



universidad
de león



Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial

GRADO EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Trabajo de Fin de Grado

**AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA HIBRIDACIÓN DE
CENTRAL HIDROELÉCTRICA EXISTENTE CON PLANTA
SOLAR FOTOVOLTAICA.**

**AUTOMATION AND CONTROL OF A HYBRIDIZATION
BETWEEN AN EXISTING HYDRO-ELECTRIC PLANT AND A
BRAND NEW PHOTOVOLATAIC SOLAR PLANT**

Autor: Lucía Duarte García de Celis
Tutor: Dr. Alberto González Martínez
Cotutor: Dr. Pablo Zapico Gutiérrez

(Julio, 2022)

UNIVERSIDAD DE LEÓN
Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y
Aeroespacial

GRADO EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA
Trabajo de Fin de Grado

ALUMNO: Lucía Duarte García de Celis

TUTOR: Dr. Alberto González Martínez

COTUTOR: Dr. Pablo Zapico Gutiérrez

TÍTULO: Automatización y control de la hibridación de central hidroeléctrica existente con planta solar fotovoltaica.

TITLE: Automation and control of a hybridization between an existing hydro-electric plant and a brand new photovoltaic solar plant.

CONVOCATORIA: Julio, 2022

RESUMEN:

En el actual proyecto se realiza la automatización y control mediante un software de Siemens, TIA Portal, de la hibridación entre dos plantas, una central hidroeléctrica ya existente en el Polígono Industrial 201 de La Robla y una instalación solar fotovoltaica de nueva construcción. Instalación solar FV que también se dimensiona; cuyo objetivo es evacuar energía a la red eléctrica. Se realiza el programa y la simulación con el software de Siemens al no disponer de elementos físicos. De acorde al concepto de automatización industrial, se crea un sistema SCADA, una pantalla en la que se observan las producciones de energía de ambas plantas.

ABSTRACT:

In the current project, the automation and control of two hybrid plants, an hydraulic power plant based in La Robla and a photovoltaic solar system of new construction, which is also dimensioned, looking back on that the aim of this Project is to evacuate energy to the power grid. The program and simulation is carried out with Siemens software "TIA Portal", as in this particular case, there are no physical elements. According to the concept of industrial automation, a SCADA system is also included, more specifically a screen in which the energy productions of both plants are observed.

Palabras clave: Hibridación, Potencia evacuación, string, energías complementarias

Firma del alumno:	VºBº Tutor/es:
--------------------------	-----------------------

INTRODUCCIÓN

Actualmente se está produciendo un cambio tecnológico en la generación de energía, desde combustibles fósiles hacia energías limpias o renovables, pero muchas veces estas no satisfacen todas las necesidades o lo hacen de una manera poco eficiente.

Así pues, aprovechando recursos ya existentes, se crean nuevas plantas de generación renovable que complementan la capacidad energética necesitada y lo hagan de la manera más sostenible.

Por ello, en el presente trabajo se va a realizar un proyecto para la automatización y control de la hibridación de dos plantas de generación renovable, una central hidroeléctrica ya existente y una planta solar fotovoltaica de nueva construcción, con el fin de que ambas tecnologías se complementen, ya que como se estudiará posteriormente, su pico de producción no es coincidente en el tiempo a lo largo del año.

En el proyecto se distinguen dos partes diferenciadas, la corriente continua generada en los paneles solares fotovoltaicos, y la conversión de esta energía en corriente alterna mediante equipos inversores de Baja Tensión

Esta energía generada llegará a un Cuadro de Baja Tensión de protección general, previo al Centro de Transformación (CT) para la elevación de tensión necesaria para entroncar con la subestación, ya existente, donde se producirá vertido a la red de distribución general.

INDICE

1.MEMORIA	5
2.PRESUPUESTO.....	80
3.PLIEGO DE CONDICIONES.....	86
4.PLANOS.....	108
5.ANEXOS.....	113

1.MEMORIA

INDICE DE LA MEMORIA

CAPÍTULO 1.....	12
1.1. ANTECEDENTES.....	12
1.2. OBJETO.....	12
1.3. EMPLAZAMIENTO	13
CAPÍTULO 2. REGLAMENTO Y NORMATIVA.....	15
2.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	15
2.2. SEGURIDAD Y SALUD.	16
2.3. EQUIPOS.	16
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	18
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA Y EQUIPOS.	19
3.2 CUADRO DE BAJA TENSIÓN, PROTECCIONES Y CABLEADO.....	26
3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	29
3.4. PUESTA A TIERRA.....	39
CAPÍTULO 4. SISTEMA DE CONTROL.....	41
4.1. MEDIDA DE LA ENERGÍA	42
4.2. SOFTWARE: TIA PORTAL V15.....	46
4.3. PROGRAMA.....	61
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.	77

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS PANELES SOLARES. FUENTE: [4].....	21
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR. FUENTE: [7].....	23
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA] ..	37
TABLA 4: VARIABLES Y SUS CORRESPONDIENTES DIRECCIONES. FUENTE [ELABORACIÓN PROPIA, TIA PORTAL].....	49

INDICE DE FIGURAS:

FIGURA 1: PLANO SITUACIÓN POLÍGONO 201. FUENTE: [2]..... 13

FIGURA 2: SITUACIÓN PARCELAS EN POLÍGONO 201. FUENTE [2] 14

FIGURA 3: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]
 19

FIGURA 4: TIPOS DE PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES. FUENTE: [9]..... 27

FIGURA 5: CT, MODELO PFU-5 DE ORMAZABAL. FUENTE:[11]..... 31

FIGURA 6: REPRESENTACIÓN CELDA REMONTE Y FOTO DE UNA REAL. FUENTE:[13]..... 33

FIGURA 7: PRECISIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD. FUENTE:[14] 35

FIGURA 8: REPRESENTACIÓN Y FOTO DE UNA CELDA DE MEDIDA. FUENTE:[13] 35

FIGURA 9: CONDUCTOR AT FUENTE: GENERAL DE CABLE [15]..... 36

FIGURA 10: TIPOS DE TI. FUENTE: [17]..... 43

FIGURA 11: TIPOS DE TT. FUENTE: [18] 43

FIGURA 12: REPRESENTACIÓN SALIDA DEL TI Y ENTRADA AL PLC. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]..... 43

FIGURA 13: CONVERTIDOR INTENSIDAD-INTENSIDAD. FUENTE:[19] 44

FIGURA 14: CONVERTIDOR TENSIÓN- INTENSIDAD FUENTE: [20] 44

FIGURA 15: REPRESENTACIÓN SALIDA DEL TT Y ENTRADA AL PLC. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]..... 45

FIGURA 16: PANTALLA PRINCIPAL DE PROYECTOS DE TIA PORTAL. FUENTE:
 [ELABORACIÓN PROPIA, TIA PORTAL] 46

FIGURA 17: ELECCIÓN DE CONTROLADOR FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA] 47

FIGURA 18: VISTA DEL PLC, REALIZA CON TIA PORTAL. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA CON TIA PORTAL]..... 47

FIGURA 19: PROGRAMA RELACIONADO EN EL OB1 O PROGRAMA PRINCIPAL. FUENTE:
 [ELABORACIÓN PROPIA, TIA PORTAL] 50

FIGURA 20: SIMULACIÓN DEL HMI. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA] 52

FIGURA 21: CONEXIÓN ENTRE PLC Y HMI. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA, TIA PORTAL]
 52

FIGURA 22: PLANTILLA DEL HMI DEL PROYECTO FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA, TIA PORTAL]	53
FIGURA 23: LISTA DE TEXTOS FUENTE: [TIA PORTAL, ELABORACIÓN PROPIA]	54
FIGURA 24: PANTALLA DE PRODUCCIÓN DEL HMI, CON SUS CORRESPONDIENTES VARIABLES DEL PLC FUENTE: [E.P]	55
FIGURA 25: ANIMACIONES DE LOS INVERSORES EN LA PANTALLA HMI DE PRODUCCIÓN. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]	55
FIGURA 26:SIMULACIÓN DE CONEXIÓN CORRECTA CON EL PLC. FUENTE: [EP]	56
FIGURA 27: CARGA AL PLC EN MARCHA. FUENTE: [EP]	56
FIGURA 28: PANTALLA DE TABLAS DE VARIABLE, DONDE SE EDITAN Y OBSERVAN LOS DATOS DE SIMULACIÓN.....	57
FIGURA 29: TABLA DE VARIABLES DE SIMULACIÓN VACÍA.....	58
FIGURA 30: BLOQUE_1 EN SIMULACIÓN.....	58
FIGURA 31: PANTALLA DE PRODUCCIÓN EN SIMULACIÓN, DOS INVERSORES EN FUNCIONAMIENTO. FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]	59
FIGURA 32: SIMULACIÓN MARCHA/PARO FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA TIA PORTAL]	59
FIGURA 33: SIMULACIÓN MARCHA/PARO FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA TIA PORTAL]	60

Se describe qué es una “planta híbrida”, sus ventajas, así como los elementos y distintas partes que componen la instalación.

La combinación de dos tipos de energía renovables como son la solar fotovoltaica y la hidroeléctrica, hace que se aprovechen las ventajas de ambas tecnologías y que se garantice un suministro de manera estable en el tiempo, conocido como hibridación.

Los sistemas de energía híbrida son aquellos en los que se genera electricidad a partir de dos fuentes independientes, en nuestro caso generación de energías renovables a partir de una central hidroeléctrica ya existente, y una planta solar fotovoltaica de nueva instalación. Comparten un mismo punto de conexión a red eléctrica de distribución, el cual tiene la pertinente autorización administrativa para una evacuación de potencia determinada, aunque el límite por separado de ambas centrales sea mayor, en conjunto nunca se superará.

Una de las principales ventajas de la hibridación es la estabilidad, nos proporciona una continuidad del suministro eléctrico en el tiempo, independientemente de la temporalidad estacional, es decir no importa la época del año si no que gracias a ambas tecnologías nuestra curva de suministro va a ser más continua que si solo disponemos de una tecnología, garantizando la potencia deseada en el punto de suministro. De esta manera, la estacionalidad de la central hidráulica mayoritariamente será otoño y primavera se compensa con la de la planta solar fotovoltaica, que tiene mayor producción en primavera y verano.

Cabe mencionar también las siguientes ventajas; por un lado, la optimización de infraestructuras eléctricas existentes, y por otro lado las concesiones administrativas necesarias, ya que, al compartir punto de conexión, los plazos administrativos para la legalización disminuyen, tanto en tiempo como en documentación necesaria.

CAPÍTULO 1.

1.1. ANTECEDENTES.

Dada la coyuntura actual de escasez y carestía de las energías y preocupación social medioambiental en general y en particular con la emisión de gases de efecto invernadero y gases contaminantes debido a los combustibles fósiles principalmente, como CO₂, SO... Se plantea la búsqueda de alternativas a la generación de energía, de una manera sostenible económica y medioambientalmente aprovechando los recursos existentes. Como resultado de ello, se presenta el actual proyecto, el cual ayuda a la protección medioambiental y a perseguir ciertos objetivos firmados en el Acuerdo de Paris, así como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, referidos a la lucha contra el cambio climático y el acceso universal a la energía.

1.2. OBJETO.

En el presente proyecto se van a definir todos los datos necesarios para construir la instalación de planta solar fotovoltaica, ubicada en el término municipal de La Robla, León, el sistema de control de ésta para la hibridación con la Central Hidráulica, ya existente, así como los fundamentos para su construcción y puesta en marcha.

El concepto de hibridación se describe como aquellos sistemas que generan electricidad a partir de dos fuentes, generalmente de origen renovable y que comparten un mismo punto de conexión a red, para aprovechar los puntos de evacuación y garantizar un suministro de manera estable y eficiente, recogido en el Real Decreto 1183/2020, artículo 27. *“Hibridación de instalaciones de generación de electricidad con permisos de acceso y de conexión concedidos”* [1]

1.3. EMPLAZAMIENTO

La instalación se situará en las parcelas 298-301, denominadas Prado de agua del Polígono 201 de La Robla, CP 24640, término municipal de La Robla, provincia de León.

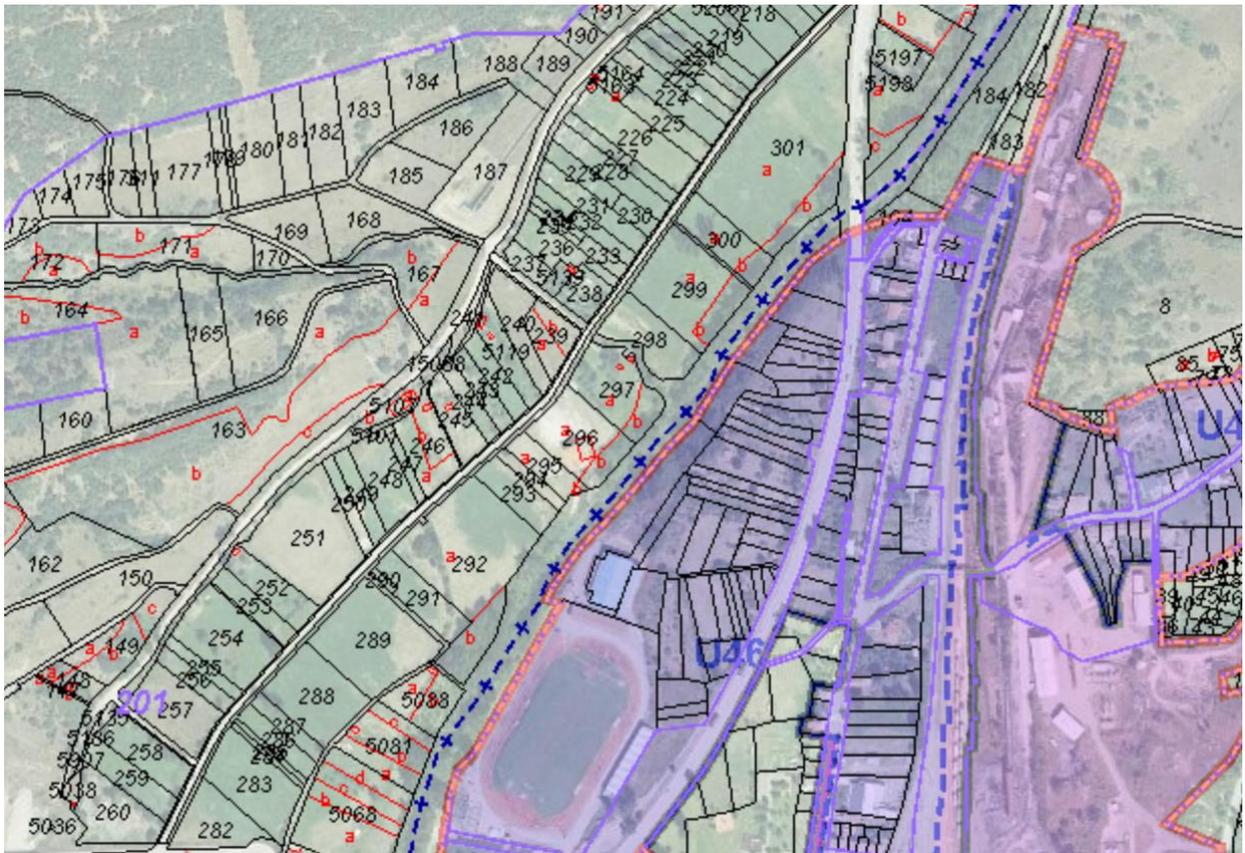


Figura 1: Plano Situación Polígono 201. Fuente: [2]

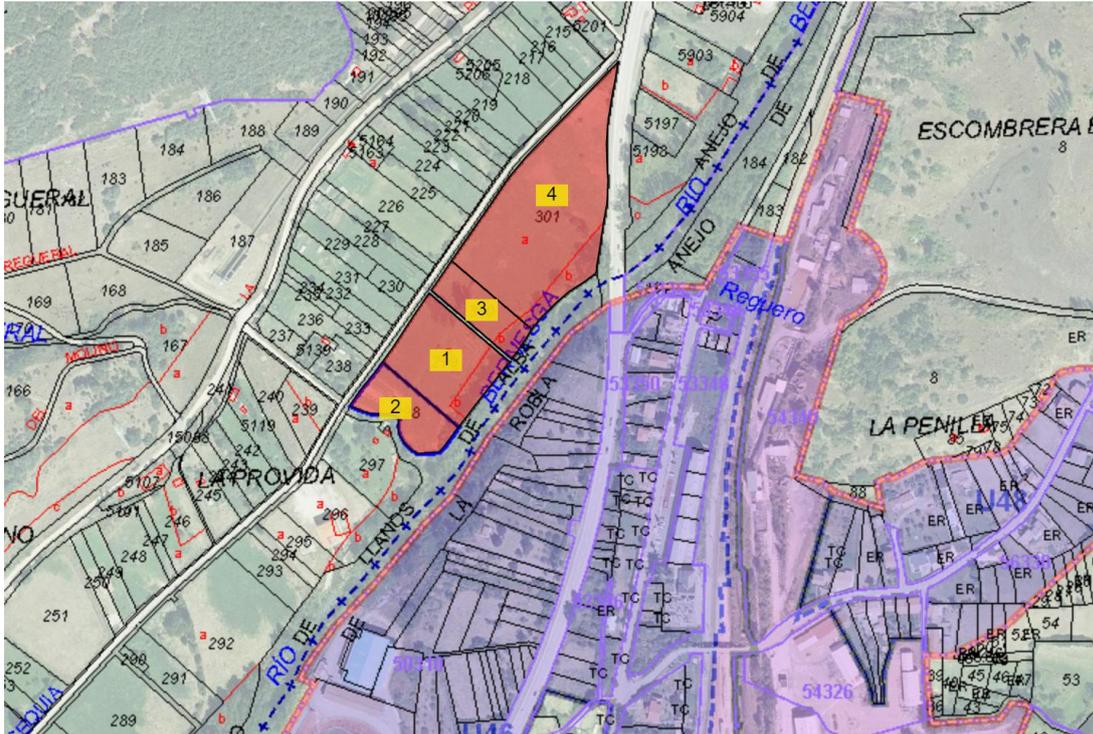


Figura 2: Situación Parcelas en Polígono 201. Fuente [2]

- Parcela 298 con referencia catastral 24137A201002980000GK, de superficie 2.942 m², calificada como CR Labor o labradío regadío.
- Parcela 299 con referencia catastral 24137A201002990000GR, de superficie dividida en 4.662 m², calificado como CR Labor o labradío regadío y 1.118 m² calificado como E-Pastos, total de 5.780 m².
- Parcela 300 con referencia catastral 24137A201003000000GR de superficie total de 2.549 m², 1.995 m² calificado como CR Labor o labradío regadío. Y 555 m² como E-Pastos.
- Parcela 301 con referencia catastral 24137A201003010000GD de superficie 14.164 m², calificado como CR Labor o labradío regadío.

Todo este terreno, está calificado como SE/E-Pastos/Agrario el cual, según las normas urbanísticas municipales del Ayuntamiento de La Robla, de 2002, aprobadas por el Ayuntamiento de la Robla el 24 de abril de 2003, puede ser utilizado para dicha aplicación.

CAPÍTULO 2. REGLAMENTO Y NORMATIVA.

Para realizar el proyecto se ha tenido en cuenta la normativa vigente a fecha del presente proyecto, otorgando vital importancia al Real Decreto 1183/2020, el cual habla sobre Hibridación, que se detalla a continuación.

2.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 1183/2020, artículo 27 del, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, titulado *“Hibridación de instalaciones de generación de electricidad con permisos de acceso y de conexión concedidos”*, habla de incorporar una nueva forma de generación de energía, siempre que ya exista el permiso administrativo, al ya existente si es generación renovable y no se aumenta la capacidad de esta. Se trata de unas instalaciones híbridadas, como recoge el artículo 4.1.c del RD 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, se proyecta una hibridación de tipo 3.

Como recoge el capítulo VIII de dicho RD, los módulos de generación de electricidad que forman parte de la instalación híbrida y reciban una retribución, como es nuestro caso, deberán disponer de equipos de medida que permitan llevar a cabo la correcta medición.

- El Real Decreto 2818/1998, permite que cualquier persona física o jurídica pueda convertirse en productor de electricidad a partir de la energía solar, pueda contribuir a una producción de energía de manera más limpia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión, elaboradas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- 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.

- 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 1699/2011 sobre la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica.[3]
- Normas de la Compañía de distribución de la zona, Iberdrola Distribución, I-DE.

2.2. SEGURIDAD Y SALUD.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, en el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- 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 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de trabajadores frente a ruidos.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones relativas a la utilización de EPIS por parte de los trabajadores.

2.3. EQUIPOS.

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado "CE".
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. deberán cumplir también la norma UNE-EN 61730, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, la norma UNE- EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y características de las placas. Cualificación del diseño y homologación.

- Los inversores deberán cumplir las normas para su fabricación: UNE-EN 62093, que define la conversión de energía, la UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia, y según la IEC 62116, sobre las pruebas que han de realizarse para la prevención del modo isla.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

Se realiza el proyecto de una planta hibridada, entre una central hidráulica existente de Potencia Nominal 2.750 kW con vertido a red mediante una subestación de 6/45 kV, y una planta solar fotovoltaica de nuevo diseño e idénticas características eléctricas.

La hibridación se realiza entre dos tecnologías complementarias, como nos indica el RD 1183/2020, las cuales tendrán una curva de generación independiente y complementaria, que dependen de distintos factores climáticos como pluviometría o radiación solar.

Así se logra que conjuntamente se complementen logrando una mayor eficacia a nivel económico y medioambiental.

La instalación solar fotovoltaica se situará en el término municipal de La Robla, en las parcelas 298-301 del Polígono 201, clasificado a fecha de hoy como rústico, en el cual, está permitida la ejecución de este tipo de proyectos, según la norma urbanística aprobada por el Ayuntamiento de La Robla el 24 abril 2003.

La instalación Solar Fotovoltaica (SF) constará de 5.239 módulos de 525 W_p, con una potencia total instalada de 2.750 kW, repartidos en “series de paneles” denominados STRING; conectados con los inversores, los cuales convertirán la corriente continua generada en corriente alterna trifásica, con una tensión de salida de 800 V_{ac}.

Posteriormente se encuentra el Centro de Transformación (CT) que elevará la tensión de 800 V generados a 6.000 V de la subestación, 0,8/6 kV, que es la tensión a la que se conectará con la subestación existente, donde se realiza el vertido a la red de distribución. El Centro de Transformación está formado por cuadro BT, transformador de potencia (elevador de tensión), celdas de protección y medida (AT) y equipos auxiliares.

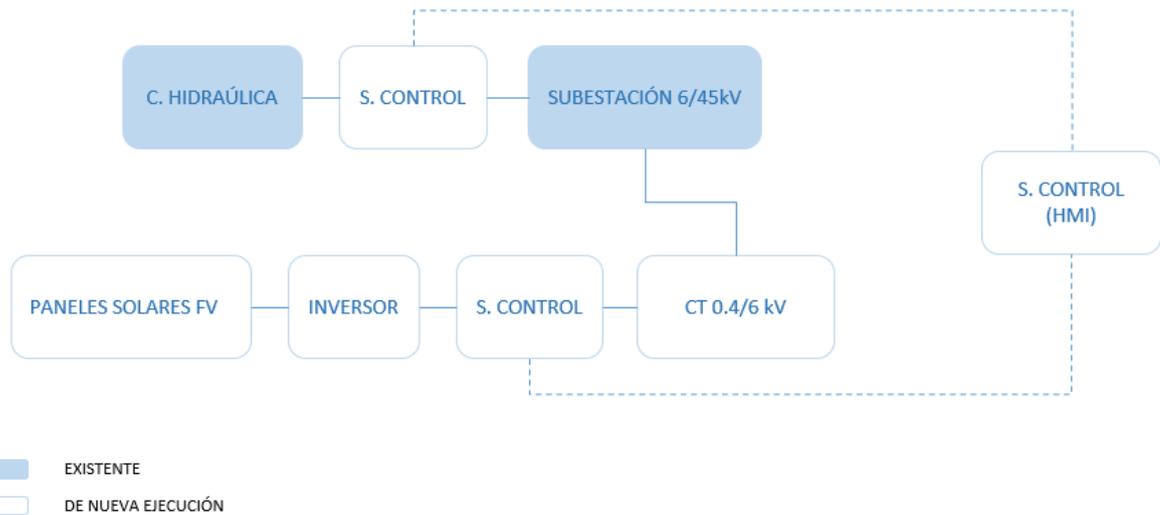


Figura 3: Descripción general de la instalación. Fuente: [Elaboración Propia]

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA Y EQUIPOS.

3.1.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1.1.1. PANELES FOTOVOLTAICOS.

Los paneles fotovoltaicos están formados por un conjunto de células fotovoltaicas y basan su funcionamiento en el efecto fotoeléctrico, el cual se produce al incidir en ellos la luz solar, generando cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de distinto material, lo que genera un campo eléctrico que producirá corriente eléctrica.

Los materiales utilizados suelen ser Silicio (Si) y Arseniuro de Galio (GaAs).

Existen varios tipos de células:

- ✓ **Monocristalinas:** Consta de un solo cristal oscuro de grandes dimensiones cortado en finas láminas, fabricado con silicio de muy alta pureza. Son muy eficientes dado que la celda consta de un único cristal y los electrones pueden fluir libremente. Solo trabajan si el sol incide sobre toda la placa.

- ✓ Policristalinas: Los paneles se conocen como policristalino debido a que están fabricados con muchos fragmentos de silicio, en vez de solo con uno, como ocurre en el monocristalino, aunque estos trabajan en todo tipo de condiciones.
- ✓ También existen otras células de silicio amorfo, las cuales no están formadas por cristales, y tienen muy bajo rendimiento; son utilizadas en elementos como relojes o calculadoras...

Dependiendo del número de caras sensibles a la radiación, los paneles pueden ser:

- ✓ Monofaciales, solo una de las caras capta radiación solar, la parte posterior está cubierta de materiales opacos.
- ✓ Bifaciales: Se caracterizan por ser sensibles a la luz por ambas caras, su parte posterior está formado por una lámina transparente, normalmente de vidrio templado doble, para que ambas caras reciban rayos del sol para la generación de energía. Tienen un mayor rendimiento si se colocan en lugares adecuados.

De los paneles solares analizados en el mercado, se va a utilizar el siguiente modelo, debido a su mejor adaptación a las características necesitadas por nuestra instalación.

MARCA: Jinko Solar.

MODELO: TIGER TR 72M MONOFACIAL

Tabla 1: Características paneles solares. Fuente: [4]

TIGER TR 72M JKM525M-7TL4-V	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Potencia de Pico de cada panel ($P_{m\acute{a}x.}$)	525 W_p
Tensión máx	41,70 V
Intensidad máx ($I_{m\acute{a}x.}$)	12,859 A
Tensión en Circuito Abierto	49,24 V
Intensidad de Corto Circuito	13,32A
Rango de Temperatura de operación	-40°C~+85°C
Eficiencia del módulo	21,21%
Tensión máx. sistema	1.500 VDC
Límite de corriente	30 A
Grado de protección	IP67
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Dimensiones	2.206×1.122×35 mm
Peso	28,2 kg
Tipo de célula	Monocristalina tipo-P, Monofacial

Los módulos cumplirán:

- Incluirán marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión
- La norma UNE-EN 61730, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre las hojas de datos de las placas. (“documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas ...”)

- Además de estas normas de fabricación descritas por el fabricante: ISO45001:2018, referente a sistemas de seguridad y salud, la ISO9001:2015, que habla sobre el control de calidad o la ISO14001:2015, relacionada con el control medioambiental.



Figura 2. Panel solar seleccionador. Fuente: [4]

3.1.1.2. INVERSORES

Es un equipo electrónico diseñado para transformar la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna trifásica.

Un inversor también regula la tensión de salida, esto se consigue de 3 modos:

- Regulando la tensión mediante convertidores (DC/DC), previo al inversor
- Regulando la tensión del inversor, mediante un sistema de control.
- Regulando dicha tensión a la salida del inversor, mediante un autotransformador

Existen varios tipos de Inversores como los micro inversores, los inversores híbridos, centrales e inversores-cargadores.

En nuestro caso utilizaremos los llamados Inversores de cadena o string, en los que a la entrada del inversor se conecta una serie de placas FV, para que el seguimiento del punto

de potencia de cada string sea independiente. De esta manera cada cadena de paneles puede tener distinta configuración.

Debemos tener en cuenta algunos requerimientos básicos, algunos como:

- ✓ Es necesario un punto para la desconexión, accesible por la compañía eléctrica en cualquier momento; que podrá ser vía telemática.
- ✓ La desconexión deberá ser automática si aparecen fallos, y su nueva conexión (después de un tiempo determinado), mediante el sistema de control.

[6]

MARCA: ABB-FIMER

MODELO: PVS-175-TL

Tabla 2: Características del inversor. Fuente: [7]

INVERSOR	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Potencia de salida (AC)	175 kW
Intensidad de salida (AC)	134 A
Tensión de Pico (DC)	1500 V
Corriente máx. de cada entrada (DC)	22 A
Conexión a red	800V
Número de entradas	12
Frecuencia	50 Hz
Rendimiento (%)	98,7
Eficiencia ponderada (EURO/CEC)	98,4%
Grado de protección	IP 65
Comunicaciones	Ethernet de doble puerto, wifi
Protocolo de comunicación	Modbus RTU/TCP
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Peso (total)	153 kg
Dimensiones	867x1086x419 mm

Como se observa en la Tabla 2, los inversores, son de ABB-FIRMER el modelo PVS-175-TL-sx2, tienen una potencia nominal de salida de 175 kW/unida y una tensión de entrada de hasta 1.500 V.

Dispone de 12 circuitos de entrada independientes por el lado de CC, (12 MPPT, Maximum Power Point Tracker), sistema de seguimiento de punto de máxima potencia que garantiza el funcionamiento óptimo de la instalación. Es decir, el inversor admite 12 entradas, de los que el inversor buscará maximizar su potencia, consiguiendo un balance entre voltaje y tensión en aquellas placas que estén trabajando en su máxima potencia.



Figura 3. Inversor. [7]

En las características generales, tanto de inversores como de paneles, se habla de “IP 65”, recordamos el significado del concepto Índice de Protección, (más adelante solo “IP XX”), por su gran importancia en los equipos instalados en el exterior.

Según el Anexo 1 de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD842/2002; se explica el significado de los códigos IP o Grado de protección, “Nivel de protección proporcionado por una envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de

agua o contra los impactos mecánicos exteriores, y que además se verifica mediante métodos de ensayo normalizados.”

Este código IP está formado por dos números independientes, el primero nos indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas y el número que va en segundo lugar nos indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos producidos por la penetración de agua.

En nuestro caso los paneles tienen un IP67 y un IP 65 para los inversores.

El “6X”, indica que es totalmente estanco al polvo, ninguna entrada de polvo

El “X5” de la segunda cifra, nos indica que el inversor está protegido contra los chorros de agua. “El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones, sobre la envolvente, no deberá tener efectos perjudiciales.”

El “X7”, indica protección contra los efectos de la inmersión. “Cuando se sumerge la envolvente en agua en unas condiciones de presión y una duración determinada, no deberá ser posible la penetración de agua en el interior de la envolvente en unas cantidades perjudiciales.

[8]

El inversor dispone de protecciones a la entrada y salida:

-ENTRADA DE CONTINUA:

Interruptores para cada 4 puntos de máxima potencia, descargadores de sobretensiones para cada punto de máxima potencia

-SALIDA DE ALTERNA

Interruptor manual de salida, descargadores de sobretensiones a la salida.

3.1.1.3. SOPORTES DE PLACAS

No es objeto de este proyecto su definición y cálculo, pero las placas necesitarán una estructura para soporte y orientación adecuados a las características geométricas, según los strings y las propias del terreno para maximizar la irradiancia obtenida.

3.2 CUADRO DE BAJA TENSIÓN, PROTECCIONES Y CABLEADO.

3.2.2. CUADRO DE BAJA TENSIÓN Y PROTECCIONES

Este cuadro eléctrico, será un armario metálico, de dimensiones aproximadas: 2.000 mm de alto, 3.000 mm de ancho y 300 mm de profundidad. Situado en el interior del edificio de hormigón del CT, albergará las protecciones necesarias de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión RD 842/2002 que tiene por objetivo garantizar la seguridad de las personas, equipos eléctricos, así como garantizar el correcto funcionamiento de la instalación.

- ✓ ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ✓ ITC-BT-22 Protección contra sobreintensidades.
- ✓ ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ✓ ITC-BT-24 Protección contra contactos directos e indirectos.

Según Plano 4. “ DETALLE ESQUEMA UNIFILAR BT”, en “PLANOS”

El cuadro estará compuesto por

- 18 circuitos de llegada de inversores, protegidos con interruptores automáticos tripolares, de características:

$$V=800 \text{ V}$$

$$I=160 \text{ A, } 135 \text{ A reales, máxima capacidad del inversor.}$$

$$I_{cc}=36 \text{ kA}$$

- 1 circuito para protección contra sobretensiones protegido con un interruptor automático tripolar, de características:

$$V=800 \text{ V}$$

$$I=50 \text{ A}$$

$$I_{cc}=36 \text{ kA}$$

- 1 circuito para protección general de salida hacia CT protegido con un interruptor automático tripolar, de características:

$$V=800 \text{ V}$$

$$I= 3.000 \text{ A, regulado}=2.430 \text{ A}$$

$$I_{cc}=36 \text{ kA}$$

La protección contra sobretensiones, siguiendo la ITC-BT-23 del REBT del RD 842/2002 y su guía técnica, en la Tabla 1 de la ITC-BT-23 [9], nuestro sistema es trifásico de 1000V, tipo 2

	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>
<i>Capacidad de absorción de energía</i>	<i>Muy alta - Alta</i>	<i>Media - Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Rapidez de respuesta</i>	<i>Baja - Media</i>	<i>Media - Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Origen de la sobretensión</i>	<i>Impacto directo de rayo</i>	<i>Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas</i>	

Figura 4: Tipos de protecciones contra sobretensiones. Fuente: [9]

Por lo que deberá tener un cable con sección mínima de 4 mm².

Finalmente se escoge una protección contra sobretensiones de la marca INGESCO

MODELO: SLS-PV-1000/3Y.

3.2.3. CABLEADO

Es la parte de la instalación que, mediante conductores eléctricos de diferentes características, como iremos analizando, interconectan los diferentes componentes del proyecto.

Como ya se ha comentado, la instalación va a tener dos tipos de corriente, Continua (CC) y Alterna (CA), utilizaremos el conductor eléctrico adecuado al tipo de corriente y a su instalación, interior, exterior, enterrado....

En la parte de Corriente Continua tendremos:

- CIRCUITO PLACAS SF-INVERSOR

El conductor será H1Z2Z2-K cuya tensión nominal: 1.5kV en C.C y su máxima tensión de trabajo no debe superar los 1.8kV

La temperatura máxima de servicio permanente son 120 °C y en cortocircuito 250 °C. No es propagador de la llama UNE EN 60332-1-2; y es resistente a la intemperie y a los rayos UV según anexo E de la norma EN 50618.

Construido según la norma EN, con aislamiento y cubierta exterior compuesto por elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos según tabla B.1 del anexo B de la norma EN 50618.

La interconexión entre paneles se realizará mediante el conductor especificado de sección 6mm² como se justifica en el ANEXO II de cálculos.

Se utilizarán conectores especiales macho/hembra de Sección adecuada (6mm²), estos conectores han de soportar condiciones atmosféricas muy extremas y vienen regulados por la norma UNE 21022/IEC 228.

En la parte de Corriente Alterna.

- -CIRCUITO INVERSORES-CUADRO Gº DE CORTE.

La conexión con el cuadro general de corte se realizará mediante conductor eléctrico RZ1-K(AS) 0,6/1 kV, cuya tensión nominal es 0,6/1 kV en C.A.

La temperatura máxima de servicio permanente es de 90 °C y en cortocircuito 250 °C. No es propagador de la llama, UNE EN 60332-1-2; ni del incendio EN 50399. Libre de halógenos es Resistente a la intemperie y a los rayos UV según anexo E de la norma EN 50618

Construido según la norma UNE 21123-4, con aislamiento DE Polietileno Reticulado y cubierta exterior compuesto por poliolefina termoplástica.

La sección es de 50 mm² que quedará justificada en el ANEXO II de Cálculos.

Todos los conductores serán unipolares y aunque en el REBT, en la ITC-BT-40 del RD 842/2002 habla de caídas de tensión permitidas de hasta un 5%, se dimensionarán para que se produzcan unas pérdidas mínimas, fijando la caída de tensión en el 1%,

A partir de este momento se entra en el CT

-CIRCUITO CUADRO Gº DE CORTE- TRANSFORMADOR o PUENTES DE BT

Como se deduce en el apartado de cálculos en este circuito se usan 8 conductores RZ1-K(AS) 0,6/1 kV de sección 1x240 mm², que es el que mejor se adapta a las necesidades de este, tanto por capacidad del cable como por caída de tensión.

3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Un CT (Centro de Transformación) es el conjunto de elementos de una instalación eléctrica que se encarga de convertir la energía de baja/alta tensión o a la inversa. Dentro del CT existirán elementos, además del propio transformador para la protección, mando y control (interruptores) y equipos de medida.

Estos CT son fundamentales para el suministro y distribución de energía eléctrica, para poder transportar a grandes distancias con bajas pérdidas por efecto Joule (generación de calor provocado por el movimiento de electrones) y secciones reducidas.

Los elementos principales de cualquier CT son:

- ✓ Transformador/es.
- ✓ Celdas (AT), las cuales pueden ser de entrada de línea, de seccionamiento, de remonte, de medida y de protección del transformador mediante relés

Estas celdas son modulares (independientes) y se acoplarán según las necesidades de diseño.

- ✓ Cuadro eléctrico de baja tensión para mando y protección.

Existe una clasificación de CT, según su lugar de instalación, pudiendo ser a nivel de suelo, subterráneos, aéreos, (de pequeña potencia y en desuso, hasta 100 kW), en nuestro caso y de manera general son 'A nivel de suelo en la superficie'.

[10]

El centro de transformación a instalar tendrá una potencia nominal de 3MVA, el cual elevará la tensión desde los 800 V, generados por las placas solares, hasta 6 kV, tensión nominal existentes en la subestación de vertido”.

El Centro de Transformación consistirá en:

Edificio prefabricado de hormigón a nivel de suelo. Del fabricante ORMAZABAL, modelo “PFU”.

Para la configuración del CT se tiene en cuenta el REAT, RD 337/2014 y “*el proyecto tipo*” de compañía distribuidora que opera en la zona, IDE (IBERDROLA), “*CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO EN EDIFICIO PREFABRICADO DE SUPERFICIE. (MT 2.11.10)*”

Los edificios de hormigón para CT, constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, elementos de AT, cuadros de BT, transformadores, dispositivos de control...

Deben existir varios accesos al edificio, una puerta en la pared frontal para peatones, puertas del transformador, con aperturas de 180º y rejillas de ventilación fabricados en acero.

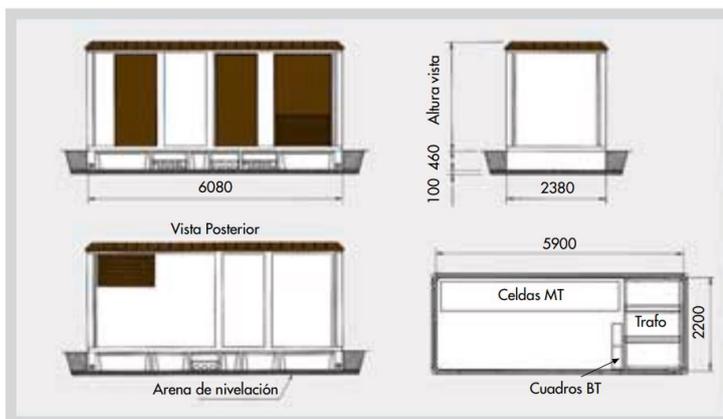
DIMENSIONES DEL CT:

EXTERIORES

- Longitud: 4.460 mm
- Fondo: 2.380 mm
- Altura: 3.240 mm

INTERIORES

- Longitud: 4.280 mm
- Fondo: 2.200 mm
- Altura: 2.550 mm



PFU-5
 1 transformador
 2 puertas de acceso

Para transformadores de más de 630 kVA se añaden unas rejillas de ventilación adicionales en la pared lateral.

Figura 5: CT, modelo PFU-5 de Ormazabal. Fuente:[11]

3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN, CELDAS

CELDAS: CGM COSMOS

Sistema de celdas modulares con envolvente metálica y aislamiento integral de gas SF₆ (hexafluoruro), que cumple la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2.000 m sobre el nivel del mar.

Características generales:

- Tensión nominal 24 Kv
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
 - a tierra y entre fases 50 kV
 - a la distancia de seccionamiento 60 kV
- Impulso tipo rayo
 - a tierra y entre fases 125 kV.
 - a la distancia de seccionamiento 145 kV

Este sistema de celdas cumple con las normas:

- ✓ IEC 60529: Grados de protección para envoltorios.
- ✓ IEC 61958 / IEC 61243-5 Sistemas indicadores de presencia de tensión.
- ✓ IEC 62271-1 Estipulaciones para las normas de aparata de alta tensión.
- ✓ IEC 62271-100 Aparata de alta tensión.
- ✓ IEC 62271-102 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- ✓ IEC 62271-103 Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

3.3.1.1. CELDAS NECESARIAS:

1. PROTECCIÓN GENERAL, INTERRUPTOR-SECCIONADOR CGMCOSMOS-S MOTORIZADO

Celda, fabricada por Ormazabal, con embarrado interior de cobre, y una derivación con interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte, aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal, mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión y una unidad de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que se activa si se introduce la palanca en el eje seccionador de puesta a tierra cuando hay tensión en la acometida de la celda.[12]

-Características Eléctricas:

Tensión Nominal: Hasta 24 kV

Intensidad Nominal: Hasta 630 A, en nuestro caso regulables hasta 500 A

Intensidad Máx. de cortocircuito: Hasta 21 kA

-Nivel de aislamiento: General

-Corriente principalmente activa: 630 A

-Clasificación IAC: AFL

2. CELDA DE REMONTE: CGMCOSMOS-RB-Pt

Celda de remonte de barras con aislamiento en gas y seccionador de puesta a tierra.

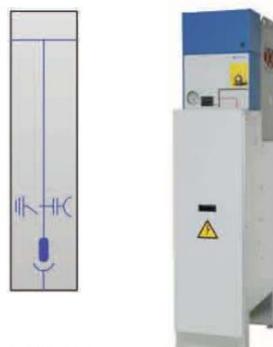


Figura 6: Representación celda remonte y foto de una real. Fuente:[13]

3. CELDA DE MEDIDA: CGMCOSMOS-m

Es necesario medir la energía generada para su posterior facturación. Se instala un equipo de medida de energía, uno de tarificación y medida principal y otro redundante.

La celda cgmcosmos-m de medida es un módulo metálico, que contiene en su interior de los transformadores de tensión (TT) e intensidad (TI), normalizados por la compañía distribuidora (IDE). Estos TT y TI se utilizarán para proporcionar las mediciones al control y para la facturación de la producción de la planta SF.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Clasificación IAC: AFL

Contiene 3 TT Y 3TI, uno por cada fase

Características de los transformadores, adaptados a las características exigidas por la compañía y normas UNE

-Transformadores de tensión con doble secundario de medida

- Relación de transformación: $6.000/\sqrt{3}-110//\sqrt{3}$ V
- Consumo máx. del TT: 25 VA
- Clase de precisión: 0,5

-Transformadores de intensidad con doble secundario de medida

- Relación de transformación: 630/5 A
- Intensidad térmica: 200 In
- Consumo máx.: 15 VA
- Clase de precisión: 0,5 s

Clase de precision	Error 0,01In	Error 0,05In	Error 0,2In	Error In	Error 1,2In	Error compuesta a la intensidad limite de precision
0,2S	0,75%	0,35%	0,2%	0,2%	0,2%	–
0,5S	1,5%	0,75%	0,5%	0,5%	0,5%	–
5P	–	–	–	1%	–	5%
10P	–	–	–	3%	–	10%

Error de relacion classes S y proteccion

Clase de precision	Desfase 0,01In	Desfase 0,05In	Desfase 0,2In	Desfase In	Desfase 1,2In
0,2S	30'	15'	10'	10'	10'
0,5S	90'	45'	30'	30'	30'
5P	–	–	–	60'	–
10P	–	–	–	–	–

Desfase classes S y proteccion

Figura 7: Precisión de los transformadores de intensidad. Fuente:[14]

Según la norma IEC 61869 «Transformadores de medida – transformadores de intensidad», 0,5 s, habla del error y desfase permitido.



Figura 8: Representación y foto de una celda de medida. Fuente:[13]



Figura 9: Conductor AT Fuente: General de Cable [15]

3.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR.

Se dispondrá de un transformador trifásico de potencia, elevador de tensión, 0.8/6 kV, potencia S= 3 MVA.

Tabla 3: Características del transformador. Fuente: [Elaboración propia]

TRANSFORMADOR S=3 MVA	
CARACTERÍSTICAS	
Potencia	3 MVA
Conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Aislamiento	Llenado integral de aceite mineral
Tipo de cuba	Cuba convencional de recogida de aceite
Tensión nominal primario (kV)	0,8
Tensión nominal secundario (kV)	6
Servicio	Continuo
Instalación	Interior, en caseta hormigón
Nº de fases	3
N.º de devanados	3

3.3.3. ALUMBRADO Y EQUIPOS AUXILIARES

Se dispondrá de una línea de alimentación auxiliar (230V CA) desde las instalaciones ya existentes.

Se instalará alumbrado ordinario y de emergencia que permita la adecuada ejecución de trabajos, revisiones y maniobras necesarias en el CT. Cumpliendo lo especificado e el REBT, RD 842/2002.El cual se alimentará desde la línea referida.

3.3.4. UNIDAD DE CONTROL INTEGRADO: EKOR

Esta unidad de control lleva integradas funciones como la supervisión y control de línea.

Detección: paso de falta, presencia o ausencia de tensión, anomalías...

Medida de Intensidad (I), Tensión (V), Potencia activa y reactiva (P Y Q)

Alarmas

La unidad ekor.rci, tanto de forma local como remota, puede abrir y cerrar el interruptor automático motorizado de la celda donde va instalado, y dispone de entradas, que reciben el estado en el que se encuentra dicho interruptor.

Su protocolo de comunicación es MODBUS

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

-Relé electrónico con teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 150 A/1 A y 600 A/1 A, según modelo.

La tarjeta de alimentación que acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación, la convierte en CC que alimentará el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.

El disparador biestable, es un actuador electromecánico con bajo consumo y viene integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

Cumple las normas y recomendaciones:

- ✓ UNE-EN 60255, sobre relés de medida y equipos de protección.
- ✓ UNE-EN IEC 61000, sobre la compatibilidad electromagnética.
- ✓ UNE-EN 62271-200, habla de la aparamenta de alta tensión, bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones mayores a 1kV

- ✓ UNE-EN IEC 60068, sobre ensayos medioambientales llevados a cabo y las características para ensayarlos.
- ✓ UNE-EN 60044, habla de los transformadores de medida, en particular de los TI electrónicos.

3.3.5. RED DE TIERRAS DEL CT.

Todas las partes metálicas, de los equipos del Centro de Transformación se unirán a la tierra de protección. No se unirán aquellas partes metálicas accesibles desde el exterior como por ejemplo la puerta metálica.

RD 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.[16]

TIERRA DE SERVICIO

Su objetivo es evitar tensiones peligrosas en BT, debido a fallos en la red de AT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de AT, de tal forma que no influya en la red general de tierra, para lo cual se empleará un cable de cobre aislado.

Se ha de cumplir unas normas básicas de seguridad para garantizar la protección de personal y equipos.

3.4. PUESTA A TIERRA.

Sus funciones son varias: asegurar la operación apropiada del sistema y garantizar la seguridad del personal.

La puesta a tierra tiene por objetivo limitar las tensiones peligrosas que pueda presentarse en un momento dado en las partes metálicas de la instalación, asegurando el correcto funcionamiento de la instalación y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone la avería de la instalación.

Se conectará a tierra cualquier parte metálica de la instalación. Para hacerlo de manera correcta se tendrán en cuenta las ITC-BT 19 y la ITC-BT 24 del REBT, RD 842/2002.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse elementos no metálicos o masas, dispuestas en serie. Tampoco se podrá instalar fusibles en la puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra:

- Conductor de tierra
- Electrodo

Los electrodos son picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Se utilizarán en nuestro caso un electrodo por cada inversor y un par de ellos más de refuerzo, por lo que necesitamos 20 electrodos repartidos por el campo solar.

CAPÍTULO 4. SISTEMA DE CONTROL.

Un sistema de control es un conjunto de dispositivos, un software o programa y el hardware en este caso PLC y el conjunto de órdenes o variables de entrada y salida, que se interconectan para manipular el comportamiento del mismo, reducir fallos y optimizar la producción.

Las acciones que tiempo atrás no se podían realizar o las tenía que hacer un operario, con sus correspondientes dificultades, bien por el lugar de acceso, o por otras. Hoy en día se llevan a cabo gracias a la automatización, que ha llegado a todos los sectores, aunque cabe recordar que comenzó en el sector automovilístico.

El principal objetivo del sistema de control es mediante acciones programadas, cuyas variables de entrada son analizadas y comparadas con variables de diseño, generar acciones de salida, pudiendo existir una retroalimentación que garantice su éxito, teniendo en este caso un lazo de control cerrado, en el caso de que no exista realimentación, se habla de un lazo abierto.

Los sistemas de control actuales también permiten controlar de manera local y remota el sistema; en nuestro caso la hibridación de ambas plantas, permitiéndonos determinar cuál de las dos plantas generadoras deberá trabajar en cada momento, y en qué proporción.

Este sistema también es un punto de protección, ya que, al detectar cualquier avería existente mediante señales, genera alarmas y acciones adecuadas, llegando incluso a la parada total del sistema. Por ejemplo, si existe un cortocircuito en un inversor, se aislará éste evitando que el resto de equipos se dañen, y evitando también cualquier posible accidente con el personal.

Se va a trabajar con dos tipos de señales; analógicas y digitales. Las digitales solo nos proporcionan dos valores a lo largo del tiempo (SI /NO, ABIERTO/CERRADO), mientras que las analógicas pueden contener cualquier valor variable en el tiempo dentro de un rango determinado.

4.1. MEDIDA DE LA ENERGÍA

Según la última modificación del RD 1110/2007, se instalarán los equipos de medida necesarios y correspondientes.

Para poderse instalar en la red, los modelos de contadores, así como los equipos de medida, con reglamentación específica, deberán superar la evaluación de conformidad, según el control metrológico del Estado establecido en el capítulo II del Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre Instrumentos de medida.

Los RD 1565/2010 y el RD 413/2014, establecen que todas las instalaciones con potencia instalada mayor o igual a 1MW, deberán enviar telemedidas al operador del sistema, en tiempo real. El incumplimiento conllevará una sanción para el productor, ya sea por no contar con un sistema TTR o bien, que éste no mantenga los mínimos en la calidad de la entrega de información.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el CT, alberga unas celdas de AT, de las cuales una de ellas, la de medida, contiene 3 transformadores de intensidad para medida de corriente y 3 transformadores de tensión, 1 por cada fase (R, S, T), a partir de ahora (TI) y (TT), respectivamente.

Estos transformadores, están dimensionados para dar un valor proporcional, es decir el TI de la fase R por ejemplo va a medir 240 A, pero va a comunicar al usuario un valor proporcional, en el caso de este proyecto al haber elegido un TI 300/5, el TI nos indicaría 4 A, directamente proporcional a la señal[17]

Siguiendo la NI 72.50.01, (Normas particulares de Iberdrola), de abril de 2003, I-DE compañía a la que “verterá” la producción del proyecto, se elige un TI 24 300/5-5 IN 0,5 con tensión más elevada de 24 kV, tensión máxima de las celdas, que albergarán los trafos; cuyas características son Clase de presión en la medida es de 0,5 y consumo inferior a 15 VA, la referencia de compra de este TI según Iberdrola: 7253066.[18]

Tabla 1
Elementos normalizados, para ST y STR hasta 24 kV (interior)

Designación	Tensión nominal de red kV	Tensión más elevada Um kV	Intensidad primaria nominal A	Intensidad secundaria nominal A	Clase de precisión		Potencia de precisión VA		Intensidad térmica nominal Iter kA	Código
					Med.	Prot.	Med.	Prot.		
TI 24 150-300/5-5 IN 0,5			150-300							7253068
TI 24 200-400/5-5 IN 0,5			200-400							7253067
TI 24 300-600/5-5 IN 0,5	11+20	24	300-600	5-5	0,5	5P20	15	20	≥ 20	7253069
TI 24 600-1200/5-5 IN 0,5			600-1200							7253072
TI 24 750-1500/5-5 IN 0,5			750-1500							7253075

Figura 10:Tipos de TI. Fuente: [17]

Así mismo, siguiendo la NI 72.54.01, para los TT, se selecciona TT 22000R3/110R3-110:3 IN 0,5.con tensión más elevada 24 kV, como las celdas.

Tabla 1
Elementos normalizados, para ST y STR hasta 24 kV (interior)

Designación	Tensión nominal de red v	Tensión más elevada Um KV	Tensión Nominal Primaria v	Tensión nominal secundaria v	Clase de precisión		Potencia de precisión (*)		Códigos
					Med.	Prot.	Med.	Prot.	
TT 11000R3/110R3-110:3 IN 0,5	11000	12	11000/√3						7257305
TT 13200R3/110R3-110:3 IN 0,5	13200	17,5	13200/√3	110/√3-					7257220
TT 16500R3/110R3-110:3 IN 0,5	15000	17,5	16500/√3	110/3	0,5	3P	50	50	7256820
TT 22000R3/110R3-110:3 IN 0,5	20000	24	22000/√3						7256420

(*) Potencias no simultáneas.

Figura 11: Tipos de TT. Fuente: [18]

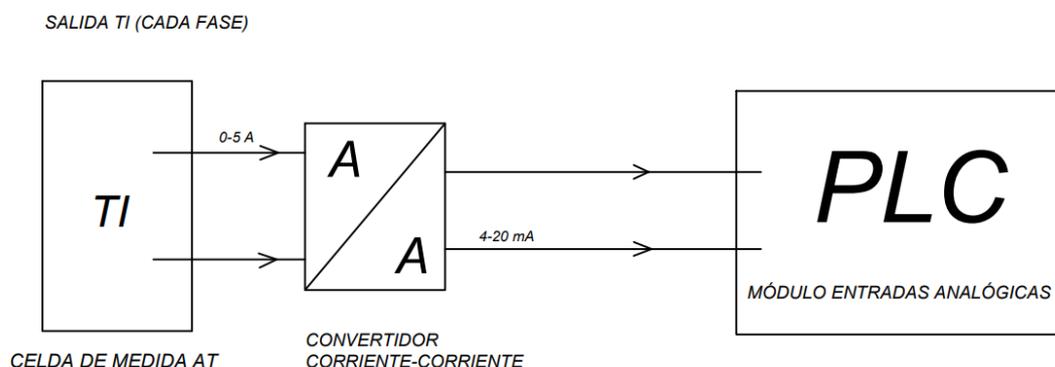


Figura 12: Representación salida del TI y entrada al PLC. Fuente: [Elaboración propia]

En el esquema anterior, y teniendo en cuenta que el bloque de entradas analógicas del PLC, AI 8xU/I/RTD/TC ST_1, admite entradas 4-20 mA, necesitamos un convertidor de corriente-corriente.

Se elige el Convertidor de corriente MARCA: PHOENIX CONTACT y MODELO: MACX MCR-SL-CAC- 5-I, Convertidor de corriente para 5 A AC, señal de salida 4...20 mA, configurable mediante interruptor DIP con señalización de estado de servicio por LED.[19]



Figura 13: Convertidor intensidad-intensidad. Fuente:[19]

Ocurre lo mismo con la salida de tensión del TT, por lo que se acondiciona para entrar al PLC. Convertidor de tensión MARCA: PHOENIX-CONTACT, MODELO: - MACX MCR-VDC, para tensiones continuas de 0 a 660 V DC, señal de salida 4-20 mA, que como ya se indicó es el tipo de entrada admitida por el módulo.



Figura 14: Convertidor tensión- intensidad Fuente: [20]

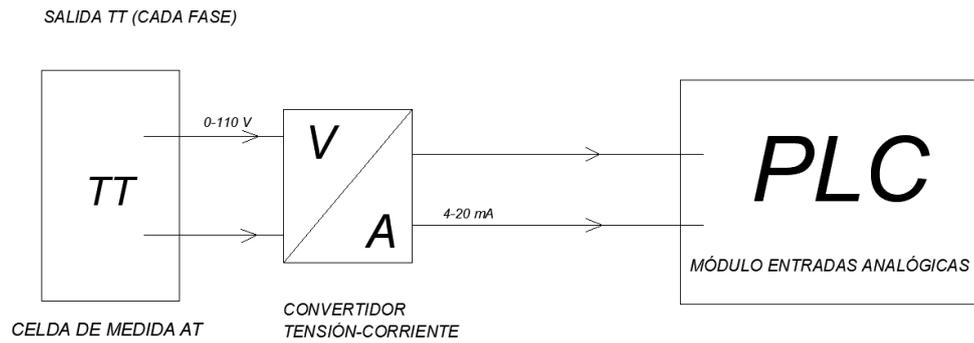


Figura 15: Representación salida del TT y entrada al PLC. Fuente: [Elaboración propia]

Para llevar a cabo la automatización se hace uso de un PLC, cuya programación se realiza desde el ordenador con el software que requiere el autómatas escogido.

Posteriormente el programa se vuelca al PLC mediante un cable de Ethernet, y éste recibe y procesa la información para comenzar a realizar las órdenes recibidas.

Para la elección del PLC más adecuado para este proyecto, se estudian el número y tipo (analógicas/ digitales) de entradas y salidas que hay, tanto en la planta Solar fotovoltaica como en la Central Hidráulica y a partir de entonces se selecciona un PLC que cumpla con los requisitos. En este proyecto principalmente se ha estudiado la marca SIEMENS, modelo S7, que son similares a los utilizados en el laboratorio.

El modo principal de funcionamiento será de forma automática, ya que es el principal objetivo de este proyecto, además de resaltar la importancia y utilidad de los autómatas programables. Pero también, cabe destacar que existe un modo de funcionamiento manual que entraría en juego si existiera algún tipo de problema u operación específica.

El PLC S7-1500 de Siemens, es el dispositivo que comunica y controla las dos plantas, la solar fotovoltaica y la hidráulica mediante las variables residentes en las tarjetas de entradas y salidas y la tarjeta de comunicación Modbus, que en especial tiene una doble conexión con el sistema EKOR de las celdas de medida de AT y con los inversores.

Como se describe anteriormente, algunas señales hay que acondicionarlas, para que el PLC pueda manejarlas y se ejecute el programa correctamente.

4.2. SOFTWARE: TIA PORTAL V15

El TIA Portal es el software de SIEMENS que integra varios lenguajes de programación y simulación de autómatas de la marca. Tiene tres tipos de lenguaje de programación:

- **KOP:** Lenguaje de contactos, es un lenguaje gráfico y muy utilizado.
- **FUP:** Es un lenguaje de bloques que utiliza algebra booleana.
- **SCL:** Es un lenguaje de control basado en texto, este es el lenguaje de programación más complejo.

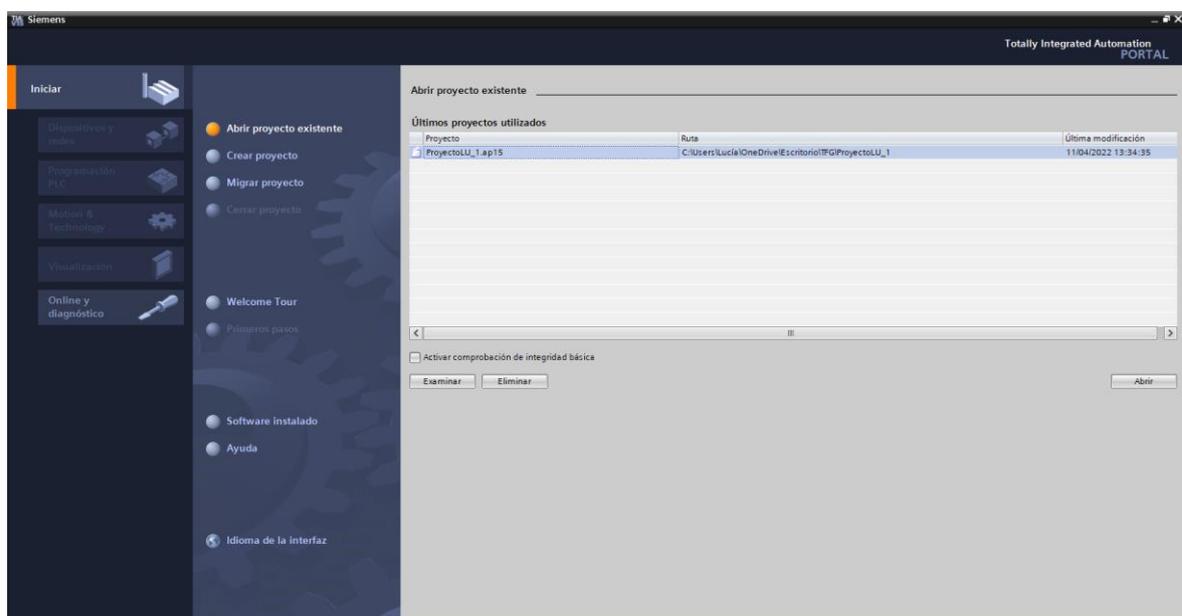


Figura 16: Pantalla principal de proyectos de Tia Portal. Fuente: [Elaboración propia, Tia Portal]

4.2.1. CONTROLADOR Y MÓDULOS

PLC (Programmable Logic Controller) o Autómata programable, es un dispositivo electrónico de control, utilizado para automatizar procesos, en este se caso para controlar la producción de ambos sistemas.

Tia Portal permite configurar un controlador adecuado (PLC), que asegure el correcto funcionamiento de la hibridación de ambas plantas. Para este proyecto se elige el autómata SIEMENES, modelo S7 de la gama 1500, descrito en las Figuras 17 y 18, en su versión más avanzada, aunque dada la gran demanda de entradas y salidas, es necesario añadir

módulos digitales y analógicos, además de un módulo MODBUS para poder conectar el sistema EKOR de las celdas de AT para mayor seguridad y precisión.

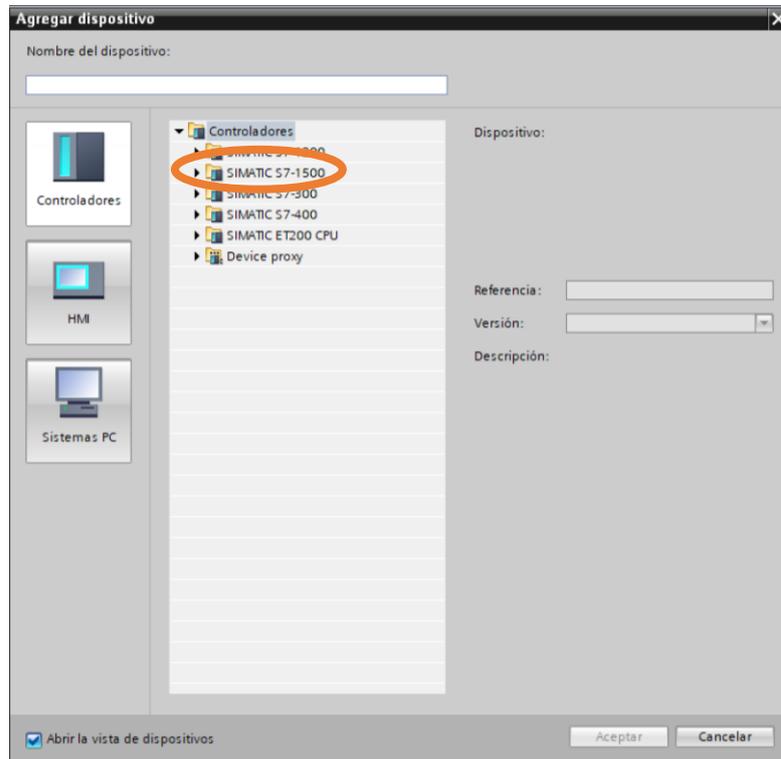


Figura 17: Elección de controlador Fuente: [Elaboración propia]

DESCRIPCIÓN DEL PLC:

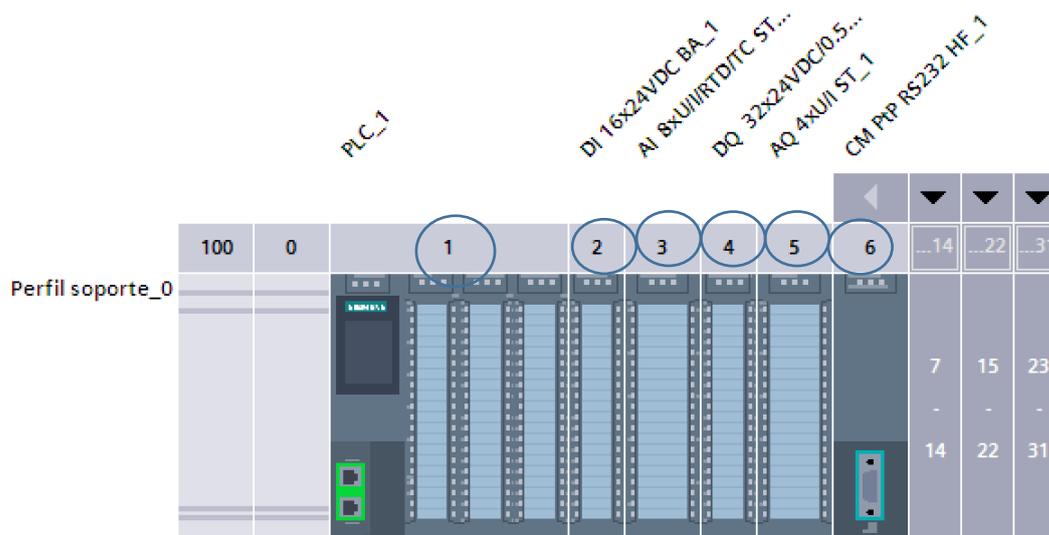


Figura 18: Vista del PLC, realiza con TIA PORTAL. Fuente: [Elaboración propia con TIA PORTAL]

- (1) CPU 1512C-1 PN

CPU con display; memoria de trabajo 250 KB para código y 1 MB para datos; tiempo de operación con bits de 48 ns; concepto de protección de 4 niveles, funciones tecnológicas: Motion Control, regulación, contaje y medición; tracing; controlador PROFINET IO; soporta RT/IRT, Performance Upgrade PROFINET V2.3, 2 puertos, I-device, MRP, MRPD, protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, servidor web, cliente DNS, OPC UA Server Data Access, modo isócrono, routing; opciones de runtime, firmware V2.5 con DI32/DQ32, AI5/AQ2, módulo de entradas digitales DI 16xDC24V, en grupos de 16; módulo de salidas digitales DQ 16xDC24V/0,5A, en grupos de 16; módulo de entradas analógicas AI 4xU/I, AI 1xRTD, 16 bits, en grupos de 5; módulo de salidas analógicas AQ 2xU/I, 16 bits, en grupos de 2; 6 canales para contaje y medición con encoders incrementales de 24 V (hasta 100 kHz); 4 canales para PTO, modulación por ancho de impulso, salida de frecuencia (hasta 100 kHz). REFERENCIA 6ES7 512-1CK01-0AB0

- (2). MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES > DI 16x24VDC BA

Módulo de entradas digitales DI16 x 24V DC; en grupos de 16; retardo a la entrada 3,2ms; tipo de entrada 3 (IEC 61131). Con referencia: 6ES7 521-1BH10-0AA0

- (3). MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS > AI 8xU/I/RTD/TC ST

Módulo de entradas analógicas AI8 x U/I/RTD/TC 16bits, en grupos de 8; 4 canales con medición RTD; tensión en modo común 10V; diagnóstico parametrizable; alarmas de proceso. Con referencia: 6ES7 531-7KF00-0AB0

- (4). MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES > DQ 32x24VDC/0.5A BA

Módulo de salidas digitales DQ32 x 24V DC/0,5A; en grupos de 8; 4A por grupo
Ref.: 6ES7522-1BL10-0AA0

- (5). MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS> AQ 4xU/I ST

Módulo de salidas analógicas AQ4 x U/I 16bits; en grupos de 4; diagnóstico parametrizable; valor sustitutivo parametrizable para salida

Ref.: 6ES7532-5HD00-0AB0

- (6). CM PtP RS232 HF

Módulo de comunicación con interfaz RS-232 (freeport, 3964(R), USS, Modbus); conector hembra Sub-D de 9 pines, 115.2 kbit/s.

Ref.: 6ES7541-1AD00-0AB0

Se crean variables con sus direcciones físicas, aunque en este caso, estas direcciones físicas no son tan importantes ya que solo se realizará la simulación.

TIPOS DE VARIABLES DE DATOS:

- Int: Datos que, en este caso, al ser simulación introducimos al sistema, pero serían los datos recogidos en las celdas de medida de AT. Entrada de datos analógica.
- Real: Variables analógicas, resultado del sistema de aplicar alguna operación entre otras variables.
- Bool: Se refiere a una entrada de datos digital, puede ser 1/0.

Tabla 4: Variables y sus correspondientes direcciones. Fuente [Elaboración propia, Tía Portal]

VARIABLES Y DIRECCIONES LÓGICAS					
NAME	DATA TYPE	LOGICAL ADDRESS	NAME	DATA TYPE	LOGICAL ADDRESS
TIRFV	Int	%IW2	INV_4	Bool	%I5.2
TTRFV	Int	%IW8	INV_5	Bool	%I1.1
ARR_GEN	Bool	%Q1.1	INV_6	Bool	%I4.7
PR_FV	Real	%MD4	INV_7	Bool	%I5.1
RES_IR	Int	%MW2	INV_8	Bool	%I5.4
RES_TR	Int	%QW8	INV_9	Bool	%I5.5
VAL_R	Bool	%M0.0	INV_10	Bool	%I5.6
INTERRUPTOR	Bool	%I4.1	INV_11	Bool	%I5.7
VAL_R_T	Bool	%M0.1	INV_12	Bool	%I1.2
INTERRUPTOR_2	Bool	%I4.2	INV_13	Bool	%I16.0
TISFV	Int	%IW6	INV_14	Bool	%I16.1
VAL_S_I	Bool	%M0.2	INV_15	Bool	%I16.2
RES_IS	Real	%MD20	INV_16	Bool	%I16.3

PS_FV	Real	%MD28	INV_17	Bool	%I16.4
TTTFV	Int	%IW12	INV_18	Bool	%I16.5
VAL_T_T	Bool	%M0.4	POT_ACTUAL1	Real	%MD48
RES_TT	Real	%MD32	POT_ACTUAL2	Real	%MD60
TITFV	Int	%IW14	POT_ACTUAL3	Real	%MD64
RES_IT	Real	%MD36	POT_ACTUAL4	Real	%MD72
VAL_T_I	Bool	%M0.5	POT_ACTUAL5	Real	%MD76
PT_FV	Real	%MD40	POT_ACTUAL7	Real	%MD16
PTOTAL_FV	Real	%MD44	POT_ACTUAL8	Real	%MD84
PTOTAL_CH	Int	%IW33	POT_ACTUAL9	Real	%MD88
PTOTALCH_1	Real	%MD108	POT_ACTUAL10	Real	%MD92
PTOTAL1	Real	%MD8	POT_ACTUAL11	Real	%MD96
INT_GENERAL	Bool	%M1.2	POT_ACTUAL12	Real	%MD100
ALARMA	Bool	%Q0.1	POT_ACTUAL13	Real	%MD104
MARCHA	Bool	%M0.6	POT_ACTUAL14	Real	%MD112
INV_1	Bool	%I4.4	POT_ACTUAL15	Real	%MD120
INV_2	Bool	%I4.5	POT_ACTUAL16	Real	%MD124
INV_3	Bool	%I4.6	POT_ACTUAL17	Real	%MD128
POT_ACTUAL18	Real	%MD132	POT_ACTUAL19	Real	%MD136

En el software Tia Portal, existe un bloque de programa llamado Main OB1, que es cíclico y es el que se ejecuta siempre, por lo que deberemos referenciar cada bloque en este principal, OB1.

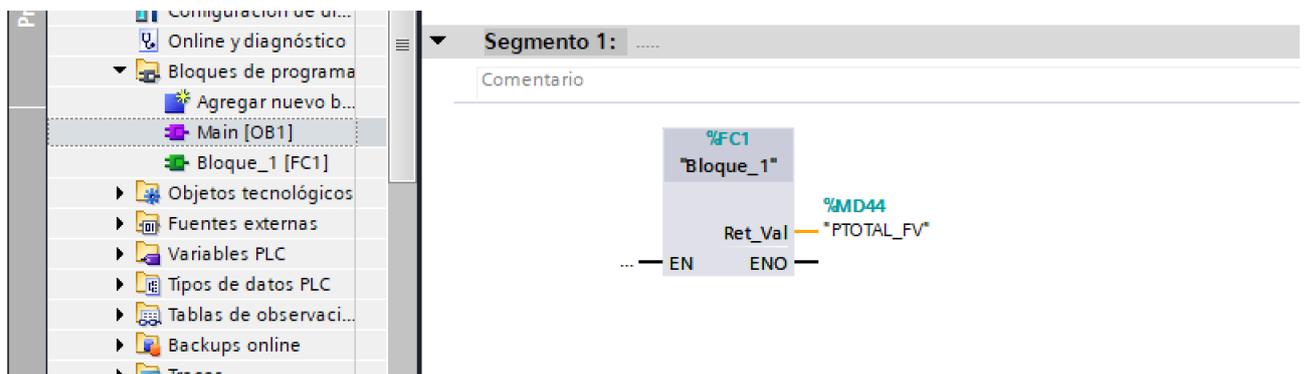


Figura 19: Programa relacionado en el OB1 o programa principal. Fuente: [Elaboración propia, Tia Portal]

Se ha realizado un único bloque de programa llamado Bloque_1 [FC1], en el que se han desarrollado todas las funciones para la correcta automatización de la hibridación.

Principalmente, tendremos un segmento de código para marcha/paro, siempre que tengamos permiso de la subestación (MARCHA), y siempre que esté encendido el interruptor general (INT_GENERAL) y una alarma para cuando algunas de estas funciones no se cumplan.

La parte restante del programa controla la cantidad de energía que se está produciendo y el número de inversores encendidos, ya que cabe recordar que no se puede entregar más de 2.750 kW al punto de conexión, y siempre que estemos entregando menos de 2500kW intentaremos encender el máximo número de inversores posibles. Se incluye todo el bloque de programación descrito más adelante.

Los inversores, disponen de un software propio por el que solo entran en funcionamiento si detectan que las placas están produciendo, cosa que facilita mucho la programación.

4.2.2. HMI. (HUMAN-MACHINE INTERFACE)

Un HMI, es una pantalla visual para que el encargado de revisar el correcto funcionamiento del sistema pueda ver de manera sencilla que todo está en orden y si fuera necesario parar de manera instantánea el mismo.

En este apartado, se realiza una aplicación SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), aunque realmente lo que se hace es una botonera de control virtual que también muestra algunas variables de salida, en un display, como por ejemplo la producción de ambas instalaciones; lo que hace que se puede considerar un sistema SCADA, ya que podemos controlar y visualizar la información más importante del sistema.

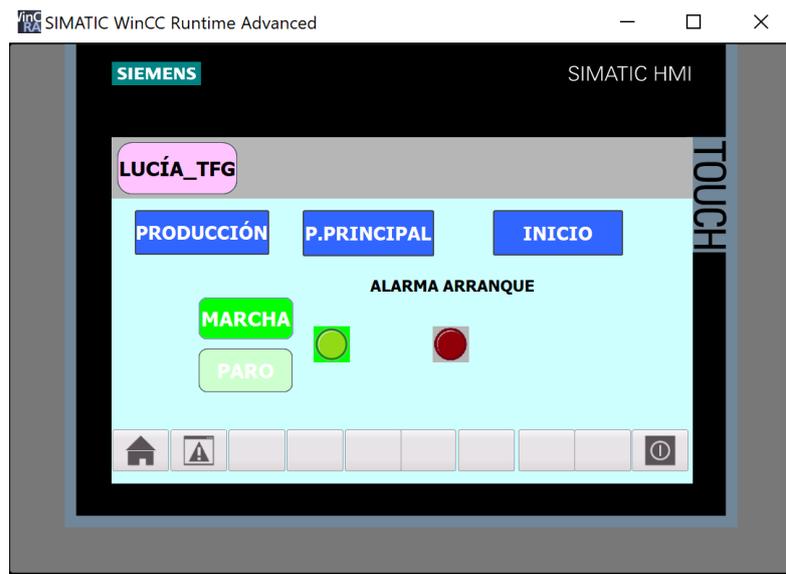


Figura 20: Simulación del HMI. Fuente: [Elaboración propia]

Para crear este HMI, se eligió uno compatible con el PLC, y se conectan para que puedan intercambiar información, en este caso se hace vía ETHERNET y otro punto de conexión del PLC con el sistema de control de las celdas de medida de AT mediante protocolo MODBUS.

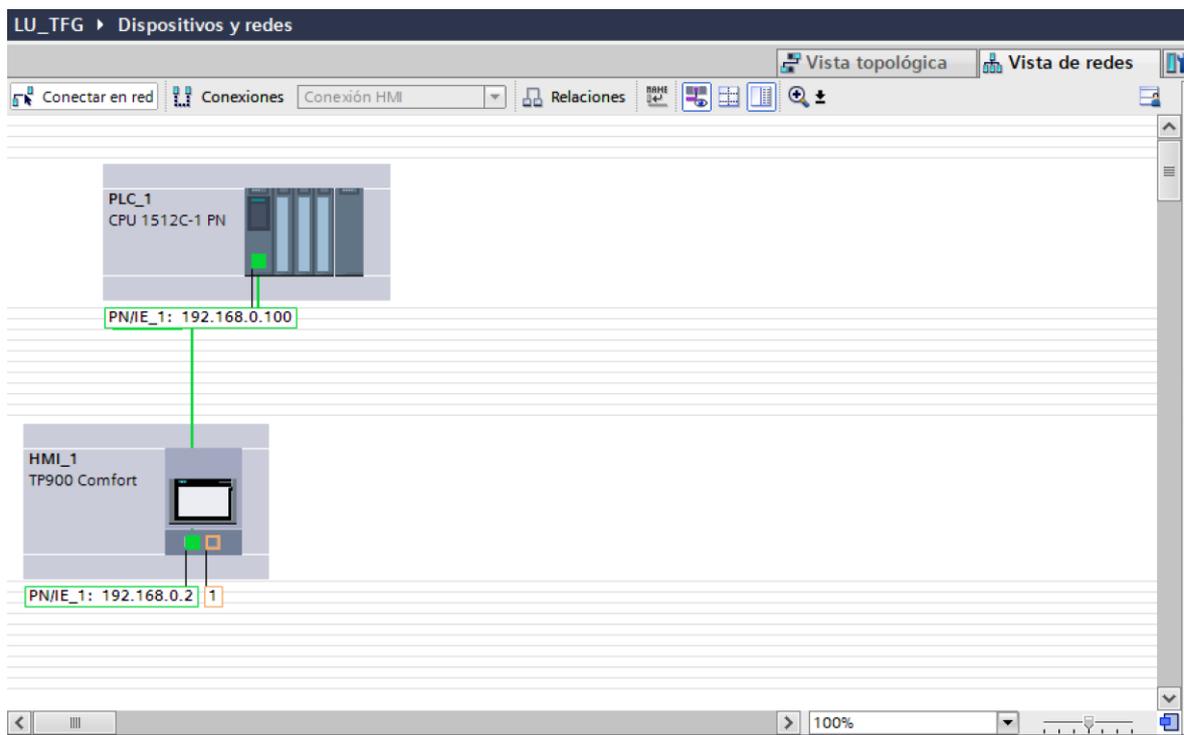


Figura 21: Conexión entre PLC Y HMI. Fuente: [Elaboración propia, Tia Portal]

Para configurar y crear el HMI, se crea una plantilla como la mostrada a continuación, común a todas las imágenes, que son cada una de las pantallas, que se ven al simular el programa, la pantalla de Inicio, la Pantalla principal y la de producción.

Se pueden añadir fotos, texto, elementos como un reloj o botones como es el caso.

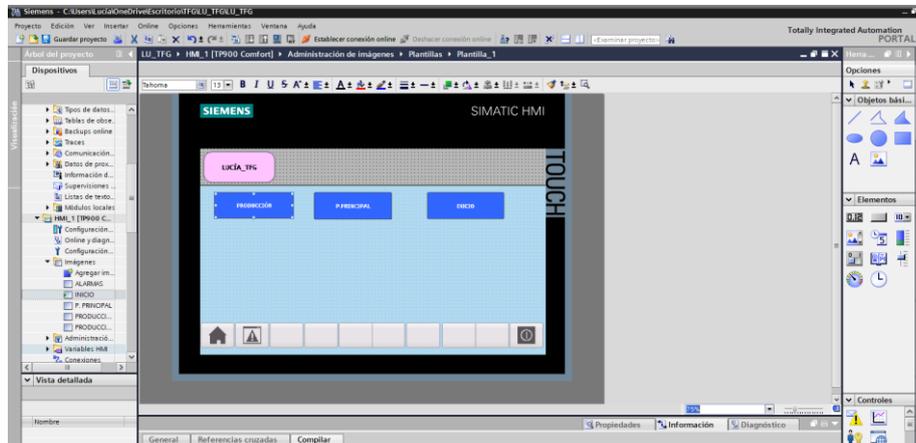
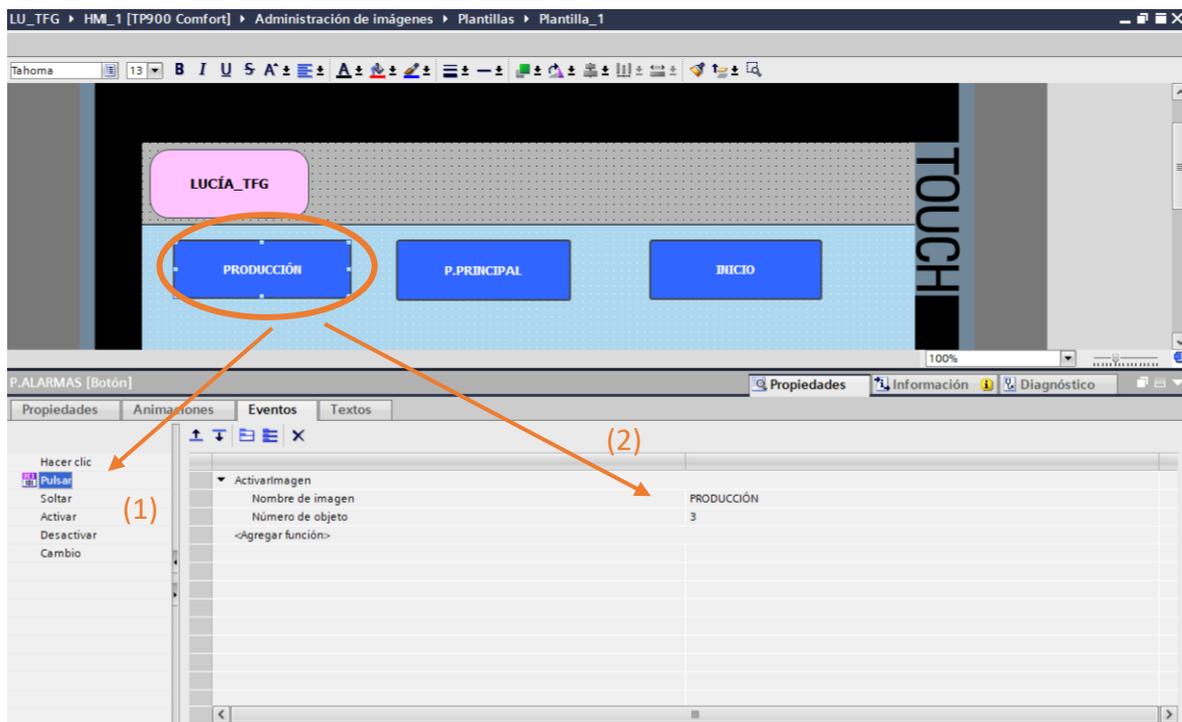


Figura 22: Plantilla del HMI del proyecto Fuente: [Elaboración propia, Tia Portal]

Los botones se configuran por separado, haciendo referencia a la variable del PLC correspondiente, e indicando la acción que va a realizar



- (1) Hace referencia a la función del botón
- (2) Hace referencia a la Lista de textos en la cual se deben incluir las diferentes imágenes con movimiento.

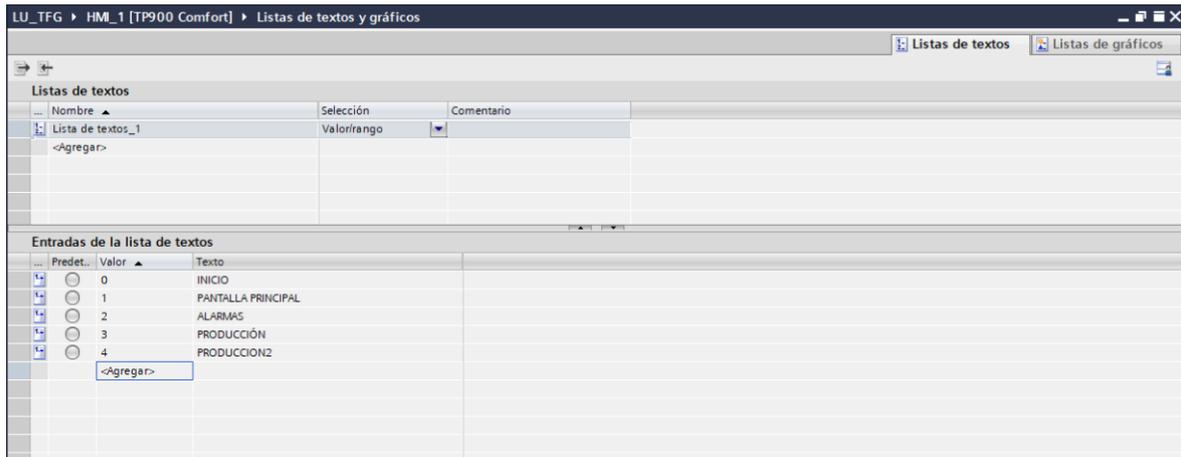


Figura 23: Lista de Textos Fuente: [Tia Portal, Elaboración propia]

IMAGEN 0: Pantalla de Inicio

IMAGEN 1: Pantalla Principal

IMAGEN 3: Pantalla de producción: No se crean botones como tal, sino que son “display” de salida de las variables.

Los iconos de producción muestran los kW producidos y estado de los inversores, como podemos ver en la Figura 24: cambian de color dependiendo si el inversor se ha encendido o está apagado.

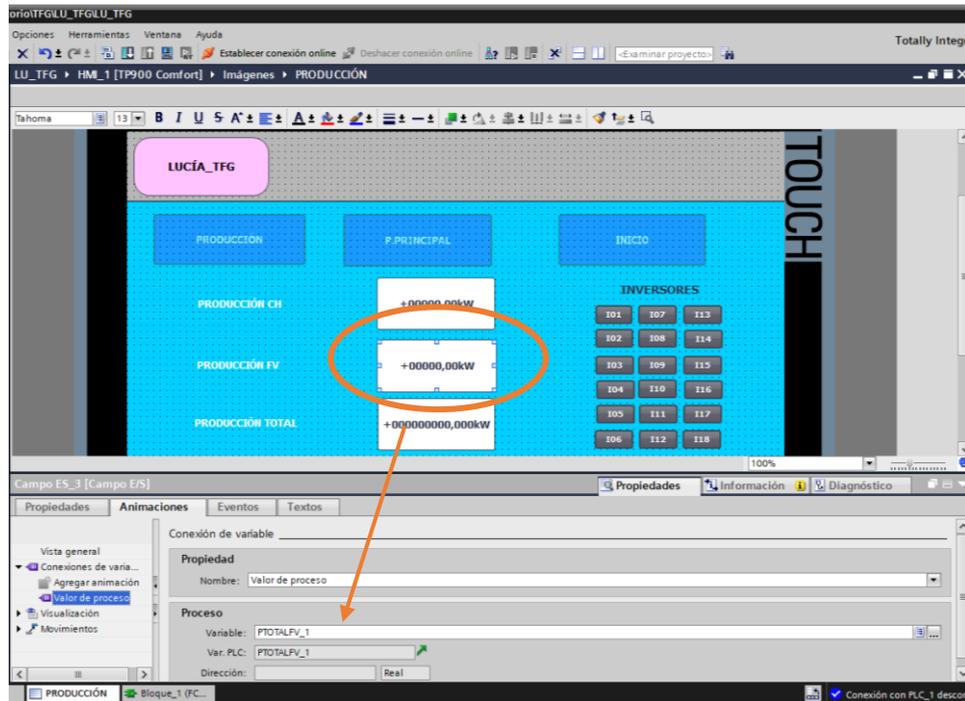


Figura 24: Pantalla de producción del HMI, con sus correspondientes variables del PLC Fuente: [E.P]

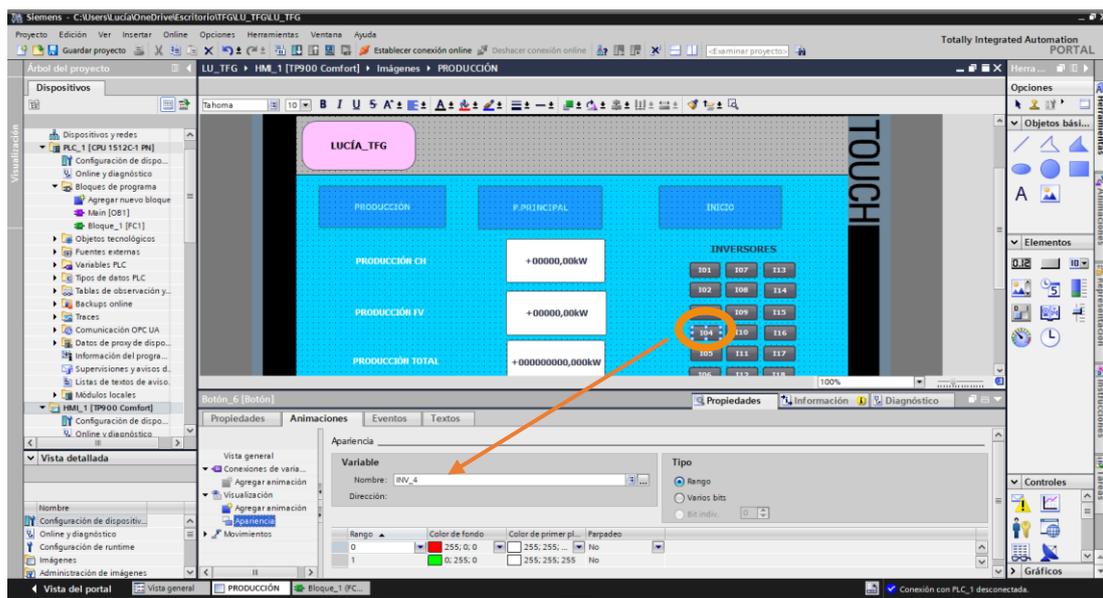


Figura 25: Animaciones de los inversores en la pantalla HMI de producción. Fuente: [Elaboración propia]

Una vez el programa está terminado y compilado sin errores, se conecta con el módulo

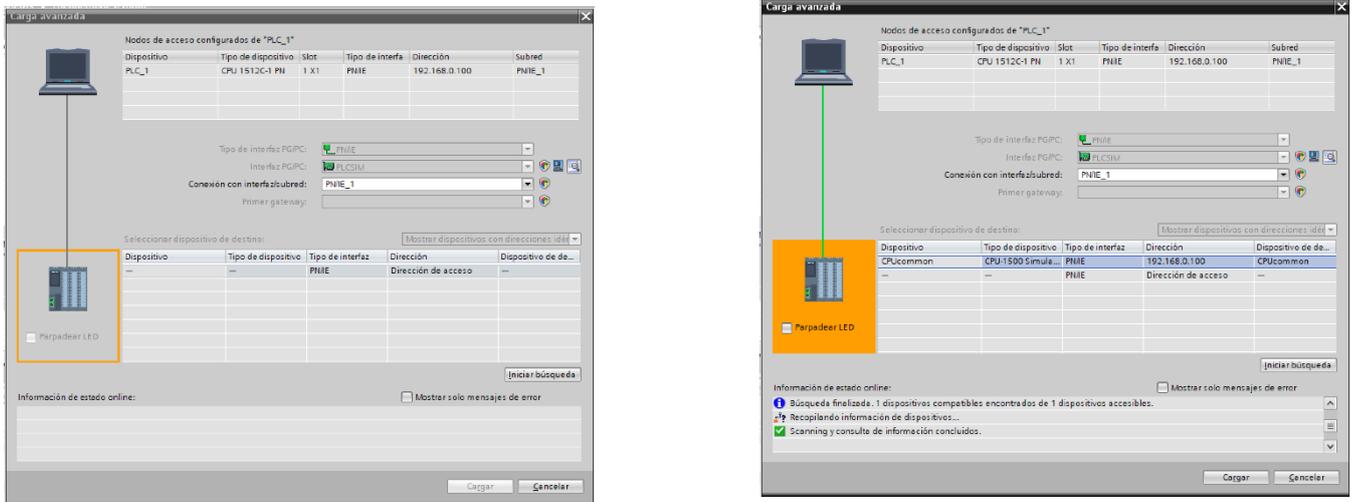


Figura 26: Simulación de conexión correcta con el PLC. Fuente: [EP]

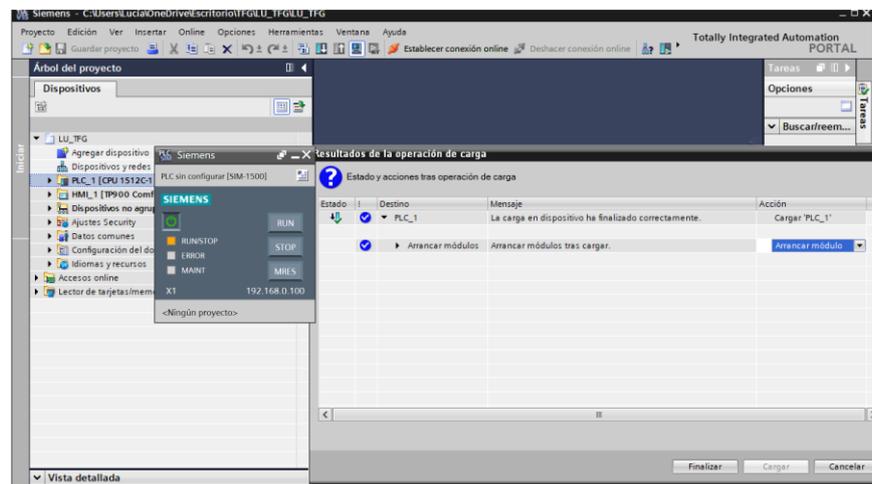
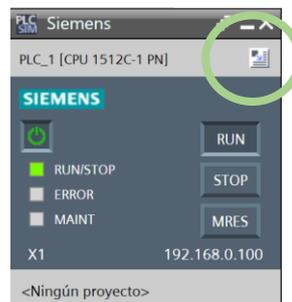


Figura 27: Carga al PLC en marcha. Fuente: [EP]



Y se carga, si no existen errores se abre esta pantalla, para editar datos de la simulación, que, en situación normal, estos datos los proporcionan los TI y TT.

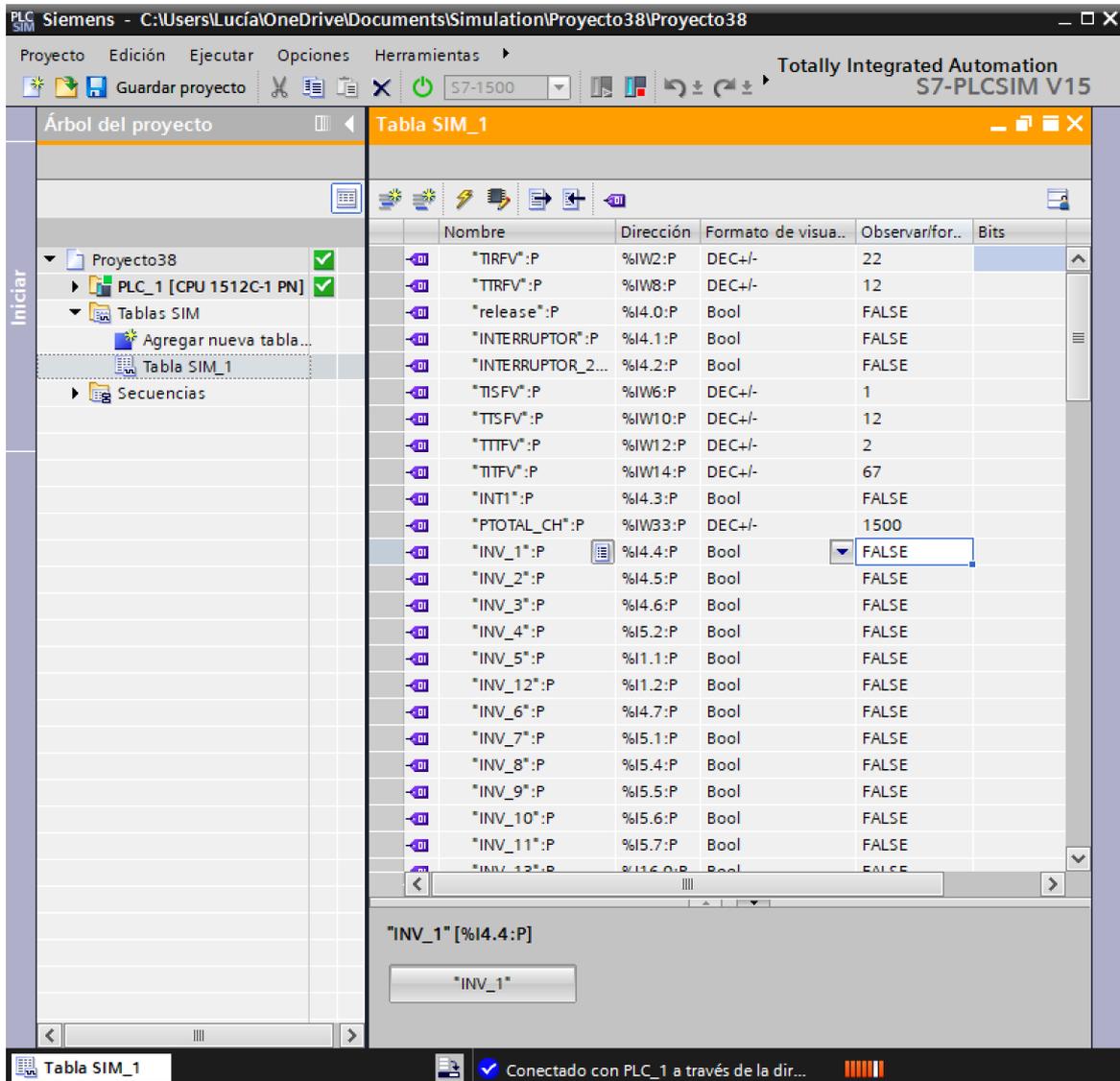


Figura 28: Pantalla de tablas de variable, donde se editan y observan los datos de simulación

Nombre	Dirección	Formato de visual.	Observar...	Bits	Forzar coherente	Comentario
**TIRFV*.P	%IW2.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**TIRFV*.P	%W8.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**int_value*.P	%W0.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
teleset.P	%A.0.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
INTERRUPTOR.P	%A.1.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
INTERRUPTOR_2.P	%A.2.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**TSFV*.P	%W6.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**TSFV*.P	%W10.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**TIFV*.P	%W12.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**TIFV*.P	%W14.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**INT1*.P	%A.3.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**PTOTAL_CH*.P	%W03.P	DEC+/-	0	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_1*.P	%A.4.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_2*.P	%A.5.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_3*.P	%A.6.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_4*.P	%A.2.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_5*.P	%A.1.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_12*.P	%A.12.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_6*.P	%A.7.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_7*.P	%A.1.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_8*.P	%A.4.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_9*.P	%A.5.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_10*.P	%A.6.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_11*.P	%A.7.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_13*.P	%A.16.0.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_14*.P	%A.16.1.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_15*.P	%A.16.2.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_16*.P	%A.16.3.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	
**INV_17*.P	%A.16.4.P	Bool	FALSE	0	<input type="checkbox"/>	

Figura 29: Tabla de variables de simulación vacía.

Una vez editadas estas variables, en los bloques de programa con “el visor de las gafas”, observamos los cambios, si está en verde, se está ejecutando ese segmento de programa.

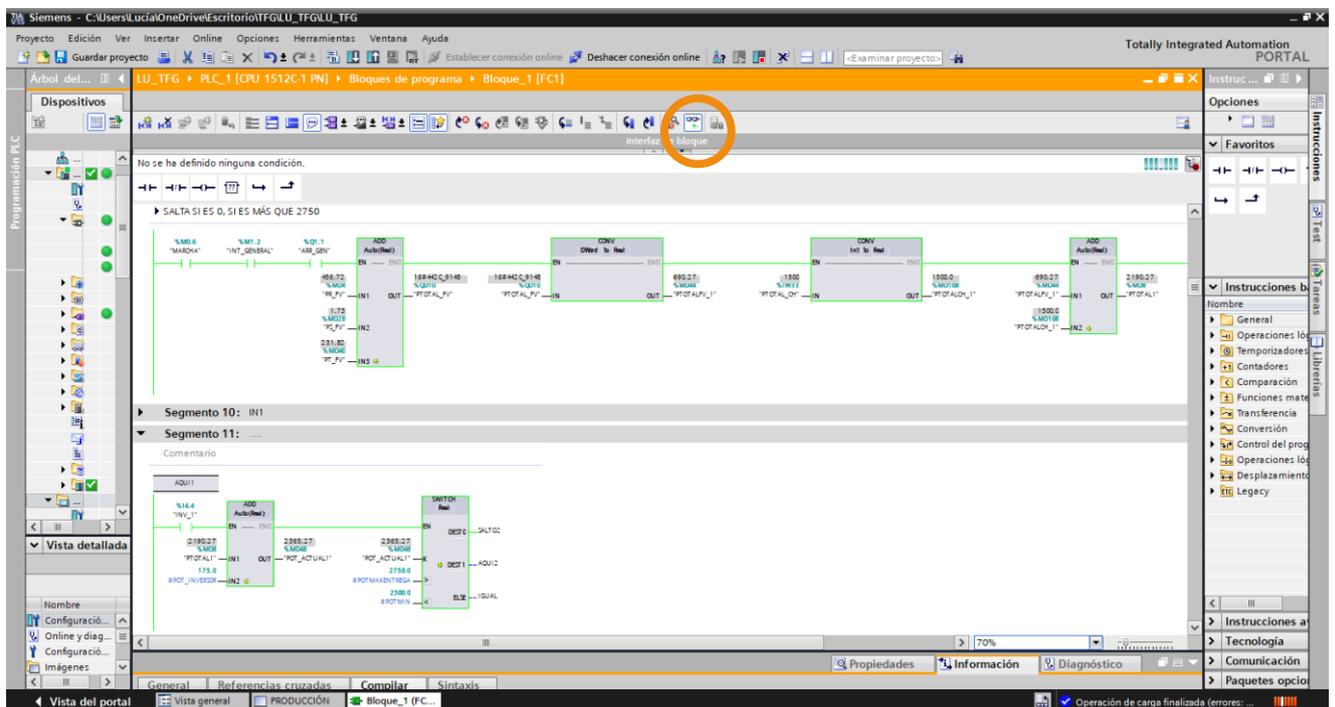


Figura 30: Bloque_1 en simulación

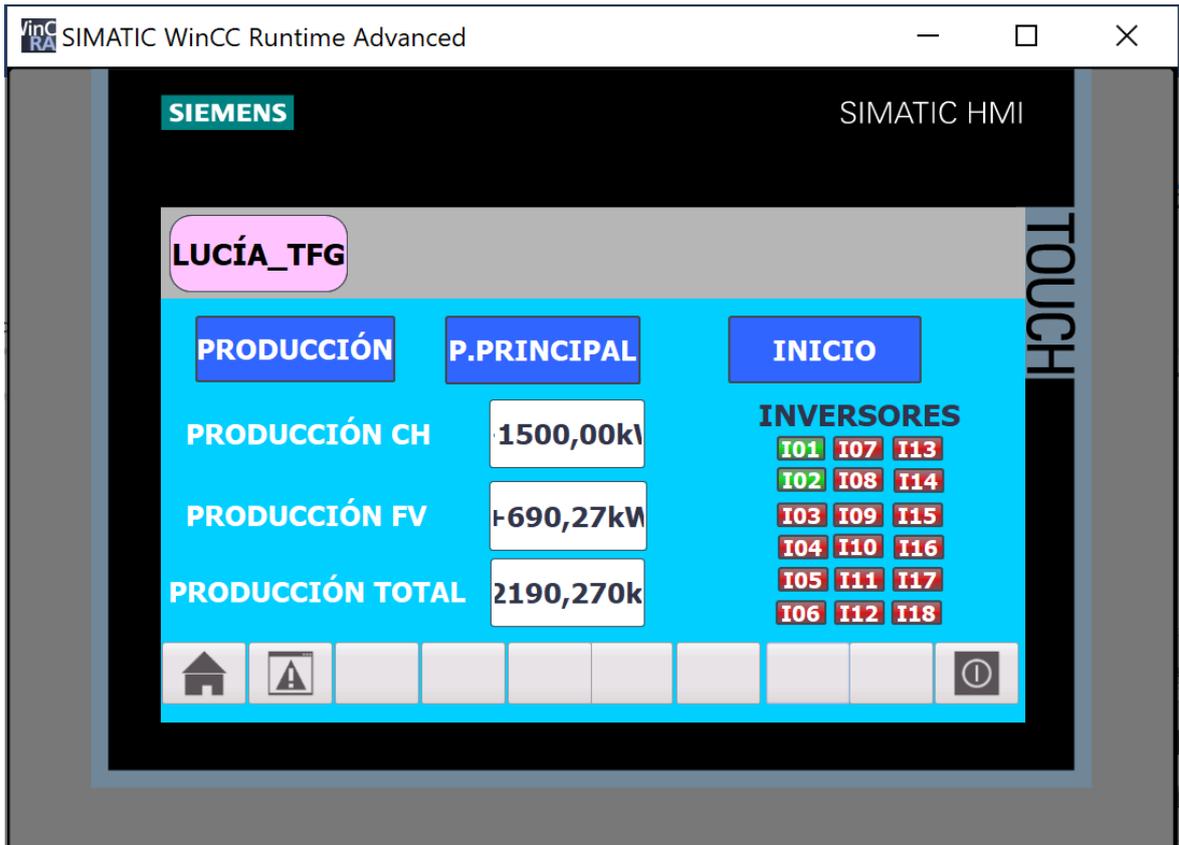


Figura 31: Pantalla de producción en simulación, dos inversores en funcionamiento. Fuente: [Elaboración propia]

En esta Figura se observa que el botón de marcha del HMI esta en verde, es decir manda un 1 a la simulación y se produce el arranque general del sistema, la alarma se apaga.

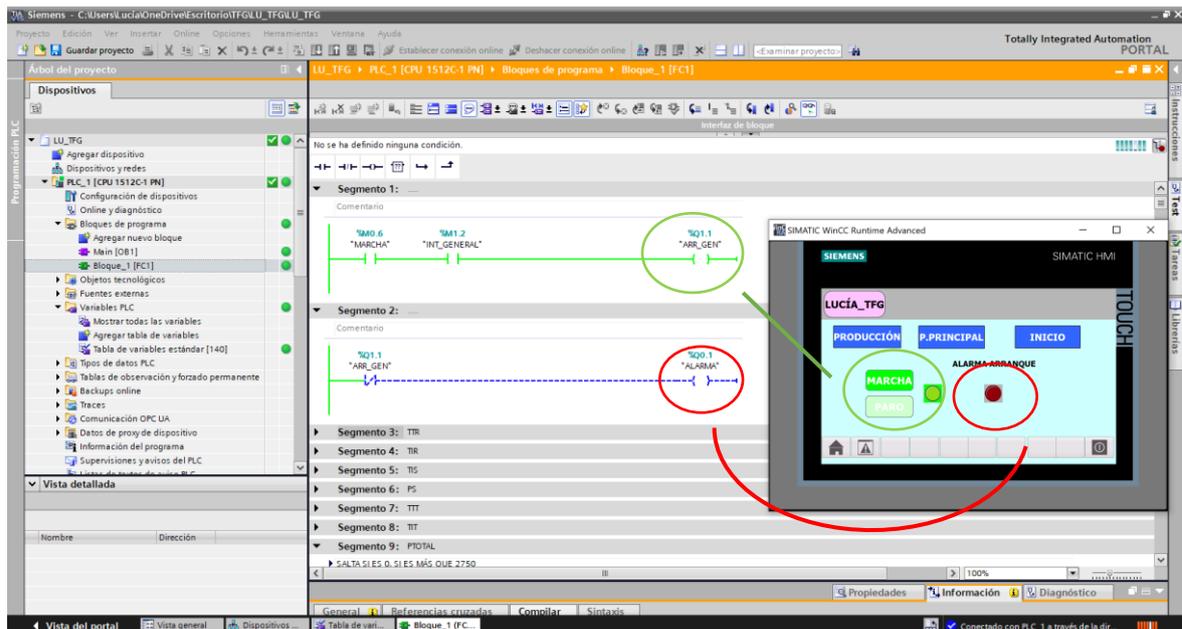


Figura 32: Simulación MARCHA/PARO Fuente: [Elaboración propia Tia Portal]

Caso contrario al anterior, la alarma está encendida porque el sistema no está en MARCHA y no se produce el arranque general del mismo.

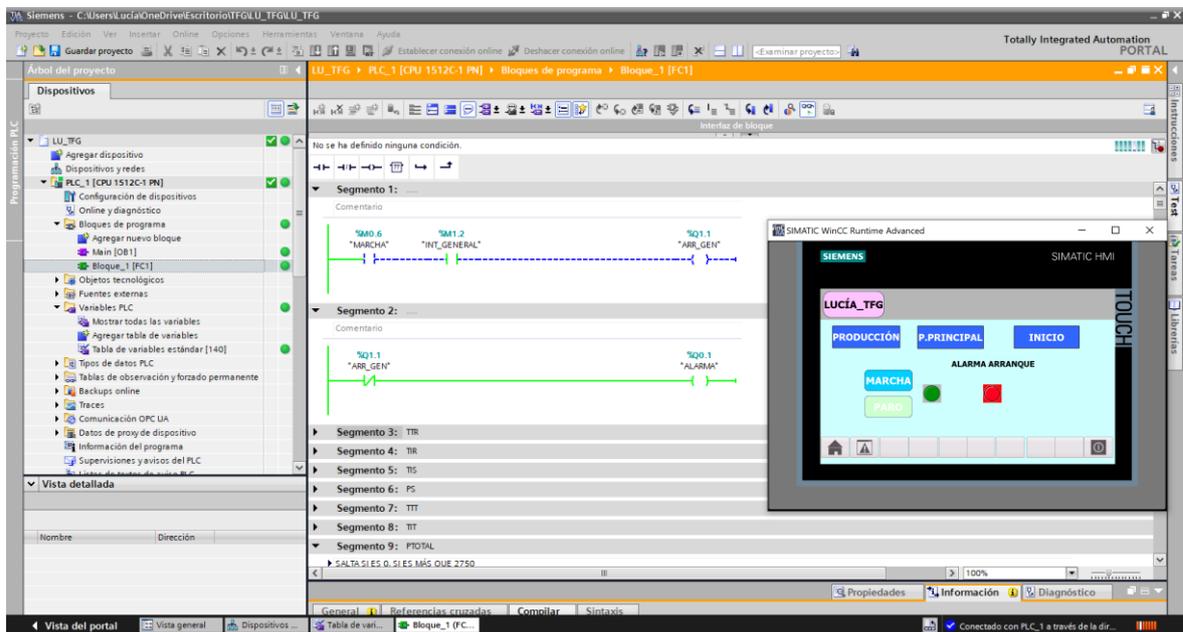
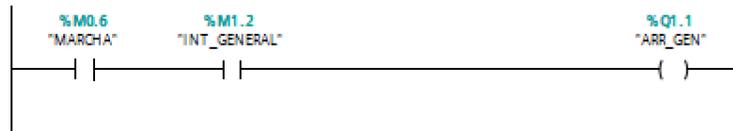


Figura 33: Simulación MARCHA/PARO Fuente: [Elaboración propia Tia Portal]

4.3. PROGRAMA

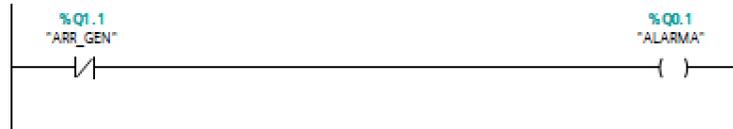
Segmento 1:

Comentario



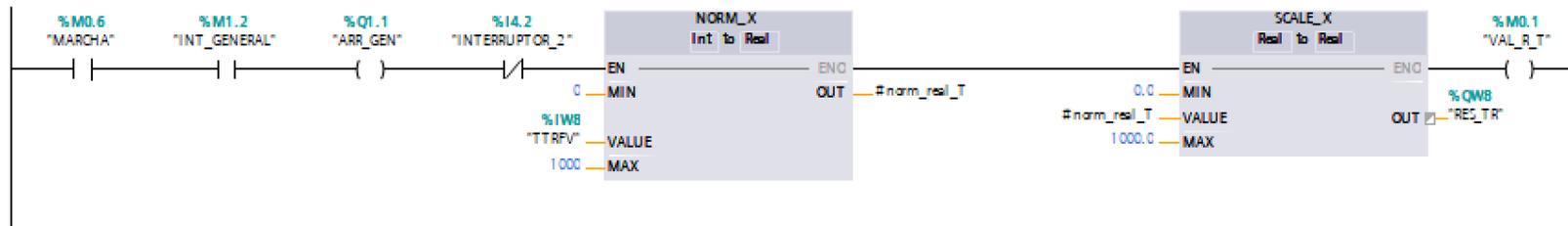
Segmento 2:

Comentario



Segmento 3: TTR

Comentario



El programa se ha realizado con lenguaje KOP, aunque en ocasiones, ante la duda y por falta de experiencia con este lenguaje, el TIA PORTAL tiene una función para cambiar de lenguaje y retornar al original, lo que ha servido de gran ayuda para poder hacer partes de código en lenguaje FUP.

En los SEGMENTOS 1 y 2, se tiene la MARCHA/PARO de la instalación y en caso de que no se cumplan las condiciones de MARCHA se enciende una alarma

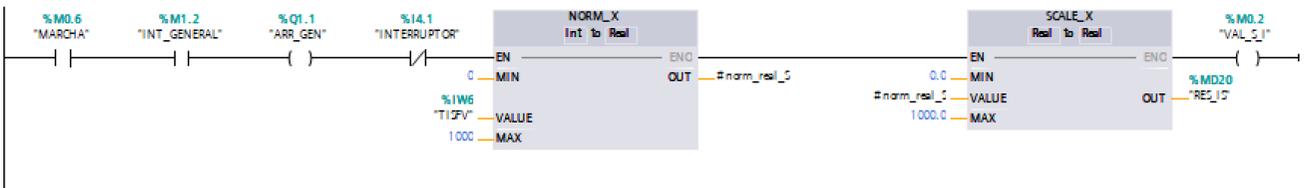
Segmento 4: TIR

Comentario



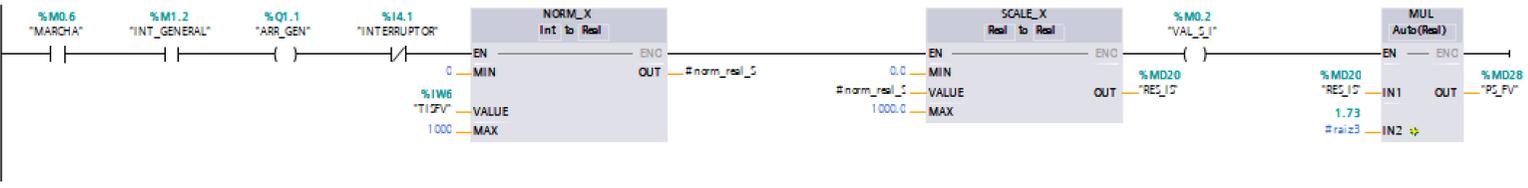
Segmento 5: TIS

Comentario



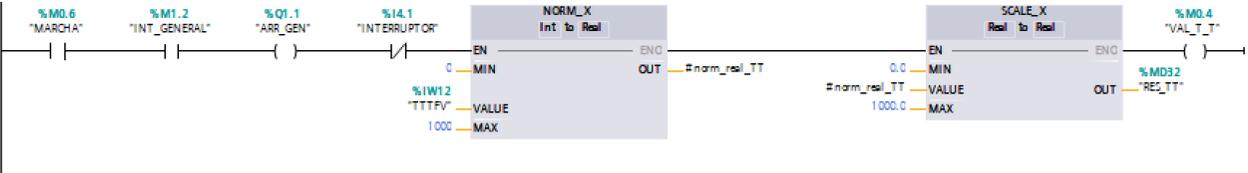
Segmento 6: PS

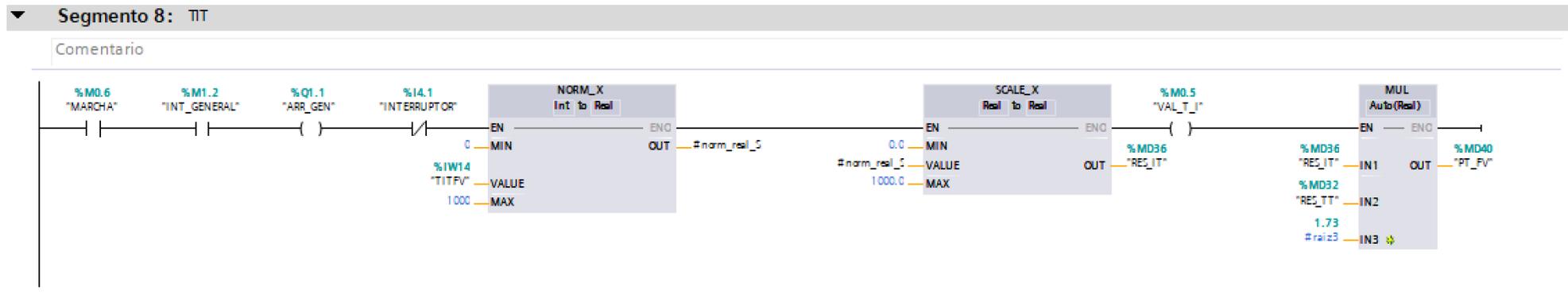
Comentario



Segmento 7: TTT

Comentario

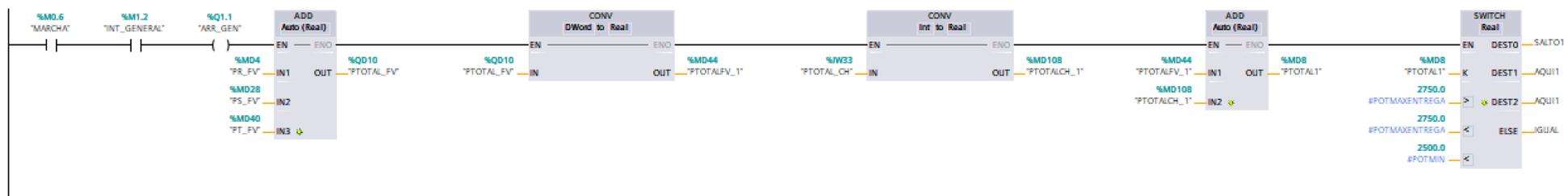




En los SEGMENTOS 3-8 se acondiciona la señal, desde la llegada de los convertidores de señal, que a su vez venían de los TI y TT de las celdas de medida de AT, ubicadas en el CT. También se calcula la potencia, con la simple fórmula de potencia trifásica, metiendo como valor constante la raíz de 3 y siendo el $\cos(\phi) = 1$,

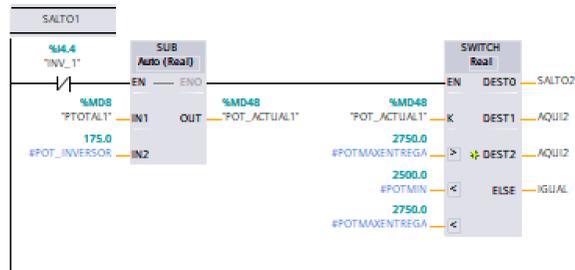
▼ Segmento 9: PTOTAL

▶ SALTA SI ES 0, SI ES MÁS QUE 2750



▼ Segmento 10: IN1

Comentario



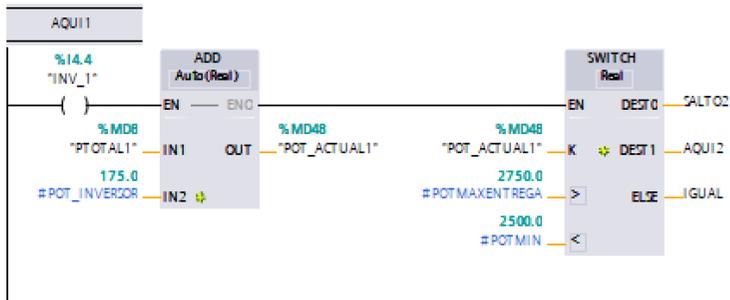
A partir de este momento, desde el SEGMENTO 9-45, el programa es un poco repetitivo, va comparando la señal recibida con la potencia máx permitida de evacuación, que como ya se ha ido repitiendo a lo largo del proyecto es 2.750 kW, en el caso de que sea mayor, se van desconectando inversores, es decir se abre el interruptor del inversor necesario para que no pase la corriente y la producción sea excesiva.

También se compara con la mínima, que se ha determinado en 2.500 kW, y si fuera menor que esta se enciende el inversor que corresponde para mantener el nivel de producción siempre que sea posible en máximos, es decir de 2500-2750 kW.

A la entrada de cada segmento tenemos un contacto de cada inversor, que manda la señal al programa y al HMI, que indica al usuario que está en funcionamiento, o del contrario, que no lo está.

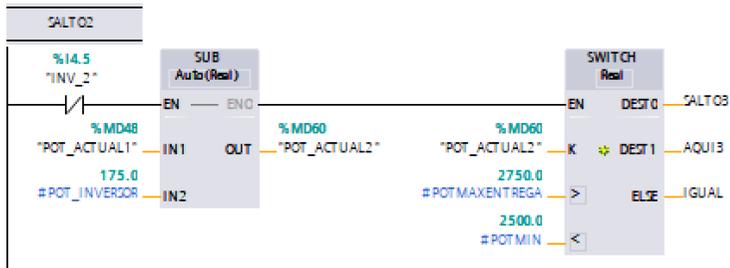
Segmento 11:

Comentario



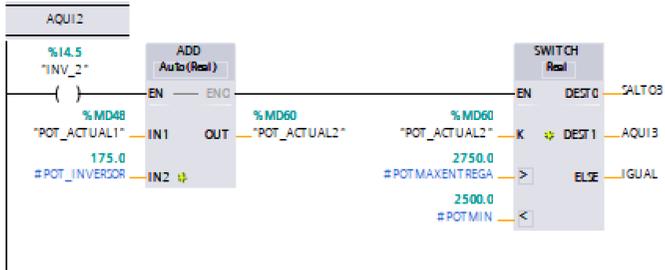
Segmento 12: IN2

Comentario



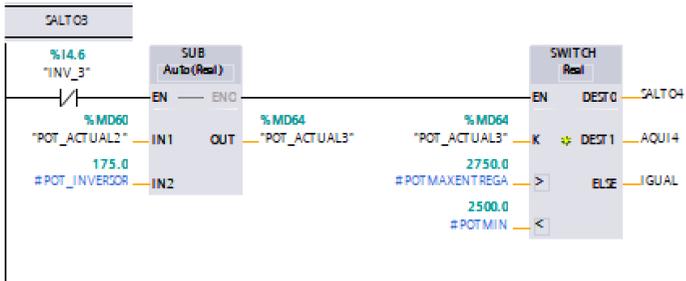
Segmento 13:

Comentario



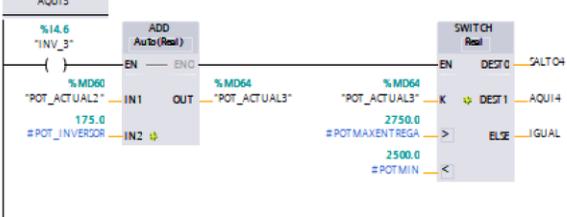
Segmento 14: IN3

Comentario



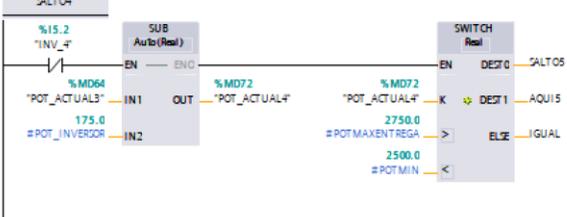
Segmento 15:

Comentario



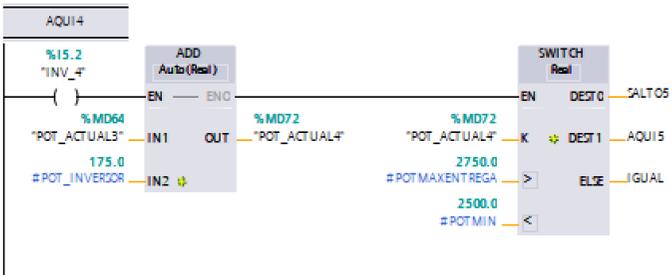
Segmento 16: IN4

Comentario



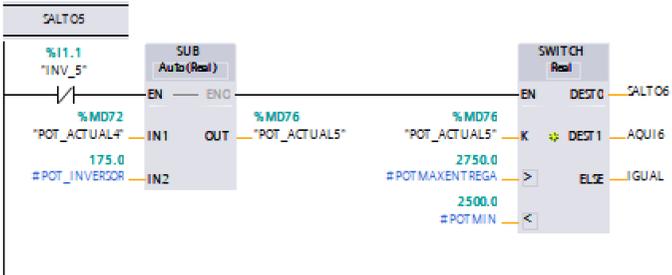
Segmento 17:

Comentario



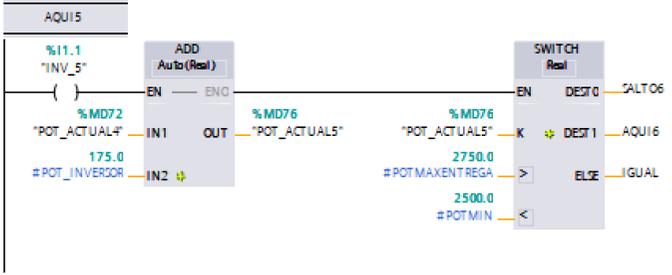
Segmento 18:

Comentario



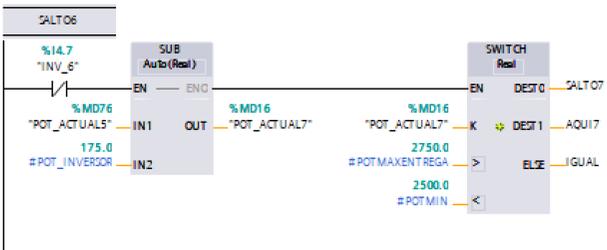
Segmento 19:

Comentario



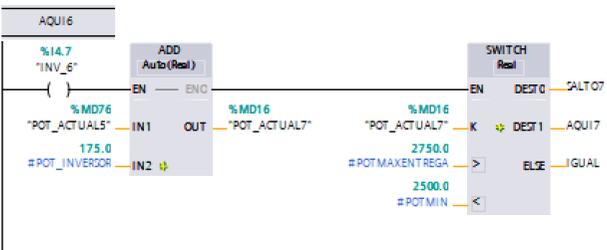
Segmento 20:

Comentario



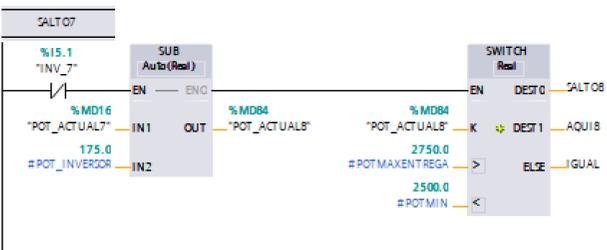
Segmento 21:

Comentario



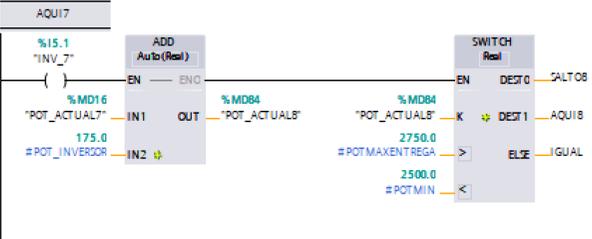
Segmento 22:

Comentario



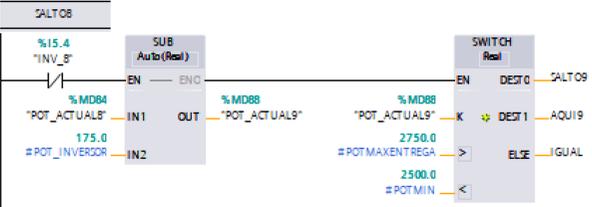
Segmento 23:

Comentario



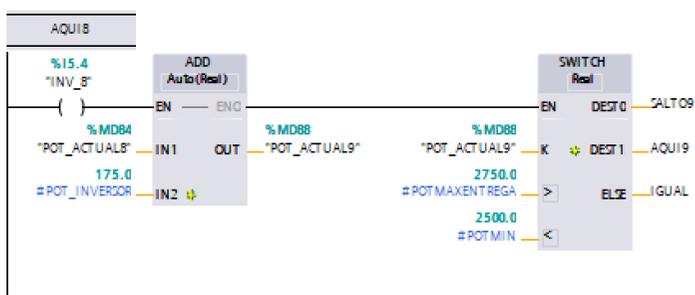
Segmento 24:

Comentario



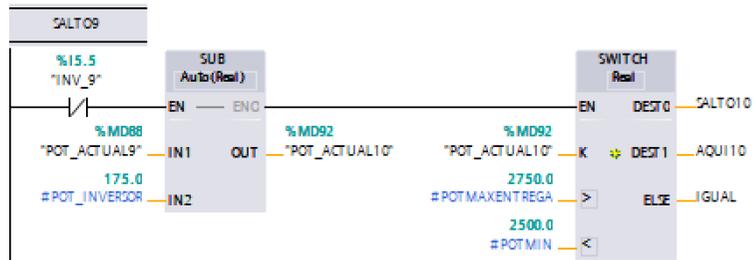
Segmento 25:

Comentario



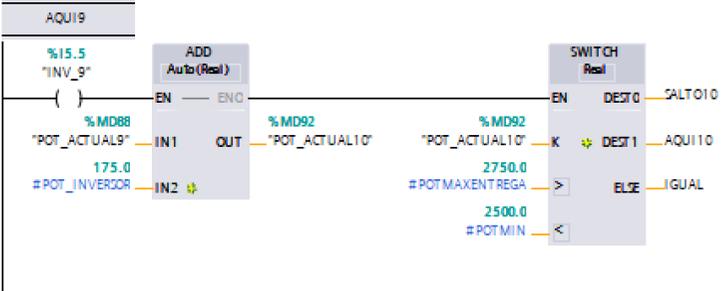
Segmento 26:

Comentario



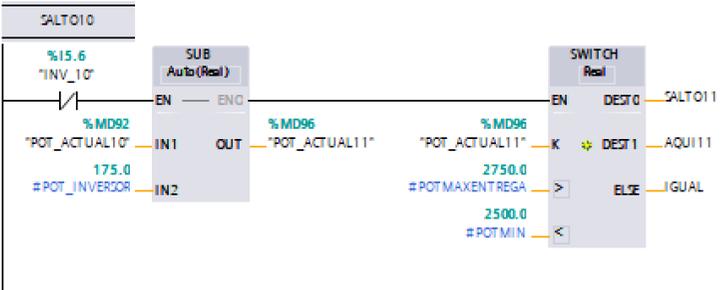
Segmento 27:

Comentario



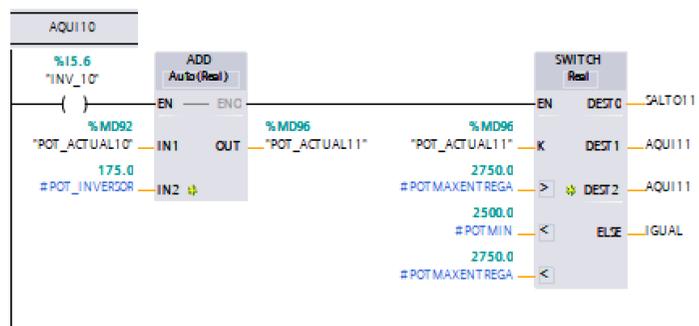
Segmento 28:

Comentario



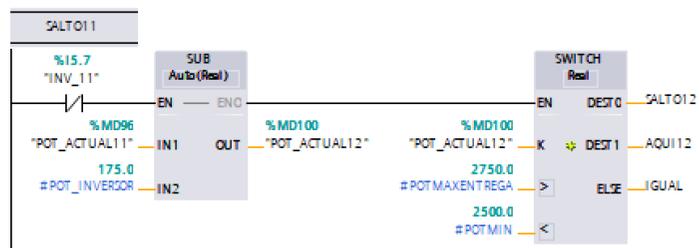
▼ Segmento 29:

Comentario



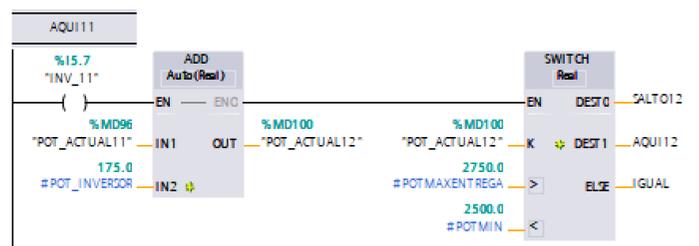
▼ Segmento 30:

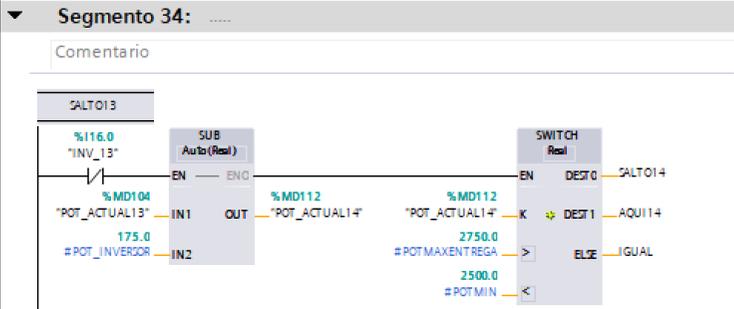
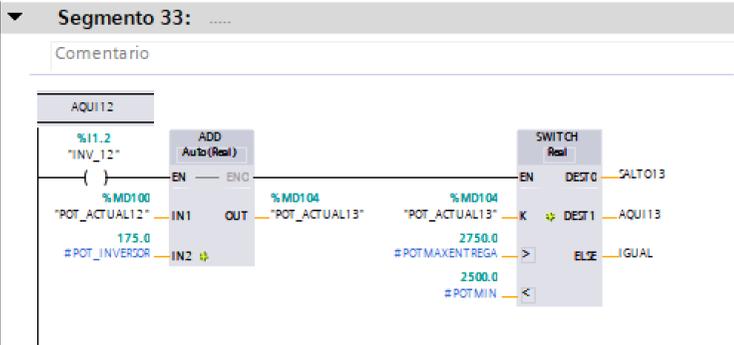
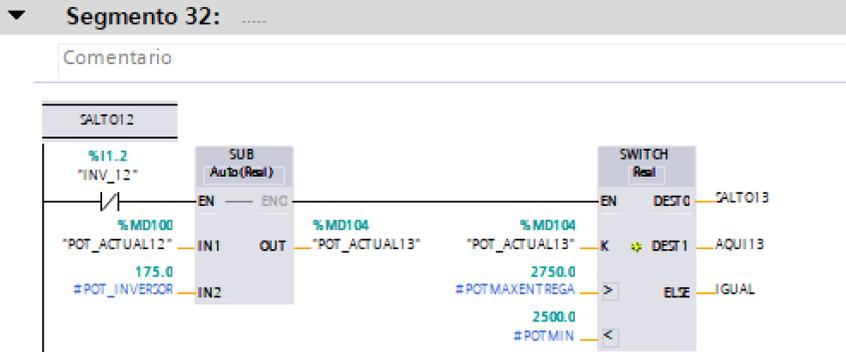
Comentario



▼ Segmento 31:

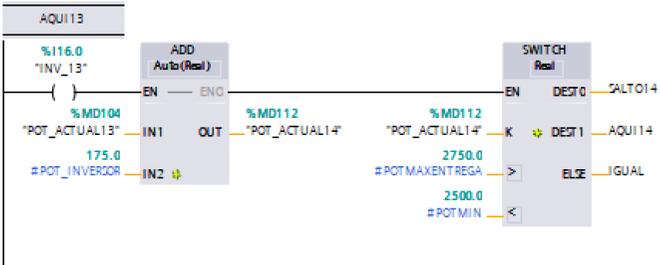
Comentario





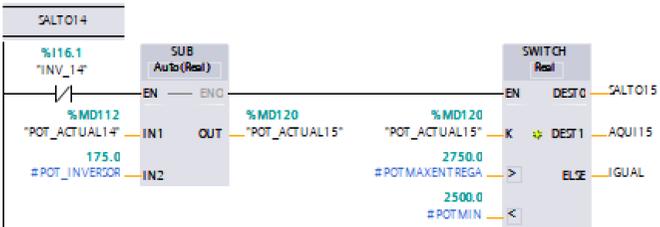
Segmento 35:

Comentario



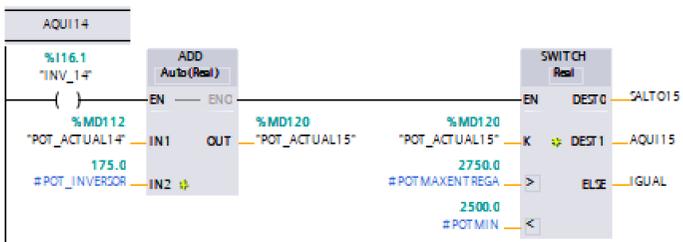
Segmento 36:

Comentario



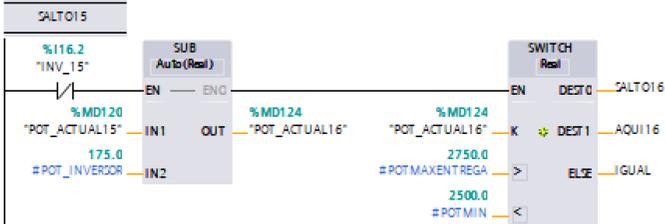
Segmento 37:

Comentario



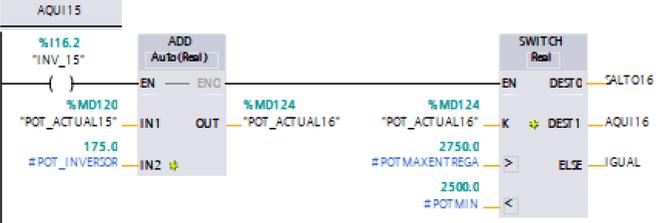
Segmento 38:

Comentario



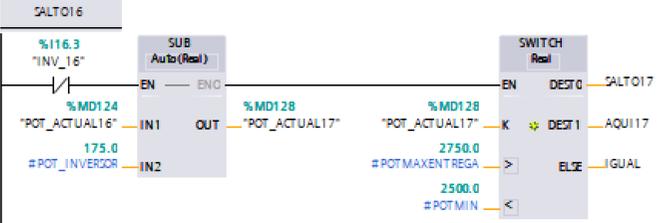
Segmento 39:

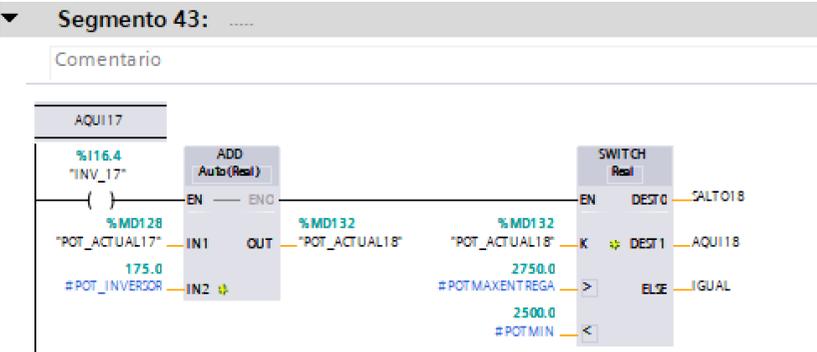
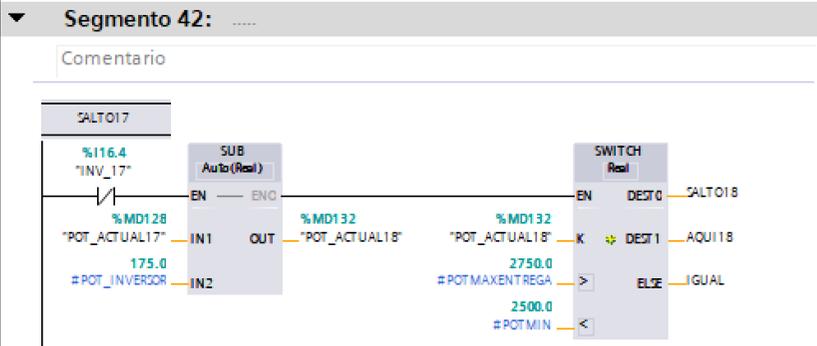
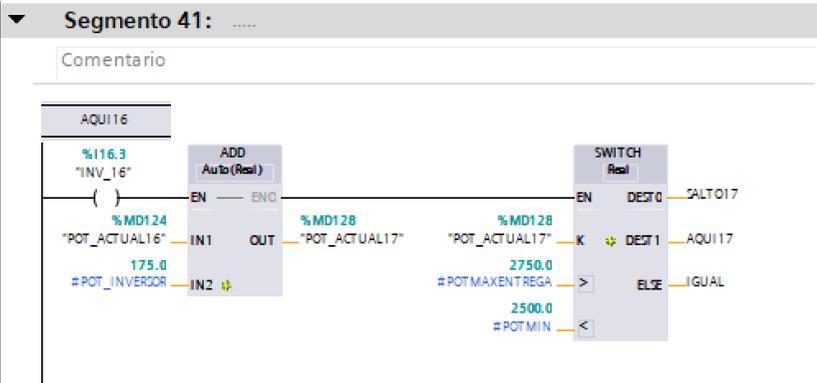
Comentario



Segmento 40:

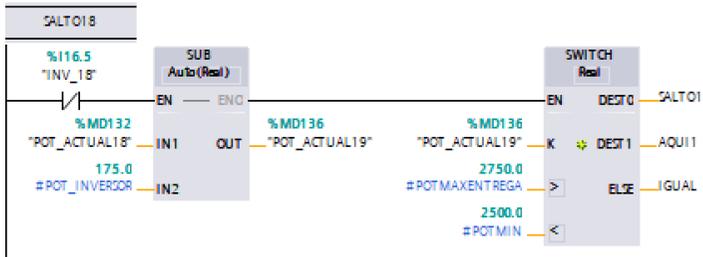
Comentario





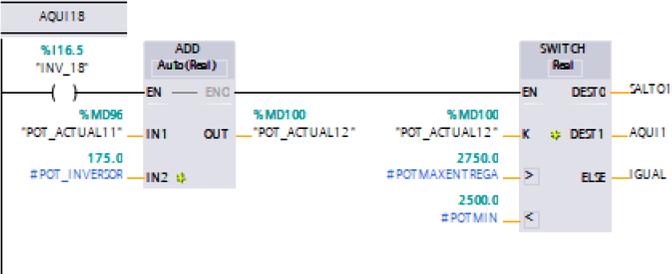
Segmento 44:

Comentario



Segmento 45:

Comentario



Segmento 46:

Comentario



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.

Una vez finalizado el proyecto, y como respuesta al cambio energético que se está produciendo en la actualidad, se implementó de manera sencilla y eficiente el control y la automatización de una hibridación entre dos tipos de energías limpias, controlando mediante los 18 inversores de la instalación solar fotovoltaica la potencia generada que se entrega al punto de conexión.

Esta implementación se llevó a cabo después de definir detalladamente la planta solar FV, cada parte de la instalación, así como de calcular el número de componentes necesarios para la misma y de hacer un estudio de viabilidad energético, en el que se demostró que las plantas eran complementarias energéticamente a lo largo del año, y que sí se podía generar la potencia deseada, la cual se encuentra limitada por las condiciones de evacuación de la autorización existente que cabe recordar era uno de los objetivos del presente proyecto, crear una hibridación entre dos tecnologías complementarias, una de ellas existente y en funcionamiento.

El programa utilizado para llevar a cabo la programación fue Tia Portal, de SIEMENS que además de programar tiene un simulador virtual. Esta elección fue consecuencia de la no disposición de dispositivos físicos. También se ha realizado un sistema SCADA para monitorizar la información deseada, en este caso la potencia de cada planta, y de equipos en funcionamiento como por ejemplo los inversores y alarmas del sistema.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] M. la Para Transición Ecológica Y El Reto Demográfico, “Disposición 17278 del BOE núm. 340 de 2020,” 2020, Accessed: Apr. 08, 2022. [Online]. Available: <https://www.boe.es>
- [2] “Sede Electrónica del Catastro - Consulta y certificación de Bien Inmueble.” <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?UrbRus=R&RefC=24137A201002980000GK&RCCompleta=&pol=201&par=298&MuniAgr=&ZCon=&DescProv=LEON&prov=24&muni=137&DescMuni=LA@ROBLA&TipUR=R&pest=rustica&from=OVCBusqueda&del=24&mun=137> (accessed Apr. 17, 2022).
- [3] “Electrotecnia. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 1: Requisitos generales | INTECO.” <https://www.inteco.org/shop/inte-iec-62109-1-2018-electrotecnia-seguridad-de-los-convertidores-de-potencia-utilizados-en-sistemas-de-potencia-fotovoltaicos-parte-1-requisitos-generales-2343> (accessed Apr. 08, 2022).
- [4] “TR 72M.” [Online]. Available: www.jinkosolar.com
- [5] “DATAHSEET PANEL SOLAR JINKO.” [Online]. Available: www.jinkosolar.com
- [6] “Inversores Solares para Autoconsumo | Pide Presupuesto.” <https://www.sfe-solar.com/inversores-solares-fotovoltaicos/> (accessed Apr. 05, 2022).
- [7] “Inversor solar PVS-175-TL 175 kW.”
- [8] “GUÍA-BT-ANEXO 1 MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN-ANEXOS SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CÓDIGOS IP, IK SIGNIFICADO Y EXPLICACIÓN DE LOS CÓDIGOS IP , IK 1 Introducción”.
- [9] “MINISTERIO DE INDUSTRIA COMERCIO Y TURISMO GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIÓN DE INSTALACIONES INTERIORES PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES”.
- [10] “¿Qué es un centro de transformación? - Montegar- Montajes Eléctricos García.” <https://montegar.es/que-es-un-centro-de-transformacion/> (accessed Apr. 05, 2022).
- [11] “Índice Centros de Transformación.”
- [12] “Índice Centros de Transformación.”
- [13] “Datasheet cgmcosmos switchgear”.

- [14] “Precisión de los transformadores de intensidad - RS ISOLSEC.”
<https://www.rsisolsec.com/es/elegir-un-transformador-de-intensidad/elegir-un-transformador-de-intensidad/precision-de-los-transformadores-de-intensidad/>
(accessed Apr. 17, 2022).
- [15] “CABLE AT GENERAL CABLES.”
- [16] “BOE-A-2007-16478-consolidado”.
- [17] “TI IBERDROLA.”
- [18] “TT IBERDROLA”.
- [19] “Convertidor de corriente - MACX MCR-SL-CAC- 5-I - 2810612 | Phoenix Contact.”
<https://www.phoenixcontact.com/es-es/productos/convertidores-de-corriente-macx-mcr-sl-cac-5-i-2810612> (accessed Apr. 26, 2022).
- [20] “Convertidor de tensión - MACX MCR-VDC - 2906242 | Phoenix Contact.”
<https://www.phoenixcontact.com/es-es/productos/convertidores-de-tension-macx-mcr-vdc-2906242> (accessed Apr. 26, 2022).

2.PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Nº ORDEN	ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS				
1.0	Excavaciones, acondicionamiento del terreno, estudio del mismo...No es objeto de este proyecto	-	-	
TOTAL CAPÍTULO 1			0,00	0,00
CAPÍTULO 2. CAMPO SOLAR				
2.1	Arquetas para instalación eléctrica, cimentación y soportación de paneles FV			
	Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica y cimentación de paneles FV, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, para arqueta de conexión eléctrica. Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la arqueta prefabricada. Ejecución de taladros para conexionado de tubos. Conexionado de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios.	40	186,72	7.468,80
2.2	Ud. Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, de potencia máxima (Wp) 525 Wp, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 12,859 A, eficiencia 21,21%.			
	Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico, monocristalino , para instalación en estructura, marca: JINKOSOLAR, modelo TIGER TR 72M JKM525M-7TL4-V , o similar, potencia máxima (Wp) 525 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 12,859 A, eficiencia 21,21%. Dimensiones 2.206×1.122×35 mm, , peso 28,2 kg, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluye accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico (conector entre placas) para un correcto funcionamiento y cumpliendo el REBT e ITC .	5.239	323,11	1.692.773,29
2.3	Ud. Inversor fotovoltaico, de potencia 175 kW, ABB- FIRMER PVS-175-TL o similar			
	Suministro y montaje de inversor de potencia nominal de hasta 185 kW, sin combinadores ni fusibles, dispone de compartimentos de módulo de potencia y conexiones separados para un intercambio y sustitución rápidos, 12 MPPT y amplio intervalo de tensión de entrada para una máxima productividad de energía. Incluye Interfaz wifi para puesta en marcha y configuración y monitorización y actualización de firmware remotas a través de la plataforma de Aurora Vision. Incluido adecuación del terreno, disposición del conjunto y test de funcionamiento.	18	18.128,11	326.305,98
2.4	SOPORTES			
	Se necesitan unos soportes para el conjunto de paneles fotovoltaicos adecuados a los mismos y al terreno. No son objeto de estudio.	-	-	-
2.5	CABLEADO			
2.5.1	Cable eléctrico unipolar, RZ1-K(AS) 0,6/1kV, o similar, de 50 mm² (CA)			
	Montaje e instalación de cable eléctrico unipolar, MARCA: Miguelez, MODELO: AFIRENAS-X-RZ1-K(AS) 0,6/1 kV o similar, cumple con las normas de construcción (UE) 305/2011 y la norma EN 50575 posee una clasificación de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1, no propagador de incendio y llama y tienen una baja emisión de calor. Cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Totalmente instalado, de acuerdo a REBT.	14.400	13,13	189.072,00

2.5.2	Cable eléctrico unipolar, H1Z2Z2-K o similar, de 10 mm² (CC)			
	Cable unipolar, siendo su tensión asignada de 0,6/1,2 kV, no propagador de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2, con baja emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y baja opacidad de humos. (50% POSITIVO COLOR ROJO Y 50% NEGATIVO COLOR NEGRO)	1.800	5,66	10.188,00
2.6	Caja de conexiones de CC con monitorización hasta 9 strings y parte proporcional de cable bus de control			
	Caja de conexiones de CC con entradas protegidas para la conexión de hasta 9 strings, incluye fusibles, interruptor seccionador de corte en carga con monitorización de string.	2	2.933,87	5.867,74
2.7	Red de Tierras			
2.7.1	Ud. Red de tierra con picas de acero cobreado de 2m de longitud y 14 mm².			
	Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por al menos 20 picas de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno. Incluye: Replanteo, excavación, hincado de picas, colocación del electrodo con la línea de enlace.	3	789,00	2.367,00
2.7.2	Cable conductor desnudo de 50 mm²			
	Suministro e instalación del cable con las picas de terreno de conductor desnudo de 50 mm ²	200	16,65	3.330,00
2.7.3	Ud. Sistema externo de protección frente al rayo, formador por pararrayos tipo punta Franklin, con semiángulo de protección de 25 ° para un nivel de protección 1, colocado en pared o estructura sobre mástil de acero galvanizado y 8 m de altura, y pletina conductora de cobre estañado.			
	Suministro e instalación de sistema externo de protección frente al rayo, formado por pararrayos tipo Franklin, con semiángulo de 25 ° para un nivel de protección 1 según DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad, colocado en pared estructura sobre mástil telescópico de acero galvanizado y 8 m de altura. Incluye soportes, piezas especiales, pletina conductora de cobre estañado, vías de chispas, contador de los impactos de rayos recibidos y toma de tierra con pletina conductora de cobre estañado.	1	3.117,91	3.117,91
TOTAL CAPÍTULO 2:				2.240.490,72

CAPÍTULO 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.1	Ud. Centro de transformación prefabricado, monobloque de hormigón armado, de 4.460x2.380x3.240 mm, ORMAZABAL o similar			
	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado de 4.460x2.380x3.240 mm, apto para contener las celdas de AT, remonte medida y seccionador, así como la aparamenta necesaria.	1	13.942,50	13.942,50
3.2	Puentes de BT			
	Interconexión entre cuadro general de BT y transformador de potencia, lado de BT. Conductor RVK 0,6/1KV DE S=8x1x240 mm ² , Incluye terminales de conexión en cuadro eléctrico y transformador.	3	4.900,00	14.700,00
3.3	Puentes de AT			
	Conexión entre lado de AT del transformador de potencia y celdas de AT MÁS TERMINALES DE CONEXIÓN EN AMBOS EXTREMOS.S CONDUCTOR TIPO 12/20 (24) kV de sección 240 mm ² , de la marca GENERAL DE CABLE, Modelo: HEPRZ1 AL H16	3	810,00	2.430,00

3.4	Transformador de potencia, elevador de tensión. Potencia= 3MVA			
	Transformador de potencia, elevador de tensión, 0,8 /6 kV. Potencia= 3MVA. Conexión Dyn11. Aislamiento por llenado integral de aceite mineral. Marca ORMAZABAL o similar	1	57.866,00	57.866,00
4.5	CGMCOSMOS-CG-S			
	Ud. Celda Protección g ⁹ , interruptor-seccionador CGMCOSMOS-CG-S, prefabricada de aislamiento SF6 o similar, de 24kV de tensión asignada, grado de protección IP65 para los componentes de AT e IP30 para los de baja	1	11.200,00	11.200,00
3.6	CGMCOSMOS-RB-Pt			
	Ud. Celda Remonte CGMCOSMOS-RB-Pt, prefabricada de aislamiento SF6 o similar, de 24kV de tensión asignada.	1	7.200,85	7.200,85
3.7	CGMCOSMOS-M			
	Ud. Celda de medida de 24 kV, compuesta por 3 TT para medida y protección y 3 TI de doble relación primaria y triple secundaria. Contiene bloqueo de puerta por candado	1	10.985,00	10.985,00
TOTAL CAPÍTULO 3				118.324,35
CAPÍTULO 4. CUADRO BT				
4.1	Cuadro LEGRAND para protección eléctrica en BT, según ESQUEMA UNIFILAR y Croquis plano tal,4			
4.1.1	Armario metálico para cuadro eléctrico en BT de medidas 2.425x2235x400 mm, IP55 con puertas metálicas y cerradura. Conteniendo en su interior correctamente instalados y cableados los siguientes elementos:	1	3.299,00	3.299,00
4.1.2	Interruptores automáticos tripolares Vcc=800 V, I=160 A e Icc=36 Ka. Marca: LEGRAND Modelo: DPX3 160/250	18	781,00	14.058,00
4.1.3	Interruptor automático tripolar Vcc=800 V, I=50 A e Icc=36 kA, para protección contra sobretensiones. Marca: LEGRAND	1	340,00	340,00
4.1.4	Interruptor automático tripolar Vcc=800 V, I=3000 A e Icc=36 Ka. Marca: LEGRAND	1	7.400,00	7.400,00
4.1.5	Embarrado general en cobre, tripolar con capacidad de 3.000A, totalmente instalado con los soportes y aislantes adecuados. Marca: LEGRAND	1	1.100,00	1.100,00
4.1.6	Protección contra sobretensiones tripolar, 1,5 kV tipo 2 Marca: DEHN MODELO: CUBEYPV-1000	1	508,56	508,56
TOTAL CAPÍTULO 4:				26.705,56
CAPÍTULO 5. CONTROL				
5.1	Ud. Armario de control			
	Armario de Control en el CT, incluye equipo de telecontrol EKOR	1	6.693,00	6.693,00
5.2	Paquete software			
	Paquete software, con licencias que permitan realizar las tareas de gestión de la planta fotovoltaica y Central Hidráulica, visualización del estado de las plantas, control y telemando + open controller	1	6.963,40	6.963,40
5.3	PLC			
5.3.1	CPU 1512-C	1	4.143,38	4.143,38
5.3.2	MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS			

	Módulo entradas analógicas 16 canales 24Vdc. Ref:6ES7 521-1BH10-0AA0	1	420,00	420,00
5.3.3	MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES			
	Módulo de entradas digitales DI16 x 24V DC. Ref. 6ES7 521-1BH10-0AA0	1	375,00	375,00
5.3.4	MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES			
	Módulo de salidas digitales DQ32 x 24V DC/0,5A; en grupos de 8; 4A por grupo Ref.: 6ES7522-1BL10-0AA0	1	426,86	426,86
5.3.5	MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS			
	Módulo de salidas analógicas AQ4 x U/I 16bits Ref.: 6ES7532-5HD00-0AB0	1	564,21	564,21
5.3.6	MÓDULO DE COMUNICACIONES: CM PtP RS232 HF			
	Módulo de comunicación con interfaz RS-232 (freeport, 3964(R), USS, Modbus); conector hembra Sub-D de 9 pines, 115.2 kbit/s. Ref.: 6ES7541 1AD00 0AB0	1	629,00	629,00
5.4	HMI			
	HMI TP900 Comfort Ref:6AV2124-0JC01-0AX0	1	1.882,00	1.882,00
TOTAL CAPÍTULO 5				22.096,85

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1. TRABAJOS PREVIOS		
Trabajos previos a la instalación, excavaciones, acondicionamiento del terreno	TOTAL CAPÍTULO 1	0,00
CAPÍTULO 2. CAMPO SOLAR		
Dispositivos y conductor necesarios para realizar la instalación solar FV	TOTAL CAPÍTULO 2:	2.240.490,72
CAPÍTULO 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
Elementos que componen el CT: Celdas de AT, Transformador de potencia...	TOTAL CAPÍTULO 3	118.324,35
CAPÍTULO 4. CUADRO BT		
Elementos que componen el cuadro de BT, protecciones, automáticos..	TOTAL CAPÍTULO 4:	26.705,56
CAPÍTULO 5. CONTROL		
PLC y sus componentes, y HMI	TOTAL CAPÍTULO 5	22.096,85
		<hr/>
	SUBTOTAL	2.407.617,48
	16,00 % Gastos Generales	385.218,80
	10,00 % Beneficio	240.761,75
		<hr/>
	SUBTOTAL MATERIAL, MANO DE OBRA, GG Y BI	3.033.598,02
		<hr/>
	21,00 % I.V.A	637.055,59
		<hr/>
	TOTAL PRESUPUESTO	3.670.653,61

El total del presupuesto asciende a TRES MILLONES SEISCIENTOS SETENTA MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS. (3.670.653,61)

3. PLIEGO DE CONDICIONES.

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1. CONDICIONES GENERALES

El objeto del presente pliego es la ordenación de las condiciones facultativas, técnicas, económicas y legales que han de regir durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto.

La obra ha de ser ejecutada conforme a lo establecido en los documentos que conforman el presente proyecto, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato y las ordenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa de la obra, bien oralmente o por escrito. Cualquier modificación en obra, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada.

Se acometerán los trabajos cumpliendo con lo especificado en el apartado de condiciones técnicas de la obra y se emplearán materiales que cumplan con lo especificado en el mismo. Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente especialmente a la de obligado cumplimiento.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos

Tanto la Contrata como a Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Podrán ser causas suficientes para la rescisión de contrato las que a continuación se detallan:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificaciones sustanciales del Proyecto que conlleven la variación en un 50 % del Presupuesto contratado.
- No iniciar la obra en el mes siguiente a la fecha convenida.
- Suspender o abandonar la ejecución de la obra de forma injustificada por un plazo superior a dos meses.
- No concluir la obra en los plazos establecidos o aprobados.
- Incumplimiento de las condiciones de contrato, proyecto en ejecución o determinaciones establecidas por parte de la Dirección Facultativa.

- Incumplimiento de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el trabajo.

Durante la totalidad de la obra se seguirá lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Orden de 1 de septiembre de 1992, por la que se establecen normas reguladoras para la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental al proceso de concentración parcelaria.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- RD 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- RD 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.
- RD 1110/2007, de 24 de agosto, en el que se aprueba el Reglamento de puntos de medida del sistema eléctrico.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- RD 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de la Robla, donde se ejecuta la obra, la ordenanza municipal ya nombrada anteriormente en el proyecto: "Norma Urbanística Municipal", aprobada el 24 de enero 2003.
- Normas específicas de la compañía suministradora, Iberdrola en el caso del presente proyecto.
- Orden 1977, de 23 de mayo, Reglamento de Aparatos Elevadores para obras.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, Prevención de riesgos laborales.

- RD 485/1997, de 14 de abril, Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/1997, de 14 de abril, Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Y demás normas ya contempladas en el presente documento.

1.2. CONDICIONES FACULTATIVAS

1.2.1. AGENTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

1.2.1.1. PROMOTOR

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsar, programar y financiar, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación objeto de este proyecto.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar 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.

1.2.1.2. CONTRATISTA

El contratista tiene el compromiso de ejecutar las obras con 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 el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

Son obligaciones del contratista:

La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato.

- Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra, tendrá la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra y permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra.

El jefe de obra deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa y firmar en el libro de órdenes, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.

- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud.
- Designar al vigilante de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra y velar por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de seguridad y salud.

1.3. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y POSIBLES PRÓRROGAS

En caso de que las obras no se pudieran iniciar o terminar en el plazo previsto como consecuencia de una causa mayor o por razones ajenas al Contratista, se le otorgará una prórroga previo informe favorable de la Dirección Facultativa. El Contratista explicará la

causa que impide la ejecución de los trabajos en los plazos señalados, razonándolo por escrito.

La prórroga solo podrá solicitarse en un plazo máximo de un mes a partir del día en que se originó la causa de esta, indicando su duración prevista y antes de que la contrata pierda vigencia. En cualquier caso, el tiempo prorrogado se ajustará al perdido y el Contratista perderá el derecho de prórroga si no la solicita en el tiempo establecido.

1.4. MEDIOS HUMANOS Y MATERIALES EN OBRA

Cada una de las partidas que compongan la obra se ejecutarán con personal adecuado al tipo de trabajo de que se trate, con capacitación suficientemente probada para la labor a desarrollar. La Dirección Facultativa, tendrá la potestad facultativa para decidir sobre la adecuación del personal al trabajo a realizar.

Las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra que se realicen para cerciorarse de que los materiales y unidades de obra se encuentran en buenas condiciones y están sujetas al Pliego, serán efectuadas cuando se estimen necesarias por parte de la Dirección Facultativa y en cualquier caso se podrá exigir las garantías de los proveedores. El transporte, descarga, acopio y manipulación de los materiales será responsabilidad del Contratista.

1.5. INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

El proyecto, consecución de permisos, construcción o instalación, conservación, mantenimiento, desmontaje, demolición y retirada de las instalaciones, obras o medios auxiliares de obra necesarias y suficientes para la ejecución de esta, serán obligación del Contratista y correrán a cargo del mismo. De igual manera, será responsabilidad del contratista, cualquier avería o accidente personal que pudiera ocurrir en la obra por insuficiencia o mal estado de estos medios o instalaciones.

El Contratista instalará una oficina dotada del mobiliario suficiente, donde la Dirección Facultativa podrá consultar la documentación de la obra y en la que se guardará una copia completa del proyecto visada por el Colegio Oficial, el libro de órdenes, libro de incidencias según RD 1627/97, libro de visitas de la inspección de trabajo, copia de la licencia de obras y copia del plan de seguridad y salud.

1.6. SUBCONTRATAS

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento del Promotor y 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.

1.7. RELACIÓN CON LOS AGENTES INTERVINIENTES EN LA OBRA

El orden de ejecución de la obra será determinado por el Contratista, excepto cuando la dirección facultativa crea conveniente una modificación de estos por razones técnicas en cuyo caso serán modificados sin contraprestación alguna.

El contratista estará dispuesto a lo necesario por parte de la dirección de la obra y cumplirá sus indicaciones en todo momento, no cabiendo reclamación alguna, en cualquier caso, el contratista puede manifestar por escrito su disconformidad y la dirección firmará el acuse de recibo de la notificación.

En aquellos casos en que el contratista no se encuentre conforme con decisiones económicas adoptadas por la dirección de la obra, este lo pondrá en conocimiento de la propiedad por escrito, haciendo llegar copia de esta a la Dirección Facultativa.

1.8. DEFECTOS DE OBRA

El Contratista será responsable hasta la recepción de la obra de los posibles defectos o desperfectos ocasionados durante la misma.

En caso de que la Dirección Facultativa, durante las obras o una vez finalizadas, observara vicios o defectos en trabajos realizados, materiales empleados o aparatos que no cumplan con las condiciones exigidas, tendrá el derecho de mandar que las partes afectadas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, antes de la recepción de la obra y a costa de la contrata.

De igual manera, los desperfectos ocasionados en fincas colindantes, vía pública o a terceros por el Contratista o subcontrata del mismo, serán reparados a cuenta de éste, dejándolas en el estado que estaban antes del inicio de las obras.

2. DIRECCIÓN FACULTATIVA

2.1. PROYECTISTA

Es el encargado por el promotor para redactar el proyecto de ejecución de la obra con sujeción a la normativa vigente y a lo establecido en contrato.

Será encargado de realizar las copias de proyecto necesarias y visarlas en el colegio profesional correspondiente.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales o documentos técnicos, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2.2. DIRECTOR DE LA OBRA

Forma parte de la Dirección Facultativa, dirige el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

2.2.1. DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Forma parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

3. DOCUMENTACIÓN DE OBRA

En obra se conservará una copia íntegra y actualizada del proyecto para la ejecución de la obra que estará a disposición de todos los agentes intervinientes en la misma.

Tanto las dudas que pueda ofrecer el proyecto al contratista como los documentos con especificaciones incompletas se pondrán en conocimiento de la Dirección Facultativa tan pronto como fueran detectados con el fin de estudiar y solucionar el problema. No se procederá a realizar esa parte de la obra, sin previa autorización de la Dirección Facultativa. La existencia de contradicciones entre los documentos integrantes de proyecto o entre proyectos complementarios dentro de la obra se salvará atendiendo al criterio que establezca el director de Obra no existiendo prelación alguna entre los diferentes documentos del proyecto.

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación en su caso de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación adjuntará el Promotor el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación y aquellos datos requeridos según normativa para conformar el Libro del Edificio que será entregado a los usuarios finales del edificio.

3.1. REPLANTEO Y ACTA DE REPLANTEO

El Contratista deberá consentir todos los cambios y replanteos de la obra, y se deberán comunicar con plazo suficiente para obtener el material, y realizar un acta de replanteo o cambios necesarios.

3.2. LIBRO DE ÓRDENES

El director de Obra facilitará al Contratista al comienzo de la obra de un libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias que se mantendrá permanente en obra a disposición de la Dirección Facultativa.

En el libro se anotarán:

- Las contingencias que se produzcan en la obra y las instrucciones de la Dirección Facultativa para la correcta interpretación del proyecto.
- Las operaciones administrativas relativas a la ejecución y la regulación del contrato.
- Las fechas de aprobación de muestras de materiales y de precios nuevos o contradictorios.
- Anotaciones sobre la calidad de los materiales, cálculo de precios, duración de los trabajos, personal empleado...
- Las hojas del libro serán foliadas por triplicado quedando la original en poder del director de Obra, copia para el director de la Ejecución y la tercera para el contratista.

La Dirección facultativa y el Contratista, deberán firmar al pie de cada orden constatando con dicha firma que se dan por enterados de lo dispuesto en el Libro.

4. RECEPCIÓN DE LA OBRA

- La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor 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.
- La recepción deberá realizarse dentro de los 30 días siguientes a la notificación al promotor del certificado final de obra emitido por la Dirección Facultativa y consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar: las partes que intervienen, la fecha del certificado final de la obra, el coste final de la ejecución material de la obra, la declaración de 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 y las garantías que en su caso se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

- Una vez subsanados los defectos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.
- El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. El rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.
- La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos los 30 días el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.
- El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.
- El Contratista deberá dejar el edificio desocupado y limpio en la fecha fijada por la Dirección Facultativa, una vez que se hayan terminado las obras.
- El Propietario podrá ocupar parcialmente la obra, en caso de que se produzca un retraso excesivo de la Recepción imputable al Contratista, sin que por ello le exima de su obligación de finalizar los trabajos pendientes, ni significar la aceptación de la Recepción.

4.1. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

- El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

- Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores.) 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.
- 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 aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

5. GARANTÍA

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

5.1. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

6. PLAZOS

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

7. ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS, MATERIALES Y EJECUCION

Se describen en este apartado las características que deben reunir los materiales, las técnicas y los procesos constructivos a emplear en obra, así como los criterios de aceptación y rechazo.

7.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Engloba todas las operaciones necesarias para que el terreno adquiera las cotas y superficies definidas en el proyecto. Dichas actividades son excavación en vaciado, excavación de pozos y zanjas para albergar los elementos de cimentación e instalaciones, explanación y estabilización de taludes

7.2. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

7.2.1. PANELES FOTOVOLATAICOS.

- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones ya mencionadas anteriormente como **UNE-EN 61215**
- 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.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.

7.2.2 INVERSORES

- Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

7.2.3. CABLEADO

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- 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 de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

8. CONEXIONADO A RED

Se deberá cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículos 8 y 9) sobre conexión de 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.

8.1 MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

9. CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Llevarán la marca AENOR todos los conductores, mecanismos, aparatos, cables y accesorios. Los contadores dispondrán de distintivo MICT. Los instaladores serán profesionales cualificados con la correspondiente autorización.

Se comprobará la situación de los elementos que componen la instalación, que el trazado sea el indicado en proyecto, dimensiones, distancias a otros elementos, accesibilidad, funcionabilidad, y calidad de los elementos y de la instalación.

Finalmente se harán pruebas de servicio comprobando la sensibilidad de interruptores diferenciales y su tiempo de disparo, resistencia al aislamiento de la instalación, la tensión de defecto, la puesta a tierra, la continuidad de circuitos, que los puntos de luz emiten la iluminación indicada, funcionamiento de motores y grupos generadores. La tensión de contacto será menor de 24 V o 50 V, según sean locales húmedos o secos.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Dimensiones de caja general de protección: $\pm 1\%$
- Enrase de tapas con el pavimento: $\pm 0,5$ cm.
- Acabados del cuadro general de protección: ± 2 mm
- Profundidad del cable conductor de la red de tierra: -10 cm.

Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

10. CONDICIONES ECONOMICAS

El Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, cuando hayan sido realizados de acuerdo con el Proyecto, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección y a las Condiciones generales y particulares del pliego de condiciones.

10.1. FIANZAS Y SEGUROS

A la firma del contrato, el Contratista presentara las fianzas y seguros obligados a presentar por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor 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.

10.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y SANCIONES POR RETRASOS

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.

La indemnización por retraso en la terminación de las obras, se establecerá por cada día natural de retraso desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato. El importe resultante será descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza. El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el Proyecto, alegando un retraso de los pagos.

10.3. PRECIOS

10.3.1. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Los precios contradictorios se originan como consecuencia de la introducción de unidades o cambios de calidad no previstas en el Proyecto por iniciativa del Promotor o la Dirección Facultativa. El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización de dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

El Contratista establecerá los descompuestos, que deberán ser presentados y aprobados por la Dirección Facultativa y el Promotor antes de comenzar a ejecutar las unidades de obra correspondientes.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

10.4. 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 del Promotor el importe que supere este porcentaje.

10.5. CERTIFICACIÓN Y ABONO

Las obras se abonarán a los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto contratado para cada unidad de obra, tanto en las certificaciones como en la liquidación final.

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 en los precios, se considerarán como si fuesen contradictorios.

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.

Las certificaciones 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.

El Promotor 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.

11. GARANTÍA

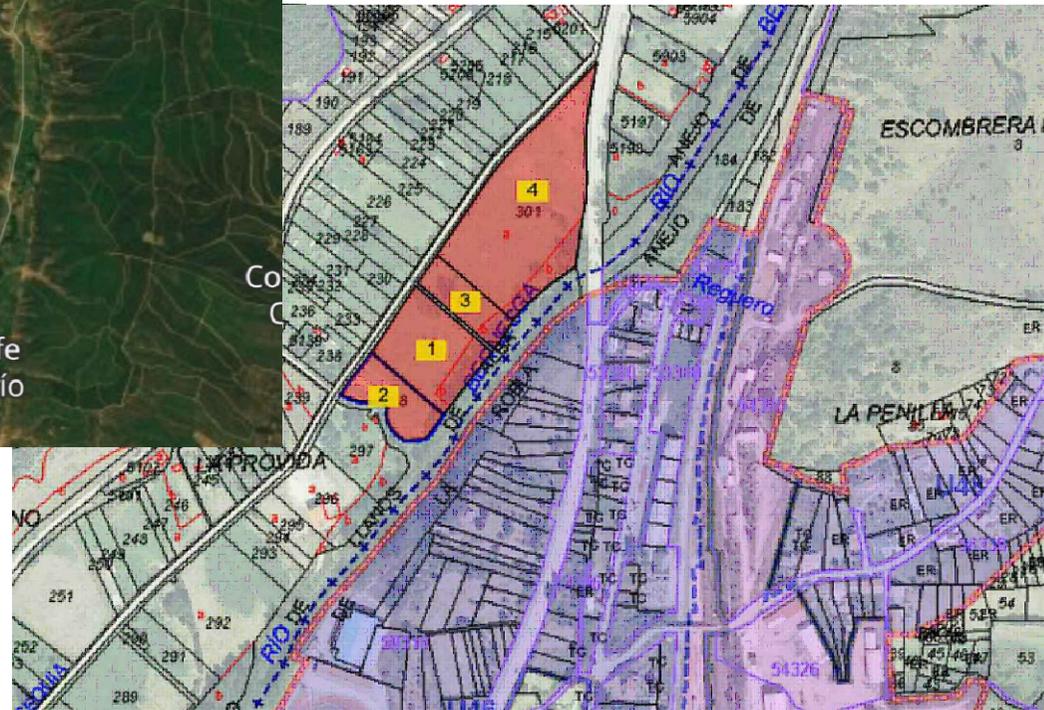
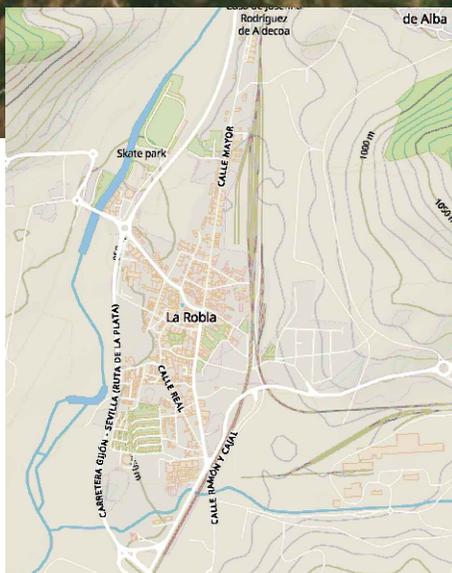
La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

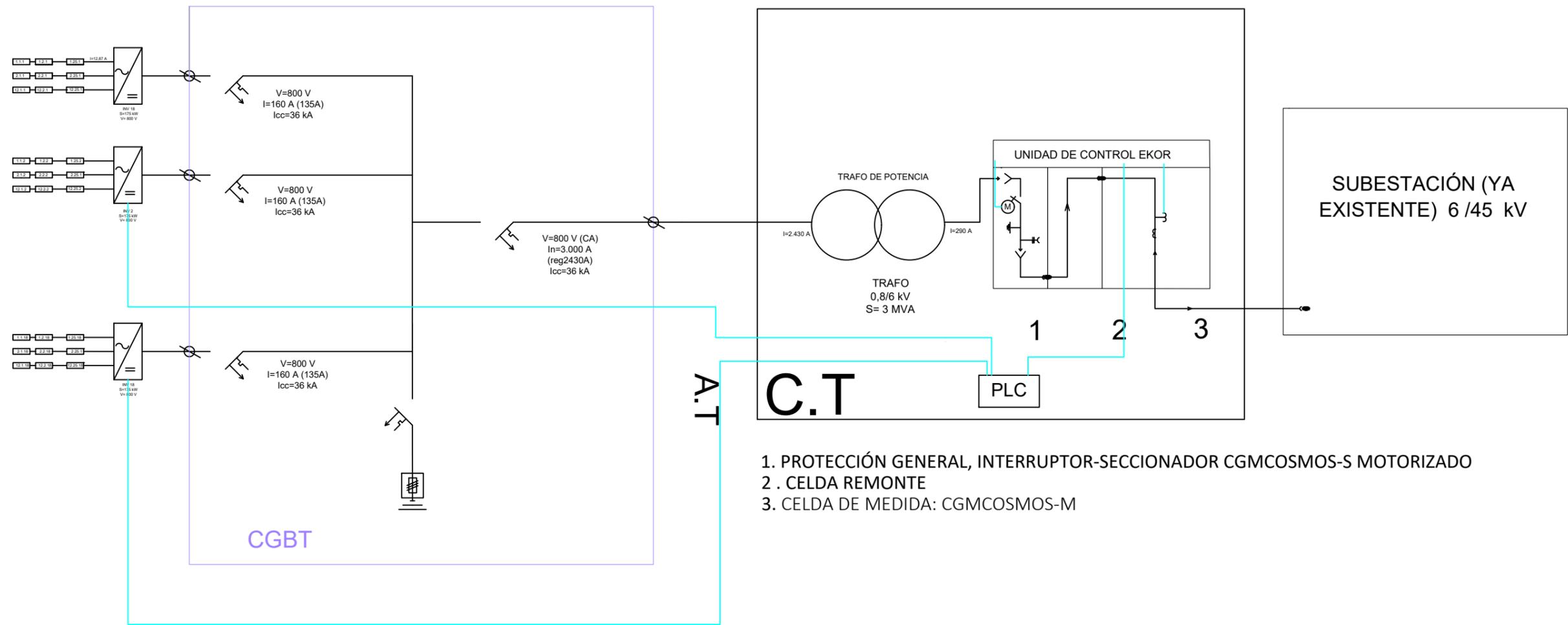
Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

4. PLANOS

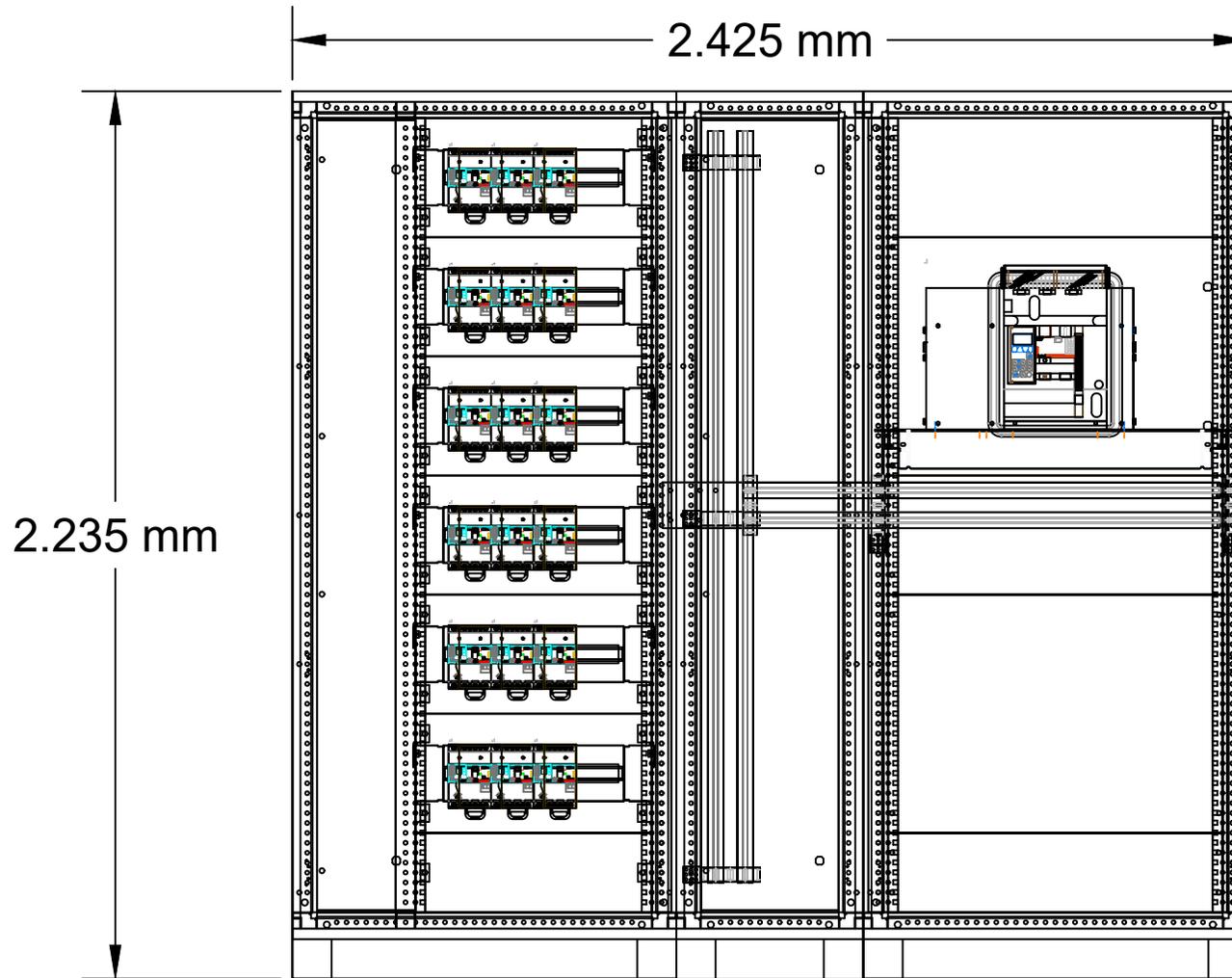


UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROSPAZIAL		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE HIBRIDACIÓN DE C. HIDROELÉCTRICA EXISTENTE CON PLANTA SOLAR FV	
PLANO: LOCALIZACIÓN	ESCALA: N/E	FECHA: JULIO 2022	Nº PLANO: 1
ALUMNO: LUCÍA DUARTE GARCÍA DE CELIS		TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y ATOMÁTICA	



- 1. PROTECCIÓN GENERAL, INTERRUPTOR-SECCIONADOR CGMCOSMOS-S MOTORIZADO
- 2 . CELDA REMONTE
- 3. CELDA DE MEDIDA: CGMCOSMOS-M

UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE HIBRIDACIÓN DE C. HIDROELÉCTRICA EXISTENTE CON PLANTA SOLAR FV	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN	ESCALA: N/E	FECHA: JULIO 2022	Nº PLANO: 2
ALUMNO: LUCÍA DUARTE GARCÍA DE CELIS		TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y ATOMÁTICA	



UNIVERSIDAD DE LEÓN

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL

PROYECTO:

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE HIBRIDACIÓN DE C.
HIDROELÉCTRICA EXISTENTE CON PLANTA SOLAR FV

PLANO:

VISTA FRONTAL ARMARIO CUADRO BAJA TENSIÓN

ESCALA:

N/E

FECHA:

JULIO 2022

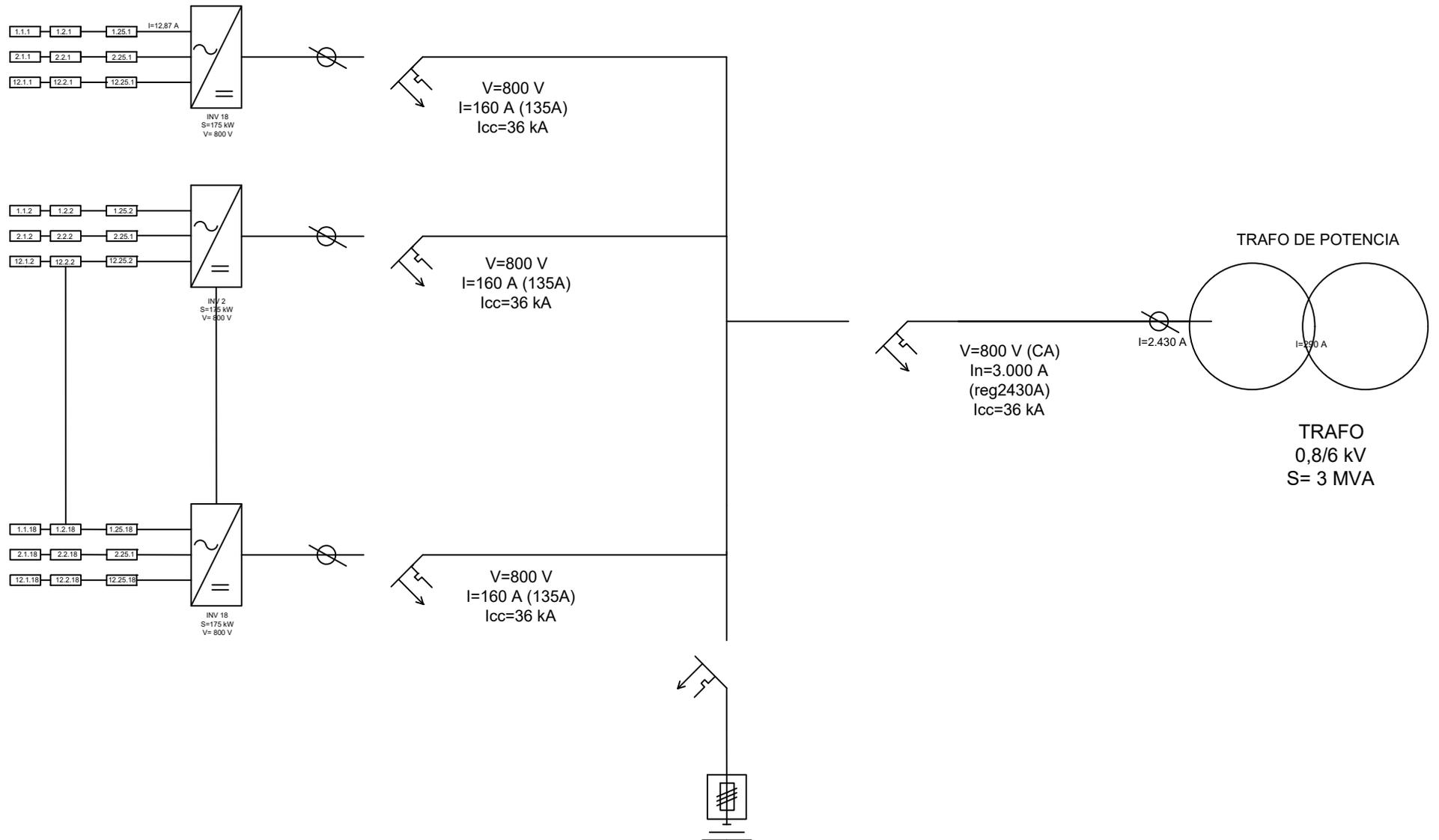
Nº PLANO:

3

ALUMNO:

LUCÍA DUARTE GARCÍA DE CELIS

TRABAJO FIN DE GRADO EN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y ATOMÁTICA



UNIVERSIDAD DE LEÓN		PROYECTO:	
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL		AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE HIBRIDACIÓN DE C. HIDROELÉCTRICA EXISTENTE CON PLANTA SOLAR FV	
PLANO:	DETALLE ESQUEMA UNIFILAR BAJA TENSIÓN	ESCALA:	N/E
ALUMNO:	LUCÍA DUARTE GARCÍA DE CELIS	FECHA:	JULIO 2022
		TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y ATOMÁTICA	
		4	

5. ANEXOS

ANEXO I

CÁLCULOS

INDICE CONTENIDOS ANEXO I

1 CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS	2
1.1 PANELES FOTOVOLTAICOS.	2
1.2 PROTECCIONES DE LOS PANELES.	3
1.3. INVERSOR.....	4
1.3.1 PROTECCIONES DEL INVERSOR.....	4
2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	5
2.1. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	6
3. TIERRAS.....	6
4. CABLEADO.....	7
4.1 CÁLCULO SEGÚN CAÍDA DE TENSIÓN.....	8
4.1.1 CORRIENTE CONTINUA	8
4.1.2 CORRIENTE ALTERNA.....	9
4.2 CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	12

Como ya se ha descrito anteriormente se va a dimensionar una instalación solar fotovoltaica con una potencia de 2.750 kW, igual a la capacidad de la central hidroeléctrica existente, con la que comparte conexión a red (Hibridación).

1. CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS

El número de placas a instalar en la instalación solar fotovoltaica es de 5.239 módulos dispuestos en series, formando strings en conjunto de un máximo de 175 kW que es la Potencia de los inversores.

1.1. PANELES FOTOVOLTAICOS.

Potencia de pico de cada módulo es de 525 Wp según características ya descritas del fabricante, por lo que

$$n = \frac{P_{total} (W)}{P_{placa} (W)}$$

$$n = \frac{2.750.000}{525} = 5.239 \text{ placas}$$

Siendo

n, el número de placas necesitadas

P_{total} , la potencia total de la instalación, 2.750 kW

P_{panel} , la potencia de pico de cada placa, 525 Wp

Con lo que obtenemos un $n=5.239$ placas, dispuestas en forma de matriz, siendo 18 columnas, una por cada inversor y en cada columna 12 filas o string, por cada número de entradas del inversor, las cuales tendrían 119 o 120 placas en serie por string.

Se calcula la inter-distancia entre columnas de paneles para evitar sombras, sabiendo que la Robla donde se instalará dicho proyecto.[1]

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61^\circ - \text{latitud})}$$

$$d = 3,4126 \text{ m}$$

Siendo:

h= ancho del panel, 1,122

latitud de la Robla= 42, 8°

La inclinación de estos será entre 20 y 40° como indica el fabricante.

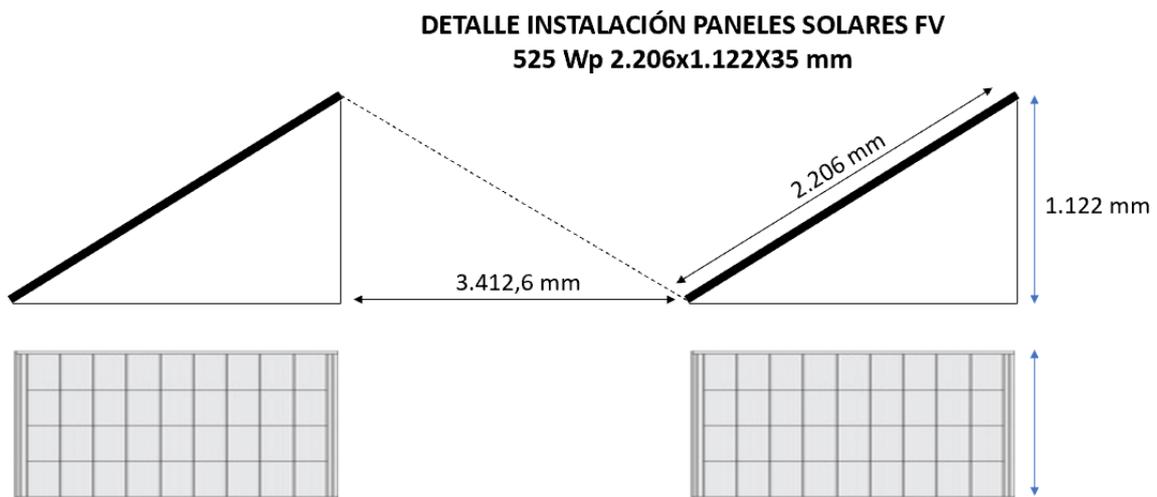


Figura 1: Interdistancia entre paneles. Fuente: [Elaboración propia]

A partir de estos cálculos, se tiene una idea de las dimensiones que ocupa cada fila para dimensionar más adelante el cableado.

1.2. PROTECCIONES DE LOS PANELES.

Se colocan una serie de fusibles para proteger los módulos fotovoltaicos de corrientes inversas que pudieran darse en el string, cumpliendo la norma IEC62548: la cual establece

requisitos de diseño para matrices fotovoltaicas, algunos como el cableado, los dispositivos de protección, y puesta a tierra.

1.3. INVERSOR

Dada la potencia de salida del inversor 175 kW, y sabiendo que las placas seleccionadas producirán 2.750 kW, como la central hidráulica existente, se necesitan 18 inversores, los cuales tienen 12 entradas MPP por lo que se conectarán a cada de estas entradas del inversor dos series en paralelo.

$$2750kW \times \frac{1 \text{ inversor}}{154kW} = 18 \text{ inversores}$$

1.3.1 PROTECCIONES DEL INVERSOR.

Se tienen protecciones para proteger al equipo.

La protección contra fallos de aislamiento, se monitoriza la conexión a tierra de la instalación fotovoltaica y si existiera un error, muestra un mensaje.

Protecciones del inversor.

El propio inversor bien equipado con protecciones tanto de personas como de autoprotección.

Protección contra fallos de aislamiento, se monitoriza la conexión a tierra de la parte fotovoltaica y se muestra un mensaje de error si lo hubiera.

Protección contra sobre corriente a la salida.

El inversor está protegido contra inversiones de polaridad en la parte de continua, las placas SF.

Protección de temperatura, dispone de unos ventiladores que regulan la velocidad según la temperatura interna, evitando sobrecalentamientos.

Protecciones contra el funcionamiento en modo isla: Según el RD 1699/2011 el inversor

2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Las placas llevarán un interruptor general, para corte por posibles fallos, inspecciones o revisiones de la propia compañía

TRANSFORMADOR, Será una máquina trifásica elevadora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 800 V y la tensión a la salida de 6 kV.

Lado de baja tensión

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos \alpha}$$

donde:

- P: potencia del transformador, 3 MVA
- U_p : tensión primaria 800 V
- I_p : intensidad primaria A
- $\cos \alpha$: factor de potencia=1

$$I_p = \frac{3.000.000}{\sqrt{3} \cdot 800 \cdot 1} = 2165,0635 \text{ A}$$

Se obtiene que el valor de la intensidad nominal es de 2,165 kA

Lado de alta

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \alpha}$$

donde:

- P: potencia del transformador 3 MVA
- U_s : tensión del secundario 6 kV
- I_s : intensidad del secundario.
- $\cos \alpha$: factor de potencia=1

$$I_s = \frac{3.000.000}{\sqrt{3} \cdot 6.000 \cdot \cos \alpha} = 288,67 \text{ A}$$

Se obtiene que el valor de la intensidad nominal en el secundario que es de 288,67 A

2.1. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de intensidades que originan posibles cortocircuitos, se tiene en cuenta la potencia de cortocircuito.

Se calculan a partir de datos obtenidos por la compañía en el punto de conexión a red.

Para el cálculo de la corriente de circuito usaremos:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S_{cc} , potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p , tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} , corriente de cortocircuito [kA]

3. TIERRAS

“Según la ITC-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión la puesta a tierra es “la unión eléctrica directa, 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 esto se ha de conseguir que en el terreno y superficie próxima no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.”

Existe un método de cálculo llamado UNESA, pero no se va a utilizar ya que no conocemos muchos datos del terreno.

Se entierran picas de cobre a las que se conectará toda parte metálica de la instalación que no esté en tensión como norma general, pero pueda estarlo como consecuencia de fallos o averías.

Esta red constará de 6 picas de 1.5m de longitud y un diámetro de 14mm, enterradas verticalmente a una distancia de unidas por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección, unidas picas y conductor mediante soldadura aluminotérmica.

Se comprobará si esta tierra es suficiente, si no lo fuera se instalaría una tierra artificial.

[2]

4. CABLEADO

Se analiza la interconexión mediante conductores eléctricos de los diferentes equipos donde se analizan los diferentes circuitos según sus características.

Se realizan los cálculos de la sección empleando el criterio de caída de tensión máxima admisible, que como ya se comentará con más detalle según la ITC-20 del REBT, RD 842/2002, puede ser de hasta el 5%, pero debido al uso de la planta, por motivos económicos, interesa que sea del 1%.

Designación de los conductores de BT, significado de cada letra:

1. Según el tipo de aislamiento:

R: Polietileno reticulado (XLPE)

X: Polietileno reticulado (XLPE)

Z1: Poliolefina termoplástica libre de halógenos

Z: Elastómero termoestable libre de halógenos

V: Policloruro de vinilo (PVC)

S: Compuesto termoestable de silicona libre de halógenos

D: Elastómero de etileno-propileno (EPR)

2. Designación del revestimiento interior, en caso de que llevara:

C3: Pantalla de hilos de cobre dispuestos helicoidalmente

C4: Pantalla de cobre en forma de trenza, sobre los conductores aislados reunidos.

V: Policloruro de vinilo (PVC)

Z1: Poliolefina termoplástica libre de halógenos

3. Designación de los diferentes tipos de armaduras:

F: Fleje de acero dispuesto helicoidalmente.

FA: Fleje de aluminio dispuesto helicoidalmente

FA3: Fleje de aluminio corrugado longitudinalmente

M: Corona de hilos de acero

MA: Corona de hilos de aluminio

4. Designación de la cubierta exterior:

V: Policloruro de vinilo (PVC)

Z1 Poliolefina termoplástica libre de halógenos

Z: Elastómero termoestable libre de halógenos

N: Polímero clorado vulcanizado

5. Tipo de conductor:

K: Cobre flexible para instalaciones fijas

F: Cobre flexible para instalaciones móviles

D: Flexible para cables de máquinas de soldar

AL: El conductor es de Aluminio

[3]

4.1. CÁLCULO SEGÚN CAÍDA DE TENSIÓN

4.1.1. CORRIENTE CONTINUA

CIRCUITO PLACAS SF-INVERSOR

Utilizaremos el cable Solflex H1Z2Z2-K, de cobre, fabricado por Miguelez para instalaciones fotovoltaicas, cable unipolar con doble aislamiento, dispondremos del este cable tanto para el polo positivo como el negativo.

Para la selección de la sección se va a tener en cuenta 3 criterios:

-Criterio de intensidad máxima admisible

-Criterio por caída de tensión

-Criterio de intensidad de cortocircuito:

Fórmula general de cálculo de la sección de un cable en CC:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\varphi \cdot \Delta V}$$

$$S = \frac{2 \cdot 12,859 \cdot 10}{58 \cdot 10,2} = 0,4347 \text{ mm}^2$$

Siendo:

-I, intensidad máx. de las placas, 12,859 A

-L, longitud del cable, en este caso 10m,

$-\varphi$, conductividad, en este caso la del Cobre, 58

$-\Delta V$, caída de tensión máxima admisible, que pese a que el RBT en la ITC-20 habla de una caída de tensión permitida del 3% para este tipo de instalación, en este caso utilizaremos un 1%, pues queremos las mínimas pérdidas posibles. En este caso 10,2 V.

Aplicando la fórmula anterior, obtenemos una Sección de cable=9,013 mm²

Por lo que hemos elegido la sección superior de 10 mm² que cumple con las exigencias que necesitamos. Según la norma UNE 20.460-5-523 a la que hace referencia la Tabla A, del RBT, ITC-BT 19, y la datasheet del fabricante el cable cumple con las exigencias necesarias.

Se pide al fabricante conectores para esta sección de 10 mm² de cable, ya que los conectores de los paneles FV vienen con una sección inferior.

4.1.2. CORRIENTE ALTERNA

- BT

CIRCUITO INVERSORES-CUADRO Gº DE CORTE.

Utilizaremos cable AFIRENAS-X RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Fórmula utilizada

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos \alpha}{\Delta V \cdot \varphi}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 135 \cdot 50 \cdot 1}{8 \cdot 58} = 25,197 \text{ mm}^2$$

Siendo

- I, intensidad de línea, 135 A
- L, longitud del conductor, 200m
- $\cos\alpha$, factor de potencia, 1
- ΔV , caída de tensión máxima permitida, 1% (800V), por lo que $\Delta V=8$ V
- φ , conductividad, en este caso la del Cobre, 58

Obtenemos una $S=25,2$ mm², por sus exigentes características la sección necesaria será 4x50 mm²

Según la norma UNE 20.460-5-523 a la que hace referencia la Tabla A, del RBT, ITC-BT 19, y al datasheet del fabricante el cable cumple con las exigencias necesarias.

-CIRCUITO CUADRO Gº DE CORTE- TRANSFORMADOR o PUENTES DE BT

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos \alpha}{\Delta V \cdot \varphi}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 3.000 \cdot 10 \cdot 1}{8 \cdot 58} = 111,99 \text{ mm}^2$$

-I, intensidad de línea, I= 3.000 A, es la intensidad que hay en el interruptor general del cuadro de BT

-L, longitud del conductor, 10 m

- $\cos\alpha$, factor de potencia, 1

- ΔV , caída de tensión máxima permitida, 1% de 800 V= 8 V

- φ , conductividad, en este caso la del Cobre, 58

Escogemos sección de cable por su capacidad, y luego por caída de tensión con la fórmula utilizada en el párrafo anterior.

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

Elegimos 1x240 mm², que en las condiciones que se plantean en este caso, intensidad máx. admisible enterrado bajo tubo 25°C =396 A, por lo que se escogen 8 conductores de 1x240 mm²

El código de colores será el siguiente:

a) Para conductores en corriente continua:

Polo positivo: Diferente de negro y amarillo-verde.

Polo negativo: Negro

Protección: Amarillo-verde

b) Para conductores en corriente alterna

Fases: marrón, negro y gris

Neutro: Azul

Protección: verde-amarillo

- AT

Designación de cables de Media Tensión, la AT de este proyecto:

X-VOLT: Nombre comercial.

RH: Recubrimientos del cable, siempre desde el conductor hacia afuera.

Z1: Cubierta exterior, este caso: de poliolefina libre de halógenos

-OL: Obturación longitudinal simple (bajo cubierta)

(S): Cable de seguridad, no propagador de la llama

12/20 kV: Tensión nominal, en kV

1×150: Sección, en mm². En este caso vemos que se trata de un cable unipolar

K AL: Conductor compactado de aluminio rígido, clase 2

+H16: Pantalla concéntrica de hilos de cobre de 16mm² de sección

IEC 60502: Norma de referencia del cable

AENOR: Marca que indica que el producto está certificado

200422: Fecha de fabricación; en este caso, el 22 de abril de 2020

787: Marcado metro a metro. En este caso, estamos en el metro 787 de la bobina.

[4]

-CIRCUITO TRANSFORMADOR A CELDAS AT

Para finalizar el cálculo de secciones, se hace el mismo procedimiento elección de cable por capacidad y por caída de tensión, se escoge el más desfavorable para no tener problemas.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos \alpha}{\Delta V \cdot \varphi}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha}$$

$$I = \frac{3.000.000}{\sqrt{3} \cdot 6.000 \cdot 1} = 290 \text{ A}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 290 \cdot 50 \cdot 1}{60 \cdot 58} = 7,22 \text{ mm}^2$$

- P, Potencia del transformador, 3.000.000 VA
- I, intensidad de línea, de la fórmula deducimos que I= 290 A
- L, longitud del conductor, 50 m
- cos α , factor de potencia, 1
- ΔV , caída de tensión máxima permitida, 1% de 6.000 V= 60 V
- φ , conductividad, en este caso la del Cobre, 58

Sección a utilizar por capacidad del cable, ya que podemos observar que por caída de tensión no hay problema cable 12/20 (24) kV de sección 240 mm², de la marca GENERAL DE CABLE, Modelo: HEPRZ1 AL H16

Cable de Aluminio, construido según las normas de Iberdrola (NI 56.43.01).

CONSTRUCCIÓN:

1. Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2 según IEC 60228
2. Pantalla sobre conductor: Semiconductor extruido
3. Etileno-propileno de alto módulo 105 ° (HEPR)
4. Pantalla sobre aislamiento: Semiconductor extruido
5. Pantalla metálica: Hilos de cobre
6. Cubierta externa: Polietileno (PE)

[5]

4.2. CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

La temperatura alcanzada por el conductor, debido a un cortocircuito u otra causa, no debe sobrepasar la temperatura máx. admisible de cada material, durante un tiempo estimado de 5 s

Esta intensidad máx. que puede circular por los conductores se obtiene:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

- k coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Cu= 141,8 y Al= 92,8
- S, sección del conductor en mm²
- t, duración del cortocircuito en segundos

S=10 mm², la I_{cc}=634,15 A

S= 6mm², la I_{cc} = 380,49A

S= 50 mm², la I_{cc} = 3170,74 A

Comprobando con la ficha técnica de cada cable, se concluye que los elegidos son los correctos.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] “Distancia entre paneles fotovoltaicos - EliseoSebastian.com.”
<https://eliseosebastian.com/distancia-entre-paneles-fotovoltaicos/> (accessed Mar. 14, 2022).
- [2] España Ministerio de Ciencia y Tecnología and Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (España), *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC*. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2019.
- [3] “Designación de los cables eléctricos de Baja Tensión (0,6/1 KV) | Top Cable.”
<https://www.topcable.com/blog-electric-cable/designacion-de-los-cables-electricos-bt-061-kv/> (accessed May 02, 2022).
- [4] “Designación de los cables eléctricos de Media Tensión | Top Cable.”
<https://www.topcable.com/blog-electric-cable/designacion-de-los-cables-electricos-de-media-tension/> (accessed May 02, 2022).
- [5] “CABLE AT GENERAL CABLES.”

ANEXO II

ESTUDIO DE VIABILIDAD

INDICE CONTENIDOS ANEXO III

1. ESTUDIO TEÓRICO	3
1.1 PLANTEAMIENTO INICIAL:	3
1.2 PLANTEAMIENTO ACTUAL:	5
2. INTERÉS MEDIOAMBIENTAL PÚBLICO	14

INDICE DE FIGURAS

Figura AIII.1: Potencia esperada de ambas centrales. Fuente: [Elaboración propia]	4
FiguraAIII.2:Potencia enero 2020 en kW, producida por la I. Solar Fotovoltaica.Fuente: [Elaboración propia]	8
Figura AIII.3: Potencia porducida por la I. Solar Fotovoltaica en 2020. Fuente: [Elaboración propia]	9
Figura AIII.4 Potencia teórica producida en el 2020 por la C.Hidráulica. [Fuente: Elaboración propia]	12
Figura AIII.5 Comparación producción centrales Hidráulica y Solar	13
Figura AIII.6. Comparación producción en kW de ambas centrales Fuente [Elaboración propia]	13

En este Anexo, se hace un estudio de la viabilidad energética. En primer lugar, se realiza una previsión de la producción energética en la ubicación donde se sitúa el proyecto con una herramienta online, Photovoltaic Geographical Information System, de la Comisión Europea.

Cabe recordar que se pretende hibridar la planta hidráulica ya existente, mediante la instalación de una nueva, planta solar fotovoltaica, la cual, se deberá ceñir a las características y localización de la ya vigente, en especial a su potencia nominal instalada, 2.750 kW.

1. ESTUDIO TEÓRICO

Se realiza un estudio de producción energética teórica con datos reales recopilados a lo largo del año 2020 con el objetivo de poder prever la producción de un año normal. Por una parte, para la planta solar se han obtenido los datos de la plataforma PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, recurso de la Comisión Europea. Por otra parte, para la planta hidráulica se ha recopilado la información del SAIHDUERO, Sistema Automático de Información del Duero, de la Confederación Hidrográfica del Duero, río Bernesga en particular, en el medidor más cercano a la Robla situado en el término municipal de Cuadros, con coordenadas X: 284291, Y: 4737494, Z:920. Es posible su estudio en este punto ya que no existen afluentes significativos en este tramo de la geografía. [1], [2]

1.1 PLANTEAMIENTO INICIAL:

En un inicio, el estudio se realiza erróneamente, ya que se hizo con datos de irradiancia directa y sin considerar el rendimiento de los paneles fotovoltaicos, de esta forma se obtuvieron datos muy poco congruentes y erróneos.

Al no considerar el rendimiento de las placas solares, su potencia estaba muy sobredimensionada, y se alcanzaba en ocasiones potencias superiores a la de evacuación, 2.750 kW.

Por otro lado, como cabía esperar dentro de los planes, que la producción de alguna de las plantas, o del conjunto fuera superior al máximo permitido, de manera muy puntual, y su

posible solución sería aislar o dejar sin conexión una parte de la instalación solar fotovoltaica generadora.

La idea de realizar este estudio era comprobar que las dos centrales a hibridar se complementaban estacionalmente a lo largo del año, teniendo una curva de producción bastante continua, incluso se pensaba que la potencia llegaría al máximo permitido de evacuación, como la mostrada en la siguiente gráfica, la cual representa la potencia esperada a lo largo de un año `por ambas instalaciones, la planta solar fotovoltaica, de nueva construcción, hibridada con la central hidráulica, ya existente.

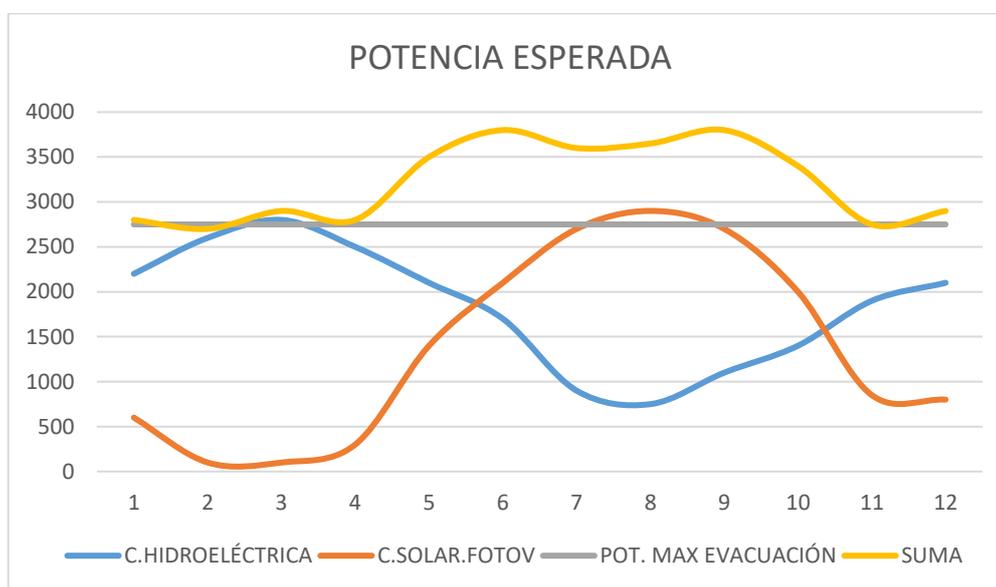


Figura AIII.1: Potencia esperada. Fuente: [Elaboración propia]

1.2 PLANTEAMIENTO ACTUAL:

1.2.1. ESTUDIO SOLAR

Debido al fallo de planteamiento inicial, se rehace el estudio. Esta vez se tiene en cuenta la irradiancia global como suma de la irradiancia directa más la difusa, siendo esta la potencia de la radiación solar por unidad de superficie, medida en W/m^2 . Uno de los problemas iniciales fue la confusión de este con irradiación, que mide la energía por unidad de superficie, o potencia recibida durante un tiempo por unidad de superficie. A su vez, también se tiene en cuenta el rendimiento de las placas 20,36%.

Una vez obtenidos los datos de la irradiancia de la plataforma, photovoltaic geographical information system, ya mencionada anteriormente, se ordenan para obtener la potencia generada por meses y horas, como muestran las tablas que recogen los datos de trabajo, que se ven más adelante.

En la primera columna, de esta tabla se tiene $G(i)$, que contiene los datos de irradiancia global, en la segunda columna se obtiene la potencia teórica del año 2020, calculada usando la fórmula:

$$P[kW] = (G(i) \left[\frac{W}{m^2} \right] * Superficietotal_{placas} [m^2] * \eta) / 1.000 \frac{W}{kW} \quad [1]$$

La superficie utilizada para este cálculo de potencia es la equivalente a la superficie de 5.239 placas, las cuales se han obtenido en el ANEXO II de cálculos.

Por lo que sabiendo las características que tiene una placa solar en cuanto a rendimiento, superficie de cada panel y el número de placas calculado en el ANEXO II, se calcula la superficie de terreno necesario para la instalación.

- η , rendimiento=21,21%
- $S_{panel}=1,122*2,206 \text{ m}^2$
- Nº de placas, según ANEXO II= 5.239 paneles.

$$Superficietotal = S_{panel} * N^{\circ}paneles = 12.967,22 \text{ m}^2 \quad [2]$$

Después de realizar todo el proyecto y el estudio de viabilidad energético se llegó a la conclusión de que para aumentar la potencia sin necesidad de instalar más paneles fotovoltaicos se podrían instalar unos seguidores solares de solo eje, el cual orienta los

paneles en dirección este-oeste según la hora del día para aumentar la irradiancia; otro tipo de seguidor como es el de dos ejes no es rentable, ya que supone un motor extra y la orientación norte-sur a lo largo del año no es tan relevante.

ENERO	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	-	-
8:00:00	16,83	18,51
9:00:00	259,91	660,37
10:00:00	387,15	1.058,77
11:00:00	469,18	1.255,44
12:00:00	502,82	1.391,18
13:00:00	486,82	1.348,43
14:00:00	420,94	1.219,90
15:00:00	316,89	940,79
16:00:00	152,92	594,71
17:00:00	-	6,52
18:00:00	-	-
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

FEBRERO	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	-	-
8:00:00	127,04	349,44
9:00:00	314,32	864,57
10:00:00	452,64	1.245,04
11:00:00	561,85	1.545,43
12:00:00	596,59	1.640,99
13:00:00	615,25	1.692,32
14:00:00	548,85	1.509,67
15:00:00	462,34	1.271,72
16:00:00	323,97	891,12
17:00:00	132,58	364,68
18:00:00	-	-
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

MARZO	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	44,65	122,81
8:00:00	246,64	678,41
9:00:00	416,80	1.146,46
10:00:00	549,50	1.511,46
11:00:00	657,44	1.808,36
12:00:00	691,14	1.901,06
13:00:00	688,85	1.894,76
14:00:00	627,59	1.726,26
15:00:00	521,20	1.433,62
16:00:00	369,02	1.015,03
17:00:00	192,10	528,39
18:00:00	10,60	29,16
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

ABRIL	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	17,60	48,41
7:00:00	152,06	418,26
8:00:00	329,09	905,20
9:00:00	491,01	1.350,58
10:00:00	606,82	1.669,13
11:00:00	701,50	1.929,56
12:00:00	726,86	1.999,31
13:00:00	714,50	1.965,31
14:00:00	629,12	1.730,47
15:00:00	526,42	1.447,98
16:00:00	386,15	1.062,15
17:00:00	220,85	607,47
18:00:00	59,68	164,16
19:00:00	0,21	0,58
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

MAYO	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	1,76	4,84
6:00:00	48,92	134,56
7:00:00	202,76	557,71
8:00:00	383,03	1.053,57
9:00:00	536,96	1.476,97
10:00:00	654,24	1.799,56
11:00:00	741,95	2.040,82
12:00:00	779,67	2.144,57
13:00:00	743,93	2.046,26
14:00:00	666,86	1.834,27
15:00:00	550,03	1.512,92
16:00:00	398,21	1.095,32
17:00:00	239,52	658,83
18:00:00	89,38	245,85
19:00:00	14,73	40,52
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

JUNIO	G(i)[W/m ²]	P(kW)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	34,36
6:00:00	1,36	166,96
7:00:00	106,60	589,21
8:00:00	246,44	1.112,18
9:00:00	377,47	1.585,18
10:00:00	471,14	1.929,39
11:00:00	528,60	2.168,67
12:00:00	542,89	2.247,14
13:00:00	513,24	2.158,54
14:00:00	449,35	1.949,77
15:00:00	369,22	1.647,78
16:00:00	260,74	1.238,71
17:00:00	141,35	761,51
18:00:00	36,73	317,67
19:00:00	-	96,00
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

JULIO	G(i)[W/m ²]	P(kw)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	1,66	4,57
6:00:00	53,55	147,30
7:00:00	207,23	570,01
8:00:00	415,19	1.142,03
9:00:00	610,45	1.679,11
10:00:00	766,88	2.109,39
11:00:00	878,43	2.416,22
12:00:00	922,11	2.536,37
13:00:00	898,15	2.470,46
14:00:00	802,86	2.208,36
15:00:00	672,75	1.850,48
16:00:00	500,16	1.375,75
17:00:00	315,76	868,53
18:00:00	128,64	353,84
19:00:00	34,27	94,26
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

AGOSTO	G(i)[W/m ²]	P(kw)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	29,32	80,65
7:00:00	177,87	489,25
8:00:00	392,18	1.078,74
9:00:00	590,64	1.624,62
10:00:00	754,24	2.074,62
11:00:00	873,65	2.403,07
12:00:00	924,55	2.543,08
13:00:00	902,18	2.481,55
14:00:00	802,98	2.208,69
15:00:00	667,75	1.836,72
16:00:00	487,43	1.340,73
17:00:00	287,15	789,84
18:00:00	95,12	261,64
19:00:00	7,75	21,32
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

SEPTIEMBRE	G(i)[W/m ²]	P(W)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	2,60	7,15
7:00:00	148,10	407,37
8:00:00	364,39	1.002,30
9:00:00	557,02	1.532,15
10:00:00	711,89	1.958,13
11:00:00	815,79	2.243,92
12:00:00	848,82	2.334,78
13:00:00	828,24	2.278,17
14:00:00	717,67	1.974,03
15:00:00	575,85	1.583,94
16:00:00	401,99	1.105,72
17:00:00	199,16	547,81
18:00:00	18,61	51,19
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

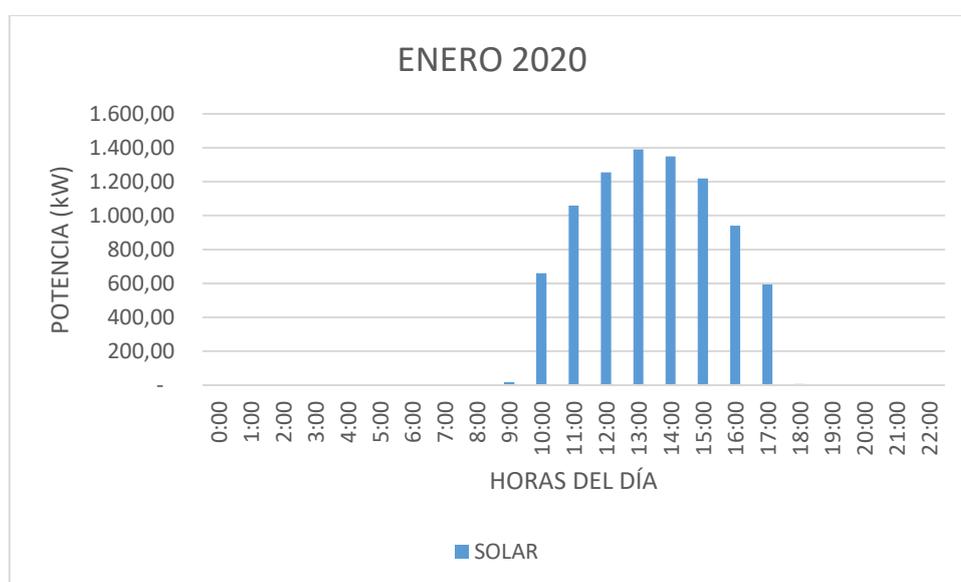
OCTUBRE	G(i)[W/m ²]	P(W)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	33,82	93,03
8:00:00	269,21	740,49
9:00:00	417,57	1.148,57
10:00:00	549,26	1.510,80
11:00:00	625,24	1.719,79
12:00:00	639,78	1.759,79
13:00:00	626,83	1.724,17
14:00:00	549,79	1.512,26
15:00:00	435,83	1.198,80
16:00:00	261,73	719,92
17:00:00	63,80	175,49
18:00:00	-	-
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

NOVIEMBRE	G(i)[W/m ²]	P(W)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	-	-
8:00:00	167,85	461,69
9:00:00	315,54	867,93
10:00:00	427,53	1.175,97
11:00:00	497,33	1.367,96
12:00:00	509,32	1.400,94
13:00:00	484,29	1.332,09
14:00:00	412,99	1.135,98
15:00:00	308,92	849,72
16:00:00	167,37	460,37
17:00:00	0,01	0,03
18:00:00	-	-
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

DICIEMBRE	G(i)[W/m ²]	P(W)
0:00:00	-	-
1:00:00	-	-
2:00:00	-	-
3:00:00	-	-
4:00:00	-	-
5:00:00	-	-
6:00:00	-	-
7:00:00	-	-
8:00:00	16,83	46,29
9:00:00	259,91	714,91
10:00:00	387,15	1.064,90
11:00:00	469,18	1.290,53
12:00:00	502,82	1.383,06
13:00:00	486,82	1.339,05
14:00:00	420,94	1.157,84
15:00:00	316,89	871,64
16:00:00	152,92	420,62
17:00:00	-	-
18:00:00	-	-
19:00:00	-	-
20:00:00	-	-
21:00:00	-	-
22:00:00	-	-
23:00:00	-	-

Con estos datos se deduce que las horas centrales del día son el pico de producción, ya que como es de esperar por las noches no existe irradiación por lo que la producción es nula.

En todos los meses existe la posibilidad de generar energía solar, pero mayoritariamente en las horas centrales del día, incluso en meses más desfavorables a priori como enero, como muestra la figura AIII.2, la potencia teórica producida por la instalación supuesta en enero del 2020



FiguraAIII.2:Potencia enero 2020 en kW. Fuente: [Elaboración propia]

Si se analiza la producción anual, se puede observar que en verano la producción aumenta, por haber un número mayor de horas solares, debido a la situación de la Tierra respecto al Sol, los rayos inciden más perpendicularmente, en España a unos 70º de inclinación.

En los meses de verano, se llega a la potencia máxima, exactamente en agosto a las 12.00h se alcanza un pico de 2.543,08 kW, cuando en enero a la misma hora, la producción no pasa de 1391,18 kW.



Figura AIII.3: Potencia I. Solar Fotovoltaica 2020. Fuente: [Elaboración propia]

1.1.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Se hace el estudio, usando los datos proporcionados por el SAIHDUERO, plataforma que recopila datos del caudal del río Bernesga en Cuadros, punto más cercano a la Robla y de datos muy similares ya que en este tramo el río Bernesga no tiene afluentes ni grandes aportaciones de agua de ningún tipo.

Uno de los aspectos que se debe considerar es El caudal ecológico, el cual es el necesario que debe circular por un río para conservar los hábitats naturales, preservación del paisaje y diluir posibles contaminantes. Para realizar los cálculos de la instalación se cuenta con un Caudal ecológico del 10% estudiando como caudal de generación el otro 90%.

Se ordenan los caudales recogidos por el SAIHDUERO, se pasan de días a horas para disponerlos de igual manera que los datos solares, distribuidos por meses y en horas, para poder compararlos bajo el mismo criterio.

También se obtienen los datos técnicos de la Central Hidroeléctrica “Molino Badiola”, ya existente, necesarios para hacer cálculos, como el salto neto, el cual es de 21 m, o el rendimiento general de la instalación del 70%

$$P = Q \cdot p \cdot g \cdot Hn \cdot e$$

Si

- Q es el caudal, ya teniendo en cuenta el ecológico, en m^3/h
- ρ es la densidad del agua en kg/m^3 , $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$.
- g , la gravedad $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$
- H_n , el salto neto, del molino Badiola, 21 m
- e , el rendimiento de la instalación

ENERO	QReal (m3/s)	Pot. Teórica (kW)
0:00:00	7,91	1.026,27
1:00:00	7,89	1.023,72
2:00:00	7,88	1.022,42
3:00:00	7,86	1.020,20
4:00:00	7,83	1.016,77
5:00:00	7,81	1.013,76
6:00:00	7,80	1.012,25
7:00:00	7,77	1.008,06
8:00:00	7,76	1.007,31
9:00:00	7,77	1.008,44
10:00:00	7,77	1.008,90
11:00:00	7,80	1.012,58
12:00:00	7,81	1.013,80
13:00:00	7,82	1.014,85
14:00:00	7,82	1.014,80
15:00:00	7,82	1.015,56
16:00:00	7,83	1.016,44
17:00:00	7,86	1.020,66
18:00:00	7,90	1.025,90
19:00:00	7,82	1.015,43
20:00:00	7,83	1.016,31
21:00:00	7,85	1.019,12
22:00:00	7,85	1.018,28
23:00:00	7,85	1.019,45

FEBREO	QReal (m3/s)	Pot. Teórica (kW)
0:00:00	7,38	957,91
1:00:00	7,63	989,87
2:00:00	7,64	990,94
3:00:00	7,63	989,87
4:00:00	7,63	990,49
5:00:00	7,64	991,16
6:00:00	7,63	990,05
7:00:00	7,64	991,57
8:00:00	7,65	992,42
9:00:00	7,64	991,21
10:00:00	7,62	989,28
11:00:00	7,57	982,39
12:00:00	7,59	985,08
13:00:00	7,58	984,00
14:00:00	7,57	983,02
15:00:00	7,55	979,53
16:00:00	7,55	979,66
17:00:00	7,52	976,57
18:00:00	7,51	974,34
19:00:00	7,45	967,53
20:00:00	7,44	964,98
21:00:00	7,43	964,45
22:00:00	7,41	962,12
23:00:00	7,66	994,02

MARZO	QReal (m3/s)	ot. Teórica (kW)
0:00:00	7,63	989,87
1:00:00	7,63	990,23
2:00:00	7,66	994,75
3:00:00	7,69	997,81
4:00:00	7,71	1.000,44
5:00:00	7,75	1.005,80
6:00:00	7,76	1.006,56
7:00:00	7,77	1.008,57
8:00:00	7,81	1.013,00
9:00:00	7,82	1.014,68
10:00:00	7,80	1.012,54
11:00:00	7,84	1.017,15
12:00:00	7,76	1.007,18
13:00:00	7,72	1.001,36
14:00:00	7,63	989,68
15:00:00	7,59	984,58
16:00:00	7,59	984,53
17:00:00	7,54	978,76
18:00:00	7,54	978,00
19:00:00	7,53	976,79
20:00:00	7,56	981,06
21:00:00	7,59	985,71
22:00:00	7,60	985,83
23:00:00	7,62	988,55

ABRIL	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kW)
0:00:00	13,60	1.765,47
1:00:00	13,56	1.759,57
2:00:00	13,55	1.758,44
3:00:00	13,44	1.744,33
4:00:00	13,34	1.731,89
5:00:00	13,29	1.725,36
6:00:00	13,27	1.721,72
7:00:00	13,25	1.719,29
8:00:00	13,31	1.727,83
9:00:00	13,41	1.740,27
10:00:00	13,60	1.764,84
11:00:00	13,77	1.787,03
12:00:00	14,06	1.824,54
13:00:00	14,35	1.862,68
14:00:00	14,36	1.864,23
15:00:00	14,30	1.855,90
16:00:00	14,29	1.855,19
17:00:00	14,24	1.847,65
18:00:00	14,22	1.845,60
19:00:00	14,16	1.837,44
20:00:00	14,11	1.831,49
21:00:00	14,18	1.840,58
22:00:00	14,11	1.830,91
23:00:00	13,98	1.813,87

MAYO	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kW)
0:00:00	7,90	1.025,13
1:00:00	7,60	986,79
2:00:00	7,59	985,12
3:00:00	7,56	981,64
4:00:00	7,56	980,81
5:00:00	7,58	983,95
6:00:00	7,60	986,33
7:00:00	7,60	986,50
8:00:00	7,62	988,34
9:00:00	7,60	986,12
10:00:00	7,57	982,31
11:00:00	7,57	983,03
12:00:00	7,55	980,14
13:00:00	7,54	978,25
14:00:00	7,52	975,74
15:00:00	7,49	972,52
16:00:00	7,47	969,17
17:00:00	7,42	963,14
18:00:00	7,41	961,84
19:00:00	7,35	953,55
20:00:00	7,29	946,02
21:00:00	7,24	939,65
22:00:00	7,22	936,93
23:00:00	7,22	937,56

JUNIO	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kv)
0:00:00	2,22	288,26
1:00:00	2,20	284,99
2:00:00	2,20	284,90
3:00:00	2,20	285,66
4:00:00	2,20	285,74
5:00:00	2,21	286,53
6:00:00	2,21	286,87
7:00:00	2,21	287,16
8:00:00	2,21	287,08
9:00:00	2,22	288,33
10:00:00	2,24	290,64
11:00:00	2,21	286,37
12:00:00	2,19	283,98
13:00:00	2,22	288,33
14:00:00	2,22	287,83
15:00:00	2,20	285,82
16:00:00	2,24	290,14
17:00:00	2,22	288,13
18:00:00	2,20	285,32
19:00:00	2,18	282,31
20:00:00	2,17	282,05
21:00:00	2,17	281,34
22:00:00	2,16	280,63
23:00:00	2,20	285,19

JULIO	QReal (m3/s)	Pot. Teórica (kW)
0:00:00	2,06	267,58
1:00:00	2,06	267,61
2:00:00	2,06	268,91
3:00:00	2,06	269,70
4:00:00	2,06	270,71
5:00:00	2,06	270,63
6:00:00	2,06	270,50
7:00:00	2,06	272,59
8:00:00	2,06	273,30
9:00:00	2,06	273,77
10:00:00	2,06	274,48
11:00:00	2,06	271,17
12:00:00	2,06	268,78
13:00:00	2,06	270,21
14:00:00	2,06	271,59
15:00:00	2,06	270,71
16:00:00	2,06	269,08
17:00:00	2,06	268,16
18:00:00	2,06	267,40
19:00:00	2,06	266,90
20:00:00	2,06	266,65
21:00:00	2,06	267,78
22:00:00	2,06	267,78
23:00:00	2,06	267,82

AGOSTO	QReal (m3/s)	Pot. Teórica (kW)
0:00:00	2,24	291,17
1:00:00	2,27	294,87
2:00:00	2,30	298,26
3:00:00	2,38	308,35
4:00:00	2,39	310,19
5:00:00	2,38	308,68
6:00:00	2,38	308,43
7:00:00	2,38	308,93
8:00:00	2,38	309,02
9:00:00	2,38	309,35
10:00:00	2,38	308,93
11:00:00	2,38	308,60
12:00:00	2,36	306,17
13:00:00	2,35	305,04
14:00:00	2,35	305,33
15:00:00	2,34	303,57
16:00:00	2,33	302,70
17:00:00	2,32	301,10
18:00:00	2,31	299,81
19:00:00	2,31	299,18
20:00:00	2,31	299,72
21:00:00	2,30	298,63
22:00:00	2,30	298,55
23:00:00	2,29	297,34

SEPTIEMBRE	QReal (m3/s)	ot. Teórica (kW)
0:00:00	2,11	273,56
1:00:00	2,10	272,22
2:00:00	2,11	273,35
3:00:00	2,12	275,19
4:00:00	2,12	275,69
5:00:00	2,12	275,11
6:00:00	2,11	274,31
7:00:00	2,11	273,64
8:00:00	2,10	272,97
9:00:00	2,10	272,76
10:00:00	2,10	272,97
11:00:00	2,12	275,57
12:00:00	2,17	281,55
13:00:00	2,18	282,85
14:00:00	2,18	282,60
15:00:00	2,18	282,43
16:00:00	2,17	281,01
17:00:00	2,14	277,83
18:00:00	2,13	276,91
19:00:00	2,11	273,60
20:00:00	2,08	269,37
21:00:00	2,07	268,57
22:00:00	2,07	269,20
23:00:00	2,16	280,80

OCTUBRE	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kW)
0:00:00	6,49	842,94
1:00:00	6,60	856,34
2:00:00	6,62	859,60
3:00:00	6,55	849,89
4:00:00	6,41	831,68
5:00:00	6,29	816,86
6:00:00	6,18	802,46
7:00:00	6,05	784,75
8:00:00	5,91	767,46
9:00:00	5,80	752,59
10:00:00	5,73	743,34
11:00:00	5,72	742,00
12:00:00	5,68	736,81
13:00:00	5,63	730,19
14:00:00	5,55	720,15
15:00:00	5,49	712,99
16:00:00	5,48	711,65
17:00:00	5,52	716,34
18:00:00	5,59	725,92
19:00:00	5,67	736,52
20:00:00	5,78	749,79
21:00:00	5,96	772,90
22:00:00	6,18	802,29
23:00:00	6,55	849,67

NOVIEMBRE	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kW)
0:00:00	5,52	716,82
1:00:00	5,34	692,98
2:00:00	5,35	694,57
3:00:00	5,37	696,32
4:00:00	5,39	699,30
5:00:00	5,43	704,28
6:00:00	5,45	707,75
7:00:00	5,46	708,30
8:00:00	5,47	710,10
9:00:00	5,50	714,24
10:00:00	5,51	715,33
11:00:00	5,50	713,82
12:00:00	5,47	710,01
13:00:00	5,44	706,25
14:00:00	5,42	703,44
15:00:00	5,42	703,78
16:00:00	5,45	706,92
17:00:00	5,47	709,60
18:00:00	5,46	708,42
19:00:00	5,43	704,36
20:00:00	5,39	700,13
21:00:00	5,36	696,24
22:00:00	5,34	693,56
23:00:00	5,34	693,23

DICIEMBRE	QReal (m3/s)	jt. Teórica (kv)
0:00:00	12,21	1.584,44
1:00:00	12,13	1.574,06
2:00:00	12,08	1.567,53
3:00:00	12,06	1.564,68
4:00:00	12,07	1.566,56
5:00:00	12,12	1.572,47
6:00:00	12,17	1.579,50
7:00:00	12,25	1.589,63
8:00:00	12,33	1.600,77
9:00:00	12,40	1.609,56
10:00:00	12,43	1.613,37
11:00:00	12,46	1.616,93
12:00:00	12,49	1.620,65
13:00:00	12,58	1.632,96
14:00:00	12,69	1.647,53
15:00:00	12,84	1.666,20
16:00:00	12,99	1.686,05
17:00:00	13,11	1.701,54
18:00:00	13,17	1.709,12
19:00:00	13,13	1.703,51
20:00:00	13,01	1.689,11
21:00:00	12,85	1.667,29
22:00:00	12,66	1.642,72
23:00:00	12,50	1.622,04

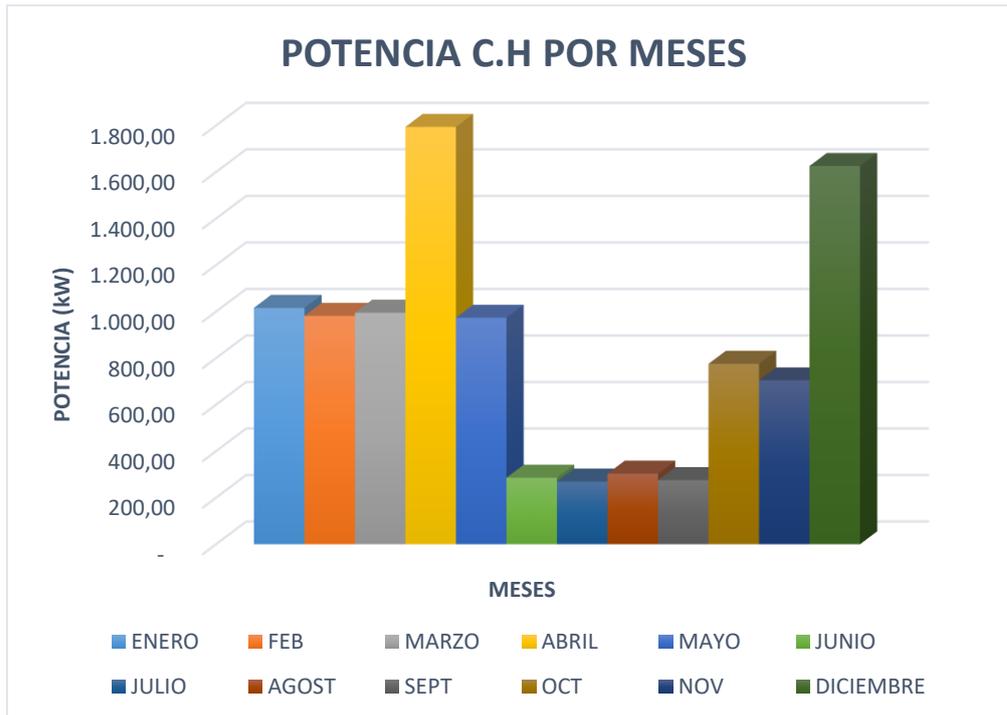


Figura AIII.4 Potencia teórica producida en el 2020 por la C.Hidráulica. Fuente:[Elaboración propia]

De estos datos se observa que la mayor producción de energía eléctrica ocurre en abril, fecha que coincide con lluvias de primavera y el deshielo, por lo que la pluviometría en este tipo de centrales es muy importante, en los meses de verano descienden las precipitaciones, hay más sequía y el agua se sigue consumiendo por lo que hay poco caudal y por lo tanto desciende el ritmo de producción.

Con este estudio de viabilidad energética, se pretendía comprobar que las dos centrales son complementarias a lo largo del año, y su producción es suficiente como para evacuar la potencia permitida. Al finalizarlo, se ha comprobado que sí se complementan a lo largo del año, pero no siempre la potencia evacuada es la máxima; como se muestra en las figuras AIII. 5 y 6

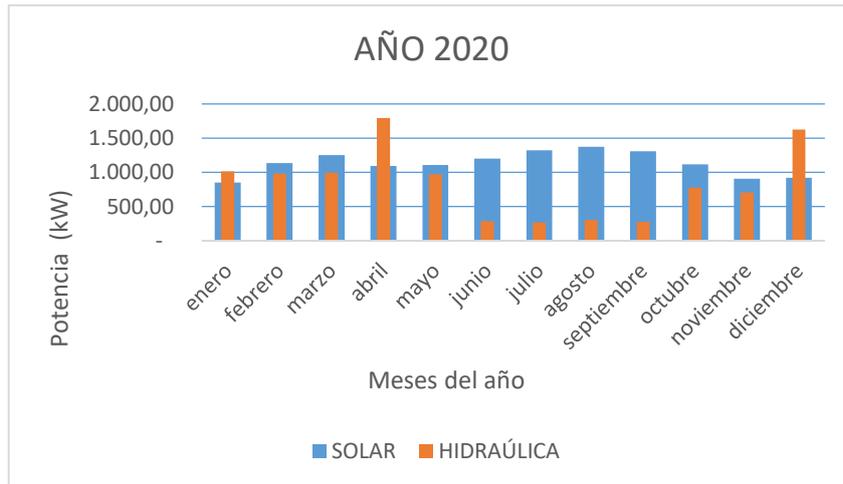


Figura AIII.5 Comparación producción centrales Hidráulica y Solar. Fuente [Elaboración propia]

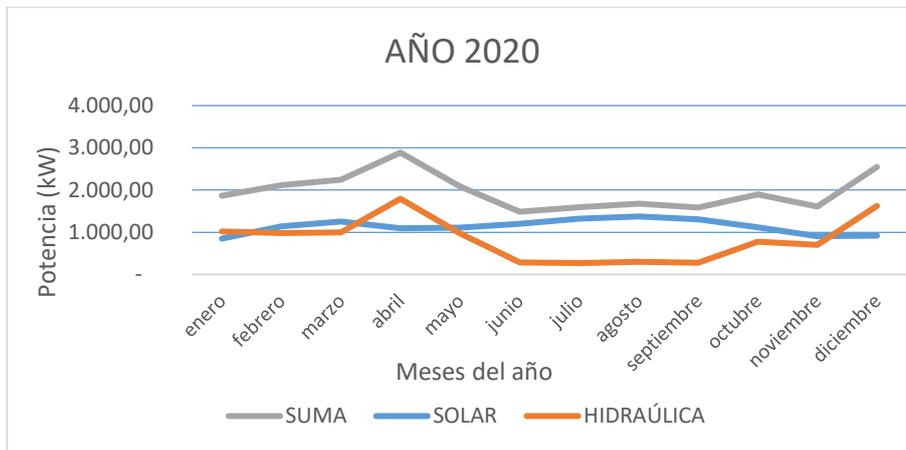


Figura AIII.6. Comparación producción en kW de ambas centrales Fuente [Elaboración propia]

Por otra parte, sumando la capacidad de las dos centrales, obtenemos la potencia descrita en la Figura superior, Ilustración AIII.6 la cual no es mayor a la potencia pico que se puede evacuar a red; pero si lo fuera, se resolvería aislando parte de la instalación, como por ejemplo un determinado número de placas, string o incluso si fuera demasiada un inversor.

2.INTERÉS MEDIOAMBIENTAL PÚBLICO

Debido al gran impacto que generan las energías no renovables, se tienden a buscar soluciones energéticas con centrales limpias, como lo son las del presente proyecto. Con este estudio se intenta demostrar el poco impacto medioambiental que conlleva su instalación y explotación, contribuyendo medioambientalmente a la preservación de hábitats y evitando la emisión de elementos tóxicos y gran cantidad de CO₂.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo, referente al fomento de uso de energías renovables, establece unos objetivos mínimos del 20 por ciento de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de la UE, y el mismo para España.

En la siguiente tabla se comparan las cantidades que dejarían de emitirse por cada MWh producido la planta SF del actual proyecto:

Algunos estudios determinan que por cada kWh producido en centrales que aprovechan combustibles fósiles se precisa la emisión de $7,09 \times 10^{-4}$ toneladas de CO₂/kWh a la atmósfera, lo que supondría una emisión de 8.540 toneladas al año por parte de ambas plantas descritas en el presente proyecto, cuya potencia nominal es 2.750 kW, y tiene de media 12 horas de trabajo diarias; los cuales se pretenden evitar al crear una hibridación entre dos energías limpias. [3]

$$7,09 \times 10^{-4} \text{ toneladas de } \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}} * 2750 \text{ kW} * 12 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 8.540 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] “saihduero.es.” <http://saihduero.es/ficha-risr?r=EA510> (accessed Mar. 14, 2022).
- [2] “JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission.” https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR (accessed Mar. 14, 2022).
- [3] “Las emisiones de CO2 que evita la energía solar.” <https://climaticocambio.com/las-emisiones-de-co2-que-evita-la-energia-solar/> (accessed Mar. 30, 2022).

ANEXO III

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

INDICE:

1.MEMORIA INFORMATIVA.	4
1.1. DATOS DE OBRA	4
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	5
2. MEMORIA DESCRIPTIVA	6
2.1. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO.	6
2.2. MAQUINARIA	14
2.3. MEDIOS AUXILIARES	21
2.4. MANEJO DE MATERIALES.	24
2.5. SEÑALIZACIÓN.	27
2.6. NORMAS QUE SEGUIR EN CASO DE EMERGENCIA.	28
3.CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA	32
3.2. LIBRO DE INCIDENCIAS.	32
3.3. OBLIGACIONES	32

INDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1: Marca que indica doble aislamiento en herramientas eléctricas.....	11
Ilustración 2: Escalera de mano en posición correcta para su uso.....	23
Ilustración 3: Modo correcto de cargar objetos. Fuente: [7]	25
Ilustración 4: Números de teléfono emergencias. Fuente: [Elaboración propia]	28
Ilustración 5: Uso extintor	30

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Descripción de los tipos de riesgo. Fuente: [Elaboración propia]	6
Tabla 2: Indica la severidad del riesgo. Fuente: [Elaboración propia].....	7
Tabla 3: Relaciona grado de riesgo y severidad del mismo. Fuente: [Elaboración propia].....	7
Tabla 4: Clasificación de los riesgos en trabajos de movimientos de tierras. Fuente: [Elaboración propia]	8
Tabla 5: Clasificación de los riesgos en trabajos de cimentación y construcción de estructuras. Fuente: [Elaboración propia]	10
Tabla 6: Tabla de nivel de riesgos en instalaciones. Fuente: [Elaboración propia].....	12

1.MEMORIA INFORMATIVA.

Se describen las técnicas de prevención a utilizar en la obra de instalación de una planta solar fotovoltaica y automatización de su hibridación con una C. Hidroeléctrica, ya existente en cumplimiento del RD1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

1.1.DATOS DE OBRA

1.1.1. OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El objeto de este Plan de Seguridad y Salud Laboral es establecer la sistemática para garantizar la Seguridad y Salud de los trabajadores; para prevenir situaciones potenciales de riesgo y así evitar los accidentes laborales y enfermedades profesionales.

Este Plan de Seguridad y Salud se redacta considerando los riesgos detectables que puedan surgir durante el transcurso de los trabajos de esta obra. Cualquier Riesgo que pueda presentarse y que no está incluido en este plan de seguridad y Salud, será analizado. Se modificará el Plan y se tramitará para su aprobación.

El presente Plan de Seguridad y Salud ha sido redactado cumpliendo el RD 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de y en instalaciones. Todo ello se sitúa en el marco de la Ley 31/1005 de Prevención de Riesgos Laborales.

Los objetivos de este Plan son los siguientes:

- Conservar la integridad de todas las personas del entorno de las obras.
- Acometer el trabajo de manera que se minimicen los riesgos.
- Determinar los elementos necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Establecer normas que garanticen el correcto uso de elementos de seguridad. Proporcionando conocimientos para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende a cada trabajador.
- Nociones básicas de primeros auxilios y correcta forma de evacuación a heridos.

Igualmente se implanta la obligatoriedad de un Libro de Incidencias con toda la funcionalidad que el citado RD 1627/1997 le concede según su artículo 13, siendo el Coordinador el responsable del envío de las copias de las anotaciones que en él se escriban, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra, en el caso del presente proyecto León, así mismo deberá notificar las anotaciones en el libro a la Empresa, y a los representantes de los trabajadores de ésta.

Es responsabilidad de la Empresa la ejecución correcta de las medidas Preventivas fijadas en este Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la inobservancia de las medidas previstas con los Subcontratistas y Trabajadores Autónomos, respecto a la inobservancia que fueren imputables a los segundos.

Tanto la Inspección de Trabajo como el coordinador en materia de Seguridad de la dirección facultativa podrán comprobar la correcta ejecución de todas las medidas de dicho Plan las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

1.1.2. EMPLAZAMIENTO.

La instalación se encontrará situada en las parcelas 296-301 del Polígono 201 de La Robla, término municipal de La Robla, provincia de León.

1.1.3. SITUACIÓN DEL CENTRO ASISTENCIAL MÁS PROXIMO.

Los Centros de Salud más cercanos se encuentra en la Robla, C/ Escritora Josefina Rodríguez de Aldecoa, 5 y C/ Alcalde José Benjamín Villalobos, la Robla 24649, León.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

1.2.1. TIPO DE OBRA:

Instalación de 5.239 módulos solares con sus correspondientes soportes, cableado, inversores en el campo solar y adecuación de terreno para instalación de edificio para Centro de Transformación.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavaciones realizadas para aperturas de hoyos y retirada de sobrantes.

CIMENTACION y ESTRUCTURAS

Acopio, izado y hormigonado de los apoyos de alumbrado.

INSTALACIONES

Colocación y conexionado de paneles solares, inversores, centro de transformación y tendido de conductores.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO.

La valoración de los riesgos se basa en la identificación de peligros y condiciones inseguras para detectar e identificar los factores y/o agentes de riesgo presentes y los riesgos de accidente trabajo derivados de los mismos, su evaluación y la propuesta de medidas preventivas necesarias para su eliminación o reducción

La probabilidad es un factor en el que se tiene en cuenta: el tiempo de exposición al posible daño, el número de trabajadores expuestos, las medidas de prevención existentes y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los códigos sobre prácticas correctas.

Tabla 1: Descripción de los tipos de riesgo. Fuente: [Elaboración propia]

PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
Alta	La situación de riesgo se da continuamente (varias veces al día) y es muy probable que se produzca daños.
Media	La situación de riesgo se produce de forma frecuente (alguna vez al día) y es posible que se produzca daños.
Baja	La situación de riesgo se presenta ocasionalmente (1 vez/semana) y es poco probable que se produzca daños.

Para determinar la severidad de los daños, se consideran las partes del cuerpo que pueden estar afectadas, la naturaleza del daño y las consecuencias.

Tabla 2: Indica la severidad del riesgo. Fuente: [Elaboración propia]

SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN
Alta	El suceso puede provocar daños con resultado de muerte o de incapacidad laboral permanente.
Media	El suceso puede provocar daños con resultado de incapacidad laboral transitoria.
Baja	El suceso puede provocar una lesión que no precise baja laboral o ésta sea de muy corta duración, inferior a una semana.

Se establecen cinco niveles de grado de riesgo, las cuales se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3: Relaciona grado de riesgo y severidad del mismo. Fuente: [Elaboración propia]

GRADO DEL RIESGO *		SEVERIDAD		
		Alta	Media	Baja
Probabilidad	Alta	Muy Alto	Alto	Moderado
	Media	Alto	Moderado	Bajo
	Baja	Moderado	Bajo	Muy Bajo

(*) Los riesgos no evaluados mediante esta matriz, se significarán en GR con un asterisco.

2.1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Descripción de los trabajos:

Excavaciones realizadas para aperturas de hoyos y retirada de sobrantes.

Riesgos más frecuentes:

Tabla 4: Clasificación de los riesgos en trabajos de movimientos de tierras. Fuente: [Elaboración propia]

RIESGOS	PB	SV	GR
Proyección de fragmentos o partículas en operaciones de picado manual	M	B	B
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	B	A	M
Golpes por objetos o herramientas, especialmente en miembros inferiores	B	B	B
Atrapamiento entre objetos en operaciones de carga	M	B	B
Atropellos con vehículos (camiones, retroexcavadora) a trabajadores o viandantes	B	A	M
Golpes contra objetos móviles (parte trasera de la retroexcavadora)	B	A	M
Golpes contra objetos móviles (cazo de la retroexcavadora)	B	A	M
Desplome de edificios colindantes	B	A	M
Colisiones, atropellos, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras	M	M	M
Caídas de personas a distinto nivel (desde el borde de la excavación), y al mismo nivel en toda la excavación	M	M	M
Contactos eléctricos directos o indirectos.	B	A	M
Filtraciones de agua, presencia de corrientes o de caminos de agua.	A	B	M

[[1]]

Normas Básicas de Seguridad:

- Colocación de cordón de balizamiento en todo el perímetro del pozo o zanja.
- Se prohibirá permanecer a distancias inferiores a 2 m respecto cualquier parte, fija o móvil, de la máquina combinada.
- El conductor de la máquina combinada será informado de las medidas de seguridad recogidas en el apartado 1.2.2. Lo mismo para los conductores de los camiones basculantes.
- Las zonas de paso de vehículos con acceso a la obra, tales como camiones, mantenimiento o servicio deberán estar correctamente señalizadas.

- Toda la maquinaria de movimiento de tierras estará provista de cabina para el conductor, todo este tipo de máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deben satisfacer las condiciones siguientes (apartado 7C del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97):
- Estar bien diseñados y contruidos, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Los conductores han de recibir formación específica.
- Deberá existir una rigurosa delimitación para el conjunto de las zonas de trabajo, y hasta donde sea posible, impedir el acceso a la misma a toda persona ajena a ellas.
- En la carga de camiones con, el conductor permanecerá dentro de la misma. De tener que salir, se colocará fuera de la zona de influencia de la máquina, utilizando el casco.
- En caso de que se aprecie que en las operaciones de picado u otras saltan partículas que puedan dañar los ojos de los operarios, se les facilitarán gafas homologadas de seguridad.

Protecciones personales:

- Casco certificado en todo momento y en todas las fases de la obra.
- Botas de seguridad con puntera metálica en todo momento y en todas las fases de la obra.
- Ropa de trabajo en todas las fases de la obra.
- Guantes de seguridad certificados si se recogen escombros manualmente y si el trabajo con herramientas manuales pudiera producir heridas en las manos.
- Gafas de seguridad homologadas (opcional).
- Ropa reflectante

Protecciones Colectivas:

- Vallado perimetral o balizamiento de toda la obra.
- Se colocarán las señales indicadas en el apartado de señalización de esta memoria.
- Las maniobras de camiones deberán ser dirigidas por un operario competente.
- El grado de será el adecuado.

- Protecciones y resguardos en máquinas. Toda la maquinaria utilizada durante la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, para impedir el acceso involuntario de personas, evitando así riesgos.

2.1.2. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS.

Riesgos más frecuentes

Tabla 5: Clasificación de los riesgos en trabajos de cimentación y construcción de estructuras. Fuente: [Elaboración propia]

RIESGOS	PB	SV	GR
Atropellos causados por la maquinaria	M	M	M
Corrimiento de tierras	M	M	M
Caída de personas al mismo nivel	B	M	B
Caídas de personas a distinto nivel al caminar por las proximidades o por el borde de la excavación	M	M	M
Inundaciones	B	M	B
Derrumbamiento de las paredes de la excavación	M	M	M
Golpes por objetos o herramientas, fundamentalmente en las extremidades superiores. Golpes con herramientas manuales de excavación o en operaciones de encofrado	B	B	B
Cortes con la sierra y/o con la radial	B	A	M
Caídas de objetos desde la maquinaria durante la carga o descarga de materiales	M	M	M
Heridas punzantes causadas por las armaduras	B	M	B
Contactos eléctricos (Ej. sierra de cortar madera, radial, ...)	B	A	M
Caída de objetos (herramientas manuales) sobre personas durante el encofrado	B	M	B
Caída de objetos desprendidos durante las operaciones de encofrado	B	A	M
Sobreesfuerzos al levantar cargas y en el manejo de materiales	B	M	B
Pisadas sobre puntas en las maderas de encofrar	M	B	B
Golpes y cortes con herramientas manuales (tenazas, alicates) en operaciones de formado de armaduras con alambre	B	B	B

Normas Básicas de Seguridad

- Las herramientas eléctricas se recogerán al finalizar la jornada en un lugar seguro. Se procurará alejarlas de puntos húmedos y se vigilará el correcto estado general y de los cables conductores.
- Todas las herramientas eléctricas que se utilicen serán de doble aislamiento, para ello se comprobará que en la placa de características está impreso en símbolo:



Ilustración 1: Marca que indica doble aislamiento en herramientas eléctricas

- Las herramientas se revisarán periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones del fabricante.
- El personal que utilice herramientas eléctricas debe conocer su uso.
- La desconexión de las herramientas eléctricas se hará tirando de la clavija, nunca del cable, para evitar su deterioro.
- Se prohibirá conectar cualquier aparato eléctrico a la red con los cables pelados. Se empleará en todo momento las correspondientes clavijas.
- Los discos de las radiales estarán dotados de carcasa protectora.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar material con las radiales.
- La tablazón de los encofrados, cuando se recupere, se limpiará completamente de puntas o, si no, las puntas que no se extraigan serán aplanadas con un martillo para evitar pinchazos.
- Para manejar cemento o el hormigón se utilizarán guantes de goma. En ningún caso se manipulará con las manos desnudas
- Se mantendrá la zona de trabajo en el mejor estado posible de orden y limpieza.
- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad, en las que se tengan que realizar trabajos de hormigonado estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte.
- Las puntas de ferralla que sobresalgan del hormigón serán tapadas con capuchones de goma en forma de setas.
- Evitar permanecer bajo cargas suspendidas.

- Los materiales procedentes del desencofrado se colocarán lejos de las zonas de circulación y trabajo.

Protecciones Personales

- Ropa de trabajo
- Calzado de seguridad
- Guantes de goma para el manejo de cemento
- Guantes para el manejo de materiales
- Casco certificado en todo momento.
- Botas de seguridad en todo momento.
- Botas de seguridad con plantilla metálica para trabajar en encofrado y ferralla.
- Guantes de cuero para el manejo de ferralla y madera.
- Gafas de seguridad cuando se trabaje con radial.

2.1.3. INSTALACIONES.

Descripción de los trabajos

Colocación y conexionado de luminarias y tendido de conductores.

Riesgos más frecuentes

Tabla 6: Tabla de nivel de riesgos en instalaciones. Fuente: [Elaboración propia]

RIESGOS	PB	SV	GR
Contactos eléctricos	B	A	M
Caídas de personal a distinto nivel (al vacío) en colocación de luminarias	B	M	B
Caídas de personal al mismo nivel	M	B	B
Cortes y pinchazos con herramientas de mano	B	B	B

Normas de Seguridad

ANTES DE COMENZAR LOS TRABAJOS

- El conexionado de luminarias y tendido de conductores se realizará siempre sin tensión en la red de alumbrado.
- No colocarse bajo el radio de acción de los trabajadores subidos a elementos auxiliares. El aporte de material y herramientas a estos trabajadores no se realizará arrojando estas.
- En presencia de líneas aéreas de A.T. aviso a la compañía eléctrica para que realice el corte de fluido línea A.T., puesta a tierra y cortocircuito; señalar y respetar las distancias de seguridad y colocar pórticos protectores.
- “Cuando en estos trabajos se empleen vehículos dotado de cabestrante o grúa, el conductor deberá evitar no solo el contacto con las líneas en tensión, sino también la excesiva cercanía que pueda provocar una descarga a través del aire, Los restantes operarios permanecerán alejados del vehículo y en el caso accidental de entrar en contacto sus elementos elevados, el conductor permanecerá en el interior de la cabina hasta que se elimine tal contacto.”
- Puesta a tierra en todo elemento sin doble aislamiento.
- Utilización de camión pluma con cesta para la colocación de luminarias. Atenerse a lo especificado en el apartado 1.2.2.

Protecciones Personales

- Casco certificado en todo momento y en todas las fases de la obra.
- Botas de seguridad con puntera metálica en todo momento y en todas las fases de la obra.
- Ropa de trabajo en todas las fases de la obra.
- Gafas de seguridad homologadas (opcional).
- Ropa reflectante
- Cinturones de seguridad.

2.2. MAQUINARIA

Está previsto que se emplee la maquinaria siguiente:

MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES:

Medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles:

- Se prohíbe manipular los dispositivos de seguridad.
- No se harán reparaciones de los equipos que presenten algún malfuncionamiento, serán enviados al taller del profesional correspondiente.
- Cuidar el cable de alimentación, debe estar en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o defectos.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija adecuada a la potencia de ésta.
- Asegurarse de que existe cable de tierra y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.
- En el emplazamiento con una alta conductividad (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24V o mediante transformadores separadores de circuitos.
- El operario debe conocer el uso y las normas.

[2]

SIERRA CIRCULAR:

- El disco circular de la sierra ha de disponer de un triscado adecuado de los dientes que faciliten la apertura del corte de la madera.
- En la parte posterior del disco y alineado en el mismo plano vertical con él, debe disponer de un cuchillo divisor, que impida la tendencia al cierre del corte de madera, y consecuentemente la posibilidad de gripaje del disco y proyección de la madera a la cara del operario.
- El protector sobre el disco de corte debe ser basculante, o adaptable al espesor de la tabla a cortar, debiendo permitir buena visión del corte, tanto frontal como lateralmente.
- Para conseguir la inaccesibilidad de la parte inferior del disco que sobresale bajo la mesa, se empleará una carcasa envolvente de la hoja de la sierra que debe permitir el movimiento total de la misma.
- La correa de transmisión se cubrirá mediante un resguardo fijo.

- Esta máquina deberá ser utilizada exclusivamente por personal especializado y autorizado.
- El interruptor de la máquina deberá ser del tipo embutido y alejado de la proximidad de las correas de transmisión.
- La máquina deberá estar dotada de empujadores y guía.

[3]

HORMIGONERA:

- Deberá tener protegidos los elementos móviles con defensas, resguardos o separadores de material recio y fijado sólidamente a la máquina. Tendrán que ser desmontables para casos de limpieza, reparaciones, engrases, sustitución de piezas, etc.
- Si la hormigonera se alimenta con corriente eléctrica y las masas de toda la máquina están puestas a tierra, siendo esta inferior a 20 ohmios, la conexión de la manguera al cuadro estará protegida con un interruptor diferencial de 300 mA. En caso contrario, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad (30 mA).
- La máquina estará ubicada en lugar permanente que no ocasione vuelcos o desplazamientos.
- La zona de trabajo estará ordenada, libre de elementos innecesarios.

[4]

MARTILLO PICADOR

- Las mangueras de aire comprimido se situarán de la forma que molesten lo menos posible el trabajo de los obreros y el paso de personal, evitando también su aplastamiento.
- La unión entre la herramienta y el portaherramientas ha de quedar bien asegurada y se debe comprobar el perfecto acoplamiento de este antes de ponerla en marcha.
- No se deben realizar esfuerzos de palanca con el martillo en funcionamiento.
- Se necesita verificar los acoplamientos de las mangueras y asegurarse que están en buenas condiciones y cerrar el paso de aire antes de su desacoplamiento.
- Se acordonará (o cerrará totalmente, según casos), la zona de trabajo con martillos, (rompedores, barrenadores, picadores), para prevenir daños a los trabajadores que pudieran entrar en la zona de riesgo de caída de objetos.
- Los trabajadores que trabajen de manera usual con el martillo neumático serán sometidos a un examen médico mensual para detectar posibles alteraciones.

- En el acceso a un tajo de martillos, se instalarán señales de “Obligatorio el uso de protección auditiva”, “Obligatorio el uso de gafas anti-proyecciones” y “Obligatorio el uso de mascarillas de respiración”.
- Se prohíbe el uso de martillos neumáticos al personal no autorizado.
- Se prohíbe expresamente el uso del martillo neumático en las excavaciones en presencia de líneas eléctricas enterradas a partir de ser encontrada la “banda” o señalización de aviso.
- Se prohíbe expresamente dejar los martillos neumáticos abandonados hincados en los paramentos que rompe, en previsión de desplomes incontrolados.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, aproximar el compresor a distancias inferiores a 15 metros (como norma general), del lugar de manejo de los martillos para evitar exposiciones elevadas al ruido.
- La circulación de peatones en las proximidades del uso de los martillos se evitará, recirculando por el trazo más alejado.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno circundante, para evitar posibles desprendimientos de tierra
- Deberá evitarse el uso continuado del martillo a lo largo de la jornada o si fuera necesario se cambiará de operario por salud.

CORTADORA DE PAVIMENTO.

Equipo de trabajo que se utiliza para cortar pavimentos mediante el movimiento rotatorio de un disco abrasivo.

Riesgos

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ruido
- Exposición a polvo
- Amputaciones

Normas generales

- Utilizar cortadoras de pavimento con el marcado CE prioritariamente o adaptadas al R.D. 1215/1997.
- Es necesario formación específica para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Protecciones colectivas

- En su utilización hay que verificar la ausencia de personas en el radio de afección de las partículas que se desprenden en el corte.

Equipos de protección

- Casco
- Guantes contra agresiones mecánicas
- Protectores auditivos
- Calzado de seguridad
- Protección ocular

NORMAS PARA EL OPERADOR DEL CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos más frecuentes

- Atropellos o golpes con vehículos (movimiento de tierras, camiones).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos (terrenos irregulares, embarrados).
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes por objetos o herramientas (empujones a los operarios guía que pueden caer).
- Caída de objetos.
- Choques contra objetos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos (despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).

- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas (hormigón).
- Sobreesfuerzos.

Medidas Preventivas

- Haga sonar la bocina antes de iniciar la marcha.
- Cuando circule marcha atrás avise acústicamente.
- Con la cuba en movimiento permanezca fuera de la zona de contacto de esta.
- Ante una parada de emergencia en pendiente, además de accionar los frenos, sitúe las ruedas delanteras o traseras contra talud, según convenga.
- Después de un recorrido por agua, barro, o al salir del lavadero, compruebe la eficacia de los frenos.
- En las pistas de obra puede haber piedras caídas de otros vehículos. Extreme las precauciones.
- Por su fragilidad, proteja adecuadamente los pilotos y luces de gálibos, durante la carga y descarga.
- No limpie su hormigonera con agua, en las proximidades de una línea eléctrica.
- Ancle debidamente las canaletas antes de iniciar la marcha.
- Al vaciar la cuba, frene el camión.
- Cuando circule por vías públicas, cumpla la normativa del código de Circulación vigente.

Equipos de protección individual

- Casco de polietileno.
- Botas impermeables de seguridad.
- Ropa de trabajo ajustada.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Guantes impermeabilizados.
- Calzado para la conducción de camiones.

[5]

NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR DE LA RETROEXCAVADORA.

Riesgos más frecuentes.

- Atropellos o golpes con vehículos (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, deslizamiento de la máquina, máquina en marcha fuera de control por abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina y bloquear los frenos).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos (inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora).
- Caídas de objeto por desplome o derrumbamiento (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra objetos móviles.
- Exposición a contactos eléctricos (líneas aéreas).
- Incendios.
- Contactos térmicos (mantenimiento).
- Atrapamiento por o entre objetos (mantenimiento).
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Exposición a ruido.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición a sustancias nocivas (polvo).

Medidas Preventivas.

- Procure no aparcar al pie de taludes.
- Extreme las precauciones al trabajar en pendientes.
- No cargue por encima de la cabina del camión o dúmper.
- El cazo debe de tener una carga estable.
- En los desplazamientos, el cazo debe ir recogido y próximo al suelo.

- Extreme las precauciones ante líneas eléctricas, tuberías y taludes.
- Exija que el área de trabajo de su máquina esté despejada para evitar accidentes.
- Al aparcar, recoja el cazo y apóyelo en el suelo.
- En ausencia del capataz, la responsabilidad del tajo de carga es de usted.

Equipos de protección individual.

- Gafas anti-proyecciones.
- Casco de polietileno (solo cuando exista riesgo de golpes en la cabeza).
- Cinturón elástico anti vibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas antideslizantes (en terrenos secos).
- Botas impermeables (en terrenos embarrados).
- Calzado para conducción de vehículos.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o de P.V.C. (operaciones de mantenimiento).
- Polainas de cuero (operaciones de mantenimiento).
- Botas de seguridad con puntera reforzada (operaciones de mantenimiento).

NORMAS SEGURIDAD PARA EL OPERADOR DE CAMION GRUA CON CESTA.

Riesgos más frecuentes.

- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Caída de objetos.
- Choques contra objetos móviles (verticales u horizontales).

Medidas preventivas

- Cesta para 2 personas equipada con valla de 1,10 a 1,20 m que dispone de una puerta con cierre de Seguridad.
- La descarga se realizará sobre terreno lo más horizontal posible.
- Antes de iniciar la maniobra de carga y descarga se instalarán calzos inmovilizadores en las ruedas y gatos estabilizadores.
- En todo momento existirá una persona supervisando las maniobras de esta máquina.
- El operador debe estar en plenas condiciones físicas y mentales, no ha de padecer ataques epilépticos, y no debe manipular la máquina si está tomando algún medicamento que pueda mermar sus facultades.
- Retraer la pluma al máximo hasta su posición de reposo y colocar el bulón de bloqueo antes de desplazar la máquina.
- Se hará uso del cinturón de seguridad dentro de la cesta.
- Se balizará la máquina con conos reflectantes y se colocará la señalización
- Se dispondrá en el vehículo de un extintor de incendios
- No se sobrepasará la carga máxima de la pluma en punta.

Equipos de protección individual

- Casco de polietileno (siempre que se abandone la cabina en el interior de la obra y exista el riesgo de golpes en la cabeza)
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

2.3. MEDIOS AUXILIARES

ESCALERA DE MANO

Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante. Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización, en las condiciones requeridas, no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento de estas.

Se revisará, antes de su utilización, el estado de los peldaños, largueros, zapatas de sustentación, abrazaderas o dispositivos de fijación y, además, en las extensibles, el estado de cuerdas, cables, poleas y topes de retención. Deberá asegurarse su estabilidad, debiendo quedar sólidamente asentada la base de esta. Se utilizarán zapatas antideslizantes.

Las escaleras simples, se sujetarán en la parte superior, al paramento sobre el que se apoya, y cuando esto no permita un apoyo estable se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes. real decreto 486/1997 | Adolfo Suarez - Blogger")

Los trabajos sobre escaleras se efectuarán de frente a las mismas, agarrándose a los peldaños o largueros.

El ascenso y descenso por una escalera de mano ha de hacerse con las manos libres, de frente a la escalera, agarrándose a los peldaños. No se tratará de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse.

No se emplearán escaleras de mano y en particular, escaleras de más de 5 m. de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada. Al trabajar sobre una escalera NUNCA se ha de mover una escalera de mano estando el trabajador sobre ella.

Las escaleras de mano se colocarán siempre apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas. No deben utilizarse las escaleras de mano como puentes, pasarelas o plataformas, ni tampoco para el transporte de materiales.

Los trabajos a más de 3,5 m. de altura desde el punto de operación al suelo (aprox. a más de 2 m. desde los pies al suelo), que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal, es decir, la relación entre la longitud de la escalera y la separación del punto de apoyo será de 4 a 1.

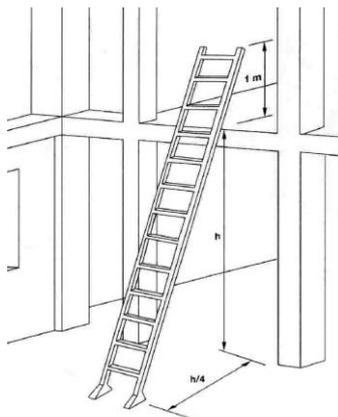


Ilustración 2: Escalera de mano en posición correcta para su uso

Cuando se utilicen escaleras de mano para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de estos.

Las escaleras de mano se colocarán fuera de zonas de paso o de vías de circulación de peatones o vehículos, o se deberán de proteger de golpes.

En la proximidad de puertas al colocar la escalera de mano dejar la puerta abierta para que sea visible.

En los trabajos eléctricos o en la proximidad de instalaciones eléctricas deben utilizarse escaleras aislantes, con el aislamiento eléctrico adecuado.

No trabajar a menos de 5 m. de una línea de A.T. y, si es imprescindible, utilizar escaleras de fibra de vidrio aisladas.

Almacenar correctamente, libre de condiciones climatológicas adversas, nunca sobre el suelo sino colgada y apoyada sobre los largueros. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

[6]

2.4. MANEJO DE MATERIALES.

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS:

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 Kg. Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

- Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.
- Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.
- Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.
- El esfuerzo de levantar el peso lo debe realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo y se deben evitar los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

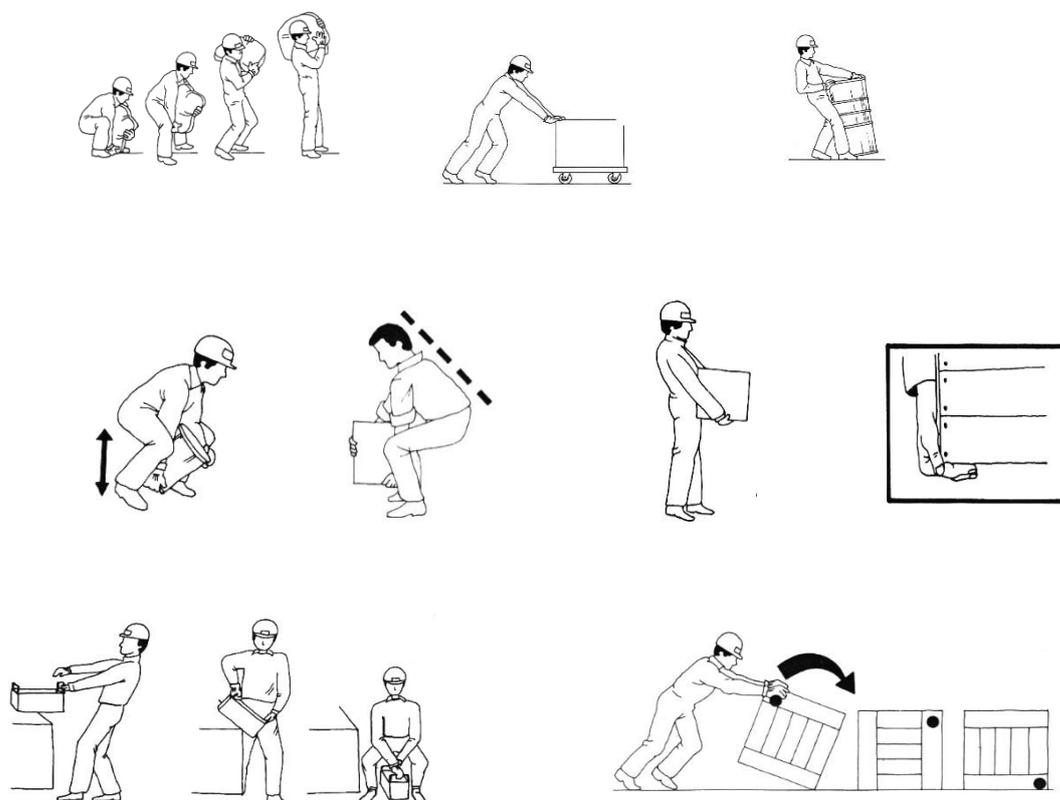
- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.



Ilustración 3: Modo correcto de cargar objetos. Fuente: [7]

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.



[7]

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS CON LA GRUA:

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- El personal que manejará la grúa dispondrá de la formación adecuada.
- No se utilizará para fines no previstos.
- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o poleas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán elevadores de vigas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- Prohibir la permanencia de personas en la vertical de las cargas.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se realizarán tiros sesgados.
- Nunca se elevarán cargas que puedan estar adheridas.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.
- No se permitirá arrastrar o arrancar con la grúa objetos fijos en el suelo o de dudosa fijación. Igualmente, no se permitirá la tracción en oblicuo de las cargas a elevar.
- No se dejarán los aparatos de izar con las cargas suspendidas.

2.5. SEÑALIZACIÓN.

De acuerdo con el presente Real Decreto las señales que deberán incluirse en nuestra obra de manera visible serán las siguientes:

SEÑALES DE OBLIGACIÓN:

	USO OBLIGATORIO DEL CASCO EN TODA LA OBRA
	USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD EN TODA LA OBRA
	USO OBLIGATORIO DE ARNES DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN ALTURA
	USO OBLIGATORIO DE GUANTES DE SEGURIDAD
	USO OBLIGATORIO DE PROTECTORES AUDITIVOS
	USO OBLIGATORIO DE GAFAS DE PROTECCIÓN

SEÑALES DE PROHIBICIÓN:

	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
	PROHIBIDO FUMAR EN ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES.

SEÑALES DE PROHIBICIÓN:

	<p>PELIGRO DE INCENDIO EN ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES INFLAMABLES</p>
	<p>PELIGRO DE "RIESGO ELÉCTRICO".</p>

2.6. NORMAS QUE SEGUIR EN CASO DE EMERGENCIA.

TELÉFONOS EXTERIORES

	<p>Emergencia GENERAL</p>	<p>112</p>	
	<p>BOMBEROS:</p>	<p>080</p>	
	<p>CONSULTORIO MÉDICO LA ROBLA:</p>	<p>987 572244</p>	
	<p>HOSPITAL VIRGEN BLANCA(LEÓN):</p>	<p>987 237 400</p>	
	<p>GUARDIA CIVIL LA ROBLA:</p>	<p>062 o 987 570004</p>	
	<p>POLICIA LOCAL:</p>	<p>092 o 629938005</p>	
	<p>(Servicio de 9.00 a 15:00 horas, de Lunes a Viernes)</p>	<p>POLICIA NACIONAL:</p>	<p>091</p>

Ilustración 4: Números de teléfono emergencias. Fuente: [Elaboración propia]

Actuación en caso de Accidente

Si a pesar de haber seguido el Plan de Seguridad y Salud se produjera un accidente, se actuará según el siguiente procedimiento, dependiendo también en función del grado del accidente.

-GRAVE:

Pedir ayuda, no tocar al accidentado sin conocimiento.

Llamar al teléfono 112 (emergencias), en su defecto llamar al teléfono 091 o 092, enviarán equipo médico de rescate. Indicar el tipo de accidente, el estado del herido, dirección exacta de la obra

-LEVE:

Llamar al Servicio médico más cercano, indicando el tipo de lesión, estado del herido

ACTUACIÓN EN CASO DE INCENDIO.

La prevención de incendios es el aspecto más importante.

Con frecuencia los incendios son el resultado de una imprudencia o negligencia, por lo que es muy importante evitar que se produzca, impidiendo que haya:

- Materiales combustibles en condiciones de peligro.
- Focos de calor (focos de ignición).
- Aire en contacto con materiales fácilmente oxidables.

Estará prohibido fumar en aquellas zonas con riesgo, y en las que no lo esté habrá que tirar colillas y cerillas en basuras que puedan contener residuos inflamables.

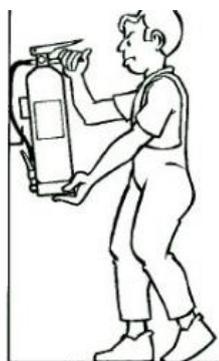
SOLO SI ESTÁ COMPLETAMENTE SEGURO DE PODER APAGAR EL FUEGO CON LOS MEDIOS DISPONIBLES, PODRÁ HACERLO SIN NECESIDAD DE DAR ANTES LA ALARMA.

Si no lo consigue, evacuará la zona, ayudando a evacuar la zona a otras personas que se encuentren presentes y tratará de localizar de nuevo a sus mandos, alertándolos. Es muy importante mantener la calma, no corriendo, ni gritando para no provocar pánico. Si se ve bloqueado por el humo saldrá de la zona gateando, arrastrándose por el suelo.

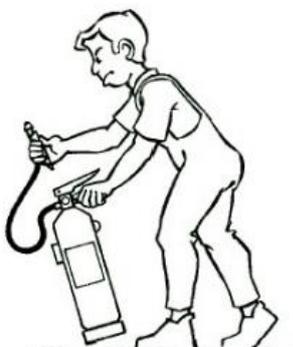
En el caso de que se le prenda la ropa, se tirará al suelo, y rodará sobre sí mismo.

Estas instrucciones se repartirán a los trabajadores. También se repartirá el "método de empleo de un extintor.

MÉTODO DE EMPLEO DE UN EXTINTOR



1. Descolgar el extintor asíéndolo por la maneta o asa fija y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.



2. Asir la boquilla de la manguera del extintor y comprobar, en caso que exista, que la válvula o disco de seguridad (V) está en posición sin riesgo para el usuario. Sacar el pasador de seguridad tirando de su anilla.



3. Presionar la palanca de la cabeza del extintor y en caso de que exista apretar la palanca de la boquilla realizando una pequeña descarga de comprobación.



4. Dirigir el chorro a la base de las llamas con movimiento de barrido. En caso de incendio de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido evitando que la propia presión de impulsión provoque derrame del líquido incendiado. Aproximarse lentamente al fuego hasta un máximo aproximado de un metro.

Ilustración 5: Uso extintor

PRIMEROS AUXILIOS

Existirá un botiquín, para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, con el contenido siguiente:

- Frasco de agua oxigenada.
- Frasco de alcohol de 96º.
- Frasco de mercurocromo.
- Frasco de tintura de yodo.
- Frasco de amoníaco.
- Caja conteniendo gasa estéril, apósitos, algodón hidrófilo estéril, esparadrapo y similares.
- Guantes esterilizados.
- Caja de apósitos autoadhesivos.

- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.

VESTUARIOS Y ASEOS

Existirá un lugar con vestuarios y aseos, en los que quedará prohibido almacenar productos inflamables o tóxicos.

3.CONDICIONES DE NATURALEZA FACULTATIVA

3.2. LIBRO DE INCIDENCIAS.

De acuerdo con el artículo 13 del RD 1627/97 existirá en cada centro de trabajo, con fines de control y seguimiento de este Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Este libro será facilitado por:

- ✓ El Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.[8]

- ✓ La oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El Libro de Incidencias, deberá mantenerse en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud o por su sustituto. El acceso al libro estará permitido a la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas, Subcontratistas, trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materias de prevención.

3.3. OBLIGACIONES

CONTRATISTA

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Plan de Seguridad y Salud coherente con los sistemas de ejecución que se van a emplear. El Plan ha de contar con aprobación de la Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud y será previo al comienzo de la obra. Los medios de protección personal estarán homologados por el organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad e Higiene, con el visto bueno de Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio de Seguridad y Salud y del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se

deriven de la infracción de este por su parte, o de los posibles Subcontratistas y empleados.

En el caso de que la empresa contratista no este inscrita en el REA, esta no podrá realizar subcontrataciones, puesto que es requisito indispensable para solicitar el Libro de Subcontratación y por consiguiente realizar la Subcontratación de empresas o Autónomos.

DOCUMENTACION EN OBRA.

En todo momento la empresa dispondrá de toda aquella documentación referida a la seguridad y salud que pueda ser requerida para su evaluación o inspección, y en particular:

- ✓ Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- ✓ Libro de Incidencias.
- ✓ Adhesión al Plan de Seguridad por parte de los contratistas.
- ✓ Justificante de entrega de EPIS a los trabajadores.
- ✓ Libro de Subcontratación.
- ✓ Apertura de centro de trabajo.
- ✓ Certificados de aptitud de los trabajadores en base al reconocimiento médico de empresa.
- ✓ Certificación acreditativa de la impartición de formación sobre riesgos y medidas preventivas a los trabajadores.
- ✓ Certificación de adecuación al R.D. 1215/1997, de 18 de Julio en las máquinas que carezcan de marcado "CE".
- ✓ Autorización expresa comprensiva de la declaración de aptitud técnica y física para la utilización de maquinaria por parte de los trabajadores.
- ✓ Seguro de Responsabilidad Civil.

FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores que desarrollen actividad en la obra dispondrán de formación específica de al menos 3 horas. Dicha formación tendrá como objetivo, formar al trabajador sobre técnicas sencillas de Prevención con ejemplos prácticos, informarle de los riesgos a que está sometido, y motivarle para que adopte las medidas de protección.

REVISIONES MÉDICAS

El empresario garantizará a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo o para otras personas, o cuando esté así establecido por la ley.

La empresa no podrá tener trabajadores en puestos para los que haya sido calificado como no apto en los reconocimientos médicos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Actuación de un Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales en un servicio de prevención ajeno.” <https://1library.co/document/1y9jv1lq-actuacion-tecnico-superior-prevencion-riesgos-laborales-servicio-prevencion.html> (accessed Apr. 05, 2022).
- [2] “Máquinas Eléctricas Portátiles. Medidas de Seguridad - Construmatica.” https://www.construmatica.com/construpedia/M%C3%A1quinas_El%C3%A9ctricas_Port%C3%A1tiles._Medidas_de_Seguridad (accessed Apr. 05, 2022).
- [3] “Sierra Circular. Seguridad - Construmatica.” https://www.construmatica.com/construpedia/Sierra_Circular._Seguridad (accessed Apr. 05, 2022).
- [4] “Hormigonera. Seguridad - Construmatica.” https://www.construmatica.com/construpedia/Hormigonera._Seguridad (accessed Apr. 05, 2022).
- [5] “Prevención - Portal Prevención de riesgos.” <https://studylib.es/doc/7697639/prevenci%C3%B3n---portal-prevenci%C3%B3n-de-riesgos> (accessed Apr. 05, 2022).
- [6] “3-2013-02-19-2- Normas Seguridad Escaleras Mano90”.
- [7] “Seguridad en el Manejo de Cargas sin Medios Mecánicos - Construmatica.” https://www.construmatica.com/construpedia/Seguridad_en_el_Manejo_de_Cargas_sin_Medios_Mec%C3%A1nicos (accessed Apr. 05, 2022).
- [8] “MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES”.

ANEXO IV

DOCUMENTACIÓN

TÉCNICA

INDICE ANEXO IV

1.PANELES SOLARES FV.....	2
2.INVERSORES.....	4
3. CUADRO DE BAJA TENSIÓN, PROTECCIONES Y CABLEADO	6
4.CABLEADO.....	7
5.CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	11
6. CONTROL.....	15

1.PANELES SOLARES FV

www.jinkosolar.com



TR 72M
510-530 Watt
Mono-facial

Ting Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

(Draft)

TIGER Pro





KEY FEATURES

- 
TR technology + Half Cell
 TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.41%)
- 
MBB instead of SBB
 MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.
- 
Higher lifetime Power Yield
 2.0% first year degradation,
 0.55% linear degradation
- 
Best Warranty
 12 year product warranty,
 25 year linear power warranty
- 
Strengthened Mechanical Support
 5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load

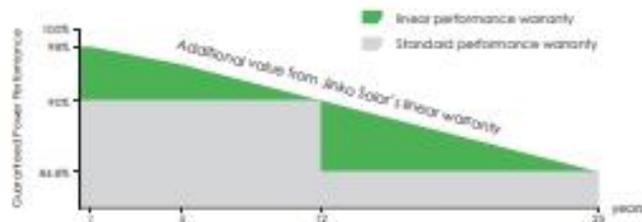


ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory

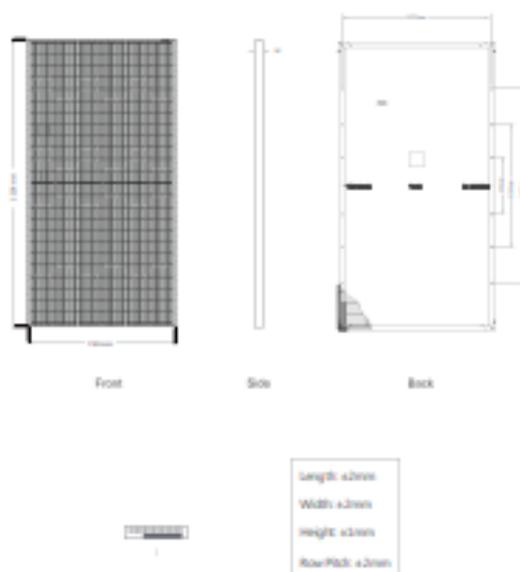
IEC61215, IEC61730 certified product

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

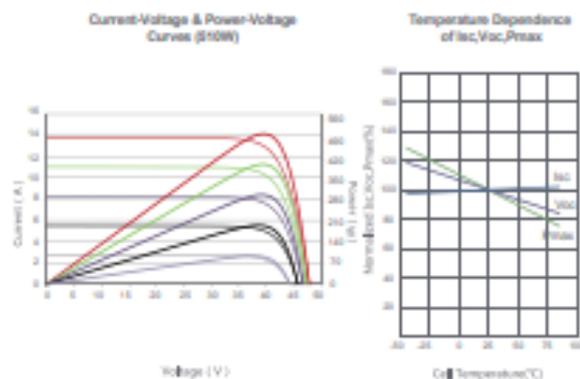
12 Year Product Warranty + 25 Year Linear Power Warranty
 0.55% Annual Degradation Over 25 years



Engineering Drawings



Electrical Performance & Temperature Dependence



Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40HQ Container

Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2x72)
Dimensions	2206x1122x35mm (86.85x44.17x1.38 inch)
Weight	28.2 kg (62.17 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² (+) 230mm, (-) 145 mm or Customized Length

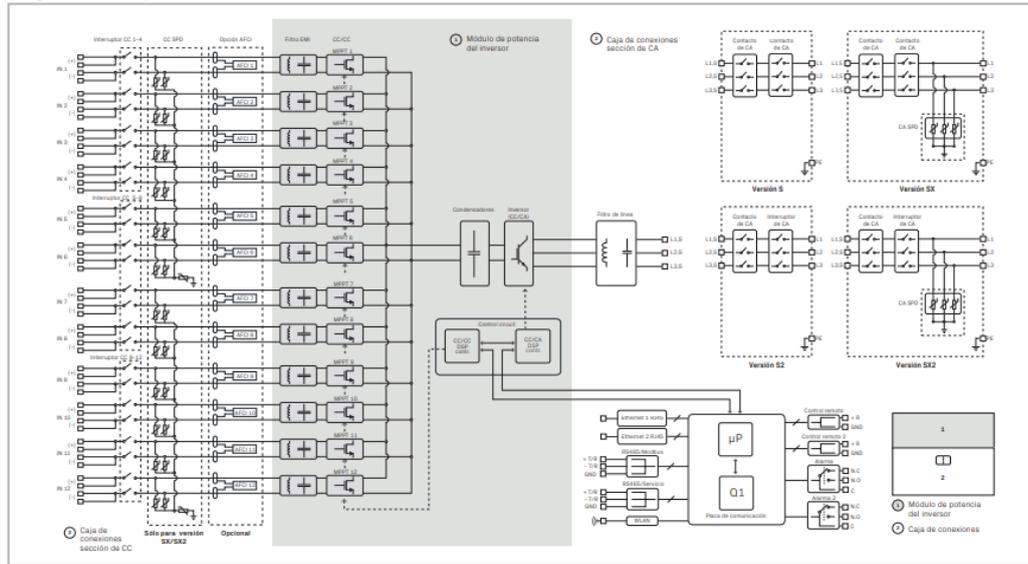
SPECIFICATIONS

Module Type	JKM510M-7TL4-V		JKM515M-7TL4-V		JKM520M-7TL4-V		JKM525M-7TL4-V		JKM530M-7TL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	510Wp	379Wp	515Wp	383Wp	520Wp	387Wp	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.40V	38.25V	41.50V	38.35V	41.60V	38.40V	41.70V	38.50V	41.80V	38.60V
Maximum Power Current (Imp)	12.32A	9.92A	12.41A	9.99A	12.50A	10.06A	12.59A	10.13A	12.68A	10.20A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.94V	46.10V	49.04V	46.19V	49.14V	46.28V	49.24V	46.38V	49.34V	46.47V
Short-circuit Current (Isc)	13.05A	10.54A	13.14A	10.61A	13.23A	10.69A	13.32A	10.76A	13.41A	10.83A
Module Efficiency STC (%)	20.60%		20.81%		21.03%		21.21%		21.41%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

* STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s
 • Power measurement tolerance: ± 3%

2.INVERSORES

Diagrama de bloques del inversor de cadena PVS-175-TL



Datos técnicos y tipos

Entrada	
Tensión de entrada de CC máxima absoluta ($V_{max,abs}$)	1500 V
Tensión de entrada de CC de puesta en marcha (V_{start})	750 V (650...1000 V)
Intervalo de tensión operativa de entrada de CC ($V_{demin}...V_{dmax}$)	0.7 x V_{start} ...1500 V (mín. 600 V)
Tensión nominal de entrada de CC (V_{dc})	1110 Vdc
Potencia nominal de entrada de CC (P_{dc})	188000 W @ 30°C - 177000 W @ 40°C
Número de MPPT independientes	12
Intervalo de tensión de entrada de CC con MPPT a ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) a P_{dc}	850...1350 V
Corriente de entrada de CC máxima para cada MPPT ($I_{dc,max}$)	22 A
Corriente máxima de cortocircuito de entrada ($I_{sc,max}$) para cada MPPT	30 A
Número de pares de entrada de CC para cada MPPT	2 entradas de CC por MPPT
Tipo de conexión de CC	Conector de acoplamiento rápido FV ³⁾
Protección de entrada	
Seccionador de circuito de detección de arco en serie CC	Tipo I según UL 1699B con capacidad de detección en MPPT individuales
Protección contra polaridad inversa	Sí, desde una fuente de intensidad limitada
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - varistancia	Sí, 2 (solo versión S/S2)
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - descargador de sobretensión sustituible	Tipo 2 con monitorización (solo versión SX/SX2)
Control del aislamiento de generador fotovoltaico (resistencia de aislamiento)	Sí, según IEC 62109-2
Unidad de monitorización de corriente residual (protección contra corrientes de fuga)	Sí, según IEC 62109-2
Interruptor de desconexión de carga de CC (valor nominal para cada MPPT)	20 A/1500 V - 35 A/1250 V - 50 A/1000 V
Capacidad de fusibles	N/A, no presenta fusibles
Monitorización de la corriente de cadena	Detección de corriente a nivel de MPPT
Lado de salida	
Tipo de conexión con la red de CA	Trifásica 3W+PE (TN system)
Potencia nominal de CA ($P_{ac}@\cos\phi=1$)	175 000 W a 40 °C
Potencia máxima de salida de CA ($P_{ac,max}@\cos\phi=1$)	185 000 W a ≤ 30 °C
Potencia aparente máxima (S_{max})	185 000 VA
Tensión nominal de la red de CA (V_{ac})	800 V
Intervalo de tensiones de CA	552...960 V ³⁾
Corriente máxima de salida de CA ($I_{ac,max}$)	135 A
Frecuencia nominal de salida (f)	50 Hz/60 Hz
Intervalo de frecuencia de salida ($f_{min}...f_{max}$)	45...55 Hz / 55...65 Hz ³⁾
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,995, 0...1 inductiva/capacitiva con S_{max} máxima
Distorsión armónica total de la intensidad	< 3%
Máx. inyección de corriente de CC (% de I_n)	< 0,5%* I_n
Cable de CA máximo / multipolar	1 x 53 mm (1 x M63 prensaestopas)
Cable de CA máximo / unipolar	3 x 32 mm (3 x M40 prensaestopas)
Tipo de conexión de CA	Barra colectora de cobre para conexiones de terminales con pernos M10 (incluida)
Protección de salida	
Protección contra la formación de islas	De acuerdo con la normativa local
Protección máxima contra sobreintensidad de CA externa	200 A
Protección contra sobretensiones de salida - dispositivo de protección frente a sobretensiones sustituible	Tipo 2 con monitorización
Rendimiento de funcionamiento	
Eficiencia máxima (η_{max})	98.7%
Eficiencia ponderada (EURO/CEC)	98.4%
Comunicación	
Interfases de comunicación integradas	Ethernet de doble puerto, wifi ⁴⁾ , RS-485
Interfaz de usuario	4 LED, interfaz de usuario web, app móvil
Protocolo de comunicación	Modbus RTU/TCP (conforme a Sunspec)
Herramienta de puesta en marcha	Interfaz de usuario web, aplicación para móvil/aplicación para planta
Monitorización	Plant Portfolio Manager, Visualizador de planta
Código de tipo	
Actualización de FW	Actualización remota de FW de inversor (todos los componentes) a través de interfaz Ethernet/wifi, en local o remoto
Actualización de parámetros	Actualización remota de parámetros de inversor (todos los componentes) a través de interfaz Ethernet/wifi, en local o remoto
Condiciones ambientales	
Intervalo de temperatura ambiente de funcionamiento	-25...+60 °C/-13...140 °F con derrateo por encima de 40 °C/133 °F
Humedad relativa	4 %...100 % de condensación
Nivel de presión sonora, típica	65dB(A) @ 1m
Altitud máxima de funcionamiento sin derrateo	2000 m / 6560 pies

3. CUADRO DE BAJA TENSIÓN, PROTECCIONES Y CABLEADO



DPX³ 160/250

Technical characteristics (at 40°)

MCCBs	DPX ³ 160 thermal magnetic				DPX ³ 160 with electronic earth leakage module				
	16 kA	25 kA	36 kA	50 kA	16 kA	25 kA	36 kA	50 kA	
Nominal current In (A)	16-25-40-63-80-100-125-160								
Rated insulation voltage (V)	50-60Hz				600				
Rated operational voltage (V)	50-60Hz				500				
Rated impulse withstand current Iimp (kV)	Continuous				500				
Category of use	A				A				
Ultimate breaking capacity (kA) in AC	220/240 V~	25	35	50	65	25	35	50	65
	380/415 V~	16	25	36	50	16	25	36	50
	440 V~	10	18	25	30	10	18	25	30
	480/500 V~	8	10	12	15	8	10	12	15
	690 V~	5	5	8	10	5	5	8	10
	125 V _{dc} (1)	32	50	60	80	32	50	60	80
Ultimate breaking capacity (kA) in DC	250 V _{dc} (2)	16	25	30	40	16	25	30	40
	400 V _{dc} (2)	16	25	30	40	16	25	30	40
	500 V _{dc} (2)	10	20	25	35	10	20	25	35
	Standard breaking capacity Ics (% Icu)	100	100	100	100	100	100	100	100
Short-circuit making capacity Icm (kA)	415 V~	32	52,5	75,6	105	32	52,5	75,6	105
Breaking capacity on 1 pole Isu (kA) For IT neutral earthing system	220/240 V~	6,25	8,75	12,5	16,3	6,25	8,75	12,5	16,3
	380/415 V~	4	6,25	9	12,5	4	6,25	9	12,5
	440 V~	2,5	4,5	6,25	7,5	2,5	4,5	6,25	7,5
	480/500 V~	2	2,5	3	3,75	2	2,5	3	3,75
	690 V~	1,25	1,25	2	2,5	1,25	1,25	2	2,5

MCCBs	DPX ³ 250 thermal magnetic				DPX ³ 250 electronic release				
	25 kA	36 kA	50 kA	70 kA	25 kA	36 kA	50 kA	70 kA	
Nominal current In (A)	100-160-200-250								
Rated insulation voltage (V)	50-60Hz				800 (with integrated e.l.c.bs: 500)				
Rated operational voltage (V)	50-60Hz				690 (with integrated e.l.c.bs: 500)				
Rated impulse withstand current Iimp (kV)	Continuous				500				
Category of use	A				A				
Ultimate breaking capacity (kA) in AC	220/240 V~	40	60	80	100	40	60	80	100
	380/415 V~	25	36	50	70	25	36	50	70
	440 V~	20	30	40	60	20	30	40	60
	480/500 V~	10	25	30	40	10	25	30	40
	690 V~	8	16	18	20	8	16	-	20
	125 V _{dc} (1)	50	72	80	90	50	72	80	90
Ultimate breaking capacity (kA) in DC	250 V _{dc} (2)	25	36	40	45	25	36	40	45
	400 V _{dc} (2)	30	45	50	55	30	45	50	55
	500 V _{dc} (2)	25	36	40	45	25	36	40	45
	Standard breaking capacity Ics (% Icu)	100	100	100	100	100	100	100	100
Breaking capacity on 1 pole Isu (kA) For IT neutral earthing system	220/240 V~	10	15	20	25	15	15	20	25
	380/415 V~	6,25	9	12,5	17,5	6,25	9	12,5	17,5
	440 V~	5	7,5	10	15	5	7,5	10	15
	480/500 V~	2,5	6,25	7,5	10	2,5	6,25	7,5	10
	690 V~	2	4	4,5	5	-	-	-	-

Temperature derating

DPX³ 160

In (A)	Temperature (°C)											
	-25	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	50	60	70
16	23	22	21	21	20	19	18	17	16	15	15	14
25	37	35	34	33	32	30	28	26	25	23	22	21
40	55	54	52	51	50	47	43	42	40	38	36	34
63	88	87	84	83	81	76	69	66	63	60	57	55
80	115	113	111	109	107	97	87	84	80	78	75	72
100	135	133	130	123	115	108	100	100	100	95	90	85
125	160	158	155	153	150	138	125	125	125	118	112	105
160	224	221	214	210	205	192	176	168	160	152	145	139

DPX³ 250

In (A)	Temperature (°C)											
	-25	-20	-10	-5	0	10	20	30	40	50	60	70
40	54	53	51	50	49	48	45	41	40	38	36	34
100	135	132	128	126	123	120	112	102	100	94	90	84
160	216	211	205	201	197	192	179	163	160	151	143	134
200	270	264	256	251	246	240	224	203	200	189	179	168
250	338	330	320	314	308	300	280	254	250	236	224	210

1: 2 poles in series
2: 3 poles in series

Derating at different altitudes

Altitude (m)	2000	3000	4000
Rated current (A)	1 x In	0,96 x In	0,93 x In
Rated voltage (V)	DPX ³ no e.l.c.bs	690	690
	DPX ³ with e.l.c.bs	500	500

4. CABLEADO

	Especificación Técnica AFIRENAS-X RZ1-K(AS) 0,6/1 kV	Pág. 1 de 2
		Edición: 04 CPR Cca
		Junio 2021

- Norma. Construcción, requisitos eléctricos, físicos y mecánicos: IEC 60502-1, UNE 21123-4
- CONFORMIDAD CON LA DIRECTIVA DE BAJA TENSIÓN: 2014/35/UE
- CONFORMIDAD REGLAMENTO CPR nº 305/2011/UE: **Reacción al fuego (C_{ca}-s1b,d1,a1)**
- Cumplimiento **Directiva RoHS**.
- Certificado **AENOR** (IEC 60502-1 & UNE 21123-4)
 - 1x(1,5-500) mm²; 2x/3x/3G/4x/4G/5G(1,5-240)mm²; (6-61)x/G(1,5-2,5) mm²
- Certificado naval **BUREAU VERITAS** (IEC 60092-350/353/360)
 - 1x(1,5-300) mm²; 2x/3x/3G(1,5-25)mm²; 4x/4G(1,5-150) mm²; 5G(1,5-25) mm²
- Certificado **CESMEC Chile** (Certificado SEC nº 9900000003816 / CESMEC nº E-022-01-86203)
 - 1x(1,5-500) mm²; 2x/3x/3G/4x/4G/5G(1,5-240) mm²; (6-61)x/G(1,5-2,5) mm²

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

1.1. Designación técnica.

RZ1-K(AS) 0,6/1 kV

1.2. Tensión nominal.

0,6 / 1 (1,2) kV C.A. U₀/U(U_m).

1.3. Temperatura máxima de servicio

- En servicio permanente 90°C
- En cortocircuito (t≤5s) 250°C

1.4. Tensión de ensayo.

- 3,5 kV C.A. (5 minutos)

1.5. Comportamiento frente al fuego. Reacción al fuego. Normativa

1.5.1. Reacción al fuego (Reglamento Productos de la construcción CPR – (UE) nº 305/2011):

El cable **AFIRENAS-X RZ1-K(AS) 0,6/1 kV** a efectos de cumplimiento del Reglamento de productos de la construcción (UE) 305/2011 y la norma EN 50575 posee una clasificación de reacción al fuego **C_{ca}-s1b,d1,a1** y está sujeto al Sistema "1+" de Evaluación y Verificación de la Constancia de las prestaciones (EVCP) a través de **AENOR S.A.U. (0099)**:

REACCIÓN AL FUEGO: C_{ca}-s1b,d1,a1

- No propagador de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1 (H≤425 mm)
- No propagador del incendio: EN 50399 (llama: 20,5 kW) F_s ≤ 2 m
- Baja emisión de calor e índice de crecimiento de fuego: EN 50399 (llama: 20,5 kW)
 - o Emisión de calor total: THR ≤ 30 MJ
 - o Valor máximo emisión de calor: HRR ≤ 60 kW
 - o Índice de crecimiento del fuego: FIGRA ≤ 300 W/s
- Caída de partículas inflamadas: EN 50399 (llama: 20,5 kW)
 - o d1: Sin caída de gotas/partículas inflamadas que persistan más de 10 s durante el ensayo (t=1200 s).
- Baja producción y opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2
 - o s1:
 - Producción total de humos: (TSP) ≤ 50 m²
 - valor máximo de emisión de humos: (SPR) ≤ 0,25 m²/s
 - o s1b: s1 + transmitancia luminica entre el 60 y 80 %.
- Bajo índice de acidez de los gases de combustión: EN 60754-2; IEC 60754-2
 - o a1: pH≥4,3 y conductividad de los gases < 2,5 μS/mm

DoP: **MC1000RZ1K**

Sistema EVCP: 1+ ON: **AENOR SAU INTERNACIONAL (0099)**

Consulte la gama clasificada en nuestra página web:

<https://www.miguelélez.com/es/declaracion-de-prestaciones-dop>

1.5.2. Otras características:

- No propagación del incendio: UNE-EN 60332-3-24 / IEC 60332-3-24
- Libre de halógenos. Baja emisión de gases tóxicos: UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1

	Especificación Técnica AFIRENAS-X RZ1-K(AS) 0,6/1 kV	Pág. 2 de 3
		Edición: 04 CPR Cca
		Junio 2021

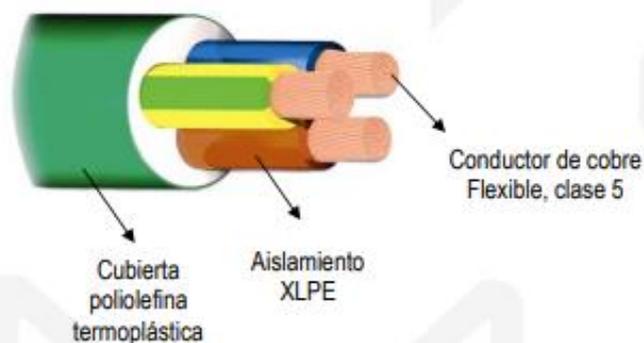
2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA.

2.1. Construcción.

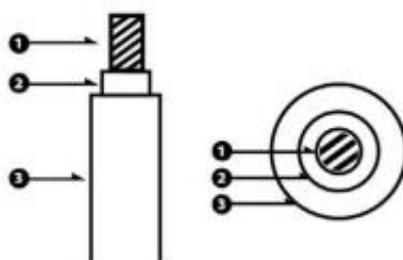
Construido según la norma UNE 21123-4 e IEC 60502-1.

- **Conductor:** Cobre recocido, flexible, clase 5 según UNE-EN 60228 / IEC 60228
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE) según norma IEC 60502-1. También cumple lo estipulado para el polietileno reticulado tipo DIX 3 según UNE-HD 603-1.
 - **Identificación de los conductores aislados:** HD 308 S2 y UNE 21089-1.
 - **Cableado de las fases aisladas:** Cableado helicoidal de los conductores aislados (multiconductores).
- **Relleno:** Opcional para cables multiconductores. Material termoplástico libre de halógenos compatible con el material de aislamiento/cubierta y adecuado a la temperatura de operación del cable.
- **Cubierta exterior:** Poliolefina termoplástica Z1, libre de halógenos, tipo ST₈ según IEC 60502-1. También cumple lo estipulado para la poliolefina termoplástica libre de halógenos tipo Z1 tipo DMZ-E según norma UNE 21123-4.
Color de la cubierta exterior: verde.

2.2. Diseño.

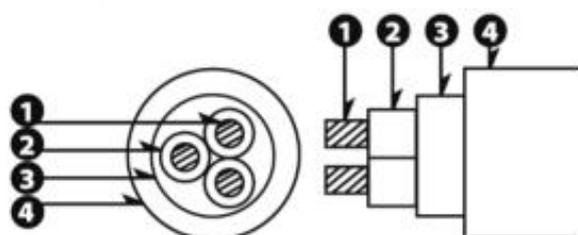


Cable unipolar:



- 1.- Conductor de cobre recocido, flexible, clase 5 s/ IEC 60228.
- 2.- Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) s/ IEC 60502-1.
- 3.- Cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos del tipo ST₈ s/ IEC 60502-1.

Cable multipolar:



- 1.- Conductor de cobre recocido, flexible, clase 5 s/ IEC 60228.
- 2.- Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) s/ IEC 60502-1.
Cableado helicoidal de los conductores aislados.
- 3.- Relleno (opcional). Material termoplástico libre de halógenos compatible con el material de aislamiento/cubierta y con la temperatura máxima de operación en el conductor.
- 4.- Cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos del tipo ST₈ s/ IEC 60502-1

	Especificación Técnica AFIRENAS-X RZ1-K(AS) 0,6/1 kV	Pág. 3 de 4
		Edición: 04 CPR Cca
		Junio 2021

2.3. Marcado.

AENOR MIGUELEZ AFIRENAS X RZ1-K (AS) 0,6/1kV NXS mm² 90°C E-022-01-86203 IEC 60502-1 Made in Spain MM/AA UNE 21123
clase Cca-s1b,d1,a1 EN 50575 XXX,X Mts

Siendo:

- **N:** número de conductores
- **X:** puede ser X o G; X=sin conductor verde/amarillo; G=con conductor verde/amarillo
- **S:** sección nominal (mm²)
- **MM/AA:** Fecha de fabricación Mes / Año
- **clase Cca-s1b,d1,a1 EN 50575:** Reacción al fuego (Reglamento CPR). Los cables sin clasificación CPR no incluyen esta marca.
- **XXX,X Mts:** Medrado del cable (cada 1 metro)

La etiqueta del embalaje (rollo, carrete o bobina) de estos cables poseerá el marcado CE que indica el Reglamento CPR UE n° 305/2011 artículos 8 y 9. Contenido mínimo para el marcado exterior del cable. Pueden existir marcas adicionales respetando lo indicado en las normas constructivas del cable.

3. APLICACIONES.

3.1. Tipo de instalación.

Fija.

3.2. Guía de utilización.

Está especialmente indicado para su utilización en redes de distribución, acometidas, líneas generales de alimentación (LGA), instalaciones en locales de pública concurrencia (REBT ITC-BT 28 - aeropuertos, museos, estaciones de viajeros, casinos, hospitales, discotecas, pabellones deportivos, cines, teatros, auditorios, hoteles, restaurantes, ...) o locales con riesgo de incendio o explosión (REBT ITC-BT 29).

Así mismo, se recomienda su uso en toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable y se precisen altas prestaciones en caso de incendio como la baja emisión de humos tóxicos, corrosivos, de baja opacidad, en particular para proteger a las personas y equipos, y evacuar a gente ajena a los locales (por ejemplo: Instalaciones en canalizaciones verticales en edificios, zonas comunes de los edificios residenciales, montaje superficial, edificios de gran altura y difícil evacuación ...).

Guía de uso según norma constructiva:

"(...) para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, protegidas o no. Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados. No aptos para instalaciones de alimentación de bombas sumergidas (...)". (UNE 21123-4).

También puede utilizarse para instalaciones eléctricas en barcos según IEC 60092-350/351/359/353 (Bureau Veritas Certificado Naval-Steel ships).

Uso según CPR (EN 50575): Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo.

3.3. Métodos adecuados de instalación.¹

- En montaje superficial directamente instalado, dentro de tubo o canal protectora, sobre abrazaderas, escalera de cables, bandeja de cables.
- En montaje empotrado directamente, bajo tubo o canal protectora
- En huecos de la construcción: directamente instalado, sobre bandejas porta-cables, bajo tubo o canal protectora.
- Enterrados directamente o bajo tubo.

NOTA: En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre rejillas porta cables o sobre bandejas. En ningún caso esta distancia debe sobrepasar los 80 cm.

Si los cables unipolares son instalados separadamente deberán utilizarse abrazaderas hechas de plástico o de metales amagnéticos.

¹ Se deberán respetar los sistemas de instalación establecidos en la reglamentación y normativa que le afecte en cada caso particular.

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1.1. Designación técnica

H12222-K

1.2. Tensión nominal

- 1,5 kV en C.C. (conductor-conductor o conductor-tierra)
- La máxima tensión de trabajo permitida en sistema de corriente continua, no debe superar 1,8 kV.
- Unid (Um): 0,67 (U_m) kV en C.A.

1.3. Temperatura máxima de servicio

- En servicio permanente: 70 °C
- En cortocircuito: 250 °C

1.4. Tensión de ensayo

- 6,5 kV en C.A. (5 minutos)
- 15 kV en C.Continua (5 minutos)

1.5. Comportamiento frente al fuego. Normativa

- No propagación de la llama una vez iniciada la combustión.
- Baja emisión de gases tóxicos. Lista de halógenos: UNE EN 60754-1, IEC 60753-1 (HCl <0,5 %).
- Baja capacidad de humos: UNE EN 61034-2, IEC 61034-2. (Transparencia luminosa superior al 60 %).
- Baja índice de carbonización de los gases de combustión: UNE EN 60754-2, IEC 60754-2 (pH > 4,3 y conductividad de los gases < 100 μS/cm).

1.6. Otras características técnicas

- Resistencia a la intemperie y a la radiación UV según anexo E de la norma EN 50618.
- Ensayo endurecimiento térmico según EN 60216-1 y EN 60216-2.
- Resistencia de la cubierta a refulsiones ácidas (H2O2/ácido acético y ácido fluorhídrico) según norma EN 60811-404.

AENOR Cert. 1410
Cable Certificado por AENOR

H12222-K

2. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

2.1. Construcción

Construido según la norma EN 50618¹. Son siempre cables unipolares.

- Conductor:**
 - Conductor formado por hilos de cobre recozido estirado.
 - Conductor flexible, clase 3 según UNE EN 60229² / IEC 60228.
 - Apto para uso móvil.
- Aislamiento:**
 - Compuesto elastomérico reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos según tabla B.1 del anexo B de la norma EN 50618.
- Cubierta exterior:**
 - Compuesto elastomérico reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos según tabla B.1 del anexo B de la norma EN 50618.

2.2. Diseño

- Conductor de cobre estirado flexible (clase 3) apto uso móvil.
- Aislamiento poliférrico termoplástico.
- Cubierta poliférrica termoplástica.

1. Tipo diseñado para estar a una temperatura inferior al conductor de 70°C, pero pueden trabajar un período máximo de 20.000 h (2,3 años) a una temperatura máxima en el conductor de 120°C con temperatura ambiente máxima de 90°C.

3. APLICACIONES

3.1. Tipo de instalación

Móvil o fija.

3.2. Tipo de aplicación

Se recomienda para instalaciones fijas o móviles de energía solar fotovoltaica, en interior o exterior de forma permanente. Ideal para seguidores fotovoltaicos, muy comunes en huertos solares, que precisan flexibilidad y aptitud para servicio móvil. Son cables adecuados para uso en equipos de nivel de seguridad clase B.

La vida útil esperada para un uso normal, siempre y cuando se respeten las condiciones de instalación indicadas, es de al menos 25 años. Una correcta instalación entre placas solares fotovoltaicas, la instalación entre paneles fotovoltaicos y la caja de conexiones, o directamente entre paneles fotovoltaicos y el inversor de corriente continua e alterna (cuando no existe caja de conexiones).

3.3. Métodos adecuados de instalación

- En montaje superficial, ya sea directamente instalado, dentro de tubo o canal protectora, o sobre abrazaderas, escaleras o bandeja de cables.
- Pueden ser instalados dentro de equipos como cableado interno.
- En el caso de cables de cableado externo, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también se validará entre puntos de soporte en caso de tender cables en la parte inferior de los paneles. En ningún caso está permitido debe sobrepasar los 80 cm. Los cables se fijarán en los huecos de cables, cables fijos de manera que se eviten los daños en forma de "U" por presiones, golpes o deformaciones térmicas.

- Ubicación en la temperatura permanente, condición A21**
- Apto para presencia de vibraciones, condición A10**
- Resistencia a los impactos, condición A22**
- Resistencia a sustancias corrosivas o contaminantes, condición A23**
- Presencia de agua, condición A27**

Rango de temperatura ambiente para cable instalado: +Temp. Min: -40°C / Temp. Máx: +90°C
Máxima temperatura para el almacenamiento del cable: + 40°C
Mínima temperatura para los tiempos de bandeja e instalación del cable: -25°C

4. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Sección Nominal (mm²)	Espesor Aislamiento (mm)	Espesor Cubierta (mm)	R _e Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Resistencia eléctrica máxima a 20°C en C.C. (Ω/km)
1 X 1,5	0,7	0,8	4,5	29	13,7
1 X 2,5	0,7	0,8	5,1	39	8,21
1 X 4	0,7	0,8	5,6	55	5,09
1 X 6	0,7	0,8	6,3	73	3,39
1 X 10	0,7	0,8	7,3	115	1,95
1 X 16	0,7	0,9	8,6	172	1,24
1 X 25	0,9	1	10,6	257	0,795
1 X 35	0,9	1,1	11,5	352	0,565
1 X 50	1	1,2	13,4	498	0,393
1 X 70	1,1	1,2	15,1	687	0,277
1 X 95	1,1	1,3	16,8	991	0,21
1 X 120	1,2	1,3	18,8	1132	0,164
1 X 150	1,4	1,4	21,2	1413	0,132
1 X 185	1,6	1,6	24,2	1740	0,108
1 X 240	1,7	1,7	26,9	2284	0,0817

Los valores de peso y resistencia eléctrica indicados en este cuadro solo son orientativos y dependen de la fabricación de los materiales.

NOTA: Certificación AENOR -H1410 para cables SOLFLEX H12222-K (en de 1,5 a 10 mm²).

5. COLORES

El color de la cubierta será preferentemente negro o rojo.

1.5. RADIACIÓN UV

Radio mínimo de curvatura:

Durante su instalación, se respetará un radio de curvatura mínimo

Instalación fija	PARA UN DIÁMETRO DEL CABLE (mm)			
	D=8	8<D<12	12<D<20	D>20
Libre máximo	3D	3D	4D	4D
Ala entrada de un aperturas de un agujero móvil en estancias móviles sobre el cable	4D	4D	5D	6D

Factor de corrección para temperatura diferentes a 60 °C	TEMPERATURA AMBIENTE hasta 60 °C	FACTOR DE CORRECCIÓN
	70 °C	0,92
80 °C	0,84	
90 °C	0,75	

1.6. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

INTENSIDADES (A)

SECCIÓN (mm²)	TIPO DE INSTALACIÓN	
	Un cable sobre superficie	Un cable sobre cable sobre superficie
1,5	30	29
2,5	41	39
4	55	52
6	70	67
10	98	93
16	132	125
25	176	167
35	218	207
50	276	262
70	347	330
95	416	395
120	488	464
150	566	538
185	644	612
240	775	736

Nota: 1. Temperatura de 60°C. 2. Presencia de vibraciones de 100%. 3. El cable no debe estar sometido durante 1 hora a 120°C, con 10 segundos de enfriado a 60°C entre cada hora. 4. La instalación de cables debe ser en condiciones de temperatura ambiente de 20°C. 5. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N. 6. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N. 7. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N. 8. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N. 9. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N. 10. El cable no debe estar sometido a esfuerzos mecánicos superiores a 100 N.

1. Consultar expresamente las normas de instalación establecidas en la reglamentación y normativa que le aplica en cada caso particular.

5.CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Centros de Transformación

CENTROS HASTA 24 kV		PFU-3	PFU-4	PFU-5
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	3280	4460	6080
	Anchura [mm]	2380	2380	2380
	Altura [mm]	3045	3045	3045
	Superficie [m ²]	7,8	10,7	14,5
	Altura vista [mm]	2585	2585	2585
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	3100	4280	5900
	Anchura [mm]	2200	2200	2200
	Altura [mm]	2355	2355	2355
	Superficie [m ²]	6,8	9,4	13,0
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	4080	5260	6880
	Anchura [mm]	3180	3180	3180
	Profundidad [mm]	560	560	560
	Peso [kg]	10500	12000	17000

CENTROS HASTA 36 kV		PFU-3	PFU-4	PFU-5
Dimensiones exteriores	Longitud [mm]	3280	4460	6080
	Anchura [mm]	2380	2380	2380
	Altura [mm]	3240	3240	3240
	Superficie [m ²]	7,8	10,7	14,5
	Altura vista [mm]	2780	2780	2780
Dimensiones interiores	Longitud [mm]	3100	4280	5900
	Anchura [mm]	2200	2200	2200
	Altura [mm]	2550	2550	2550
	Superficie [m ²]	6,8	9,4	13,0
Dimensiones excavación	Longitud [mm]	4080	5260	6880
	Anchura [mm]	3180	3180	3180
	Profundidad [mm]	560	560	560
	Peso [kg]	11000	12500	18000

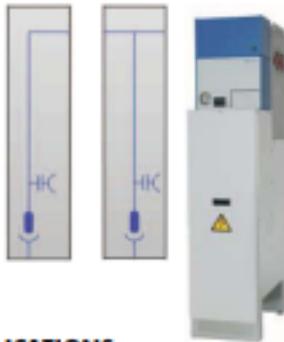
NOTA: Dimensiones puerta de acceso: 900/1100 x 2100 mm.
Dimensiones puerta de transformador: 1260 x 2100/2400 mm.



CELDAS:

CGMCOSMOS Fully gas-insulated modular and compact (RMU) system Up to 24 kV

MV Switchgear Secondary Distribution Networks



APPLICATIONS

Input or output of Medium Voltage cables, enabling communication with the busbar in the general cubicle assembly, on the right (RBd) or on both sides (RBa).

DIMENSIONS			
Height	[mm]	1740	1300
Depth	[mm]	735	735
Width	[mm]	365	365
Weight	[kg]	100	90

CGMCOSMOS-RB

Busbar rise function

Modular cubicle with gas-insulated busbar rise function.

Extensibility: right and both sides.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS			
Rated voltage*	U_n	[kV]	12 24
Rated frequency	f_n	[Hz]	50/60 50/60
Rated current			
General busbar and cubicle interconnection	I_c	[A]	400/630 400/630
feeder	I_f	[A]	400/630 400/630
Rated short-duration power frequency withstand voltage (1 min)			
phase-to-earth and between phases	U_{ph}	[kV]	28 50
Rated lightning impulse withstand voltage			
phase-to-earth and between phases	U_{ph}	[kV]	75 125
Internal arc classification	IAC AFL		16 kA 1 s/20* kA 1 s

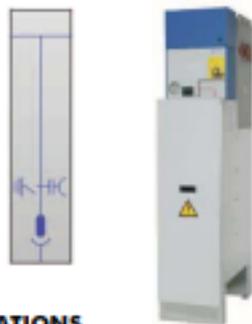
* Also available with $U_n = 7.2$ kV on request.

CGMCOSMOS-RB-Pt

Busbar rise function with earthing

Modular cubicle with busbar rise function, with gas-insulation and with an earthing switch.

Extensibility: right and both sides.



APPLICATIONS

Input or output of Medium Voltage cables, on the right (RBd-Pt) or on both sides (RBa-Pt) and the earthing of the cables and of the busbar in the general cubicle assembly.

DIMENSIONS			
Height	[mm]	1740	1300
Depth	[mm]	735	735
Width	[mm]	365	365
Weight	[kg]	100	90

ELECTRICAL CHARACTERISTICS			
Rated voltage*	U_n	[kV]	12 24
Rated frequency	f_n	[Hz]	50/60 50/60
Rated current			
General busbar and cubicle interconnection	I_c	[A]	400/630 400/630
feeder	I_f	[A]	400/630 400/630
Rated short-duration power frequency withstand voltage (1 min)			
phase-to-earth and between phases	U_{ph}	[kV]	28 50
Rated lightning impulse withstand voltage			
phase-to-earth and between phases	U_{ph}	[kV]	75 125
Internal arc classification	IAC AFL		16 kA 1 s/20* kA 1 s
Earthing Switch acc. IEC 62271-102			
Rated short-time withstand current (earthing circuit)			
Value $t_s = 1$ s or 3 s	I_{st}	[kA]	16/20**/25* 16/20**
Peak value	I_{pk}	[kA]	40/52**/62.5* 40/52**
Earthing switch making capacity (peak value)	I_{ms}	[kA]	40/52**/62.5* 40/52**
Earthing Switch Category			
Mechanical endurance (manual)		1000-M0	
Cycles of operations (Short-circuit making current)- class		5-E2	

* Also available with $U_n = 7.2$ kV on request.
 ** Tests conducted at 21 kA/52.5 kA.
 # Value only valid for $t_s = 1$ s

CGMCOSMOS Fully gas-insulated modular and compact (RMU) system
Up to 24 kV

MV Switchgear
Secondary Distribution Networks

CGMCOSMOS-M

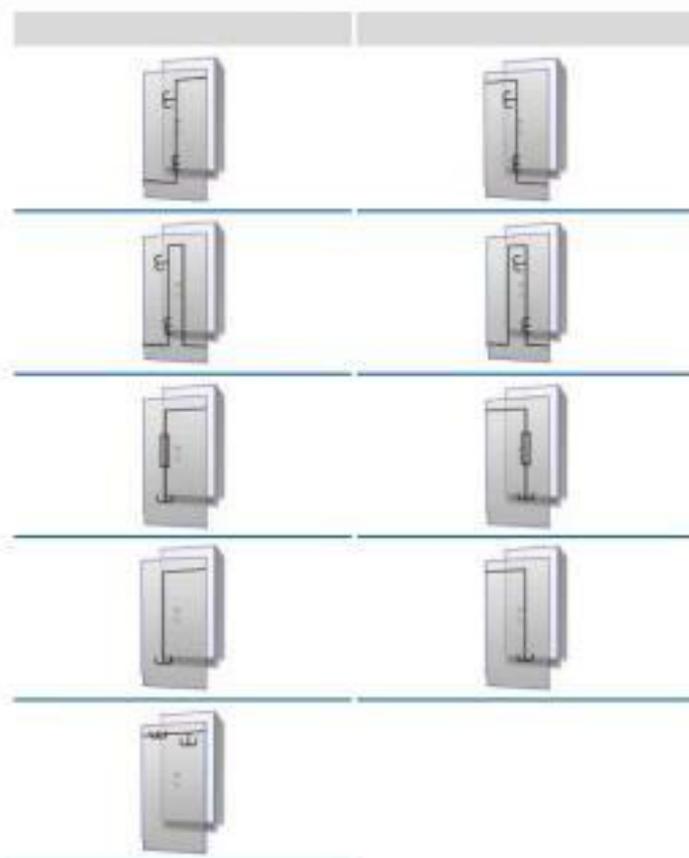
Metering function

Modular cubicle with metering function.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS				
Rated voltage*	U	[kV]	12	24
Rated frequency	f	[Hz]	50/60	50/60
Rated current				
General busbar and cubicle interconnection	I	[A]	400/630	400/630
Rated short-duration power frequency withstand voltage (1 min)				
phase-to-earth and between phases	U_p	[kV]	28	50
Rated lightning impulse withstand voltage				
phase-to-earth and between phases	U_{li}	[kV]	75	125

* Also available with $U_k = 7.2$ kV on request.

The most frequent diagrams for the assembly of transformers are:



- Note: For other diagrams, please consult Ormazabal's Technical-Commercial Department.
- Class IAC under request

APPLICATIONS

Voltage and current metering transformer housing, enabling communication with the busbar in the general cubicle assembly, via a dry cable.



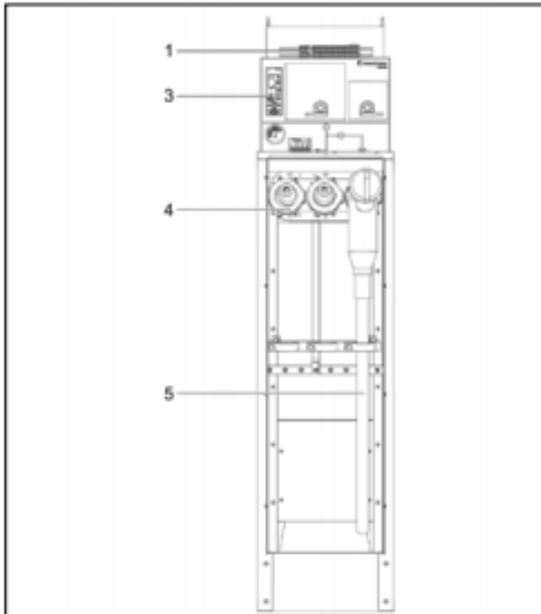
DIMENSIONS		
Height	[mm]	1740
Depth	[mm]	1025
Width	[mm]	800
Weight	[kg]	165*

* The weight refers to the enclosure, with no transformer inside.

Descripción general

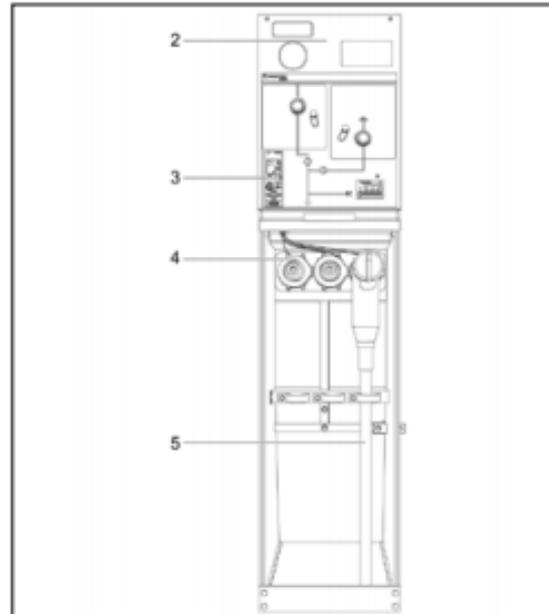
Instrucciones Generales
ekor.rci**1.2. Partes de la unidad ekor.rci**

Las partes que integran la unidad de control integral ekor.rci son el relé electrónico, los sensores de tensión e intensidad, el bornero y el cableado.



1	Bornero
3	Relé electrónico ekor.rci
4	Sensores de tensión e intensidad
5	Cables de conexión

Figura 1.3. Ejemplo de instalación de la unidad ekor.rci en cgmcosmos-1



2	Bornero
3	Relé electrónico ekor.rci
4	Sensores de tensión e intensidad
5	Cables de conexión

Figura 1.4. Ejemplo de instalación de la unidad ekor.rci en cgm3-1

1.2.1. Relé electrónico

El relé electrónico dispone de teclas y display para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de detección, medida y control. Adicionalmente, en función del modelo, permite la apertura y cierre del interruptor desde el teclado frontal. Incluye un precinto en la tecla <<SET>> de modo que una vez realizados los ajustes, éstos no se puedan modificar, salvo rotura del precinto.

Las faltas detectadas quedan registradas en el display con los parámetros siguientes: el valor del defecto, la dirección de la falta, el tiempo que ha permanecido la falta, o el tiempo de detección en función del parámetro T1, tiempo de verificación de tensión, y la hora y la fecha en la que ha sucedido el evento.



Según modelo. Consultar con Ormazabal.

La indicación "On" se activa cuando el equipo recibe energía de una fuente exterior. En esta situación la unidad está operativa para realizar las funciones de detección, medida y control.

Las señales de entrada de tensión e intensidad son acondicionadas internamente mediante pequeños transformadores que aíslan los circuitos electrónicos del resto de la instalación.

6. CONTROL

Conexión

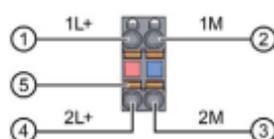
4

4.1 Tensión de alimentación

Tensión de alimentación de 24 V DC (X80)

El conector de enchufe viene de fábrica enchufado en la CPU.

La siguiente tabla muestra la asignación de conexiones con una tensión de alimentación de 24 V DC.



- ① + 24 V DC de la tensión de alimentación
- ② Masa de la tensión de alimentación
- ③ Masa de la tensión de alimentación para redistribución (máximo permitido 10 A)
- ④ +24 V DC de la tensión de alimentación para redistribución (máximo permitido 10 A)
- ⑤ Mecanismo de apertura por resorte (un mecanismo por borne)

Puenteados internamente:

- ① y ④
- ② y ③

Figura 4-1 Conexión para la tensión de alimentación

Si la CPU recibe alimentación del sistema puede prescindirse de la conexión de alimentación de 24 V.

Descripción del producto

2.1 Características

El módulo soporta las siguientes funciones:

Tabla 2- 1 Dependencias de la versión con las funciones del módulo

Función	Versión de firmware del módulo	Software de configuración	
		STEP 7 (TIA Portal)	Archivo GSD en STEP 7 (TIA Portal) a partir de V12 o STEP 7 a partir de V5.5 SP3
Actualización del firmware	a partir de V1.0.0	a partir de V12	--- / X
Datos de identificación I&M0 a I&M3	a partir de V1.0.0	a partir de V12	X
Reparametrización en RUN	a partir de V1.0.0	a partir de V12	X
Calibración en tiempo de ejecución	a partir de V1.0.0	a partir de V12	X
Shared Output interna del módulo (MSO)	a partir de V2.0.0	a partir de V13, Update 3 (solo PROFINET IO)	X (solo PROFINET IO)
Submódulos configurables/submódulos para Shared Device	a partir de V2.0.0	a partir de V13, Update 3 (solo PROFINET IO)	X (solo PROFINET IO)
Configurable detrás del módulo de interfaz IM 155-5 DP ST	a partir de V2.0.0	a partir de V13	X

El módulo puede configurarse con STEP 7 (TIA Portal) y con un archivo GSD.

Compatibilidad

La tabla siguiente muestra la compatibilidad de los módulos y las dependencias entre la versión de hardware (FS) y la versión de firmware (FW) utilizada:

Versión de hardware	Versión de firmware	Observación
FS01	V1.0.0 a V2.0.x	Posibilidad de upgrade y downgrade entre V1.0.0 a V2.0.x
FS02	V1.0.0 a V2.0.x	
FS03	V2.1.0	No permite upgrade ni downgrade
FS04	a partir de V2.2.0	Posibilidad de upgrade y downgrade entre V2.2.0 y superiores

3

Conexión

En el presente capítulo encontrará el diagrama de principio del módulo y diferentes opciones de conexión.

Encontrará información sobre cómo cablear el conector frontal, apantallar el cable, etc., en el manual de sistema S7-1500/ET 200MP (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/es/view/59191792>), capítulo Conexión.

Nota

Las diferentes posibilidades de conexión pueden utilizarse opcionalmente para todos los canales y combinarse libremente.

¡No enchufar los puentes de potencial suministrados con el conector frontal!

Abreviaturas utilizadas

QV _n	Salida de tensión, canal
QI _n	Salida de intensidad, canal
S _n ⁺ /S _n ⁻	Línea de sensor, canal
L+	Conexión para tensión de alimentación
M	Conexión para masa
MANA	Potencial de referencia del circuito analógico

Asignación de terminales para elemento de alimentación

El elemento de alimentación se enchufa en el conector frontal y sirve para alimentar el módulo analógico. Para ello debe conectar la tensión de alimentación a los bornes 41 (L+) y 44 (M). Utilice los bornes 42 (L+) y 43 (M) para conectar en bucle el potencial con el siguiente módulo.

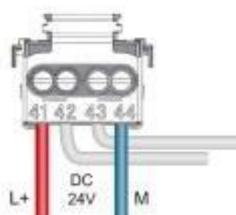
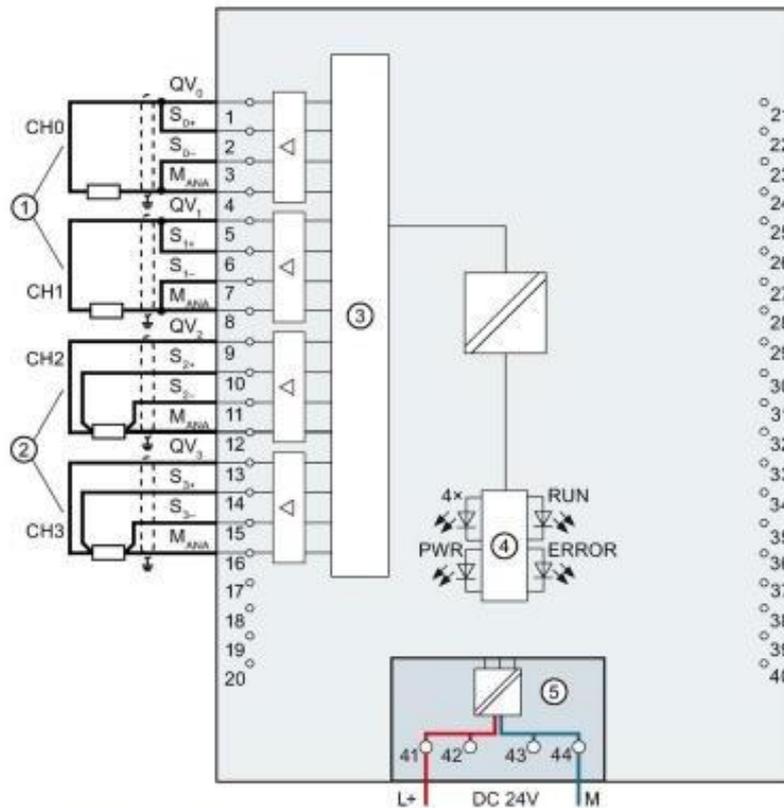


Figura 3-1 Conexión del elemento de alimentación

Diagrama de principio y asignación de terminales para salida de tensión

La siguiente figura muestra como ejemplo las siguientes posibilidades de conexión:

- Conexión a 2 hilos, sin compensación de las resistencias del cable.
- Conexión a 4 hilos, con compensación de las resistencias del cable.



- | | | |
|---|-------|--|
| ① Conexión a 2 hilos (puente en el conector frontal) | CHx | Canal o 4 x estado de canal (verde/rojo) |
| ② Conexión a 4 hilos | RUN | LED indicador de estado (verde) |
| ③ Convertidor digital/análogo (CDA) | ERROR | LED indicador de error (rojo) |
| ④ Bus de fondo | PWR | LED de tensión de alimentación (verde) |
| ⑤ Tensión de alimentación aplicada en el elemento de alimentación | | |

Figura 3-2 Diagrama de principio y asignación de terminales para salida de tensión

*Descripción del producto**2.1 Características***Características**

El módulo digital tiene las siguientes características técnicas:

- 32 salidas digitales, aisladas en grupos de 8
- Tensión nominal de salida 24 V DC
- Intensidad nominal de salida 0,5 A por canal
- Adecuado para electroválvulas, contactores de corriente continua y lámparas de señalización
- Hardware compatible con el módulo de salidas digitales DQ 16x24VDC/0.5A BA(6ES7522-1BH10-0AA0)

El módulo soporta las siguientes funciones:

Tabla 2- 1 Dependencias de la versión de las funciones del módulo

Función	Versión de firmware del módulo	Software de configuración	
		STEP 7 (TIA Portal)	Archivo GSD en STEP 7 (TIA Portal) a partir de V12 o STEP 7 a partir de V5.5 SP3
Actualización del firmware	a partir de V1.0.0	a partir de V13	X
Datos de identificación I&M0 a I&M3	a partir de V1.0.0	a partir de V13	X
Shared Output interna del módulo (MSO)	a partir de V1.0.0	a partir de V13, Update 3 (solo PROFINET IO)	X (solo PROFINET IO)
Submódulos configurables/submódulos para Shared Device	a partir de V1.0.0	a partir de V13, Update 3 (solo PROFINET IO)	X (solo PROFINET IO)

El módulo puede configurarse con STEP 7 (TIA Portal) y con un archivo GSD.

Accesorios

Los siguientes accesorios se suministran con el módulo y también pueden pedirse como repuesto:

- Conector frontal (bornes push-in), incluidas las bridas
- Tiras rotulables
- Conectores en U
- Puerta frontal universal

Encontrará más información acerca de los accesorios en los manuales de sistema Sistema de automatización S7-1500 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59191792>) y Sistema de periferia descentralizada ET 200MP (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193214>).