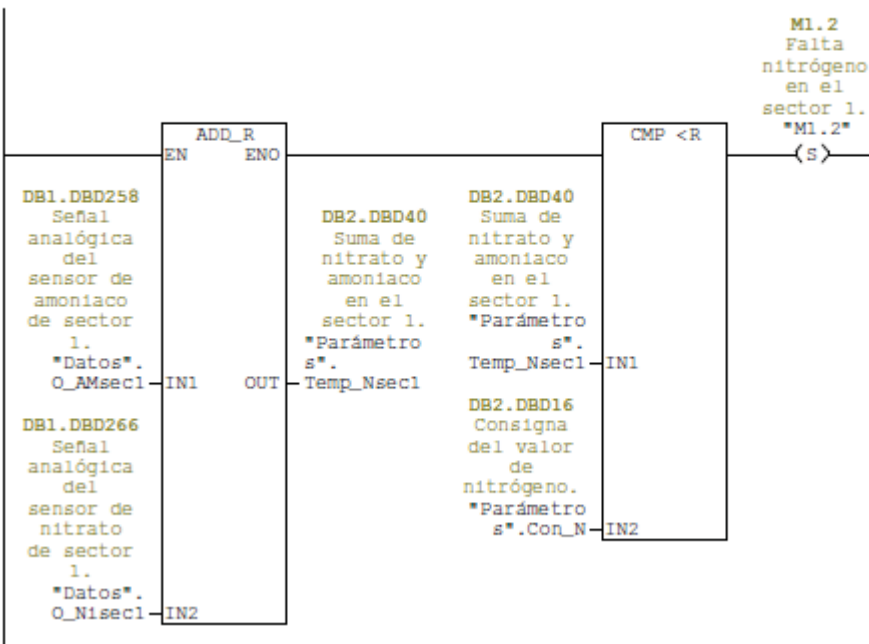
Segm.: 19 Comprobamos si en el sector 2 falta fósforo.



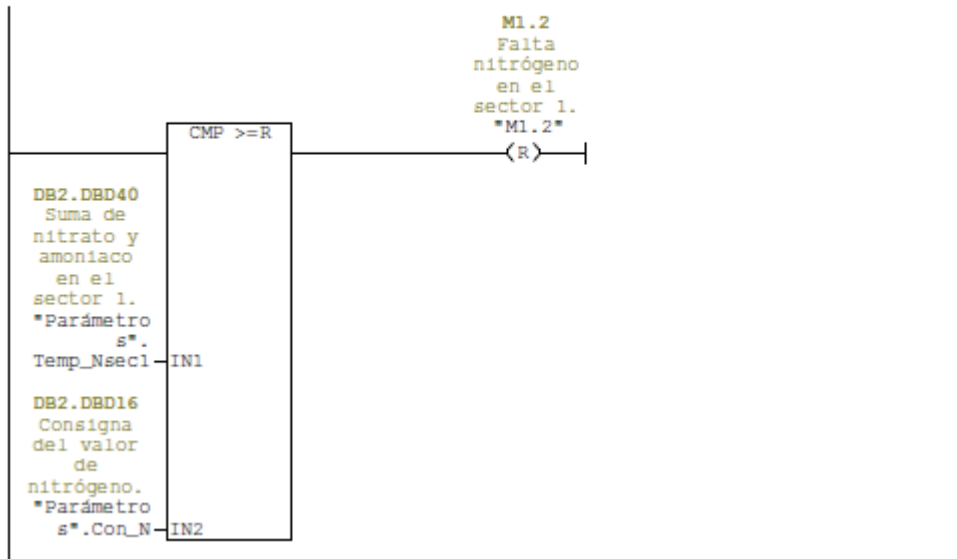
Segm.: 20 No falta fósforo en el sector 2.



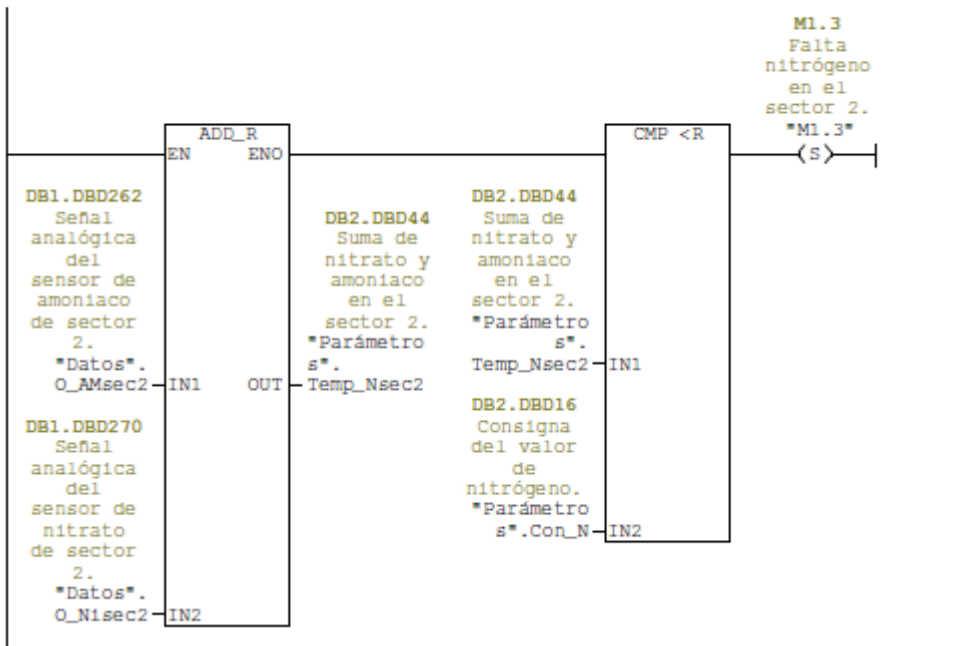
Segm.: 21 Comprobamos si en el sector 1 falta nitrógeno.



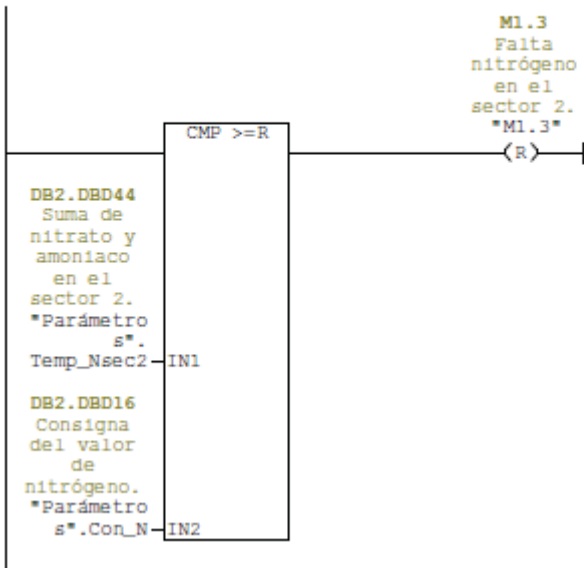
Segm.: 22 No falta nitrógeno en el sector 1.



Segm.: 23 Comprobamos si en el sector 2 falta nitrógeno.



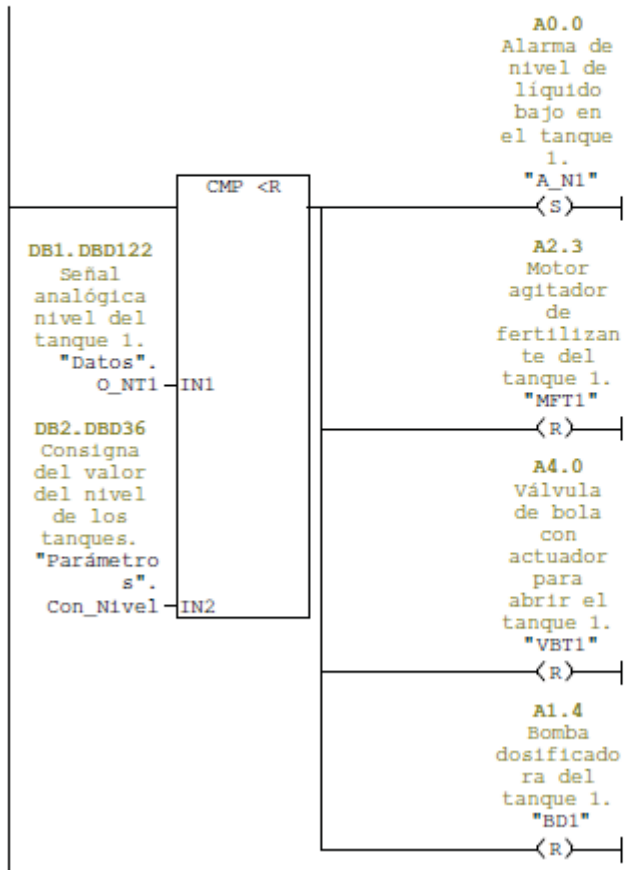
Segm.: 24 No falta nitrógeno en el sector 2.



4. Subrutina FC3.

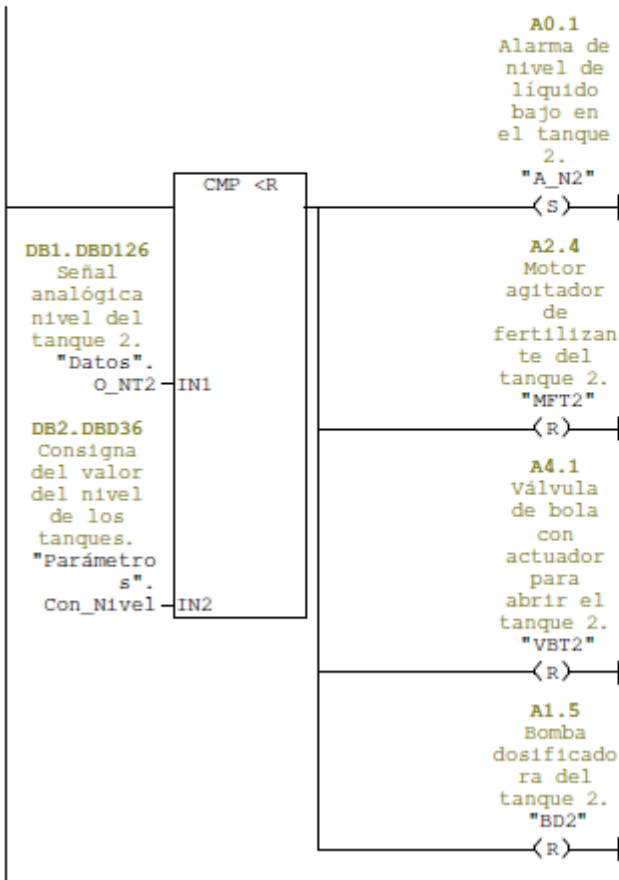
La subrutina FC3 se encarga de la preparación de los tanques de fertilizantes, para ello lleva un control continuo del nivel de líquido, conductividad eléctrica y pH.

Segm.: 1	Comprobación del nivel de líquido en el tanque 1.
En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque.	



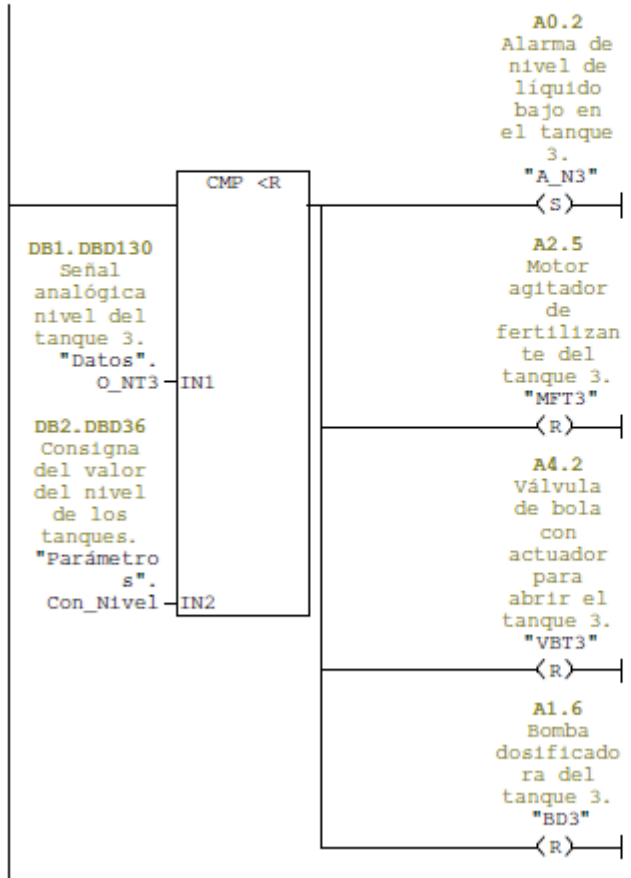
Segm.: 2 Comprobación del nivel de líquido en el tanque 2.

En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque.



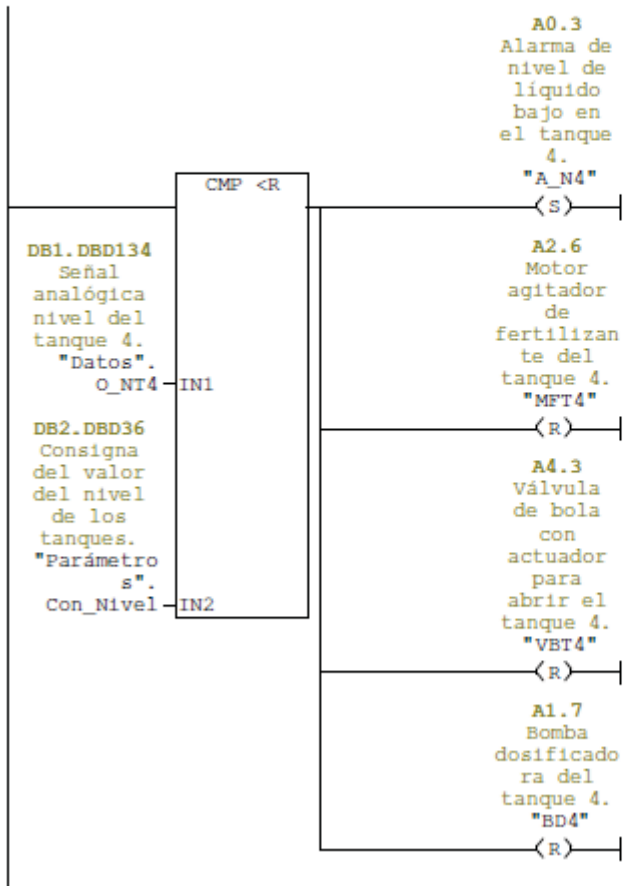
Segm.: 3 Comprobación del nivel de líquido en el tanque 3.

En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque.



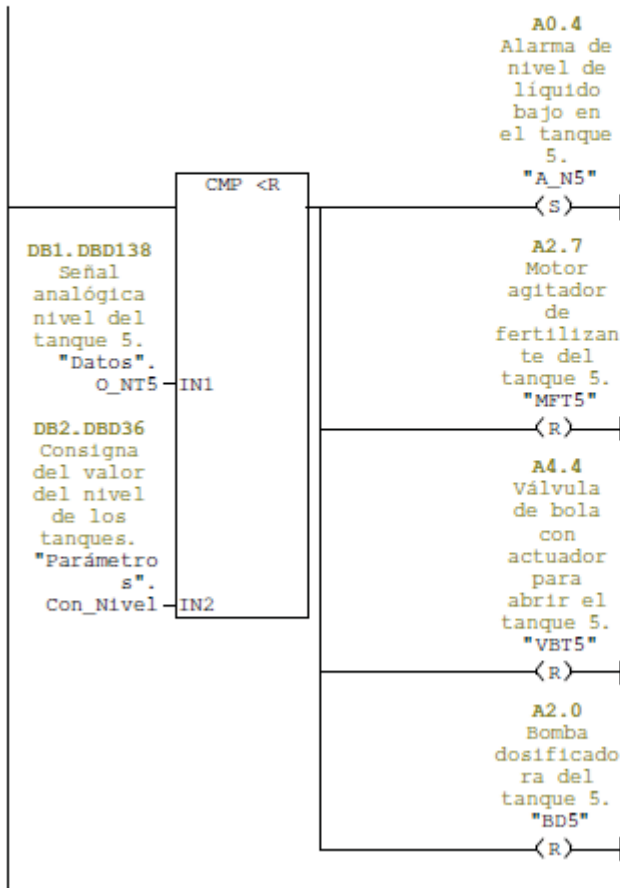
Segm.: 4 Comprobación del nivel de líquido en el tanque 4.

En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque.



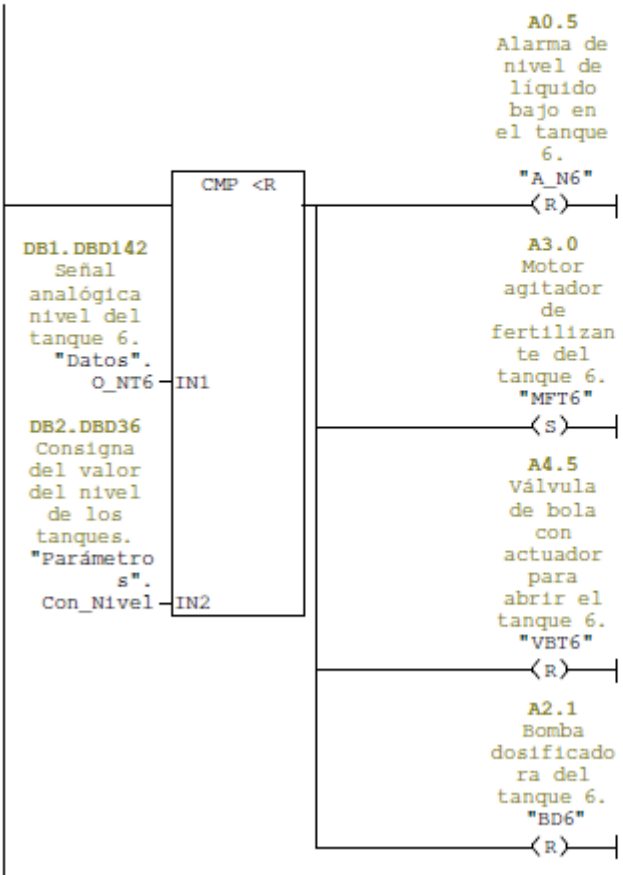
Segm.: 5 Comprobación del nivel de líquido en el tanque 5.

En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque.

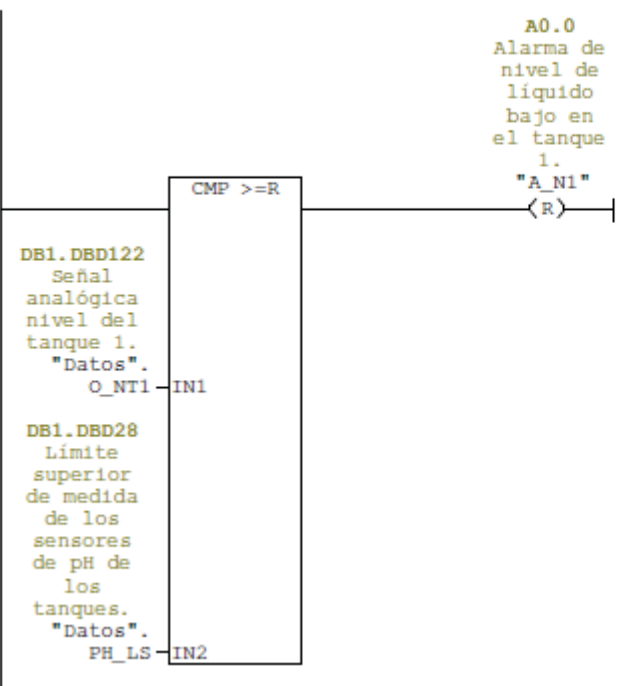


Segm.: 6 Comprobación del nivel de líquido en el tanque 6.

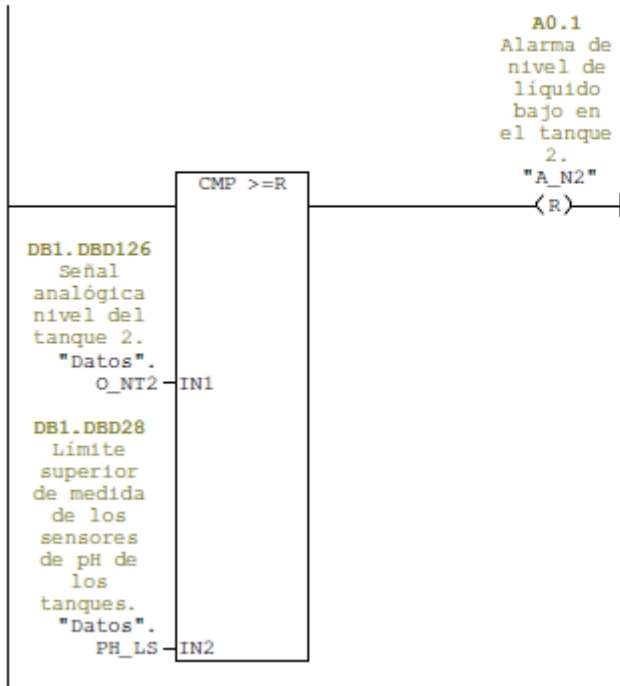
En el caso de que el líquido esté por debajo del valor de consigna, se conectará una alarma que avise al operario que es necesario preparar la solución propia del tanque. Además, se para el motor de agitación, la bomba de dosificación y se cierra la válvula de bola propia del tanque.



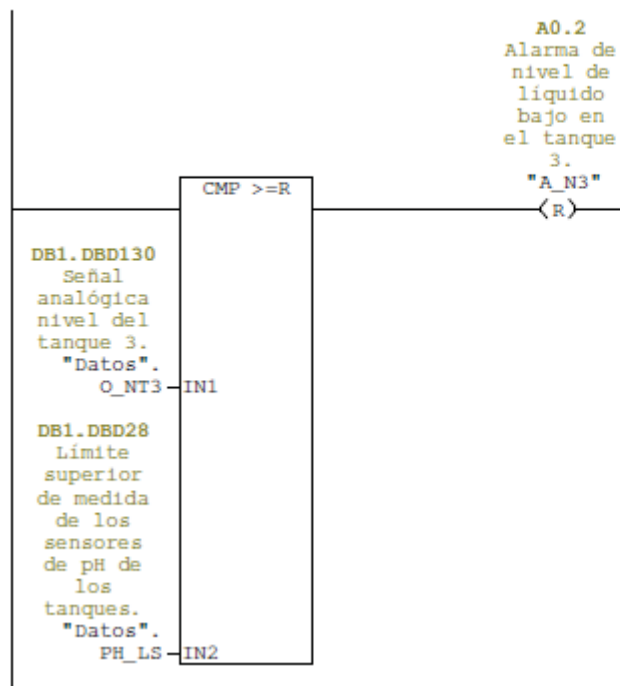
Segm.: 7 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 1.



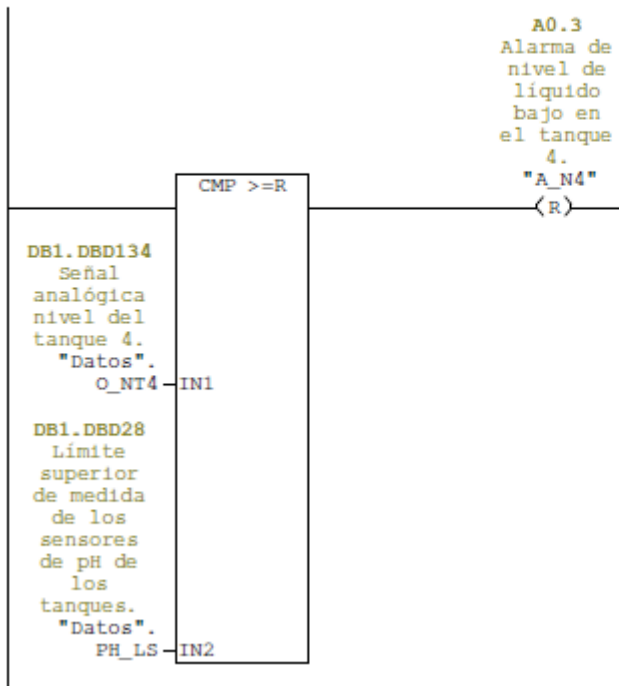
Segm.: 8 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 2.



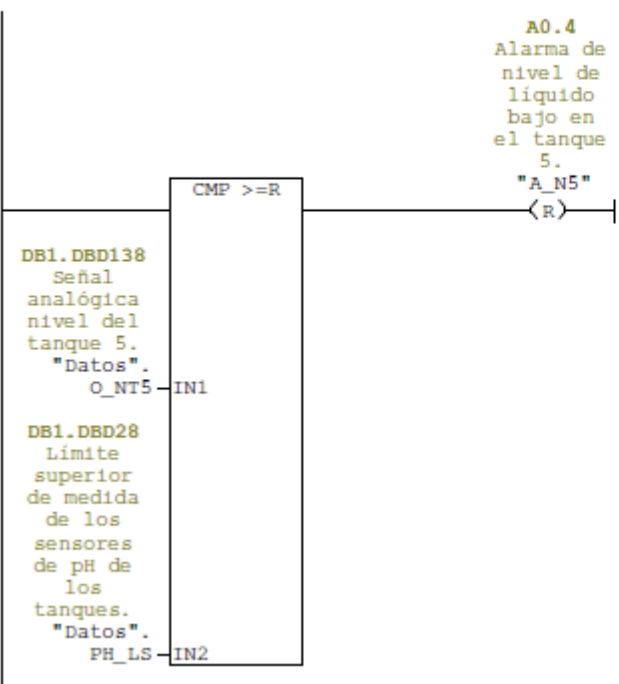
Segm.: 9 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 3.



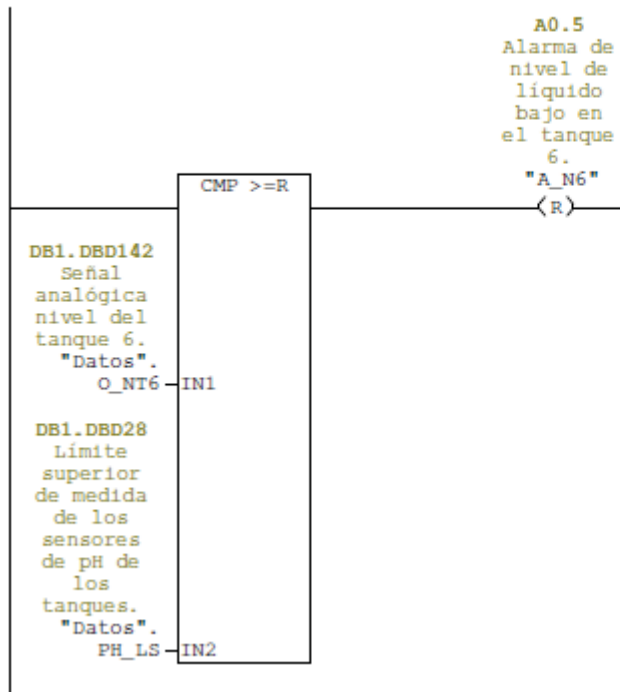
Segm.: 10 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 4.



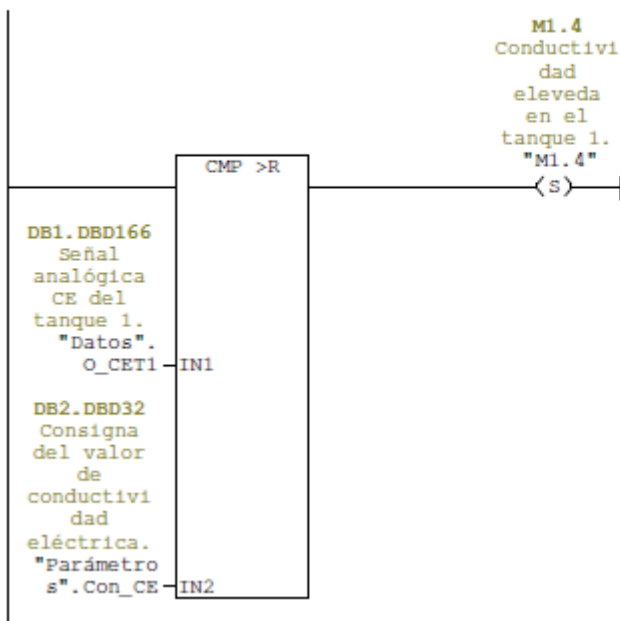
Segm.: 11 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 5.



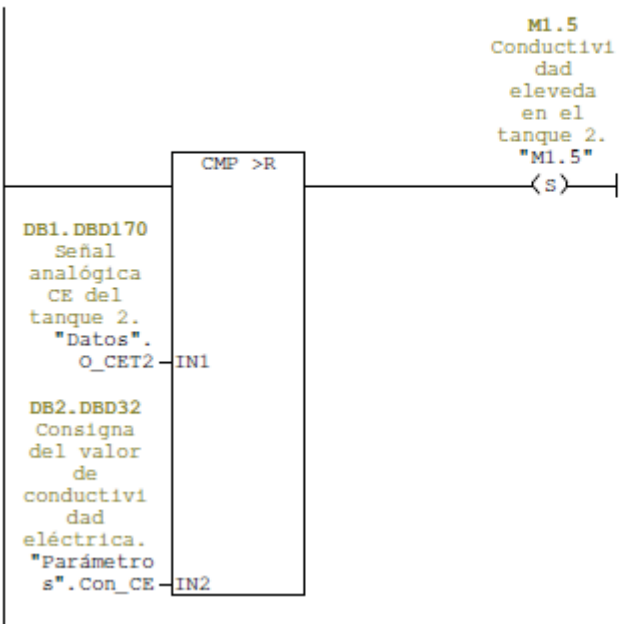
Segm.: 12 Detener la alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 6.



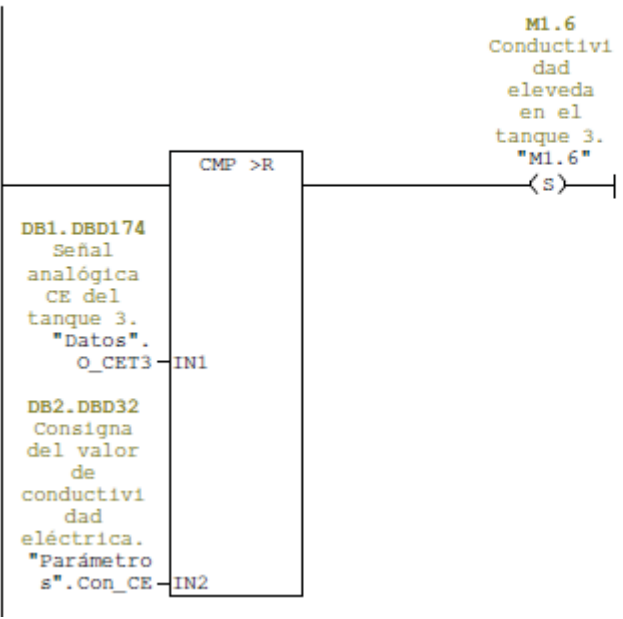
Segm.: 13 Conductividad elevada en el tanque 1.



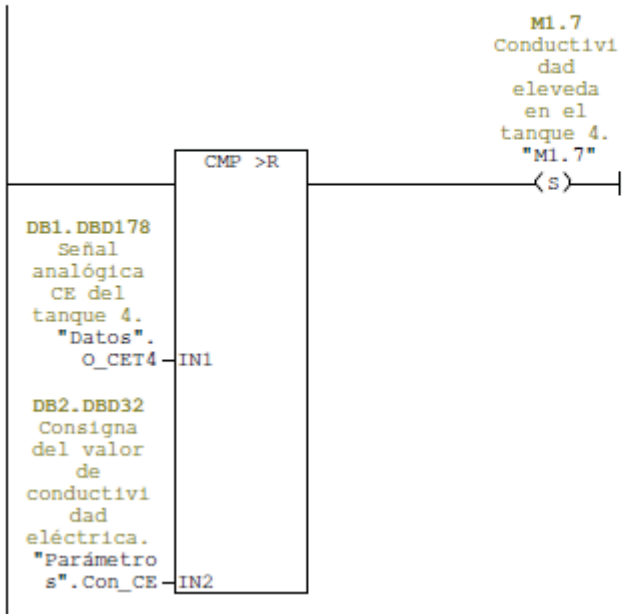
Segm.: 14 Conductividad elevada en el tanque 2.



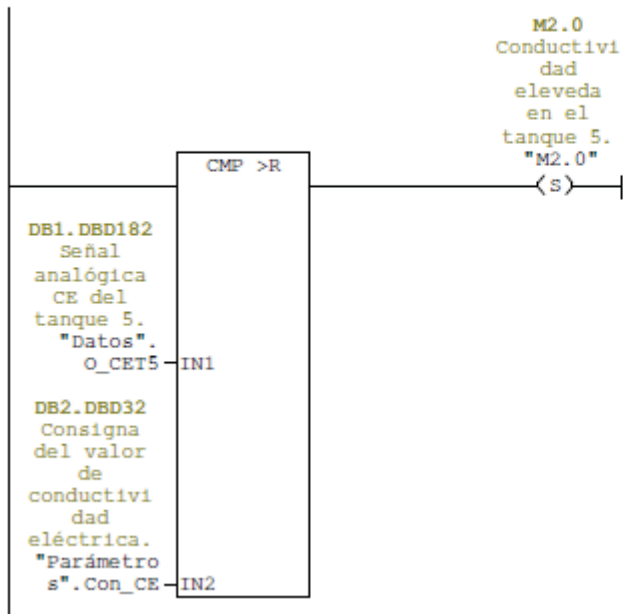
Segm.: 15 Conductividad elevada en el tanque 3.

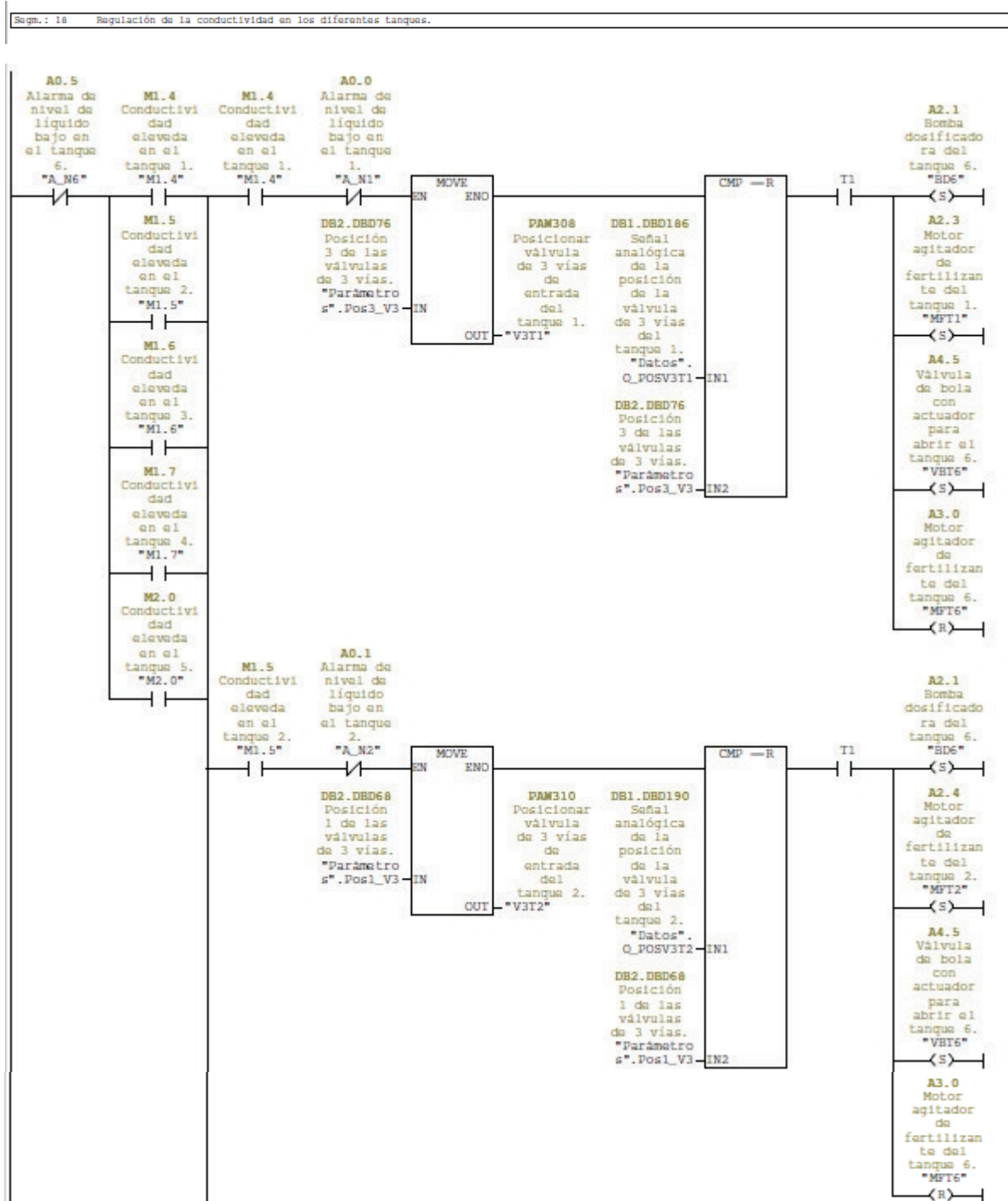


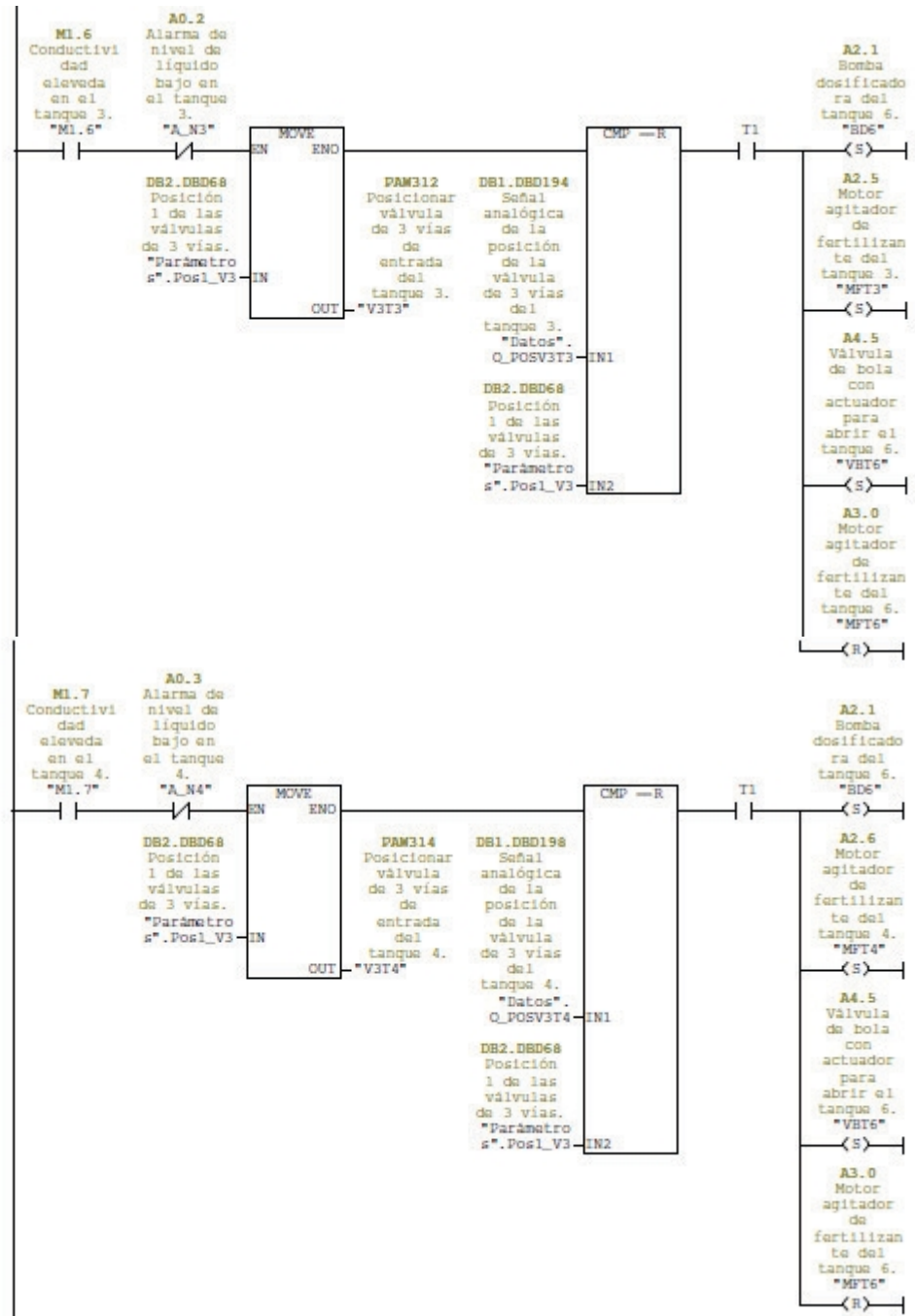
Segm.: 16 Conductividad elevada en el tanque 4.

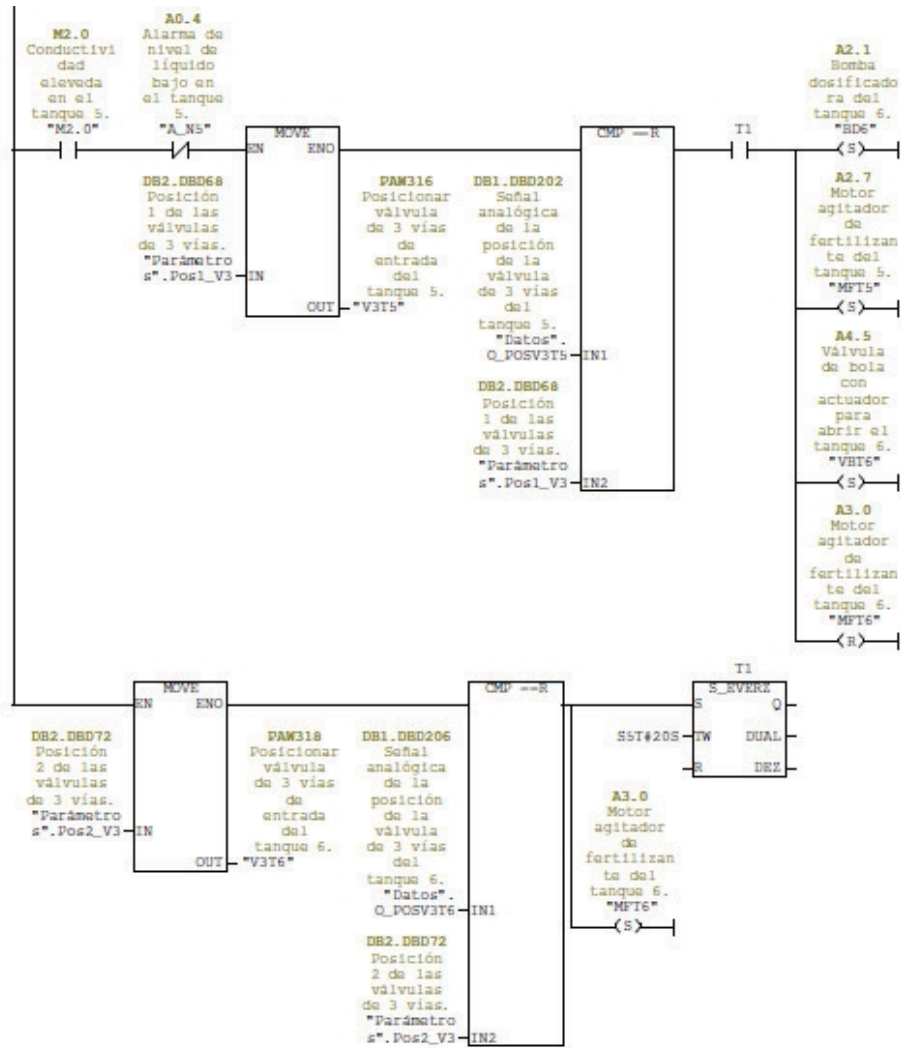


Segm.: 17 Conductividad elevada en el tanque 5.

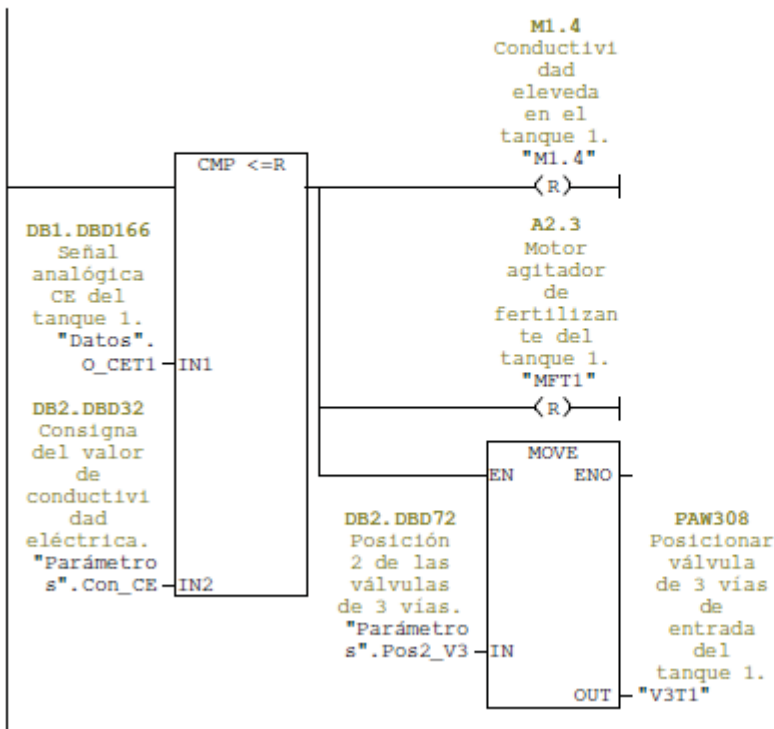




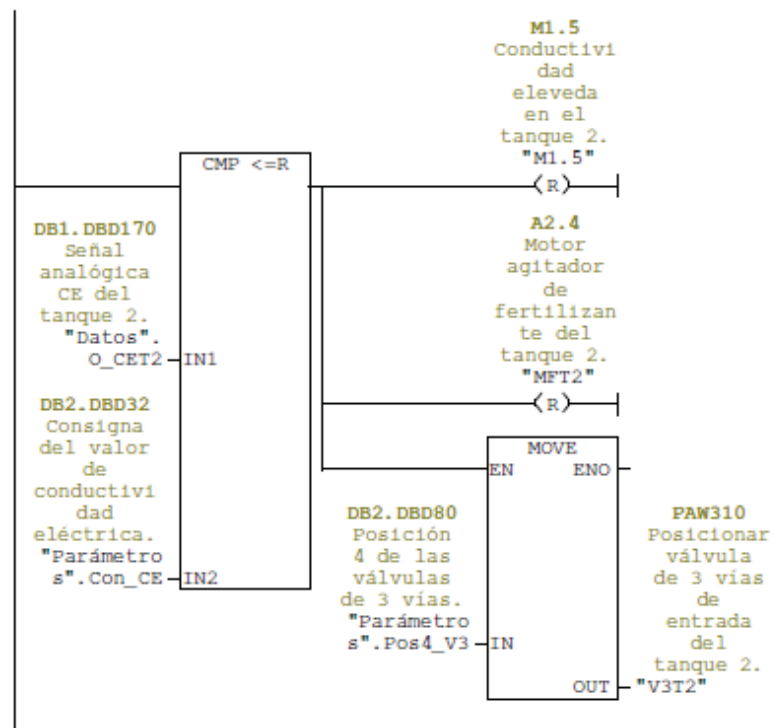




Segm.: 19 Conductividad normal en el tanque 1.
 Reseteamos las marcas y los respectivos actuadores de cada tanque y devolvemos las válvulas de 3 vías a su posición inicial.

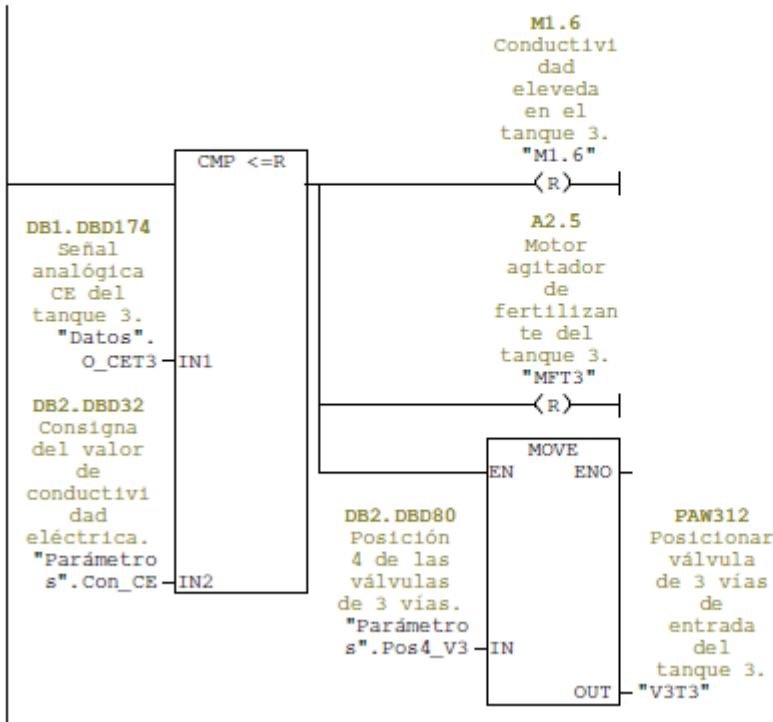


Segm.: 20 Conductividad normal en el tanque 2.
 Reseteamos las marcas y los respectivos actuadores de cada tanque y devolvemos las válvulas de 3 vías a su posición inicial.



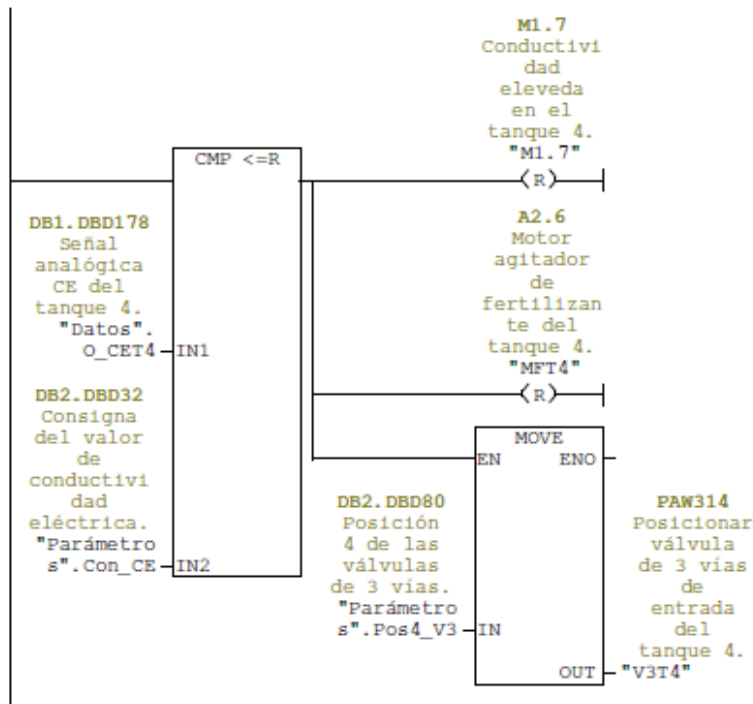
Segm.: 21 Conductividad normal en el tanque 3.

Reseteamos las marcas y los respectivos actuadores de cada tanque y devolvemos las válvulas de 3 vías a su posición inicial.

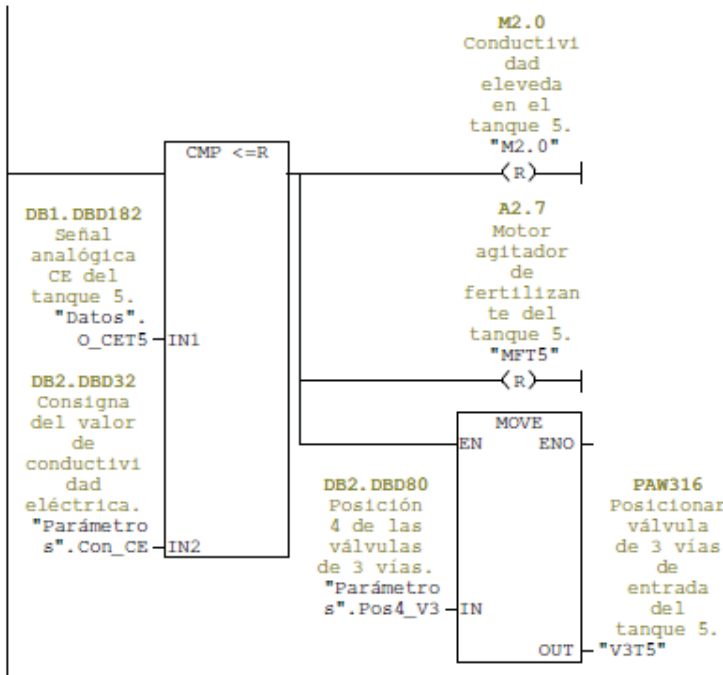


Segm.: 22 Conductividad normal en el tanque 4.

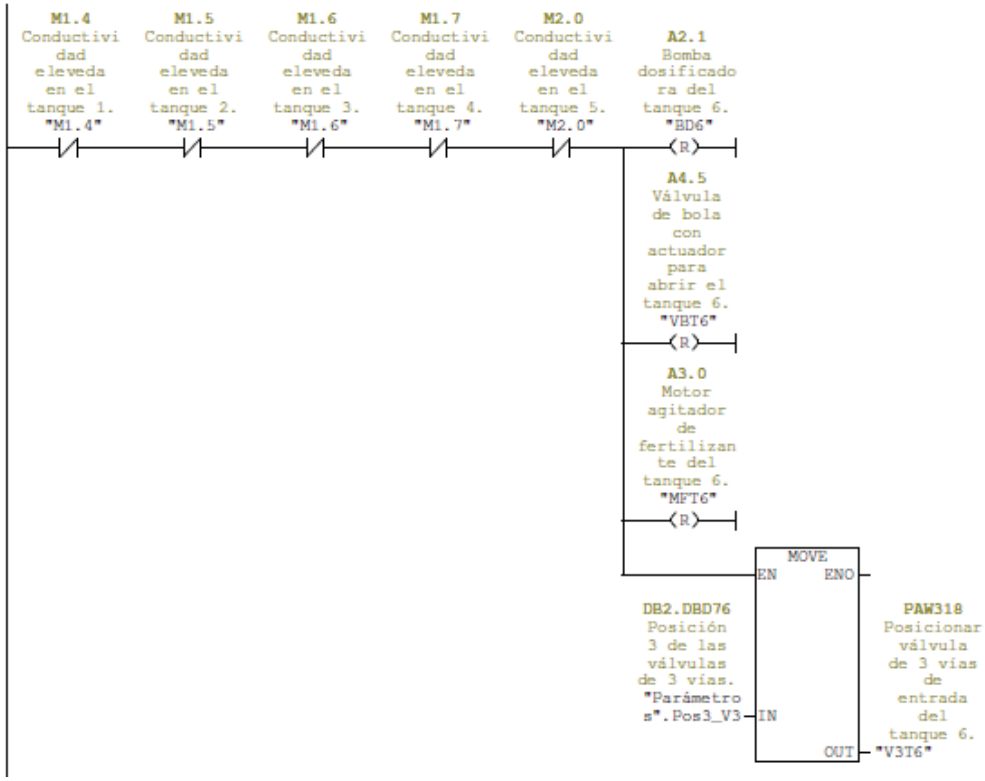
Reseteamos las marcas y los respectivos actuadores de cada tanque y devolvemos las válvulas de 3 vías a su posición inicial.



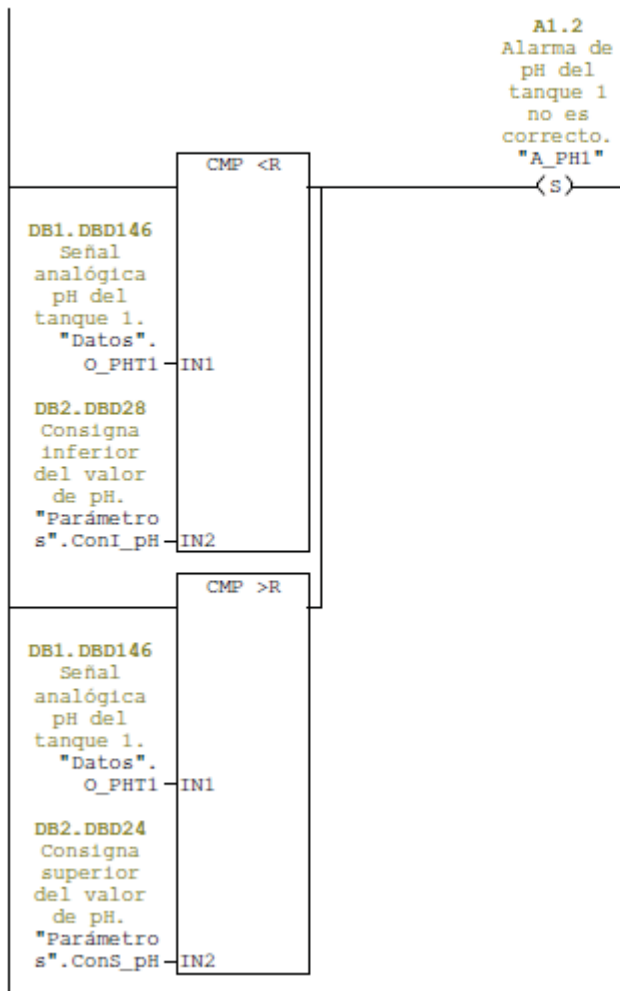
Segm.: 23 Conductividad normal en el tanque 5.
 Reseteamos las marcas y los respectivos actuadores de cada tanque y devolvemos las válvulas de 3 vías a su posición inicial.



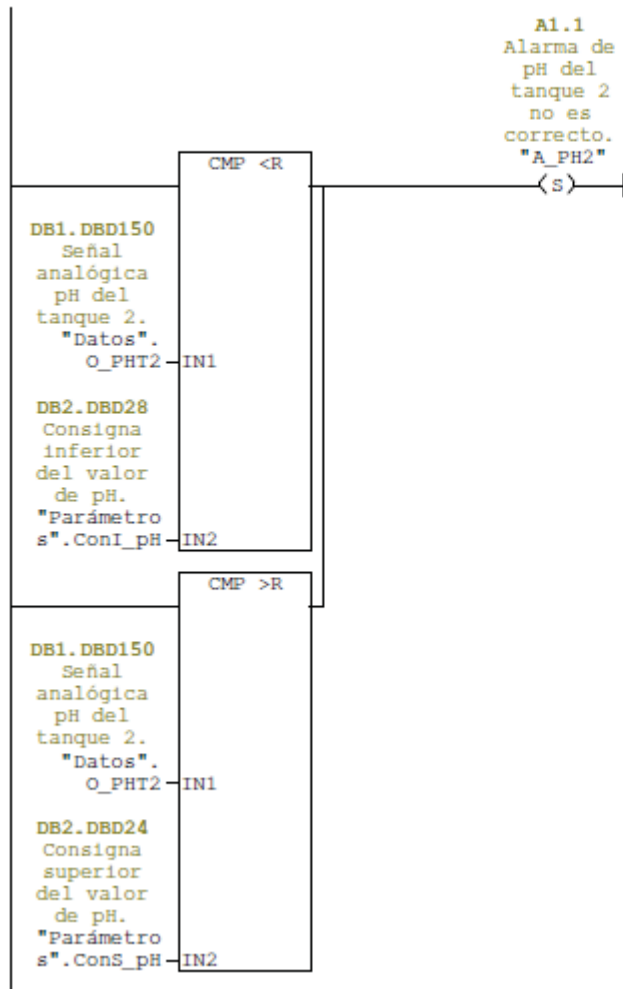
Segm.: 24 Parar actuadores del tanque 6.
 En este segmento detenemos la bomba de dosificación y el motor de agitación del tanque 6 y cerramos la válvula de bola.



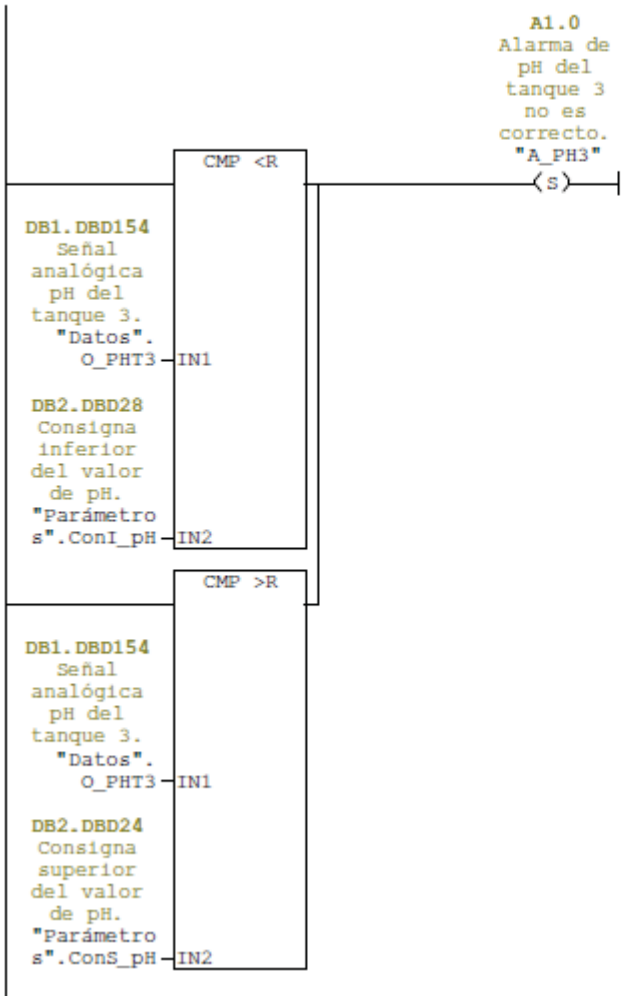
Segm.: 25 El pH del tanque 1 no es correcto.



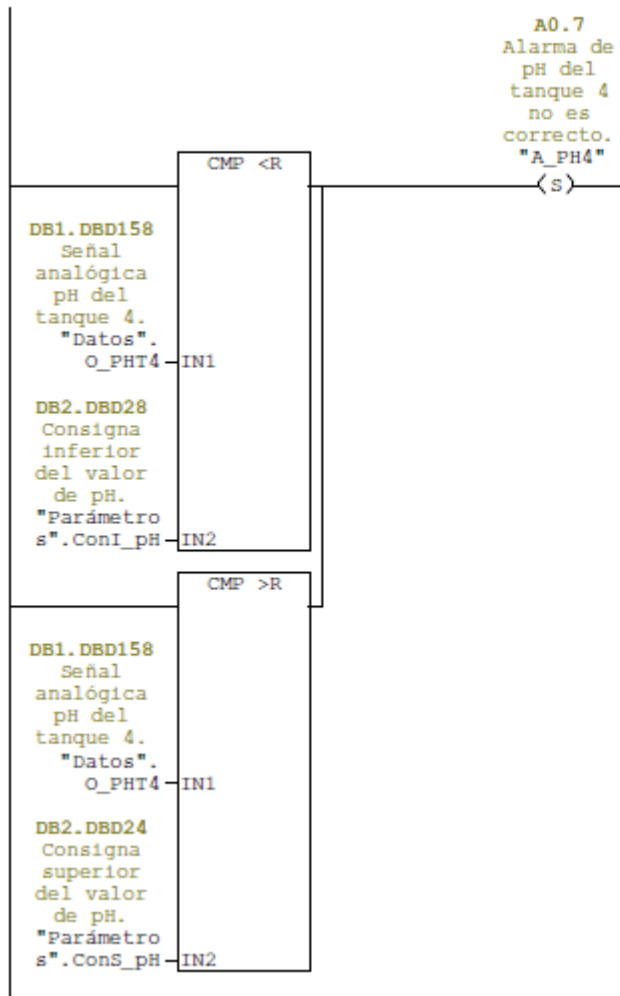
Segm.: 26 El pH del tanque 2 no es correcto.



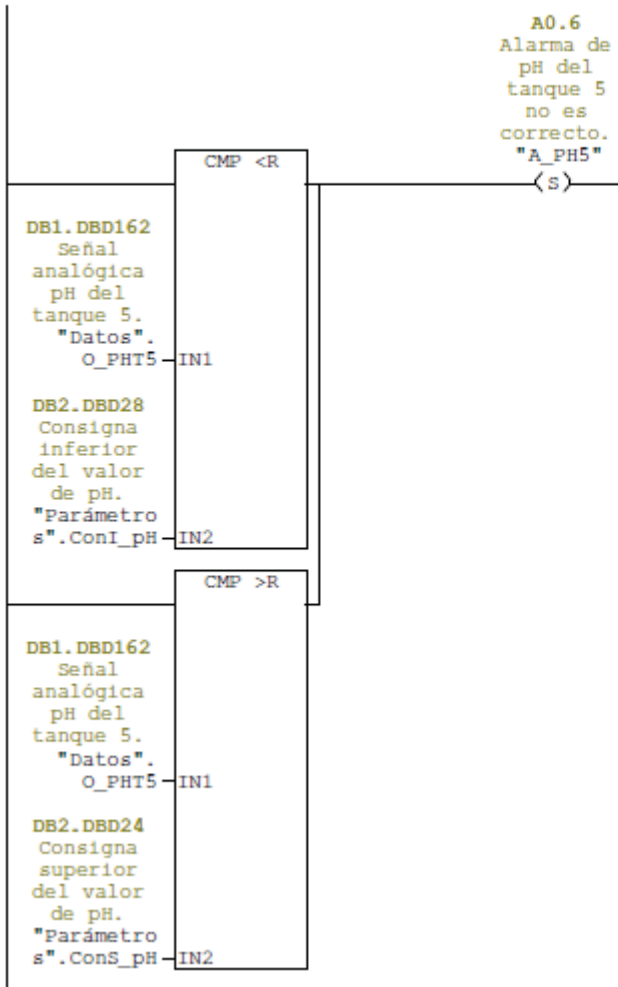
Segm.: 27 El pH del tanque 3 no es correcto.



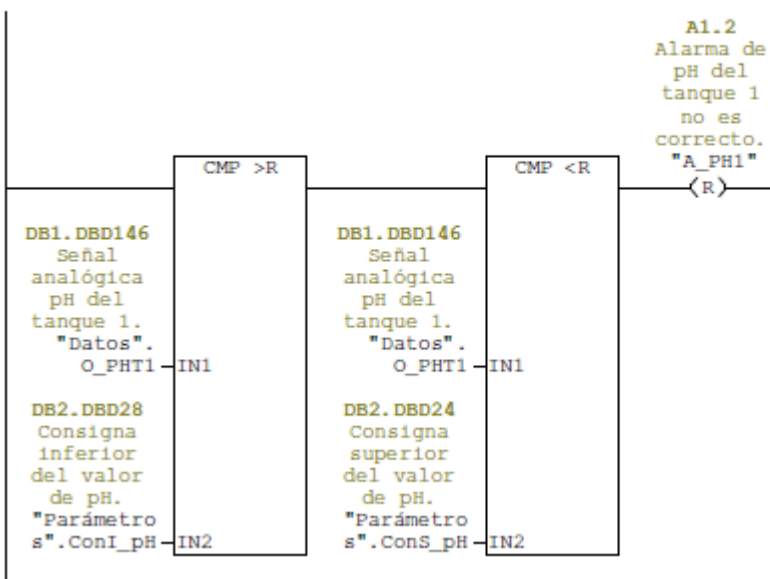
Segm.: 28 El pH del tanque 4 no es correcto.



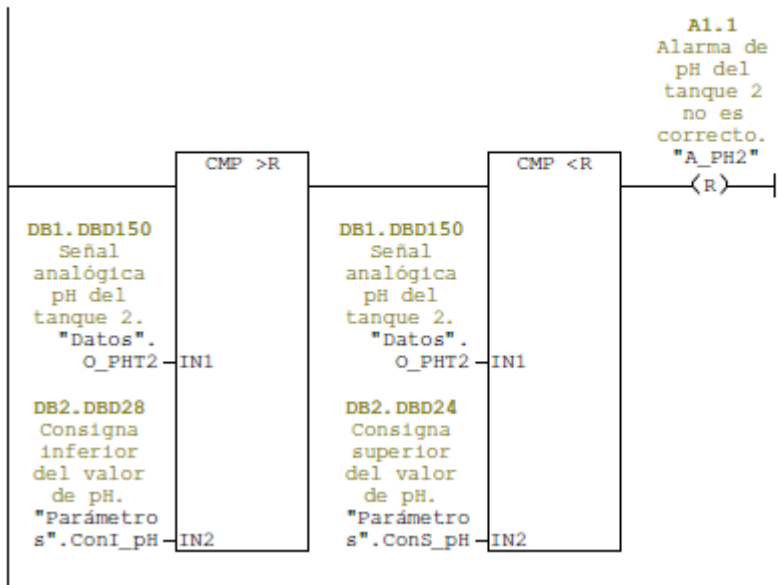
Segm.: 29 El pH del tanque 5 no es correcto.



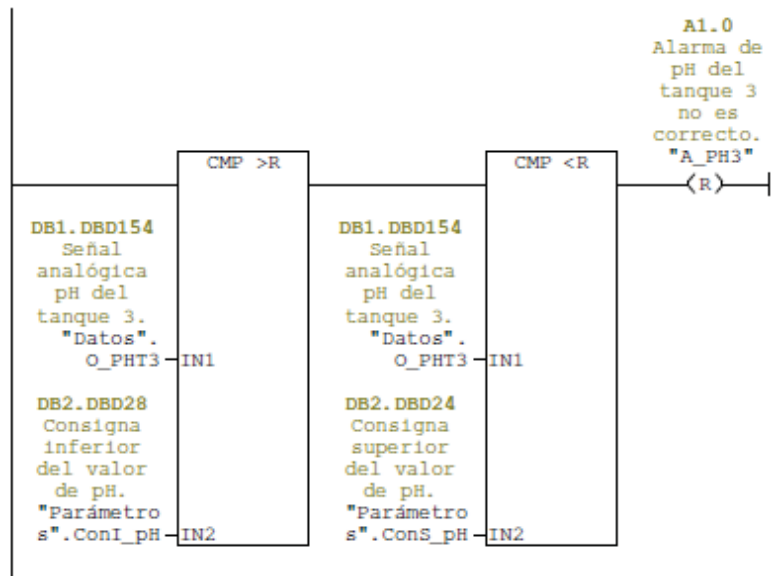
Segm.: 30 El pH del tanque 1 es correcto.



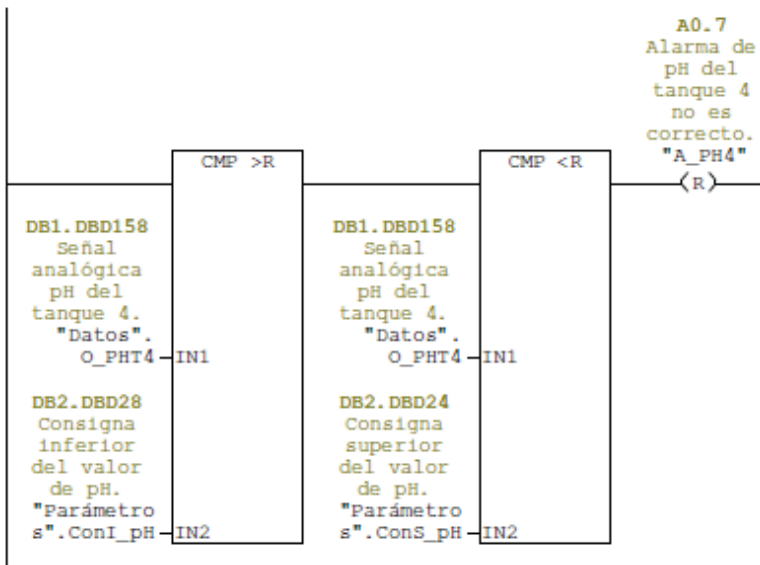
Segm.: 31 El pH del tanque 2 es correcto.



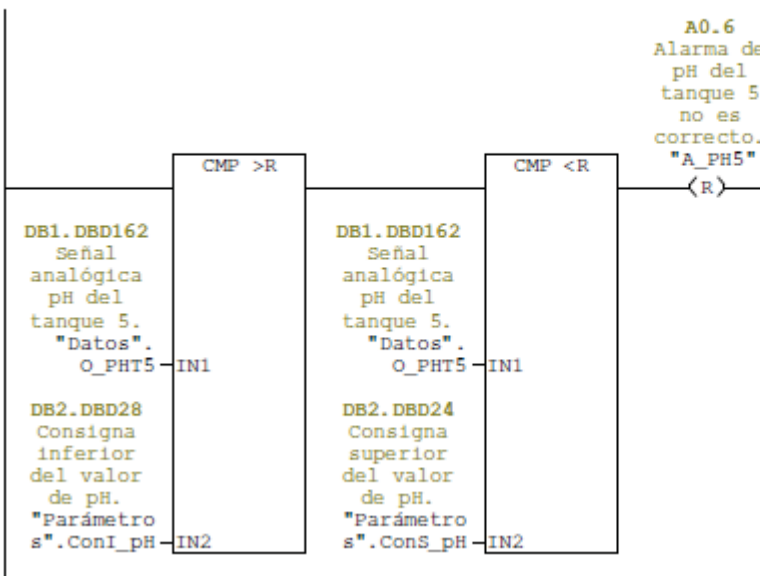
Segm.: 32 El pH del tanque 3 es correcto.



Segm.: 33 El pH del tanque 4 es correcto.

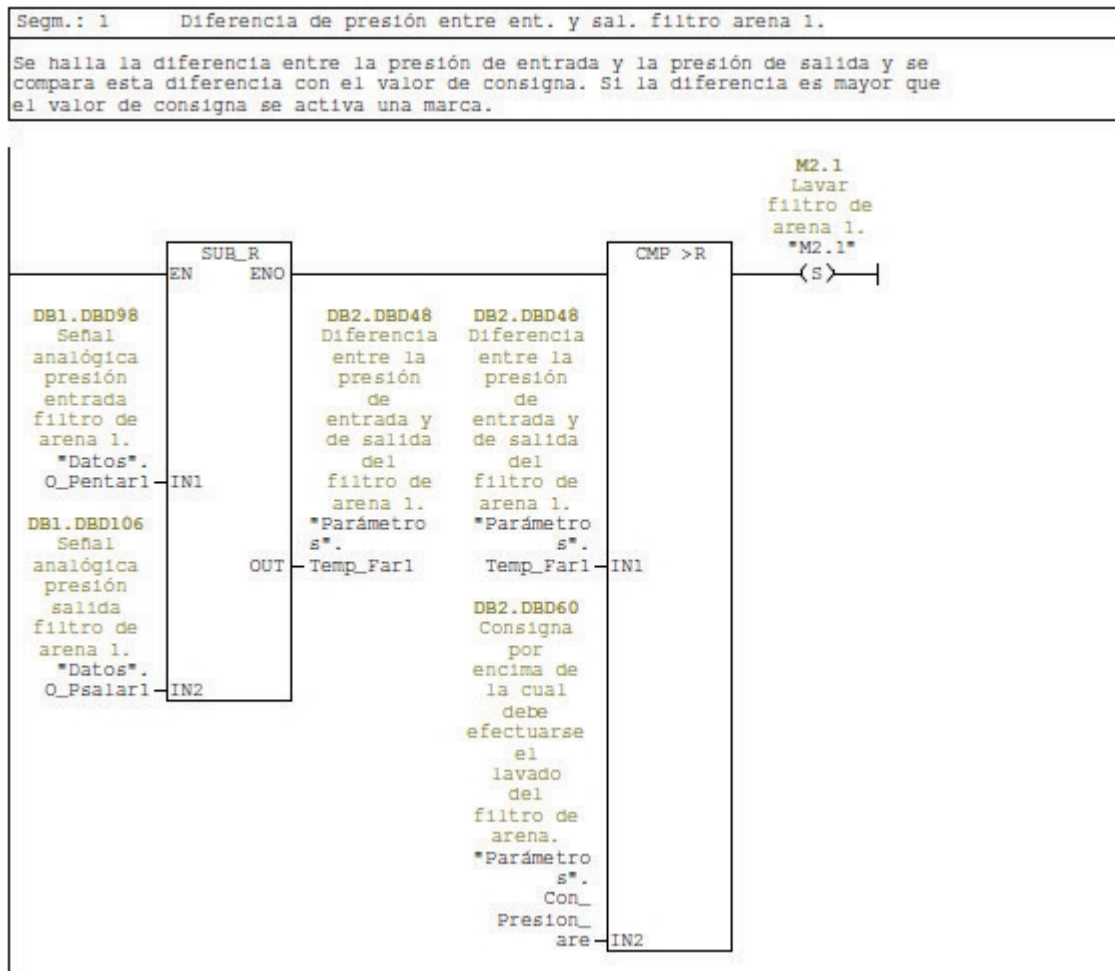


Segm.: 34 El pH del tanque 5 es correcto.



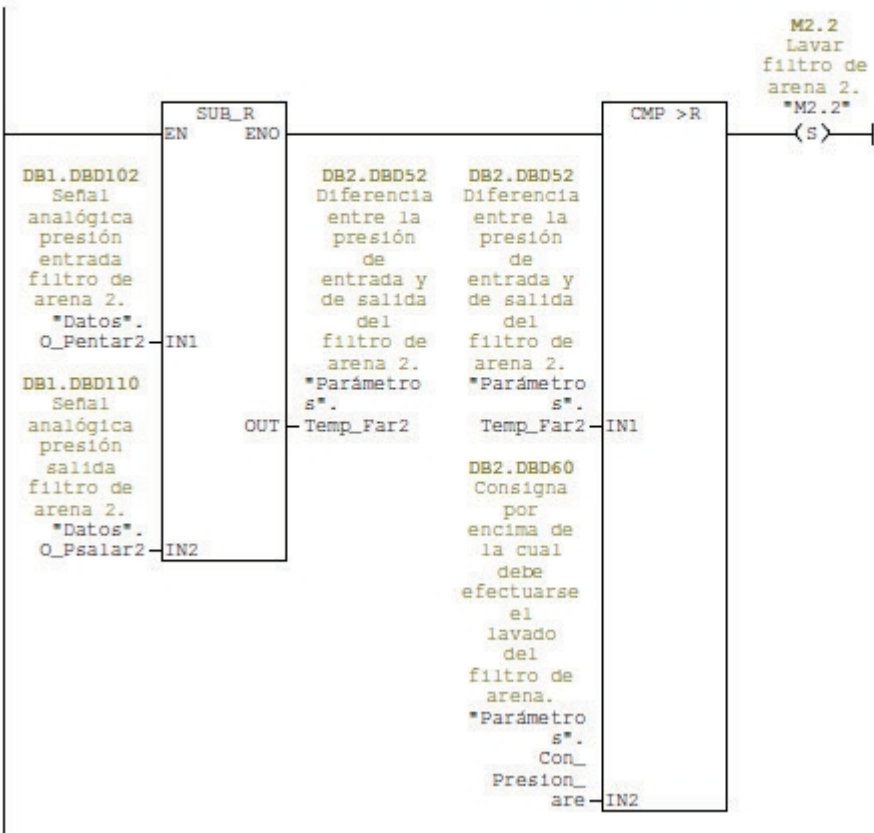
5. Subrutina FC4.

La rutina FC4 es la encargada de detectar cuando es necesario la limpieza de los filtros y proceder a su limpieza cuando es necesario en el caso del filtro de arena o a la activación de una alarma en el caso del filtro de malla.



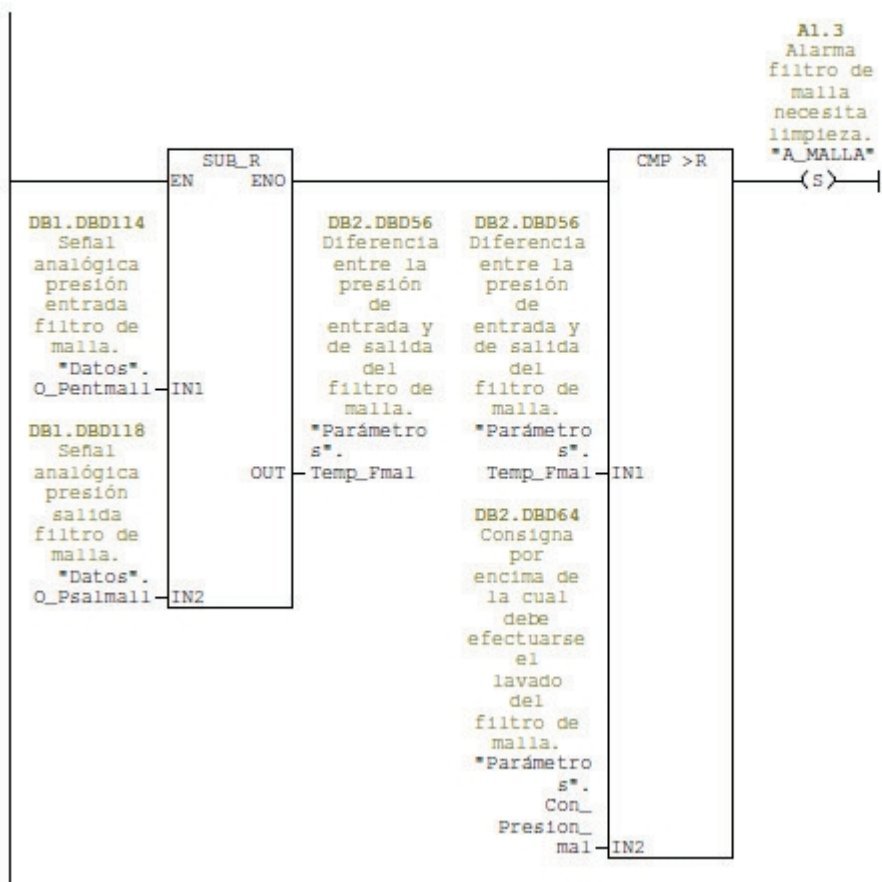
Segm.: 2 Diferencia de presión entre ent. y sal. filtro arena 2.

Se halla la diferencia entre la presión de entrada y la presión de salida y se compara esta diferencia con el valor de consigna. Si la diferencia es mayor que el valor de consigna se activa una marca.

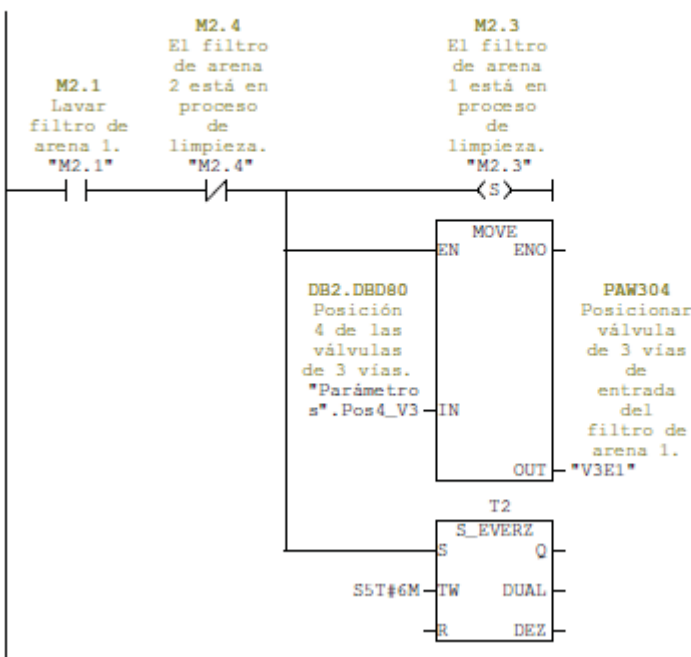


Segm.: 3 Diferencia de presión entre ent. y sal. filtro de malla.

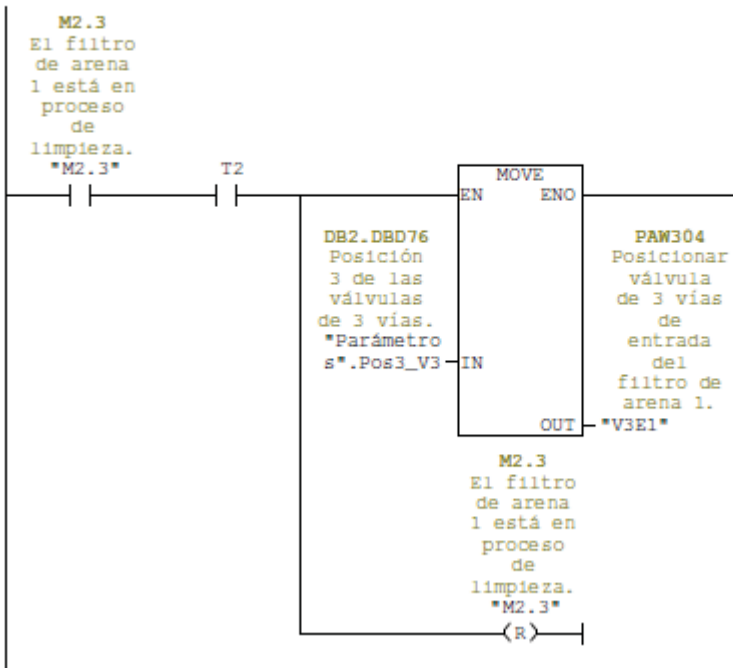
Se halla la diferencia entre la presión de entrada y la presión de salida y se compara esta diferencia con el valor de consigna. Si la diferencia es mayor que el valor de consigna se activa una marca.



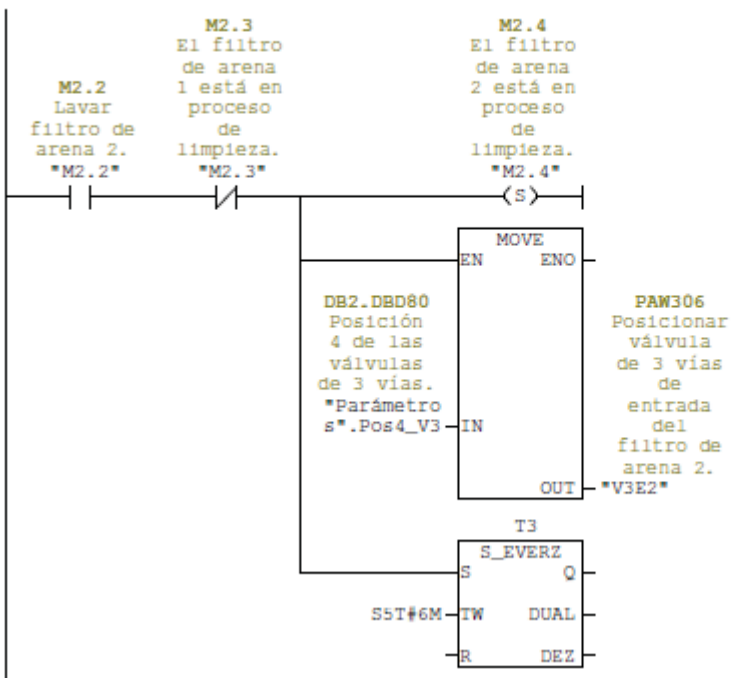
Segm.: 4 Lavado del filtro de arena 1.



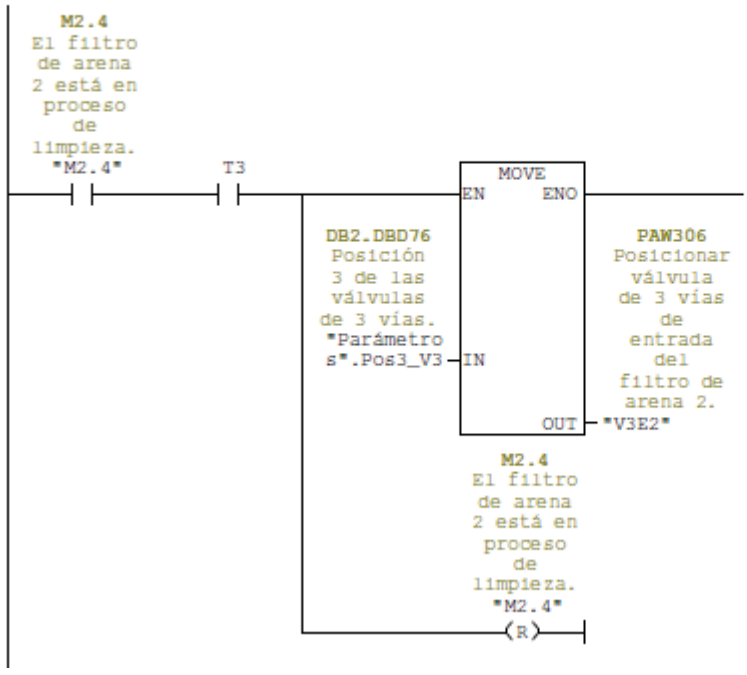
Segm.: 5 Fin del lavado del filtro de arena 1.



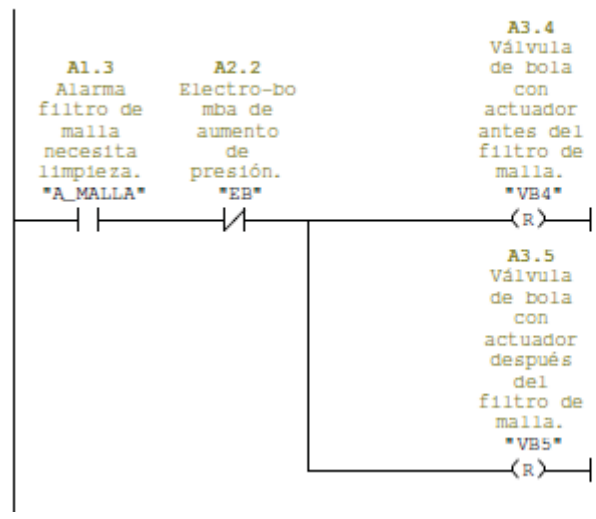
Segm.: 6 Lavado del filtro de arena 2.



Segm.: 7 Fin del lavado del filtro de arena 2.



Segm.: 8 Válvula de bola con actuador antes del filtro de malla.



6. Bloque de datos DB1.

En el presente bloque de datos se recogen las diferentes variables necesarias para llevar a cabo el escalado de las entradas analógicas de los sensores.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	M_LI	REAL	0.000000e+000	Límite inferior de medida de los manómetros del cabezal (m.c.a).
+4.0	M_LS	REAL	1.019740e+002	Límite superior de medida de los manómetros del cabezal (m.c.a).
+8.0	N_LI	REAL	0.000000e+000	Límite inferior de medida de los sensores de nivel de los tanques (l).
+12.0	N_LS	REAL	1.000000e+003	Límite superior de medida de los sensores de nivel de los tanques (l).
+16.0	POSV3_LI	REAL	1.000000e+000	Límite inferior del parámetro que define la posición de las válvulas de 3 vías.
+20.0	POSV3_LS	REAL	4.000000e+000	Límite superior del parámetro que define la posición de las válvulas de 3 vías.
+24.0	PH_LI	REAL	0.000000e+000	Límite inferior de medida de los sensores de pH de los tanques.
+28.0	PH_LS	REAL	1.400000e+001	Límite superior de medida de los sensores de pH de los tanques.
+32.0	CE_LI	REAL	0.000000e+000	Límite inferior de medida de los sensores de CE de los tanques ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
+36.0	CE_LS	REAL	1.000000e+003	Límite superior de medida de los sensores de CE de los tanques ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
+40.0	HU_LI	REAL	0.000000e+000	Límite inferior de medida de los sensores de humedad de la tierra (cb).
+44.0	HU_LS	REAL	9.300000e+001	Límite superior de medida de los sensores de humedad de la tierra (cb).
+48.0	Ca_LI	REAL	2.002280e-002	Límite inferior de medida de los sensores de calcio de la tierra (ppm).
+52.0	Ca_LS	REAL	4.004569e+004	Límite superior de medida de los sensores de calcio de la tierra (ppm).
+56.0	P_LI	REAL	1.001140e+000	Límite inferior de medida de los sensores de fósforo de la tierra (ppm).
+60.0	P_LS	REAL	5.005710e+001	Límite superior de medida de los sensores de fósforo de la tierra (ppm).
+64.0	Mg_LI	REAL	2.002280e-002	Límite inferior de medida de los sensores de magnesio de la tierra (ppm).
+68.0	Mg_LS	REAL	4.004569e+004	Límite superior de medida de los sensores de magnesio de la tierra (ppm).
+72.0	K_LI	REAL	4.004500e-002	Límite inferior de medida de los sensores de potasio de la tierra (ppm).
+76.0	K_LS	REAL	3.904455e+004	Límite superior de medida de los sensores de potasio de la tierra (ppm).
+80.0	AM_LI	REAL	2.002280e-002	Límite inferior de medida de los sensores de amonio de la tierra (ppm).
+84.0	AM_LS	REAL	9.010300e+002	Límite superior de medida de los sensores de amonio de la tierra (ppm).
+88.0	Ni_LI	REAL	4.004500e-002	Límite inferior de medida de los sensores de nitrato de la tierra (ppm).
+92.0	Ni_LS	REAL	6.207082e+004	Límite superior de medida de los sensores de nitrato de la tierra (ppm).
+96.0	BIPOLAR	BOOL	FALSE	Entrada unipolar(FALSE) o bipolar(TRUE) en todos los sensores analógicos.
+98.0	O_Pentar1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión entrada filtro de arena 1.
+102.0	O_Pentar2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión entrada filtro de arena 2.
+106.0	O_Psalar1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión salida filtro de arena 1.
+110.0	O_Psalar2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión salida filtro de arena 2.
+114.0	O_Pentmall	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión entrada filtro de malla.
+118.0	O_Psalmall	REAL	0.000000e+000	Señal analógica presión salida filtro de malla.
+122.0	O_NT1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 1.
+126.0	O_NT2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 2.
+130.0	O_NT3	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 3.
+134.0	O_NT4	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 4.
+138.0	O_NT5	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 5.
+142.0	O_NT6	REAL	0.000000e+000	Señal analógica nivel del tanque 6.
+146.0	O_PHT1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica pH del tanque 1.
+150.0	O_PHT2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica pH del tanque 2.
+154.0	O_PHT3	REAL	0.000000e+000	Señal analógica pH del tanque 3.
+158.0	O_PHT4	REAL	0.000000e+000	Señal analógica pH del tanque 4.
+162.0	O_PHT5	REAL	0.000000e+000	Señal analógica pH del tanque 5.
+166.0	O_CET1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica CE del tanque 1.
+170.0	O_CET2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica CE del tanque 2.
+174.0	O_CET3	REAL	0.000000e+000	Señal analógica CE del tanque 3.
+178.0	O_CET4	REAL	0.000000e+000	Señal analógica CE del tanque 4.
+182.0	O_CET5	REAL	0.000000e+000	Señal analógica CE del tanque 5.

Direcció	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
+186.0	O_POSV3T1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 1.
+190.0	O_POSV3T2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 2.
+194.0	O_POSV3T3	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 3.
+198.0	O_POSV3T4	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 4.
+202.0	O_POSV3T5	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 5.
+206.0	O_POSV3T6	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 6.
+210.0	O_POSV3E1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del filtro de arena 1.
+214.0	O_POSV3E2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del filtro de arena 2.
+218.0	O_HUsector1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de humedad de sector 1.
+222.0	O_HUsector2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de humedad de sector 2.
+226.0	O_Casec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de calcio de sector 1.
+230.0	O_Casec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de calcio de sector 2.
+234.0	O_Psec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de fósforo de sector 1.
+238.0	O_Psec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de fósforo de sector 2.
+242.0	O_Mgsec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de magnesio de sector 1.
+246.0	O_Mgsec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de magnesio de sector 2.
+250.0	O_Ksec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de potasio de sector 1.
+254.0	O_Ksec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de potasio de sector 2.
+258.0	O_AMsec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de amoniaco de sector 1.
+262.0	O_AMsec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de amoniaco de sector 2.
+266.0	O_Nisec1	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de nitrato de sector 1.
+270.0	O_Nisec2	REAL	0.000000e+000	Señal analógica del sensor de nitrato de sector 2.
+274.0	E_O_Pentar1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de entrada al filtro de arena 1.
+276.0	E_O_Pentar2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de entrada al filtro de arena 2.
+278.0	E_O_Psalar1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de salida al filtro de arena 1.
+280.0	E_O_Psalar2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de salida al filtro de arena 2.
+282.0	E_O_Pentmal1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de entrada al filtro de malla.
+284.0	E_O_Psalmal1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del manómetro de salida al filtro de malla.
+286.0	E O NT1	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 1.
+288.0	E O NT2	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 2.
+290.0	E O NT3	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 3.
+292.0	E O NT4	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 4.
+294.0	E O NT5	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 5.
+296.0	E O NT6	WORD	W#16#0	Error señal analógica nivel del tanque 6.
+298.0	E O PHT1	WORD	W#16#0	Error señal analógica pH del tanque 1.
+300.0	E O PHT2	WORD	W#16#0	Error señal analógica pH del tanque 2.
+302.0	E O PHT3	WORD	W#16#0	Error señal analógica pH del tanque 3.
+304.0	E O PHT4	WORD	W#16#0	Error señal analógica pH del tanque 4.
+306.0	E O PHT5	WORD	W#16#0	Error señal analógica pH del tanque 5.
+308.0	E O CET1	WORD	W#16#0	Error señal analógica CE del tanque 1.
+310.0	E O CET2	WORD	W#16#0	Error señal analógica CE del tanque 2.
+312.0	E O CET3	WORD	W#16#0	Error señal analógica CE del tanque 3.
+314.0	E O CET4	WORD	W#16#0	Error señal analógica CE del tanque 4.
+316.0	E O CET5	WORD	W#16#0	Error señal analógica CE del tanque 5.
+318.0	E_O_POSV3T1	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 1.
+320.0	E_O_POSV3T2	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 2.
+322.0	E_O_POSV3T3	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 3.
+324.0	E_O_POSV3T4	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 4.
+326.0	E_O_POSV3T5	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 5.
+328.0	E_O_POSV3T6	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del tanque 6.
+330.0	E_O_POSV3E1	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del fil. de ar. 1.
+332.0	E_O_POSV3E2	WORD	W#16#0	Error señal analógica de la posición de la válvula de 3 vías del fil. de ar. 2.
+334.0	E O HUsecto	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de humedad de sector 1.
+336.0	E O HUsecto	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de humedad de sector 2.
+338.0	E O Casec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de calcio de sector 1.
+340.0	E O Casec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de calcio de sector 2.
+342.0	E O Psec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de fósforo de sector 1.
+344.0	E O Psec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de fósforo de sector 2.
+346.0	E O Mgsec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de magnesio de sector 1.
+348.0	E O Mgsec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de magnesio de sector 2.
+350.0	E O Ksec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de potasio de sector 1.
+352.0	E O Ksec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de potasio de sector 2.
+354.0	E O AMsec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de amoniaco de sector 1.
+356.0	E O AMsec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de amoniaco de sector 2.
+358.0	E O Nisec1	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de nitrato de sector 1.
+360.0	E O Nisec2	WORD	W#16#0	Error señal analógica del sensor de nitrato de sector 2.
=362.0		END_STRUC		

7. Bloque de datos DB2.

En el bloque de datos DB2, se encuentran los valores de consignas de las diferentes variables que es necesario comparar.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	Con_K	REAL	1.800000e+002	Consigna del valor de potasio.
+4.0	Con_Mg	REAL	9.000000e+001	Consigna del valor de magnesio.
+8.0	Con_Ca	REAL	1.700000e+003	Consigna del valor de calcio.
+12.0	Con_P	REAL	1.900000e+001	Consigna del valor de fósforo.
+16.0	Con_N	REAL	1.600000e+003	Consigna del valor de nitrógeno.
+20.0	Con_Hu	REAL	7.000000e+001	Consigna del valor de humedad.
+24.0	ConS_pH	REAL	7.500000e+000	Consigna superior del valor de pH.
+28.0	ConI_pH	REAL	6.500000e+000	Consigna inferior del valor de pH.
+32.0	Con_CE	REAL	5.000000e+002	Consigna del valor de conductividad eléctrica.
+36.0	Con_Nivel	REAL	5.000000e+001	Consigna del valor del nivel de los tanques.
+40.0	Temp_Nsec1	REAL	0.000000e+000	Suma de nitrato y amoníaco en el sector 1.
+44.0	Temp_Nsec2	REAL	0.000000e+000	Suma de nitrato y amoníaco en el sector 2.
+48.0	Temp_Far1	REAL	0.000000e+000	Diferencia entre la presión de entrada y de salida del filtro de arena 1.
+52.0	Temp_Far2	REAL	0.000000e+000	Diferencia entre la presión de entrada y de salida del filtro de arena 2.
+56.0	Temp_Fmal	REAL	0.000000e+000	Diferencia entre la presión de entrada y de salida del filtro de malla.
+60.0	Con_Presion_ars	REAL	4.700000e+000	Consigna por encima de la cual debe efectuarse el lavado del filtro de arena.
+64.0	Con_Presion_mal	REAL	4.000000e+000	Consigna por encima de la cual debe efectuarse el lavado del filtro de malla.
+68.0	Pos1_V3	REAL	4.000000e+000	Posición 1 de las válvulas de 3 vías.
+72.0	Pos2_V3	REAL	9.333333e+000	Posición 2 de las válvulas de 3 vías.
+76.0	Pos3_V3	REAL	1.466667e+001	Posición 3 de las válvulas de 3 vías.
+80.0	Pos4_V3	REAL	2.000000e+001	Posición 4 de las válvulas de 3 vías.
+84.0	Con_LimPre	REAL	1.033250e+002	Consigna para límite de presión máximo en la tubería
=88.0		END_STRUCT		

8. Símbolos del sistema de automatización

A continuación, se relacionan las marcas, entradas analógicas, entradas digitales, salidas analógicas y salidas digitales. Todas ellas están asociadas con su dirección.

Estado	Símbolo	Dirección	Tipo de datos	Comentario
	A_N1	A 0.0	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 1.
	A_N2	A 0.1	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 2.
	A_N3	A 0.2	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 3.
	A_N4	A 0.3	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 4.
	A_N5	A 0.4	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 5.
	A_N6	A 0.5	BOOL	Alarma de nivel de líquido bajo en el tanque 6.
	A_PH5	A 0.6	BOOL	Alarma de pH del tanque 5 no es correcto.
	A_PH4	A 0.7	BOOL	Alarma de pH del tanque 4 no es correcto.
	A_PH3	A 1.0	BOOL	Alarma de pH del tanque 3 no es correcto.
	A_PH2	A 1.1	BOOL	Alarma de pH del tanque 2 no es correcto.
	A_PH1	A 1.2	BOOL	Alarma de pH del tanque 1 no es correcto.
	A_MALLA	A 1.3	BOOL	Alarma filtro de malla necesita limpieza.
	BD1	A 1.4	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 1.
	BD2	A 1.5	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 2.
	BD3	A 1.6	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 3.
	BD4	A 1.7	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 4.
	BD5	A 2.0	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 5.
	BD6	A 2.1	BOOL	Bomba dosificadora del tanque 6.
	EB	A 2.2	BOOL	Electro-bomba de aumento de presión.
	MFT1	A 2.3	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 1.
	MFT2	A 2.4	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 2.
	MFT3	A 2.5	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 3.
	MFT4	A 2.6	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 4.
	MFT5	A 2.7	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 5.
	MFT6	A 3.0	BOOL	Motor agitador de fertilizante del tanque 6.
	VB1	A 3.1	BOOL	Válvula de bola con actuador antes de la electro bomba.
	VB2	A 3.2	BOOL	Válvula de bola con actuador antes de los filtros de arena.
	VB3	A 3.3	BOOL	Válvula de bola con actuador después de los filtros de
	VB4	A 3.4	BOOL	Válvula de bola con actuador antes del filtro de malla.
	VB5	A 3.5	BOOL	Válvula de bola con actuador después del filtro de malla.
	VBsec1	A 3.6	BOOL	Válvula de bola con actuador para aislar el sector 1.
	VBsec2	A 3.7	BOOL	Válvula de bola con actuador para aislar el sector 2.
	VBT1	A 4.0	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 1.
	VBT2	A 4.1	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 2.
	VBT3	A 4.2	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 3.
	VBT4	A 4.3	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 4.
	VBT5	A 4.4	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 5.
	VBT6	A 4.5	BOOL	Válvula de bola con actuador para abrir el tanque 6.
	Datos	DB 1	DB 1	Datos necesarios para llevar a cabo el escalado de cada una de las AI del sist.
	Parámetros	DB 2	DB 2	Datos de consigna.
	START	E 8.0	BOOL	Pulsador de start tras una parada.
	STOP	E 8.1	BOOL	Pulsador para parada de emergencia.
	Pentar1	EW 530	INT	Presión de entrada en el filtro de arena 1.
	Pentar2	EW 532	INT	Presión de entrada en el filtro de arena 2.
	Psalar1	EW 534	INT	Presión de salida en el filtro de arena 1.
	Psalar2	EW 536	INT	Presión de salida en el filtro de arena 2.
	Pentmall	EW 538	INT	Presión de entrada en el filtro de malla.
	Psalmall	EW 540	INT	Presión de salida en el filtro de malla.
	NT1	EW 542	INT	Sensor de nivel del tanque 1.
	NT2	EW 544	INT	Sensor de nivel del tanque 2.

NT3	EW	546	INT	Sensor de nivel del tanque 3.
NT4	EW	548	INT	Sensor de nivel del tanque 4.
NT5	EW	550	INT	Sensor de nivel del tanque 5.
NT6	EW	552	INT	Sensor de nivel del tanque 6.
PHT1	EW	554	INT	Sensor de pH del tanque 1.
PHT2	EW	556	INT	Sensor de pH del tanque 2.
PHT3	EW	558	INT	Sensor de pH del tanque 3.
PHT4	EW	560	INT	Sensor de pH del tanque 4.
PHT5	EW	562	INT	Sensor de pH del tanque 5.
CET1	EW	564	INT	Sensor de conductividad eléctrica del tanque 1.
CET2	EW	566	INT	Sensor de conductividad eléctrica del tanque 2.
CET3	EW	568	INT	Sensor de conductividad eléctrica del tanque 3.
CET4	EW	570	INT	Sensor de conductividad eléctrica del tanque 4.
CET5	EW	572	INT	Sensor de conductividad eléctrica del tanque 5.
POS.V3T1	EW	574	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 1.
POS.V3T2	EW	576	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 2.
POS.V3T3	EW	578	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 3.
POS.V3T4	EW	580	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 4.
POS.V3T5	EW	582	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 5.
POS.V3T6	EW	584	INT	Posición de la válvula de 3 vías del tanque 6.
POS.V3E1	EW	586	INT	Posición de la válvula de 3 vías de la entrada del filtro de
POS.V3E2	EW	588	INT	Posición de la válvula de 3 vías de la entrada del filtro de
Nisec1	EW	590	INT	Concentración de nitrato en el sector de cultivo 1.
AMsec1	EW	592	INT	Concentración de amoníaco en el sector de cultivo 1.
Ksec1	EW	594	INT	Concentración de potasio en el sector de cultivo 1.
Mgsec1	EW	596	INT	Concentración de magnesio en el sector de cultivo 1.
Psec1	EW	598	INT	Concentración de fósforo en el sector de cultivo 1.
Casec1	EW	600	INT	Concentración de calcio en el sector de cultivo 1.
Nisec2	EW	602	INT	Concentración de nitrato en el sector de cultivo 2.
AMsec2	EW	604	INT	Concentración de amoníaco en el sector de cultivo 2.
Ksec2	EW	606	INT	Concentración de potasio en el sector de cultivo 2.
Mgsec2	EW	608	INT	Concentración de magnesio en el sector de cultivo 2.
Psec2	EW	610	INT	Concentración de fósforo en el sector de cultivo 2.
Casec2	EW	612	INT	Concentración de calcio en el sector de cultivo 2.
HUsec1	EW	614	INT	Humedad del sustrato en el sector de cultivo 1.
HUsec2	EW	616	INT	Humedad del sustrato en el sector de cultivo 2.
Escalado variables	FC	1	FC 1	Subrutina donde se lleva a cabo el escalado de cada una de
Detección de	FC	2	FC 2	Subrutina de comprobación de las diferentes necesidades.
Preparación de tanques	FC	3	FC 3	Subrutina donde comprobamos que los parámetros de los
Limpieza de filtros.	FC	4	FC 4	Subrutina: se comprobará la diferencias de presión en la ent.
SCALE	FC	105	FC 105	Scaling Values
M0.0	M	0.0	BOOL	Falta agua en el sector 1.
M0.1	M	0.1	BOOL	Falta agua en el sector 2.
M0.2	M	0.2	BOOL	Falta potasio en el sector 1.
M0.3	M	0.3	BOOL	Falta potasio en el sector 2.
M0.4	M	0.4	BOOL	Falta magnesio en el sector 1.
M0.5	M	0.5	BOOL	Falta magnesio en el sector 2.
M0.6	M	0.6	BOOL	Falta calcio en el sector 1.
M0.7	M	0.7	BOOL	Falta calcio en el sector 2.
M1.0	M	1.0	BOOL	Falta fósforo en el sector 1.
M1.1	M	1.1	BOOL	Falta fósforo en el sector 2.
M1.2	M	1.2	BOOL	Falta nitrógeno en el sector 1.
M1.3	M	1.3	BOOL	Falta nitrógeno en el sector 2.
M1.4	M	1.4	BOOL	Conductividad elevada en el tanque 1.
M1.5	M	1.5	BOOL	Conductividad elevada en el tanque 2.
M1.6	M	1.6	BOOL	Conductividad elevada en el tanque 3.
M1.7	M	1.7	BOOL	Conductividad elevada en el tanque 4.
M2.0	M	2.0	BOOL	Conductividad elevada en el tanque 5.

M2.1	M	2.1	BOOL	Lavar filtro de arena 1.
M2.2	M	2.2	BOOL	Lavar filtro de arena 2.
M2.3	M	2.3	BOOL	El filtro de arena 1 está en proceso de limpieza.
M2.4	M	2.4	BOOL	El filtro de arena 2 está en proceso de limpieza.
M2.5	M	2.5	BOOL	Parada de emergencia activada.
M2.6	M	2.6	BOOL	Presión elevada en el sistema.
M2.7	M	2.7	BOOL	Flanco de subida del pulsador de emergencia.
M3.0	M	3.0	BOOL	Flanco de subida del pulsador de start.
M3.1	M	3.1	BOOL	Es necesario nutrientes en sector 1.
M3.2	M	3.2	BOOL	Es necesario nutrientes en sector 2.
Cycle Execution	OB	1	OB 1	
V3E1	PAW	304	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del filtro de arena 1.
V3E2	PAW	306	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del filtro de arena 2.
V3T1	PAW	308	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 1.
V3T2	PAW	310	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 2.
V3T3	PAW	312	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 3.
V3T4	PAW	314	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 4.
V3T5	PAW	316	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 5.
V3T6	PAW	318	INT	Posicionar válvula de 3 vías de entrada del tanque 6.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Anexo 4: Estudio de Seguridad y Salud

ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Estudio basico de seguridad y salud (R.D. 1627/1997).....	1
1.1. Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	1
1.2. Descripción de la actividad.....	1
1.3. Recursos considerados.....	1
1.4. Identificación y valoración de riesgos.....	2
1.5. Planificación de la acción preventiva.....	3
1.6. Normas generales de seguridad y salud. Disposiciones mínimas.....	6
1.6.1. Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	6
1.6.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras.....	7
1.6.3. Disposiciones mininas especificas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de locales.....	13
1.7. Normas de seguridad y salud específicas.....	15
1.7.1. Normas específicas de actuación preventiva.....	15
1.7.2. Normas de actuación preventiva.....	16
1.7.3. Intervención en instalaciones eléctricas.....	17
1.7.4. Medios de protección personal.....	19
1.7.5. Medios de protección.....	20
1.8. Medios auxiliares y otras normas de seguridad de aplicación según obra.....	22
1.8.1. Escaleras de mano.....	22
1.8.2. Manipulación de sustancias químicas.....	23
1.8.3. Trabajos de soldadura oxiacetilénica y corte.....	24
1.8.4. Manejo de herramientas manuales.....	25
1.8.5. Manejo de herramientas punzantes.....	26
1.8.6. Manejo de herramientas de percusión.....	28

1.8.7.	Máquinas eléctricas portátiles	29
1.8.8.	Montacargas	31
1.8.9.	Andamios de borriquete	32
1.8.10.	Protecciones y resguardos de máquinas.....	33

1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD (R.D. 1627/1997).

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El estudio precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. Contemplando la identificación de riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia. Además, se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

Se trata de las instalaciones interiores de baja tensión en un local destinado a Farmacia

1.3. RECURSOS CONSIDERADOS.

- **Materiales:**

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, prensacables, apartamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

- **Energía y fluidos:**

Electricidad y esfuerzo humano

- **Mano de Obra:**

Responsable técnico a pie de obra, mando intermedio, oficiales electricista y peones electricistas.

- **Herramientas.**

Eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro, chequeador portátil de la instalación.

Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.

Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.

Herramientas de tracción: térmicas, trócolas y poleas.

- **Maquinaria.**

Motores eléctricos, sierra de metales, grúa, cabrestante.

- **Medios Auxiliares.**

Andamios de estructura tubular móvil, andamios colgantes, andamio de caballete, banqueta aislante, alfombra aislante, lona aislante de apantallamiento, puntales, caballetes, redes, cuerdas, escaleras de mano, cestas, señales de seguridad, vallas, balizas de advertencia de señalización de riesgos y letreros de advertencia a terceros.

- **Sistemas de transporte y/o manutención.**

Contenedores de recortes, bateas, cestas, cuerdas de izado, eslingas, grúas, carretillas elevadoras cabrestantes, etc.

1.4. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

La metodología utilizada en el presente informe consiste en identificar el factor de riesgo y asociarle los riesgos derivados de su presencia. En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de " Riesgos de accidente y enfermedad profesional ", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto " Grado de Riesgo " obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

GRADO DE RIESGO		Severidad		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>
	Media	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>
	Baja	<i>Moderado</i>	<i>Bajo</i>	<i>Muy Bajo</i>

La probabilidad se valora teniendo en cuenta las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.
- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño, pero es difícil que ocurra.

1.5. PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

Tras el análisis de las características de los trabajos y del personal expuesto a los riesgos se establecen las medidas y acciones necesarias para llevarse a cabo por parte de la empresa instaladora, para tratar cada uno de los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad

profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS								
Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	G. Riesgo
01.- Caídas de personas a distinto nivel			X		X			MODERA.
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		MEDIA
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			MEDIA
04.- Caídas de objetos en manipulación		X					X	BAJA
05.- Caídas de objetos desprendidos			X		X			MEDIA
06.- Pisadas sobre objetos		X					X	BAJA
07.- Choque contra objetos inmóviles		X					X	BAJA
08.- Choque contra objetos móviles			X			X		BAJA
09.- Golpes por objetos y herramientas		X					X	BAJA
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		BAJA
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X			MEDIA
12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X			MEDIA
13.- Sobreesfuerzos		X				X		MEDIA
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X				NO PROC.
15.- Contactos térmicos				X				NO PROC.
16.- Exposición a contactos eléctricos		X			X			ALTA
17.- Exposición a sustancias nocivas			X			X		BAJA
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X			X		BAJA
19.- Exposición a radiaciones			X			X		BAJA
20.- Explosiones			X		X			MEDIA
21.- Incendios			X		X			MEDIA
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				NO PROC.
23.- Atropello o golpes con vehículos			X		X			MEDIA
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	MUY BAJA
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				NO PROC.
26.- E.P. producida por agentes físicos			X				X	MUY BAJA

27.- Enfermedad sistemática				X				NO PROC.
28.- Otros				X				NO PROC.

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA								
Riesgos	Medidas de control	Forma ción e inform ación	Norm as de Traba jo	Riesgo Contro lado				
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y E.P.I.	X	X					X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza	X	X					X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X					X
04.- Caídas de objetos en manipulación	E.P.I.	X	X					X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protección colectiva	X	X					X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y Limpieza	X	X					X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X					X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas	X	X					X
09.- Golpes por objetos y herramientas	E.P.I.	X	X					X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas o pantallas de seguridad (E.P.I.)	X	X					X
11.- Atrapamiento por o entre objetos		X	X					X
12.- Atrapamiento por vuelco .	Manejo correcto	X	X					X
13.- Sobreesfuerzos	Limitación de pesos y levantamiento correcto	X	X					X

14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Cumplir el R.E.B.T. y normas de seguridad	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento R.E.B.T y uso de E.P.I.	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	E.P.I.	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	E.P.I.	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	E.P.I.	X	X		X
20.- Explosiones	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X	X	
21.- Incendios	Prohibición de hacer fuego y fumar	X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de circulación y pasillo de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	E.P.I.	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	E.P.I.	X	X		X
27.- Enfermedad sistemática				X	
28.- Otros				X	
				Si	No

1.6. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD.

DISPOSICIONES MÍNIMAS.

1.6.1. Consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra.

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.

- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

1.6.2. Disposiciones mínimas de seguridad y salud a aplicar en las obras.

1.6.2.1. Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.

La presente parte será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

1.6.2.2. Estabilidad y solidez.

Se deberá asegurarse la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que le trabajo se realice de forma segura.

1.6.2.3. Instalaciones de suministro y reparto de energía.

- La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente. (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).
- Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección de material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

1.6.2.4. Vías y salidas de emergencia.

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora, una intensidad de 5 lux, y su fuente de energía será independientemente del sistema normal de iluminación.

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.

Todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales endebles y preferentemente iluminadas o fluorescentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dichas señales deberán fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas bajo ningún concepto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en ningún momento.

1.6.2.5. Detección y lucha contra incendios.

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

1.6.2.6. Ventilación.

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

1.6.2.7. Exposición a riesgos particulares.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos. (gases, vapores, polvo, etc.).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberá adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

1.6.2.8. Temperatura.

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

1.6.2.9. Iluminación.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

1.6.2.10. Puertas y portones.

- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones., salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

1.6.2.11. Vías de circulación y zonas peligrosas.

- Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda la seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

1.6.2.12. Muelles y rampas de descarga.

- Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

1.6.2.13. Espacio de trabajo.

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

1.6.2.14. Primeros auxilios.

- Será de responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, a los trabajadores afectados o accidentados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

1.6.2.15. Servicios higiénicos.

- Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

- Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

- Los vestuarios duchos, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

1.6.2.16. Locales de descanso o de alojamiento.

- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

- Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

- Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

- Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

- En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

1.6.2.17. Disposiciones varias.

- El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

1.6.3. Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de locales.

1.6.3.1. Ámbito de aplicación de la parte B.

Las obligaciones previstas en la presente se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1.6.3.2. Estabilidad y solidez.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

1.6.3.3. Puertas de emergencia.

- Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

- Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

1.6.3.4. Ventilación.

- En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.

- Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

1.6.3.5. Temperatura.

- La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

- Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

1.6.3.6. Suelos, paredes y techos de los locales.

- Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.

- Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

- Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

1.6.3.7. Ventanas y vanos de ventilación cenital.

- Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.

- Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

1.6.3.8. Puertas y portones.

- La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

1.6.3.9. Vías de circulación.

Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

1.7. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICAS.

1.7.1. Normas específicas de actuación preventiva.

1.7.1.1. Riesgos más frecuentes durante la instalación.

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías conductoras.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.
- Otros.

1.7.1.2. Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.

- Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.

- Electrocuación o quemaduras por conexiones directos sin clavijas macho-hembra.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Otros.

1.7.2. Normas de Actuación Preventiva.

- Se dispondrá de almacén para acopio de material eléctrico.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetes, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetes), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetes), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta "techo" y la planta de "apoyo" en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.

- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc. - usted define-), sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetes), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetes, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

1.7.3. Intervención en instalaciones eléctricas.

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito se abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO". Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión o medidor de tensión.

Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de Trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberá ser homologado.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen el riesgo.

Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

1.7.3.1. Herramientas Eléctricas Portátiles.

- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no podrá exceder de 250 Voltios con relación a tierra.
- Las herramientas eléctricas utilizadas portátiles en las obras de construcción de talleres, edificios etc., serán de clase II o doble aislamiento.

- Cuando se trabaje con estas herramientas en recinto de reducidas dimensiones con paredes conductoras (metálicas, por ejemplo) y en presencia de humedad, estas deberán ser alimentadas por medios de transformadores de separación de circuito.

- Los transformadores de separación de circuito llevarán la marca y cuando sean de tipo portátil serán de doble aislamiento con el grado de IP adecuado al lugar de utilización.

- En la ejecución de trabajos dentro de recipientes metálicos tales como calderas, tanques, fosos, etc., los transformadores de separación de circuitos deben instalarse en el exterior de los recintos, con el objeto de no tener que introducir en estos cables no protegidos.

- Las herramientas eléctricas portátiles deberán disponer de un interruptor sometido a la presión de un resorte, que obligue al operario a mantener constantemente presionado el interruptor, en la posición de marcha.

- Los conductores eléctricos serán del tipo flexible con un aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

- Las herramientas portátiles eléctricas no llevarán hilo ni clavija de toma de tierra.

1.7.3.2. Herramientas Eléctricas Manuales.

- Deberán estar todas Homologadas según la Norma Técnica Reglamentaria CE sobre "Aislamiento de Seguridad de las herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos en instalaciones de Baja Tensión".

- Las Herramientas Eléctricas Manuales podrán ser dos tipos:

- Herramientas Manuales: Estarán constituidas por material aislante, excepto en la cabeza de trabajo, que puede ser de material conductor.

- Herramientas aisladas: Son metálicas, recubiertas de material aislante.

- Todas las herramientas manuales eléctrica llevarán un distintivo con la inscripción de la marca CE, fecha y tensión máxima de servicio 1.000 Voltios".

1.7.3.3. Lámparas Eléctricas Portátiles.

- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

- Deberán responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20- 419

- Estar provistas de una reja de protección contra los choques.

- Tener una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua.

- Un mango aislante que evite el riesgo eléctrico.

- Deben estar construídas de tal manera que no se puedan desmontar sin la ayuda de herramientas.
- Cuando se utilicen en locales mojados o sobre superficies conductoras su tensión no podrá exceder de 24 Voltios.
- Serán del grado de protección IP adecuado al lugar de trabajo.
- Los conductores de aislamiento serán del tipo flexible, de aislamiento reforzado de 440 Voltios de tensión nominal como mínimo.

1.7.4. Medios de Protección Personal.

1.7.4.1. Ropa de trabajo.

- Como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.
- La ropa de trabajo será incombustible.
- No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

1.7.4.2. Protección de cabeza.

- Los cascos de seguridad con barboquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca CE. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión no superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

1.7.4.3. Protección de la vista.

- Las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual.
- Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.
- Gafas antiimpacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

1.7.4.4. Protección de Pies.

- Para trabajos con tensión:
 - Utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
 - Plantilla aislante hasta una tensión de 1000 Voltios, corriente alterna 50 Hz.y marcado CE.

En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión anteriormente señalada.

- Para trabajos de montaje:
 - Utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.

1.7.4.5. Guantes aislantes.

Se deberán usar siempre que tengamos que realizar maniobras con tensión serán dieléctrica.

Homologados Clase II (1000 v) con marca CE " Guantes aislantes de la electricidad" , donde cada guante deberá llevar en un sitio visible el marcado CE. Cumplirán las normas Une 8125080. Además, para uso general dispondrán de guantes "tipo americano" de piel foja y lona para uso general.

Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE.

1.7.4.6. Cinturón de seguridad.

Faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.

1.7.4.7. Protección del oído.

Se dispondrán para cuando se precise de protector antiruido Clase C, con marcado CE.

1.7.5. Medios de protección.

1.7.5.1. Banquetas de maniobra.

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

1.7.5.2. Pértiga.

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia.

Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

1.7.5.3. Comprobadores de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

1.7.5.4. Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

- Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.
- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo.
 - Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.
 - Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).
 - En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.
- Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.
- Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

1.8. MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

1.8.1. Escaleras de mano.

Las escaleras de mano ofrecerán siempre las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad, y, en su caso, de aislamiento o combustión.

Las escaleras de mano de madera deben tener sus largueros de una sola pieza y los peldaños deben estar ensamblados a ellas y no simplemente clavados. Deben prohibirse todas aquellas escaleras y borriquetes construidas en el tajo mediante simple clavazón.

Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, en evitación de que queden ocultos sus posibles defectos.

Las escaleras serán de madera o metal, deben tener longitud suficiente para sobrepasar en 1 m al menos la altura que salvan, y estar dotadas de dispositivos antideslizantes en su apoyo o de ganchos en el punto de desembarque.

Deben prohibirse empalmar escaleras de mano para salvar alturas que de otra forma no alcanzarían, salvo que de Fábrica vengan dotadas de dispositivos especiales de empalme, y en este caso la longitud solapada no será nunca inferior a cinco peldaños.

Para alturas mayores de siete metros será obligatorio el empleo de escaleras especiales susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base, y para su utilización será preceptivo el cinturón de seguridad. Las escaleras de carro estarán provistas de barandillas y otros dispositivos que eviten las caídas.

Habrán que seguir las siguientes precauciones:

- Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y firmeza.
- Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante en su pie o de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.
- El ascenso, descenso y trabajo se hará siempre de frente a las mismas.
- Cuando se apoyen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción.
- No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.
- Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 kilogramos.
- La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, y de topes en su extremo superior.

La distancia entre los pies y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta tal punto de apoyo.

1.8.2. Manipulación de sustancias químicas.

En los trabajos eléctricos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presente en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.

Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:

- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados o mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas. No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

1.8.3. Trabajos de Soldadura Oxiacetilénica y Corte.

Los manómetros, válvulas reductoras, mangueras y sopletes, estarán siempre en perfectas condiciones de uso.

No deben estar engrasados no ser limpiados o manipulados con trapos u otros elementos que contengan grasas o productos inflamables.

Todos los sopletes estarán dotados o provistos de válvulas anti retroceso, comprobándose antes de iniciar el trabajo el buen estado de los mismos.

Las botellas de oxígeno y acetileno, tanto llenas como vacías, deben estar siempre en posición vertical y aseguradas contra vuelcos o caídas. Se evitarán también los golpes sobre las mismas.

Nunca se almacenarán o colocarán las borellas en proximidades de focos de calor o expuestas al sol, ni en ambientes excesivamente húmedos, o en contacto con cables eléctricos.

Todas las botellas que no estén en uso deben tener el tapón protector roscado.

Las botellas vacías se marcarán claramente con la palabra "VACIA", retirándose del sitio de trabajo al lugar de almacenamiento, que será claramente distinto del de las botellas llenas y separando entre sí las de los diversos gases.

Para traslado o elevación de botellas de gas u oxígeno con equipos de izado queda prohibido el uso de eslingas sujetas directamente alrededor de las botellas. Se utilizará una jaula o cestón adecuado. No se puede izar botellas por la tapa protectora de la válvula.

Estos trabajos de soldadura serán siempre realizados por personal que previamente haya recibido formación específica para su correcta realización.

En general en todos los trabajos de soldadura y corte se emplearán, siempre que sea posible, los medios necesarios para efectuar la extracción localizada de los humos producidos por el trabajo. Como mínimo, se forzarán mediante ventilación, el alejamiento de los humos de la zona en que se encuentra el operario.

Las prendas de protección exigibles para todos estos trabajos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, serán las siguientes:

- Gafas de protección contra impactos y radiaciones.
- Pantallas de soldador.
- Guantes de manga larga.
- Botas con puntera y suela protegida y de desprendimiento rápido.
- Polainas.
- Mandiles.

1.8.4. Manejo de herramientas manuales.

1.8.4.1. Causas de riesgos.

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "sin situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca, a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

1.8.4.2. Medidas de Prevención.

• No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.

- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

1.8.4.3. Medidas de Protección.

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

1.8.5. Manejo de herramientas punzantes.

1.8.5.1. Causas de los riesgos.

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

1.8.5.2. Medidas de Prevención.

• En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.

- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.

- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles.
- En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

1.8.5.3. Medidas de Protección.

- Deben emplearse gafas anti-impactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza par asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

1.8.5.4. Pistola fija-clavos.

Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.

El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.

El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas anti-impactos.

Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.

Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.

No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.

Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.

La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.

La pistola debe transportarse siempre descargada y aun así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

1.8.6. Manejo de herramientas de percusión.

1.8.6.1. Causas de los riesgos.

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.
- Uso inadecuado de la herramienta.

1.8.6.2. Medidas de Prevención.

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

1.8.6.3. Medidas de Protección.

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

1.8.6.4. Manejo de cargas sin medios mecánicos.

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.

- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Se prohíbe levantar más de 25 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.

- Entregar el material, no tirarlo.

- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.

- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.

- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.

- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.

- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.

- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

1.8.7. Máquinas eléctricas portátiles.

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.

Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v. como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

1.8.7.1. Taladro.

- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara n polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

1.8.7.2. Esmeriladora circular.

El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.

Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.

Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.

Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s o r.p.m. para su conversión se aplicará la fórmula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times D) / 60$$

Siendo D = diámetro del disco en metros.

Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso.

Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto.

Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.

No se soltará la máquina mientras siga en movimiento el disco.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta ésta estará apoyada y sujeta.

1.8.8. Montacargas.

La instalación eléctrica estará protegida con disyuntor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada de las masas metálicas.

El castillete estará bien cimentado sobre base de hormigón, no presentará desplomes, la estructura será indeformable y resistente y estará perfectamente anclado al edificio para evitar el vuelco y a distancias inferiores a la de pandeo.

El cable estará sujeto con gazas realizadas con un mínimo de tres grapas correctamente colocadas y no presentará un deshilachado mayor del 10% de hilos.

Todo el castillete estará protegido y vallado para evitar el paso o la presencia del personal bajo la vertical de carga.

Existirá de forma bien visible el cartel "Prohibido el uso por personas" en todos los accesos.

Se extraerán los carros sin pisar la plataforma.

En todos los accesos se indicará la carga máxima en Kg.

Todas las zonas de embarco y desembarco cubiertas por los montacargas, deberán protegerse con barandillas dotadas de enclavamiento electromecánico, y dispondrán de barandilla basculante.

Todos los elementos mecánicos agresivos como engranajes, poleas, cables, tambores de enrollamiento, etc. deberán tener una carcasa de protección eficaz que eviten el riesgo de atrapamiento.

Es necesario que todas las cargas que se embarquen vayan en carros con el fin de extraerlas en las plantas sin acceder a la plataforma.

1.8.9. Andamios de borriquete.

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m., y entre 3 y 6 m. se emplearán borriquetes armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m. de altura, están protegidas con barandillas de 1 m. de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm. de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetes, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m. libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m. de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m. en baja tensión.

1.8.9.1. Características de las tablas o tablones que constituyen las plataformas.

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos. Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4x15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.

- Estarán sujetos por ligas a los borriquetes.
- Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m. de altura del punto de apoyo en el suelo del borriquete.
- A partir de 2 m. de altura habrá que instalar barandilla perimetral o completa, o en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

1.8.10. Protecciones y resguardos de máquinas.

Toda maquinaria utilizada durante la fase de la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Las operaciones de conservación, mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada con la prohibición de su manejo a trabajadores no encargados de su reparación.

Para evitar su involuntaria puesta en marcha, se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y, si ello no es posible, se colocará en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

Para evitar los peligros que puedan causar al trabajador los elementos mecánicos agresivos de las máquinas por acción atrapante, cortante, lacerante, punzante, prensante, abrasiva o proyectiva, se instalarán las protecciones más adecuadas al riesgo específico de cada máquina.

Las operaciones de entretenimiento, reparación, engrasado y limpieza se efectuarán durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.



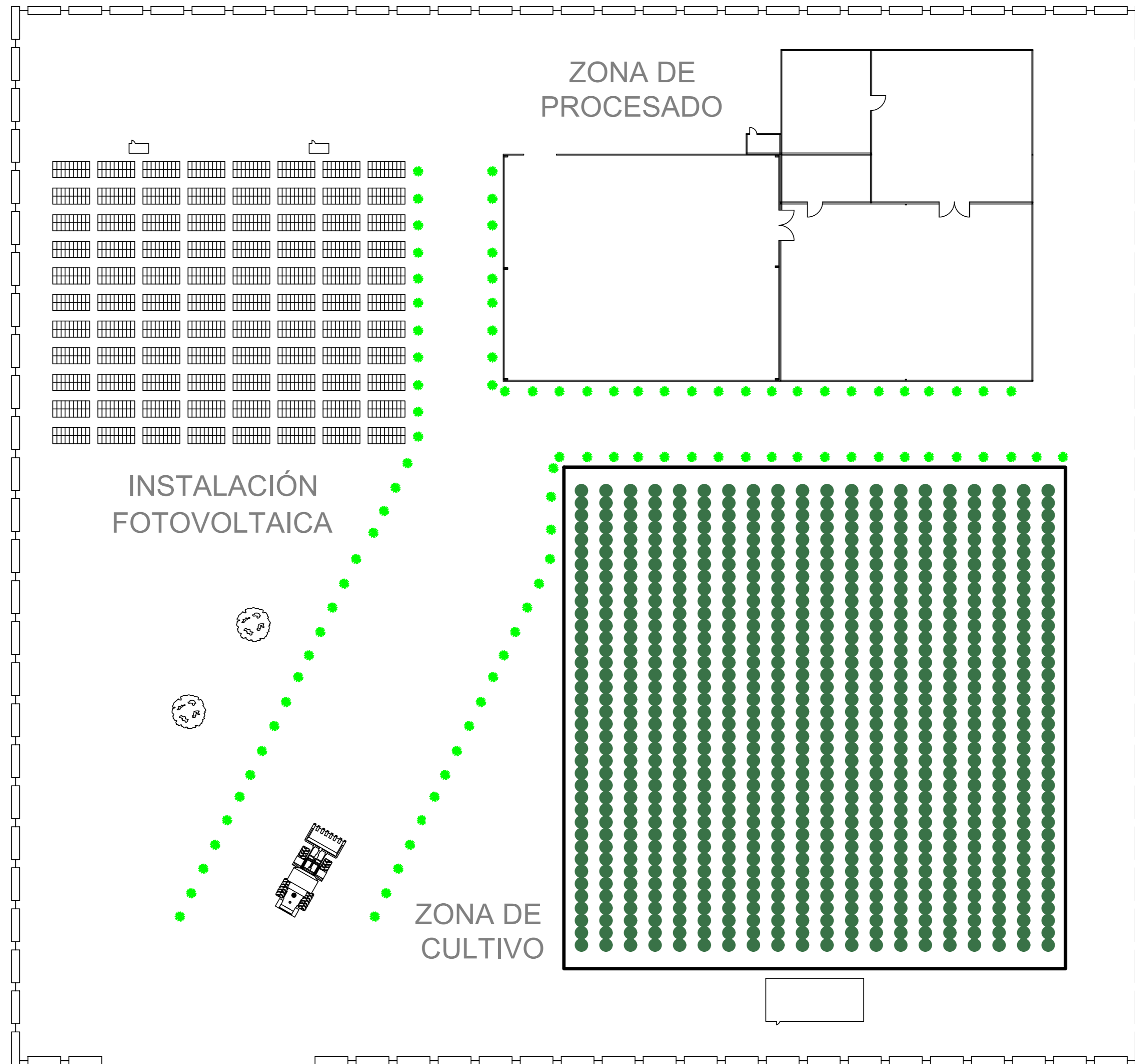
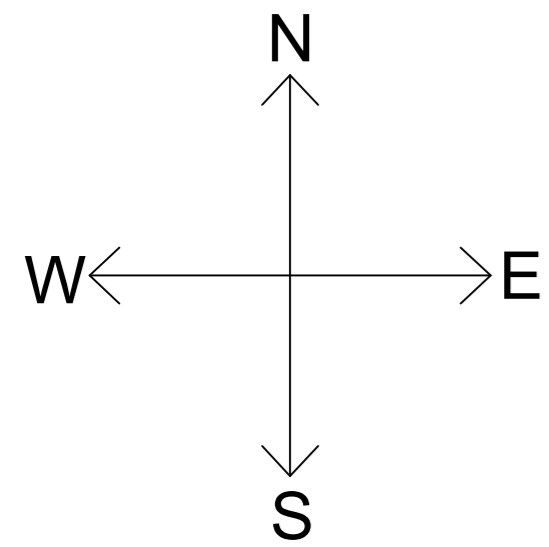
TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Planos

Índice de planos





- **Plano 1:** Distribución de dependencias.
- **Plano 2:** Distribución de maquinaria en planta de procesado.
- **Plano 3:** Distribución de paneles y casetas de inversores/ Distribución de array y string.
- **Plano 4:** Colocación de elementos de la caseta de inversores.
- **Plano 5:** Detalle de colocación de paneles.
- **Plano 6:** Detalles de canalizaciones enterradas y puesta a tierra.
- **Plano 7:** Estructura CPS (Cuadro de Protección de Strings).
- **Plano 8:** Unifilar de la instalación fotovoltaica.
- **Plano 9:** Red de distribución de riego.
- **Plano 10:** Detalle riego subterráneo.
- **Plano 11:** Estructura del cabezal de riego.
- **Plano 12:** Distribución de actuadores y sensores del sistema de riego.
- **Plano 13:** Símbolos de actuadores y sensores para automatización del riego.

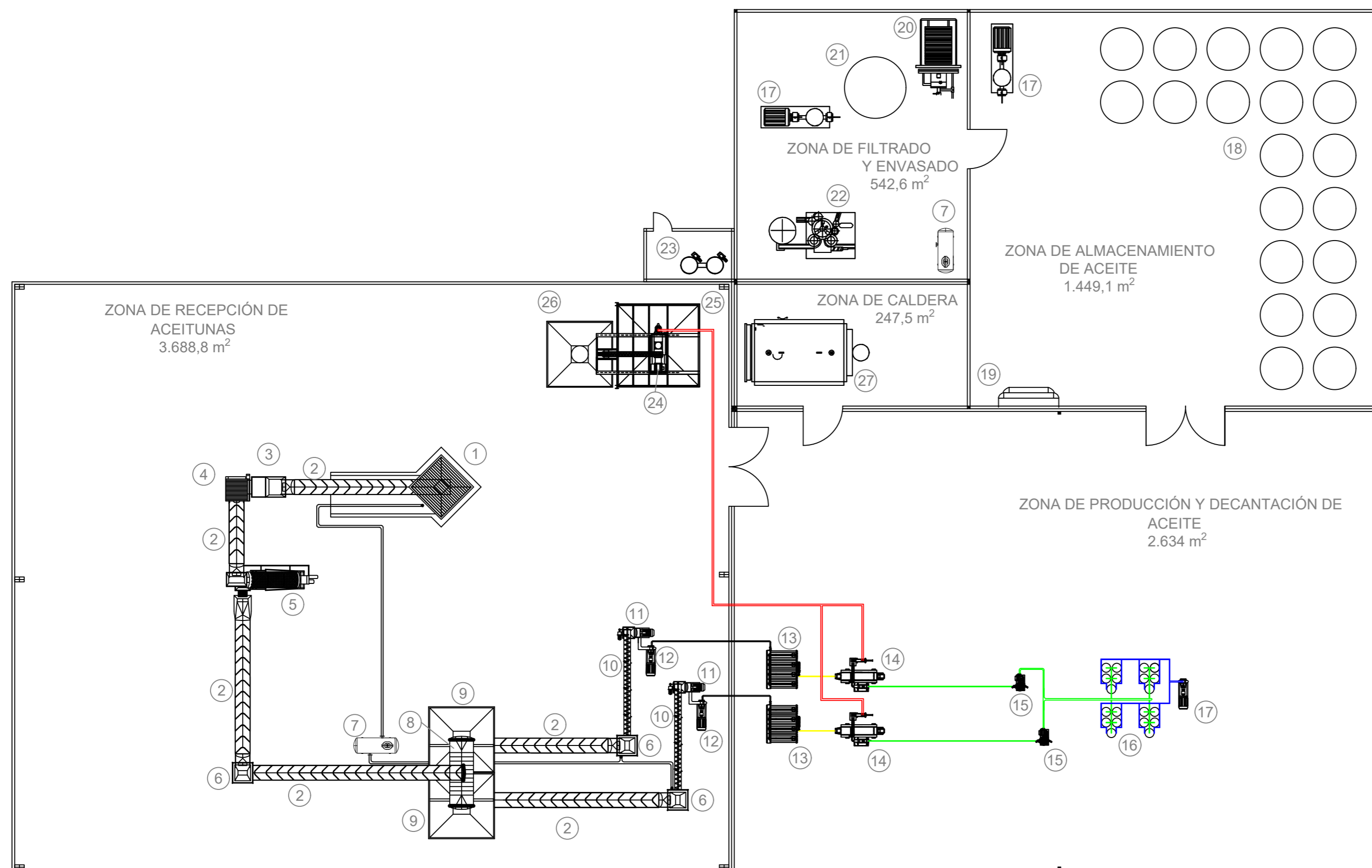


DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL <i>Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
<i>Dibujado</i>	07-2016	Aarón	
<i>Comprobado</i>	07-2016	Méndez Afonso	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Distribución de dependencias		Nº P. : 1
1:800			

LEYENDA

- 1 TOLVA DE RECEPCIÓN
- 2 CINTA REMONTADORA NERVADA
- 3 LIMPIADORA
- 4 DESPALILLADORA
- 5 LAVADORA
- 6 PESADORA CONTINUA
- 7 COMPRESOR
- 8 CINTA DISTRIBUIDORA
- 9 TOLVA DE ACUMULACIÓN
- 10 TORNILLO SINFIN
- 11 MOLINO DE MARTILLOS
- 12 BOMBA DE MASA
- 13 TERMOBATIDORA
- 14 CENTRÍFUGA HORIZONTAL (DECANTER)
- 15 CENTRÍFUGA VERTICAL
- 16 DECANTADORES
- 17 BOMBA
- 18 DEPÓSITOS
- 19 CLIMATIZACIÓN
- 20 FILTRO
- 21 DEPÓSITO DE ACEITE FILTRADO
- 22 ENVASADORA
- 23 EQUIPO DE BOMBEO
- 24 SEPARADOR PULPA-HUESO
- 25 TOLVA DE ALPERUJO
- 26 TOLVA ALMACENAMIENTO DE HUESO
- 27 CALDERA

-  ACEITE SUCIO
-  ACEITE HACIA DECANTADORES
-  ACEITE PARA ALMACENAMIENTO
-  ORUJO



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE

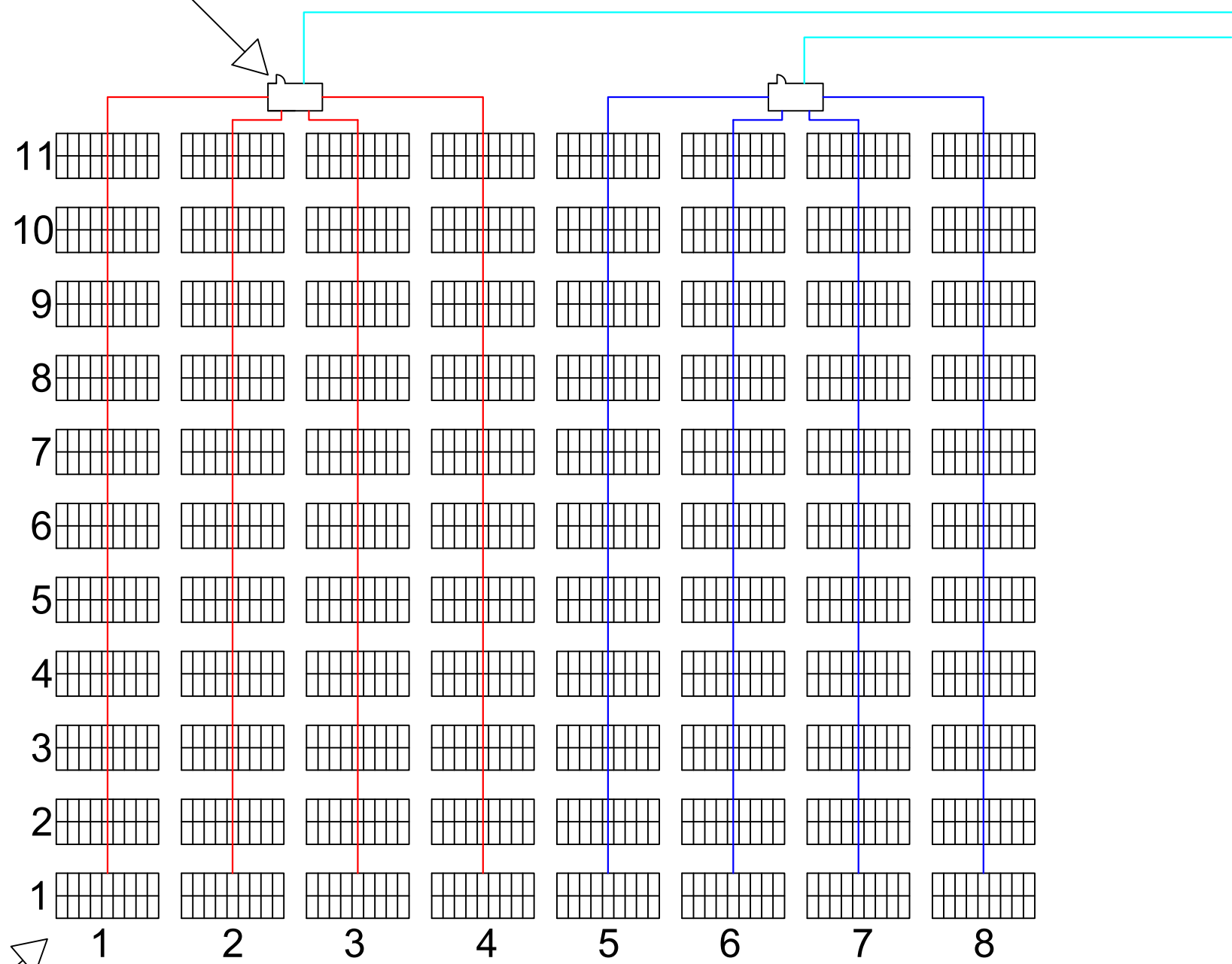
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		

ESCALA:
1:350


Distribución de maquinaria
en planta de procesamiento

Nº P. :2

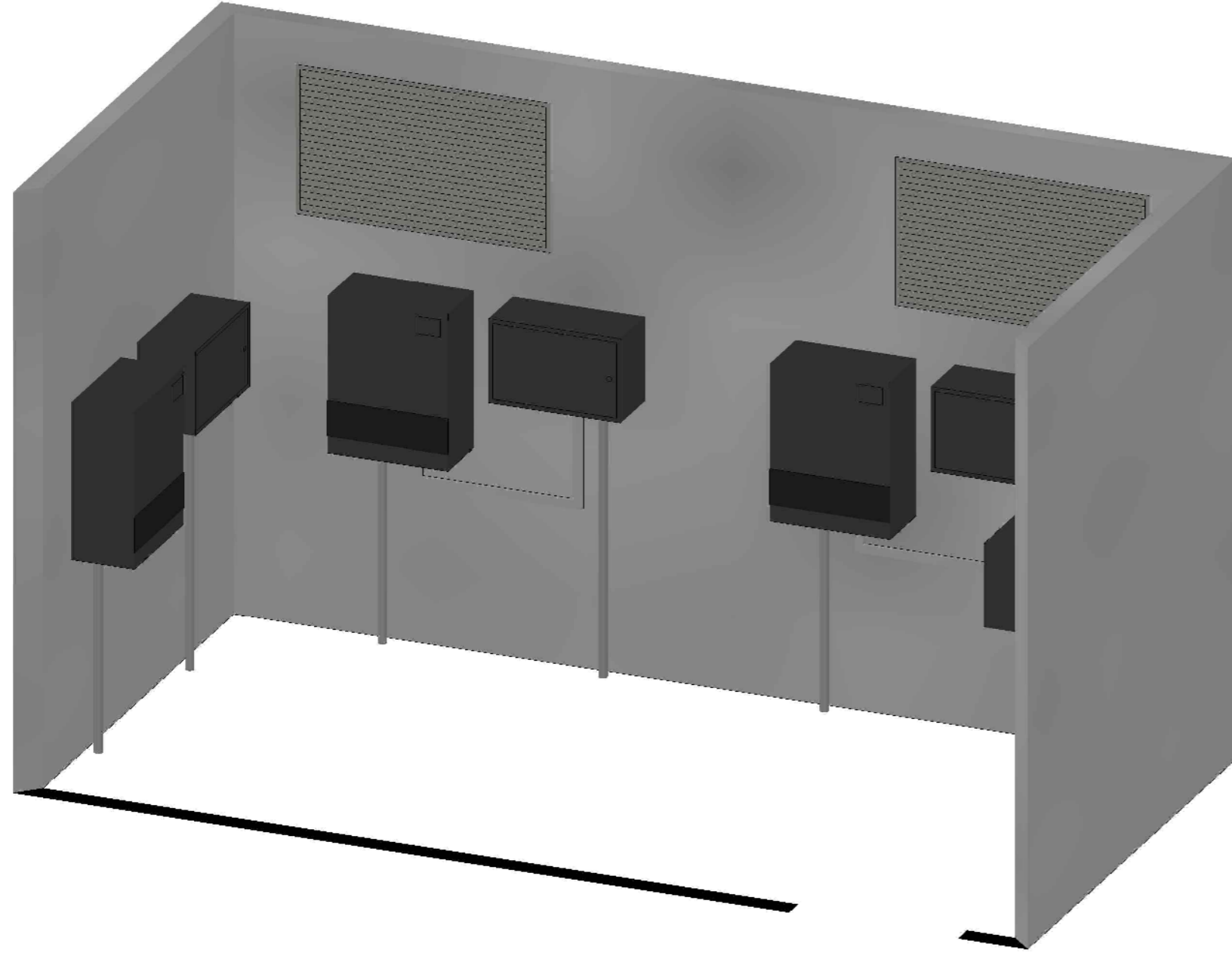
CASETA INVERSORES
Y CPS



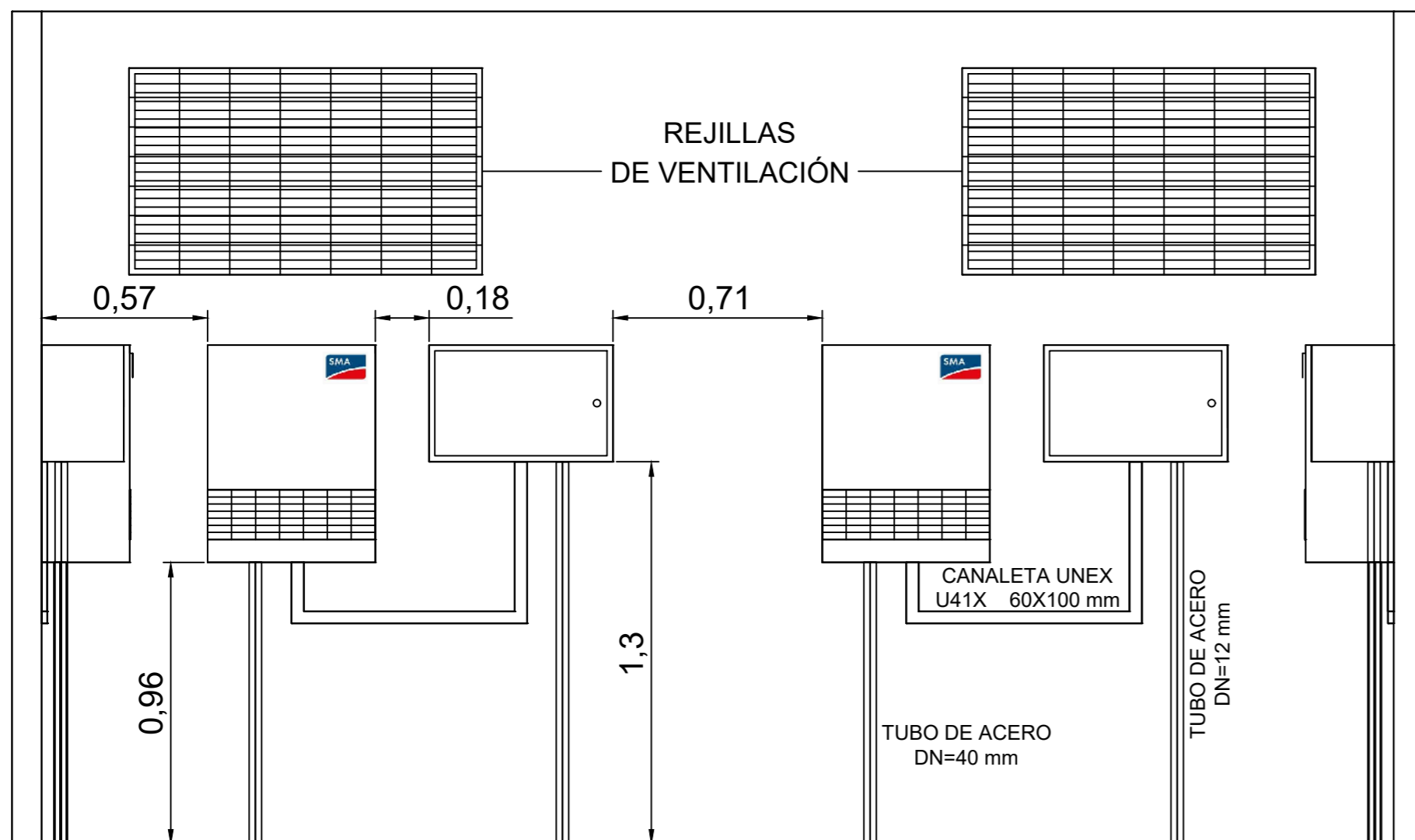
ARRAY 18 MÓDULOS

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	07-2016	Aarón	
<i>Comprobado</i>	07-2016	Méndez Afonso	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:500	Distribución de paneles y casetas de inversores/Distribución de arrays y string		Nº P. :3

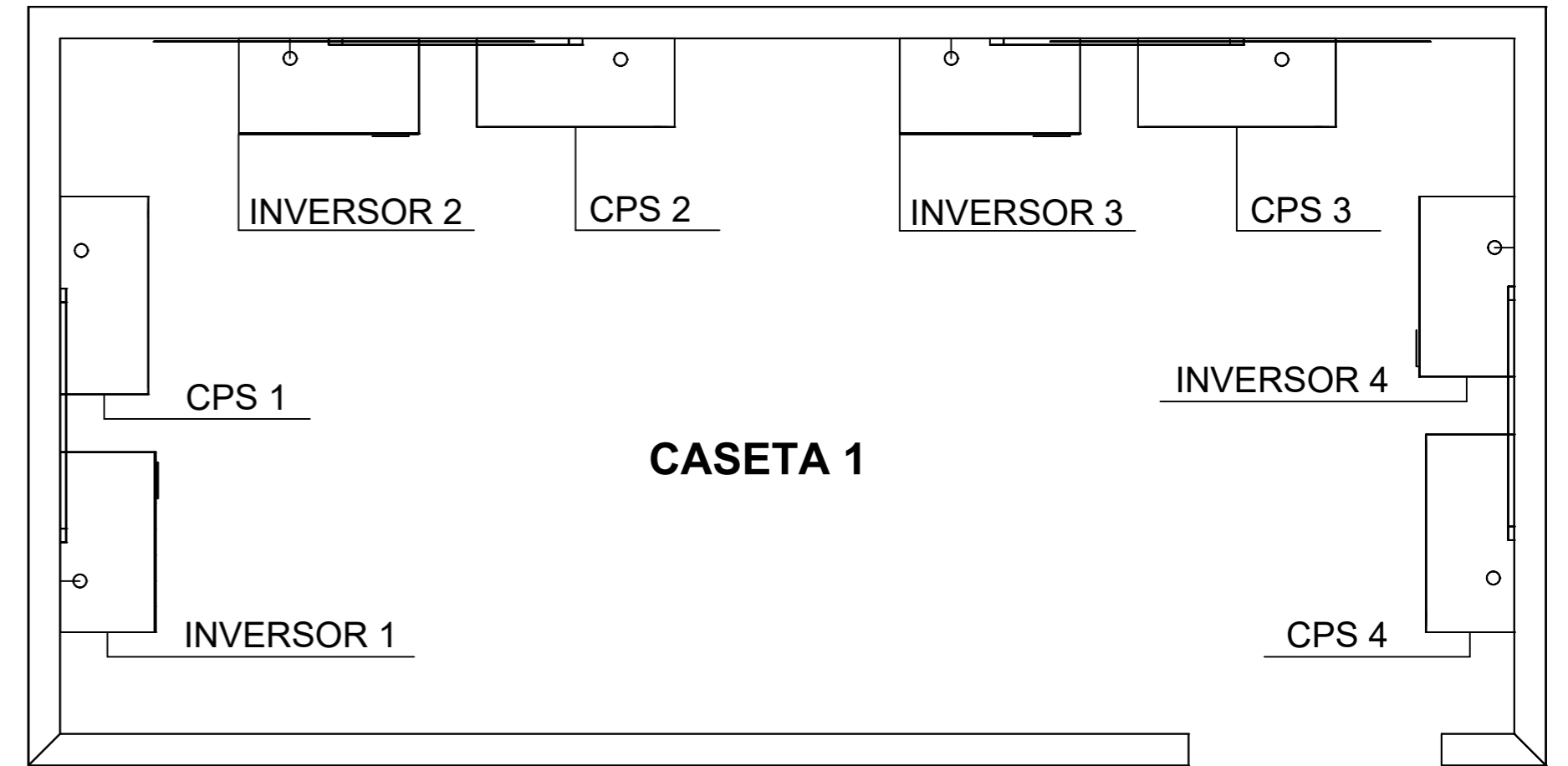
PERSPECTIVA DE LA CASETA DE INVERSORES



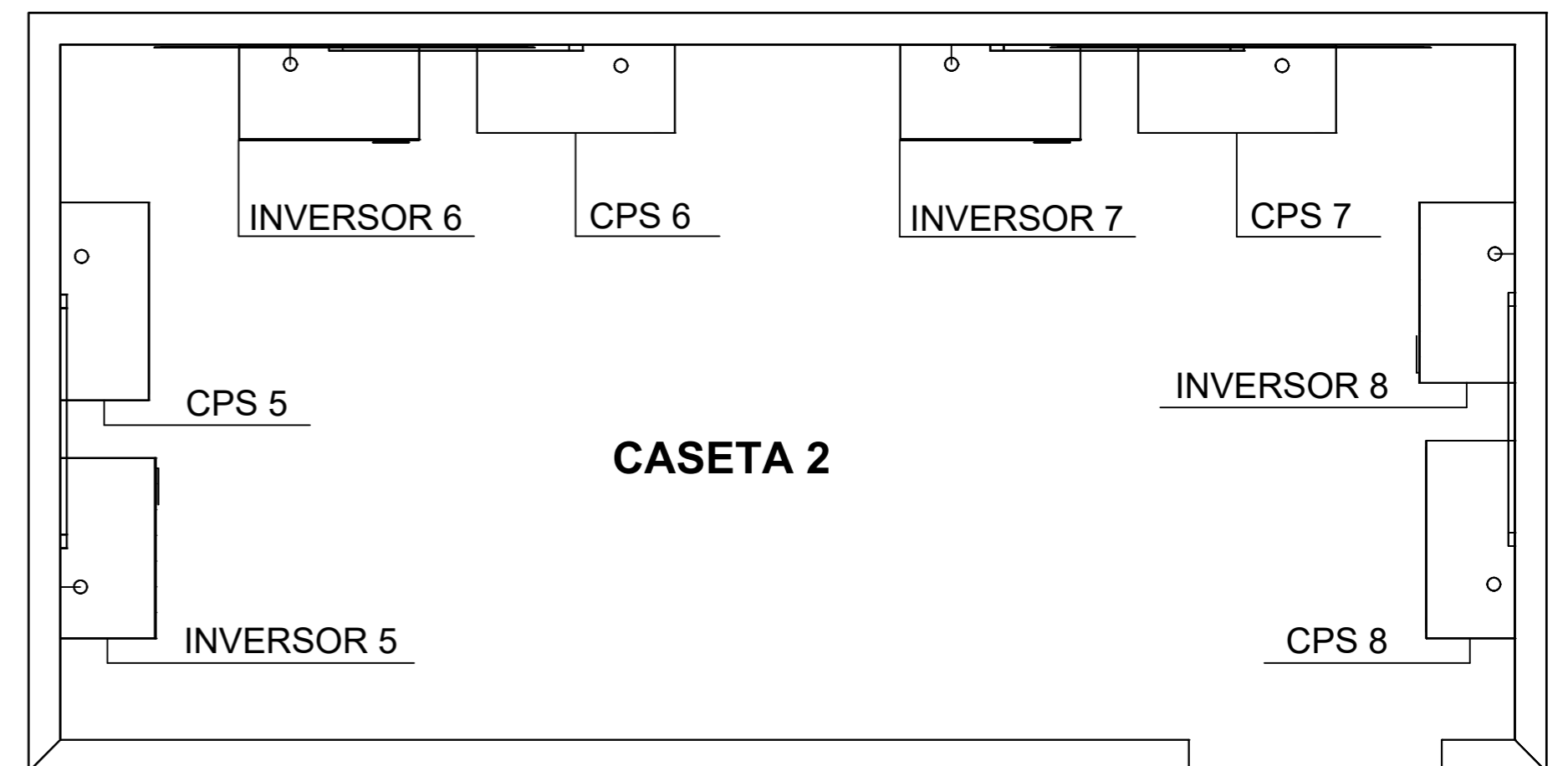
VISTA FRONTAL DE LA CASETA DE INVERSORES



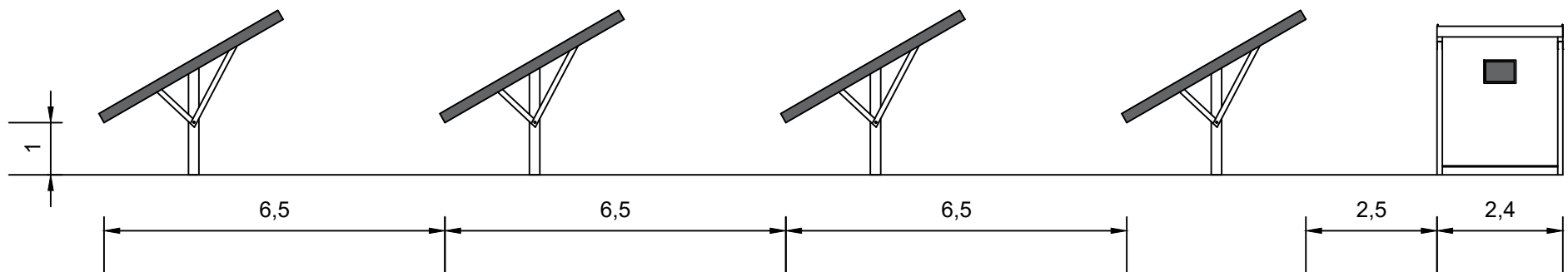
PLANTA CASETA DE INVERSORES 1



PLANTA CASETA DE INVERSORES 2



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Colocación de elementos de la caseta de inversores		Nº P. :4
1:20			



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE

	Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL <i>Ingenieria Tecnica Industrial, esp Mec o Elect</i> Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	07-2016	Aarón		
<i>Comprobado</i>	07-2016	Méndez Afonso		
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN			

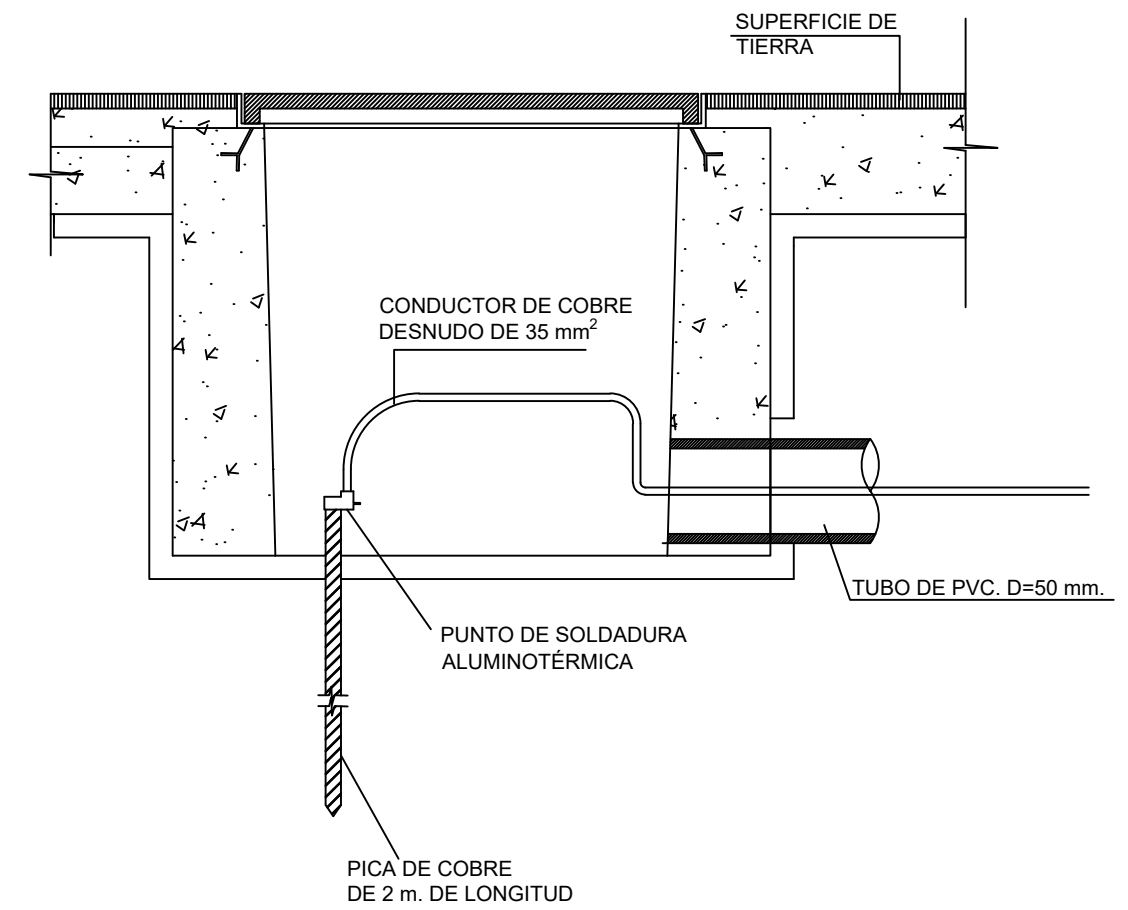
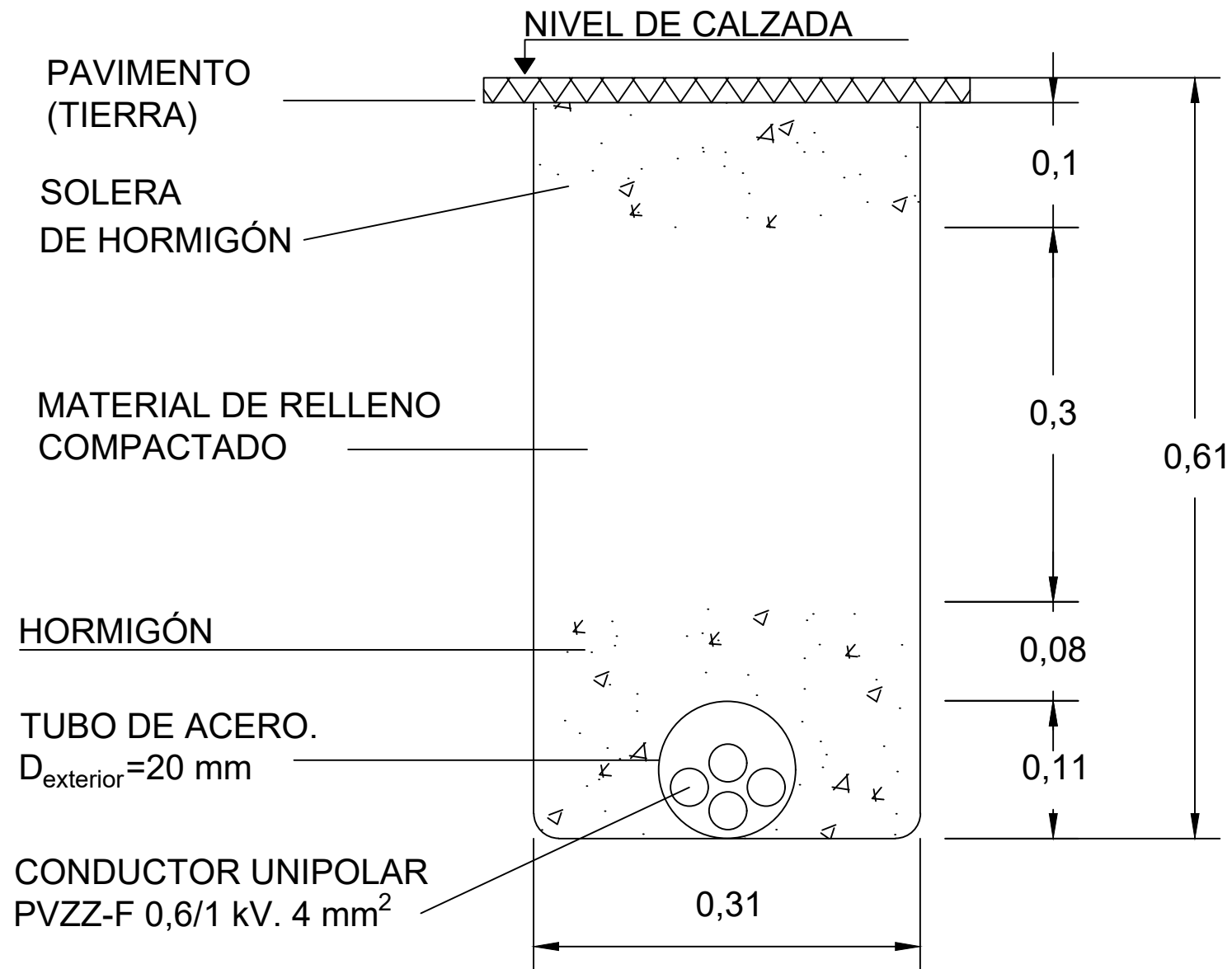
ESCALA:
1:120

Detalle de colocación de paneles

Nº P. :5

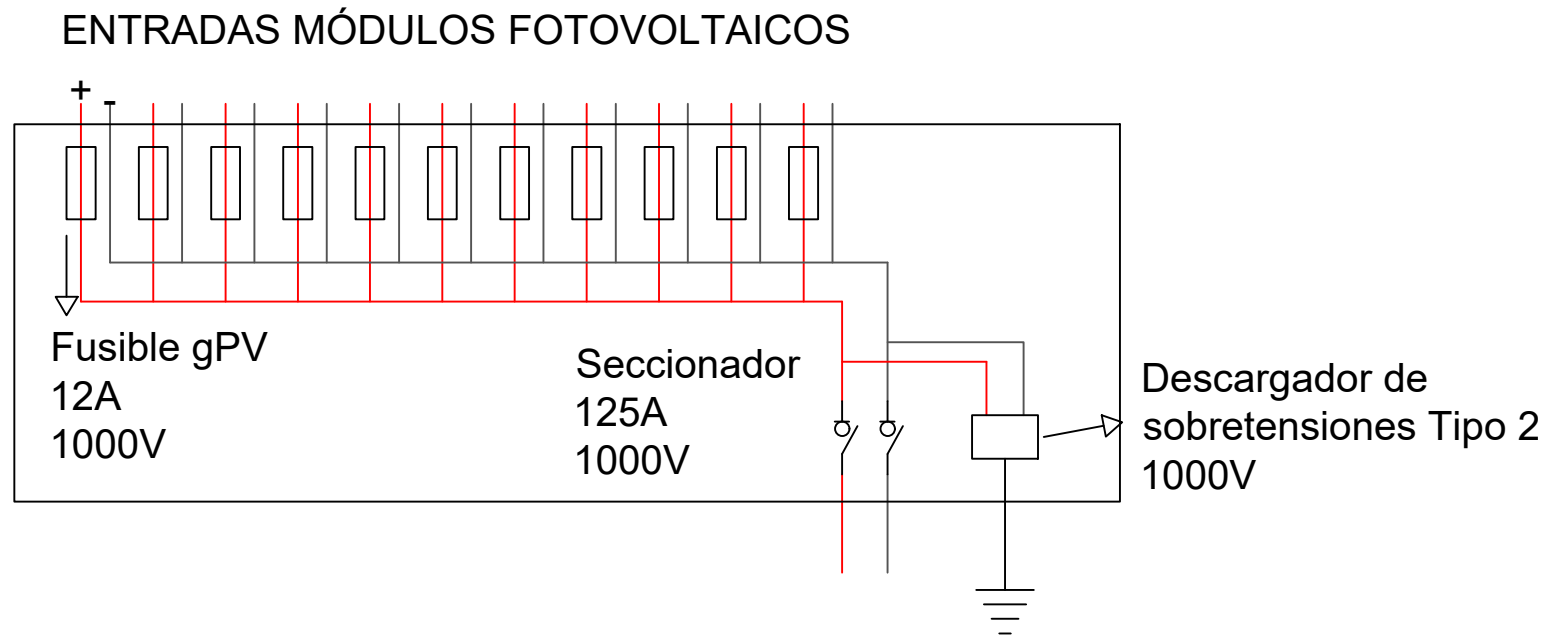
CANALIZACIONES ENTERRADAS

ARQUETA DE PUESTA A TIERRA



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE				
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna	
Dibujado	07-2016	Aarón		
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	Detalles de canalizaciones enterradas y puesta a tierra			Nº P. :6
1:5				

CPS (Cuadro Protección de String)



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE

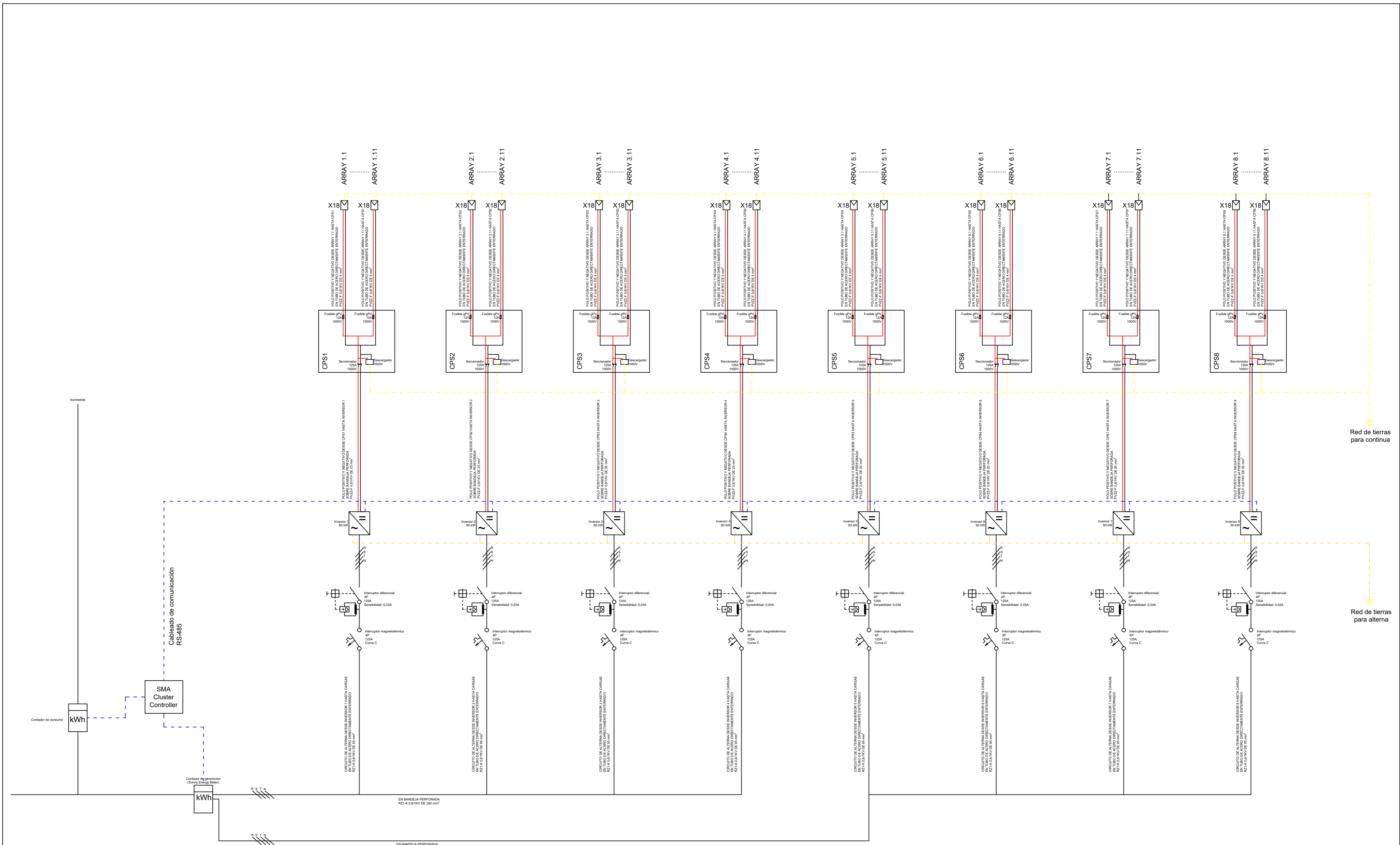
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL <i>Ingenieria Tecnica Industrial, esp Mec o Elect</i> Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	07-2016	Aarón	
<i>Comprobado</i>	07-2016	Méndez Afonso	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		

ESCALA:

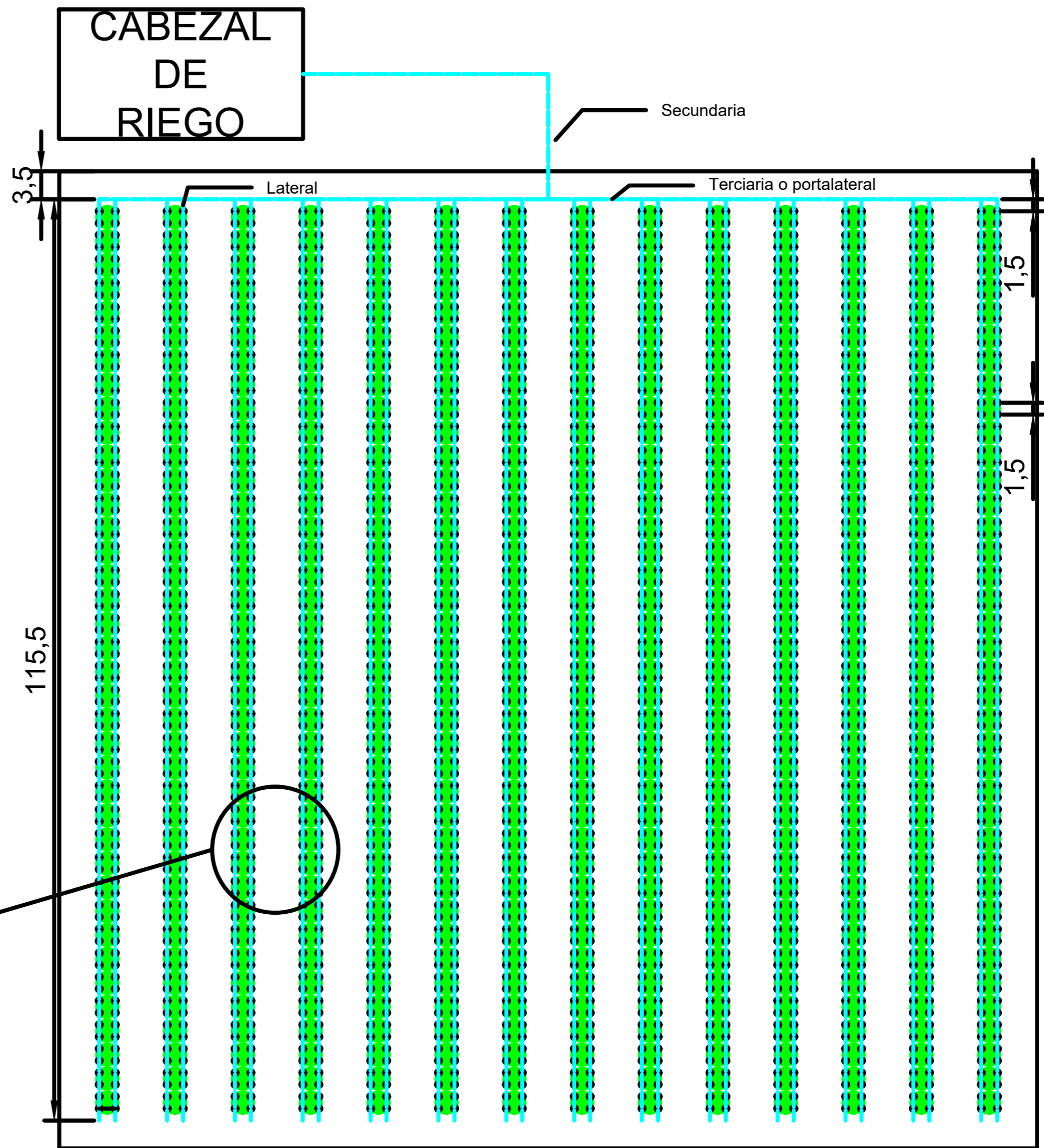
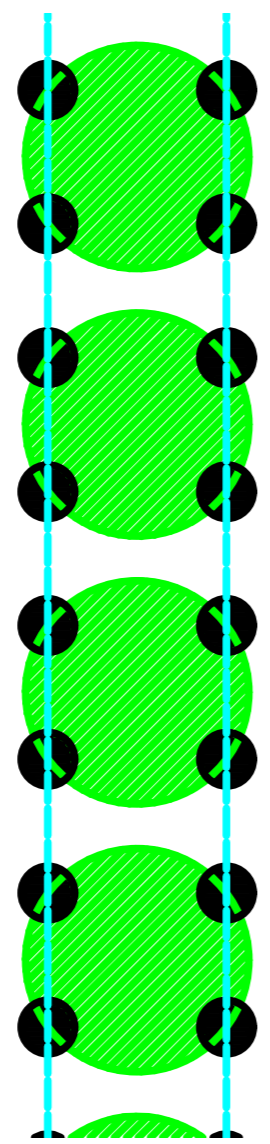
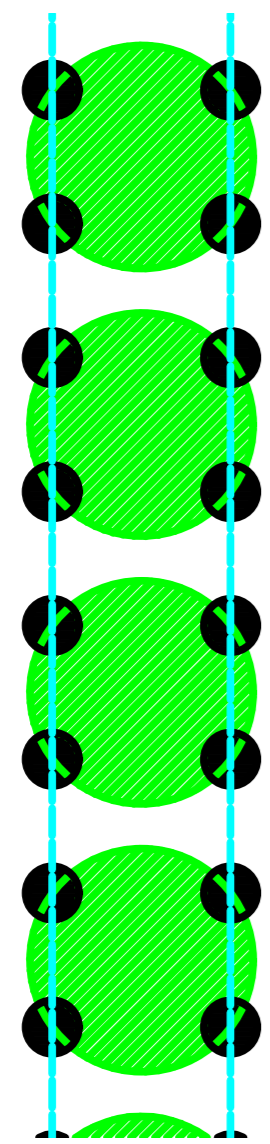
N.A

Estructura CPS
(Cuadro de Protección de String)

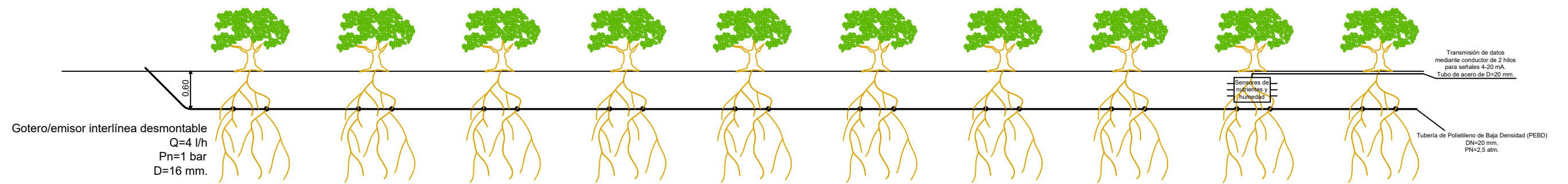
Nº P. :7



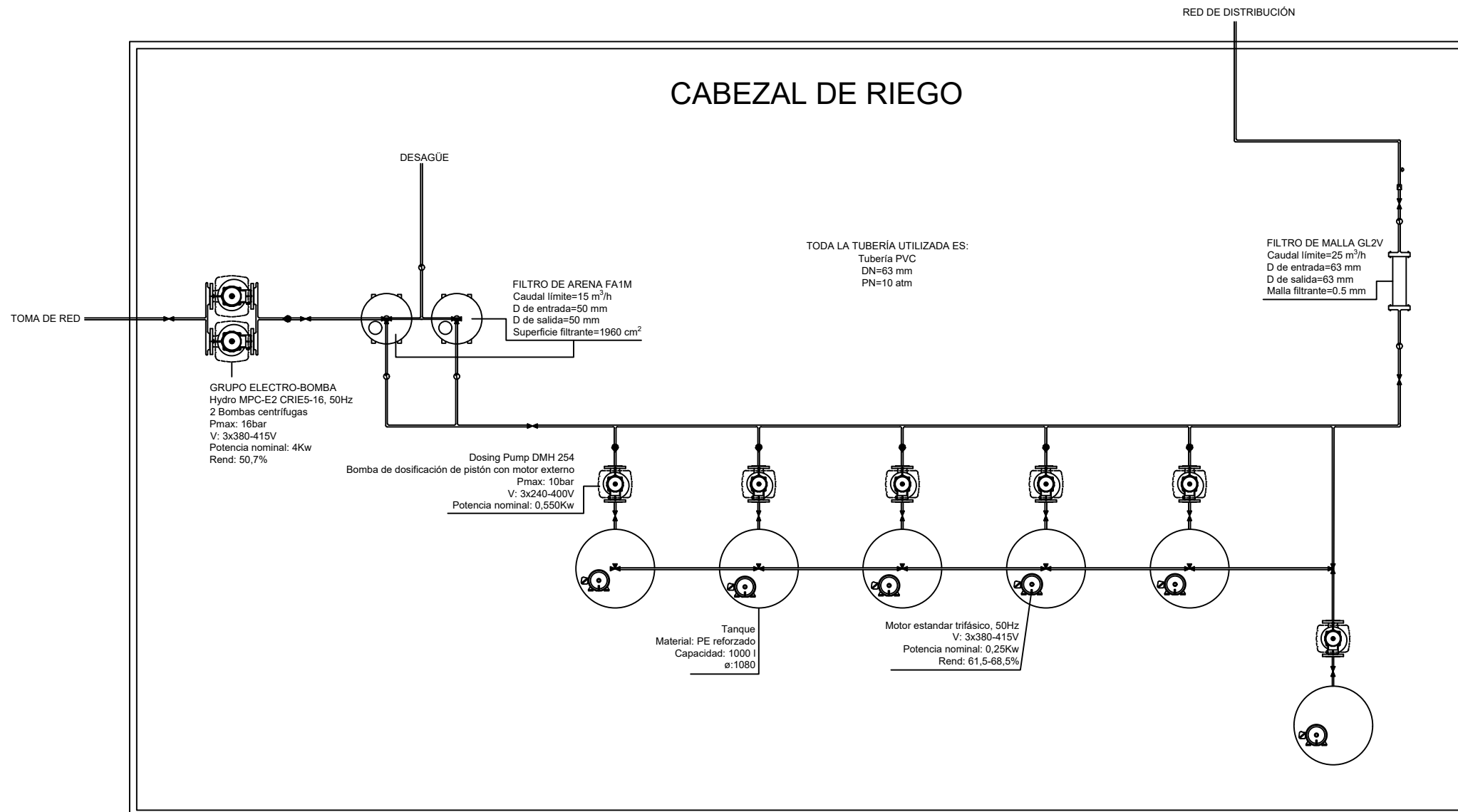
DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
<i>Dibujado</i>	07-2016	Aarón	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL <i>Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect</i> Universidad de La Laguna
<i>Comprobado</i>	07-2016	Méndez Afonso	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Esquema unifilar de instalación fotovoltaica		Nº P. :8
N.A.			



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Red de distribución de riego		Nº P. :9
1:500			



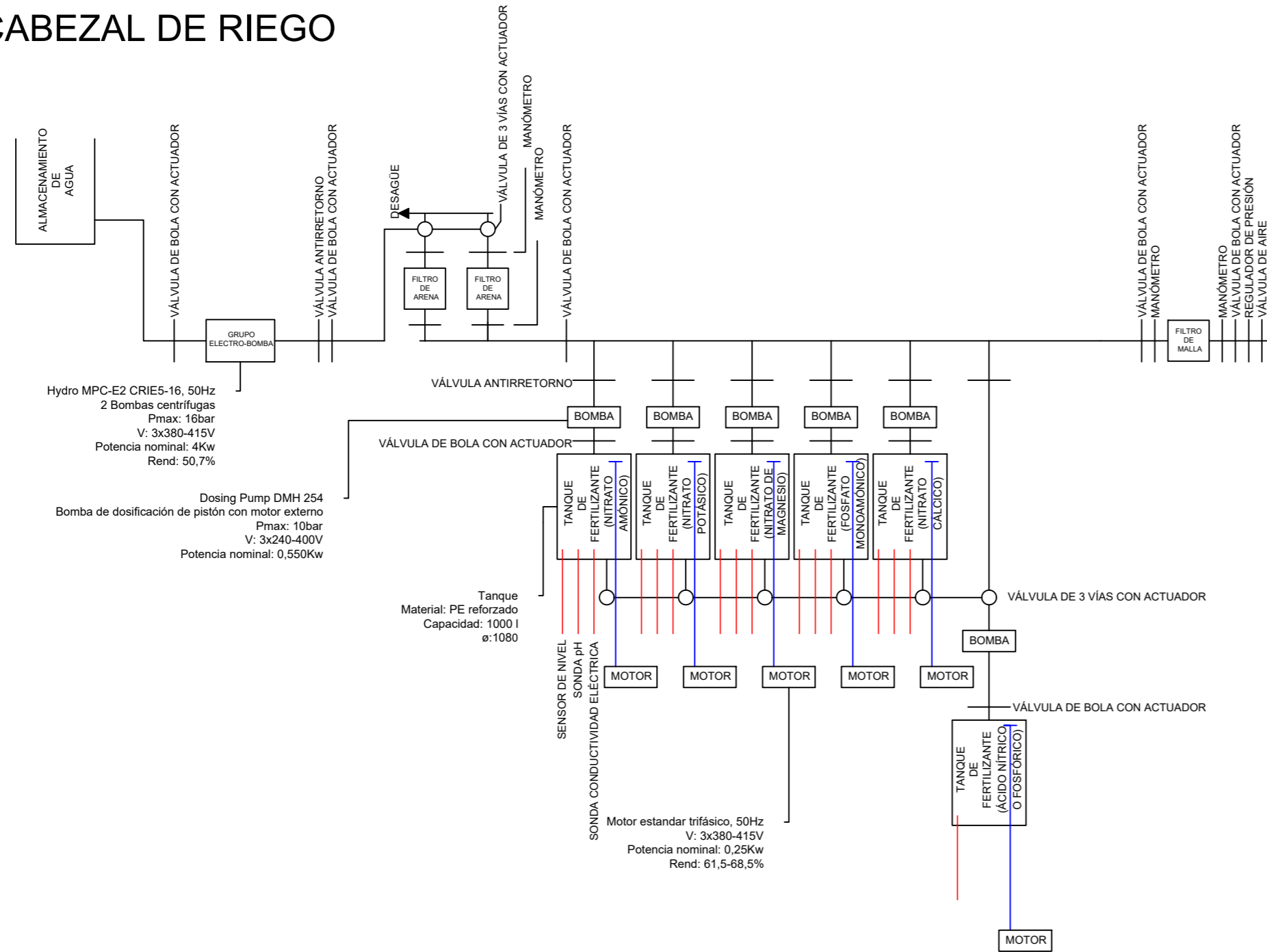
DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Detalle riego subterráneo		Nº P. :10
N.A			



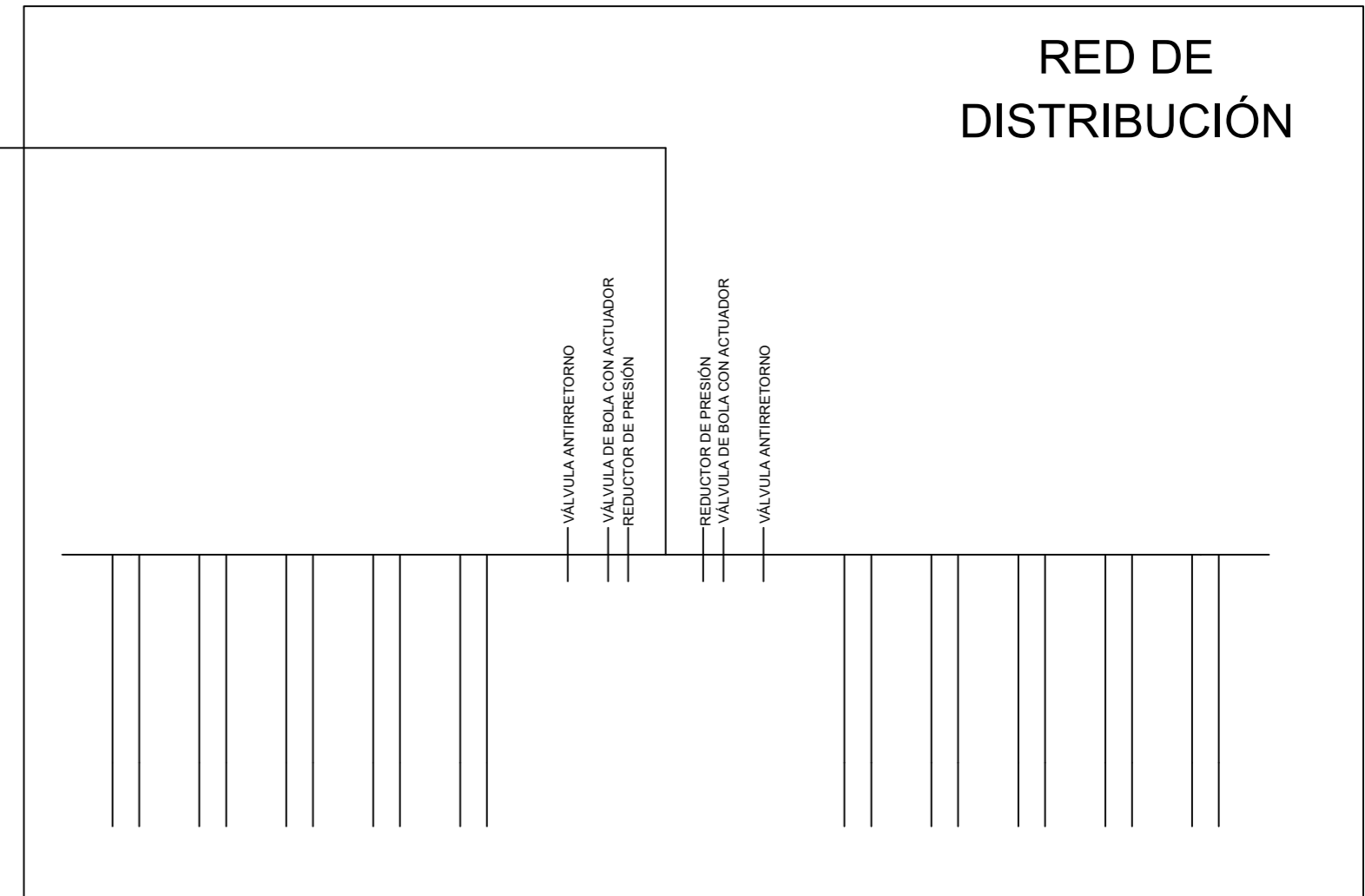
LEYENDA	
Válvula de bola con actuador	
Válvula antirretorno	
Manómetro	
Válvula de 3 vías con actuador	
Regulador de presión	
Válvula de aire	

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Estructura cabezal de riego		Nº P.:11
NA			

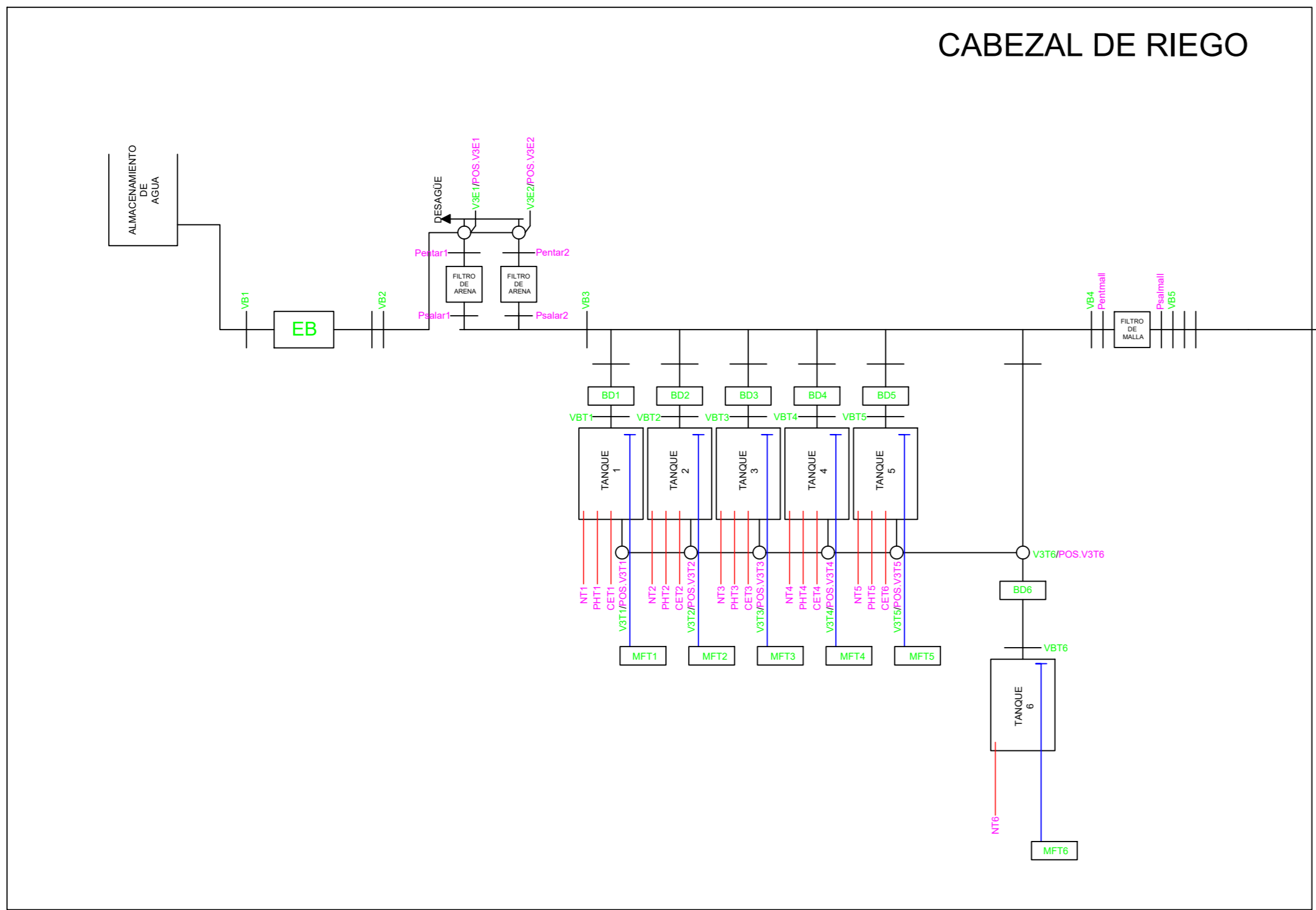
CABEZAL DE RIEGO



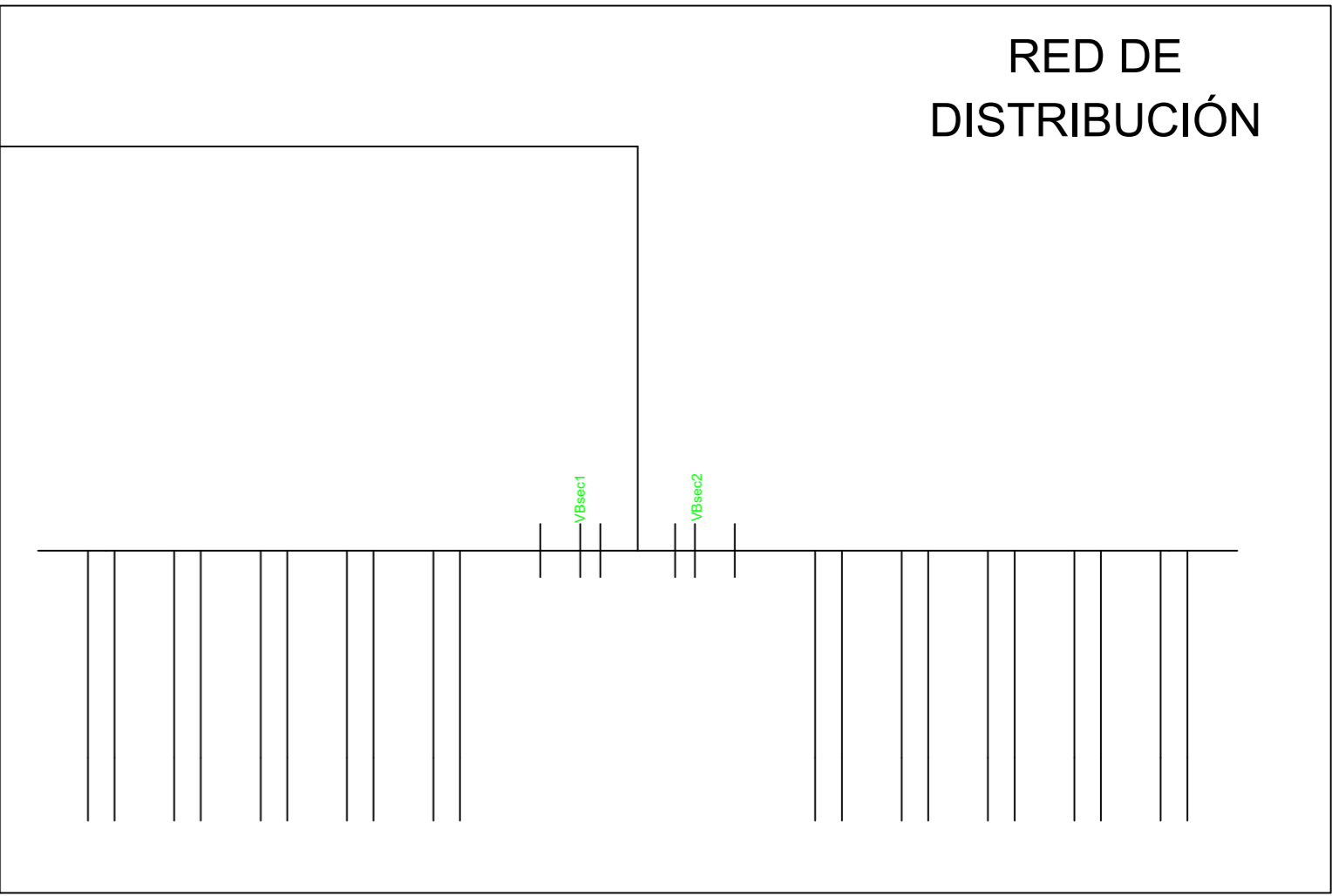
RED DE DISTRIBUCIÓN



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Distribución de actuadores y sensores del sistema de riego		Nº P. :12
N.A			



LEYENDA	
	SENSORES
	ACTUADORES



DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ENERGÉTICAMENTE AUTOSUFICIENTE			
	Fecha	Autor	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp Mec o Elect Universidad de La Laguna
Dibujado	07-2016	Aarón	
Comprobado	07-2016	Méndez Afonso	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Símbolos de actuadores y sensores para automatización de riego		Nº P. :13
NA			



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Pliegos de Condiciones



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Pliegos de Condiciones: Pliego de condiciones generales

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CANARIAS
PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES
Mayo 2010

- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES
- CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA
- CONDICIONES DE INDOLE ECONÓMICA
- CONDICIONES DE INDOLE LEGAL

PROYECTO:

PROPIETARIO:

SITUACIÓN O EMPLAZAMIENTO:

INGENIERO-DIRECTOR:

FECHA:

ÍNDICE

1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES	1
1.1.- Ámbito del presente pliego general de condiciones	1
1.2.- Documentación del contrato Ámbito del presente pliego general de condiciones	1
1.3.- Forma y dimensiones	1
1.4.- Condiciones generales que deben cumplir los materiales y unidades de obra	1
1.5.- Documentos de obra	1
1.6.- Legislación social	1
1.7.- Seguridad pública	1
1.8.- Normativa de carácter general	1
2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	3
2.1.- Definiciones	4
2.1.1.- <i>Propiedad o Propietario.</i>	4
2.1.2.- <i>Ingeniero-Director.</i>	4
2.1.3.- <i>Dirección facultativa.</i>	4
2.1.4.- <i>Suministrador</i>	4
2.1.5.- <i>Contrata o Contratista</i>	4
2.1.6.- <i>Coordinador de Seguridad y Salud</i>	5
2.1.7.- <i>Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación</i>	5
2.2.- Oficina de obra	6
2.3.- Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.	6
2.4.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.	6
2.5.- Reclamaciones contra las ordenes del Ingeniero-Director	6
2.6.- Recusación por el contratista de la dirección facultativa	6
2.7.- Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifiesta mala fe	6
2.8.- Daños materiales	6
2.9.- Responsabilidad civil	7
2.10.- Accesos y vallado de las obras	7
2.11.- Replanteo	7
2.12.- Orden de los trabajos	7
2.13.- Facilidades para otros contratistas	8
2.14.- Libro de órdenes	8
2.15.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos	8
2.16.- Ampliación del proyecto por causas imprevistas	8
2.17.- Prórrogas por causas de fuerza mayor	8
2.18.- Obras ocultas	8
2.19.- Trabajos defectuosos	8
2.20.- Modificación de trabajos defectuosos	8
2.21.- Vicios ocultos	8
2.22.- Materiales y su procedencia	9
2.23.- Presentación de muestras	9
2.24.- Materiales no utilizados	9
2.25.- Materiales y equipos defectuosos	9
2.26.- Medios auxiliares	9
2.27.- Limpieza de las obras	9
2.28.- Comprobación de las obras	9
2.29.- Obras sin prescripciones	9
2.30.- Acta de recepción	9
2.31.- Normas para las recepciones provisionales	10
2.32.- Documentación final	10
2.33.- Conservación de las obras recibidas provisionalmente	10
2.34.- Medición definitiva de los trabajos	11
2.35.- Recepción definitiva de las obras	11
2.36.- De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	11
2.37.- Plazo de garantía	11
2.38.- Prorroga del plazo de garantía	11
3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	12
3.1.- Base fundamental	12
3.2.- Garantía	12
3.3.- Fianza	12
3.4.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	12
3.5.- De su devolución en general	12
3.6.- De su devolución en caso de efectuarse recepciones parciales	12
3.7.- Revisión de precios	12
3.8.- De la revisión de los precios contratados	12
3.9.- Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	13
3.10.- Descomposición de los precios unitarios	13
3.10.1.- <i>Materiales.</i>	13
3.10.2.- <i>Mano de obra.</i>	13
3.10.3.- <i>Transportes de materiales.</i>	13
3.10.4.- <i>Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.</i>	13
3.10.5.- <i>Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.</i>	13
3.10.6.- <i>Tanto por ciento de gastos generales y fiscales.</i>	13

3.10.7.-	Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.....	13
3.11.-	Precios e importes de ejecución material.....	13
3.12.-	Precios e importes de ejecución por contrata.....	14
3.13.-	Gastos generales y fiscales.....	14
3.14.-	Gastos imprevistos.....	14
3.15.-	Beneficio industrial.....	14
3.16.-	Honorarios de la dirección técnica y facultativa.....	14
3.17.-	Gastos por cuenta del contratista.....	14
3.17.1.-	Medios auxiliares.....	14
3.17.2.-	Abastecimiento de agua.....	14
3.17.3.-	Energía eléctrica.....	14
3.17.4.-	Vallado.....	14
3.17.5.-	Accesos.....	14
3.17.6.-	Materiales no utilizados.....	14
3.17.7.-	Materiales y aparatos defectuosos.....	14
3.17.8.-	Ensayos y pruebas.....	14
3.18.-	Precios contradictorios.....	14
3.19.-	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	15
3.20.-	Abono de las obras.....	15
3.21.-	Abono de trabajos presupuestados por partida alzada.....	15
3.22.-	Abonos de otros trabajos no contratados.....	15
3.23.-	Abono de trabajos ejecutados en el periodo de garantía.....	15
3.24.-	Obras no terminadas.....	15
3.25.-	Certificaciones.....	16
3.26.-	Demora en los pagos.....	16
3.27.-	Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos.....	16
3.28.-	Mejoras y aumentos.....	17
3.29.-	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	17
3.30.-	Rescisión del contrato.....	17
3.31.-	Seguro de las obras.....	17
3.32.-	Conservación de las obras.....	17
3.33.-	Uso por el contratista de la edificación o bienes del propietario.....	17
3.34.-	Pago de arbitrios e impuestos.....	17
3.35.-	Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje de instalaciones.....	18
4.-	CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	18
4.1.-	Documentos del proyecto.....	18
4.2.-	Plan de obra.....	18
4.3.-	Planos.....	18
4.4.-	Especificaciones.....	18
4.5.-	Objeto de los planos y especificaciones.....	18
4.6.-	Divergencias entre los planos y especificaciones.....	18
4.7.-	Errores en los planos y especificaciones.....	18
4.8.-	Adecuación de planos y especificaciones.....	18
4.9.-	Instrucciones adicionales.....	18
4.10.-	Copias de los planos para realización de los trabajos.....	18
4.11.-	Propiedad de los planos y especificaciones.....	19
4.12.-	Contrato.....	19
4.12.1.-	Por tanto alzado.....	19
4.12.2.-	Por unidades de obra ejecutadas.....	19
4.12.3.-	Por administración directa o indirecta.....	19
4.12.4.-	Por contrato de mano de obra.....	19
4.13.-	Contratos separados.....	19
4.14.-	Subcontratos.....	19
4.15.-	Adjudicación.....	19
4.16.-	Subastas y Concursos.....	19
4.17.-	Formalización del contrato.....	19
4.18.-	Responsabilidad del contratista.....	19
4.19.-	Trabajos durante una emergencia.....	19
4.20.-	Suspensión del trabajo por el propietario.....	19
4.21.-	Derecho del propietario a rescisión del contrato.....	20
4.22.-	Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad.....	20
4.23.-	Derechos del contratista para cancelar el contrato.....	20
4.24.-	Causas de rescisión del contrato.....	20
4.25.-	Devolución de la fianza.....	20
4.26.-	Plazo de entrega de las obras.....	20
4.27.-	Daños a terceros.....	20
4.28.-	Policía de obra.....	20
4.29.-	Accidentes de trabajo.....	20
4.30.-	Régimen jurídico.....	21
4.31.-	Seguridad Social.....	21
4.32.-	Responsabilidad civil.....	21
4.33.-	Impuestos.....	21
4.34.-	Disposiciones legales y permisos.....	21
4.35.-	Hallazgos.....	21

1.- DISPOSICIONES GENERALES O GENERALIDADES

1.1.- ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2.- DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO ÁMBITO DEL PRESENTE PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES.

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, anexos de cálculo, planos, mediciones, y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones Generales.
4. Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.3.- FORMA Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-Director.

1.4.- CONDICIONES GENERALES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que

se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

1.5.- DOCUMENTOS DE OBRA

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.6.- LEGISLACIÓN SOCIAL

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.7.- SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista que resultara adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.8.- NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrá en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se observarán en todo momento, durante la ejecución de la obra, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

ORDEN de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas, modificada por Orden de 10.12.1953 (M. Trabajo, BOE 22.12.1953) Orden de 23.9.1966 (M. Trabajo, BOE 1.10.1966) derogada parcialmente por: Real Decreto 2177/2004 de 12.11. (M. Presidencia, BOE 13.11.2004). Capítulo III derogado a partir del 4.12.2004.

ORDEN de 10 de diciembre de 1953, que modifica la Orden 20 de mayo de 1952

Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre. (Presidencia, BBOE 7.12., rect. 30.12.1961 y 7.3.1962). por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. (BOE 292 de 7/12/60), modificado por Decreto 3494/1964 y Real Decreto 374/2001.

ORDEN de 23 de septiembre de 1966, sobre cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo de la Construcción y Obras Públicas.

DECRETO 1775/1967 de 22 de julio de 1967 del Ministerio de Industria. "Industrias en General. Régimen de instalación, ampliación y traslado" derogado parcialmente por **REAL DECRETO 378/1977 de 25 de febrero** de medidas liberalizadoras en materia de instalación, ampliación y traslado de industrias.

ORDEN de 28 de agosto de 1970 del Ministerio de Trabajo. Ordenanza del trabajo para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica. Sección Tercera

ORDEN de 9 de marzo de 1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Orden de 23 de mayo de 1977 (M. Industria, BBOE 14.6., rect. 18.7.1977). Reglamento de aparatos elevadores para

obras.

REAL DECRETO 2135/1980 de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía. "Industrias en general. Liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado".

ORDEN de 20 de septiembre de 1986, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.

REAL DECRETO 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

LEY 21/1992 de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.

REAL DECRETO 1630/1992 de 29 de diciembre (M. Relaciones con las Cortes, BOE 9.2.1992) por el que se dictan las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, modificado por: Real Decreto 1328/1995 de 28.7. (M. Presidencia, BBOOE 19.8., rect. 7.10.1995) desarrollado por: Orden de 1.8.1995 (M. Pres., BOE 10.8., rect. 4.10.1995) Orden de 29.11.2001 (M. Ciencia y Tecnología, BOE 7.12.2001), modificada por: Resolución de 9.11.2005 (Dir. Gral. Des. Ind., BOE 1.12.2005) Orden CTE/2276/2002 de 4.9. (BOE 17.9.2002) actualizada y ampliada por: diversas resoluciones.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre).

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997)

REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997), modificado por el Real Decreto 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004)

REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).

REAL DECRETO 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE número 97, de 23 de abril de 1997)

REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE número 124, de 24 de mayo de 1997)

REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 124, de 24 de mayo de 1997),

REAL DECRETO 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección

individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).

ORDEN de 27 de junio de 1997, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 159, de 4 de julio, de 1997)

REAL DECRETO 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE número 188, de 7 de agosto de 1997)

REAL DECRETO 1.389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE número 240, de 7 de octubre de 1997)

REAL DECRETO 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE número 256, de 25 de octubre de 1997).

REAL DECRETO 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 104, de 1 de mayo, de 1998).

ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo (BOE número 76, de 30 de marzo de 1998).

Orden de 19 de noviembre de.1998 (Ministerio de Fomento, BOE 1.12.1998) por el que se aprueba la Instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre.

Ley 50/1998 de 30 de diciembre. (Jefatura Estado, BBOOE 31.12.1998 rect. 7.5.1999). Medidas fiscales, administrativas y del orden social, modificada por: Real Decreto-Ley 5/1999 de 9.4. (Jefatura Estado, BOE 10.4.1999), Ley 55/1999 de 29.12. (Jefatura Estado BBOOE 30.12.2000, rect. 29.6.2001) modificada por: Ley 12/2001 de 9.7. (Jefatura Estado, BOE 10.7.2001).

REAL DECRETO 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. (BOE nº 47, de 24 de febrero de 1999)

LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. (BOE número 266, de 6 de noviembre de 1999) desarrollada por el REAL DECRETO 314/2006 de 17 de marzo. (M. Viv., BOE 28.3.2006).

REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE nº 145, de 17 de junio de 2000)

REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE número 148, de 21 de junio de 2001).

REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE número 104, de 1 de mayo de 2001)

REAL DECRETO 212/2002 de 22 de febrero (M. Presidencia, BOE 1.3.2002) por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre., modificado por: Real Decreto 524/2006 de 28.4. (M. Presidencia, BOE 4.5.2006).

LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

REAL DECRETO 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos (BOE nº 82, de 5 de abril de 2003)

REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE nº 145, de 18 de junio de 2003)

REAL DECRETO 2.177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004).

REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Ley 32/2006, de 18 de octubre (Jefatura del Estado, BOE 19.10.2006) por el que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.

REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo (M. interior., BOE 24.3.2007). Por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Real Decreto 315/2006 de 17 de marzo. (M. Vivienda, BOE 28.3.2006) por el que se crea el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, **derogándose, a partir de la entrada en vigor del mismo, los siguientes Reales Decretos:**

Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre Normativa de Edificación.

Real Decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de la edificación NBE CT-79 "Condiciones térmicas de los edificios"

Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre, de modificación parcial de la Norma MV-1962 "Acciones en la Edificación" que pasa a denominarse NBE AE-88 "Acciones en la Edificación"

Real Decreto 1572/1990, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE QB-90 "Cubiertas con materiales bituminosos" y Orden del Ministerio de Fomento, de 5 de julio de 1996, por la que se actualiza el apéndice "Normas UNE de referencia" de la norma básica de la edificación NBE QB-90

Real Decreto 1723/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE FL-90 "Muros resistentes de fábrica de ladrillo"

Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95 "Estructuras de acero en edificación"

Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE CPI-96 "Condiciones de protección contra incendios de los edificios"

Orden del Ministro de Industria, de 9 de diciembre de 1975, por la que se aprueban las "Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua"

Artículos 2 al 9, ambos inclusive y los artículos 20 a 23, ambos inclusive, excepto el apartado 2 del artículo 20 y el apartado 3 del artículo 22, del Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas.

Asimismo y con carácter regional, en la Comunidad Autónoma de Canarias serán de aplicación:

LEY 1/1998 de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas, de Presidencia del Gobierno (BOC 1998/006 - Miércoles 14 de Enero de 1998)

DECRETO 193/1998, de 22 de octubre, por el que se aprueban los horarios de apertura y cierre de determinadas actividades y espectáculos públicos sometidos a la Ley 1/1998, de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas. (BOC1998/141 - Lunes 09 de Noviembre de 1998)

2.- CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

La Ley de Ordenación de la Edificación (**LEY 38/1999, de 5 de noviembre**) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

2.1.- DEFINICIONES

2.1.1.- Propiedad o Propietario.

Se denominará como "Propiedad" o "Propietario" a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

- **ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS**, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-Director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.
- **DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas órdenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- **UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS**, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

2.1.2.- Ingeniero-Director.

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-Director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

- a) Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- b) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- c) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos

parciales de su especialidad.

- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, en unión del Aparejador o Arquitecto Técnico, el certificado final de la misma.

2.1.3.- Dirección facultativa.

Estará formada por el Ingeniero-Director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

2.1.4.- Suministrador

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero-Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

2.1.5.- Contrata o Contratista

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-Director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. 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 Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobreentiende que antes de la firma del contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente proyecto para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella, así como **ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS** el Contratista manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

Son obligaciones del Contratista:

- a) La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato y la legislación aplicable, con sujeción a las instrucciones de la Dirección Facultativa.
- b) Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- c) Designar al Jefe de obra, que asumirá la representación técnica del Contratista y que, con dedicación plena permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra, así como por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra, el cual deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa, custodiando y firmando el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en los mismos, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- f) Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente, concertando además los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- i) Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo
- j) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra el cual velará por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de Seguridad y Salud.
- k) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- l) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- m) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- n) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- o) Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.
- p) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- q) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- r) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- s) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- t) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- u) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E. (Ley de Ordenación de la Edificación)

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento de la Propiedad y de la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el Contratista las actuaciones de las subcontratas.

La Propiedad podrá introducir otros constructores o instaladores, además de los del Contratista, para que trabajen simultáneamente con ellos en las obras, bajo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El Contratista, a la vista del proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero-Director

El Contratista tendrá a su disposición el proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad; ensayos homologados, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el Ingeniero.

2.1.6.- Coordinador de Seguridad y Salud

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- b) Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- f) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- g) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo
- h) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

2.1.7.- Entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto,

de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Dicha asistencia técnica se realiza mediante ensayos y/o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (Art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo y, en todo caso, al Ingeniero-Director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2.- OFICINA DE OBRA

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud.
- El libro de incidencias.
- El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 2.1.5

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3.- TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.4.- INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta

interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, 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 reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.5.- RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DEL INGENIERO-DIRECTOR

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aún así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.6.- RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente (Artículo 2.5), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.7.- DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFIESTA MALA FE

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar e incluso despedir de la obra a sus dependientes u operarios, cuando el Ingeniero-Director así lo estime necesario.

2.8.- DAÑOS MATERIALES

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras o partes de las mismas, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del mismo.

- b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2.9.- RESPONSABILIDAD CIVIL

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad de la Propiedad que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por

el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

2.10.- ACCESOS Y VALLADO DE LAS OBRAS

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.11.- REPLANTEO

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero-Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos

El Contratista 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 realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.12.- ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero-Director un Programa de Trabajos en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o

facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

2.13.- 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. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.14.- LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del Ingeniero-Director un "Libro de Ordenes y Asistencia", con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del proyecto.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero-Director y el "Enterado" suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero-Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

2.15.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.16.- AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.17.- PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero-Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero-Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras 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.

2.18.- OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero-Director.
- y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

2.19.- TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

2.20.- MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero-Director, quien resolverá según el siguiente apartado del presente Pliego de Condiciones.

2.21.- VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la

existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos.

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.22.- MATERIALES Y SU PROCEDENCIA

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.23.- PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.24.- MATERIALES NO UTILIZADOS

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

2.25.- MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se

recibirán pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.26.- MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partida alzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

2.27.- LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entono limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.28.- COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

2.29.- OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.30.- ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- c) Las partes que intervienen.
- d) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- e) El coste final de la ejecución material de la obra.
- f) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

- g) Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- h) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

2.31.- NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

Quince (15) días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto además a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta con tantos ejemplares o copias como intervinientes, siendo firmados por todos los asistentes legales. Además se extenderá un Certificado Final de obra. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

En caso contrario, es decir, cuando las obras no se hallen en estado de ser recepcionadas, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero-Director habrá de dar al Contratista para remediar, en un plazo razonable que éste le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido el contrato, con pérdida de fianza o de la retención que le hubiese aplicado la Propiedad, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

2.32.- DOCUMENTACIÓN FINAL

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la edificación y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. A su vez dicha documentación se divide en:

i) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director de la obra en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias

j) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por el Ingeniero-Director, su Colegio Profesional.

k) CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las mismas, controlado cuantitativa y cualitativamente su construcción y la calidad de lo edificado e instalado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El Ingeniero-Director de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

2.33.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva

correrán por cargo del Contratista.

Si las obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guarda o custodia, limpieza y reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

2.34.- MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio, una vez que se haya terminado, el Contratista los pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para poder medir y tomar datos necesarios; de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Por tanto, servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario, incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales.

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

2.35.- RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles.

2.36.- 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., y a resolver los subcontratos que tuviese concertados, dejando la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el presente Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.37.- PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las obras, y si procede su recepción definitiva.

2.38.- PRORROGA 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 Ingeniero-Director

marcará al Contratista 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.

3.- CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1.- BASE FUNDAMENTAL

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

Asimismo la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2.- GARANTÍA

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3.- FIANZA

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Propiedad se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá

presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.4.- EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

3.5.- DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el año de garantía.

3.6.- DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si el Propietario, con la conformidad del Ingeniero-Director, estimara por conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le reintegre la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

3.7.- REVISIÓN DE PRECIOS

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones.

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejaren.

3.8.- 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 tres por 100 (3 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 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.9.- 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 sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.10.- DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero-Director a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo.

El Ingeniero-Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de 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 seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- 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, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos 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 entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

3.10.1.- Materiales.

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.10.2.- Mano de obra.

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.10.3.- Transportes de materiales.

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.10.4.- Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.10.5.- Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.10.6.- Tanto por ciento de gastos generales y fiscales.

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.10.7.- Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista.

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

3.11.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de

combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de 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.

Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

3.12.- PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el % de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.13.- GASTOS GENERALES Y FISCALES

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.14.- GASTOS IMPREVISTOS

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

3.15.- BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

3.16.- HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

3.17.- GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.17.1.- Medios auxiliares.

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por

insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

3.17.2.- Abastecimiento de agua.

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.17.3.- Energía eléctrica.

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.17.4.- Vallado.

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

3.17.5.- Accesos.

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

3.17.6.- Materiales no utilizados.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

3.17.7.- Materiales y aparatos defectuosos.

Quando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa

3.17.8.- Ensayos y pruebas.

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

3.18.- PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través del Ingeniero-Director, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

Si subsiste 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 o Base de Datos de Unidades de obra de uso más frecuente en la Comunidad Autónoma oficialmente aprobado o adoptado por las diversas Administraciones.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con

lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.19.- MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-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.

3.20.- ABONO DE LAS OBRAS

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- 1º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- 2º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previo medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

- 3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- 4º Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.
- 5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.21.- ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partida alzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe 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 tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

3.22.- ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.23.- ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS EN EL PERIODO DE GARANTIA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.24.- OBRAS NO TERMINADAS.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

- Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.25.- CERTIFICACIONES

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios unitarios aprobados y extenderá la correspondiente certificación, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales.

Presentada dicha certificación al Ingeniero-Director, previo examen, y comprobación sobre el terreno, si así lo considera oportuno, en un plazo de diez (10) días, pondrá su Vº Bº, y firma, en el caso de que fuera aceptada, y con este requisito, podrá pasarse la certificación a la Propiedad para su abono, previa deducción, en tanto por ciento, de la correspondiente constitución de fianza o garantías y tasa por Honorarios de Dirección Facultativa, si procediera.

Dichas certificaciones, como recoge el párrafo anterior del presente Pliego de Condiciones Generales, se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo tampoco estas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

El Propietario deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

El material acopiado a pie de obra, por indicación expresa y por escrito del Ingeniero-Director o del Propietario, a través de escrito dirigido al Ingeniero-Director, podrá ser certificado hasta el noventa por ciento (90%) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de Contrata.

En caso de que el Ingeniero-Director, no estimase aceptable la liquidación presentada por el Contratista, comunicará en un plazo máximo de diez (10) días, las rectificaciones que considere deba realizar al Contratista, en aquella, quien en igual plazo máximo, deberá presentarla debidamente rectificada, o con las justificaciones que crea oportunas. En el caso de disconformidad, el Contratista se sujetará al criterio del Ingeniero-Director, y se procederá como en el caso anterior.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.26.- DEMORA EN LOS PAGOS

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

3.27.- PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras estipuladas en el contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

En el caso de no haberse estipulado en el contrato el plazo de ejecución de las obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras, se aplicarán por lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos, siendo el importe resultante descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día natural, semana, mes, etc.) desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato.
- El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.
- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el

retraso. La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del contrato.

3.28.- MEJORAS Y AUMENTOS

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el Ingeniero-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, aparatos y equipos 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 Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.29.- UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-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.

3.30.- RESCISIÓN DEL CONTRATO

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala fe del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas fijadas en el artículo 3.24.

3.31.- 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 tenga por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en 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, tal y como el resto de los trabajos de la obra. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de

gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese 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 tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la edificación 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 de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el apartado 3.35 del presente pliego, en base al Art. 19 de la L.O.E.

3.32.- CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para su guarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones

3.33.- USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACION O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.34.- PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los

propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

3.35.- GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCION Y MONTAJE DE INSTALACIONES

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (Apartado C) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según contempla su disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

4.- CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego General de Condiciones.
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud
- Proyecto de control de la edificación.

4.2.- PLAN DE OBRA

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

4.3.- PLANOS

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

4.4.- ESPECIFICACIONES

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos

de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

4.5.- OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

4.6.- DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

4.7.- ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

4.8.- ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

4.9.- INSTRUCCIONES ADICIONALES

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero-Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo el Ingeniero-Director, o la Propiedad a través del Ingeniero-Director, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero-Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero-Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero-Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

4.10.- COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución

de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.11.- PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero-Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero-Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.12.- CONTRATO

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

4.12.1.- Por tanto alzado

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

4.12.2.- Por unidades de obra ejecutadas

Asimismo con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

4.12.3.- Por administración directa o indirecta

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4.12.4.- Por contrato de mano de obra

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

4.13.- CONTRATOS SEPARADOS

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.14.- SUBCONTRATOS

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.15.- ADJUDICACIÓN

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.

- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

4.16.- SUBASTAS Y CONCURSOS

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de pliegos, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

4.17.- FORMALIZACIÓN DEL CONTRATO

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.18.- RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero-Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.19.- TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

4.20.- SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.21.- DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plan de obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.22.- FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD

Después de diez (10) días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

4.23.- DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.24.- CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:
 1. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.
 2. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo

de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25.- DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

4.26.- PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

4.27.- DAÑOS A TERCEROS

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

4.28.- POLICÍA DE OBRA

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero-Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

4.29.- ACCIDENTES DE TRABAJO

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el "Tablón de Anuncios" de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

4.30.- RÉGIMEN JURÍDICO

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

4.31.- SEGURIDAD SOCIAL

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

4.32.- RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra. Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

4.33.- IMPUESTOS

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.34.- DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

4.35.- HALLAZGOS

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

Fdo.: *El Ingeniero*

El presente Pliego de Condiciones Generales necesaria en la ejecución de las instalaciones industriales del presente proyecto que consta de 21 páginas numeradas, es suscrito en prueba de conformidad por la Propiedad y el Contratista en cuadruplicado ejemplar, uno para cada una de las partes, el tercero para el Ingeniero-Director y el cuarto para el expediente del proyecto depositado en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias, el cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

En..... a.....de.....de.....

LA PROPIEDAD

EL CONTRATISTA

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.: *El Ingeniero*



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Pliegos de Condiciones: Pliego de Condiciones Particulares para instalaciones eléctricas en baja tensión

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CANARIAS
**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES
PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN,
ADAPTADO AL DECRETO 141/2009**

Mayo 2010

ÍNDICE

1.- OBJETO	1
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	1
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	1
4.- CARACTERÍSTICAS, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS	1
4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1
4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN	2
4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	2
4.4.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS	3
4.5.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	3
4.6.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	3
4.7.- TUBOS PROTECTORES.....	3
4.8.- CANALES PROTECTORAS	4
4.9.- CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)	4
4.10.- CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM)	5
4.11.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI).....	5
4.12.- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)	5
4.13.- CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)	5
4.14.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	5
4.15.- CONTADORES Y EQUIPOS DE MEDIDA (EM)	5
4.16.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)	6
4.17.- DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA	6
4.18.- DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	6
4.19.- APARAMENTA ELÉCTRICA	6
4.20.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	6
4.21.- FUSIBLES.....	7
4.22.- CIRCUITO O INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	7
4.23.- LUMINARIAS	7
4.24.- LÁMPARAS Y PORTALÁMPARAS	7
4.25.- BALASTOS	7
4.26.- CONDENSADORES.....	7
4.27.- CEBADORES	7
4.28.- PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS.....	8
5.- DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN	8
5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	8
5.2.- PREPARACIÓN DEL SOPORTE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8
5.3.- COMPROBACIONES INICIALES	8
5.4.- FASES DE EJECUCIÓN.....	8
5.4.1.- Caja General de protección (CGP)	8
5.4.2.- Cajas de protección y de medida (CPM)	9
5.4.3.- Cajas de derivación (CD).....	9
5.4.4.- Línea general de alimentación (LGA)	9
5.4.5.- Recinto de contadores (EM)	10
5.4.6.- Derivación individual (DI).....	10
5.4.7.- Cuadros generales de distribución, dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia (ICP).....	11
5.4.8.- Canalizaciones.....	11
5.4.9.- Instalación de las lámparas	12
5.4.10.- Señalización.....	12
5.5.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	12
6.- ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO	13
6.1.- ACABADOS	13
6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN.....	13
6.3.- MEDICIÓN Y ABONO.....	14
7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	14
7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	14
7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS	14
8.- CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO	15
8.1.- CONSERVACIÓN	15
8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN.....	16
9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS	16
9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	16
9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA.....	16
9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	16
9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	16
9.5.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	17

9.6.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA	17
10.- CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO	17
10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN	17
10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	18
10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	18
10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA.....	18
10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO	19
10.6.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO.....	19
10.7.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	19
10.8.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	20
10.9.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	20
10.9.1.- Modificaciones y ampliaciones no significativas de las instalaciones eléctricas	20
10.9.1.1 Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en servicio y la documentación del proyecto	20
10.9.1.2 Modificaciones y ampliaciones de las instalaciones en fase de ejecución y la documentación del proyecto.....	20
10.9.2.- Modificaciones y ampliaciones significativas de las instalaciones eléctricas	20
10.10.- DOCUMENTACIÓN FINAL	20
10.11.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA	21
10.12.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN.....	21
10.13.- LIBRO DE ÓRDENES	21
10.14.- INCOMPATIBILIDADES	21
10.15.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.....	21
10.16.- SUBCONTRATACIÓN	22

1.-OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores en Baja Tensión, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, así como la ORDEN de 16 de Abril de 201, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas interiores en Baja Tensión reguladas por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

3.-NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la instalación eléctrica interior en BT, las siguientes normas y reglamentos:

- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- **Guía Técnica** de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **ORDEN de 16 de Abril de 2010**, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa

Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

- **Ley 54/1997, de 27 de noviembre**, del Sector Eléctrico.
- **Ley 11/1997, de 2 de diciembre**, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- **Ley 8/2005, de 21 de diciembre**, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- **Ley 21/1992, de 16 de julio**, de Industria.
- **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.
- **DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre**, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.
- **Real Decreto 47/2007, de 19 de enero**, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (si procede).
- **Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero**, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- **Real Decreto 838/2002**. Requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.
- **RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988 del Mº de Industria y Energía**, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.
- **Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre**, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- **ORDEN de 25 de mayo de 2007**, por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.
- **Ordenanzas Municipales** del lugar donde se ubique la instalación.
- **Normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN** de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista.

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

4.-CARACTERÍSTICAS, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS

4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como "instalación eléctrica" todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados

destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).

Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).

Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN

Genéricamente la instalación contará con:

Acometida.

Caja general de protección (CGP).

Caja de protección y medida (CPM). Para el caso de suministros para un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

Línea general de alimentación (LGA).

- Conductores (tres de fase y uno de neutro) de cobre o aluminio.
- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Centralización de contadores (CC).

Derivación individual (DI).

- Conductores de cobre o aluminio.
- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.
- Conductores aislados en el interior de conductos

cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Cuadro general de distribución.

- Interruptor general automático de corte omnipolar.
- Interruptor diferencial general.
- Dispositivos de corte omnipolar
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Interruptor de control de potencia (ICP).

Instalación interior.

- Conductores de cobre o aluminio.
- Circuitos.
- Puntos de luz (lámparas y luminarias) y tomas de corriente.

Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.

En algunos casos la instalación incluirá:

Grupo electrógeno (GE) y/o SAI.

Interruptor de Protección Contra Incendios (IPI).

4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores y mecanismos:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).

Contadores y equipos:

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Cuadros generales de distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electro-bobinas.

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

4.4.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

Estos serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE que le sea de aplicación y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

4.5.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

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 (con protección mecánica) o 4 mm² (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envoltura común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolturas de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envoltura metálica, estas envolturas pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.

- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

4.6.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.7.- TUBOS PROTECTORES

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo

tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separado 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente

la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT.

4.8.- CANALES PROTECTORAS

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

4.9.- CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 4 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

4.10.- CAJAS DE PROTECCION Y MEDIDA (CPM)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 5 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC-BT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

4.11.- INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

4.12.- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 8 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

4.13.- CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ITC-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

4.14.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

La línea general de alimentación (LGA) es el circuito que parte de la caja general de protección hasta una o varias centralizaciones de contadores.

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-14 del REBT y las condiciones recogidas en el apartado 7 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El tipo de canalización empleado y sus dimensiones son las especificadas en la memoria del presente proyecto así como también los datos de sección y aislamiento de conductores, la denominación técnica del cable, la de su cubierta y composición del conductor, los valores de las caídas de tensión admisibles, las secciones del neutro, las intensidades máximas admisibles, etc., empleándose obligatoriamente cables no propagadores del incendio y con emisión de humos de opacidad reducida.

Cuando la LGA discorra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. La LGA no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zona de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

4.15.- CONTADORES Y EQUIPOS DE MEDIDA (EM)

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica.

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-16 del REBT y en el apartado 9 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Se prestará especial atención a las medidas correctoras establecidas en el presente proyecto descritas en la memoria, relativas a la ubicación e instalación de la centralización de contadores para minimizar los posibles riesgos de incendio (ventilación, evacuación de humos, sectorización del incendio, etc.), especialmente en casos tales como centralizaciones situadas en vestíbulos o pasillos de entrada a edificios, que formen parte de recorridos de evacuación.

Los EM estarán contenidos en módulos, paneles o armarios que constituirán conjuntos con envolvente aislante precintable.

El grado de protección mínimo será:

- Para instalaciones de tipo interior: IP 40; IK 09.

- Para instalaciones de tipo exterior: IP 43; IK 09.

Estos conjuntos deben cumplir las Normas UNE que les sean de aplicación.

4.16.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)

Es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Le será de aplicación lo dispuesto en la ITC-BT-15 del REBT y en el epígrafe 10 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

La descripción de las DI seleccionadas, sus longitudes, trazados y características de la instalación son las reflejadas en la memoria del presente proyecto así como en la misma se contemplan los datos del tipo de hilo de mando empleado para la aplicación de diferentes tarifas, el tipo de canalización a usar y sus dimensiones, así como las dimensiones mínimas de las canaladuras para trazados verticales, según lo dispuesto en la tabla 1 del apartado 2 de la ITC-BT-15 del REBT, las características, sección y aislamiento de los conductores elegidos.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

4.17.- DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA

Estará regulado por la ITC-BT-17 del REBT y el apartado 11 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Los datos de situación del dispositivo de control de potencia, de la descripción de la envolvente y de las características y descripción del dispositivo de control de potencia son los determinados en la memoria del presente proyecto.

4.18.- DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Estarán regulados por la ITC-BT-17 del REBT y por lo especificado en el apartado 12 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora, adoptándose las medidas oportunas para evitar peligros adicionales en caso de incendios, prestando especial atención a la ubicación de los cuadros en recintos que formen parte de las vías de evacuación (como por ejemplo en vestíbulos).

Los datos de situación y número de cuadros de distribución que alojarán los dispositivos de mando y protección, así como su composición y características son los definidos en la memoria

del presente proyecto, así como los relativos a evolventes, Interruptor General Automático (IGA) y las medidas de protección contra sobrecargas adoptadas según ITC-BT-22 e ITC-BT-26, las relativas a medidas de protección contra sobretensiones (ITC-BT-23 e ITC-BT-26) y de medidas de protección contra los contactos directos e indirectos (ITC-BT-24 e ITC-BT-26).

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección y sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del dispositivo de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24 del REBT.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 del REBT, si fuese necesario.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

4.19.- APARAMENTA ELÉCTRICA

Todos los aparatos de maniobra, protección y medida serán procedentes de firmas de reconocida solvencia y homologados, no debiendo ser instalados sin haber sido examinados previamente por la Dirección Facultativa, quien podrá rechazarlos, si a su juicio no reúnen las debidas condiciones de calidad.

4.20.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Los interruptores serán de corte omnipolar, con la topología, denominación y características establecidas en la Memoria Descriptiva y en los Diagramas Unifilares del presente proyecto, pudiendo ser sustituidos por otros, de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del presente proyecto, salvo autorización expresa y por escrito de la Dirección Facultativa, por no existir un tipo determinado en el mercado.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5kA como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC-BT-24 del REBT.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características

de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

4.21.- FUSIBLES

Los fusibles cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Los fusibles se ajustarán a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material por las normas UNE correspondientes.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por las temperaturas a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección de metal en caso de fusión y eviten que las partes en tensión puedan ser accesibles en servicio normal.

4.22.- CIRCUITO O INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Estará formado por un circuito cuyas características, forma y lugar de su instalación seguirán estrictamente lo descrito en la Memoria Descriptiva y demás documentos del presente proyecto, los cuales estarán acordes, en todo momento, con las prescripciones establecidas en las Instrucciones ITC-BT-18 e ITC-BT-26 del REBT.

4.23.- LUMINARIAS

Serán de los tipos señalados en la memoria del presente proyecto o equivalentes y cumplirán obligatoriamente las prescripciones fijadas en la Instrucción ITC-BT-44 del REBT. En cualquier caso serán adecuadas a la potencia de las lámparas a instalar en ellas y cumplirán con lo prescrito en las Normas UNE correspondientes.

Tendrán curvas fotométricas, longitudinales y transversales simétricas respecto a un eje vertical, salvo indicación expresa en sentido contrario en alguno de los documentos del Proyecto o de la Dirección Facultativa.

Su masa no sobrepasará los 5 Kg de peso cuando éstas se encuentren suspendidas excepcionalmente de cables flexibles.

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V siendo necesario que el cableado externo de conexión a la red disponga del adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

Las partes metálicas accesibles (partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad, ITC-BT-24) luminarias que no sean de Clase I o Clase II deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra.

De acuerdo con el Documento Básico DB HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del Código Técnico de la Edificación (CTE), los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

4.24.- LÁMPARAS Y PORTALÁMPARAS

Queda prohibido el uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión en el interior de las viviendas. En el interior de locales comerciales y edificios se podrán utilizar cuando su emplazamiento esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras tal y como se define en la ITC-BT-24 del REBT.

Las lámparas de descarga tendrán el alojamiento necesario para la reactancia, condensador, cebadores, y los accesorios necesarios para su fijación.

Todas las lámparas llevarán grabadas claramente las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Potencia nominal en vatios.
- Condiciones de encendido y color aparente.

Los portalámparas serán de alguno de los tipos, formas y dimensiones exigidos por la Norma UNE para estos equipos, recomendándose que éstos sean diferentes cuando las lámparas sean alimentadas a distintas tensiones. Si se emplean portalámparas con contacto central, se conectará a éste el conductor de fase o polar y el neutro al contacto correspondiente a la parte exterior.

4.25.- BALASTOS

Equipo que sirve para mantener un flujo de corriente estable en lámparas, ya sea un tubo fluorescente, lámpara de vapor de sodio, lámpara de haluro metálico o lámpara de vapor de mercurio. Vulgarmente al balasto se lo conoce como reactancia ya que debido a la corriente alterna la bobina del balasto presenta reactancia inductiva.

Cumplirán las normas UNE que les sean de aplicación y llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Modelo.
- Esquema de conexión con todas las indicaciones para la utilización correcta de los bornes o conductores del exterior del balasto.
- Tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.
- Potencia nominal.
- Factor de potencia.

4.26.- CONDENSADORES

Dispositivo que almacena energía eléctrica. Es un componente pasivo.

Estarán constituidos por recipientes herméticos y arrollamientos de dos hojas de aluminio aisladas entre sí por capas de papel impregnado en aceite o parafina y conexiones en paralelo entre arrollamientos.

Deberán elevar el factor de potencia hasta un mínimo de 0,85.

Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Capacidad.
- Tensión de alimentación.
- Tipo de corriente para la que está previsto.
- Temperatura máxima de funcionamiento.

4.27.- CEBADORES

Dispositivo necesario para el encendido de algunos objetos eléctricos, como por ejemplo los tubos fluorescentes.

Estarán constituidos por recipientes y contactores a base de dos láminas bimetálicas. Incluirán condensador para eliminación de interferencias de radiodifusión de capacidad comprendida entre 0,005 y 0,02 microfaradios.

Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Tipo de referencia al catálogo del fabricante.
- Indicará el circuito y el tipo de lámpara o lámparas para la que es utilizable.

4.28.- PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de reconocida solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

5.-DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

5.2.- PREPARACIÓN DEL SOPORTE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El soporte estará constituido por los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección, se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de 1 canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm.

Se colocarán registros con una distancia máxima de 15 m. Las rozas verticales se separarán de los cercos y premarcos al menos 20 cm y cuando se dispongan rozas por dos caras de paramento la distancia entre dos paralelas será como mínimo de 50 cm, y su profundidad de 4 cm para ladrillo macizo y 1 canuto para ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Si el montaje fuera superficial el recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada.

Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Se ejecutará la instalación interior, la cual si es empotrada, se realizarán, rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible.

5.3.- COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación eléctrica de baja tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcarán, por instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada ésta según REBT.

5.4.- FASES DE EJECUCIÓN

5.4.1.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

Se instalarán en la fachada exterior de la edificación donde se ejecuta la instalación eléctrica, preferentemente en lugares de libre y permanente acceso desde la vía pública. Si la fachada no linda con la vía pública, la CGP se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas y en todo caso se adoptarán las medidas necesarias para que el emplazamiento seleccionado esté lo más próximo a la red de distribución urbana o Centro de Transformación (CT), así como lo suficientemente alejado del resto de las instalaciones (abastecimiento de agua, gas, teléfono, audiovisuales y telecomunicaciones, etc.), según estipula las ITC-BT-06 e ITC-BT-07 del REBT.

Si el local o edificación alberga en su interior un Centro de Transformación (CT) para distribución en Baja Tensión se permitirá que los fusibles del cuadro de BT de dicho centro de transformación se utilicen como protección de la línea general de alimentación (LGA). En esta circunstancia el mantenimiento de esta protección corresponderá a la compañía suministradora de electricidad.

La disposición para entrada y salida de los cables por la parte inferior de las CGP de intensidades superiores a 100 A, será tal que permita la conexión de los mismos sin necesidad de ser enhebrados.

Las CGP de intensidades superiores a 100 A dispondrán de un orificio independiente que permita el paso de un cable aislado, de hasta 50 mm², para la puesta a tierra del neutro.

Los orificios para el paso de los cables llevarán incorporados dispositivos de ajuste, que se suministrarán colocados en su emplazamiento o en el interior de las CGP.

Los dispositivos de ajuste dispondrán de un sistema de fijación tal que permita que, una vez instalados, sean solidarios con la CGP, pero que, en cuanto se abra la CGP, sean fácilmente desmontables.

Las bases de las CGP -caras inferiores destinadas a la entrada de cables- deben permitir la fácil adaptación de la canal

protectora de los cables de la acometida. Cuando el acceso de los cables a las CGP esté previsto mediante tubos de protección, la arista exterior de éstos más próxima a la pared de fijación, no distará más de 25 mm del plano de fijación de la CGP.

Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala, en aquellas CGP provistas de bases de cortacircuitos del tipo de cuchilla, excepto en aquellas con tipo cuchilla tamaño 00.

En el diseño de las CGP con entrada y salida por su parte inferior, la disposición relativa de las conexiones se efectuará teniendo en cuenta que, normalmente, la última operación de conexión corresponde a los cables de la empresa suministradora de la energía.

Los dispositivos que se utilicen para sujetar los conductores a los bornes de las CGP de 63 A, no deberán emplearse para sujetar otros elementos.

Las dimensiones finales de la CGP serán las mínimas tales que admitan en su totalidad los terminales de pala de las conexiones de entrada y salida de los cables.

Las CGP deberán tener su interior ventilado con el fin de evitar las condensaciones. Los elementos que proporcionen esta ventilación no deberán reducir su grado de protección.

Si la trasera de la CGP da a un local o zona no común del edificio, se colocará en la parte trasera del mismo una plancha metálica de 2,5 mm de espesor, de tal manera que proteja a éste de cualquier golpe o taladro que involuntariamente se pueda realizar.

Si la acometida es aérea, las CGP podrán montarse superficialmente a una altura del suelo entre 3 y 4 m.

Si la acometida es subterránea, las CGP se instalarán siempre en un nicho alojado en la pared, dotada de puerta metálica (aluminio o acero inoxidable) y grado de protección IK 10, con revestimiento exterior para protección contra la corrosión, con candado o llave normalizada por la compañía suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a una distancia mínima de 30 cm y máxima de 90 cm del suelo.

Por cada línea de alimentación se dispondrá una sola CGP, no pudiéndose alojar más de dos CGP en un mismo nicho. Cuando para un suministro se precisen más de dos cajas, podrán utilizarse otras soluciones técnicas previo acuerdo entre la Propiedad y la empresa suministradora.

5.4.2.- CAJAS DE PROTECCIÓN Y DE MEDIDA (CPM)

Con respecto a su instalación o montaje se aplicará lo expuesto en el apartado anterior del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares con la salvedad de que su montaje no puede ser de tipo superficial.

Los dispositivos de lectura y equipos que albergan este tipo de cajas deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m

Las CPM serán de doble aislamiento, de tipo exterior y se situarán:

- Empotradas en las fachadas de las viviendas.
- Empotradas en las vallas o muros de cerramiento.
- Alojadas en el interior de un monolito o zócalo situado en los límites de la propiedad, en zonas rurales y cuando no exista cerramiento.

Se mimetizará el efecto visual de la CPM sobre la pared o el entorno.

Para las CPM que deban instalarse en cascos históricos, su ubicación será en el interior del vestíbulo de acceso al inmueble, realizándose con el consentimiento de la empresa suministradora, y siempre que se trate de obras de rehabilitación o reforma, no autorizándose este tipo de instalaciones en obras de nueva construcción.

Se podrán admitir otras soluciones en casos excepcionales motivadas por el entorno histórico-artístico, estas soluciones contemplarán las disposiciones municipales y características y tipología de la red.

Deberá cumplir las características destacadas anteriormente para las CGP, salvo que no se admitirá el montaje superficial y que su grado de protección será IK 09.

La tapa deberá llevar una parte transparente (resistente a rayos ultravioletas), que cumpliendo las mismas exigencias del resto de la envolvente, excepto la resistencia a los álcalis, permita la lectura del contador y reloj, sin necesidad de su apertura.

Las entradas y salidas se harán por la parte inferior lateral de la caja.

5.4.3.- CAJAS DE DERIVACIÓN (CD)

En el interior de las cajas de derivación no existirán más que las conexiones amovibles de pletinas de cobre necesarias para la realización de las derivaciones. Estas pletinas tendrán los puntos de sujeción necesarios para evitar que se deformen o se desplacen al efectuar el apriete.

5.4.4.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Su trazado será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo siempre por lugares de uso común. En ningún caso la línea general de alimentación discurrirá por las canalizaciones (tubos, arquetas, etc.) pertenecientes a la Empresa Distribuidora.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones, para distintas centralizaciones de contadores. Estas derivaciones se realizarán mediante cajas de derivación, que estarán constituidas por una envolvente aislante precintable, que contenga principalmente los bornes de conexión para la realización de las derivaciones. Estas cajas de derivación, instaladas en las zonas comunes de la edificación, tendrán un grado de protección mínimo IP 40 e IK 09, serán de doble aislamiento y de accesibilidad frontal.

Las llegadas y salidas de la línea deberán estar perfectamente taponadas, evitando la entrada de animales, roedores, etc. a las mismas.

La intensidad máxima de cada centralización de contadores será de 250 A, que corresponde a:

- 150 kW en redes a 400 V entre fases.
- 90 kW en redes a 230 V entre fases.

Las dimensiones de otros tipos de canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100%.

Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente lo hará, siempre, por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común y demás características constructivas establecidas en la ITC-BT-14 y su Guía de aplicación.

La línea general de alimentación no podrá ir adosada o empotrada a la escalera o zonas de uso común cuando estos recintos sean protegidos conforme a lo establecido en el CTE.

5.4.5.- RECINTO DE CONTADORES (EM)

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables y con un grado de protección mínima IP40, IK09 para las instalaciones interiores e IP43, IK09 para las instalaciones exteriores, pudiendo montarse en módulos, paneles y armarios, de forma individual o concentrada.

En suministros individuales los equipos de medida se instalarán en el exterior. Se situarán en lugares de libre y permanente acceso, conforme a lo expuesto en el capítulo 5 de las Normas Particulares de la Compañía suministradora.

Cuando se instale en monolito nunca se ocuparán calles o zonas públicas (aceras, caminos, etc...), salvo autorización administrativa expresa en contrario, y en ningún caso dificultarán el paso de vehículos o personas por dichas zonas.

Los cables de conexionado del equipo de medida serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE correspondiente, con un aislamiento seco, extruído a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC-BT-26.

Con respecto a los equipos de medida colocados en forma concentrada, éstos cumplirán las especificaciones del capítulo 9 de las Normas Particulares de la Compañía Suministradora.

La pared a la que se fije el Equipo de Medida no podrá estar expuesta a vibraciones ni humedades y tendrá un espesor mínimo de 15 cm y resistencia al fuego correspondiente a lo establecido en el CTE. Cuando no se cumpla esta condición habrán de colocarse en la parte trasera chapas metálicas de 2,5 mm de espesor.

El Equipo de Medida no podrá instalarse próximo a contadores de gas, grifos o salidas de agua, ni cerca de hornos o aparatos de calefacción (calderas, etc.). Tampoco se aceptará un emplazamiento próximo a trampillas o tolvas, bajadas de escaleras o aparatos en movimiento. En ningún caso se instalarán por debajo de los contadores de agua, debiendo mantener una separación mínima de 30 cm entre sus envolventes.

El espacio libre mínimo delante del Equipo de Medida será de 1,10 m. Si hubiese una pared lateral, la distancia mínima del módulo de medida a dicha pared será de 0,20 m.

Con objeto de poder acceder correctamente a los distintos elementos de la Centralización de Contadores, la parte baja del módulo inferior quedará a una altura no inferior a 0,25 m y el integrador del contador situado en la posición más alta a una distancia del suelo no superior a 1,80 m.

5.4.6.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI)

Se ejecutarán las derivaciones individuales, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas o bien directamente empotradas o enterradas en el caso de derivaciones horizontales, disponiéndose los tubos como máximo en dos filas superpuestas, manteniendo distancia entre ejes de tubos de 5 cm como mínimo.

Se cumplirá lo indicado en la ITC-BT-15 del REBT, así como las especificaciones del capítulo 10 de las Normas Particulares de la Compañía Suministradora

Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o

más derivaciones, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta estanca, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, para poder atender las posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m² de superficie. Estos tubos partirán desde la Centralización de Contadores hasta el punto más extremo donde esté previsto el suministro, y serán fácilmente identificables (colores, etiquetas, etc.).

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En caso de concentración de suministros en edificios, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

La empresa instaladora autorizada estará obligada, bajo su responsabilidad, asimismo al estricto cumplimiento del Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio y Documento Básico DB SU: Seguridad de utilización del Código Técnico de la Edificación (CTE), en los trazados verticales de las conducciones, pudiendo alojarse las DI en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica (con paredes con resistencia al fuego correspondiente a lo establecido en el CTE), preparado únicamente para este fin, que podrá ser realizado en montaje empotrado o adosado al hueco de la escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos.

En edificaciones en altura y para evitar la propagación de la llama se instalarán obligatoriamente elementos cortafuegos y tapas de registro precintables cada 3 plantas y sus características vendrán definidas por el Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio y por el Documento Básico DB SU: Seguridad de Utilización, con dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección e instalación.

Cada 15 m se colocarán cajas de registro precintables, comunes a todos los tubos de derivación individual. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según UNE que le es de aplicación. (ITC-BT-15, apartado 2).

Los conductores a utilizar, serán de cobre o aluminio, normalmente unipolares y aislados de tensión asignada 450/750V. Para el caso de multiconductores o para el caso de DI en el interior de tubos enterrados el aislamiento será 0,6/1kV. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de forma que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido, siendo la mínima de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando.

5.4.7.- CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP)

Se cumplirá lo establecido en la ITC-BT-17, así como en los capítulos 11 y 12 de las normas Particulares de la empresa suministradora.

Su posición de servicio será vertical y se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local, industria o vivienda del usuario.

Se colocarán los cuadros generales de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

La altura de montaje a la cual se situarán estos dispositivos, medida desde el nivel del suelo, se sitúa entre 1,4 m y 2 m., para viviendas. En el caso de locales comerciales, la altura mínima de montaje es de 1,0 m. En industrias, estará entre 1 y 2 m.

Si se trata de locales comerciales e industriales así como en viviendas de usuarios, se colocará una caja para el ICP inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable, pudiendo colocarse dicha caja en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas queda totalmente prohibida la instalación de dispositivos generales de mando y protección en dormitorios, aseos y baños. Tanto en viviendas como en locales comerciales e industriales se colocarán lo más próximo a las puertas de acceso.

Asimismo en locales de pública concurrencia se adoptarán las medidas necesarias para que estos dispositivos no sean accesibles al público.

5.4.8.- CANALIZACIONES

En caso de proximidad de canalizaciones con otras no eléctricas se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por unas distancias convenientes o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

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

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.

- La condensación.
- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación.
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

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

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. Por otra parte, el conductor neutro, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales.

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos protectores 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 estancia.
- 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.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiéndose para ello registros. Estos, en tramos rectos, no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.
- Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra.
- Para la colocación de los tubos se seguirá lo establecido en la ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

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

- 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 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.

5.4.9.- INSTALACIÓN DE LAS LÁMPARAS

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Para instalaciones que alimenten a tubos de descarga con tensiones asignadas de salida comprendidas entre 1kV y 10kV, se aplicará lo dispuesto en la Norma UNE correspondiente.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos de la Instrucción ICT-BT-24 del REBT.

En instalaciones de iluminación que empleen lámparas de descarga donde se ubiquen máquinas rotatorias se adoptarán las precauciones necesarias para evitar accidentes causados por ilusión óptica debida al efecto estroboscópico.

En instalaciones especiales se alimentarán las lámparas portátiles con tensiones de seguridad de 24V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación. Cuando se emplean muy bajas tensiones de alimentación (12 V) se preverá la utilización de transformadores adecuados.

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 correspondiente.

5.4.10.- SEÑALIZACIÓN

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de

interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

5.5.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

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 grupos 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.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de 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.

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.

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.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser

utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características 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.

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.

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

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a: 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

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.

6.-ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

6.1.- ACABADOS

Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

(a) Instalación general del edificio:

Caja general de protección:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Dimensiones del nicho mural. Fijación (4 puntos)
- Conexión de los conductores. Tubos de acometidas.

Líneas repartidoras:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tipo de tubo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores.
- Dimensión de patinillo para líneas repartidoras. Registros, dimensiones.
- Número, situación, fijación de pletinas y placas cortafuegos en patinillos de líneas repartidoras.

Recinto de contadores:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Centralización de contadores: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones de líneas repartidoras y derivaciones individuales.
- Contadores trifásicos independientes: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones.
- Cuarto de contadores: dimensiones. Materiales (resistencia al fuego). Ventilación. Desagüe.
- Cuadro de protección de líneas de fuerza motriz: situación, alineaciones, fijación del tablero. Fijación del fusible de desconexión, tipo e intensidad. Conexiones.
- Cuadro general de mando y protección de alumbrado: situación, alineaciones, fijación. Características de los diferenciales, conmutador rotativo y temporizadores.

Conexiones.

Derivaciones individuales:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Patinillos de derivaciones individuales: dimensiones. Registros, (uno por planta) dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas y placas cortafuegos.
- Derivación individual: tipo de tubo protector, sección y fijación. Sección de conductores. Señalización en la centralización de contadores.

Canalizaciones de servicios generales:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Patinillos para servicios generales: dimensiones. Registros, dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas, placas cortafuegos y cajas de derivación.
- Líneas de fuerza motriz, de alumbrado auxiliar y generales de alumbrado: tipo de tubo protector, sección. Fijación. Sección de conductores.

Tubo de alimentación y grupo de presión (en caso de ser instalado).

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.

(b) Instalación interior del edificio:

Cuadro general de distribución:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Situación, adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.

Instalación interior:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.

Cajas de derivación:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Número, tipo y situación. Dimensiones según nº y diámetro de conductores. Conexiones. Adosado a la tapa del paramento.

Mecanismos:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Número, tipo y situación. Conexiones. Fijación al paramento.

(c) Pruebas de servicio:

Instalación general del edificio:

Resistencia al aislamiento:

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación

- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

6.3.- MEDICIÓN Y ABONO

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc.:

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de tomas de corriente y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

7.-RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corrientes serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

- **Caída de tensión:** con todos los puntos de consumo de cada cuadro ya conectado, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 3% si se trata de alumbrado y el 5% si se trata de fuerza, de la tensión existente en el orden de la instalación.
- **Medida de aislamiento de la instalación:** el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados.
- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- **Empalmes:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- **Equilibrio entre fases:** se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.
- **Identificación de las fases:** se comprobará que en el cuadro de mando y en todos aquellos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.
- **Medidas de iluminación:** la medida de iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación de alumbrado; por ello será totalmente inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible.

- **La comprobación del nivel medio de alumbrado** será verificado pasados 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación se indicarán en un plano, el cual se incluirá como anexo al Acta de Recepción Provisional.
- **Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra** con un óhmetro previamente calibrado, la Dirección Facultativa verificará que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

8.-CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas interiores de baja tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de

la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

8.1.- CONSERVACIÓN

Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

Caja general de protección:

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

Línea repartidora:

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

Centralización de contadores:

Cada 2 años se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Derivaciones individuales:

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.

Cuadro general de distribución:

Cada año se comprobará el funcionamiento de todos los interruptores del cuadro y cada dos se realizará por personal especializado una revisión general, comprobando el estado del cuadro, los mecanismos alojados y conexiones.

Instalación interior:

Cada 5 años, revisar la rigidez dieléctrica entre los conductores.

Redes de puesta a tierra de protección y de los instrumentos:

Una vez al año y en la época mas seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Se repararán los defectos encontrados.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado, incluso tomas de corriente, mecanismos interiores.

8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

9.-INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Deberán realizarse en los plazos siguientes, en función de su fecha de autorización de puesta en marcha o de su antigüedad, según el caso:

1. En las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas, cuya potencia instalada total sea superior a 100Kw, los plazos para la primera inspección periódica, serán los siguientes:
 - 1.1. Edificios con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 10 años.
 - 1.2. Edificios con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:
 - 1.2.1. Con antigüedad superior a 25 años: 18 de septiembre de 2006.
 - 1.2.2. Con antigüedad superior a 15 años y hasta 25 años: 18 de septiembre de 2007.
 - 1.2.3. Con antigüedad superior a 5 años y hasta 15 años: 18 de septiembre de 2008.
 - 1.2.4. Con antigüedad inferior a 5 años y hasta el 18 de septiembre de 2003: 18 de septiembre de 2009.
2. Resto de instalaciones eléctricas, con obligación de realizar inspección periódica:
 - 2.1. Instalaciones con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 5 años.
 - 2.2. Instalaciones con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:
 - 2.2.1. Desde la última revisión periódica realizada en cumplimiento de la Orden de 30 de enero de 1996: 5 años.
 - 2.2.2. Resto de las instalaciones sin revisión realizada, contados desde su puesta en marcha: 5 años.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 10 años para las instalaciones incluidas en el punto 1 y de 5 años para las incluidas en el punto 2, respectivamente.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa

acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio de deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

9.5.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

9.6.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio

la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

10.-CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO

10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de

acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- b) En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- c) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- d) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- e) Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.
- f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- g) Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.

- h) Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- i) Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- j) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad.

10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplan en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

10.6.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO

10.7.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- c) Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- d) Uso o destino de la misma.
- e) Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- f) Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- g) Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnica económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

10.8.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una "Guía de Proyectos" que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

10.9.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

10.9.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

10.9.1.1 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

10.9.1.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como "anexos" al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

10.9.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquélla si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

10.10.- DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) **Documentación administrativa y jurídica:** datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.

- b) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) **Instrucciones de uso y mantenimiento:** información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) **Certificados de eficiencia energética:** (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

10.11.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

10.12.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha

ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

10.13.- LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se regirá según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

10.14.- INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

10.15.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el

Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

10.16.- SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndosele la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Pliegos de Condiciones: Pliego de Condiciones Particulares para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CANARIAS

**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES
PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS
A LA RED ELÉCTRICA, ADAPTADO AL DECRETO
141/2009**

Mayo 2010

ÍNDICE

1.- OBJETO	1
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	1
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	1
4.- CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN	2
4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	2
4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA.....	2
4.2.1.- GENERALIDADES	2
4.2.2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO	3
4.2.2.1 <i>CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS</i>	3
4.2.2.2 <i>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</i>	3
4.2.3.- INVERSOR.....	4
4.2.3.1 <i>TIPOS DE INVERSORES</i>	5
4.2.3.1.1 Inversores de conmutación natural o inversores conmutados por la red	5
4.2.3.1.2 Inversores de conmutación forzada o autoconmutados.....	5
4.2.4.- CONDUCTORES	6
4.2.5.- CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	6
4.2.5.1 <i>PUNTO DE CONEXIÓN</i>	6
4.2.5.2 <i>INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA</i>	7
4.2.5.2.1 Separación Galvánica.....	7
4.2.5.2.2 Cuadro de salida.....	7
4.2.5.2.3 Elementos de medida	7
4.2.5.2.4 Caja General de protección	8
4.2.6.- ESTRUCTURA SOPORTE.....	8
4.2.7.- SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES.....	8
4.2.7.1 <i>TOMA DE TIERRA</i>	8
4.2.7.2 <i>PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS</i>	8
4.2.7.2.1 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual	9
4.2.7.2.2 Diferenciales	9
4.2.7.3 <i>PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS</i>	9
4.2.7.3.1 Protección por corte automático de la alimentación	9
4.2.7.3.2 Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente	9
4.2.7.4 <i>PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES</i>	9
4.2.7.5 <i>CONDUCTORES ELÉCTRICOS</i>	9
4.2.7.6 <i>CONDUCTORES DE PROTECCIÓN</i>	10
4.2.7.7 <i>IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES</i>	10
4.2.7.8 <i>TUBOS PROTECTORES</i>	10
4.2.7.9 <i>CANALES PROTECTORAS</i>	11
4.2.7.10 <i>CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)</i>	11
4.2.7.11 <i>CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)</i>	11
4.2.7.12 <i>INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)</i>	11
4.2.7.13 <i>CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)</i>	12
4.2.7.14 <i>CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)</i>	12
4.2.7.15 <i>PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS</i>	12
4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED	12
5.- DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN	13
5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	13
5.2.- COMPROBACIONES INICIALES	13
5.3.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS.....	13
5.3.1.- INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	14
5.3.2.- CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	14
5.3.3.- INSTALACIÓN DE INVERSORES.....	15
5.3.4.- INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.....	15
5.3.5.- SEÑALIZACIÓN	15
6.- ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO	15
6.1.- ACABADOS.....	15
6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN	15
6.3.- MEDICIÓN Y ABONO.....	16
7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	16
7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	16
7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS.....	16

8.- CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO	17
8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.....	17
8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN.....	18
9.- INSPECCIONES PERIÓDICAS	18
9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	18
9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA	18
9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS.....	18
9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA	19
9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	19
9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	19
9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA	19
10.- CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO	20
10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES	20
10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	20
10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	20
10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA	21
10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO	21
11.- CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO	21
11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS	21
11.2.- ANTES DE LA CONEXIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA A LA RED DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA	22
11.3.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	22
11.4.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	23
11.4.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	23
11.4.1.1 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO	23
11.4.1.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	23
11.4.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	23
11.5.- DOCUMENTACIÓN FINAL	23
11.6.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA	23
11.7.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN	23
11.8.- CERTIFICADO PARA INVERSORES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.....	24
11.9.- LIBRO DE ÓRDENES	24
11.10.- INCOMPATIBILIDADES	24
11.11.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA	24
11.12.- SUBCONTRATACIÓN	24

1.-OBJETO

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del presente proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalación Eléctrica Fotovoltaica conectada a la red, acorde a lo estipulado por el REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Sección HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica), así como la ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

En cualquier caso, dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero-Director de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, verificaciones y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas fotovoltaicas conectadas a red eléctrica en Baja Tensión, extendiéndose a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de esta instalación regulada por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre anteriormente enunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas fotovoltaicas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por el Ingeniero-Director y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Asimismo y por aplicación de lo señalado por el CTE-DB-HE-5, se extiende este ámbito a aquellas edificaciones que superen los límites de aplicación establecido en la tabla siguiente, las cuales están obligadas a incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos:

Tabla 1.1 Ámbito de aplicación

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en un punto de conexión de la Compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del RD 1663/2000, así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente.

3.-NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, a los efectos de garantizar la calidad, funcionalidad, eficiencia y durabilidad de la instalación fotovoltaica conectada a red y se observarán en todo momento durante su ejecución, las siguientes normas y reglamentos:

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

Ley 8/2005, de 21 de diciembre, de modificación de la Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico.

Real Decreto 2366/1994 de 9 de Diciembre sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables.

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

Decreto 26/1996, de 9 de febrero, de la Consejería de Industria y Comercio del Gobierno de Canarias por el que se simplifican los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

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. (BOE 27-12-2000).

RESOLUCION de 31 de mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en

régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Real Decreto 1433/2002 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

Ley 51/2002, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, por la que se habilita a los Ayuntamientos para establecer bonificaciones en el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras, a favor de las construcciones, instalaciones u obras que contribuyan o se refieran al uso de la energía solar, a los planes de fomento de la inversión privada en infraestructuras, a las viviendas de protección oficial y a las condiciones de acceso y habitabilidad de los discapacitados.

Real Decreto Ley 2/2003, de 25 de abril, de medidas de reforma económica. Capítulo II – Artículo 13 sobre “Fomento de las Energías Renovables”.y Artículo 14 “Fomento del aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo”.

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

Orden de 25 de mayo de 2007 (B.O.C. número 121, de 18 de junio de 2007), por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Real Decreto 661/2007, de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

REAL DECRETO 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Normas de la Compañía Suministradora / Distribuidora de energía eléctrica.

Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.

Colección de Norma UNE del REBT y Normas UNE declaradas de obligado cumplimiento

Otras normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista.

Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Asimismo se recomienda la aplicación de los siguientes documentos:

PLAN DE ENERGIAS RENOVABLES 2005-2010 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio-IDAIE-Agosto 2005.

Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red – Documento del IDAE. Año 2002.

4.-CARACTERÍSTICAS, COMPONENTES, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN

4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1$ kV).

Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV (1 kV $\leq U < 66$ kV).

Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66$ kV).

4.2.- COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

4.2.1.- GENERALIDADES

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua (CC) y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna (CA). Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabajan en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los componentes o sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red, básicamente son los siguientes:

- a) Sistema generador fotovoltaico
- b) Sistema de Acondicionamiento de potencia o inversor
- c) Sistema de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

El sistema de acondicionamiento de potencia es el encargado de transformar la energía en forma de corriente continua en corriente alterna, el cual cumplirá con todos aquellos requisitos y condiciones de seguridad y garantía para que su funcionamiento no provoque alteraciones en la red ni disminuya su seguridad, estando dotado de las correspondientes funciones de protección.

4.2.2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO

Genéricamente la instalación contará con un *Generador Fotovoltaico* constituido por módulos fotovoltaicos (FV) para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún tipo de paso intermedio.

Estos módulos a su vez están conformados por células fotovoltaicas de silicio interconectadas entre sí y debidamente protegidas de los agentes externos

4.2.2.1 CÉLULAS SOLARES O FOTOVOLTAICAS

Constituidas por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante (p-n), mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino.

Los tipos más importantes de células solares son los siguientes:

- **Silicio Monocristalino:** material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente. sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.
- **Silicio policristalino:** silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.
- **Silicio amorfo:** compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. am-Si, o am-Si:H. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Su eficiencia es solo del 6-8%. Son muy adecuadas para confección de módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

Otros tipos:

- **Teluro de cadmio:** Rendimiento en laboratorio 16% y en módulos comerciales 8%.
- **Arseniuro de Galio:** Uno de los materiales más eficientes. Presenta unos rendimientos en laboratorio del 25.7% siendo los comerciales del 20%.
- **Diseleniuro de cobre en indio:** Con rendimientos en laboratorio próximos al 17% y en módulos comerciales del 9%.

Existen también los llamados paneles **Tándem** que combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos. Debido a que cada tipo de material aprovecha sólo una parte del espectro electromagnético de la radiación solar, mediante la combinación de dos o tres tipos de materiales es posible aprovechar una mayor parte del mismo. Con este tipo de paneles se ha llegado a lograr rendimientos del 35%.

Los parámetros generales que caracterizan a las células fotovoltaicas universalmente vienen determinados por la irradiancia (Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie, expresada en kW/m²) y la temperatura cuyas condiciones estándar son las siguientes:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Asimismo se define TONC como *Temperatura de operación nominal de la célula*, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

4.2.2.2 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

También denominada como “placa fotovoltaica” o “panel fotovoltaico” es un conjunto completo, medioambientalmente protegido, de células solares interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio, que contiene entre 20 y 40 células solares las cuales pueden conectarse entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12V, 14V, etc.).

Los paneles o módulos fotovoltaicos se caracterizan por el parámetro denominado como “Potencia pico” siendo aquella potencia máxima del panel fotovoltaico expresada en CEM.

Todos los módulos fotovoltaicos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, su diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales 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 de la Dirección Facultativa de la obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Todos los módulos deberán satisfacer las Normas UNE para módulos de silicio cristalino o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Su estructura está conformada por los siguientes elementos:

- **Encapsulante,** constituido por un material que debe presentar una buena transmisión a la radiación y una degradabilidad baja a la acción de los rayos solares.
- **Cubierta exterior de vidrio templado,** que, aparte de facilitar al máximo la transmisión luminosa, debe resistir las condiciones climatológicas más adversas y

soportar cambios bruscos de temperatura.

- **Cubierta posterior**, constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre los intersticios de las células, haciendo que vuelvan a incidir otra vez sobre éstas.
- **Marco de metal**, normalmente de aluminio, que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto, y que lleva los elementos necesarios para el montaje del panel sobre la estructura soporte.
- **Caja de terminales**: incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- **Diodo de protección**: impiden daños por sombras parciales en la superficie del panel.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- a) Incorporar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- b) Marcos laterales (si existen) serán de aluminio o acero inoxidable
- c) Potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar, comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo

La estructura del generador se conectará a tierra.

Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Tipos de paneles en función de su forma:

Paneles con sistemas de concentración. Mediante una serie de superficies reflectantes concentra la luz sobre los paneles fotovoltaicos

Paneles de formato "teja o baldosa". De pequeño tamaño, concebidos para combinarse en gran número y por tanto cubrir grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas. Aptos para cubrir grandes demandas energéticas en los que se necesita una elevada superficie de captación.

Paneles bifaciales. Basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar convenientemente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

Sistemas de Seguimiento solar de los módulos:

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del sol que favorezcan y aumenten la captación de la radiación solar

Existen tres tipos de soporte para los colectores solares:

Colocación sobre soporte estático. Soporte sencillo sin movimiento. Dependiendo de la latitud de la instalación y de la aplicación que se quiera dar se dotan a los paneles de la inclinación más adecuada para captar la mayor radiación solar posible. Es el sistema más habitual que se encuentra en las instalaciones.

Sistemas de seguimiento solar de 1 eje. Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se

hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento es el más sencillo y el más económico resultando sin embargo incompleto ya que sólo podrá seguir o la inclinación o el azimut del Sol, pero no ambas a la vez.

Sistemas de seguimiento solar de dos ejes. Con este sistema ya es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud y en azimut y siempre se conseguirá que la radiación solar incida perpendicularmente obteniéndose la mayor captación posible. Existen tres sistemas básicos de regulación del seguimiento del sol por dos ejes:

- **Sistemas mecánicos-** El seguimiento se realiza por medio de un motor y de un sistema de engranajes. Dado que la inclinación del Sol varía a lo largo del año es necesario realizar ajustes periódicos, para adaptar el movimiento del soporte
- **Mediante dispositivos de ajuste automático-** El ajuste se realiza por medio de sensores que detectan cuando la radiación no incide perpendicular al panel corrigiéndose la posición por medio de motores.
- **Dispositivos sin motor-** Sistemas que mediante la dilatación de determinados gases, su evaporación y el juego de equilibrios logran un seguimiento del Sol

4.2.3.- INVERSOR

Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en alterna (CA), basándose en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad y por tanto:

- Utilizar receptores de CA en instalaciones aisladas de la red.
- Conectar los sistemas FV a la red de distribución eléctrica.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- a) Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- b) De tipo Autoconmutado.
- c) Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- d) No funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

Sus parámetros fundamentales vienen determinados por:

- a) Voltaje y corriente de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador
- b) Potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.).
- c) Frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.
- d) Voltaje de fase/s en la red
- e) Potencia reactiva de salida del inversor (para instalaciones mayores de 5 kWp)

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y uso.

El inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

4.2.3.1 TIPOS DE INVERSORES

4.2.3.1.1 Inversores de conmutación natural o inversores conmutados por la red

Por ser esta la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos. Su aplicación es para sistemas FV conectados a la red.

Actualmente están siendo desplazados por los inversores de conmutación forzada tipo PWM, conforme se desarrollan los transistores de tipo IGBT para mayores niveles de tensión y corriente.

4.2.3.1.2 Inversores de conmutación forzada o autoconmutados

Permiten generar CA mediante conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control.

Pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o de modulación por anchura de pulsos (PWM), con la finalidad de obtener salidas prácticamente senoidales y por tanto con poco contenido de armónicos.

Con los inversores tipo PWM se consiguen rendimientos por encima del 90%, incluso con bajos niveles de carga.

Sus principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del sistema, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próxima al 85%

La eficiencia de un inversor no es constante y depende del régimen de carga al que esté sometido. Para regímenes de carga próximos a la potencia nominal, la eficiencia es mayor que para regímenes de carga bajos.

Con respecto a los requisitos técnicos que los inversores deben satisfacer y en cuanto se refiere a los de tipo monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos) serán los descritos a continuación.

- 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. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador 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.
- 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:
 - a) Tensión de entrada fuera del margen de operación.
 - b) Desconexión del acumulador.
 - c) Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
 - d) 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).

- 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

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

4.2.4.- CONDUCTORES

Serán los que se indican en los documentos del presente proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ICT-BT-19 del REBT.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ICT-BT-20 del REBT.

El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa.

Los conductores necesarios serán de cobre y tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos, debiendo ser suficiente además para que soporten la intensidad máxima admisible en cada uno de los tramos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener unos valores de sección tales que la caída de tensión en ellos sea inferior a las indicadas a continuación:

- Caída de tensión máxima en la parte de CC, 1,5%
- Caída de tensión máxima en la parte de CA, 1%

teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Caídas de tensión máxima entre regulador y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor y batería: 1 %
- Caídas de tensión máxima entre inversor /regulador y cargas: 3 %

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE correspondiente.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos fotovoltaicos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será conforme a lo indicado en la norma UNE que le es de aplicación.

Se respetará en todo momento el REBT en lo que a conducciones de cable se refiere.

Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.

Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable

4.2.5.- CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (Artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar reflejado en la Resolución de 31 de mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectada a la red de Baja Tensión.

4.2.5.1 PUNTO DE CONEXIÓN

La instalación fotovoltaica se conectará directamente a la red de distribución en Baja Tensión de la Compañía Distribuidora en el denominado "punto de conexión", el cual será determinado por la mencionada Compañía, de acuerdo con el Real Decreto 1663/2000, procurando que sea el más cercano posible al lugar de la ubicación de dicha instalación; si bien deben cumplirse en todo caso las siguientes condiciones:

- La suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a una línea de Baja Tensión no podrá superar la mitad de la capacidad de transporte de dicha línea en el punto de conexión. Si el punto de conexión está en un centro de transformación, la suma de las potencias conectadas a ese centro no podrá superar la mitad de la capacidad de transformación. En redes trifásicas 3x220/127 V, no se podrán conectar instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal superior a 60 kVA y, en estos casos, toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a 3x400/230 V.
- La variación de tensión en su propio punto de conexión, provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica, no podrá ser superior al 5%. Además, no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red, la superación del límite reglamentario del +/- 7% en su instalación respectiva.
- Si la potencia nominal de la instalación fotovoltaica es superior a 5 kW, su conexión a la red será trifásica, bien sea mediante inversores monofásicos de hasta 5 kW a las diferentes fases, o directamente mediante un inversor trifásico.

Al mantenerse vigente la propuesta de punto de conexión efectuada por la Compañía distribuidora de energía eléctrica durante el plazo de un año desde la fecha de notificación al titular de la instalación, se deberá asegurar que las anteriores condiciones se podrán mantener durante ese plazo en el punto de conexión propuesto.

En el caso de que sea necesario modificar, ampliar o extender la red de distribución existente para facilitar un punto de conexión

en Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, estas instalaciones costeadas por el generador, deberán ser cedidas en propiedad a la empresa distribuidora.

4.2.5.2 **INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE LA COMPAÑÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Además de los elementos y protecciones que pueda tener la propia instalación fotovoltaica y sus equipos anejos (inversor, etc.), la instalación eléctrica que una la instalación fotovoltaica con la red de la Compañía de Distribución tendrá los siguientes elementos:

4.2.5.2.1 **Separación Galvánica**

La instalación debe disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de la Compañía Distribuidora y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE que le es de aplicación.

4.2.5.2.2 **Cuadro de salida**

Este cuadro estará ubicado en la salida de la instalación fotovoltaica, en lugar accesible a la empresa distribuidora, antes de la medida, y contará con los siguientes elementos:

Interruptor general manual: interruptor magnetotérmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 kA, el cual deberá ser accesible a la Compañía Distribuidora de energía en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por la Compañía Distribuidora en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.

Interruptor automático diferencial: Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.

Interruptor automático de la interconexión: interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la red, accionado por relés de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente, y menos de 0,5 segundos de tiempo de actuación) y de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente durante más de 5 períodos).

Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por la Compañía Distribuidora; y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de Baja Tensión de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por la Compañía Distribuidora.

NOTA: Este interruptor puede ser eliminado en el caso de que las protecciones de frecuencia y tensión estén integradas en el inversor y el titular aporte las certificaciones especificadas en el Artículo 11, Apartado. 7 del Real Decreto 1663/2000.

4.2.5.2.3 **Elementos de medida**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión así como con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

Los elementos para la medida de la energía neta producida por la instalación fotovoltaica estarán ubicados en el "módulo de salida".

Este módulo se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica, lo más cerca posible de la acometida y se encontrará debidamente identificado. No estará dotado de fusibles.

El módulo de salida será de tipo armario para su instalación en intemperie o de doble aislamiento para su instalación en interior. Ambos cumplirán lo especificado para ellos en la Norma ENDESA NNL007 y serán precintables.

El contador de energía neta fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos o, en su defecto, se conectarán en el propio módulo de salida dos contadores en serie, uno en cada sentido.

En el caso de la instalación con 2 contadores, éstos deberán estar debidamente identificados y marcados con adhesivos, con las leyendas que se exponen a continuación. Los rótulos deberán verse a través de la mirilla de la envolvente.

Las inscripciones serán las siguientes:

Contador que mide la energía que sale de la instalación fotovoltaica: "Salida".

Contador que mide la energía que consume la instalación fotovoltaica: "Entrada".

El equipo de medida de la instalación fotovoltaica estará compuesto por los siguientes elementos:

a) Potencia nominal de la instalación fotovoltaica monofásica ($P_n \leq 5 \text{ KW}$):

2 Contadores de activa direccionales monofásicos de clase 2 ó mejor (medida de entrada y salida).

Envolvente, que cumplirá con la Norma ONSE 33.70-10, tipo CPM 1- D2 sin bases fusibles. La conexión se hará directamente a bornas de conexión situadas en el interior de la envolvente.

En caso de que la facturación sea por precios valle y punta, los contadores deberán ser doble tarifa y se incorporará un reloj de cambio de tarifas.

b) $5 \text{ kW} \leq P_n \leq 55,42 \text{ KW}$ (correspondiente a una intensidad de 80 A) o trifásico $\leq 5 \text{ kW}$:

1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

Envolvente, que cumplirá con la Norma ONSE 33.70-10, tipo CPM 2-D4 sin bases fusibles. La conexión se efectuará directamente a bornas de conexión situadas en el interior de la envolvente.

c) $55,42 \text{ kW}$ (correspondiente a una intensidad de 80 A) $< P_n \leq 100 \text{ kW}$:

Embarrado (3 fases y neutro).

3 Transformadores de intensidad.

Regleta de verificación.

1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

Envoltorio que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005.

En cualquiera de los casos anteriores, las características del equipo de medida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica (suma de la potencia de los inversores que intervienen en todas las fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento) se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

El módulo de salida debe ir precintado por la Compañía Distribuidora de energía.

4.2.5.2.4 Caja General de protección

El punto de conexión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de la Compañía Distribuidora se establecerá en una Caja General de Protección (CGP) exclusivamente destinada a tal fin, que cumplirá con la Norma ENDESA NNL010, y su esquema será el CGP 7 – 160 ó el CGP 9 – 160.

Cumplirá con lo dispuesto en la Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares de la compañía suministradora.

4.2.6.- ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte de módulos fotovoltaicos deberá resistir, con éstos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) relativo a Seguridad Estructural.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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.

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 estructura.

La tornillería será conforme a lo indicado en el Documento Básico DB SE-A "Seguridad Estructural-Acero".

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, la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terrace) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el apartado de "Condiciones a satisfacer en cuanto a la Orientación e inclinación y sombras del generador fotovoltaico" del presente Pliego de Condiciones, sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

El cálculo y características de la estructura soporte se obtiene de lo indicado en el Documento Básico DB SE-A "Seguridad Estructural-Acero"

4.2.7.- SISTEMA O CONJUNTO DE PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (Artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de Baja Tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

Por tanto la instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

Asimismo todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.2.7.1 TOMA DE TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Las tomas de tierra se establecerán:

Del generador FV: estructura soporte y marco metálico.

De la instalación correspondiente a los consumos de alterna.

La superficie del conductor de protección, será como mínimo la del conductor de fase correspondiente (4 mm² para CC y 10 mm² para CA)

4.2.7.2 PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

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

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

4.2.7.2.1 **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.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

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

4.2.7.2.2 **Diferenciales**

Ofrecen una protección eficaz contra los contactos tanto directos como indirectos. Están compuestos por:

- Transformador toroidal
- Relé electromecánico
- Mecanismo de conexión y desconexión
- Circuito auxiliar de prueba.

Cuando la suma vectorial de las intensidades que pasan por el transformador es distinta de cero, en el secundario del mismo se induce una tensión que provoca la excitación del relé dando lugar a la desconexión del interruptor. Para que se produzca la apertura, la corriente de fuga debe de ser superior a la corriente de sensibilidad del diferencial.

4.2.7.3 **PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS**

4.2.7.3.1 **Protección por corte automático de la alimentación**

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

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

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o

animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales.

Se describen a continuación aquellos aspectos más significativos que deben reunir los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE correspondiente.

Se emplean dispositivos del tipo:

• Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

• Diferenciales

4.2.7.3.2 **Protección por empleo de equipos de Clase II o Protección por aislamiento equivalente**

Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de apartamiento construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

4.2.7.4 **PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS Y SOBRETENSIONES**

• Sobrecargas, cortocircuitos: fusibles y magnetotérmicos (Pías).

• Sobretensiones red (por tormentas, etc.): varistores (en los paneles)

Los varistores proporcionan una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos, por ejemplo, por relámpagos, conmutaciones o ruido eléctrico en líneas de potencia de CC o Corriente Alterna.

4.2.7.5 **CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos del proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ITC-BT-19 del REBT.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por La Dirección Facultativa.

Estos serán de cobre y serán siempre aislados. El cobre utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE correspondiente y el REBT, siendo de tipo comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico.

4.2.7.6 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

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

Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 2 de la ICT-BT-19.

En su instalación o montaje, se tendrá en cuenta:

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas: al neutro de la red o a un relé de protección.

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 (con protección mecánica) o 4 mm² (sin protección mecánica).

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse conductores en los cables multiconductores, conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.

- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.

- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

4.2.7.7 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se

realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.2.7.8 TUBOS PROTECTORES

Los tubos y accesorios protectores, podrán ser de tipo metálico, no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras.

Los mismos podrán ser rígidos, curvables, flexibles o enterrados, según las Normas UNE que les sean de aplicación.

Con respecto a sus dimensiones y roscas se estará a lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

El diámetro interior mínimo de los tubos vendrá determinado y declarado por el fabricante.

En función del tipo de instalación, los diámetros exteriores mínimos y todas las características mínimas (resistencia a compresión, resistencia al impacto, temperaturas mínima y máxima de instalación y servicio, resistencia a la penetración del agua, resistencia al curvado, resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción, resistencia a la propagación de la llama, a cargas suspendidas, etc.) de los tubos en canalizaciones fijas en superficie, tubos en canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y en tubos en canalizaciones enterradas, vendrán definidas por las tablas de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se dispondrán de registros (los cuales también podrán ser utilizados como cajas de empalme y derivación) en cantidad suficiente, a distancias máximas de 15 m, para permitir una fácil introducción y retirada de los conductores, e irán por rozas.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas, con dimensiones adecuadas, de material aislante y no propagador de la llama. En ningún caso los conductores podrán ser unidos mediante empales o mediante derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí, sino que tendrán que unirse obligatoriamente mediante bornes de conexión o regletas de conexión.

Su trazado se hará siguiendo líneas verticales y horizontales paralelas a las aristas de los paramentos que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Las rozas verticales se separarán al menos 20 cm. de cercos, su profundidad será de 4 cm. y su anchura máxima el doble de la profundidad. Si hay rozas paralelas a los dos lados del muro, estarán separado 50 cm. Se cubrirán con mortero o yeso. Los conductores se unirán en las cajas de derivación, que se separarán 20 cm. del techo, sus tapas estarán adosadas al paramento y los tubos aislantes se introducirán al menos 0,5 cm. en ellas.

En los tubos metálicos sin aislamiento interior deberá tenerse en cuenta los posibles efectos de condensación de agua en su

interior para lo cual deberá elegirse convenientemente su trazado.

Queda terminantemente prohibida la utilización de los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Aquellos tubos metálicos que sean accesibles estarán puestos a tierra y se garantizará en todo momento su continuidad eléctrica. Cuando el montaje se realice con tubos metálicos flexibles, la distancia máxima entre dos puestas a tierra no superará, en ninguna circunstancia, más de 10 m.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

En cuanto a las condiciones de montaje fijo de tubos en superficie, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

Asimismo y con respecto a las condiciones de montaje fijo de tubos empotrados, éstos deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

De igual forma las condiciones de montaje al aire quedan establecidas y éstas deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT.

4.2.7.9 CANALES PROTECTORAS

Estará constituida por un perfil de paredes perforadas o no perforadas cuya finalidad es la de alojar a los conductores eléctricos y estará cerrada con tapa desmontable según ITC-BT-01, siendo conformes a lo dispuesto en las Normas UNE que le sean de aplicación.

Para garantizar la continuidad de sus características de protección, su montaje se realizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Sus características mínimas, para instalaciones superficiales, serán las establecidas en la tabla 3.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras, deberá cumplir lo indicado a continuación o en su defecto lo prescrito en la Norma UNE que le sea de aplicación y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Su trazado se hará siguiendo preferentemente los paramentos verticales y horizontales paralelos a las aristas de las paredes que limitan el local donde se ejecuta la instalación eléctrica.

Las canales con conductividad eléctrica serán conectadas a la red de tierra para garantizar su continuidad eléctrica.

Las canales no podrán ser utilizados como conductores de protección o de neutro, salvo en lo dispuesto en la ITC-BT-18 para las de tipo prefabricadas.

4.2.7.10 CAJAS GENERALES DE PROTECCION (CGP)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas Generales de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 5 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Las CGP estarán constituidas por una envolvente aislante, precintable, que contenga fundamentalmente los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.

Las CGP dispondrán de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. En los casos que la tapa esté unida mediante bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90°.

El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado. En el caso que los dispositivos de cierre sean tornillos deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto.

Estarán provistas de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

4.2.7.11 CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Cajas de Protección y de Medida (CPM) acorde a las especificaciones técnicas establecidas en el apartado 6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora y que estén homologadas por la Administración competente en función del número y naturaleza del suministro.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones del punto 2 de la ITC-BT-13 del REBT.

Una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 e IK 08 según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable.

Su envolvente dispondrá de ventilación interna para evitar los efectos de la condensación. Si se emplea material transparente para facilitar la lectura de los equipos, éste será resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

Todos los tipos estarán dimensionados de modo que permitan albergar en su interior el discriminador horario requerido para la "tarifa nocturna".

La CPM deberá ser accesible permanentemente desde la vía pública, y su ubicación se establecerá de forma que no cree servidumbres de paso o utilización de vías públicas para el trazado de los conductores de la DI.

4.2.7.12 INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI)

Será instalado obligatoriamente en aquellas instalaciones que deban dejarse total o parcialmente fuera de servicio por parte de los equipos de emergencia en caso de incendio, según lo indicado por las Ordenanzas Municipales y demás normativa de aplicación.

Se situará aguas abajo de la CGP y le será de aplicación todo lo dispuesto en los epígrafes anteriores de Cajas de Protección y Medida y Cajas Generales de Protección.

4.2.7.13 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES (CD)

Sus características, dispositivos de fijación, entrada y salida de los cables, conexiones de las CD son los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y serán acorde a lo estipulado en el capítulo 7.1 de las Normas Particulares de Instalaciones de enlace de la compañía suministradora.

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito la Dirección Facultativa.

4.2.7.14 CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN (CMP)

Se emplearán los Cuadros de Mando y Protección (CMP) descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto. Estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar y convenientemente dotados de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UNE que le son de aplicación, con un grado de protección IP30 e IK07. La envolvente para el Interruptor de Control de Potencia (ICP) será homologado oficialmente, de tipo precintable y de dimensiones aprobadas por la compañía suministradora de energía eléctrica, acorde a lo estipulado en la ICT-BT-17 del REBT.

Dispondrá de los dispositivos generales e individuales de mando y protección y como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar de accionamiento manual dotado de elementos de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, siendo independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para protección de sobrecargas y cortocircuitos por cada circuito interior del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones según ICT-BT-23 del REBT, si fuera necesario.

Se podrá instalar un interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos por cada circuito. En este caso se podrá omitir el interruptor diferencial general. Si el montaje se realiza en serie, deberá existir selectividad entre ellos.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen.

4.2.7.15 PEQUEÑO MATERIAL Y VARIOS

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se emplee.

4.3.- CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA

A RED

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

El contratista o instalador autorizado 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 idioma español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, etc.) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Generador Fotovoltaico:

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT), satisfaciendo las especificaciones contempladas en las Normas UNE para módulos de silicio cristalino, o para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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.

Inversor:

El inversor deberá estar etiquetado 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

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Contadores y equipos:

- Identificación: según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Cuadros generales de distribución:

- Distintivo de calidad: Tipos homologados por el MICT.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión:

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el Ministerio de Industria.

Cables eléctricos, accesorios para cables, etc

- Distintivo de calidad: Marca AENOR homologada por el MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

5.-DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del REBT, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Se cumplirán siempre todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. La instalación fotovoltaica incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de forma que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes que integran la instalación.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

5.2.- COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de abastecimiento de agua o fontanería.

5.3.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

Se regirá de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT.

Replanteo.

Al inicio de la obra, habrá que indicar con los planos del presente proyecto, sobre el terreno, el movimiento de tierras, si fuese necesario, ubicación de las zapatas, losa corrida, estructura soporte, paneles, etc.

Cimentación.

Si fuese necesario, se realizará en primer lugar el movimiento de tierras, la excavación de las zapatas, o losa corrida, en el caso de que los módulos solares fotovoltaicos, vayan colocados sobre estructura soporte en el suelo.

Si la colocación de los módulos es sobre terraza, tejado, o sobre fachadas; no hará falta cimentación y sólo se tendrá que realizar las obras de sujeción de la estructura, previa comprobación, de que el tejado, fachada o terraza, soporte el peso de la estructura. En el caso de estructura sobre el suelo, será necesaria la excavación de las zapatas, colocando a continuación la armadura metálica pertinente. A continuación se procederá al vertido del hormigón, de las características especificadas por el diseñador de la estructura, procediéndose a continuación, a la colocación de la misma.

5.3.1.- INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos se montarán de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen o minimicen las sombras, debiendo evitarse instalaciones con ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

Para su fijación se emplearán marcos de soporte o kits de montaje especializados fabricados en aluminio anodizado o en acero inoxidable.

Deberá prestarse especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

En el caso de sistemas montados sobre cubiertas y tejados, se deberá respetar un espacio en la parte posterior del módulo para permitir su adecuada ventilación.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos será necesario, asimismo, dejar un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos.

Se deberá dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica.

Deberá asegurarse que los módulos no están expuestos a vientos ni nevadas que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

El sistema de fijación de los módulos deberá ser de tipo "antivandálico". La cimentación puede ser tanto horizontal como vertical sin afectar la instalación de los soportes de las estructuras.

Las estructuras de soporte de los módulos podrán ser realizadas con aluminio anodizado de elevada resistencia a los agentes atmosféricos, permitiendo de esta manera una larga duración de los elementos de soporte, aun en ambientes salinos.

Si el módulo dispone de caja de conexiones ésta no deberá utilizarse para sujetar o transportar el módulo. Se deberá prestar especial atención para no subirse ni pisar su superficie.

Se evitará dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evitará en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se podrá desmontar, modificar o adaptar el módulo ni retirar ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo se evitará perforar el marco ni el cristal del módulo.

No deberá aplicarse pintura ni adhesivos a la superficie posterior del módulo.

Si se rompiese el cristal o el material posterior de un módulo, éste no podrá repararse ni utilizarse, ya que el contacto con cualquier superficie del módulo o el marco podría producir una descarga eléctrica, debiendo ser sustituido.

Los módulos rotos o dañados deben manipularse con cuidado y eliminarse de forma adecuada. Los cristales rotos pueden presentar filos y producir heridas si no se manipulan con un equipo protector adecuado.

Deberán montarse sólo con tiempo seco y con herramientas secas. No deberán ser manipulados cuando éstos estén

húmedos, a no ser que utilice un equipo de protección adecuado.

Para instalaciones en tejados, los módulos deben montarse sobre una cubierta resistente al fuego homologada para este tipo de instalación.

Posteriormente, se procederá al conexionado eléctrico de los módulos, conectando el o los campos fotovoltaicos, mediante canalización eléctrica, al inversor o inversores, para que la transformen en corriente alterna, con tensión y frecuencia de red, para su inyección en la misma. Estas canalizaciones, cumplirán lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT, en su Instrucción Técnica ITC-BT-07, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

Ubicaciones de los módulos:

Éstos podrán instalarse en:

- Integración en fachada.
 - En fachada vertical continua.
 - En fachada vertical discontinua.
 - En fachada inclinada.
 - Instalación de módulo inclinado en fachada vertical.
- Integración en cubierta.
 - En cubierta inclinada.
 - En cubierta plana.
 - Estructura inclinada en cubierta plana.
 - En "Dientes de Sierra" sobre cubierta plana.
 - En cubierta curva.
- Integración en los dispositivos de control solar: Asimismo podrán ser instalados con seguidor o sin seguidor solar.
- Integración en mobiliario urbano.
- Integración colindante en espacio de vías públicas de alta velocidad.
- Integración en otros elementos de mobiliario urbano (pérgolas urbanas).

Cubierta.- La cubierta del edificio, debe ser resistente al peso de la estructura que conforma la instalación de las placas solares. La superficie de la cubierta en la que se ubique la estructura de las placas solares, podrá ser plana o inclinada:

5.3.2.- CONDICIONES A SATISFACER EN CUANTO A LA ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN Y SOMBRAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas serán inferiores a los límites de la tabla adjunta.

	Orientación e inclinación(OI)	Sombras (S)	Total (OI + S)
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %

Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %
----------------------------	------	------	------

Considerándose tres situaciones: a) general, b) superposición de módulos y, c) integración arquitectónica

b) *Superposición*: se considera a la colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente de la edificación donde se instala sin la doble funcionalidad definida en el siguiente apartado c). En este caso no se aceptarán módulos horizontales.

c) *Integración arquitectónica* se produce cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales, considerándose.

- I. **Elementos de sombreado** cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado/cubierta o en la fachada del mismo.
- II. **Elementos de Revestimiento**, cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.
- III. **Elementos de Cerramiento**, cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

5.3.3.- INSTALACIÓN DE INVERSORES

Los inversores se colocarán en el punto de conexión a red, que la empresa distribuidora haya indicado previamente.

Se observarán las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

Su emplazamiento deberá estar alejado de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre 0 y 40°C.

Para su montaje se seleccionará un paramento o superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional de refrigeración adecuado para la dispersión del calor.

Se marcará su posición en el paramento y se realizarán los taladros para su sujeción, colocando y apretando los tornillos.

Se realizará el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando siempre el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.

Seguidamente el inversor se conectará a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de cortocircuito eléctrico, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

5.3.4.- INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Para su ejecución se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC -BT-16 del REBT.

5.3.5.- SEÑALIZACIÓN

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

6.-ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora autorizada, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

6.1.- ACABADOS

Terminada la instalación eléctrica fotovoltaica, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

6.2.- CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

- **Punto de conexión de la instalación**

Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora

- **Estructura soporte**

Sistema de fijación

Material y Anclaje

- **Paneles fotovoltaicos**

Orientación, inclinación, producción de sombras

Estado de los marcos y de la superficie del panel

Interconexión entre paneles

Conexiones con el inversor

Espacio para dilatación térmica

- **Inversor**

Situación con respecto al punto indicado por la Compañía distribuidora

Anclaje y posición

Conexiones y funcionamiento

- **Protecciones**

Pruebas de funcionamiento

- **Equipos de medida**

- **Canalizaciones**
- **Cableado, terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.**
- **Cimentación, zanjas y hormigonado (si procede)**
- **Cajas**
- **Conservación hasta la recepción de las obras**

Se preservarán todos los componentes de la instalación eléctrica de entrar en contacto con materiales agresivos y humedad.

6.3.- MEDICIÓN Y ABONO

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de elementos de la instalación, como generador fotovoltaico, inversor, caja general de protección, módulo de contador, mecanismos, etc., por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

7.- RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS

7.1.- RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de la instalación eléctrica ha sido llevada a cabo y terminada, rematada correcta y completamente.

En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y las tomas de corrientes serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio de la Dirección Facultativa, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

7.2.- PRUEBAS Y ENSAYOS

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos por parte del Contratista que se indican a continuación con independencia de lo indicado con anterioridad en este Pliego de Condiciones Técnicas:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con procedimientos experimentales (véase Anexo I del Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, editado por el IDAE–PCT-C Rev. Octubre 2002) utilizado: 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente, 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente, 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA), 1 pinza amperimétrica de CC y CA

Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos, además de los contemplados en el primer párrafo del presente apartado:

Entrega de toda la documentación requerida en este Pliego de Condiciones Técnicas.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, 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 atenderse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

Asimismo realizará las siguientes comprobaciones:

- **Medida de aislamiento de la instalación:** el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados. La medida de aislamiento se efectuará según lo indicado en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- **Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos:** se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.

- **Empalmes:** se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- **Medición** de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

8.-CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red Eléctrica de Baja Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos

detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

8.1.- CONDICIONES GENERALES MÍNIMAS QUE DEBEN SEGUIRSE PARA EL ADECUADO MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADAS A RED.

Se definen diferentes escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación al objeto de asegurar su correcto funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de vigilancia: El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación son correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales (energía, tensión etc.) para verificar el correcto funcionamiento de la instalación, incluyendo la limpieza de los módulos en el caso de que sea necesario.

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 misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- Visita a la instalación en el plazo máximo de 1 semana y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma con resolución de la misma en el plazo de 15 días.
- Análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- 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 competente que conozca la tecnología solar

fotovoltaica y las instalaciones eléctricas en general y siempre bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una revisión semestral (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- a) Comprobación de las protecciones eléctricas.
- b) Comprobación del estado de los módulos: comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
- c) Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- d) Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietos, limpieza.

Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa autorizada).

Paneles.

Inspección general 1 ó 2 veces al año asegurándose de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

8.2.- REPARACIÓN. REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

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 a 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.

9.-INSPECCIONES PERIÓDICAS

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Deberán realizarse en los plazos siguientes, en función de su fecha de autorización de puesta en marcha o de su antigüedad, según el caso:

- 1.1. Instalaciones con puesta en marcha presentada después del 18 de septiembre de 2003: 5 años.
- 1.2. Instalaciones con puesta en marcha presentada antes del 18 de septiembre de 2003:
 - 1.2.1. Desde la última revisión periódica realizada en cumplimiento de la Orden de 30 de enero de 1996: 5 años.
 - 1.2.2. Resto de las instalaciones sin revisión realizada, contados desde su puesta en marcha: 5 años.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 5 años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

9.1.- CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en UN (1) MES desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

Los certificados se mantendrán en poder del titular de las instalaciones, quien deberá enviar copia a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias o Administración competente en materia de energía durante el mes siguiente al cumplimiento de los plazos máximos establecidos en el párrafo anterior.

9.2.- PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCION PERIÓDICA

El protocolo genérico de inspección que debe seguirse será el aprobado por la Administración competente en materia de energía, si bien la empresa titular de las instalaciones podrá solicitar la aprobación de su propio protocolo específico de revisión.

9.3.- DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS

Los responsables de la inspección no podrán estar vinculados laboralmente al titular o Propietario de la instalación, ni a empresas subcontratadas por el citado titular. Deberán suscribir un seguro de responsabilidad civil acorde con las responsabilidades derivadas de las inspecciones realizadas y disponer de los medios técnicos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

En el caso de existir otras instalaciones anexas de naturaleza distinta a la eléctrica (por ejemplo de hidrocarburos, aparatos a presión, contra incendios, locales calificados como atmósferas explosivas, etc.) para las que también sea preceptiva la revisión periódica por exigencia de su normativa específica, se procurará la convergencia en la programación de las fechas de revisión con las de los grupos vinculados, si bien prevalecerá la seguridad y el correcto mantenimiento de las mismas frente a otros criterios de oportunidad u organización.

9.4.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

La revisión se producirá al menos cada TRES (3) años, en lo referente a las redes de distribución y de transporte. En el caso de instalaciones de generación se podrá adoptar, como plazo de revisión, el definido por el fabricante para la revisión mayor, si bien no se podrán superar los plazos siguientes, en función de la tecnología del grupo generador:

- a) Grupos diesel: DOS (2) años
- b) Turbinas de gas: UN (1) año y SEIS (6) meses
- c) Turbinas de vapor: CUATRO (4) años
- d) Otros sistemas generadores: TRES (3) años

En el caso de que existan instalaciones auxiliares vinculadas a grupos de distinta tecnología, se adoptará el plazo más restrictivo de ellos.

9.5.- INSPECCIONES PERIÓDICAS DEL RESTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

La empresa instaladora que tenga suscrito un contrato de mantenimiento tendrá obligación de comunicar al titular de la instalación, con un (1) mes de antelación y por medio que deje constancia fehaciente, la fecha en que corresponde solicitar la inspección periódica, adjuntando listado de todos los OCA o referenciándolo a la página Web del órgano competente en materia de energía, donde se encuentra dicho listado.

Igualmente comunicará al órgano competente la relación de las instalaciones eléctricas, en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica preceptiva.

El titular tendrá la obligación de custodiar toda la documentación técnica y administrativa vinculada a la instalación eléctrica en cuestión, durante su vida útil.

9.6.- DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA

El OCA hará llegar, en el plazo de CINCO (5) días de la inspección, el original del certificado al titular de la instalación y copia a los profesionales presentes en la inspección. En cada acto de inspección, el OCA colocará en el cuadro principal de mando y protección, una etiqueta identificativa o placa adhesiva de material indeleble con la fecha de la intervención.

El certificado de un OCA tendrá validez de CINCO (5) años en el caso de instalaciones de Baja Tensión y de TRES (3) años para las instalaciones de Media y Alta Tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia.

Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente legalizada o autorizada, según corresponda, deberá ser calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas, tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables, conforme a las leyes vigentes.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos. Los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

9.7.- DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los

defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

10.-CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVO

10.1.- DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN Y SUS OBLIGACIONES

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática (correo electrónico e internet), en aras de acelerar el procedimiento administrativo, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.

Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración, la representación con que actúa, de acuerdo con lo establecido en el artículo 32.3 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento

que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

10.2.- DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La dirección facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

10.3.- DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

El contratista se obliga a mantener contacto con la empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

El Contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Ingeniero-Director de obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

Asimismo el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

10.4.- DE LA EMPRESA MANTENEDORA

La empresa instaladora autorizada que haya formalizado un contrato de mantenimiento con el titular o Propietario de una instalación eléctrica, o el responsable del mantenimiento en una empresa que ha acreditado disponer de medios propios de automantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

- a) Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
- b) En instalaciones privadas, interrumpir el servicio a la instalación, total o parcialmente, en los casos en que se observe el inminente peligro para las personas o las cosas, o exista un grave riesgo medioambiental inminente. Sin perjuicio de otras actuaciones que correspondan respecto a la jurisdicción civil o penal, en caso de accidente deberán comunicarlo al Centro Directivo competente en materia de energía, manteniendo interrumpido el funcionamiento de la instalación hasta que se subsanen los defectos que han causado dicho accidente. Para el resto de instalaciones se atenderá a lo establecido al respecto en el Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, o norma que lo sustituya.
- c) Atender con diligencia los requerimientos del titular para prevenir o corregir las averías que se produzcan en la instalación eléctrica.
- d) Poner en conocimiento del titular, por escrito, las deficiencias observadas en la instalación, que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.
- e) Tener a disposición de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias un listado actualizado de los contratos de mantenimiento al menos durante los CINCO (5) AÑOS inmediatamente posteriores a la finalización de los mismos.
- f) Comunicar al titular de la instalación, con una antelación mínima de UN (1) MES, la fecha en que corresponde realizar la revisión periódica a efectuar por un Organismo OCA, cuando fuese preceptivo.
- g) Comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía, la relación de las instalaciones eléctricas en las que tiene contratado el mantenimiento que hayan superado en tres meses el plazo de inspección periódica oficial exigible.
- h) Asistir a las inspecciones derivadas del cumplimiento de la reglamentación vigente, y a las que solicite extraordinariamente el titular.
- i) Tener suscrito un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones, mediante póliza por una cuantía mínima de 600.000 euros, cantidad que se actualizará anualmente según el IPC certificado por el Instituto Canario de Estadística (INSTAC).
- j) Dimensionar suficientemente tanto sus recursos técnicos y humanos, como su organización en función del tipo, tensión, localización y número de instalaciones bajo su responsabilidad

10.5.- DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO

Las actuaciones que realice en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma un OCA, en los términos definidos en el artículo 41 del Reglamento de Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, e inscrito en el Registro de Establecimientos Industriales de esta Comunidad y acreditado en el campo de las instalaciones eléctricas, deberán ajustarse a las normas que a continuación se establecen, a salvo de otras responsabilidades que la normativa sectorial le imponga.

El certificado de un OCA tendrá validez de 5 años en el caso de instalaciones de baja tensión y de 3 años para las instalaciones de media y alta tensión, siempre y cuando no se haya ejecutado una modificación sustancial en las características de la instalación a la que hace referencia. Si la inspección detecta una modificación en la instalación que no haya sido previamente autorizada, deberá ser

calificada como negativa por defecto grave. Para instalaciones nuevas tal circunstancia implicará la no autorización de su puesta en servicio, y para instalaciones en servicio será considerado un incumplimiento grave, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que incurran los sujetos responsables conforme a las leyes vigentes.

Los OCA tendrán a disposición de la Administración competente en materia de energía todos los datos registrales y estadísticos correspondientes a cada una de sus actuaciones, clasificando las intervenciones por titular, técnico y empresa instaladora. Dicha información podrá ser requerida en cualquier momento por la Administración.

Los profesionales habilitados adscritos a los OCA estarán obligados a cumplimentar y firmar los certificados de las inspecciones, ya sean periódicas, iniciales o extraordinarias, de las instalaciones donde intervengan, debiendo consignar y certificar expresamente los resultados de la revisión y custodiar las plantillas de control utilizadas y las notas de campo de tales reconocimientos.

Para la realización de las revisiones, controles e inspecciones que se les encomiende, los OCA aplicarán los modelos de certificados de inspección previstos en el anexo VIII del Decreto 141/2009 y los manuales de revisión y de calificación de defectos que se contemplen en los correspondientes protocolos-guía, aprobados por la Administración competente en materia de energía, o en su defecto los que tenga reconocido el OCA.

Los OCA realizarán las inspecciones que solicite la Administración competente en materia de energía, estando presentes en las inspecciones oficiales de aquellas instalaciones en las que hayan intervenido y sean requeridos.

Las discrepancias de los titulares de las instalaciones ante las actuaciones de los OCA serán puestas de manifiesto ante la Administración competente en materia de energía, que las resolverá en el plazo de 1 mes.

11.-CONDICIONES DE INDOLE ADMINISTRATIVO

11.1.- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro. Dicha solicitud se acompañará de la siguiente información:

- a) Nombre y dirección del solicitante, teléfono, fax, correo electrónico u otro medio de contacto.
- b) Nombre, dirección, teléfono y correo electrónico del técnico proyectista y/o del instalador, en su caso.
- c) Situación de la instalación, edificación u obra, indicando la calificación urbanística del suelo.
- d) Uso o destino de la misma.
- e) Potencia total solicitada, reglamentariamente justificada.
- f) Punto de la red más próximo para realizar la conexión, propuesto por el instalador o técnico correspondiente, identificando inequívocamente el mismo, preferentemente por medios gráficos.
- g) Número de clientes estimados.

En el caso de que resulte necesaria la presentación de alguna documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará, en el plazo de CINCO (5) DIAS a partir de la recepción de la solicitud, justificando la procedencia de tal petición. Dicha comunicación se podrá realizar por vía telemática.

La empresa distribuidora habilitará los medios necesarios para dejar constancia fehaciente, sea cual sea la vía de recepción de la documentación o petición, de las solicitudes de puntos de conexión realizadas, a los efectos del cómputo de plazos y demás actuaciones o responsabilidades.

Las solicitudes de punto de conexión referidas a instalaciones acogidas al régimen especial, también están sujetas al procedimiento establecido en este artículo.

La información aportada, deberá ser considerada confidencial y por tanto en su manejo y utilización se deberán cumplir las garantías que establece la legislación vigente sobre protección de datos.

Ni la empresa distribuidora, ni ninguna otra empresa vinculada a la misma, podrá realizar ofertas de servicios, al margen de la propia oferta técnico económica, que impliquen restricciones a la libre competencia en el mercado eléctrico canario o favorezcan la competencia desleal.

De igual forma el Documento Técnico de Diseño requerido y descrito en el siguiente apartado (proyecto o memoria técnica de diseño), deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de proceder a su tramitación administrativa.

11.2.- ANTES DE LA CONEXIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA A LA RED DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

Antes de proceder a la conexión de la instalación fotovoltaica a la red eléctrica de Baja Tensión, y de acuerdo con el apartado 9 de la ITC-BT-40, la Compañía distribuidora podrá realizar las siguientes comprobaciones, mediciones y verificaciones:

- Revisión del certificado de características principales de la instalación y superación de pruebas emitido por el Instalador Especialista, modalidad 9, que realizó la instalación y efectuó las pruebas.
- Comprobación de que las características de los elementos instalados en las cajas y módulos se corresponden con las indicadas en el proyecto de la instalación aprobado por la Compañía Distribuidora.
- Comprobación de que en el circuito de generación hasta el equipo de medida no haya intercalado ningún elemento de generación distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o consumo.
- Comprobación del correcto funcionamiento del Interruptor general manual y que éste puede ser bloqueado por la Compañía distribuidora en su posición de abierto.
- Comprobación del correcto funcionamiento del interruptor automático de la interconexión y de las protecciones de tensión y frecuencia, que deben quedar precintadas por la Compañía distribuidora.
- Medición del factor de potencia de la instalación fotovoltaica.
- Revisión del correcto montaje de los equipos de medida y precintado de los circuitos.
- Comprobación de que el titular de la instalación dispone de un medio de comunicación que puede poner de forma inmediata a la Compañía distribuidora con el responsable del funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Quien realice la verificación debe confirmar con el Centro de Control de la Compañía distribuidora su conocimiento del mismo.

11.3.- DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una "Guía de Proyectos" que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista. El desarrollo de los puntos que componen cada guía presupone dar contenido a dicho documento de diseño hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

El Proyecto constará, al menos, de los siguientes documentos:

- a) Memoria descriptiva (titular, emplazamiento, tipo de industria o actividad, uso o destino del local y su clasificación, programa de necesidades, descripción pormenorizada de la instalación, presupuesto total).
- b) Memoria de cálculos justificativos.
- c) Estudio de Impacto Ambiental en la categoría correspondiente, en su caso.
- d) Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud (según corresponda de acuerdo con la normativa de seguridad laboral vigente).
- e) Planos a escalas adecuadas (situación, emplazamiento, alzados, plantas, distribución, secciones, detalles, croquis de trazados, red de tierras, esquema unifilar, etc.).
- f) Pliego de Condiciones Técnicas, Económicas, Administrativas y Legales.
- g) Estado de Mediciones y Presupuesto (mediciones, presupuestos parciales y presupuesto general).
- h) Separatas para Organismos, Administraciones o empresas de servicio afectadas.
- i) Otros documentos que la normativa específica considere preceptivos.
- j) Plazo de ejecución o finalización de la obra.
- k) Copia del punto de conexión a la red o justificante de la solicitud del mismo a la empresa distribuidora, para aquellos casos en que la misma no haya cumplido los plazos de respuesta indicados en el punto 1 del artículo 27 del decreto 141/2009, de 10 de noviembre.

Si durante la tramitación o ejecución de la instalación se procede al cambio de empresa instaladora autorizada, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el interesado ante la Administración. En el caso de que ello conlleve cambios en la memoria técnica de diseño original, deberá acreditar la conformidad de la empresa autora de la misma o, en su defecto, aportar un nuevo Proyecto.

11.4.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

11.4.1.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES NO SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

11.4.1.1 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN SERVICIO Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el caso de instalaciones en servicio, las modificaciones o ampliaciones aún no siendo sustanciales, quedarán reflejadas en la documentación técnica adscrita a la instalación correspondiente, tal que se mantenga permanentemente actualizada la información técnica, especialmente en lo referente a los esquemas unifilares, trazados, manuales de instrucciones y certificados de instalación. Dichas actualizaciones serán responsabilidad de la empresa instaladora autorizada, autora de las mismas, y en su caso, del técnico competente que las hubiera dirigido.

11.4.1.2 MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES DE LAS INSTALACIONES EN FASE DE EJECUCIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Asimismo en aquellas instalaciones eléctricas en ejecución y que no representen modificaciones o ampliaciones sustanciales (según Art. 45 del RD 141/2009), con respecto al proyecto original, éstas serán contempladas como "anexos" al Certificado de Dirección y Finalización de obra o del Certificado de Instalación respectivamente, sin necesidad de presentar un reformado del Proyecto original.

11.4.2.- MODIFICACIONES Y AMPLIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cuando se trata de instalaciones eléctricas en las que se presentan modificaciones o ampliaciones significativas, éstas supondrán, tanto en Baja como en Alta Tensión, la presentación de un nuevo Proyecto, además de los otros documentos que sean preceptivos.

El técnico o empresa instaladora autorizada, según sea competente en función del alcance de la ampliación o modificación prevista, deberá modificar o reformar el proyecto o original correspondiente, justificando las modificaciones introducidas. En cualquier caso será necesario su autorización, según el procedimiento que proceda, en los términos que establece el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, y demás normativa que le sea de aplicación.

Cuando se hayan ejecutado reformas sustanciales no recogidas en el correspondiente Documento Técnico de Diseño, la Administración o en su caso el OCA que intervenga, dictará Acta o Certificado de Inspección, según proceda, con la calificación de "negativo". Ello implicará que no se autorizará la puesta en servicio de la instalación o se declarará la ilegalidad de aquélla si ya estaba en servicio, todo ello sin perjuicio de las infracciones en que habrán incurrido los sujetos responsables, conforme a la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás leyes de aplicación.

11.5.- DOCUMENTACIÓN FINAL

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) **Documentación administrativa y jurídica:** datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.

- b) **Documentación técnica:** el documento técnico de diseño (DTD) correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.
- c) **Instrucciones de uso y mantenimiento:** información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de instrucciones de uso y mantenimiento: para instalaciones privadas, receptoras y de generación en régimen especial, información sobre las condiciones de utilización de la instalación, así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado, que se plasmará en un "Manual de Instrucciones o Anexo de Información al usuario". Dicho manual contendrá las instrucciones generales y específicas de uso (actuación), de seguridad (preventivas, prohibiciones ...) y de mantenimiento (cuáles, periodicidad, cómo, quién ...) necesarias e imprescindibles para operar y mantener, correctamente y con seguridad, la instalación teniendo en cuenta el nivel de cualificación previsible del usuario final. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.
- d) **Certificados de eficiencia energética:** (cuando proceda): documentos e información sobre las condiciones verificadas respecto a la eficiencia energética del edificio.

Esta documentación será recopilada por el promotor y titular de la instalación, que tendrá la obligación de mantenerla y custodiarla durante su vida útil y en el caso de edificios o instalaciones que contengan diversas partes que sean susceptibles de enajenación a diferentes personas, el Promotor hará entrega de la documentación a la Comunidad de Propietarios que se constituya.

11.6.- CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y FINALIZACIÓN DE OBRA

Es el documento emitido por el Ingeniero-Director como Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido personal y eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación. Dicho certificado deberá ajustarse al modelo correspondiente que figura en el anexo VI del Decreto 141/2009.

Si durante la tramitación o ejecución del proyecto se procede al cambio del ingeniero-proyectista o del Director Facultativo, este hecho deberá quedar expresamente reflejado en la documentación presentada por el peticionario ante la Administración, designando al nuevo técnico facultativo correspondiente. En el caso de que ello conlleve cambios en el proyecto original, se acreditará la conformidad del autor del proyecto o en su defecto se aportará un nuevo proyecto.

El Certificado, una vez emitido y fechado por el técnico facultativo, perderá su validez ante la Administración si su presentación excede el plazo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En tal caso se deberá expedir una nueva Certificación actualizada, suscrita por el mismo autor.

11.7.- CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

Es el documento emitido por la empresa instaladora autorizada y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento

técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

La empresa instaladora autorizada extenderá, con carácter obligatorio, un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un Manual de Instrucciones por cada instalación que realice, ya se trate de una nueva o reforma de una existente.

En la tramitación de las instalaciones donde concurren varias instalaciones individuales, deben presentarse tantos Certificados y Manuales como instalaciones individuales existan, además de los correspondientes a las zonas comunes. Con carácter general no se diligenciarán Certificados de instalaciones individuales independientemente de los correspondientes a la instalación común a la que estén vinculados.

El Certificado de Instalación una vez emitido, fechado y firmado, deberá ser presentado en la Administración en el plazo máximo de TRES (3) MESES, contado desde dicha fecha. En su defecto será necesario expedir un nuevo Certificado actualizado por parte del mismo autor.

11.8.- CERTIFICADO PARA INVERSORES DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Asimismo y de acuerdo con las Normas particulares de la Compañía Suministradora se expedirá certificación en la que conste que el inversor de la instalación fotovoltaica cumple con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, y en concreto con las siguientes condiciones técnicas:

1. Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. Este contactor cumple con lo especificado en el apto 7 del Art. 11 del RD 1663/2000.
2. La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia está dentro de los valores de 51 y 49 Hz, respectivamente y los de máxima y mínima tensión entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.
3. Asimismo se certifica que en el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.
4. Los dispositivos usados para la detección de frecuencia y tensión se han calibrado mediante el equipo (descripción, marca, modelo), habiendo el inversor superado todas las pruebas realizadas, estando éstas documentadas.
5. El inversor dispone de separación galvánica entre la red de distribución de BT y la instalación fotovoltaica.

11.9.- LIBRO DE ÓRDENES

En las instalaciones eléctricas para las que preceptivamente sea necesaria una Dirección Facultativa, éstas tendrán la obligación de contar con la existencia de un Libro de Órdenes donde queden reflejadas todas las incidencias y actuaciones relevantes en la obra y sus hitos, junto con las instrucciones, modificaciones, órdenes u otras informaciones dirigidas al Contratista por la Dirección Facultativa.

Dicho libro de órdenes estará en la oficina de la obra y será diligenciado y fechado, antes del comienzo de las mismas, por el

correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia y el mismo podrá ser requerido por la Administración en cualquier momento, durante y después de la ejecución de la instalación, y será considerado como documento esencial en aquellos casos de discrepancia entre la dirección técnica y las empresas instaladoras intervinientes.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es de carácter obligatorio para el Contratista así como aquellas que recoge el presente Pliego de Condiciones.

El contratista o empresa instaladora autorizada, estará obligado a transcribir en dicho Libro cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección Facultativa, y a firmar el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la autorización de tales transcripciones por la Dirección en el Libro indicado.

El citado Libro de Órdenes y Asistencias se regirá según el Decreto 462/1971 y la Orden de 9 de Junio de 1971.

11.10.- INCOMPATIBILIDADES

En una misma instalación u obra el Director de Obra no podrá coincidir con el instalador ni tener vinculación laboral con la empresa instaladora que está ejecutando la obra.

11.11.- INSTALACIONES EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA.

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado. La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

11.12.- SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación se podrá realizar pero siempre y de forma obligatoria entre empresas instaladoras autorizadas, exigiéndose la autorización previa del Promotor.

Los subcontratistas responderán directamente ante la empresa instaladora principal, pero tendrán que someterse a las mismas exigencias de profesionalidad, calidad y seguridad en la obra que ésta.

Al respecto se estará a lo estipulado, para la ejecución de los siguientes trabajos realizados en obras de construcción tales como excavación; movimiento de tierras; construcción; montaje y desmontaje de elementos prefabricados; acondicionamientos o instalaciones; transformación; rehabilitación; reparación; desmantelamiento; derribo; mantenimiento; conservación y trabajos de pintura y limpieza; saneamiento, por el REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, el cual tiene por objeto establecer las normas necesarias para la aplicación y desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.



TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO:

“Diseño y automatización de una instalación autosuficiente energéticamente mediante energías renovables para la producción de aceite de oliva”

Mediciones y Presupuesto

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
FV	Capítulo		INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	1	565.686,99	565.686,99
01	Capítulo		MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	1,00	249.955,20	249.955,20
			<p>Suministro e instalación de módulos fotovoltaicos Sharp, o similar de 300 Wp de 60 células. Caja de conexionado IP65. 1 metro de cable de 4mm2 ya instalado y conectores MC4. Marco en aluminio anodizado. Dimensiones:1957mm x 990mm x 40mm.</p> <p>Incluido grapas de fijación y todo pequeño material necesario. Instalado según especificaciones del fabricante y normativa vigente.</p>			
01.01	Partida	u	Módulos solares Vela	1.584,00	157,80	249.955,20
			<p>Suministro e instalación de módulos fotovoltaicos Sharp, o similar de 300 Wp de 60 células. Caja de conexionado IP65. 1 metro de cable de 4mm2 ya instalado y conectores MC4. Marco en aluminio anodizado. Dimensiones:1957mm x 990mm x 40mm.</p> <p>Incluido grapas de fijación y todo pequeño material necesario. Instalado según especificaciones del fabricante y normativa vigente.</p>			
				1,00	249.955,20	249.955,20
02	Capítulo		INVERSORES, MONITORIZACIÓN	1,00	55.655,42	55.655,42
			<p>Instalación con suministro de inversor fijado a la pared modelo Sunny Tripower 60TL-10 (STP 60TL-10) de la marca comercial SMA.</p> <p>Incluido pequeño material necesario, totalmente instalado sobre pared en interior y protegido de las inclemencias meteorológicas, según REBT y consideraciones del fabricante.</p>			
			<p>Instalación con suministro de elementos para monitorización:</p> <p>-SMA Energy Meter.</p> <p>-SMA Cluster Controller.</p> <p>Totalmente instalado y protegido de las inclemencias meteorológicas, según REBT y consideraciones del fabricante.</p>			
			<p>Caseta para inversores.</p> <p>Estructura: UPN 160 S 275 JR de acero laminado en caliente. Correas DD11 en tubo 60x30x2 y 60x60x2mm.</p> <p>Cubierta : Escamoteable de panel sándwich grecado e= 40mm</p> <p>Rejillas: Perfilaría de acero galvanizado S 250 GD imprimado y pintado. Filtro de partículas.</p> <p>Electricidad: instalación según normativa de baja tensión (RBT), toma de corriente, interruptor, enchufe estanco y luminaria 2x36W.</p>			
02.01	Partida		Instalación con suministro inversores	8,00	5.985,67	47.885,36

						<p>Instalación con suministro de inversor modelo Sunny Tripower 60TL-10 (STP 60TL-10) la marca SMA. Incluido pequeño material necesario, totalmente instalado sobre pared en interior y protegido de las inclemencias meteorológicas, según REBT y consideraciones del fabricante.</p>
02.02	Partida		Sistema de monitorización	1,00	770,06	770,06
			<p>Instalación con suministro y fijado a la pared : -SMA Energy Meter. -SMA Cluster Controller. Totalmente instalado sobre pared en interior y estar protegido de las inclemencias meteorológicas, según REBT y consideraciones del fabricante.</p>			
02.03	Partida		Casetas para alojamiento de CPS e inversores	2,00	3.500,00	7.000,00
			<p>Estructura: UPN 160 S 275 JR de acero laminado en caliente. Correas DD11 en tubo 60x30x2 y 60x60x2mm. Cubierta : Escamoteable de panel sándwich grecado e= 40mm Rejillas: Perfilaría de acero galvanizado S 250 GD imprimado y pintado. Filtro de partículas. Electricidad: instalación según normativa de baja tensión (RBT), toma de corriente, interruptor, enchufe estanco y luminaria 2x36W.</p>			
				1,00	55.655,42	55.655,42
04	Capítulo		INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1,00	186.071,89	186.071,89
			<p>Suministro e instalación de material para instalación eléctrica de la instalación fotovoltaica, incluyendo: - Instalación de continua: necesaria para la interconexión de módulos y del campo captador con el inversor, incluyendo elementos de protección. - Instalación de alterna: necesaria para la conexión del inversor con el cuadro general de mando y protección (CGMP), incluyendo todos los elementos de protección necesarios. Todo ello instalado según REBT y sus instrucciones técnicas complementarias.</p>			
4.01	Partida	u	Cable solar de 4 mm2	7.930,00	2,17	17.208,10
			<p>Cable de cobre clase 5 flexible con aislamiento PVZZ-F 0,6/1KV y cubierta poliolefínica y libre de halógenos (UNE 21147-1) de 0,6/1Kv., de 4 mm2 de sección, no propagador del incendio (UNE 20427 y 20432-3) y baja emisión de humos tóxicos (UNE 20432.3), no emisión de humos opacos (UNE 21172-1 y 2) y una temperatura máxima de funcionamiento 90°C. Totalmente instalado según REBT.</p>			
4.02	Partida	u	Cable solar de 25 mm2	300,00	2,29	687,00

			Cable de cobre clase 5 flexible con aislamiento PVZZ-F 0,6/1KV y cubierta poliolefinica y libre de halógenos (UNE 21147-1) de 0,6/1Kv., de 25 mm2 de sección, no propagador del incendio (UNE 20427 y 20432-3) y baja emisión de humos tóxicos (UNE 20432.3), no emisión de humos opacos (UNE 21172-1 y 2) y una temperatura máxima de funcionamiento 90°C. Totalmente instalado según REBT.			
4.03	Partida	u	Cable RZ1 CU 0.6/1KV 1X95mm2	33.280,00	4,18	139.110,40
			Cable de cobre clase 5 flexible con aislamiento RZ1-K 0,6/1KV y cubierta poliolefinica y libre de halógenos (UNE 21147-1) de 0,6/1 kv., de 95 mm2 de sección, no propagador del incendio (UNE 20427 y 20432-3) y baja emisión de humos tóxicos (UNE 20432.3) no emisión de humos opacos (UNE 21172-1 y 2) y una temperatura máxima de funcionamiento 90°C. Totalmente instalado según REBT.			
4.04	Partida	u	Tubo acero 20 mm2	720,00	14,72	10.598,40
			Tubo de acero de 20 mm de diametro exterior con accesorios. Totalmente instalado según REBT y planos.			
4.05	Partida	u	Bandeja Perforada con tapa 60x100	50,00	38,95	1.947,50
			- Bandeja de U41X libre de halógenos (PC+ABS RoHS) UNEX, serie 66, de color gris, perforada, de 60x100mm. - Cubierta para bandeja. De U41X libre de halógenos (PC+ABS RoHS) UNEX, serie 66, de color gris, de 100mm ancho. - Accesorios. Totalmente instalada según REBT.			
4.06	Partida	u	Cuadro de Protección de String (CC)	8,00	312,10	2.496,80
			Formado por envolvente y aparamenta GEWISS o similar, con puerta conteniendo en su interior la siguiente relación de material. - 11 FUSIBLE GPV 10,3X38 12A 1000V DC - 1 SECCIONADOR 125A 1000V DC - 11 PORTAFUSIBLE 1P 10,3X38 1000V DC - 1 DESCARGADOR 2P 125KA 1000V DC TIPO 2 Totalmente instalado según REBT.			
4.07	Partida	u	Cuadro de protección de AC	8,00	679,35	5.434,80
			Formado por envolvente y aparamenta GEWISS o similar, con puerta conteniendo en su interior la siguiente relación de material. - 1 MAGNETOTÉRMICO DE 4P. 125A. CURVA C. - 1 DIFERENCIAL DE 4P. 125A. SENSIBILIDAD 30 mA. Totalmente instalado según REBT.			
4.08	Partida	u	Puesta a tierra estructura módulos	1.000,00	4,10	4.100,00
			Puesta a tierra de los módulos mediante conductor de cobre unipolar RZ1-K 0.6/1kV de 6mm2 totalmente instalado según REBT.			
4.09	Partida	u	Puesta a tierra cajas de CC	1.000,00	4,10	4.100,00

			Puesta a tierra del circuito de continua mediante conductor de cobre unipolar RZ1-K 0.6/1kV de 95mm ² totalmente instalado según REBT.			
4.10	Partida	u	Arqueta de conexión de puesta a tierra	1,00	134,79	134,79
			Arqueta para conexión de electricidad en exteriores, tipo A-2, realizada con bloque hueco de hormigón vibrado de 9x25x50 cm, enfoscada y bruñida interiormente, con tapa y marco de fundición dúctil 300x300 mm, con fondo de arena, totalmente acabada. Incluso caja de seccionamiento y comprobación y arqueta con pica Acero-Cu 2 metros.			
4.11	Partida	m	Conducción de puesta a tierra enterrada Cu 35 mm ²	1,00	254,10	254,10
			Instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm ² de sección nominal, canalizado y aislado con tubo de PVC flexible de 50 mm. de diámetro. Instalado según REBT.			
				1,00	186.071,89	186.071,89
03	Capítulo		SOPORTES ANCLAJES Y FIJACIONES	1,00	74.004,48	74.004,48
			Instalación y suministro de estructura soporte tipo vela para cubierta inclinada, compuesta de perfilera de aluminio con aleación EN AW-6005A-T6, y tornillería de acero inoxidable AISI 304 (A2-70), con inclinación de 30º respecto a la horizontal, fijado con grapas. Totalmente montada e instalada.			
03.01	Partida		Instalación con suministro estructura Vela	1.584,00	46,72	74.004,48
			Instalación y suministro de estructura soporte tipo vela para cubierta inclinada, compuesta de perfilera de aluminio con aleación EN AW-6005A-T6, y tornillería de acero inoxidable AISI 304 (A2-70), con inclinación de 27º respecto a la horizontal, fijado con grapas. Totalmente montada e instalada.			
				1,00	74.004,48	74.004,48
				1	565.686,99	565.686,99
RI	Capítulo		INSTALACIÓN DE RIEGO	1	34.014,46	34.014,46
RD	Partida		RED DE DISTRIBUCIÓN	1,00	8.645,95	8.645,95
			Suministro e instalación de todos los elementos necesarios para la implantación de una red de riego, incluyendo material, mano de obra, maquinaria y accesorios.			
CR	Partida		CABEZAL DE RIEGO	1,00	25.368,51	25.368,51
			Suministro e instalación de todos los elementos necesarios para la implantación del cabezal de riego, incluyendo material, mano de obra, maquinaria y accesorios.			
				1	34.014,46	34.014,46

MQ	Capítulo	MAQUINARIA PROCESADO	1	120.564,18	120.564,18
----	----------	----------------------	---	------------	------------

Resumen de las partidas del presupuesto.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
FV	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	565.686,99
RI	INSTALACIÓN DE RIEGO.....	34.014,46
MQ	MAQUINARIA PROCESADO.....	120.564,18
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	720.265,63
	10,00% Gastos generales.....	72.026,56
	16,00% Beneficio industrial.....	115.242,50
	SUMA DE G.G. y B.I.....	87.269,06
	7,00% I.G.I.C.....	63.527,43
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	971.062,12
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....	971.062,12

Agradecimientos:

Me gustaría agradecer a todas y cada una de las personas que han estado presente a lo largo de este laborioso y largo recorrido.

Sería lógico empezar por el pilar fundamental, mis padres Marcelo y María Candelaria, aquellos que esfuerzo tras esfuerzo y apoyo tras apoyo han ayudado, como sólo unos padres saben hacer. Una parte de este proyecto también es suyo.

Me gustaría seguir por una persona, que fue fundamental en el comienzo y gran parte del desarrollo, Pedro Hernández. Suya fue esta gran idea que he conseguido plasmar, pero a él no sólo le quiero agradecer esa idea sino también su apoyo incondicional y motivación para seguir adelante con este proyecto.

En el mundo académico, y a pesar de no ser profesores de mi rama de conocimiento, me prestaron su ayuda en el área de agronomía y riego, ellos son los profesores D. Antonio Molina y D. Axel Ritter.

Como no podía ser de otra manera, y en un capítulo especial, se encuentran mis dos profesores, tutores y a partir de ahora, dos personas que serán un recuerdo muy muy muy especial cada vez que mire el título de ingeniero técnico, Benjamín González Díaz y Marta Sigut Saavedra a quienes más tiempo les he consumido.

Benjamín, desde el primer día de clase no le gustó que le tratara de usted, a día de hoy lo he intentado controlar, pero aún se me sigue escapando (jajajajajaj). Ha sido un gran profesor, muy dispuesto siempre a solucionar cualquier tipo de problema y con el que he podido contar, no solo en mi vida académica, sino también profesional. Le estaré siempre agradecido. Mil gracias por todo.

Marta, profesora de varias asignaturas que me ha acompañado desde el primer año hasta el último de carrera y que me ha sumergido en este apasionante mundo de la automatización, mundo que me encanta (¡quizás sea la culpable de ello! Jajaja). He de agradecerle todo el tiempo que ha empleado en mí y en este documento que termina aquí. Ha estado tan atenta y entregada al proyecto como nadie (en ocasiones hasta más que yo jajajajaj), por todo ello, por todo su apoyo y por todas las horas tuyas que quedan este proyecto, mil gracias.

Querría también, que todas y cada una de esas personas que de una forma u otra han pasado por este proyecto, se sientan participe de él, todo granito de arena, por pequeño que sea, siempre ayuda a hacer una gran montaña.

Muchísimas gracias a todos.

Aarón Méndez Afonso