



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior (Jaén)

Trabajo Fin de Máster

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN UNA INDUSTRIA CONECTADA A LA RED DE MEDIA TENSIÓN CON TARIFA 6.1 EN JAÉN

Alumno/a: **García Vílchez, Jose María**

Tutor/a: Prof. D. Pedro Gómez Vidal
Dpto.: Ingeniería Eléctrica

Octubre, 2019



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don PEDRO GÓMEZ VIDAL , tutor del Trabajo Fin de Master titulado:
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN
UNA INDUSTRIA CONECTADA A LA RED DE MEDIA TENSIÓN CON TARIFA 6.1
EN JAÉN, que presenta JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ, autoriza su presentación
para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, OCTUBRE de 2019

El alumno:

JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ

El tutor:

GOMEZ
VIDAL PEDRO
- 25935185V

PEDRO GÓMEZ VIDAL

Firmado
digitalmente por
GOMEZ VIDAL
PEDRO - 25935185V
Fecha: 2019.10.23
15:56:23 +02'00'

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	2
MEMORIA.....	6
1.1. Objeto	7
1.2. Localización	7
1.3. Antecedentes	7
1.4. Alcance	7
1.5. Normas y referencias	8
1.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	8
1.5.2. Bibliografía	9
1.6. Definiciones y abreviaturas	10
1.7. Requisitos de diseño	11
1.8. Análisis de soluciones	12
1.9. Descripción de la instalación	12
1.9.1. Módulos fotovoltaicos	14
1.9.2. Inversores	14
1.9.3. Instalación y conexionado	16
1.9.4. Red de corriente continua	17
1.9.5. Red de corriente alterna.....	20
1.9.6. Puesta a tierra.....	23
1.9.7. Monitorización	25
ANEXOS	26
ANEXO 1 DATOS DE PARTIDA	27
1.1. Consumos.....	27
1.2. Generación	39
ANEXO 2 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN	45
2.1. Superficie (acotación de potencia máxima a instalar).....	45
2.2. Determinación de reparto de consumo en periodos	46
ANEXO 3 CÁLCULOS.....	48
3.1. Comprobación del inversor.....	48
3.2. Conductores de red de corriente continua.....	50
3.2.1. Ramas	50
3.2.2. Tramo desde cajas de conexión hasta caja de conexión antes de inversor.....	52
3.2.3. Tramo desde cajas de conexión hasta inversor.....	52
3.3. Conductores de red de corriente alterna	53
3.3.1. Tramo de inversores a cuadro de BT	54

3.3.2. Tramo de cuadro de BT a caseta del CT	55
3.4. Intensidad nominal de magnetotérmico de protección de rama.....	56
ANEXO 4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	58
4.1. Módulo fotovoltaico	58
4.2. Inversores	60
3.4.1. Certificados del inversor	64
PLANOS	68
PLIEGO DE CONDICIONES	75
1.1. Condiciones generales.....	76
1.1.1. Objeto del pliego	76
1.1.2. Descripción de obras.....	76
1.1.3. Documentos que definen las obras	77
1.2. Disposiciones vigentes.....	77
1.3. Características y calidades de los materiales.....	78
1.3.1. Estructuras metálicas	78
1.3.2. Prescripciones en material eléctrico	79
1.3.3. Paneles fotovoltaicos	80
1.3.4. Inversores	81
1.3.5. Red de corriente continua	81
1.3.6. Puesta a tierra.....	81
1.4. Ejecución de las obras	82
1.5. Ensayo y pruebas de recepción	82
PRESUPUESTO	85
ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA	99
1.1. Estudio básico de seguridad y salud	100
1.1.1. CAPÍTULO I: MEMORIA	100
1.1.2. CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN	108
Protecciones	113
1.2. Estudio de viabilidad económico-técnico	119
1.2.1. Introducción	119
1.2.2. Datos de partida.....	119
1.2.3. Financiación.....	120
1.2.4. Análisis financiero	123
1.2.5. Análisis económico	124
1.2.6. Conclusiones	126

MEMORIA

1.1. Objeto

El objeto de este proyecto es el cálculo y diseño de una instalación de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica, donde la instalación estará conectada en modalidad de autoconsumo con el objetivo de obtener un ahorro en la factura eléctrica en una nave industrial situada en el Polígono Industrial de Jaén.

1.2. Localización

El lugar donde se va a ubicar la instalación es una nave industrial. El uso de esta nave industrial es almacén y refrigeración de alimentos.

Se encuentra en la provincia de Jaén, en el polígono industrial “Los Olivares” Jaén, en las coordenadas 37°47'48.2"N 3°47'33.3"W. Ver planos nº 1 y nº 2 Situación y Emplazamiento del Documento Básico PLANOS.

La nave industrial tiene una cubierta de dos aguas con una inclinación de 10° y esta girada 11° hacia el este y posee una superficie total de 3186 m².

1.3. Antecedentes

La nave industrial tiene un uso de almacén de alimentos, ésta cuenta con una cubierta apropiada para la instalación de módulos fotovoltaicos y conseguir un ahorro significativo. La tarifa que posee este almacén es de 6.1, es decir dividido en seis periodos horarios.

Además, la nave dispone de un centro de transformación para la conexión a la red de distribución a una tensión de 20 kV y alimenta a los consumos a una tensión de 400 V trifásica.

1.4. Alcance

Para la realización de este proyecto se tendrá en cuenta los siguientes objetivos para que el proyecto quede definido de forma unívoca, por lo tanto, el alcance de este proyecto será:

- Determinación de la potencia fotovoltaica a instalar.
- Disposición de los módulos y su esquema de conexión.

- Diseño de la parte de red de corriente continua y corriente alterna, incluyendo la conexión con la red de distribución, cableado, protecciones y equipos necesarios.
- Estudio de rentabilidad y valoración económica de la instalación.

No será objeto de estudio las acciones de la estructura de sujeción de los módulos sobre la cubierta, ni un estudio a fondo de los sistemas de monitorización.

1.5. Normas y referencias

1.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Será de obligatorio cumplimiento las siguientes normas:

- Real Decreto 244/2019 de 05/04/2019, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018 de 05/10/18, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Corrección, de errores del Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- 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 337/2014 de 09/05/2014, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008 de 15/02/2008, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ley 24/2013 de 26/12/2013, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento

- electrotécnico para baja tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Real Decreto 614/2001: Disposiciones mínimas para la protección y seguridad de los trabajadores en instalaciones eléctricas.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 del 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias.
- Normas particulares de Sevillana-Endesa
- Normas UNE que sea de aplicación.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-98.

1.5.2. Bibliografía

- P. Vidal, J. de la Casa. Apuntes de la asignatura tecnología eléctrica de los sistemas fotovoltaicos, grado Ingeniería Eléctrica.

- IDAE. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas Red.
- NRZ104, Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión.
- Normas, Reglamentos y Reales Decretos referenciados en normativa.
- Código Técnico de la Edificación.
- Norma UNE 157001 “Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico”
- NORMA GE NNL005 - Envoltentes de los equipos de medida indirecta en B.T.

1.6. Definiciones y abreviaturas

- C.A.: corriente alterna
- A.T.: alta tensión
- M.T.: media tensión
- B.T.: baja tensión
- C.C.: corriente continua
- C.T.: centro de transformación
- THD: tasa de distorsión armónica
- Eca: Energía en alterna generada por el sistema fotovoltaico
- CEM: condiciones estándar de medida
- GSTC: Irradiación en condiciones estándar
- G: Irradiancia global
- Gd: Irradiancia difusa
- H: Irradiación global
- MPP.: punto de máxima potencia
- I_G: Corriente del generador
- I_M: Corriente del módulo
- I_{MPM}: Corriente del punto de máxima potencia del módulo
- I_{SCM}: Corriente de cortocircuito del módulo
- I_{SCG}: Corriente de cortocircuito del generador
- I_{MPG}: Corriente del punto de máxima potencia del generador
- N_{mp}: Número de módulos en paralelo del generador fotovoltaico

- N_{ms} : Número de módulos en serie del generador fotovoltaico
- P_{ca} : Potencia a la salida del inversor
- P_{cc} : Potencia a la entrada del inversor
- P_G : Potencia del generador
- PF: Factor de comportamiento (Performance Ratio)
- P_{MG} : Potencia del punto de máxima potencia del generador
- P_{MM} : Potencia del punto de máxima potencia del módulo
- P1: Periodo tarifario 1
- P2: Periodo tarifario 2
- P3: Periodo tarifario 3
- P4: Periodo tarifario 4
- P5: Periodo tarifario 5
- P6: Periodo tarifario 6
- T_a : Temperatura ambiente
- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula
- V_G : Tensión del generador
- V_M : Tensión del módulo
- V_{MPM} : Tensión del punto de máxima potencia del módulo
- V_{MPG} : Tensión del punto de máxima potencia del generador
- V_{OCG} : Tensión de circuito abierto del generador
- V_{OCM} : Tensión de circuito abierto del módulo
- η : Rendimiento del inversor
- RD: Real Decreto

1.7. Requisitos de diseño

Los requisitos que se encuentran en esta instalación a la hora del diseño de la instalación son los siguientes:

- Superficie de la cubierta disponible
- Datos de consumos

1.8. Análisis de soluciones

Para el diseño de la instalación fotovoltaica se ha comparado teniendo en cuenta en primer lugar la superficie disponible. Además, se ha analizado la energía generada de un amplio rango de potencias, como se describe en el ANEXO 2 del presente proyecto, obteniendo con ello la potencia óptima a instalar con el espacio disponible.

Se ha descartado la instalación de módulos en el alero norte de la cubierta puesto que estos módulos tendrán una menor eficiencia en la generación siendo esto negativo para la instalación.

También se ha tenido en cuenta que la nave industrial posee un centro de transformación en el interior de la parcela de la nave, tal como muestra el plano nº 4, por lo tanto, habrá de realizarse una zanja para la conexión a este centro.

1.9. Descripción de la instalación

La instalación fotovoltaica se dividirá en 2 generadores independientes, cada uno contará con un inversor. Cada generador estará formado por 14 ramas en paralelo y a su vez, cada rama tendrá 18 módulos conectados en serie.

La instalación tendrá, por tanto, 504 módulos con una potencia de 300 Wp haciendo una potencia total instalada de 151,20 kWp. La disposición y conexión de los módulos está representada en el plano nº 4 configuración de la instalación.

Los inversores serán de 75 kW de salida, los 2 idénticos, lo que hará una potencia de 150 kW en total y una potencia pico de 151,20 kWp en la parte de C.C.

El siguiente esquema muestra de forma general la forma de conexión de la instalación.

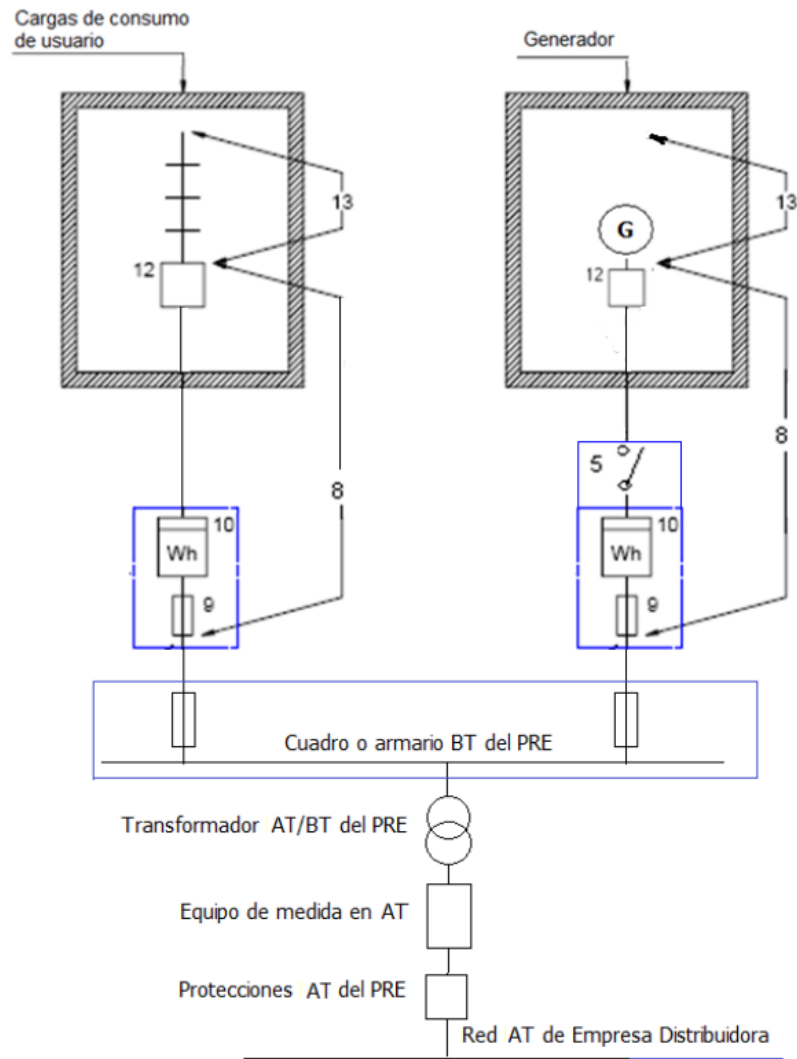


Ilustración 1: Esquema de conexión general

Donde:

- 5) Interruptor general de maniobra
- 8) Derivación individual
- 9) Fusible de seguridad
- 10) Contador
- 12) Dispositivos generales de protección y mando
- 13) Instalación interior

1.9.1. Módulos fotovoltaicos

El generador fotovoltaico estará formado por 504 módulos fotovoltaicos fabricados por la empresa Jinko Solar, modelo Eagle PERC 60M JKM300M-60 monocristalino de potencia 300 Wp en condiciones estándar.

Los módulos cuentan con certificaciones IEC61215 e IEC61730, además de que poseen una garantía de producto de 10 años.

Estos módulos están formados por 60 células PERC monocristalinas de 156x156mm, vidrio templado de 3.2 mm con revestimiento antirreflejo, alta transmisión y bajo contenido en hierro. La estructura será de aleación de aluminio anodizado. Caja de conexión de clasificación IP67, con claves de salida TÜV 1x4,0 mm², de longitud: 900 mm o longitud personalizada.

Los módulos cumplirán las siguientes especificaciones eléctricas que se describen en la siguiente tabla, para las condiciones estándar de operación (irradiancia: 1.000 W/m², AM: 1,5, T_c: 25°C):

Características		
Potencia Nominal	300	Wp
Eficiencia del Módulo	18,33	%
Corriente Punto de Máxima Potencia (I _{mp})	9,21	A
Tensión Punto de Máxima Potencia (V _{mp})	32,6	V
Corriente en Cortocircuito (I _{sc})	9,72	A
Tensión de Circuito Abierto (V _{oc})	40,1	V
Coeficiente de temperatura I _{sc} (α)	0,048	%/°C
Coeficiente de temperatura V _{oc} (β)	-0,28	%/°C
Coeficiente de temperatura P (γ)	-0,37	%/°C
Temperatura de funcionamiento	-40 ~ +80	°C
Dimensiones		
Alto	1650	mm
Ancho	992	mm
Espesor	35	mm
Peso	19,0	kg

Tabla 1: Características y dimensiones de los módulos

En el ANEXO 4 se recoge información más detallada aportada por el fabricante.

1.9.2. Inversores

Para conformar el generador fotovoltaico se utilizará 2 inversores trifásicos de 75 kW de potencia asignada de salida en CA de la marca SUNNY HIGHPOWER PEAK1

y su modelo comercial es SHP 75-10 que transformaran la C.C. del generador a C.A. trifásica apta para la red. Estos inversores tienen un funcionamiento completamente automático con 1 seguidor de MPP. Este inversor no dispone de transformador por lo que no posee separación galvánica, pero dispone de certificado de separación galvánica adjunta en los anexos.

El inversor está equipado de serie con un servidor web integrado que permite configurar y monitorizar el producto a través de una interfaz de usuario propia. Además, cuenta con distintos tipos de conexiones para la comunicación por red.

A continuación, se muestra algunas de las características del inversor:

Inversor		
Potencia asignada	76500	W
Rango de tensión MPP	570-800	V
Máxima tensión de entrada C.C.	1000	V
Máxima intensidad de entrada C.C.	140	A
Potencia nominal C.A.	75000	W
Tensión nominal de salida C.A.	3/N/PE; 230/400	V
Máxima intensidad de salida C.A.	109	A
Frecuencia	50	Hz
Rendimiento máx.	98	%
THD	1	%
Rango de temperaturas	De -25°C a 60°C	
Grado de Protección	IP65	

Tabla 2: Características del inversor

En el ANEXO 4. de Componentes de la instalación se muestra con mayor detalle las características el inversor.

Los inversores disponen de un punto de desconexión en el lado de CC, medidor de aislamiento, monitorización de la red, protección contra polaridad inversa de C.C. y descargadores de sobretensión internos.

Estarán alojados en una pequeña caseta adyacente al local, de forma que no sea accesible al personal ajeno a la empresa.

1.9.3. Instalación y conexionado

Los módulos fotovoltaicos irán fijados a la cubierta de la nave industrial con la misma pendiente que ésta, por lo tanto, solo será necesario una estructura de soporte simple, formada por listones de aluminios para la sujeción de los paneles.

Ya que la cubierta de la nave está formada por chapa sándwich se podrá fijar los listones fácilmente a la cubierta, pero se tendrá que poner especial cuidado de que la cubierta no pierda la estanqueidad.

La siguiente imagen sirve de ejemplo para la forma que tendrá el sistema de anclaje.



Ilustración 2: Ejemplo de estructura de sujeción

El conexionado entre paneles se realizará conforme lo descrito en el plano nº 4: Configuración de la instalación, los paneles incluyen los terminales necesarios para realizar esta conexión de forma rápida y sencilla, estos terminales son de tipo TÜV de 4 mm².

1.9.4. Red de corriente continua

1.9.4.1. Conductores

Los conductores se instalarán de acuerdo a la forma descrita en el plano nº 4: Configuración de la instalación. Estos conductores deberán cumplir las prescripciones descritas en la norma UNE-EN 50618:2015 “Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos”

Dado que el inversor posee entradas independientes para cada rama no será necesario la utilización de cajas de conexión intermedias, por ello, cada rama irá conectada al inversor directamente.

El cálculo de la sección del conductor se ha realizado en el Anexo 3.1 Conductores de red de corriente continua. La instalación contará con tres tramos de conductores de corriente continua, estos serán cables de 4 mm² que forman las ramas.

Otro tramo será el que conecta las cajas que unifican ramas llamados C1.1 ...C2.2 con las cajas que se encuentran a la entrada del inversor, llamados C1 y C2, estos estarán formados por conductores de 25 mm².

Un último tramo desde los cuadros C1 y C2 hasta el inversor de 50 mm²

- Designación: TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K
- Tensión asignada: 1,8 kV.
- Temperatura máxima del conductor: 120°C
- Temperatura mínima de servicio: -40°C
- Resistentes a la intemperie: rayos UV, Ozono, absorción de agua.
- Resistencia a los impactos: AG2 Medio
- Cables de alta seguridad: Libres de halógenos; no propagación de llama.
- No propagadores de fuego; baja emisión de humos; baja emisión de gases corrosivos
- Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2:2005

- Los conductores de la red C.C. se identificarán según el código de colores de negro para el polo negativo y rojo el polo positivo.

1.9.4.2. Protecciones de la red C.C.

Para la protección de los equipos y personas en el lado de continua se dispondrán distintos dispositivos que se verán a continuación.

Además de la protección de los equipos también dispondrá de medidas de protección para las personas, que serán: aislamiento de las partes activas de la red C.C., instalación mediante configuración flotante (polos positivos y negativos aislados de tierra), un controlador del aislamiento integrado en el inversor para verificar esta configuración flotante y la puesta a tierra de todas las partes metálicas que puedan quedar en tensión por falta de aislamiento.

a) Protecciones frente a sobretensiones

La protección frente a sobretensiones se consigue con descargadores de tensión tipo II para que en caso de que exista una sobretensión ésta sea derivada a tierra y los equipos no sufran ningún daño.

Estos descargadores se instalarán en las cajas C1 y C2 lo más cerca posible del inversor para su protección, estos descargadores deberán de cumplir las siguientes especificaciones:

- Máxima tensión de servicio: 1000 V C.C.
- Corriente nominal de descarga 20 veces (8/20): I_{sn} 15kA
- Corriente máx. de descargar (8/20): $I_{máx.}$ 40 kA
- Nivel de protección (5kA): $U_p < 2$ kV
- Nivel de protección (I_{sn}): $U_p < 2,5$ kV
- Clase de protección IP20

b) Protecciones frente a sobreintensidades

Para el caso de las protecciones frente a sobreintensidades se dispondrá de interruptores magnetotérmicos en cada una de las ramas para su protección, a la vez que es útil en caso de que alguna rama se averíe.

El cálculo de estos magnetotermicos está en el Anexo 3.3.

Estos interruptores irán alojados en las cajas de unión de las ramas, cajas C1.1 ... C2.2, las características de estos interruptores son:

- Tensión nominal 800 V C.C.
- Intensidad nominal de 16 A
- 2 polos
- Específicos para corriente continua
- Curvas de disparo B

Adicionalmente también se dispondrán de interruptores-seccionadores en carga alojados en la caja C1 y C2 para la desconexión del inversor y dejar aislada la parte de corriente continua. Estos seccionadores debe de cumplir:

- Adecuado para corriente continua
- Intensidad térmica convencional 160 A
- Capacidad nominal de cortocircuito 30 kA
- Tensión nominal 800^a

c) Protecciones de personas

Para garantizar la protección de personas en la red de C.C. se instalarán las siguientes medidas:

- Barreras para impedir el contacto directo de las personas con las partes activas de la instalación, aislamiento de las partes activas mediante envolventes según la norma UNE-HD 60364-4-41:2018 "Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la

seguridad. Protección contra los choques eléctricos” y la colocación de pegatinas de indicadores de peligro en las partes activas.

- La propia configuración flotante garantiza que si se produce contacto directo o indirecto la corriente de defecto sea de muy baja intensidad.
- Uso de un controlador de aislamiento para que la resistencia de aislamiento sea elevada y se mantenga la configuración flotante, por lo tanto, este controlador activará una alarma si la resistencia de aislamiento cae por debajo del nivel de ajuste. Este nivel de ajuste deberá de ser superior a 10 veces la tensión máxima de circuito abierto, dado que la tensión máxima del inversor es de 800 V entonces este ajuste será igual o superior de 8 k Ω
- Puesta a tierra de las masas metálicas que sean susceptibles de adquirir tensión por la falta de aislamiento.

1.9.5. Red de corriente alterna

1.9.5.1. Cuadro general de baja tensión

El cuadro de baja tensión se ubicará en la caseta de inversores. En este cuadro se ubicarán los distintos elementos de protección para el lado de C.A., estos elementos serán:

- Interruptor general magnetotérmico tipo Compact NSX 4P, 320A, Poder de corte 50 kA
- 2 Interruptores magnetotérmicos para protección de los inversores de 160 A/4p/10kA
- 2 Relés diferenciales con transformadores toroidales de 160 A, 4P y 300 mA
- Descargadores de tensión clase II
 - Máx. tensión de servicio (tensión máx. del descargador) U_c 255 V/50 Hz.
 - Capacidad de apagado de la corriente consecutiva con U_c I_f 25 kA $_{eff}$
 - Corriente de choque tipo rayo (10/350) 75 kA
 - Nivel de protección $U_p < 1.5$ kV

- Grado de protección IP20

No será necesario la instalación de descargadores de tensiones pues en los inversores ya están incluidos.

1.9.5.2. Conexión a la red de B.T. en la red interna

La instalación fotovoltaica se conectará a la red de baja tensión del suministro interno mediante una canalización subterránea que va desde la caseta de inversores hasta el centro de transformación de propiedad del almacén. La conexión se realiza en dicho CT en el cuadro de BT existente, además se instalará un módulo de acometida, módulo de medida y módulo de contador. Ver figura.



Ilustración 3: Envolvente de doble aislamiento

a) Módulo de acometida

En el módulo de acometida se instalará la Caja General de Protección (C.G.P.) según la Norma ENDESA>NNL010 con el esquema C.G.P. 9 – 400A

Además, en este lugar se instalará el Interruptor-Seccionador con capacidad de corte en carga de 4p, 400A con bloqueo de seguridad en posición abierto para impedir el cierre accidental.

b) Módulo de medida y contador

Para la medida de la energía generada por el generador fotovoltaico es instalará antes de la Caja General de Protección una envolvente de doble aislamiento con las especificaciones de la norma ENDESA NNL005 que será precintable, ésta envolvente contendrá los siguientes elementos:

- Contador digital trifásico con lectura bidireccional, clase de precisión 0,5 activa y 1 para activa. Capacidad de comunicación tanto local como remota.
- Modem para comunicación
- 3 transformadores de intensidad de las siguientes características:
 - o Corriente nominal: 500 A
 - o Corriente del secundario: 5 A
 - o Clase de precisión 1 en 10 VA
 - o Corriente térmica convencional: 30 kA
 - o Corriente nominal dinámica: 2,5 lth
 - o Factor de seguridad 5
 - o Tensión nominal de empleo: < 720 V
 - o Tensión nominal de aislamiento 3 kV
 - o Clase de aislamiento eléctrico: Clase B
- Regleta de verificación homologada
- Elementos de conexión (tornillos, prensaestopas, ...)

1.9.5.3. Protección de la interconexión

La protección de la interconexión la realizarán los inversores puesto que tienen la función de protección de máxima y mínima tensión y frecuencia. Por lo que ante una falta de sincronización con la red provocará la desconexión automática, así como el rearme cuando se establezcan las condiciones normales de la red.

1.9.5.4. Cableado de corriente alterna

a) Conductores

La conexión de los inversores con el cuadro general de B.T. será con cables unipolares aislados con polietileno reticulado (XLPE) y con cubierta a base de policloruro de vinilo (PVC), RZ1-K 0,6/1 Kv, de sección 50 mm² de cobre.

Luego la conexión del cuadro general de B.T., ubicado en el cuarto de inversores, hasta el C.T., será de cables unipolares aislados con polietileno reticulado (XLPE) y con cubierta a base de policloruro de vinilo (PVC), XZ1 (S) 0,6/1 Kv, de aluminio de sección 185 mm² para las fases y 95 mm² para el neutro.

b) Canalizaciones

La canalización de la conexión desde el cuadro de B.T. hasta el C.T. se realizará bajo zanja, instalándose tubos de polietileno de 160 mm de diámetro según norma UNE-EN 61386-1:2008 y cumpliendo además las normas de la Cía. Distribuidora.

La zanja tendrá unas dimensiones de 0,35 m de ancho y 0,9 de profunda. En el fondo y en toda la extensión se dispondrá solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se colocarán los tubos. Seguidamente se añadirá otra capa de arena hasta 0,10 m por encima de los tubos y cubriéndolos completamente. Por último, se rellena con zahorra, se compactará con medios mecánicos y los últimos 0,10 m se realizará con el mismo tipo de asfalto que el existente.

Sobre esta capa de zahorra se colocará a una distancia de 0,20 m una cinta de señalización para la advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características de esta cinta serán según las normas de la Cía. Distribuidora.

1.9.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaicas tiene como función:

- Protección de las personas frente a contacto indirecto, puesto que impide que las masas adquieran potencias en caso de defecto de aislamiento de los conductores.

- Difundir a tierra las corrientes en caso de impacto de un rayo en las proximidades.
- Permitir el funcionamiento de los limitadores de corriente y los dispositivos de sobretensión instalados.

La puesta a tierra cumplirá lo dispuesto en el REBT en su ITC-BT-40 y lo descrito en el RD 1699/2011:

- Según lo dispuesto en dicho RD se debe de proporcionar una separación galvánica entre la instalación fotovoltaica y la red de distribución, debido a que la conexión se realizará en MT y el almacén dispone de un CT éste proporcionará dicha separación, siendo innecesario de instalar elementos adicionales.
- Las masas metálicas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a la tierra de protección que será independiente de la tierra de servicio del CT.
- La puesta a tierra del generador fotovoltaico se hará utilizando la pica existente para el suministro del edificio.

A continuación, se muestra un esquema explicativo de los elementos a conectar a tierra y los conductores a instalar.

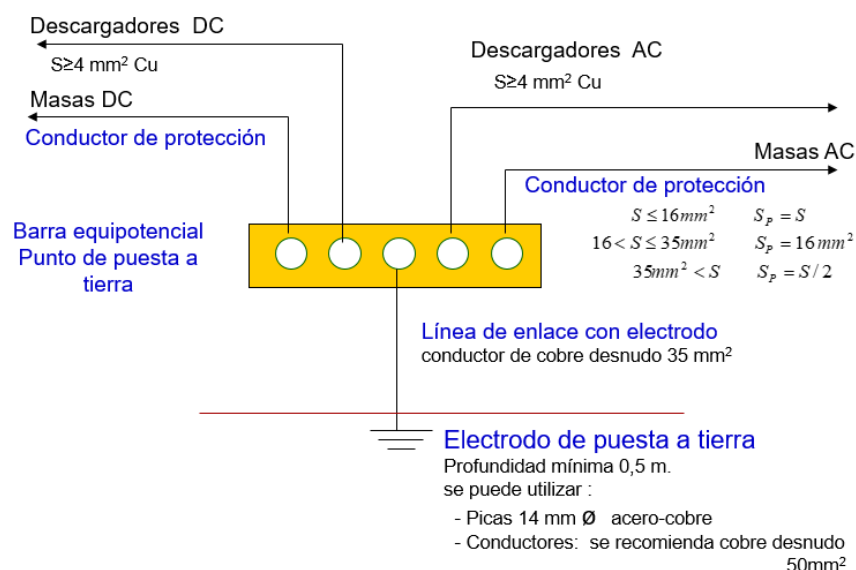


Ilustración 4: Conexión de toma de tierra

1.9.7. Monitorización

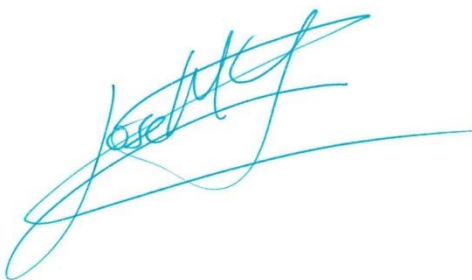
La instalación fotovoltaica contará con un sistema de monitorización y comunicación para el registro de parámetros del generador, además de la consulta remota. Por lo tanto, esta monitorización tendrá como objetivo:

- Determinar si la instalación fotovoltaica funciona correctamente produciendo la energía esperada y tener un control de los parámetros principales medibles.
- Poder realizar un mantenimiento preventivo y correctivo.
- Analizar el funcionamiento de la instalación mediante el histórico de medidas.

Para conseguir los anteriores objetivos, los inversores cuentan con la capacidad para medir y registrar los parámetros de generación y consumo, además estos inversores disponen de diferentes canales para la comunicación remota, esta comunicación puede ser establecida mediante red local (ethernet) o conexión directa mediante WLAN.

Para más información acerca de la instalación y la utilización de sistema de monitorización véase las Instrucciones de funcionamiento de los inversores.

El alumno:



Jose María García Vílchez

ANEXOS

ANEXO 1 DATOS DE PARTIDA

1.1. Consumos

Para el diseño de una instalación fotovoltaica se utilizará como punto de partida la información de la potencia instantánea del establecimiento. Estos datos están dados por tramos horarios y la potencia demandada en kW.

Esta información será necesaria para valorar la energía que se instalará porque se podrá saber cuánta de la energía generada será consumida por el establecimiento y cuánta será inyectada a red.

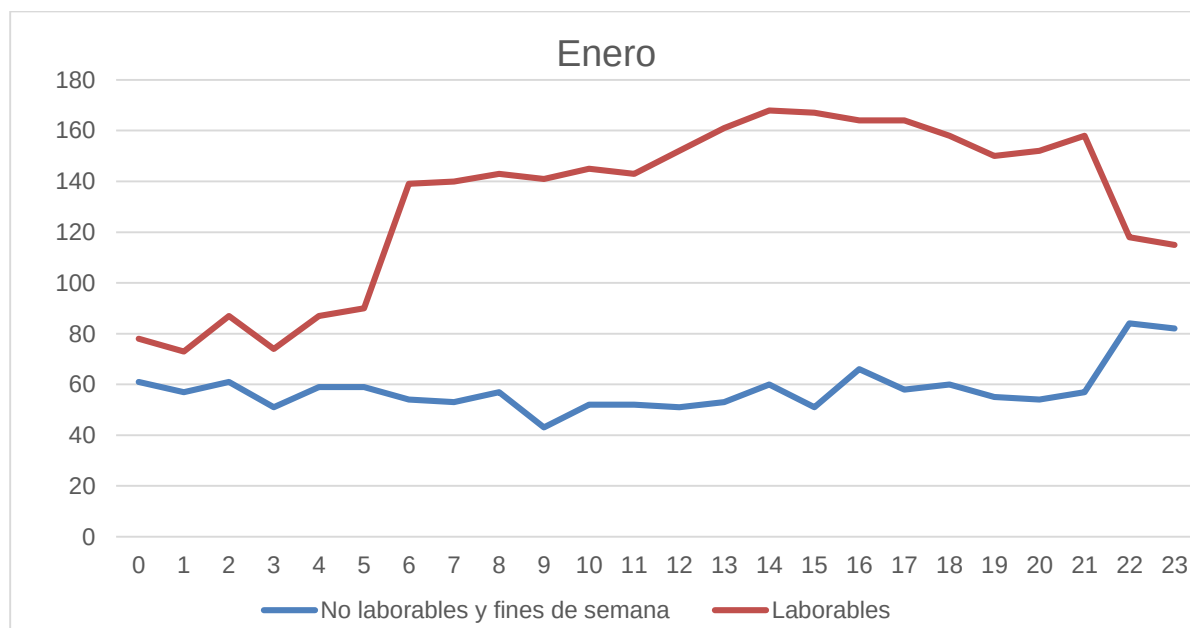
Este establecimiento presenta unos consumos de energía con un perfil bastante homogéneo, pudiéndose agrupar entre los días laborables, con un mayor consumo y, fines de semana y festivos por un menor consumo.

A continuación, se muestra las tablas de la potencia demandada con sus respectivos gráficos agrupados por meses.

Enero

			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Enero	domingo	01/01/2017	46	43	51	42	49	52	41	43	49	34	41	43	37	42	46	43	49	49	47	43	44	44	47	53
	lunes	02/01/2017	48	42	51	42	47	52	46	44	48	37	45	42	41	42	47	45	51	49	47	45	44	44	85	85
	martes	03/01/2017	84	80	89	77	86	96	149	151	152	147	156	148	138	139	153	161	161	163	159	163	150	152	115	113
	miércoles	04/01/2017	104	97	101	91	95	101	134	146	144	141	162	151	143	151	173	178	163	159	159	158	158	141	110	109
	jueves	05/01/2017	102	97	100	92	103	128	129	149	153	151	155	156	154	166	167	160	149	95	87	72	66	65	66	61
	viernes	06/01/2017	59	52	57	45	53	59	50	46	52	38	53	51	48	51	58	47	64	58	55	54	51	51	61	62
	sábado	07/01/2017	55	48	59	47	65	125	131	136	137	118	124	108	70	72	74	65	73	67	60	58	57	58	64	67
	domingo	08/01/2017	61	57	61	51	59	59	54	53	57	43	52	52	51	53	60	51	66	58	60	55	54	57	84	82
	lunes	09/01/2017	78	73	87	74	87	90	139	140	143	141	145	143	152	161	168	167	164	164	158	150	152	158	118	115
	martes	10/01/2017	103	98	99	86	93	94	142	155	165	151	163	155	156	163	171	163	156	161	158	155	164	148	128	116
	miércoles	11/01/2017	108	99	104	83	100	103	147	153	151	149	156	149	147	163	154	148	154	155	171	166	161	151	125	121
	jueves	12/01/2017	114	112	108	93	100	108	141	155	155	155	153	156	162	168	170	159	169	178	171	169	155	143	125	120
	viernes	13/01/2017	107	104	104	84	89	105	151	154	159	150	165	157	142	158	153	155	163	169	167	168	130	134	100	88
	sábado	14/01/2017	85	69	68	50	57	59	54	55	53	42	48	47	53	48	52	49	56	56	53	55	45	51	55	57
	domingo	15/01/2017	56	51	55	46	54	58	51	49	53	40	46	43	46	46	46	38	51	43	50	45	42	47	71	83
	lunes	16/01/2017	87	88	86	84	101	97	153	158	167	171	163	165	161	168	168	163	176	174	174	163	155	168	115	114
	martes	17/01/2017	109	101	102	81	94	95	148	150	153	145	150	159	148	162	160	168	175	170	178	175	168	151	115	105
	miércoles	18/01/2017	100	86	93	75	87	94	145	153	154	150	162	157	157	153	152	157	152	144	161	174	171	154	110	106
	jueves	19/01/2017	95	88	96	81	83	85	134	158	160	148	164	166	161	168	164	159	144	138	146	158	152	142	111	103
	viernes	20/01/2017	97	92	90	84	86	98	149	147	147	144	153	135	130	151	163	161	167	156	161	152	127	128	95	88
	sábado	21/01/2017	76	65	64	49	57	63	50	51	54	43	52	53	47	49	54	46	55	59	50	54	47	51	54	63
	domingo	22/01/2017	54	50	53	46	55	59	48	46	54	39	45	52	45	48	52	47	56	56	52	53	47	54	90	92
	lunes	23/01/2017	91	91	94	86	95	96	147	149	147	149	153	143	138	149	155	149	163	149	166	176	164	160	127	114
	martes	24/01/2017	107	92	103	86	92	99	147	149	155	157	165	166	166	164	157	142	134	130	156	163	144	133	110	102
	miércoles	25/01/2017	99	89	88	78	82	84	142	147	141	139	142	149	137	142	144	144	140	147	156	156	139	141	116	111
	jueves	26/01/2017	111	106	105	101	91	99	148	142	140	139	148	143	135	147	151	152	142	140	172	182	175	171	139	125
	viernes	27/01/2017	120	109	104	93	97	101	146	144	150	149	152	163	152	149	156	154	165	172	171	162	158	140	101	88
	sábado	28/01/2017	79	62	66	49	60	57	48	47	49	39	54	47	42	48	49	42	62	50	53	46	44	47	54	54
	domingo	29/01/2017	50	47	50	40	55	51	45	43	48	40	47	44	38	45	46	43	53	49	50	47	42	59	75	83
	lunes	30/01/2017	86	84	88	83	86	97	144	143	147	142	148	148	144	142	166	168	170	143	143	160	154	148	104	111
	martes	31/01/2017	106	94	96	83	86	90	144	140	142	143	147	149	150	157	174	162	148	132	143	154	151	142	120	115

Tabla 3: Consumo Enero

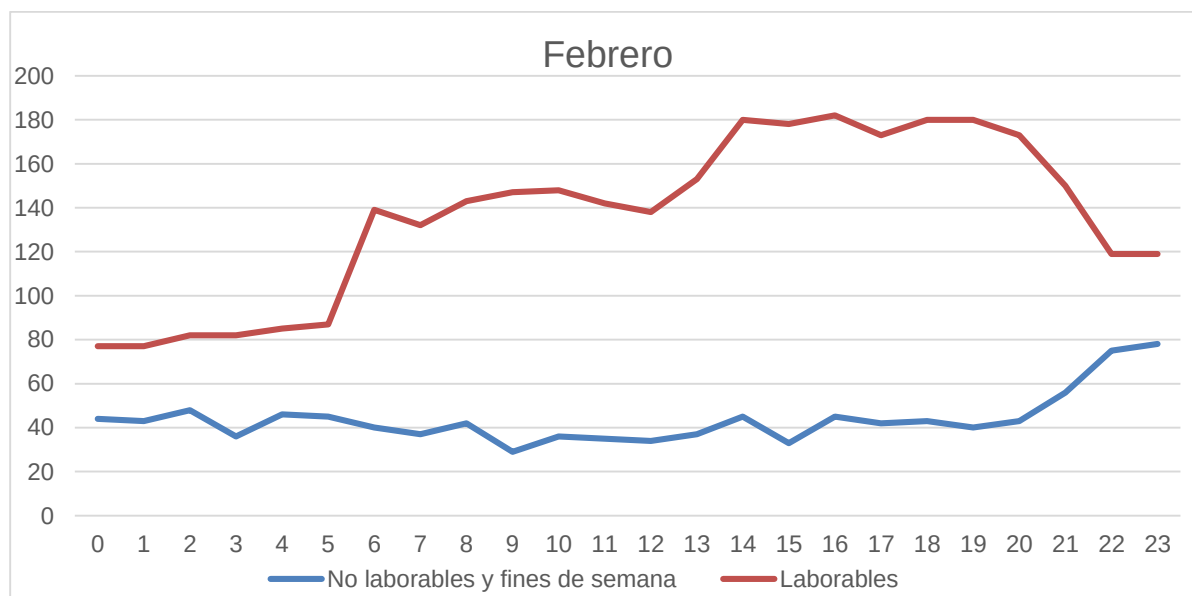


Gráfica 1: Consumo Enero

Febrero

kW			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Febrero	miércoles	01/02/2017	115	99	99	89	96	91	142	144	147	138	146	142	127	140	151	160	158	155	157	163	157	138	117	109
	jueves	02/02/2017	106	88	87	76	86	90	136	147	148	146	147	151	144	147	163	154	158	148	147	144	144	134	109	107
	viernes	03/02/2017	90	84	87	72	77	78	121	120	129	130	145	111	104	113	126	125	117	128	133	134	117	121	83	79
	sábado	04/02/2017	73	63	60	45	46	46	40	42	44	36	43	41	34	37	43	34	42	43	41	41	41	41	47	46
	domingo	05/02/2017	44	43	48	36	46	45	40	37	42	29	36	35	34	37	45	33	45	42	43	40	43	56	75	78
	lunes	06/02/2017	77	77	82	82	85	87	139	132	143	147	148	142	138	153	180	178	182	173	180	180	173	150	119	119
	martes	07/02/2017	113	103	108	95	94	99	137	146	143	140	151	155	135	134	140	141	144	135	160	168	159	141	137	120
	miércoles	08/02/2017	116	102	105	80	92	99	141	141	144	140	139	111	108	119	121	117	117	137	157	162	154	151	122	119
	jueves	09/02/2017	101	96	89	73	79	90	129	131	132	121	136	141	144	152	165	168	165	158	161	167	152	145	126	108
	viernes	10/02/2017	92	88	90	73	90	86	140	135	138	134	152	155	136	116	122	130	142	157	153	155	133	131	78	73
	sábado	11/02/2017	63	61	58	45	47	51	45	111	115	106	110	127	63	58	51	43	51	48	51	46	42	45	53	49
	domingo	12/02/2017	47	47	49	38	49	50	43	44	44	33	40	41	37	41	44	37	47	49	47	43	41	53	72	79
	lunes	13/02/2017	82	73	79	66	80	77	126	129	133	128	149	136	143	143	154	153	158	160	146	146	136	127	105	94
	martes	14/02/2017	83	75	91	71	77	80	131	125	141	135	150	141	138	139	145	151	151	151	157	157	136	118	105	103
	miércoles	15/02/2017	101	92	85	79	76	85	135	127	140	145	156	146	140	144	154	153	149	146	144	168	164	153	114	114
	jueves	16/02/2017	112	96	100	83	91	95	147	137	147	139	160	156	169	169	170	162	145	137	148	156	143	125	110	104
	viernes	17/02/2017	100	86	94	90	83	91	144	144	156	155	157	157	156	152	159	160	155	155	158	154	132	132	92	87
	sábado	18/02/2017	79	66	71	55	63	61	54	48	55	41	47	51	44	44	48	43	52	50	54	47	46	47	52	56
	domingo	19/02/2017	47	46	50	42	48	54	45	42	48	35	43	45	43	42	46	43	52	51	52	74	75	77	76	81
	lunes	20/02/2017	81	72	79	73	72	84	139	142	145	141	136	137	123	128	130	133	133	141	146	149	145	147	125	124
	martes	21/02/2017	112	96	96	70	79	87	136	142	136	114	132	134	134	135	139	133	132	139	149	168	161	147	140	114
	miércoles	22/02/2017	105	89	90	82	88	98	146	146	147	142	160	116	102	106	123	117	115	147	149	159	143	141	122	110
	jueves	23/02/2017	109	100	98	84	91	89	140	144	146	143	142	138	112	116	132	119	119	139	149	148	159	153	136	118
	viernes	24/02/2017	119	115	103	82	85	97	139	143	144	136	147	120	123	123	122	124	121	107	125	122	119	124	114	89
	sábado	25/02/2017	75	66	60	46	53	53	47	40	45	35	48	43	41	44	46	41	57	49	45	44	43	48	57	49
	domingo	26/02/2017	49	43	50	39	57	54	45	42	45	36	55	45	42	42	49	41	54	50	75	79	73	78	86	87
	lunes	27/02/2017	76	82	80	83	86	85	138	137	137	138	145	144	146	157	154	149	150	154	158	167	158	157	105	93
	martes	28/02/2017	83	75	67	62	59	57	49	50	48	45	47	46	47	51	46	52	57	52	56	51	48	56	92	97

Tabla 4: Consumo Febrero

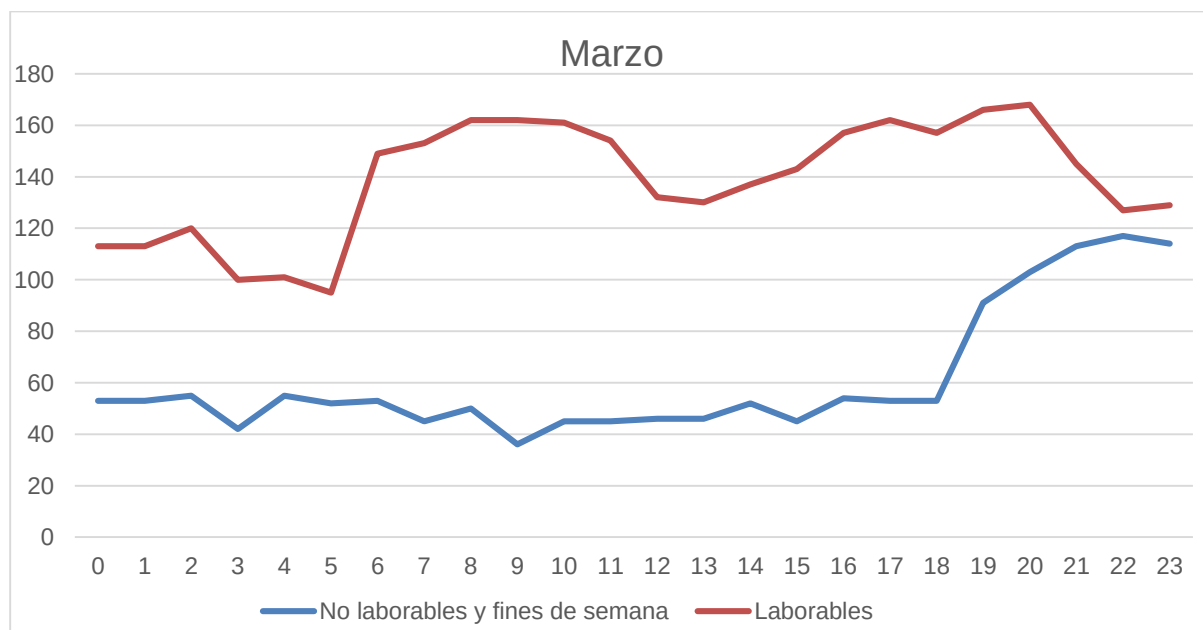


Gráfica 2: Consumo Febrero

Marzo

kW			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Marzo	miércoles	01/03/2017	96	97	91	97	91	98	150	152	152	156	169	160	163	152	158	159	164	178	170	173	166	150	128	119
	jueves	02/03/2017	115	103	113	96	96	108	150	152	159	158	171	171	177	184	188	183	184	164	169	156	166	156	118	130
	viernes	03/03/2017	123	120	112	105	98	104	152	167	167	167	173	162	164	158	170	165	164	158	158	148	122	129	89	88
	sábado	04/03/2017	84	76	72	60	62	57	54	49	54	43	50	48	53	46	58	46	57	52	51	48	49	50	55	55
	domingo	05/03/2017	53	53	55	42	55	52	53	45	50	36	45	45	46	46	52	45	54	53	53	91	103	113	117	114
	lunes	06/03/2017	113	113	120	100	101	95	149	153	162	162	161	154	132	130	137	143	157	162	157	166	168	145	127	129
	martes	07/03/2017	123	124	113	102	97	94	147	149	159	155	163	135	134	140	160	168	183	176	154	152	156	147	115	115
	miércoles	08/03/2017	104	96	91	78	95	96	143	157	157	156	141	127	125	124	131	138	142	155	160	164	151	141	130	123
	jueves	09/03/2017	118	111	106	90	94	95	146	150	143	146	128	136	132	126	135	136	140	133	163	174	165	150	129	126
	viernes	10/03/2017	121	117	108	100	94	97	158	161	157	159	161	140	119	117	128	128	131	144	154	153	125	124	108	92
	sábado	11/03/2017	89	75	66	54	59	54	49	49	46	37	48	45	49	48	50	45	55	52	53	53	46	53	53	55
	domingo	12/03/2017	56	52	52	45	54	53	49	46	46	37	45	44	45	47	48	43	62	51	57	102	102	105	116	110
	lunes	13/03/2017	113	113	108	96	99	89	157	163	164	163	167	170	157	137	133	148	158	142	147	157	155	153	128	109
	martes	14/03/2017	110	96	92	74	89	95	147	145	153	157	163	172	169	175	186	182	185	172	175	169	161	152	134	120
	miércoles	15/03/2017	109	95	96	77	85	95	150	155	158	159	170	164	162	129	146	143	137	142	147	161	157	136	116	115
	jueves	16/03/2017	106	100	99	91	93	88	149	157	161	156	157	162	162	166	170	166	151	148	147	156	153	142	121	115
	viernes	17/03/2017	114	105	106	81	90	94	165	162	171	171	174	174	190	177	181	169	165	150	148	139	129	138	91	80
	sábado	18/03/2017	77	62	66	55	65	59	59	55	53	48	53	53	49	48	51	46	58	58	55	54	51	52	52	59
	domingo	19/03/2017	57	52	55	45	58	55	53	45	53	40	50	49	47	42	50	44	56	57	56	91	106	103	103	100
	lunes	20/03/2017	96	101	103	91	85	86	144	150	161	157	162	174	169	174	158	155	155	152	143	146	128	132	124	128
	martes	21/03/2017	119	118	117	95	99	100	149	153	160	144	139	141	137	131	141	160	170	178	176	171	147	133	132	127
	miércoles	22/03/2017	120	110	113	94	102	101	158	162	166	163	124	124	128	130	135	136	144	164	152	157	153	142	127	121
	jueves	23/03/2017	110	96	108	91	97	98	146	142	153	153	137	128	128	124	130	132	125	137	162	169	164	154	137	107
	viernes	24/03/2017	106	104	112	100	103	107	150	162	162	164	142	126	128	118	153	160	154	149	143	150	133	134	123	84
	sábado	25/03/2017	81	72	72	59	73	59	60	52	52	47	60	51	54	49	50	44	62	54	54	50	49	48	61	55
	domingo	26/03/2017	57	53	0	57	48	63	57	52	53	50	44	65	48	51	48	52	46	68	58	86	107	115	116	124
	lunes	27/03/2017	126	122	119	123	110	106	161	163	178	172	171	187	187	182	181	199	207	214	211	198	188	193	157	152
	martes	28/03/2017	139	130	136	131	107	117	173	171	174	178	168	182	186	166	177	172	173	175	176	157	160	145	135	135
	miércoles	29/03/2017	126	123	134	126	107	109	179	176	174	185	195	196	196	169	167	165	153	144	159	151	150	156	116	108
	jueves	30/03/2017	96	96	94	89	66	79	157	148	146	130	141	155	164	162	171	173	164	163	169	157	170	152	80	73
	viernes	31/03/2017	95	99	102	94	96	88	153	162	170	168	164	171	161	156	158	156	148	151	146	143	131	120	91	85

Tabla 5: Consumo Marzo

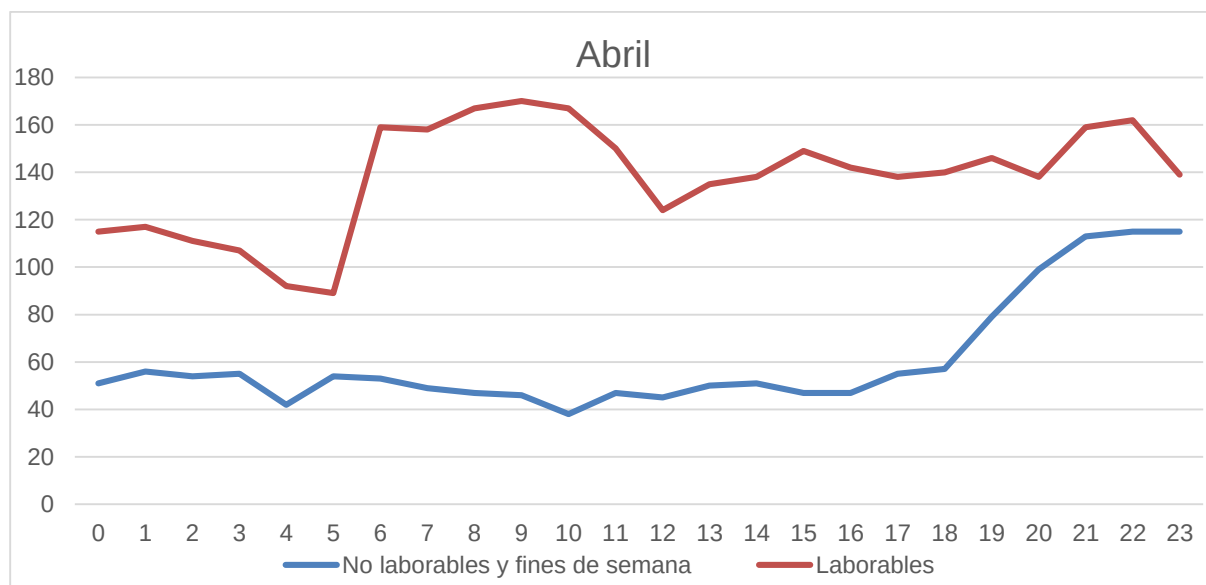


Gráfica 3: Consumo Marzo

Abril

kW			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Abril	sábado	01/04/2017	76	69	60	62	58	119	129	139	132	136	135	135	122	118	81	76	66	73	70	69	65	67	65	71
	domingo	02/04/2017	70	69	67	71	59	68	68	66	62	65	60	64	64	62	60	64	65	71	64	92	113	121	121	125
	lunes	03/04/2017	128	127	127	132	96	120	171	168	172	183	176	189	183	186	182	193	187	205	194	186	184	179	157	147
	martes	04/04/2017	151	141	133	123	106	120	184	178	180	172	172	177	178	179	196	192	183	190	191	190	176	170	151	140
	miércoles	05/04/2017	138	123	116	117	107	115	176	180	182	184	174	177	169	176	182	172	154	151	151	149	139	136	94	83
	jueves	06/04/2017	106	108	109	100	97	103	150	156	158	173	157	149	134	132	141	156	148	142	150	174	171	162	130	129
	viernes	07/04/2017	110	118	114	106	97	96	163	158	158	161	161	150	136	138	134	126	122	136	142	138	126	124	98	90
	sábado	08/04/2017	55	55	55	54	44	55	85	143	148	139	65	56	53	51	48	48	45	52	54	55	55	48	50	57
	domingo	09/04/2017	51	56	54	55	42	54	53	49	47	46	38	47	45	50	51	47	47	55	57	79	99	113	115	115
	lunes	10/04/2017	115	117	111	107	92	89	159	158	167	170	167	150	124	135	138	149	142	138	140	146	138	159	162	139
	martes	11/04/2017	131	126	138	122	115	108	170	173	170	174	165	157	149	134	146	151	146	147	162	165	172	163	133	128
	miércoles	12/04/2017	130	129	134	121	100	119	165	164	169	177	150	141	145	146	136	143	144	144	143	148	139	134	120	123
	jueves	13/04/2017	83	83	75	72	61	57	56	52	54	54	46	50	53	50	53	47	47	54	53	56	53	49	51	55
	viernes	14/04/2017	59	55	56	60	53	60	54	51	52	53	46	56	50	52	46	47	40	48	55	49	55	46	49	49
	sábado	15/04/2017	80	81	68	60	49	63	54	50	44	50	42	51	51	52	44	46	42	53	55	52	54	49	48	47
	domingo	16/04/2017	53	55	51	54	47	58	56	49	43	49	40	50	49	47	43	43	38	52	56	72	89	102	100	105
	lunes	17/04/2017	101	102	106	89	84	93	154	149	148	153	159	136	134	121	115	135	150	164	172	148	171	168	155	153
	martes	18/04/2017	139	126	132	117	109	117	170	160	156	163	165	136	125	127	128	138	143	128	156	175	176	171	160	149
	miércoles	19/04/2017	136	141	150	126	127	126	174	178	174	172	166	136	127	113	117	117	115	114	159	178	179	155	128	124
	jueves	20/04/2017	123	115	116	111	86	118	162	167	172	176	170	172	167	168	175	181	169	161	162	175	185	167	137	138
	viernes	21/04/2017	121	125	130	126	104	124	169	169	169	178	180	175	136	134	155	164	145	154	158	161	130	131	107	98
	sábado	22/04/2017	87	85	84	73	65	66	65	57	49	57	64	67	60	63	57	52	67	71	58	65	59	62	65	
	domingo	23/04/2017	63	66	66	59	55	69	63	55	51	56	52	62	58	60	57	54	53	67	69	96	107	121	114	123
	lunes	24/04/2017	130	133	131	115	113	125	168	166	168	174	165	153	136	122	118	141	133	146	149	152	174	198	165	165
	martes	25/04/2017	146	138	137	126	126	132	169	165	161	173	167	163	157	137	142	146	126	154	165	170	186	192	148	154
	miércoles	26/04/2017	139	132	133	119	113	118	162	167	162	166	167	158	130	129	130	142	143	146	156	170	168	151	140	126
	jueves	27/04/2017	121	126	128	125	113	113	176	170	179	177	177	179	193	181	185	187	176	160	188	188	180	159	148	138
	viernes	28/04/2017	126	133	142	122	108	102	183	182	181	189	178	170	181	170	180	193	167	163	148	144	143	136	116	107
	sábado	29/04/2017	95	97	80	78	66	69	66	60	55	63	53	57	59	52	53	54	50	57	57	51	56	50	55	52
	domingo	30/04/2017	57	54	56	56	51	58	59	53	49	56	51	55	53	52	55	51	50	59	57	75	94	106	99	112

Tabla 6: Consumo Abril

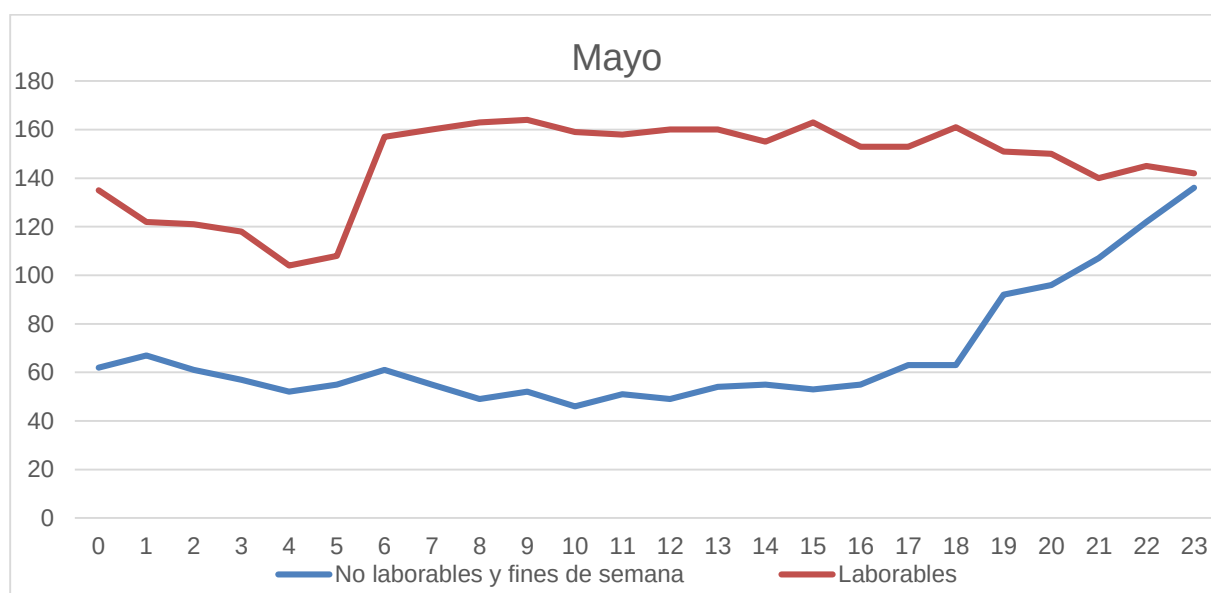


Gráfica 4: Consumo Abril

Mayo

kW			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Mayo	lunes	01/05/2017	100	88	81	73	70	67	70	63	59	61	56	70	61	63	60	63	56	63	69	58	58	81	97	115
	martes	02/05/2017	110	121	113	116	103	111	161	164	167	165	149	130	125	120	145	172	155	178	164	172	167	185	151	103
	miércoles	03/05/2017	106	112	114	121	105	111	163	168	164	171	164	172	164	152	165	170	168	164	165	169	178	166	143	147
	jueves	04/05/2017	133	126	108	102	100	113	171	170	174	169	176	171	164	156	164	163	163	153	152	154	158	143	134	128
	viernes	05/05/2017	110	108	101	104	96	103	159	169	165	169	177	183	178	173	174	167	153	163	162	146	142	131	101	94
	sábado	06/05/2017	92	88	81	72	57	69	65	60	55	59	53	51	50	55	62	58	54	63	56	58	56	48	60	61
	domingo	07/05/2017	62	67	61	57	52	55	61	55	49	52	46	51	49	54	55	53	55	63	63	92	96	107	122	136
	lunes	08/05/2017	135	122	121	118	104	108	157	160	163	164	159	158	160	160	155	163	153	153	161	151	150	140	145	142
	martes	09/05/2017	135	134	124	121	113	115	184	185	179	194	178	187	188	196	197	201	192	196	205	201	174	189	171	164
	miércoles	10/05/2017	142	143	125	133	111	137	200	193	188	196	198	197	187	182	178	193	182	166	176	166	86	163	155	152
	jueves	11/05/2017	147	128	121	120	107	121	183	185	182	190	179	193	189	190	168	180	152	166	182	185	207	184	146	157
	viernes	12/05/2017	137	134	142	128	97	103	176	182	189	202	198	208	194	175	177	176	162	164	159	141	138	140	116	112
	sábado	13/05/2017	97	92	79	69	65	70	72	70	69	68	61	75	68	71	83	77	77	85	90	86	81	64	71	70
	domingo	14/05/2017	70	78	71	66	58	68	70	70	63	67	57	61	66	73	89	76	82	95	87	138	159	166	145	135
	lunes	15/05/2017	168	157	160	169	153	150	192	196	204	211	203	212	222	193	169	185	180	187	199	198	211	207	198	196
	martes	16/05/2017	168	145	151	150	130	135	195	188	184	195	179	189	167	150	154	155	147	176	217	211	232	179	150	142
	miércoles	17/05/2017	134	138	136	142	110	127	196	187	201	206	188	190	192	186	182	197	189	186	197	210	209	205	167	169
	jueves	18/05/2017	141	128	141	125	112	129	185	179	187	199	186	168	164	152	150	152	148	157	198	196	200	175	162	156
	viernes	19/05/2017	161	160	150	138	130	138	202	203	182	187	186	202	154	147	143	140	129	131	123	134	145	145	101	96
	sábado	20/05/2017	92	92	81	73	60	68	71	70	58	68	52	56	57	61	59	58	55	67	57	57	55	50	60	60
	domingo	21/05/2017	61	70	56	56	49	62	59	61	51	55	43	55	47	53	51	51	51	64	54	81	92	110	103	124
	lunes	22/05/2017	112	119	114	98	91	102	164	159	166	172	180	176	180	170	153	175	177	183	187	158	159	167	163	167
	martes	23/05/2017	147	133	129	118	115	120	157	158	166	182	178	177	175	163	168	163	157	164	182	163	169	146	142	151
	miércoles	24/05/2017	149	129	122	125	108	109	169	166	167	175	177	182	192	178	170	178	173	165	189	205	196	181	161	152
	jueves	25/05/2017	143	132	124	140	124	136	185	182	186	190	183	198	197	173	176	182	169	181	201	189	184	167	143	135
	viernes	26/05/2017	128	123	111	118	120	113	181	172	173	181	180	172	171	171	176	177	139	136	145	153	149	143	119	121
	sábado	27/05/2017	104	92	84	75	67	73	132	126	121	128	116	137	97	87	83	77	68	83	75	75	68	65	69	73
	domingo	28/05/2017	67	69	66	59	54	65	67	58	56	61	47	63	51	61	62	65	61	78	70	119	128	143	139	156
	lunes	29/05/2017	157	155	155	147	135	126	193	185	189	193	201	173	180	177	175	191	186	197	204	194	179	185	163	170
	martes	30/05/2017	154	132	131	144	128	129	186	186	176	180	174	155	136	116	140	152	135	146	174	207	176	168	149	155
	miércoles	31/05/2017	134	119	130	127	113	121	187	171	182	189	169	162	164	158	170	201	186	175	185	182	183	156	155	161

Tabla 7: Consumo Mayo

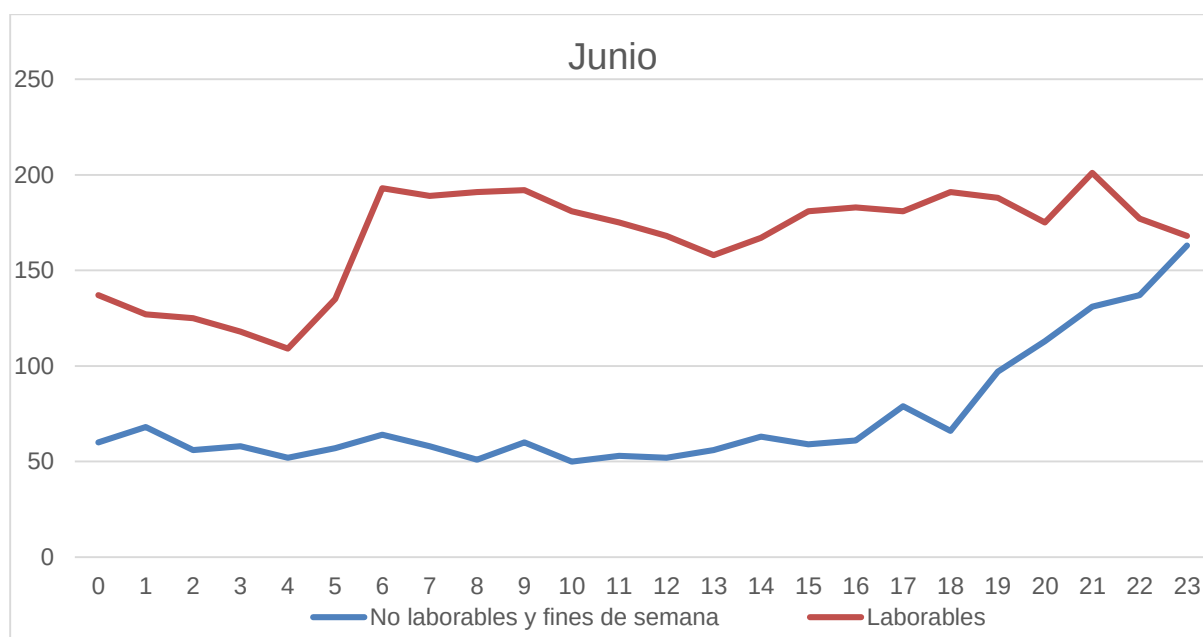


Gráfica 5: Consumo Mayo

Junio

		kW	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Junio	jueves	01/06/2017	155	149	142	128	123	136	196	188	188	194	198	195	160	165	161	171	187	201	211	191	191	181	151	141
	viernes	02/06/2017	135	125	128	127	114	129	189	185	176	192	187	179	183	167	182	179	149	147	154	139	138	141	112	108
	sábado	03/06/2017	91	88	76	66	67	63	67	64	54	66	55	59	55	55	62	58	55	67	59	56	59	47	68	64
	domingo	04/06/2017	60	68	56	58	52	57	64	58	51	60	50	53	52	56	63	59	61	79	66	97	113	131	137	163
	lunes	05/06/2017	137	127	125	118	109	135	193	189	191	192	181	175	168	158	167	181	183	181	191	188	175	201	177	168
	martes	06/06/2017	141	136	128	123	99	130	196	191	195	207	196	206	195	201	199	227	202	209	217	199	197	215	178	176
	miércoles	07/06/2017	153	137	134	118	97	121	189	195	210	216	199	196	217	204	193	218	200	210	236	220	216	196	161	162
	jueves	08/06/2017	155	145	145	135	117	144	185	190	189	203	192	164	171	170	167	184	157	151	174	163	151	154	136	131
	viernes	09/06/2017	128	122	130	122	107	126	189	179	177	190	173	179	170	155	172	173	149	149	147	135	133	129	106	102
	sábado	10/06/2017	89	88	82	81	61	70	67	63	62	68	54	62	58	61	71	66	64	78	65	66	70	58	63	72
	domingo	11/06/2017	66	72	66	62	55	64	63	60	60	58	53	63	52	61	69	67	64	86	77	118	127	133	119	127
	lunes	12/06/2017	127	108	138	115	111	132	177	178	188	186	178	175	182	178	170	166	165	174	193	187	178	185	167	160
	martes	13/06/2017	143	141	136	131	119	129	176	169	178	186	170	175	162	142	133	127	118	118	142	193	191	180	147	155
	miércoles	14/06/2017	144	126	117	111	102	120	180	173	173	168	173	168	143	139	138	131	124	129	149	177	169	159	139	150
	jueves	15/06/2017	139	133	125	140	108	122	165	171	162	167	163	163	160	153	151	171	147	161	174	175	155	168	137	149
	viernes	16/06/2017	129	142	137	125	109	127	178	176	177	183	178	198	176	170	159	123	94	124	134	133	114	92	84	86
	sábado	17/06/2017	79	83	85	69	67	82	132	142	138	136	147	118	90	101	91	87	82	90	90	85	82	75	74	76
	domingo	18/06/2017	69	74	68	66	60	61	66	65	57	56	58	58	66	64	74	69	69	80	83	137	130	143	126	143
	lunes	19/06/2017	144	146	137	142	135	131	177	170	178	184	195	193	196	179	172	184	184	179	188	166	166	172	162	180
	martes	20/06/2017	174	150	145	137	143	147	187	181	181	181	192	185	191	168	164	185	175	151	194	178	170	171	156	157
	miércoles	21/06/2017	155	152	146	144	117	138	174	170	177	168	175	170	176	149	156	168	156	123	147	139	163	173	148	150
	jueves	22/06/2017	136	124	125	114	112	126	168	170	179	180	177	187	175	151	162	173	161	160	185	175	162	169	150	152
	viernes	23/06/2017	147	138	147	137	110	127	182	167	180	184	193	165	164	155	174	172	145	148	155	162	161	163	123	117
	sábado	24/06/2017	102	101	102	86	81	76	74	74	64	70	67	76	69	70	76	78	80	95	93	89	81	76	72	79
	domingo	25/06/2017	73	77	73	67	75	77	70	71	62	69	66	71	66	76	84	82	84	97	102	142	145	139	146	162
	lunes	26/06/2017	165	167	173	146	125	143	185	185	180	189	194	205	203	209	192	208	207	223	225	205	208	237	203	182
	martes	27/06/2017	149	135	143	137	128	149	194	183	190	209	195	196	194	185	187	187	177	189	214	222	225	217	173	182
	miércoles	28/06/2017	169	156	157	148	134	149	188	181	186	197	199	196	208	209	219	222	208	200	223	200	184	181	158	169
	jueves	29/06/2017	159	133	132	130	139	150	177	179	184	183	197	190	206	193	190	198	194	189	215	207	194	190	178	183
	viernes	30/06/2017	165	135	139	136	125	131	184	176	174	185	187	177	185	179	188	183	176	163	163	155	149	147	118	109

Tabla 8: Consumo Junio

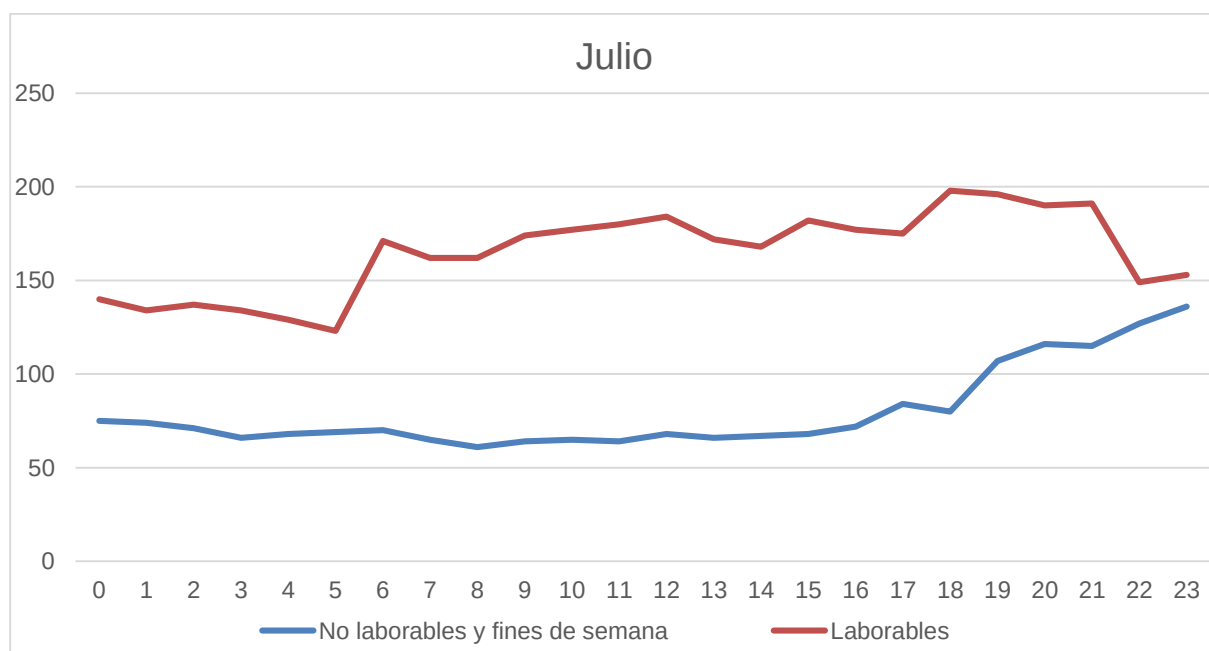


Gráfica 6: Consumo Junio

Julio

kW		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Julio	sábado	01/07/2017	98	93	95	88	87	87	133	124	120	117	124	115	113	95	89	82	78	87	85	77	78	71	71	72
	domingo	02/07/2017	75	74	71	66	68	69	70	65	61	64	65	64	68	66	67	68	72	84	80	107	116	115	127	136
	lunes	03/07/2017	140	134	137	134	129	123	171	162	162	174	177	180	184	172	168	182	177	175	198	196	190	191	149	153
	martes	04/07/2017	156	146	147	145	130	128	171	168	178	177	172	171	176	181	182	189	180	188	195	191	190	176	157	179
	miércoles	05/07/2017	163	143	161	158	118	131	171	170	179	179	180	175	175	181	191	193	180	190	196	170	160	152	129	151
	jueves	06/07/2017	128	121	128	115	110	115	170	172	174	190	189	186	173	174	176	176	163	158	178	172	155	167	140	149
	viernes	07/07/2017	140	124	145	141	132	122	168	163	173	172	177	178	177	168	176	162	151	157	164	149	144	139	108	109
	sábado	08/07/2017	98	92	103	95	78	82	75	71	64	69	70	76	67	75	79	73	71	87	90	85	80	70	70	76
	domingo	09/07/2017	71	73	73	73	66	71	68	62	60	61	55	64	62	65	69	67	65	74	75	109	120	117	123	146
	lunes	10/07/2017	140	121	132	110	102	116	171	180	192	186	189	193	187	172	172	178	183	173	200	162	168	192	181	179
	martes	11/07/2017	162	149	150	135	149	134	183	183	189	179	184	185	172	170	193	189	178	187	199	196	191	177	170	179
	miércoles	12/07/2017	151	129	127	123	103	126	178	177	185	187	166	159	166	167	179	180	176	180	185	181	163	171	131	146
	jueves	13/07/2017	137	130	139	143	116	122	179	182	193	190	192	182	186	185	190	180	187	198	203	200	189	173	165	159
	viernes	14/07/2017	154	140	148	139	120	139	187	185	183	194	191	180	167	166	189	171	164	183	196	175	152	144	112	113
	sábado	15/07/2017	103	102	104	97	82	95	116	118	107	107	95	105	111	99	94	94	81	95	97	93	86	75	69	83
	domingo	16/07/2017	71	78	68	67	64	66	67	69	60	68	57	71	64	57	72	74	68	85	86	123	142	137	129	137
	lunes	17/07/2017	146	149	161	134	125	132	201	191	196	203	208	196	201	186	187	191	191	205	238	227	216	213	172	178
	martes	18/07/2017	162	139	154	155	118	142	211	206	212	221	210	206	209	191	216	229	216	211	229	215	226	242	174	164
	miércoles	19/07/2017	153	149	148	159	139	155	189	194	195	197	193	192	198	209	216	212	218	227	232	215	202	175	145	150
	jueves	20/07/2017	152	134	142	146	118	142	177	173	170	168	174	177	172	183	183	187	185	181	200	198	183	168	152	158
	viernes	21/07/2017	148	129	153	140	122	134	195	187	201	200	183	187	190	179	184	182	171	177	191	171	145	141	120	128
	sábado	22/07/2017	122	105	105	92	79	89	132	128	127	124	125	125	133	124	114	112	103	109	114	88	83	73	78	83
	domingo	23/07/2017	78	79	72	70	65	73	73	69	61	72	61	74	64	66	72	77	68	86	84	132	137	143	125	143
	lunes	24/07/2017	137	147	140	121	112	144	206	189	199	203	200	206	202	201	197	201	187	186	207	211	207	213	178	185
	martes	25/07/2017	175	141	144	136	119	159	207	204	212	210	200	204	214	201	198	201	183	188	191	188	193	179	157	157
	miércoles	26/07/2017	134	119	136	142	110	139	192	193	197	199	207	207	193	189	179	183	156	171	202	174	203	176	168	158
	jueves	27/07/2017	150	143	149	121	111	140	196	198	192	194	204	205	205	185	177	170	149	144	148	171	174	164	157	150
	viernes	28/07/2017	136	132	128	116	115	121	200	194	194	193	184	178	171	154	175	171	162	152	138	146	150	145	126	118
	sábado	29/07/2017	105	92	94	83	78	85	146	145	139	139	146	152	115	101	98	87	85	88	71	71	76	62	75	78
	domingo	30/07/2017	70	71	68	68	60	65	73	66	60	66	60	66	61	71	70	76	77	89	89	140	148	146	126	146
	lunes	31/07/2017	151	147	152	112	126	143	180	191	196	198	205	205	186	177	181	189	186	194	209	199	193	188	158	163

Tabla 9: Consumo Julio

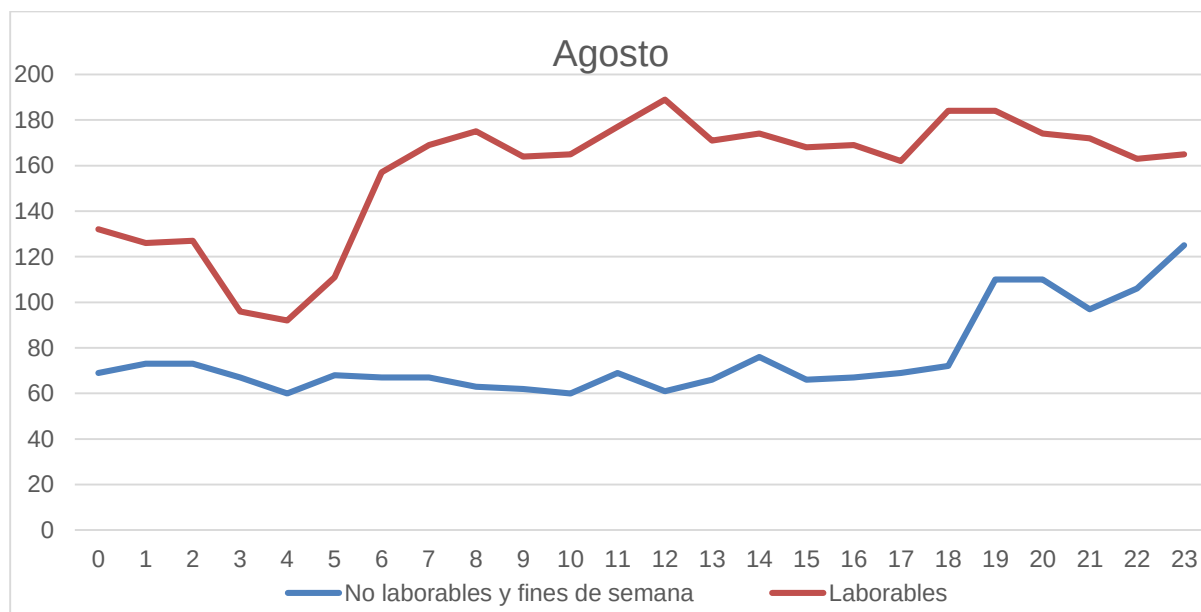


Gráfica 7: Consumo Julio

Agosto

kW		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Agosto	martes 01/08/2017	151	143	130	128	118	130	186	186	179	186	186	203	197	198	187	200	192	194	226	222	200	167	152	156
	miércoles 02/08/2017	148	142	164	148	141	145	182	186	178	184	193	193	181	178	190	195	187	191	212	217	216	175	150	155
	jueves 03/08/2017	143	135	137	142	103	123	174	173	175	175	185	200	188	193	199	198	175	169	193	180	197	186	155	147
	viernes 04/08/2017	133	126	126	128	111	140	180	184	189	183	184	185	174	173	190	190	159	169	179	166	144	150	118	114
	sábado 05/08/2017	103	94	94	86	75	83	76	71	68	71	65	75	73	74	80	79	75	87	88	83	80	68	73	73
	domingo 06/08/2017	69	73	73	67	60	68	67	67	63	62	60	69	61	66	76	66	67	69	72	110	110	97	106	125
	lunes 07/08/2017	132	126	127	96	92	111	157	169	175	164	165	177	189	171	174	168	169	162	184	184	174	172	163	165
	martes 08/08/2017	150	140	136	119	112	127	175	169	180	178	176	195	178	182	190	188	178	187	214	190	210	187	168	167
	miércoles 09/08/2017	151	140	137	150	135	147	193	197	209	194	194	195	168	171	181	178	163	177	196	223	217	205	189	180
	jueves 10/08/2017	156	139	157	146	123	154	198	202	211	210	204	200	208	208	209	205	201	212	238	224	232	200	183	190
	viernes 11/08/2017	166	144	153	161	148	164	213	212	217	222	220	204	210	207	201	205	186	199	210	194	181	172	139	133
	sábado 12/08/2017	115	114	112	101	93	109	145	149	141	151	166	171	137	141	133	121	110	124	125	121	110	98	89	89
	domingo 13/08/2017	85	88	92	80	75	85	75	78	69	67	64	82	64	78	79	77	80	91	85	133	132	132	128	139
	lunes 14/08/2017	147	148	156	130	142	137	189	178	187	179	186	179	182	185	192	188	185	178	212	195	186	208	172	162
	martes 15/08/2017	125	119	119	112	101	103	94	89	83	83	83	84	80	80	81	80	82	90	92	86	78	75	89	113
	miércoles 16/08/2017	155	140	147	138	130	153	182	180	185	188	197	197	213	195	197	196	182	187	211	192	184	186	144	143
	jueves 17/08/2017	131	140	124	116	105	141	182	190	187	197	188	191	196	188	184	194	173	200	211	193	215	191	142	152
	viernes 18/08/2017	139	134	145	124	135	131	176	186	200	204	198	185	172	172	174	176	155	160	170	147	150	143	115	121
	sábado 19/08/2017	116	103	109	92	83	84	78	73	71	68	68	77	70	74	78	75	74	91	90	88	81	72	68	78
	domingo 20/08/2017	72	71	71	68	62	74	70	67	69	65	60	77	61	67	80	79	80	101	100	146	133	151	129	151
	lunes 21/08/2017	162	149	155	143	123	126	183	196	188	199	191	203	206	185	192	198	193	204	210	220	208	197	183	186
	martes 22/08/2017	171	146	148	126	123	139	194	200	201	208	208	201	209	216	215	206	208	216	232	207	229	193	157	167
	miércoles 23/08/2017	145	135	132	127	107	139	167	176	168	176	184	187	173	181	175	174	201	203	225	207	208	182	165	176
	jueves 24/08/2017	155	141	144	134	128	139	192	191	198	208	205	208	219	191	192	189	169	168	176	173	178	179	153	145
	viernes 25/08/2017	146	134	137	134	131	126	181	180	190	192	190	181	175	161	184	164	158	150	159	143	127	108	95	97
	sábado 26/08/2017	88	86	89	78	66	67	70	63	61	59	64	62	60	66	69	64	66	74	74	69	67	65	63	69
	domingo 27/08/2017	64	62	64	61	53	60	62	59	57	60	50	59	55	54	62	62	60	67	81	113	126	135	122	144
	lunes 28/08/2017	143	128	149	124	121	117	169	174	178	184	187	188	196	192	188	204	192	195	209	192	177	209	157	157
	martes 29/08/2017	144	144	132	124	116	142	199	195	190	197	187	186	162	147	177	193	192	190	204	180	176	176	139	147
	miércoles 30/08/2017	149	130	125	111	105	104	171	181	179	184	189	209	204	183	187	173	183	193	204	201	202	164	135	144
	jueves 31/08/2017	125	115	115	117	93	117	157	164	171	177	182	200	175	166	175	185	170	175	170	176	167	156	132	131

Tabla 10: Consumo Agosto

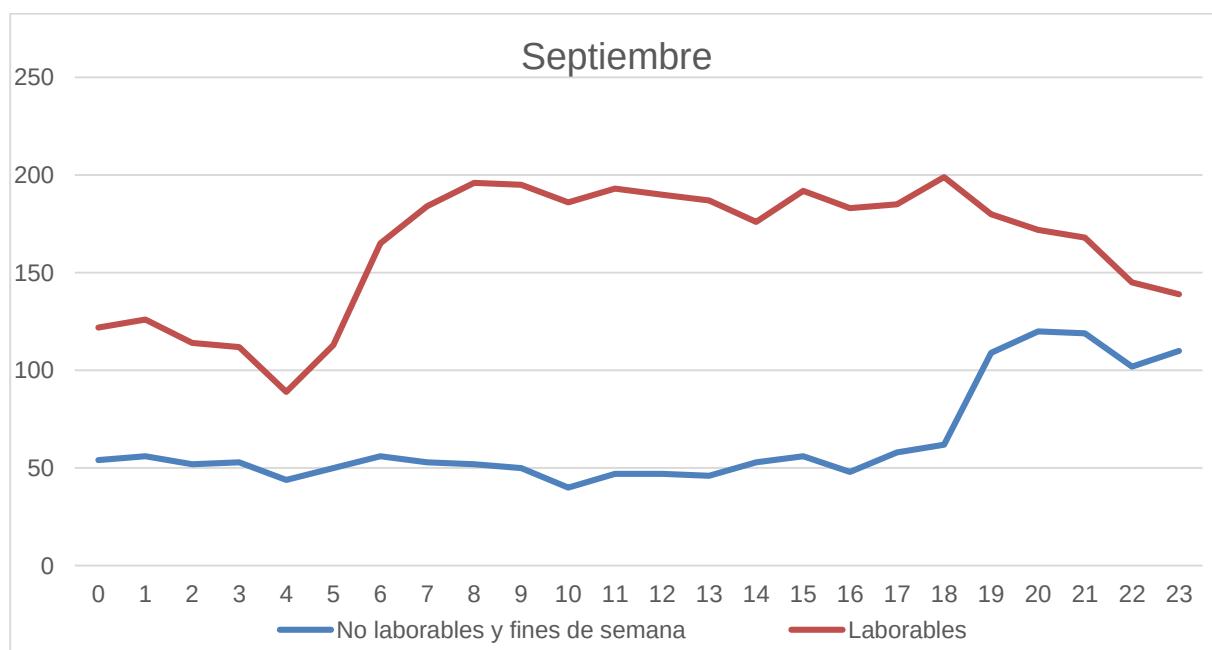


Gráfica 8: Consumo Agosto

Septiembre

kW			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Septiembre	viernes	01/09/2017	128	128	121	112	103	112	168	173	177	190	163	159	178	171	174	178	142	147	153	146	149	152	115	110
	sábado	02/09/2017	96	92	87	87	71	80	73	74	71	82	63	70	68	71	75	83	67	90	81	76	74	68	69	79
	domingo	03/09/2017	67	73	68	67	55	71	64	61	64	62	48	66	61	58	73	78	67	86	80	125	118	100	96	107
	lunes	04/09/2017	123	131	133	99	93	105	172	183	199	200	186	190	176	175	174	170	166	168	177	175	187	196	148	143
	martes	05/09/2017	121	114	129	134	116	125	179	172	186	184	173	177	179	180	182	172	165	169	192	169	185	156	125	137
	miércoles	06/09/2017	127	125	133	111	108	119	167	174	187	186	173	179	194	178	191	185	172	179	178	171	160	151	140	141
	jueves	07/09/2017	145	133	127	131	122	123	185	179	186	194	185	178	156	151	148	152	141	155	176	173	175	166	136	150
	viernes	08/09/2017	137	138	135	125	135	142	190	187	201	202	192	187	188	166	159	158	148	162	164	163	127	126	93	98
	sábado	09/09/2017	76	84	68	67	51	59	59	57	55	55	44	55	48	54	57	58	54	68	52	57	52	49	49	62
	domingo	10/09/2017	54	56	52	53	44	50	56	53	52	50	40	47	47	46	53	56	48	58	62	109	120	119	102	110
	lunes	11/09/2017	122	126	114	112	89	113	165	184	196	195	186	193	190	187	176	192	183	185	199	180	172	168	145	139
	martes	12/09/2017	127	115	100	102	92	112	171	184	188	200	189	196	192	199	207	206	186	198	193	195	177	156	137	141
	miércoles	13/09/2017	119	114	119	106	102	115	185	179	195	194	184	189	184	186	200	207	195	198	195	189	171	147	133	131
	jueves	14/09/2017	118	114	113	121	98	117	188	180	185	186	173	178	173	169	188	193	174	181	179	179	194	152	123	132
	viernes	15/09/2017	117	119	117	108	95	106	184	180	185	190	172	174	174	166	182	174	163	166	166	156	137	127	99	110
	sábado	16/09/2017	100	94	88	81	67	71	69	64	67	53	64	67	66	70	70	64	84	81	75	67	61	65	75	75
	domingo	17/09/2017	67	73	63	70	53	69	65	62	62	61	49	72	53	59	65	65	59	78	69	101	126	117	113	110
	lunes	18/09/2017	135	140	126	121	100	112	179	182	196	195	195	200	181	158	154	190	177	175	190	211	191	201	175	167
	martes	19/09/2017	134	134	117	127	116	121	177	180	173	186	182	190	176	183	189	179	167	173	186	174	184	156	128	136
	miércoles	20/09/2017	119	120	119	104	86	132	189	186	190	194	202	203	194	176	188	190	175	180	186	174	180	166	138	150
	jueves	21/09/2017	123	119	111	114	92	124	175	194	199	192	170	191	190	172	190	185	179	186	191	168	189	212	165	140
	viernes	22/09/2017	130	136	129	116	123	132	184	187	200	203	195	189	188	176	176	167	157	160	157	139	141	132	103	108
	sábado	23/09/2017	91	90	78	79	69	75	71	69	67	69	55	73	58	64	68	72	64	91	69	63	68	61	65	70
	domingo	24/09/2017	65	73	64	66	56	70	67	64	69	62	56	59	58	59	62	65	64	73	68	108	123	130	118	115
	lunes	25/09/2017	128	122	127	106	95	118	175	180	185	189	188	177	181	156	161	177	174	170	158	158	157	158	156	154
	martes	26/09/2017	124	126	101	117	109	122	173	170	181	184	184	198	195	182	192	205	177	176	192	164	184	169	141	135
	miércoles	27/09/2017	119	127	114	128	111	105	177	203	199	193	168	190	165	177	177	193	182	185	182	159	156	157	130	136
	jueves	28/09/2017	130	130	123	121	103	128	174	171	195	186	190	191	181	173	181	189	180	181	178	188	186	160	129	140
	viernes	29/09/2017	123	121	121	127	100	112	179	176	174	198	178	192	189	176	186	189	159	160	167	148	142	146	109	117
	sábado	30/09/2017	101	104	90	89	72	74	71	71	70	76	59	71	61	65	69	69	66	72	69	67	70	66	65	72

Tabla 11: Consumo Septiembre

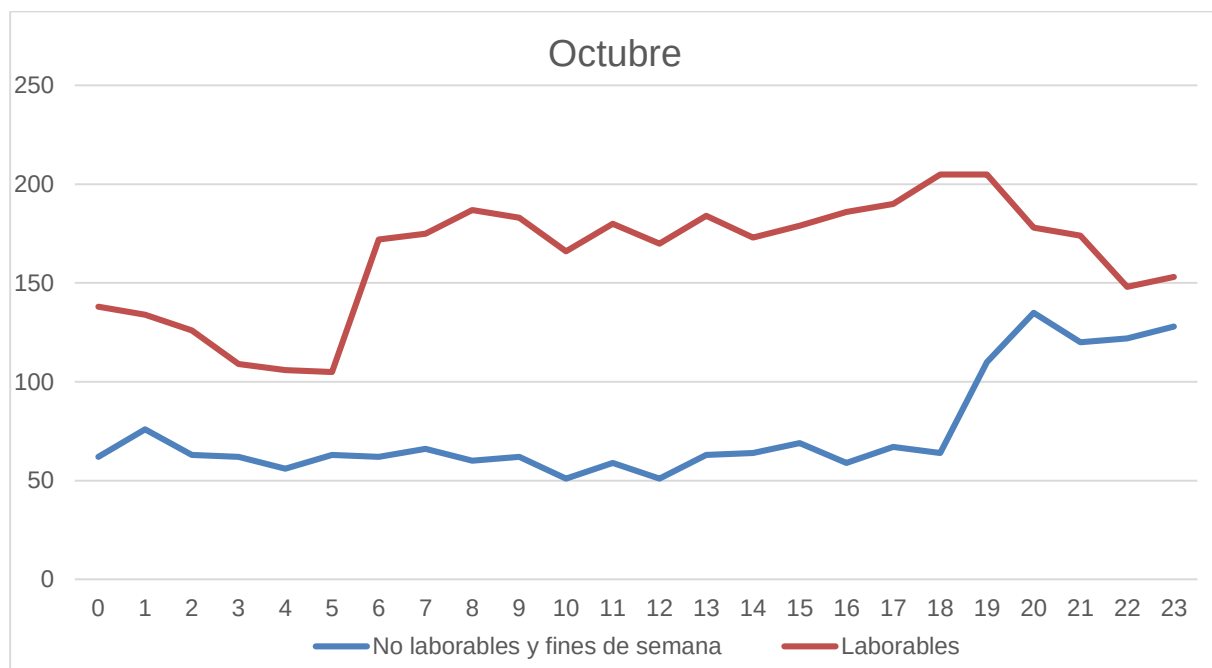


Gráfica 9: Consumo Septiembre

Octubre

kW		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Octubre	domingo 01/10/2017	75	72	74	69	59	75	71	65	69	64	57	70	59	59	69	70	63	73	68	111	130	120	114	128
	lunes 02/10/2017	124	125	105	114	97	121	174	182	183	187	188	183	177	155	159	152	143	161	183	162	192	175	146	147
	martes 03/10/2017	135	114	109	112	105	131	180	197	186	189	184	176	167	169	167	171	161	168	171	165	178	171	146	153
	miércoles 04/10/2017	138	124	133	127	109	129	183	188	180	187	171	172	178	174	178	179	167	163	173	162	189	163	126	136
	jueves 05/10/2017	116	115	118	110	92	120	173	172	183	170	166	166	177	174	165	179	158	160	166	160	185	156	119	122
	viernes 06/10/2017	124	124	112	115	99	109	182	188	184	180	173	173	180	180	178	165	155	153	150	144	136	133	110	106
	sábado 07/10/2017	99	94	79	70	58	72	66	69	60	67	53	62	56	63	66	66	61	73	64	70	64	57	62	75
	domingo 08/10/2017	62	76	63	62	56	63	62	66	60	62	51	59	51	63	64	69	59	67	64	110	135	120	122	128
	lunes 09/10/2017	138	134	126	109	106	105	172	175	187	183	166	180	170	184	173	179	186	190	205	205	178	174	148	153
	martes 10/10/2017	128	123	135	116	113	133	191	190	188	195	189	208	206	211	197	202	193	186	220	181	182	194	146	131
	miércoles 11/10/2017	116	119	118	109	95	123	182	185	186	191	183	206	199	198	196	182	166	176	201	180	171	179	152	140
	jueves 12/10/2017	101	97	89	75	69	70	75	67	68	66	58	64	60	65	65	63	60	72	67	63	64	58	63	65
	viernes 13/10/2017	128	129	122	121	99	127	182	179	187	194	188	178	174	149	157	156	153	156	157	153	144	146	106	102
	sábado 14/10/2017	70	70	65	62	57	61	73	151	156	161	87	68	68	60	68	62	59	71	65	65	58	63	65	65
	domingo 15/10/2017	65	68	63	62	57	67	64	64	63	62	52	62	57	61	61	59	71	67	106	121	106	93	108	108
	lunes 16/10/2017	110	112	96	89	82	96	157	158	171	168	156	152	121	111	133	144	158	161	156	168	153	157	134	131
	martes 17/10/2017	126	112	102	101	94	98	156	158	166	162	151	161	154	140	153	148	161	162	161	165	162	143	121	123
	miércoles 18/10/2017	123	107	95	90	81	106	152	158	169	154	147	148	147	143	160	164	157	158	173	170	174	158	134	133
	jueves 19/10/2017	109	96	91	84	82	92	150	167	169	170	172	182	183	174	187	204	185	159	176	172	177	160	144	135
	viernes 20/10/2017	130	132	127	111	108	110	150	145	160	149	153	158	148	150	165	156	154	145	148	151	127	129	103	95
	sábado 21/10/2017	89	76	66	59	51	66	113	111	112	110	104	107	106	111	109	83	75	75	62	58	57	51	55	60
	domingo 22/10/2017	58	53	54	53	46	53	57	53	53	51	43	49	43	45	54	55	47	60	76	92	104	98	104	113
	lunes 23/10/2017	122	110	107	105	103	105	159	168	180	174	177	170	155	154	166	170	163	173	196	180	162	164	136	130
	martes 24/10/2017	124	114	116	116	109	108	158	166	179	173	169	169	173	156	157	163	147	148	170	182	171	174	150	132
	miércoles 25/10/2017	131	118	106	97	81	110	163	173	174	169	168	169	179	165	168	174	172	154	196	171	160	158	131	130
	jueves 26/10/2017	115	116	117	97	89	115	157	157	169	161	168	163	160	149	172	178	177	184	178	171	183	179	145	138
	viernes 27/10/2017	128	133	116	105	112	125	160	169	159	162	163	166	176	188	149	139	140	152	139	145	139	135	112	109
	sábado 28/10/2017	90	92	73	76	63	71	69	72	61	21	53	68	55	58	63	62	66	67	59	60	62	58	65	64
	domingo 29/10/2017	58	60	56	64	48	63	57	55	48	58	43	49	44	48	49	55	43	63	49	74	103	110	101	104
	lunes 30/10/2017	102	94	92	91	89	92	140	140	148	150	150	152	139	144	130	138	164	172	133	177	178	173	169	148
	martes 31/10/2017	150	126	116	99	101	109	154	168	176	177	165	181	164	161	154	162	178	173	158	149	163	155	129	129

Tabla 12: Consumo Octubre

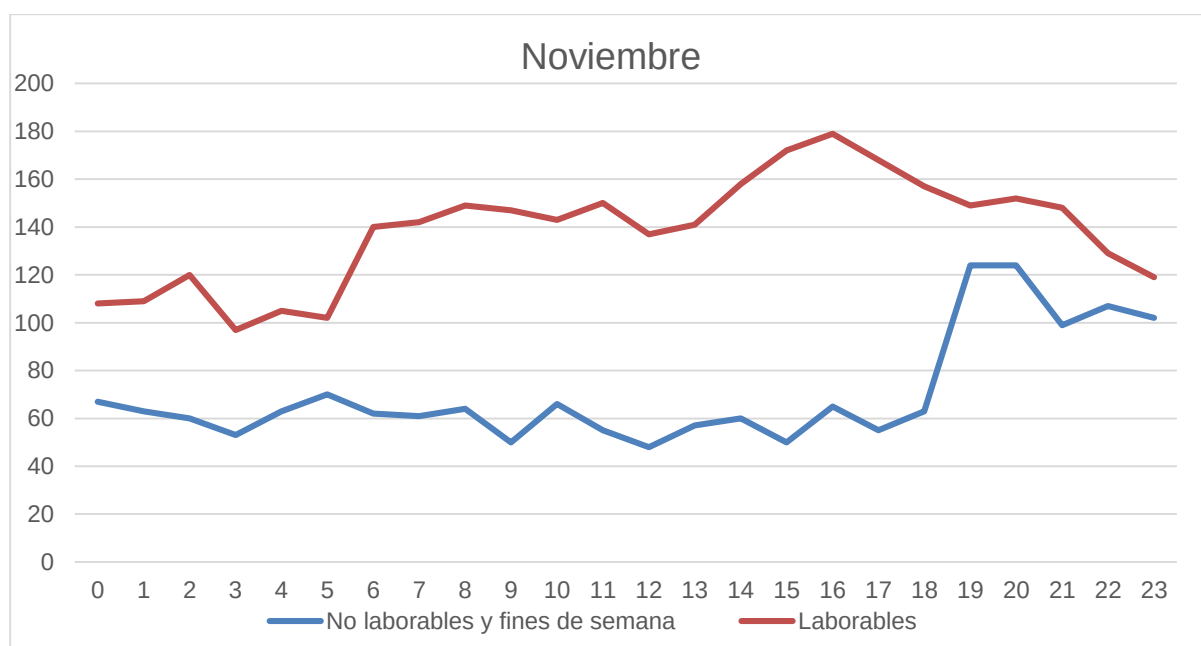


Gráfica 10: Consumo Octubre

Noviembre

				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Noviembre	kW																										
	miércoles	01/11/2017	105	94	82	65	72	69	71	58	70	47	66	54	58	64	60	64	71	60	64	61	56	68	89	92	92
	jueves	02/11/2017	125	117	107	97	101	115	152	151	150	139	151	152	159	142	156	161	170	172	157	155	159	159	122	105	101
	viernes	03/11/2017	105	81	88	77	88	101	147	151	151	154	154	146	149	150	148	136	139	146	141	145	127	120	109	91	91
	sábado	04/11/2017	90	72	72	64	73	75	109	110	111	101	115	104	103	112	96	75	91	70	59	61	57	58	71	69	69
	domingo	05/11/2017	67	63	60	53	63	70	62	61	64	50	66	55	48	57	60	50	65	55	63	124	124	99	107	102	102
	lunes	06/11/2017	108	109	120	97	105	102	140	142	149	147	143	150	137	141	158	172	179	168	157	149	152	148	129	119	119
	martes	07/11/2017	112	102	95	89	107	109	155	171	165	166	162	165	149	154	154	147	152	152	148	158	158	148	147	129	129
	miércoles	08/11/2017	127	111	106	92	118	110	158	164	172	162	153	166	165	161	169	175	173	174	159	165	163	154	143	139	139
	jueves	09/11/2017	122	119	104	97	100	103	170	171	182	172	162	165	164	149	160	162	174	172	167	163	152	160	132	128	128
	viernes	10/11/2017	123	126	123	90	100	111	165	162	172	168	176	158	156	154	169	156	165	149	151	147	129	137	112	96	96
	sábado	11/11/2017	92	77	71	53	64	57	55	54	55	43	60	50	51	53	60	52	67	56	53	55	52	53	70	59	59
	domingo	12/11/2017	60	53	59	46	66	59	51	53	52	44	55	46	41	48	51	47	66	49	56	89	83	82	90	87	87
	lunes	13/11/2017	88	88	89	83	100	100	148	158	155	151	153	150	133	127	141	157	160	151	151	142	140	154	141	122	122
	martes	14/11/2017	111	93	96	83	99	100	161	162	170	169	165	153	143	139	154	158	157	151	150	153	144	149	113	107	107
	miércoles	15/11/2017	108	95	88	67	74	97	143	147	153	153	155	153	142	136	147	139	138	138	144	155	151	140	122	109	109
	jueves	16/11/2017	105	91	91	73	87	93	147	156	164	169	161	146	137	139	144	147	148	156	172	162	164	161	137	126	126
	viernes	17/11/2017	109	94	86	85	91	90	160	164	173	177	176	155	150	156	151	130	130	138	142	141	128	132	109	94	94
	sábado	18/11/2017	89	75	70	61	62	60	60	59	57	49	50	45	50	55	59	51	57	53	50	57	46	53	60	60	60
	domingo	19/11/2017	60	59	58	50	59	61	58	54	59	41	50	44	47	54	55	51	60	54	71	106	110	101	110	105	105
	lunes	20/11/2017	106	100	95	94	94	109	154	161	167	153	163	173	174	173	162	159	158	154	167	164	163	162	163	125	125
	martes	21/11/2017	111	103	109	84	99	98	157	172	176	172	183	178	175	171	157	156	154	160	165	158	174	167	147	127	127
	miércoles	22/11/2017	113	110	103	90	103	106	163	172	182	177	181	180	180	179	187	179	182	184	181	185	164	156	144	132	132
	jueves	23/11/2017	126	122	107	96	105	100	158	171	173	166	172	179	148	146	145	155	148	158	168	167	174	167	134	120	120
	viernes	24/11/2017	118	108	104	91	96	91	165	178	172	176	182	164	156	160	140	166	161	137	149	148	122	70	71	66	66
	sábado	25/11/2017	64	59	56	47	60	58	55	89	130	126	136	126	103	88	80	63	61	55	53	57	50	51	63	60	60
	domingo	26/11/2017	56	54	55	47	57	58	54	54	50	42	59	46	43	52	55	47	65	51	55	104	93	86	93	91	91
	lunes	27/11/2017	98	75	93	73	97	91	153	162	175	174	182	160	165	164	165	181	182	174	160	170	159	155	152	133	133
	martes	28/11/2017	128	116	105	87	94	90	148	156	163	153	151	148	140	137	147	138	145	142	150	160	142	148	113	104	104
	miércoles	29/11/2017	98	87	82	71	84	90	145	148	149	144	146	143	147	128	131	131	135	141	144	138	138	129	123	106	106
jueves	30/11/2017	98	89	80	71	75	77	139	144	147	136	139	131	136	133	142	141	147	138	140	142	146	138	121	101	101	

Tabla 13: Consumo Noviembre

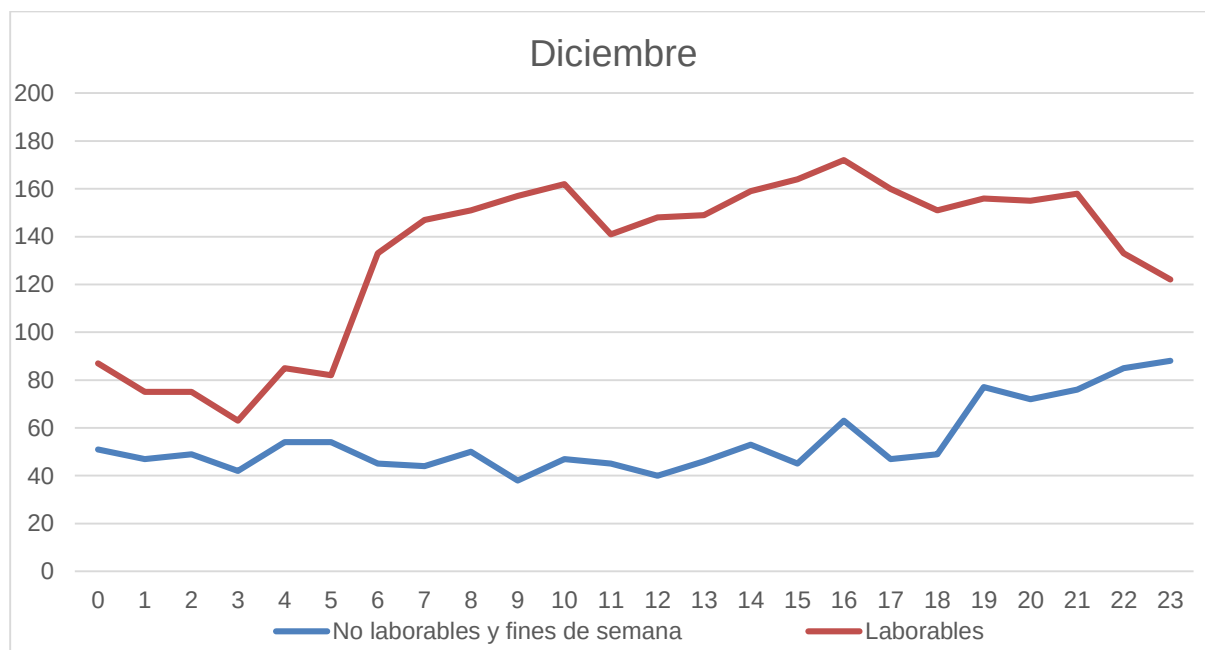


Gráfica 11: Consumo Noviembre

Diciembre

kW		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Diciembre	viernes 01/12/2017	97	87	87	69	81	85	134	137	146	142	153	152	157	148	148	144	141	135	145	143	151	133	106	90
	sábado 02/12/2017	82	77	69	48	54	49	48	44	46	37	49	37	39	42	46	36	53	44	44	44	40	43	50	47
	domingo 03/12/2017	44	45	46	37	46	49	41	43	44	34	46	39	38	43	45	37	51	49	65	73	69	68	76	80
	lunes 04/12/2017	81	74	82	69	84	88	136	140	142	138	150	143	149	144	148	150	169	171	161	165	157	159	125	118
	martes 05/12/2017	105	88	88	74	85	94	142	142	146	140	147	145	147	159	173	165	167	173	159	172	165	146	135	123
	miércoles 06/12/2017	83	73	71	54	58	60	52	57	53	45	52	47	52	53	55	52	57	54	48	57	45	56	73	75
	jueves 07/12/2017	120	106	107	88	109	104	157	165	164	160	170	172	158	144	140	144	138	167	170	180	169	158	110	99
	viernes 08/12/2017	54	57	55	48	63	58	53	52	57	45	55	46	47	52	56	42	59	50	51	96	90	96	90	89
	sábado 09/12/2017	90	68	66	54	63	62	57	61	59	46	53	50	51	57	57	48	70	55	50	53	48	49	59	55
	domingo 10/12/2017	51	47	49	42	54	54	45	44	50	38	47	45	40	46	53	45	63	47	49	77	72	76	85	88
	lunes 11/12/2017	87	75	75	63	85	82	133	147	151	157	162	141	148	149	159	164	172	160	151	156	155	158	133	122
	martes 12/12/2017	107	96	91	81	88	93	137	147	157	156	151	145	141	150	164	162	168	155	158	158	150	148	129	117
	miércoles 13/12/2017	113	98	97	78	81	81	128	142	149	147	151	151	141	145	152	154	169	159	145	149	145	153	129	116
	jueves 14/12/2017	110	100	101	88	90	92	144	151	155	148	155	155	159	153	173	164	179	172	157	167	158	161	126	117
	viernes 15/12/2017	118	100	101	86	93	89	148	159	166	186	186	186	184	174	177	169	167	166	158	150	130	133	89	85
	sábado 16/12/2017	80	72	70	61	63	73	124	120	130	132	131	126	122	123	94	79	80	67	59	54	55	55	57	59
	domingo 17/12/2017	54	57	55	48	63	58	53	52	57	45	55	46	47	52	56	42	59	50	51	96	90	96	90	89
	lunes 18/12/2017	98	88	92	83	99	102	164	172	177	186	180	174	179	176	180	179	193	199	171	171	166	159	151	133
	martes 19/12/2017	123	117	108	96	106	112	169	178	184	188	194	186	159	160	191	186	193	183	183	180	159	150	141	123
	miércoles 20/12/2017	121	108	106	95	105	111	177	164	163	161	179	170	177	169	174	171	178	176	168	169	162	162	134	127
	jueves 21/12/2017	119	114	104	88	105	99	154	154	169	171	178	170	169	170	171	166	177	183	177	194	169	149	133	121
	viernes 22/12/2017	116	111	105	99	105	97	154	157	159	170	176	176	172	174	176	164	160	154	184	178	154	143	100	87
	sábado 23/12/2017	84	70	67	56	59	69	109	130	138	132	139	125	127	110	82	73	72	63	53	56	47	56	53	55
	domingo 24/12/2017	52	53	55	44	54	52	51	54	49	37	45	44	44	53	50	50	52	49	71	97	96	94	106	91
	lunes 25/12/2017	58	61	61	48	59	55	54	55	56	47	56	45	48	50	47	42	57	47	53	50	47	57	71	74
	martes 26/12/2017	88	95	94	93	103	138	152	156	156	156	164	151	151	157	175	115	102	92	78	74	58	56	59	64
	miércoles 27/12/2017	91	75	73	68	80	91	148	145	152	158	150	149	162	156	166	166	167	177	167	153	154	149	158	113
	jueves 28/12/2017	103	92	90	77	89	97	142	146	145	146	158	154	157	149	155	153	160	165	157	161	157	148	128	113
	viernes 29/12/2017	102	97	97	81	85	89	138	144	154	150	160	163	159	147	156	152	156	146	140	144	130	123	85	73
	sábado 30/12/2017	72	59	63	42	52	61	119	109	113	122	118	115	117	117	74	56	72	56	47	52	44	49	62	52
	domingo 31/12/2017	51	50	49	38	54	55	44	49	46	36	43	39	37	46	49	38	58	52	63	88	78	76	90	88

Tabla 14: Consumo Diciembre



Gráfica 12: Consumo Diciembre

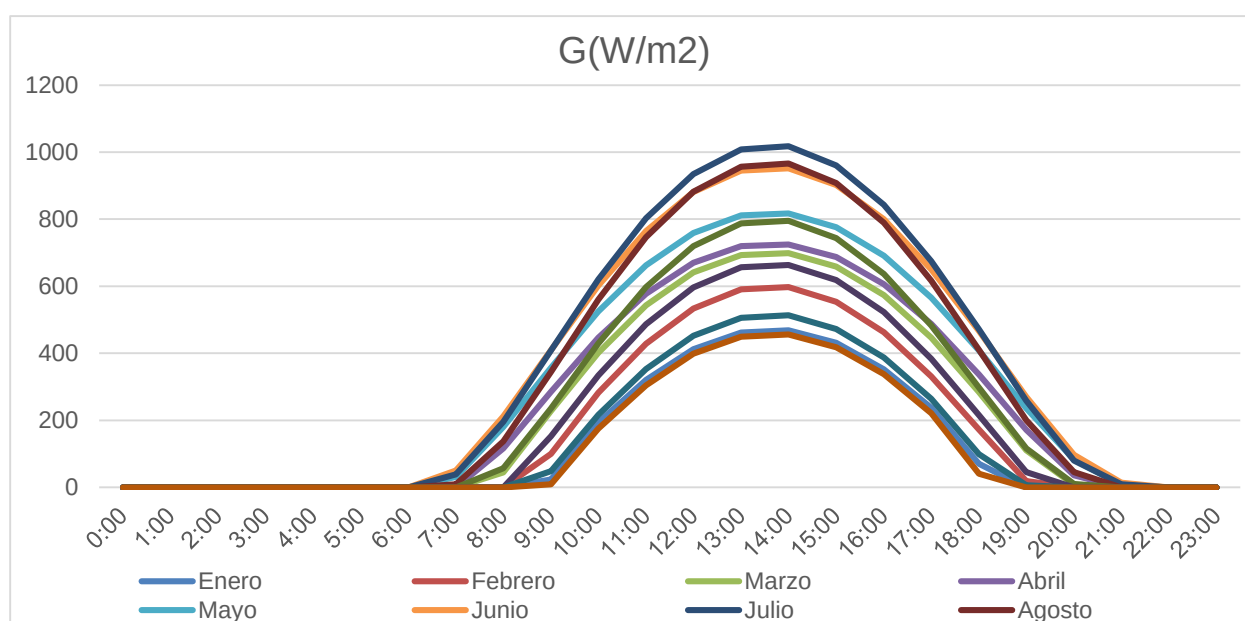
1.2. Generación

Para el cálculo de la energía generada es necesario conocer la irradiación global en una superficie fija y la temperatura media en un día típico de cada mes. Para obtener estos datos se utiliza el software PVGIS que introduciendo la localización ofrece los valores con los que se calculará la energía generada.

A continuación, se muestra la tabla y la gráfica con la irradiación global de la superficie fija para un día típico de cada mes:

G(W/m ²)												
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	31	50	38	9	0	0	0	0
8:00	0	0	45	116	180	212	196	137	57	0	0	0
9:00	24	100	228	285	357	410	408	345	235	153	49	9
10:00	194	283	402	446	525	603	621	560	429	334	216	175
11:00	321	429	543	578	662	764	803	746	597	487	353	305
12:00	412	534	641	671	759	881	935	882	720	597	452	399
13:00	462	591	693	720	811	945	1008	957	787	656	506	450
14:00	469	598	699	725	817	952	1018	966	795	663	513	457
15:00	431	554	659	687	777	903	960	908	744	618	473	418
16:00	352	463	574	607	692	800	843	789	637	523	387	338
17:00	238	331	446	487	566	650	675	617	483	384	264	221
18:00	71	172	285	336	408	467	471	411	298	215	99	41
19:00	0	18	110	171	236	270	258	200	116	46	6	0
20:00	0	0	7	36	83	97	80	45	10	0	0	0
21:00	0	0	0	0	7	14	9	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 15: Irradiación Global



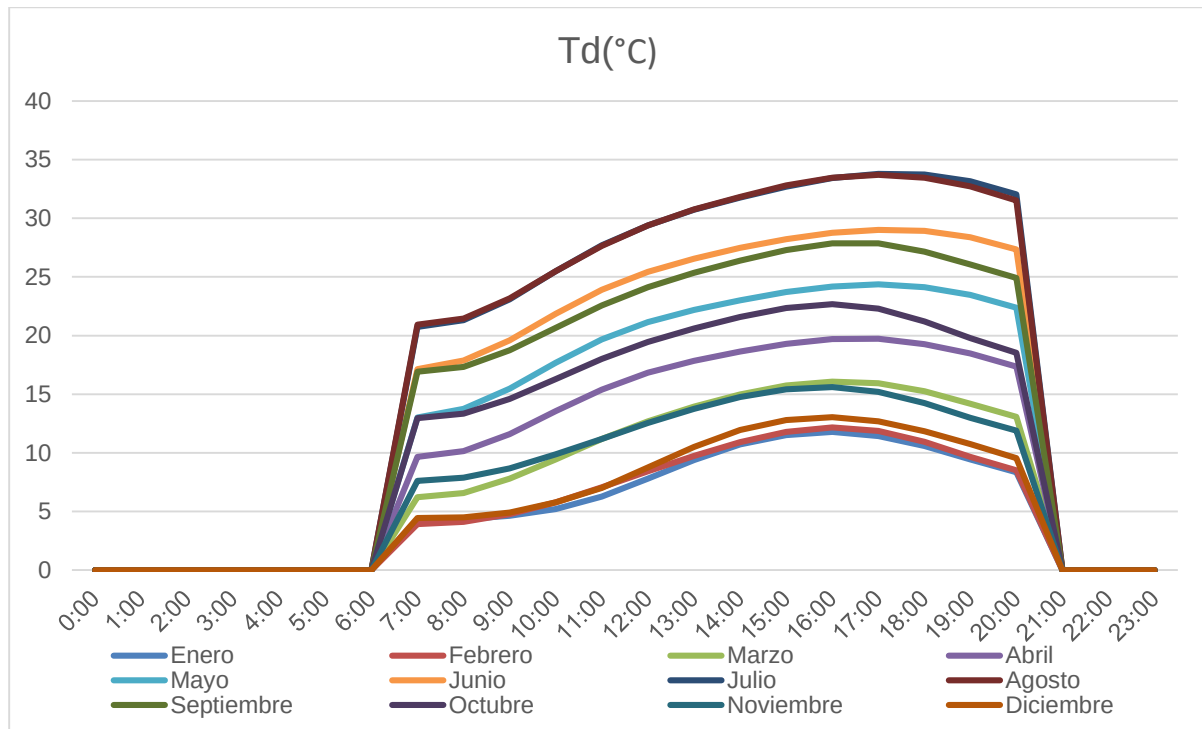
Gráfica 13: Irradiación Global

Para el caso de la temperatura media los datos ofrecidos son:

T(°C)												
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	4,4	3,9	6,2	9,7	13,0	17,1	20,7	20,9	16,9	13,0	7,6	4,5
8:00	4,4	4,1	6,6	10,2	13,8	17,9	21,3	21,5	17,3	13,4	7,9	4,5
9:00	4,7	4,8	7,8	11,6	15,5	19,6	23,1	23,2	18,8	14,6	8,7	4,9
10:00	5,2	5,8	9,5	13,6	17,7	21,9	25,5	25,5	20,7	16,3	9,9	5,8
11:00	6,3	7,1	11,2	15,4	19,7	23,9	27,7	27,7	22,6	18,0	11,2	7,0
12:00	7,8	8,4	12,7	16,8	21,2	25,4	29,4	29,4	24,1	19,5	12,6	8,8
13:00	9,4	9,8	14,0	17,9	22,2	26,6	30,7	30,8	25,4	20,6	13,8	10,5
14:00	10,7	10,9	15,0	18,7	23,0	27,5	31,8	31,8	26,4	21,6	14,8	12,0
15:00	11,5	11,8	15,8	19,3	23,7	28,2	32,7	32,8	27,3	22,4	15,4	12,8
16:00	11,8	12,2	16,1	19,7	24,2	28,8	33,4	33,5	27,9	22,7	15,6	13,1
17:00	11,4	11,9	15,9	19,7	24,4	29,0	33,8	33,7	27,9	22,3	15,2	12,7
18:00	10,6	11,0	15,3	19,3	24,1	28,9	33,7	33,5	27,2	21,2	14,3	11,9
19:00	9,5	9,7	14,2	18,5	23,5	28,4	33,2	32,7	26,1	19,8	13,0	10,8
20:00	8,4	8,5	13,1	17,4	22,4	27,4	32,0	31,5	24,9	18,5	11,9	9,6
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 16: Temperatura media

La representación gráfica de la anterior tabla:



Gráfica 14: Temperatura media

Con la radiación y la temperatura ambiente, utilizando la siguiente formula se calcula la temperatura de la célula.

$$T_c = T + G \frac{TONC - 20}{800}$$

Donde:

Tc: Temperatura de trabajo de la célula (°C)

T: temperatura ambiente (°C)

TONC: temperatura de operación nominal de la célula (°C) = 47°C

G: irradiancia (W/m²)

Ecuación 1: Cálculo de temperatura de célula

T _c (°C)												
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7:00	4,35	3,93	6,23	9,65	14,07	18,81	22,02	21,22	16,93	12,95	7,60	4,45
8:00	4,35	4,13	8,08	14,06	19,83	25,03	27,91	26,08	19,25	13,35	7,88	4,50
9:00	5,45	8,13	15,50	21,22	27,52	33,43	36,85	34,80	26,68	19,76	10,31	5,23
10:00	11,73	15,32	23,02	28,61	35,39	42,18	46,42	44,38	35,13	27,56	17,17	11,69
11:00	17,10	21,54	29,53	34,90	42,03	49,69	54,78	52,83	42,72	34,42	23,11	17,30
12:00	21,71	26,43	34,34	39,45	46,77	55,16	60,93	59,14	48,43	39,58	27,81	22,21
13:00	24,99	29,68	37,35	42,13	49,55	58,44	64,74	63,05	51,92	42,75	30,84	25,68
14:00	26,54	31,09	38,57	43,11	50,57	59,60	66,09	64,42	53,24	43,95	32,10	27,36
15:00	26,08	30,47	37,98	42,49	49,91	58,68	65,10	63,45	52,41	43,21	31,37	26,91
16:00	23,66	27,80	35,43	40,17	47,51	55,73	61,88	60,08	49,35	40,32	28,67	24,44
17:00	19,44	23,05	30,99	36,17	43,48	50,95	56,56	54,52	44,15	35,25	24,10	20,13
18:00	12,98	16,76	24,85	30,62	37,90	44,68	49,62	47,30	37,21	28,46	17,59	13,23
19:00	9,45	10,27	17,92	24,25	31,42	37,49	41,86	39,47	29,96	21,32	13,21	10,75
20:00	8,35	8,53	13,31	18,57	25,17	30,62	34,71	33,04	25,24	18,53	11,90	9,55
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,46	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 17: Temperatura de la célula

Con los datos anteriores se puede calcular la potencia generada utilizando el Método Osterwald:

$$P_m = P_{m,STC} \frac{G}{G_{STC}} [1 - \gamma * (T_c - 25)]$$

Donde:

P_m: Potencia de la célula (W);

P_{m,STC}: Potencia de la célula en condiciones estándar (W);

G: Irradiancia que recibe la célula (W/m²);

G_{STC}: Irradiancia en condiciones estándar (1000 W/m²);

γ: Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura (°C⁻¹);

T_c : Temperatura de la célula.

Ecuación 2: Método de Osterwald

Para conocer la potencia generada en cada instante, con las condiciones estándar, se utilizará un 1 kWp y el coeficiente de temperatura $\gamma = -0,4 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ según el Anexo 4 Componentes de la instalación.

Aplicando la ecuación 2 se obtiene:

P (kW)												
Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
8:00	0,00	0,00	0,05	0,12	0,18	0,21	0,19	0,14	0,06	0,00	0,00	0,00
9:00	0,03	0,11	0,24	0,29	0,35	0,40	0,39	0,33	0,23	0,16	0,05	0,01
10:00	0,20	0,29	0,41	0,44	0,50	0,56	0,57	0,52	0,41	0,33	0,22	0,18
11:00	0,33	0,43	0,53	0,55	0,62	0,69	0,71	0,66	0,55	0,47	0,36	0,31
12:00	0,42	0,53	0,62	0,63	0,69	0,77	0,80	0,76	0,65	0,56	0,45	0,40
13:00	0,46	0,58	0,66	0,67	0,73	0,82	0,85	0,81	0,70	0,61	0,49	0,45
14:00	0,47	0,58	0,66	0,67	0,73	0,82	0,85	0,81	0,71	0,61	0,50	0,45
15:00	0,43	0,54	0,62	0,64	0,70	0,78	0,81	0,77	0,66	0,57	0,46	0,41
16:00	0,35	0,46	0,55	0,57	0,63	0,70	0,72	0,68	0,57	0,49	0,38	0,34
17:00	0,24	0,33	0,44	0,47	0,52	0,58	0,59	0,54	0,45	0,37	0,26	0,23
18:00	0,07	0,18	0,28	0,33	0,39	0,43	0,42	0,37	0,28	0,21	0,10	0,04
19:00	0,00	0,02	0,11	0,17	0,23	0,26	0,24	0,19	0,11	0,05	0,01	0,00
20:00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,08	0,09	0,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 18: Potencia generada

Esta tabla representa la potencia generada en cada instante, cuando se conozca la potencia instalada en el generador fotovoltaico se multiplicará por cada intervalo para tener la potencia total generada.

ANEXO 2 POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se detallarán los pasos seguidos para la obtención de la potencia óptima a instalar en el edificio. Habrá que tener en cuenta varias restricciones las cuales se detallan en los siguientes puntos.

2.1. Superficie (acotación de potencia máxima a instalar)

El primer factor limitante será la superficie máxima disponible, utilizando el software Google Earth se medirá la superficie de la cubierta.

A continuación, se muestra una captura tomada de la superficie general:



Ilustración 5: Superficie total

La cubierta de la nave industrial está formada por una cubierta a dos aguas donde uno de los aleros está inclinado hacia el norte, debido a que no se obtendrá buen rendimiento si se instalan hacia el norte se descartará esta posibilidad.

Además, hay que tener en cuenta que la cubierta dispone de lucernarios por lo que se deben respetar estos espacios para que la iluminación interior de la nave no se vea alterada. Por lo tanto, la superficie útil se obtendrá midiendo el espacio tal como se muestra en la siguiente ilustración.

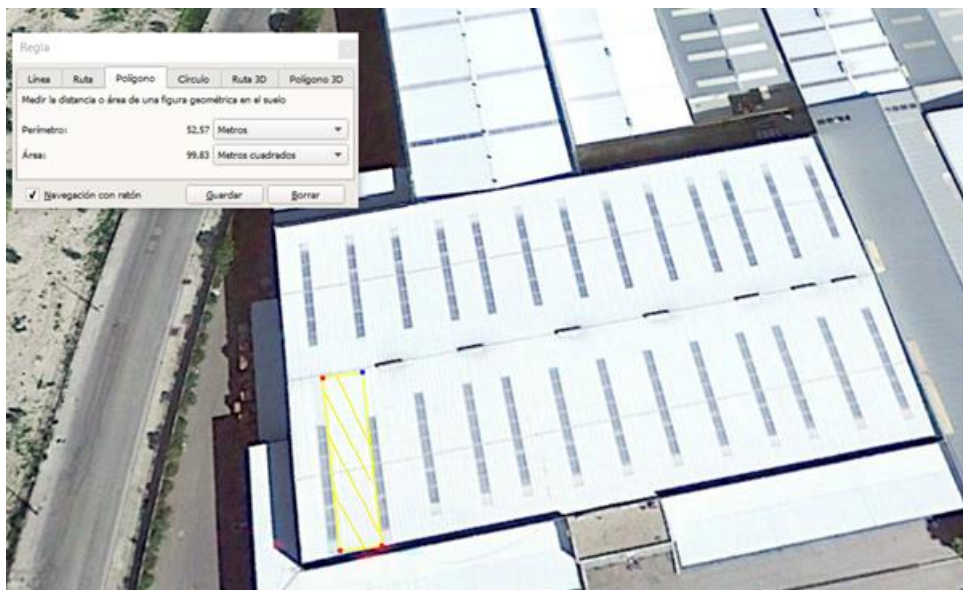


Ilustración 6: Medida de superficie

Se tiene aproximadamente 100 m² por espacio y se tiene 12 espacios del mismo tamaño en la parte central, por lo que en total hay 1200 m².

$$P = \frac{1200 \text{ m}^2 * 300 \text{ Wp}}{1,63 \text{ m}^2} \approx 220 \text{ kWp}$$

Utilizando la anterior fórmula se obtiene 220 kWp.

2.2. Determinación de reparto de consumo en periodos

Se busca que la mayor parte de la energía generada sea consumida, buscando que la energía vertida a la red no sea excesiva, para ello se realizarán los cálculos para diferentes potencias teniendo en cuenta las limitaciones de potencia antes vistas.

Para el cálculo del coste de la energía se ha utilizado los siguientes precios:

PRECIOS TODO INCLUIDO MENOS I.V.A							
Periodos	1	2	3	4	5	6	Red
Precio Energía (€/kWh)	0,171853	0,136777	0,112229	0,087061	0,080529	0,065291	0,050000

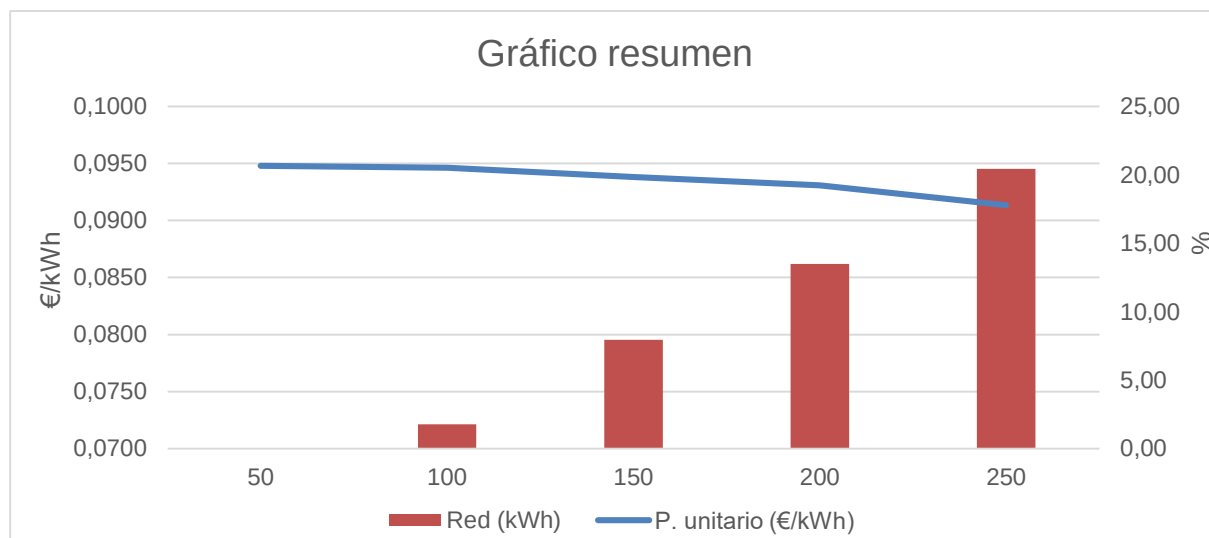
Tabla 19: Precio electricidad

En la siguiente tabla se muestra, para diferentes potencias, el precio de la energía ahorrada para cada periodo y la vertida a red; el total; el tanto por ciento vertido a red, la energía total generada y el precio unitario por kilovatio.

Potencia (kWp)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Red	Precio	% Red	Energía total (kWh)	€/kWh
50	2.125,73 €	1.168,89 €	766,46 €	873,55 €	1.516,67 €	2.394,98 €	0,00 €	8.846,28 €	0,00	93.331,12	0,0948
100	4.251,46 €	2.337,78 €	1.532,93 €	1.746,50 €	3.033,34 €	4.544,32 €	162,00 €	17.608,33 €	1,8	186.096,24	0,0946
150	6.375,27 €	3.506,67 €	2.299,39 €	2.586,05 €	4.550,01 €	5.773,43 €	1.024,56 €	26.115,38 €	7,9	278.383,27	0,0938
200	8.475,12 €	4.673,81 €	3.055,10 €	3.404,65 €	6.030,37 €	6.639,66 €	2.202,98 €	34.481,70 €	13,5	370.490,22	0,0931
250	10.059,62 €	5.780,12 €	3.723,11 €	4.115,14 €	7.282,29 €	7.277,35 €	3.915,62 €	42.153,26 €	20,4	461.440,62	0,0914

Tabla 20: Rango de potencias

A continuación, se representa gráficamente el tanto por ciento vertido a red y el precio unitario.



Gráfica 15: Rango de potencias

Al comprobar el gráfico 15 se puede ver que no existe una gran diferencia en el €/kWh generado.

En el diseño de la instalación se planteará de forma que la disposición de los módulos sea de forma que su instalación, identificación y mantenimiento resulte sencillo, para ello, los generadores se dispondrán agrupados por ramas y con cierta separación entre los grupos, esto además tendrá el efecto que al dilatarse los marcos de aluminio por la temperatura no haga que el cristal de los módulos se quiebre y pierda eficiencia.

Esta configuración, véase Planos Nº 4 Configuración de la instalación, permitirá que se pueda transitar por la cubierta para la realización de tareas de mantenimiento, tales como limpieza de los módulos, revisiones de cableado e+ identificación de puntos calientes.

Por todo esto, se reduce a la instalación de **504 módulos x 300 Wp = 151,20 kWp**

ANEXO 3 CÁLCULOS

3.1. Comprobación del inversor

La comprobación del inversor se debe realizar en relación del cambio de tensión y de la intensidad debido al cambio de temperatura. Por este motivo y para que no superen los valores críticos se elegirá una configuración óptima donde estos niveles máximos no sean alcanzados.

La instalación tendrá una potencia de 151,20 kWp y contará con dos inversores que sumen ésta potencia. El inversor elegido será el SUNNY HIGHPOWER PEAK1, sus características completas se encuentran en el ANEXO 4.

Para el cálculo de esta comprobación serán necesarios los siguientes datos:

Datos		
Generador		
P	151,20	kWp
Nt	504	
Tmax	50	º
Tmin	-5	º
Módulos		
P	300	Wp
Tstc	25	
Voc	40,1	V
Isc	9,72	A
Cvoc	-0,28	%/°C
Cisc	0,048	%/°C
Nm	252	
Inversor		
Rango de tensión	570 a 800	V
I _{max}	140	A

Tabla 21: Datos para cálculo del inversor

Utilizando los coeficientes de temperatura se buscan los casos extremos de tensión e intensidad cambiando el número de módulos en serie y en paralelo para ver cuál de estas configuraciones es la idónea. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{OCM} = V_{OCM,STC} \times (1 + C_{VOC} \times \Delta T)$$

Donde:

V_{OCM} : Tensión que varía V

C_{VOC} : Coeficiente de variación de tensión con temperatura, en %

ΔT : Variación de temperatura con respecto condiciones estándar (Jaén de -5°C a 50°C)

Ecuación 3: Fórmula para comprobación del inversor

Para el cálculo se realizará primero para un solo módulo y luego se comprobará las posibles configuraciones para encontrar una que se adapte bien.

Para un módulo es: $V_{OCM} = 40,1(1+(-0,28/100) \times (50-25)) = 37,29$ y $V_{OCM} = 40,1(1+(-0,28/100) \times (-5-25)) = 43,47$

Estos son por tanto los valores extremos de tensión para un módulo, igual se procede para el caso de la intensidad. A continuación, se muestra una tabla donde se comprueba el número de módulos en serie y paralelo que soporta el inversor:

Ns	Np	Nt	V	V +	V -	I	I +	I -	P (kWp)	Pt (kWp)
13	19	247	521,30	565,09	484,81	184,68	186,90	182,46	74,1	148,2
14	18	252	561,40	608,56	522,10	174,96	177,06	172,86	75,6	151,2
15	17	255	601,50	652,03	559,40	165,24	167,22	163,26	76,5	153
16	16	256	641,60	695,49	596,69	155,52	157,39	153,65	76,8	153,6
17	15	255	681,70	738,96	633,98	145,80	147,55	144,05	76,5	153
18	14	252	721,80	782,43	671,27	136,08	137,71	134,45	75,6	151,2
19	13	247	761,90	825,90	708,57	126,36	127,88	124,84	74,1	148,2
20	13	260	802,00	869,37	745,86	126,36	127,88	124,84	78	156
21	12	252	842,10	912,84	783,15	116,64	118,04	115,24	75,6	151,2
22	11	242	882,20	956,30	820,45	106,92	108,20	105,64	72,6	145,2

Tabla 22: Cálculo de la configuración del inversor

La configuración óptima, por lo tanto, es la de 18 módulos en serie y 14 ramas en paralelo por inversor.

3.2. Conductores de red de corriente continua

La red de corriente continua serán los cables de conexión de los módulos para formar las ramas, conductores que van desde los cuadros de unión de las ramas hasta unas cajas donde se unificarán antes de la entrada al inversor.

Los conductores de la red de continua cumplirán la norma UNE-EN 50618:2015 “Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos” el código de designación “H1Z2Z2-K”.

Para el cálculo de las secciones se utilizará como base las siguientes hipótesis:

- Caída de tensión global menor del 1,5% a corriente nominal.
- Intensidad de cálculo con una densidad de corriente 1,25 veces la corriente máxima de cortocircuito.
- Tensión V_{PMM} del generador 586,8 V
- Se probará con un conductor de 4 mm², sino cumple se aumentará esta sección

3.2.1. Ramas

3.2.1.1. Comprobación por caída de tensión

La caída de tensión en corriente continua se calcula con la siguiente fórmula:

$$e = \frac{2 * L * I}{\gamma * S}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios

L: Longitud de la línea en metros

I: Intensidad en amperios

γ : Conductividad del cable 56 m/ Ω mm² en el cobre

S: Sección del cable en mm²

Ecuación 4: Caída de tensión

Para calcular la caída de tensión en las ramas, la longitud del cable en los módulos es la longitud del latiguillo incluidos que miden 0,9 m, como incluye 2 latiguillos y se tiene 18 módulos por rama la longitud será: $2 \times 0,9 \times 18 = 32,4$ m y la longitud del cable del retorno es de 1,65 metros que mide el módulo por el número de estos: $1,65 \times 18 = 29,7$ m, en total 62,1m, por lo tanto, la caída de tensión es:

$$e = \frac{62,1 * 9,21}{56 * 4} = 2,55 \text{ V}$$

Dado que la caída de tensión a corriente nominal es de 8,55 V está dentro del límite.

3.2.1.2. Comprobación por densidad de corriente

La intensidad máxima de los conductores según su ejecución viene recogida en la norma UNE-EN 50618:2015, en esta instalación se tiene:

Tipo de instalación al aire y sobre superficie.

Tipo de conductor utilizado TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Condiciones de utilización:

- Temperatura ambiente 60°C
- Temperatura máxima del conductor 120°C
- Sección 4 mm² de cobre
- Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie

La intensidad admisible según la tabla A.3 – Intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos de la norma es de 44 amperios.

La intensidad máxima que podría circular por los conductores de esta instalación será la intensidad de cortocircuito de un ramal que es 9,72 A por 1,25 veces, esto da 12,15 amperios por lo que cumple esta sección.

Luego los conductores elegidos serán de una sección de **4 mm²**

3.2.2. Tramo desde cajas de conexión hasta caja de conexión antes de inversor

Este tramo va, para el caso del inversor número 1, desde las cajas C1.1 y C1.2 hasta la caja C1 que estará inmediatamente antes de la entra al inversor y contendrán protecciones. Para el caso del inversor número 2 es igual.

3.2.2.1. Comprobación por caída de tensión

Las hipótesis y ecuaciones son iguales, cambia la distancia, que la más desfavorable es la caja del inversor 2 que se encuentran más alejadas, 55 m más 5 m desde la cubierta al suelo, también la corriente que circula es la de 7 ramas, que hace un total de 64,47A, dado que la distancia es importante, así como la intensidad que circulará, la comprobación por caída de tensión será más determinante, por lo tanto, se comprobará con 35 mm²:

$$e = \frac{2 * 60 * 64,47}{56 * 35} = 3,94 V$$

La caída de tensión a corriente nominal es de 8,55 V por lo que está dentro del límite.

3.2.2.2. Comprobación por densidad de corriente

La intensidad admisible según la tabla A.3 – Intensidad máxima admisible de los cables fotovoltaicos de la norma es de 176 amperios.

La intensidad máxima que podría circular por los conductores de esta instalación será la intensidad de cortocircuito de un ramal que es 9,72 A por 1,25 veces y por el número de ramas en paralelo, 7, por lo tanto, la intensidad es 85,05 amperios, esta sección cumple.

Luego los conductores elegidos serán de una sección de **35 mm²**

3.2.3. Tramo desde cajas de conexión hasta inversor.

Este tramo va desde la caja C1 hasta el inversor 1, igual para el inversor 2.

3.2.3.1. Comprobación por caída de tensión

Esto tramo será el de menor distancia, con una distancia no superior a los 5 m, la corriente que circulará si será importante, puesto que incluye las 14 ramas, esto hace un total de 128,94 A, se probará con 35 mm²:

$$e = \frac{2 * 5 * 128,94}{56 * 35} = 0,66 V$$

Dado que la caída de tensión a corriente nominal es de 8,55 V está dentro del límite.

Caída de tensión total 2,55 + 3,94 + 0,66 = 7,15 V correcto.

3.2.3.2. Comprobación por densidad de corriente

La intensidad máxima que podría circular por los conductores de este tramo será la intensidad de cortocircuito de un ramal que es 9,72 A por 1,25 veces y por el número de ramas en paralelo, 14, por lo tanto, la intensidad es 170,1 amperios.

Para esta intensidad cumple el conductor de **35 mm²** con una intensidad máxima admisible de 176A.

3.3. Conductores de red de corriente alterna

Para la comprobación de los conductores en la parte de red de corriente alterna se tendrán en cuenta los siguientes datos de partida:

- Tensión de línea 400 V
- Caída de tensión menor de 1,5% a corriente nominal (Según ITC-BT 40)
- Intensidad de cálculo para densidad de corriente 125% de la corriente nominal del inversor (ITC-BT 40)
- Intensidad de salida máxima del inversor: 109 A (Anexo 4. Inversor)

3.3.1. Tramo de inversores a cuadro de BT

3.3.1.1. Comprobación por caída de tensión

La caída de tensión para sistema trifásico se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{\gamma * S}$$

Donde:

e: Caída de tensión en voltios

L: Longitud de la línea en metros, 5 metros

I: Intensidad en amperios

Cos φ : factor de potencia = 0,98 (según R.D. 1699/2011)

γ : Conductividad del cable 56 m/ Ω mm² en el cobre

S: Sección del cable en mm²

Ecuación 3: Caída de tensión en alterna

Por lo tanto, aplicando la anterior ecuación al tramo que va desde el inversor hasta el cuadro de BT:

$$e = \frac{\sqrt{3} * 5 * 109 * 0,98}{56 * 16} = 1,03 \text{ V}$$

Esta caída de tensión es correcta, menor que 6V.

3.3.1.2. Comprobación por densidad de corriente

El tramo que va desde los inversores hasta el cuadro de B.T. tendrá las siguientes características:

Tipo de instalación: en tubo sobre montaje superficial.

Tipo de conductor utilizado: RZ1 0,6/1 kV, aislamiento XLPE.

Condiciones de utilización:

- Temperatura ambiente: 40°C
- $I_{\text{máx}} = 109 \times 1,25 = 136,25 \text{ A}$

Sección 16 mm² en cobre

La intensidad admisible que fija la tabla I de la ITC-BT-19 del Reglamento de B.T. es de 80 A, dado que la intensidad máxima que puede recorrer este tramo es de 136,25 A no cumple y se debe aumentar la sección, la siguiente que cumple es la de 50 mm², para la cual según estas características su intensidad máxima es 159 A.

Por lo tanto, la sección de este tramo será de **50 mm²**

3.3.2. Tramo de cuadro de BT a caseta del CT

3.3.2.1. Comprobación por caída de tensión

De igual forma que se ha procedido en el anterior caso se realizará para este, con la distinción de que este tramo los conductores serán de aluminio. Los datos que cambian son:

- γ : Conductividad del cable 35 m/ Ω mm² en aluminio
- Longitud: 30 m.
- Intensidad: $109 \times 2 = 218 \text{ A}$
- Sección: 95 mm²
- Resistividad térmica del terreno: 1 K.m/W

$$e = \frac{\sqrt{3} * 30 * 218 * 0,98}{35 * 95} = 3,33 \text{ V}$$

La caída de tensión total $3,33+1,03=4,06<6\text{V}$

3.3.2.2. Comprobación por densidad de corriente

Este tramo como será ejecutado en canalización bajo zanja, el cálculo se realiza de distinta forma:

Se le aplica unos factores de corrección por ese tipo de instalación (ITC-BT-07):

- K1 = 0,8 por ser instalación interior de tubos (Apartado 3.1.3.)
- K2 = 0,96 por la temperatura del terreno 30°C (Tabla 6)

La intensidad máxima admisible para terna de cables de sección de 185 mm² de aluminio, con aislamiento de XLPE, enterrada bajo tubo es de 375 A, según ITC-BT-07 tabla 4, aplicando los factores:

$$I_{m\acute{a}x} = K_1 \times K_2 \times 375 = 288 \text{ A}$$

La intensidad máxima que va a circular por los conductores es la suma de los dos inversores $109 \times 2 \times 1,25 = 272,5 \text{ A}$ esta sección cumple, por lo tanto, el tramo de canalización subterránea será realizada con conductores de sección **185 mm² de Al**

3.4. Intensidad nominal de magnetotérmico de protección de rama

Los dispositivos que protegerán a las ramas frente a las sobrecargas deben cumplir lo siguiente:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_Z \leq 1,45 I_Z$$

Donde:

I_B: corriente para la que se ha diseñado el circuito

I_n: corriente asignada del interruptor

I_Z: corriente máxima admisible del circuito

I₂: corriente que asegura la actuación de la protección

Por tanto, la corriente I_B = 12,15 A (I_{sc} x 1,25),

$I_z = 20$ A por valores máximos recomendados por fabricante, y la corriente I_2 que está entre $1,05 \dots 1,3 I_n$, entonces el magnetotermico cumplirá uno de **16 A**

ANEXO 4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

4.1. Módulo fotovoltaico

www.jinkosolar.com

Eagle PERC 60M
300-320 vatios
 MÓDULO MONO CRISTALINO

Tolerancia de alimentación positiva de 0~+3%

Certificación de fábrica ISO9001:2008,
 ISO14001:2004, OHSAS18001.
 Productos con certificación IEC61215, IEC61730.

PERC
 (5BB)




CARACTERÍSTICAS CLAVE



Celda solar 5 Busbar:

El diseño de la celda 5 busbar mejora la eficiencia del módulo y brinda un mejor aspecto estético para instalaciones en techos.



Alta eficiencia:

Mayor eficiencia de conversión del módulo (hasta 19,55%), un beneficio de la tecnología de contacto trasero emisor pasivado (PERC).



RESISTENTE A PID:

Excelente rendimiento anti PID, garantía de degradación de potencia limitada para la producción masiva.



Rendimiento con poca luz:

El diseño texturado avanzado de la superficie de la celda y el vidrio garantizan POCA LUZ un excelente rendimiento en ambientes con poca luz.



Resistencia a condiciones climáticas adversas:

Certificado para soportar cargas de viento (2400 pascales) y cargas de nieve (5400 pascales).

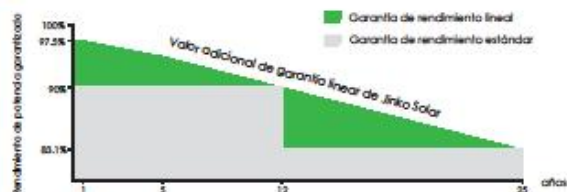


Durabilidad contra condiciones ambientales extremas:

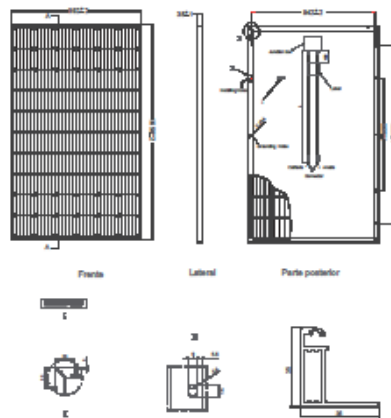
Alta resistencia contra niebla salina y amoníaco con la certificación de TUV NORD.

GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

Garantía del producto de 12 años • Garantía de potencia lineal de 25 años



Planos de ingeniería

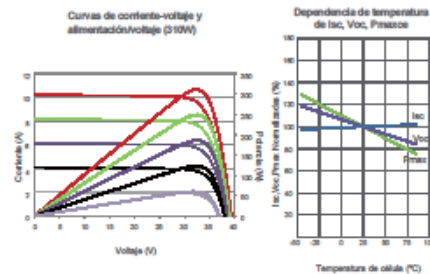


Configuración del embalaje

(Dos pallets = Una pila)

31 piezas/pallet, 62 piezas/pila, 868 piezas/contenedor de HQ de 40'

Rendimiento eléctrico y dependencia de temperatura



Características mecánicas

Tipo de celda	PERC monocristalino 156x156 mm (6 pulgadas)
Cant. de celdas	60 (6x10)
Dimensiones	1650x992x35mm (65.00x39.05x1.37 inch)
Peso	19.0 kg (41.9 lbs)
Vidrio frontal	Vidrio templado de 3,2 mm, con revestimiento antirreflejo, alta transmisión, bajo contenido de hierro
Estructura	Aleación de aluminio anodizado Clasificación IP67
Caja de conexiones	Clasificación IP67
Cables de salida	Cables de salida TÜV 1x4,0 mm ² , longitud: 900 mm o longitud personalizada

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM300M-60		JKM305M-60		JKM310M-60		JKM315M-60		JKM320M-60	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Alimentación máxima (Pmax)	300Wp	224Wp	305Wp	227Wp	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp	320Wp	239Wp
Voltaje de alimentación máximo (Vmp)	32.6V	30.6V	32.8V	30.8V	33.0V	31.0V	33.2V	31.2V	33.4V	31.4V
Voltaje de alimentación máximo (Imp)	9.21A	7.32A	9.30A	7.40A	9.40A	7.48A	9.49A	7.56A	9.59A	7.62A
Voltaje con circuito abierto (Voc)	40.1V	37.0V	40.3V	37.2V	40.5V	37.4V	40.7V	37.6V	40.9V	37.8V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.72A	8.01A	9.83A	8.12A	9.92A	8.20A	10.04A	8.33A	10.15A	8.44A
STC de eficiencia del módulo (%)	18.33%		18.63%				18.94%		19.24%	19.55%
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Voltaje máximo del sistema	1000VDC (IEC)									
Clasificación de fusibles serie máxima	20A									
Tolerancia de alimentación	0~+3%									
Coefficientes de temperatura de Pmax	-0.37%/°C									
Coefficientes de temperatura de Voc	-0.28%/°C									
Coefficientes de temperatura de Isc	0.048%/°C									
Temperatura nominal de funcionamiento de la celda (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiancia 1000W/m² Temperatura de la celda 25 °C AM=1.5NOCT: Irradiancia 800W/m² Temperatura ambiente 20 °C AM=1.5 Velocidad del viento 1 m/s

* Tolerancia de medición de alimentación: ± 3%

La compañía se reserva el derecho final de explicar cualquier información presentada en el presente documento. JKM300-320M-60-A2-SP

4.2. Inversores



SUNNY HIGHPOWER PEAK1



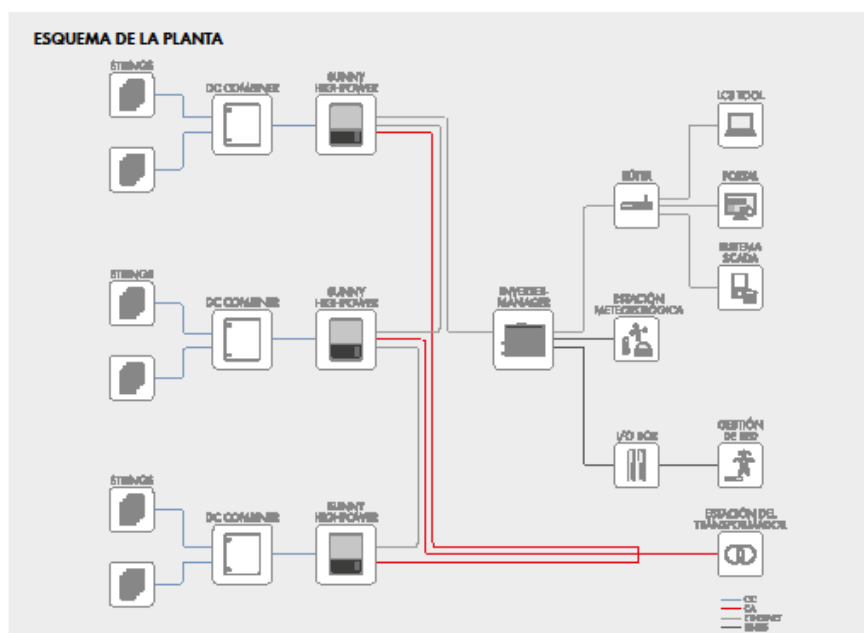
Rentable • Máxima densidad de potencia con 75 kW y un peso de solo 77 kg • Máx. rendimiento gracias a la posible proporción CC/CA de hasta el 150 %	Seguro • La mayor disponibilidad de la planta por unidades de 75 kW • SMA Inverter Manager como unidad de control central	Flexible • Tensión de entrada de CC hasta 1000 V • Soluciones de CC flexibles mediante cajas de conexión del generador específicas para el cliente	Innovador • Sistema pionero • Innovador sistema de refrigeración activa
---	---	--	---

SUNNY HIGHPOWER PEAK1

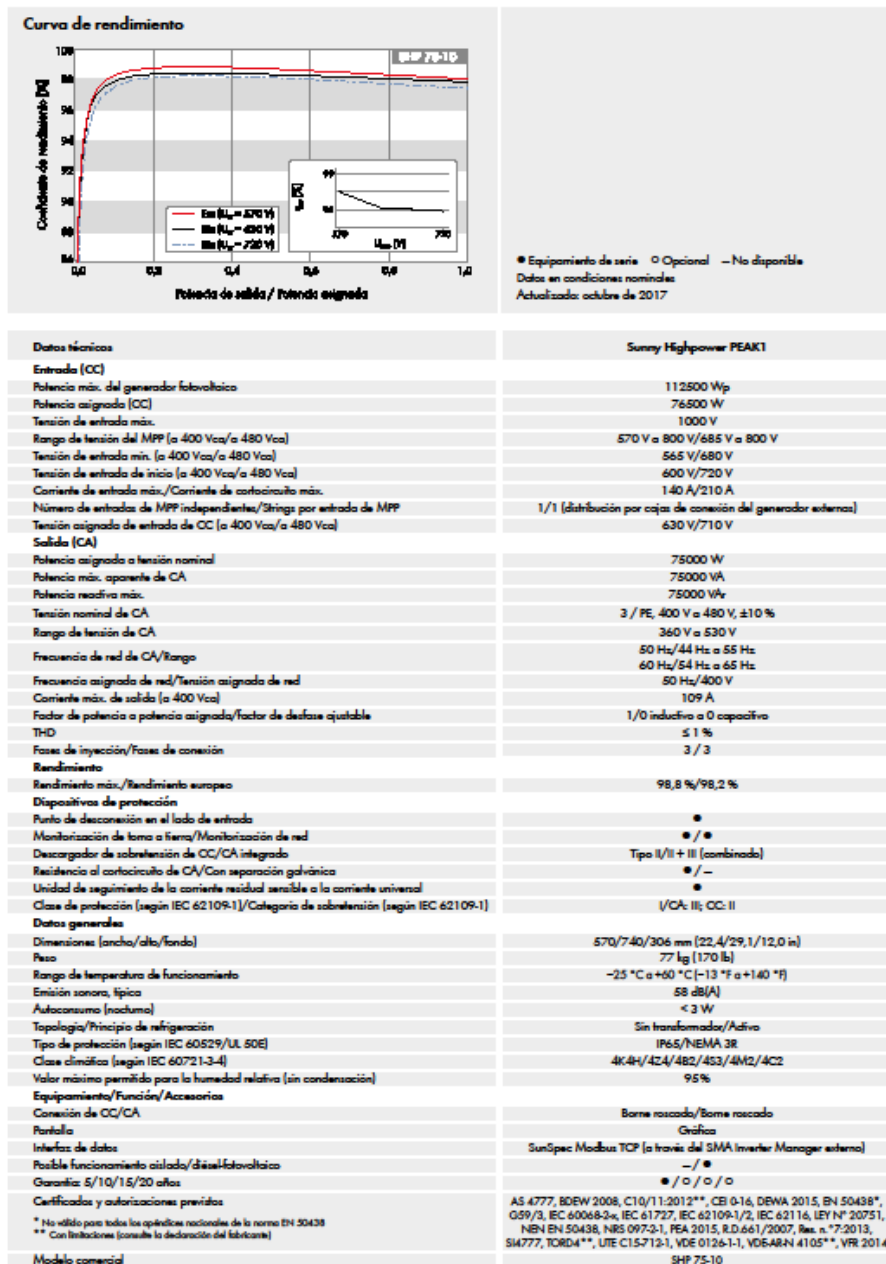
Lo mejor de dos mundos

El nuevo Sunny Highpower PEAK1 forma parte de una solución innovadora y global para plantas fotovoltaicas comerciales e industriales. La solución aúna las ventajas de una composición de planta descentralizada con las de los sistemas con inversores centrales, para combinar lo mejor de los dos mundos. Un alto rendimiento, un diseño flexible de la planta, una instalación y puesta en marcha sencillas así como unos bajos costes de mantenimiento contribuyen de forma decisiva a reducir los costes operativos de todo el sistema.

SUNNY HIGHPOWER PEAK1



Datos técnicos	SMA Inverter Manager
Suministro de tensión	
Tensión de entrada	9 Vcc a 36 Vcc
Consumo de potencia	< 20 W
Datos generales	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	160/125/49 mm (6,3/4,9/1,9 in)
Peso	940 g (2 lb)
Cantidad máxima de inversores conectables	42
Tipo de protección	IP21
Montaje	Carril DIN o montaje mural
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 °C a +85 °C (-40° F a +185° F)
Humedad relativa del aire (sin condensación)	5 % a 95 %
Interfaces	
Interfaz de usuario del ordenador	Herramienta LCS
Interfaz de sensores/Protocolo	RS485/Modbus RTU para estaciones meteorológicas compatibles con SunSpec Alliance
Interfaz para el inversor	1 puerto ethernet (RJ45)
Interfaz para una red externa/Protocolo	1 puerto ethernet (RJ45)/Modbus TCP, SunSpec Alliance
Interfaz para el control remoto	6 DI a través de una SMA Digital I/O Box externa
Certificados y autorizaciones (otras a petición)	UL 508, UL 60950-1, CSA C22.2 n° 60950-1-07, EN 55022 clase A, EN 60950-1, EN 61000-3-2 clase D, EN 61000-3-3, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 55024, FCC parte 15, subparte B clase A
Modelo comercial SMA Inverter Manager	IM-20
Modelo comercial SMA Digital I/O Box	IM-DIO-10



DISEÑO DE SISTEMA FLEXIBLE con la máxima eficiencia

El nuevo sistema de SMA lo conforman cuatro componentes: inversores muy eficientes, una Combiner Box de uso flexible, el SMA Inverter Manager central y la herramienta de puesta en servicio LCS ("Local Commissioning and Service"). Esta idea de sistema convierte al Sunny Highpower PEAK1 en único y garantiza una potencia elevada a la vez que mantiene la flexibilidad máxima en la planificación y el diseño de la planta.

Inversor Sunny Highpower PEAK1 con un diseño convincente

Ningún otro inversor de tan solo 77 kg y una potencia de 75 kW puede ofrecer algo así: gracias a su diseño compacto, el Sunny Highpower PEAK1 requiere poco espacio, reduce los trabajos preparativos in situ, facilita la instalación y simplifica las labores de mantenimiento.

Gestión de la planta innovadora con el SMA Inverter Manager

El SMA Inverter Manager es el componente de comunicación central y la interfaz unitaria para todo el control de la planta: asume todas las funciones importantes de gestión de los inversores y de la planta para hasta 42 inversores en un sistema (hasta 3,15 MW).

Gracias a la comunicación Modbus TCP (SunSpec Alliance), se puede integrar fácilmente en una comunicación de grado superior. Además, el SMA Inverter Manager pone a disposición funciones de gestión de la red y las intercambia con el operador.

Puesta en marcha sencilla con la herramienta LCS

La herramienta LCS ("Local Commissioning and Service"), desarrollada ex profeso, simplifica la puesta en marcha, ahorra tiempo y reduce los costes. La configuración de los inversores se lleva a cabo escogiendo directamente los archivos de configuración específicos de la planta y transmitiéndolos a todos los inversores. Además, la localización y resolución de fallos es mucho más fácil gracias a la lectura de estados, valores actuales y eventos.

La Combiner Box externa para un diseño flexible de la planta

La conexión de los strings de módulos con los inversores se realiza mediante cajas de conexión del generador externas*. De esta forma, el sistema puede adaptarse fácilmente a cualquier estándar regional y al diseño del generador. Este nuevo concepto contribuye de forma decisiva a reducir los costes de sistema.

* Pueden suministrarse otras configuraciones bajo solicitud.

3.4.1. Certificados del inversor

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germany
 Phone: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | Email: info@SMA.de
 Amtsgericht (District court) Kassel HRB (registration number) 3972
 Vorsitzender des Aufsichtsrats (Chairman of the Supervisory Board): Dr. Erik Ehrentraut
 Managing Board: Ulrich Hadding, Dr.-Ing. Jürgen Reinert



Declaración de conformidad UE

En virtud de las directivas de la UE

- Compatibilidad electromagnética 2014/30/UE (29/3/2014 L 96/79-106) (CEM)
- Baja tensión 2014/35/UE (29/3/2014 L 96/357-374) (DBT)
- Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas 2011/65/UE (8/6/2011 L 174/88) y 2015/863/UE (31/3/2015 L 137/10) (RoHS)

Los elementos de la declaración descritos a continuación cumplen con la legislación de armonización correspondiente de la Unión.
 La siguiente tabla muestra las normas armonizadas que han sido aplicadas.

	Sunny Highpower Peak1*	Sunny Tripower Storage*
	SHP 75-10	STPS60-10
Emisión de interferencias		
(Directiva CEM, artículo 6 - Anexo I.1.a)		
EN 55011:2016+A1:2017 group 1, class A	✓	✓
Repercusiones sobre la red		
(Directiva CEM, artículo 6 - Anexo I.1.a)		
EN 61000-3-11:2000	✓	✓
EN 61000-3-12:2011	✓	✓
Inmunidad a la interferencia		
(Directiva CEM, artículo 6 - Anexo I.1.b)		
EN 61000-6-2:2005	✓	✓
Seguridad de equipos		
(DBT, artículo 3 - Anexo I)		
EN 62109-1:2010	✓	✓
EN 62109-2:2011	✓	✓

✓ Se aplica la normativa
 X No se aplica la normativa
 * Accesorios incluidos

Las últimas dos cifras del año en el que se colocó la identificación CE: 18

Indicación:

El responsable único de la expedición de esta declaración de conformidad es el fabricante.
 Esta declaración de conformidad pierde su validez si el producto ha sido modificado de algún modo sin el consentimiento expreso de SMA Solar Technology AG, si se han integrado componentes que no forman parte de los accesorios de SMA o si el producto se ha conectado de manera indebida o utilizado para un uso distinto del previsto.

Niestetal, 15/07/2019

SMA Solar Technology AG

Sven Bremicker

Dr. Sven Bremicker
 Head of Technology Development Center

ZE_CE_SHP75-10_STPS60-12 1/2

SMA Solar Technology AG | Sonnenallee 1 | 34266 Niestetal | Germany
 Phone: +49 561 9522-0 | Fax: +49 561 9522-100 | Internet: www.SMA.de | E-Mail: info@SMA.de
 Amtsgericht Kassel (District court) Kassel HRB (registration number) 3972
 Vorsitzender des Aufsichtsrats (Chairman of the Supervisory Board): Dr. Erik Ehrentauf
 Managing Board: Ulrich Hadding, Dr.-Ing. Jürgen Reinert



Declaración de conformidad con el R.D. 661:2007

- STP 15000TL-30, STP 20000TL-30, STP 25000TL-30
- STP 50-40
- STP 60-10, STPS 60-10, SHP 75-10
- SHP 150-20, SHP 100-20
- SC 500CP XT, SC 630CP XT, SC 720CP XT, SC 760CP XT, SC 800CP XT, SC 850CP XT, SC 900CP XT, SC 1000CP XT
- SC2200, SC2500-EV, SC2750-EV, SC 3000-EV

Los inversores de SMA listados previamente cumplen con lo especificado en el R.D. 661:2007 con las siguientes características:

- La desconexión y conexión del inversor del/al punto de inyección se llevará a cabo por medio de protecciones internas controladas por software
 - Inicialá una desconexión cuando los parámetros de red se encuentren fuera de los siguientes límites, siempre y cuando el inversor haya sido correctamente configurado:

Parámetro	V_{min}	V_{max}	f_{min}	f_{max}
Umbral	$1,1 \times V_n$	$0,85 \times V_n$	51 Hz	48 Hz*
Tiempo de actuación	500 ms	500 ms	> 100 ms	> 3 s

* Para instalaciones en los SEIE, $f_{min}=47,5$ Hz

- Inicialá una (re-)conexión automática a la red en 180 s. cuando tensión y frecuencia se encuentran dentro de los límites establecidos.
 - Dispone de una protección anti-isla activa que actúa, de acuerdo con la norma UNE EN 62116, aún en el caso de que haya otros inversores conectados en paralelo, siempre y cuando haya sido correctamente configurada.
 - Siempre que exista potencia disponible en continua (radiación solar suficiente), el inversor se conectará a la red sincronizándose con la misma en tensión ($\pm 8\%$), en frecuencia ($\pm 0,1$ Hz) y en fase ($\pm 10^\circ$).
 - El usuario final no tendrá acceso al software de ajustes.
- La inyección de corriente continua del inversor en la salida de corriente alterna es inferior al 0,5 % de la corriente nominal CA del inversor en condiciones normales. Su medición se realizó tal y como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 - Todos los inversores son trifásicos.
 - Cumplen lo especificado en la Declaración de Conformidad de la CE, véase adjunto.
 - Los inversores a continuación fueron suministrados de acuerdo a lo especificado anteriormente:

Modelo	P_{max} (VA)	P_{nom} (W)	N° de serie

Niestetal, 26.08.2019

SMA Solar Technology AG

J.V. Sven Bremicker

ppa. Sven Bremicker
 EVP Development Center

HK_SB-STP-SC_RD661_es_22



Certificate of conformity

Presumption of conformity is derived from the tests conducted on representative test sample(s) provided by the manufacturer of the below stated models. These test sample(s) passed the tests according to the applied standards according to the EMC directivity 2004/108/EC and 2014/30/EU. The CE declaration to be provided by the manufacturer cannot be replaced by this document.

Applicant: SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Germany

Product: Grid-tied photovoltaic inverter

Model: SHP75-10

Applied rules and standards:

IEC 61000-6-2:2005	EN 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4:2006 + A1:2010	EN 61000-6-4:2007 + A1:2011
IEC 61000-3-12:2011	EN 61000-3-12:2011
EN 55011:2016 + A1:2017 (CISPR 11:2015 + A1:2017)	

Documents: Report
18TUR0231_SHP75_EN61000-6-4_1
18TUR0086_EN55011_EN61000-6-2_2

Certificate number: U18-0509

Date of issue: 2018-10-01



BUREAU VERITAS
Consumer Products Services Germany GmbH

Deißeckerring 43, 22419 Hamburg, Germany
Tel: +49 40 74041-0

cps-hamburg@de.bureauveritas.com
www.bureauveritas.de/cps



**BUREAU
VERITAS**

Certificate

Manufacturer / applicant: SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Germany

Product type: Grid-tied photovoltaic inverter

Model: MLX 60 / STP 60-10
SHP 75-10
STPS 60-10

Ratings:	MLX 60 / STP 60-10	SHP 75-10	STPS 60-10
MPP DC voltage range [V]:	570 – 800		-
Input DC voltage range [V]:	585 – 1000		570 – 1000
Input DC current [A]:	110	140	140
Output AC voltage [V]:	400 – 480 (3P + PE)		
Output AC current [A]:	3 x 87	3 x 109	3 x 109
Output power [VA]:	60000	75000	75000

The certificate refers to the stated model(s) which passed the tests according to the applicable standard(s):

IEC 62109-1:2010, EN 62109-1:2010, DIN EN 62109-1:2011
Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements

IEC 62109-2:2011, EN 62109-2:2011, DIN EN 62109-2:2012
Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters

Report number: 14TH0075-IEC62109-1_6
14TH0075-IEC62109-2_5

Certificate number: U18-0552

Date of issue: 2018-09-24

Certification body:

Holger Schaffer

 **DAKKS**
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-26-13004-01-00

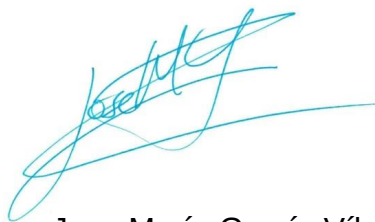
Certification body of Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Accredited according to DIN EN ISO / IEC 17065

BUREAU VERITAS
Consumer Products Services Germany GmbH

Humboldt-Strasse 18, 90401 Nürnberg, Germany
Phone: +49 (0) 91 30 11-0

spc.msc@bureauveritas.com
www.bureauveritas.de/en

El alumno:



Jose María García Vílchez

PLANOS



Proyecto

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1

Fecha
20/09/2019

Dibujado
JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ

TRABAJO
FINAL DE MÁSTER

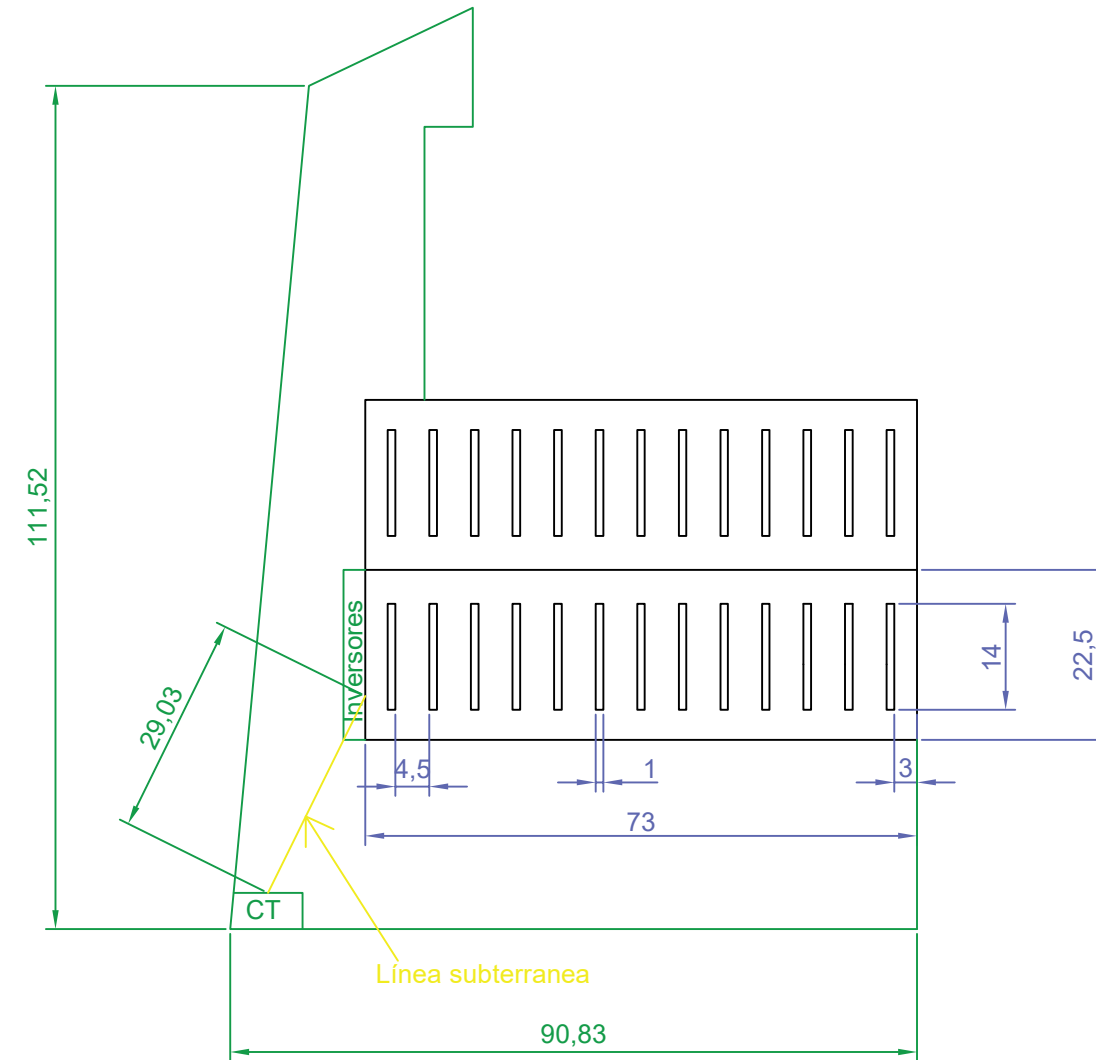
Escala
S/E

Designación
PLANO DE SITUACIÓN

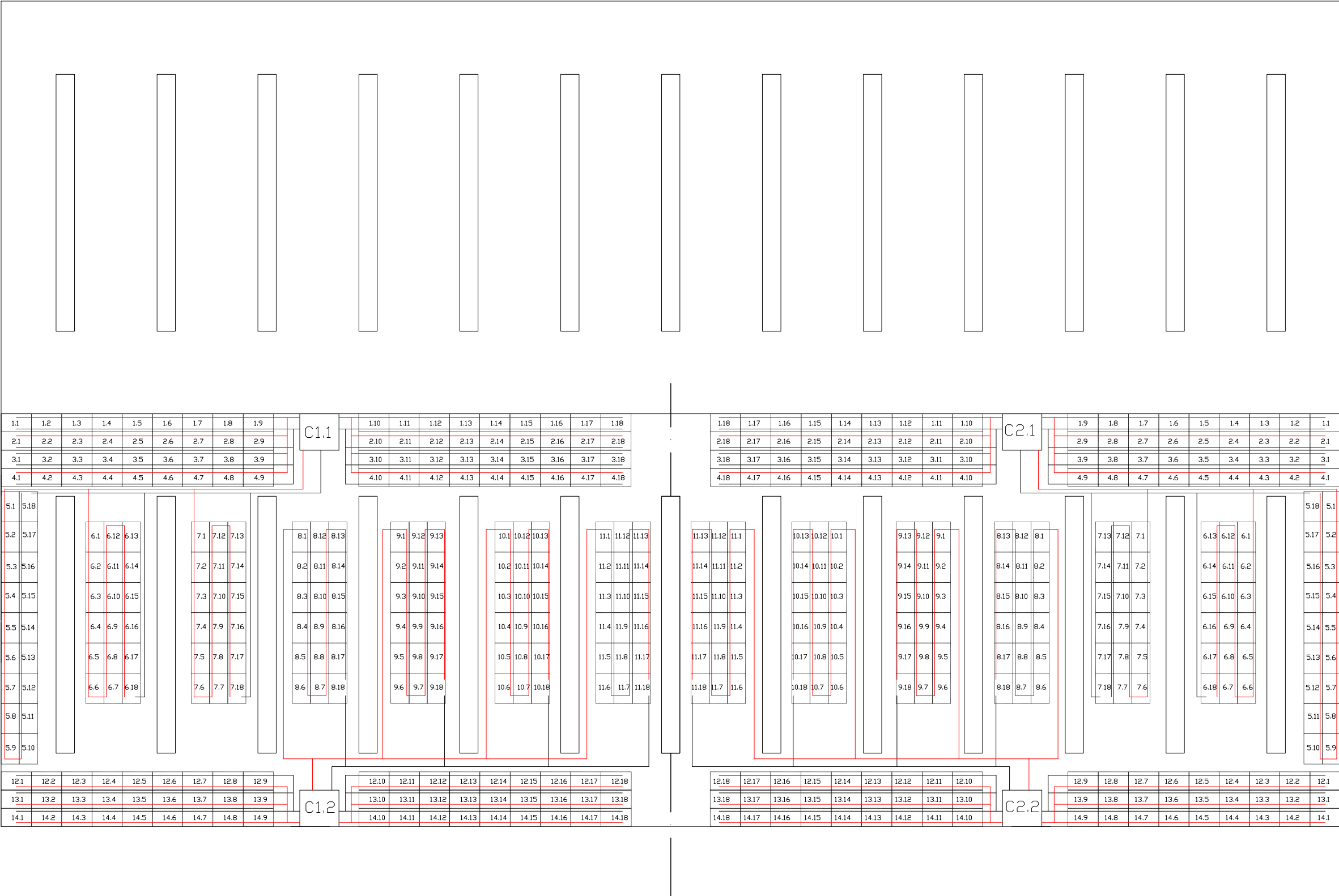
Plano número
1



 Proyecto INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1		
Fecha 20/09/2019	Dibujado JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ	TRABAJO FINAL DE MÁSTER
Escala S/E	Designación PLANO DE EMPLAZAMIENTO	Plano número 2



 Proyecto INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1		
Fecha 20/09/2019	Dibujado JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ	TRABAJO FINAL DE MÁSTER
Escala 1:100	Designación PLANO DE PLANTA	Plano número 3



Proyecto

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1

Fecha
20/09/2019

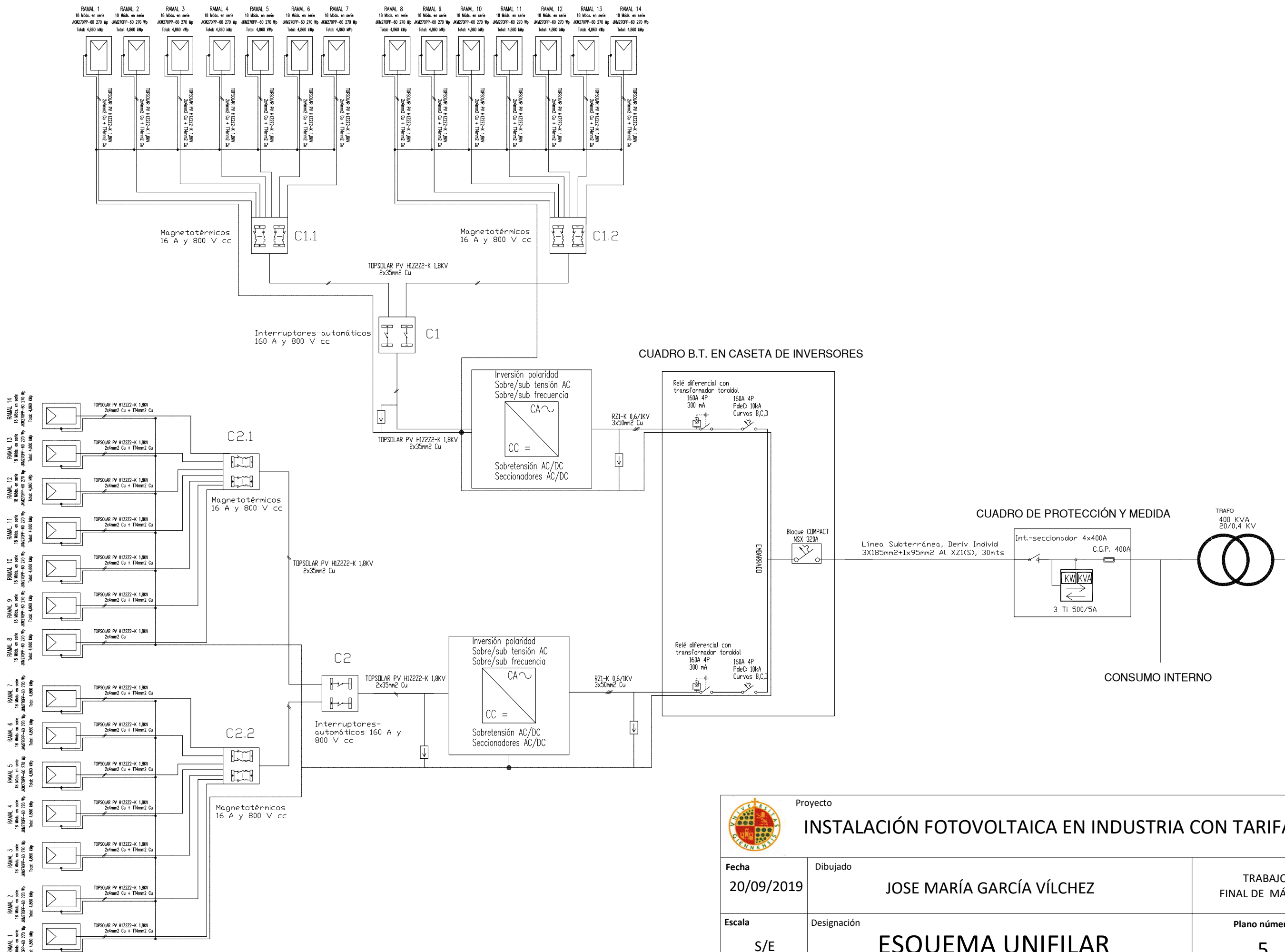
Dibujado
JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ

TRABAJO
FINAL DE MÁSTER

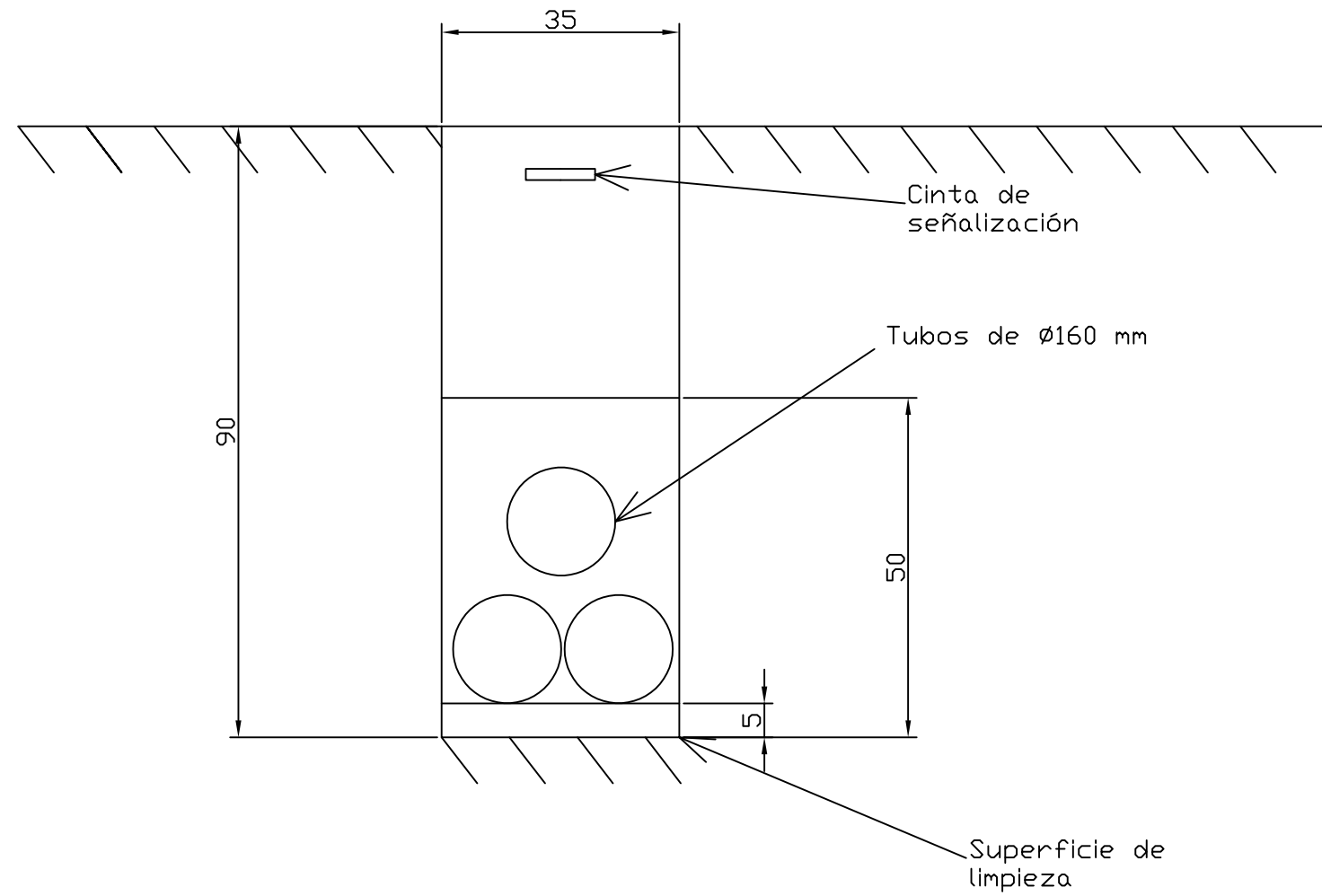
Escala
S/E

Designación
CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN

Plano número
4



 Proyecto INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1		
Fecha 20/09/2019	Dibujado JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ	TRABAJO FINAL DE MÁSTER
Escala S/E	Designación ESQUEMA UNIFILAR	Plano número 5



 Proyecto INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN INDUSTRIA CON TARIFA 6.1		
Fecha 20/09/2019	Dibujado JOSE MARÍA GARCÍA VÍLCHEZ	TRABAJO FINAL DE MÁSTER
Escala S/N	Designación CANALIZACIÓN	Plano número 6

PLIEGO DE CONDICIONES

1.1. Condiciones generales

1.1.1. Objeto del pliego

El siguiente Pliego de Condiciones será de aplicación al Contrato para la construcción de una “Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo” y, por lo tanto, define o hace referencia a pliegos y normas que sean de aplicación, por la forma de realizar las obras del proyecto, regulando la ejecución de éstas por parte del Contratista, que tendrá que cumplir en todo momento con lo expuesto en el presente Pliego.

Este Pliego es complementado con las descripciones técnicas que están incluidas en cada apartado de la Memoria y los Anexos correspondientes de este proyecto.

Los documentos indicados, junto con el Pliego, contienen, además de la descripción general y localización de la obra, condiciones que han de cumplir los materiales recepcionados, instrucciones para la ejecución, mediciones y abonos de las unidades de obra, por lo tanto, será de obligado cumplimiento para el Contratista que realice la obra.

1.1.2. Descripción de obras

Las obras que serán necesarias realizar serán todas aquellas que permitan la ejecución del presente Proyecto: “Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria conectada a la red de media tensión con tarifa 6.1 en Jaén”, siendo ésta una instalación fotovoltaica de una potencia asignada de 150 kW conectada a la red de baja tensión del suministro interno de un almacén ubicado en la provincia de Jaén, en el polígono industrial “Los Olivares” en la dirección Calle Cazalilla nº 38, 23009 Jaén, en las coordenadas 37°47'48.2"N 3°47'33.3"W, ver plano nº 1 y 2, Situación y Emplazamiento del Documento Básico “PLANOS”.

La instalación fotovoltaica estará formada por 2 generadores con una potencia total de 136,08 kWp; 2 inversores trifásicos de potencia total de 75 kW; un sistema de seguridad y protecciones y un sistema de monitorización.

El generador estará conectado a la red interna de B.T. del consumo de la industria, en concreto en la salida del cuadro de B.T. del C.T.

La organización de la obra del proyecto se dividirá en las siguientes unidades de obra:

- a) Obra civil general: acondicionamiento la cubierta, instalación de las estructuras de soporte y canalizaciones subterráneas.
- b) Instalación de los sistemas fotovoltaicos: instalación de los módulos fotovoltaicos, inversores, sistemas de protección y red de tierras.
- c) Instalación del sistema de monitorización.

1.1.3. Documentos que definen las obras

Los documentos que quedan incorporados al Contrato como documentos contractuales son los siguientes:

- Planos.
- Pliego de condiciones
- Mediciones y Presupuesto

La inclusión en el Contrato de las mediciones, no implica necesariamente su exactitud con respecto a la realidad.

1.2. Disposiciones vigentes

El Contratista que realice la obra estará obligado al cumplimiento de la Reglamentación de Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento del Contrato.

Las obras del Proyecto, deberán regirse por lo especificado en:

- Reglamentación General de la Ley de Contratas aprobado por Real Decreto
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y R.D. 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas U.N.E. y Normas de Cíes de Distribución que sean de aplicación.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.

1.3. Características y calidades de los materiales

1.3.1. Estructuras metálicas

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de Edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será de acero inoxidable y debe cumplir la Norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Los perfiles de acero laminado conformado en frío cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. La estructura galvanizada en caliente cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

1.3.2. Prescripciones en material eléctrico

Como principio general se ha de asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión, exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento).

El funcionamiento del generador fotovoltaico no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de alterna de baja tensión a la que se conecta.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales.

1.3.3. Paneles fotovoltaicos

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.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

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 módulo se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos definidos en la memoria.

Los módulos deben cumplir las especificaciones, para sus parámetros eléctricos principales en condiciones estándar de operación (Irradiancia: 1.000 W/m², AM: 1,5, T_c: 25 °C), definidas en la memoria.

Los módulos deben disponer de dos latiguillos de cable de 4 mm² para la conexión de los terminales del módulo con conectores TÜV.

Además, los módulos deben cumplir que su potencia nominal de salida disminuya menos del 10% durante los 12 primeros años y menos del 20% durante los 25 primeros años. Además, los módulos y su proceso de producción deben cumplir las normas UNE/CEI e ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y ser de Clase II, certificado por TÜV o un organismo similar.

1.3.4. Inversores

Para conectar el generador fotovoltaico a la red se usarán inversores trifásicos de las potencias definidas en la memoria. Será específico para sistemas fotovoltaicos conectados a la red y cumplirá la normativa nacional vigente.

Entre sus principales características tendrá las siguientes: funcionamiento como fuente de corriente mediante IGBT's, seguimiento del punto de máxima potencia, bajo consumo en reposo, incorporación de funciones de monitorización y protección, control del aislamiento del campo de paneles con localización selectiva de fallos y desconexión de seguridad, interfaces estándar de comunicaciones, armarios para montaje directamente sobre el suelo, tiempo medio entre fallos elevado, vida útil superior a los veinte años, etc.

Los principales parámetros de los inversores se detallan en la memoria. Los inversores irán alojados en un local específicamente acondicionado para ello.

1.3.5. Red de corriente continua

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos de maniobra y protección definidos en la memoria.

Los conductores de la red CC serán de cobre y tendrán que cumplir las secciones y condiciones definidas en la memoria.

Los tubos utilizados para la canalización enterrada tendrán las siguientes características:

- Tubo rígido.
- Cumplirá con las normativas indicadas en el apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.

Se recomienda que los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conduzcan separados para evitar posibles cortocircuitos.

En cuanto a las cajas de conexión c.c., serán del tipo IP 66 y debe incluir los conectores y los elementos de protección definidos en la memoria.

1.3.6. Puesta a tierra

Para la puesta a tierra se utilizarán las secciones definidas en la memoria.

Se dispondrá de un borne de puesta a tierra al cual se unirán el conductor de protección y derivación con el conductor de tierra.

Para no alterar las condiciones de puesta a tierra de la red interna de suministro, y siguiendo las instrucciones del Real Decreto 900/2015 y la ITC-BT-40, se cumplirán las siguientes condiciones:

- La instalación dispondrá de una separación galvánica entre la red de C.C y C.A
- Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro del Centro de Transformación.

1.4. Ejecución de las obras

Todas las normas de instalación de los generadores fotovoltaicos se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

En cuanto a la instalación de los generadores fotovoltaicos, siempre que se pueda se establecerá un nivel de tensión de seguridad máximo de 48 voltios en CC.

En el caso de circuitos con tensiones superiores no se debe manipular un conductor activo mientras el otro sea accesible y esté conectado o no protegido.

1.5. Ensayo y pruebas de recepción

El instalador entregará al promotor un documento – albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Los manuales entregados al promotor estarán en castellano.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio policristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) 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, simulando diversos modos de funcionamiento.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.

Se realizará una revisión general de la instalación teniendo especial cuidado en las siguientes partes: módulos fotovoltaicos, generador fotovoltaico, cableado entre módulos, envoltentes de los cables, cajas de conexión, cableado entre módulos e inversor, inversor, cajas generales de conexión, aterramiento de las estructuras, células solares calibradas y sondas de temperatura.

También se realizarán por técnicos cualificados las siguientes pruebas a la instalación:

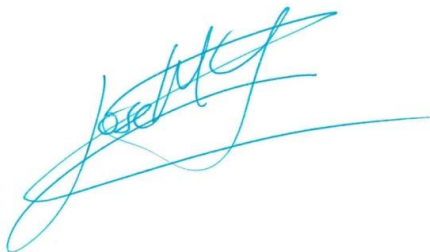
- a) Generadores fotovoltaicos: Se realizarán las medidas, comprobaciones y verificaciones de los siguientes parámetros eléctricos del generador.
- Tensión de circuito abierto (VOCG)
 - Corriente en el punto de máxima potencia (IMPG)
 - Tensión en el punto de máxima potencia (VMPG)
 - Medidas de curvas I-V del generador.
 - Medida de la resistencia de aislamiento del circuito C.C. del generador.

Las características eléctricas serán las especificadas en la memoria.

b) Inversor: Se comprobará el correcto funcionamiento del inversor y se realizarán las siguientes medidas y verificaciones:

- Comportamiento del sistema de protección del inversor.
- Medida de la calidad de la onda de alterna de salida (armónicos, desequilibrios).
- Comprobación de las medidas de protección en la interconexión con la red de alterna de BT.
- Medidas de rendimiento del inversor y global de la instalación

El Alumno:



Jose María García Vílchez

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Estructura									
01.01	m² Estructura de aluminio coplanar para cubierta de chapa Estructura compuesta por perfiles de aluminio, incluye juntas, carriles y todas las piezas para montaje.						825,00	27,00	22.275,00
01.02	h Autogrúa pequeña Grúa autopropulsada de altura 12m de altura y 6m de desplazamiento lateral, capacidad en la cesta de 200kg, medidas 1. 80m de ancho x 1. 90 de altura y 2500kg de peso						56,00	44,00	2.464,00
01.03	h Montaje estructura metálica Montaje de estructura metálica por personal cualificado, con todas las medidas de protección						56,00	16,00	896,00
%CI	U01FCostes indirectos (s/total)						256,35	7,00	1.794,45
TOTAL CAPÍTULO 01 Estructura									27.429,45

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Generador fotovoltaico									
02.01	ud Inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK1 75kW Ud. Inversor CC/CA de conexión a red, marca SMA, modelo SUNNY HIGHPOWER PEAK 1, de 75000 W de potencia nominal, incorpora en el propio equipo las protecciones de tensión, frecuencia, funcionamiento en isla, separación galvánica y contactor de salida, sistema de medida de aislamiento de la instalación fotovoltaica que activa alarma y contacto para señalización remota, grado de protección IP65, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.						2,00	5.563,02	11.126,04
02.02	ud Cuadros de conexión C1 y C2 Cuadro conexión formada por envolvente de clase II, con IP67, dispone de descargador de sobretensiones de 15kA, 1,2kV y 2 Interruptores-automáticos de 160A						2,00	717,95	1.435,90
02.03	m TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 1 kV 2 x 35 mm ² GRAPEADA m. Metro lineal de cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV 2 x 35 mm ² grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.						185,00	33,01	6.106,85
02.04	ud Cuadros de conexión de las ramas Cuadro conexión de strings formada por envolvente de clase II, con IP67, cuenta con 7 Interruptores-automáticos de 10A						4,00	227,73	910,92
02.05	m TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV 2 x 4 mm ² GRAPEADA m. Metro lineal de cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV 2 x 1 x 4 mm ² grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.						500,00	10,53	5.265,00
02.06	ud Módulo fotovoltaico JINKO EAGLE JKM300M-60 300Wp ud. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino, marca JINKO, modelo JKM300M-60, potencia nominal 300 W, clase de protección II, características eléctricas principales Voc=38.8V, Vpmp=31.7V, Icc=9.09A, Ipmp=8.52A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP67, conexión mediante multicontacto, bornera atomillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando						504,00	166,85	84.092,40
TOTAL CAPÍTULO 02 Generador fotovoltaico									108.937,11

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Red de baja tensión									
03.01	ud Caja General de Baja Tensión								
	ud. Caja general de baja tensión con envoltorio de doble aislamiento, con protección de Interruptor automático general en bloque tipo Compacta NSX de 320A/4p, 2 Interruptores automáticos de 160A/4p, 2 relés diferenciales con transformador toroidal de 160A/4p/300mA y sobretensiones de 15kA, 1,2kV clase II.								
							1,00	2.035,02	2.035,02
03.02	m Conductor RZ1-K0,6/1 kV. de 3,5x50 Cu								
	m. Conductor RZ1-K0,6/1 kV. de 3,5x50 mm ² de cobre grapeada en pared mediante abrazaderas plastificadas y tacos PVC de D=8 mm, incluidos éstos, así como terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplirá norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.								
							10,00	62,65	626,50
03.03	m Canalización subterránea 3 tubos 160 mm								
	m. Canalización para red de baja tensión en cruces de calzada con tres tubos de PVC de D=160 mm, con alambre guía, reforzado con hormigón HM-20/P/20/ I N/mm ² , y resto de zanja con arena, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y rellenado de zanja.								
							30,00	22,29	668,70
03.04	m Línea de aluminio 3 (1x185 mm ²) +1x95								
	m. Línea subterránea B.T. Al RV 0,6/1Kv de 3(1x185) + 1x95 mm ² Al, tendida en zanja sobre lecho de arena y en canalización en cruce de calzada, incluso p.p. cinta de señalización, totalmente instalada.								
							30,00	25,47	764,10
03.05	ud Arqueta de registro de 40x40 cm								
	ud. Arqueta de registro para cruces de calzada en redes de media o baja tensión, de 40x40x60 cm, totalmente terminada.								
							1,00	58,39	58,39
03.06	ud Equipo de medida trifásico								
	ud. Equipo de medida trifásico, incluso trafos de intensidad, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
							1,00	1.931,21	1.931,21
TOTAL CAPÍTULO 03 Red de baja tensión									6.083,92

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 Monitorización								
04.01	ud Monitorización 2 inversores								
	ud. Sistema para monitorización de instalación de dos inversores, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.								
							1,00	2.330,21	2.330,21
	TOTAL CAPÍTULO 04 Monitorización								2.330,21
	TOTAL								144.780,69

LISTADO DE MATERIALES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
01.01	825,000 m²	Estructura de aluminio coplanar para cubierta de chapa	27,00	22.275,00
01.02	56,000 h	Autogrúa pequeña	44,00	2.464,00
01.03	56,000 h	Montaje estructura metálica	16,00	896,00
Grupo 01.....				25.635,00
U01AA007	8,450 h	Oficial primera	16,94	143,14
U01AA009	0,950 h	Ayudante	15,00	14,25
U01AA011	11,755 h	Peón suelto	14,80	173,97
U01FY630	140,050 h	Oficial primera electricista	17,00	2.380,85
U01FY635	140,050 h	Ayudante electricista	15,00	2.100,75
Grupo U01.....				4.812,97
U02FK001	1,386 h	Retroexcavadora	20,00	27,72
Grupo U02.....				27,72
U04AA001	1,500 m³	Arena de río (0-5 mm)	18,90	28,35
U04MA501	1,800 m³	Hormigón HM-20/P/20/ I central	70,06	126,11
Grupo U04.....				154,46
U30CM001	1,000 ud	Envoltente con aislamiento clase II	360,00	360,00
U30ER255	10,000 m	Conductor RZ1-K 0,6/1kV3,5x 50 (Cu)	42,55	425,50
U30FJ401	2,000 ud	Módulo interruptor 160A(III+N)	126,30	252,60
U30FJ405	1,000 ud	Módulo interruptor 320A(III+N)	175,66	175,66
U30IA029	2,000 ud	Relé diferencial con transformador toroidal 160A/4p/300mA	460,97	921,94
U30IA035	4,000 ud	Interruptor Automático de 160 A (I+N)	256,00	1.024,00
U30IA041	28,000 ud	PIA I+N 6-10-16-20-25A,S251NB AB	14,28	399,84
U30IA405	3,000 ud	Limitador sobretension 15KA, 1,2KV	41,58	124,74
Grupo U30.....				3.684,28
U37SE308	90,000 m	Tubería canalización diám. 160	1,37	123,30
U37VV105	30,000 m	Cinta señalizadora	0,08	2,40
U37VV115	30,000 m	Placa de protección	0,15	4,50
U37YO115	30,000 m	Conductor al/RV1x 95 - 0.6/1 KV	2,56	76,80
U37YO118	90,000 m	Conductor al/RV1x 185 - 0.6/1 KV	4,02	361,80
U37YQ140	1,000 ud	Pequeño material de conexión	35,50	35,50
Grupo U37.....				604,30
U39GN001	1,000 ud	Tapa de fundición 400x 400	11,95	11,95
U39SA001	75,000 ud	Ladrillo hueco sencillo	0,07	5,25
Grupo U39.....				17,20
U45AA100	189,150 h	Oficial primera electricista	17,00	3.215,55
U45AA200	189,150 h	Ayudante electricista	15,00	2.837,25
U45BC185	504,000 ud	Panel JINKO EAGLE JKM300M-60 300Wp	148,00	74.592,00
U45DC130	2,000 ud	Inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK1 75kW	5.122,00	10.244,00
U45EC200	1,000 ud	Armario y Equipo de medida III incluidos TI	1.659,00	1.659,00
U45FA240	370,000 m	Unipolar RV-k 0.6/1 kV 1x 35 Ng	9,67	3.577,90
U45FA415	500,000 U01F	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV	1,74	870,00
U45GE220	6,000 ud	Caja con ventana precintable, 14mód, IP55, (295x 399x 148)	46,76	280,56
U45IB300	1,000 ud	Equipo monitorización 2 inversores	1.964,20	1.964,20
Grupo U45.....				99.240,46

Resumen

Mano de obra.....	11.761,91
Materiales	121.043,01
Maquinaria.....	2.464,00
Otros.....	9.511,71
TOTAL	134.176,39

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Estructura					
01.01	m ²	Estructura de aluminio coplanar para cubierta de chapa	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			27,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS					
01.02	h	Autogrúa pequeña	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			44,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS					
01.03	h	Montaje estructura metálica	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			16,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS					
%CI	U01F	Costes indirectos..(s/total)	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			7,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 02 Generador fotovoltaico

02.01	ud	Inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK1 75kW				
		ud. inversor CC/CA de conexión a red, marca SMA, modelo SUNNY HIGHPOWER PEAK 1, de 75000 W de potencia nominal, incorpora en el propio equipo las protecciones de tensión, frecuencia, funcionamiento en isla, separación galvánica y contactor de salida, sistema de medida de aislamiento de la instalación fotovoltaica que activa alarma y contacto para señalización remota, grado de protección IP65, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando				
U45AA100	0,800 h	Oficial primera electricista	17,00	13,60		
U45AA200	0,800 h	Ayudante electricista	15,00	12,00		
U45DC130	1,000 ud	Inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK1 75kW	5.122,00	5.122,00		
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	5.147,60	51,48		
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	5.199,10	363,94		
TOTAL PARTIDA				5.563,02		

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con DOS CÉNTIMOS

02.02	ud	Cuadros de conexión C1 y C2				
U45AA100	2,000 h	Oficial primera electricista	17,00	34,00		
U45AA200	2,000 h	Ayudante electricista	15,00	30,00		
U45GE220	1,000 ud	Caja de conexión, 14mód, IP67, (295x 399x 148)	46,76	46,76		
U30IA405	1,000 ud	Limitador sobretensión 15kA, 1,2kV	41,58	41,58		
U30IA035	2,000 ud	Interruptor Automático de 160 A (I+N)	256,00	512,00		
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	664,30	6,64		
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	671,00	46,97		
TOTAL PARTIDA				717,95		

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

02.03	m	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 1 kV 2 x 35 mm² GRAPEADA				
		m. Metro lineal de cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 1 kV 2 x 35 mm² grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.				
U45AA100	0,350 h	Oficial primera electricista	17,00	5,95		
U45AA200	0,350 h	Ayudante electricista	15,00	5,25		
U45FA240	2,000 m	Unipolar TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 1 kV 1x 35 Ng	9,67	19,34		
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	30,50	0,31		
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	30,90	2,16		
TOTAL PARTIDA				33,01		

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

02.04	ud	Cuadro de conexión de las ramas				
U45AA100	2,000 h	Oficial primera electricista	17,00	34,00		
U45AA200	2,000 h	Ayudante electricista	15,00	30,00		
U45GE220	1,000 ud	Caja con ventana precintable, 14mód, IP55, (295x 399x 148)	46,76	46,76		
U30IA041	7,000 ud	Interruptor automático 10A	14,28	99,96		
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	210,70	2,11		
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	212,80	14,90		
TOTAL PARTIDA				227,73		

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

02.05	m	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV 2 x 4 mm² GRAPEADA				
		m. Metro lineal de cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV 2 x 4 mm² grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.				
U01FY630	0,250 h	Oficial primera electricista	17,00	4,25		
U01FY635	0,250 h	Ayudante electricista	15,00	3,75		
U45FA415	1,000 U01F	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,8 kV	1,74	1,74		
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	9,70	0,10		
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	9,80	0,69		
TOTAL PARTIDA				10,53		

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.06		ud Módulo fotovoltaico JINKO EAGLE PERC JKM300M-60 300Wp			
		ud. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino, marca JINKO, modelo JKM300M-60, potencia nominal 300 W, clase de protección II, características eléctricas principales Voc=40.1V, Vpmp=32.6V, Icc=9.72A, Ipmp=9.21A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP67, conexión mediante multicontacto, bornera atomillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura (no incluida). Completamente montado, probado y funcionando			
U45AA100	0,200 h	Oficial primera electricista	17,00	3,40	
U45AA200	0,200 h	Ayudante electricista	15,00	3,00	
U45BC185	1,000 ud	Panel JINKO EAGLE JKM300M-60 300Wp	148,00	148,00	
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	154,40	1,54	
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	155,90	10,91	
TOTAL PARTIDA.....					166,85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 03 Red de baja tensión

03.01		ud	Caja General de Baja Tensión			
			ud. Caja general de baja tensión con envolvente de doble aislamiento, con protección de Interruptor automático general en bloque tipo Compacta NSX de 320A/4p, 2 Interruptores automáticos de 160A/4p, 2 relés diferenciales con transformador toroidal de 160A/4p/300mA y sobretensiones de 15kA, 1,2kV clase II.			
U01FY630	1,200	h	Oficial primera electricista	17,00	20,40	
U01FY635	1,200	h	Ayudante electricista	15,00	18,00	
D27FJ405	1,000	ud	Interruptor automático general bloque Compacta NSX 320A	203,37	203,37	
D27FJ401	2,000	ud	Interruptor automático de 160A	150,55	301,10	
U30IA029	2,000	ud	Relé diferencial con transformador toroidal 160A/4p/300mA	460,97	921,94	
U30IA405	1,000	ud	Limitador sobretensión 15KA, 1,2KV	41,58	41,58	
U30CM001	1,000	ud	Envolvente con aislamiento clase II	360,00	360,00	
U37YQ140	1,000	ud	Pequeño material de conexión	35,50	35,50	
%CI	7,000	U01F	Costes indirectos..(s/total)	1.901,90	133,13	
TOTAL PARTIDA						2.035,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TREINTA Y CINCO EUROS con DOS CÉNTIMOS

03.02		m	Conductor RZ1-K 0,6/1 kV 3,5x50 Cu			
			m. Línea general de alimentación, aislada, RZ1-K 0,6/1 kV. de 3,5x 50 mm ² de conductor de cobre grapeada en pared mediante abrazaderas plastificadas y tacos PVC de D=8 mm, incluidos éstos, así como terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplirá norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.			
U01FY630	0,500	h	Oficial primera electricista	17,00	8,50	
U01FY635	0,500	h	Ayudante electricista	15,00	7,50	
U30ER255	1,000	m	Conductor RZ1-K 0,6/1kV3,5x50 (Cu)	42,55	42,55	
%CI	7,000	U01F	Costes indirectos. (s/total)	58,60	4,10	
TOTAL PARTIDA						62,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

03.03		m	Canalización subterránea 3 tubos 160 mm			
			m. Canalización para red de baja tensión en cruces de calzada con tres tubos de PVC de D=160 mm, con alambre guía, reforzado con hormigón HM-20/P/20/ 1 N/mm ² ., y resto de zanja con arena, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y rellenado de zanja.			
U01AA007	0,250	h	Oficial primera	16,94	4,24	
U01AA011	0,250	h	Peón suelto	14,80	3,70	
D02HF105	0,420	m ³	EXC. MECÁNICA ZANJAS INSTAL. TERRENO FLOJO	10,90	4,58	
U37SE308	3,000	m	Tubería canalización diám. 160	1,37	4,11	
A02FA500	0,060	m ³	HORMIGÓN HM-20/P/20/ I CENTRAL	70,06	4,20	
%CI	7,000	U01F	Costes indirectos..(s/total)	20,80	1,46	
TOTAL PARTIDA						22,29

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

03.04		m	Línea de aluminio 3 (1x185 mm ²) + 1x95			
			m. Línea subterránea B.T. Al RV 0,6/1Kv de 3(1x185) + 1x95 mm ² Al, tendida en zanja sobre lecho de arena y en canalización en cruce de calzada, incluso p.p. cinta de señalización, totalmente instalada.			
U01FY630	0,250	h	Oficial primera electricista	17,00	4,25	
U01FY635	0,250	h	Ayudante electricista	15,00	3,75	
U04AA001	0,050	m ³	Arena de río (0-5 mm)	18,90	0,95	
U37VV105	1,000	m	Cinta señalizadora	0,08	0,08	
U37VV115	1,000	m	Placa de protección	0,15	0,15	
U37YO115	1,000	m	Conductor al/RV1x 95 - 0.6/1 KV	2,56	2,56	
U37YO118	3,000	m	Conductor al/RV1x 185 - 0.6/1 KV	4,02	12,06	
%CI	7,000	U01F	Costes indirectos..(s/total)	23,80	1,67	
TOTAL PARTIDA						25,47

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
03.05		ud Arqueta de registro de 40x40 cm			
		ud. Arqueta de registro para cruces de calzada en redes de media o baja tensión, de 40x40x60 cm, totalmente terminada.			
U01AA501	0,950 h	Cuadrilla A	39,34	37,37	
U39SA001	75,000 ud	Ladrillo hueco sencillo	0,07	5,25	
U39GN001	1,000 ud	Tapa de fundición 400x 400	11,95	11,95	
%CI	7,000 U01FC	Costes indirectos..(s/total)	54,60	3,82	
TOTAL PARTIDA					58,39

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

03.06		ud Equipo de medida trifásico			
		ud. Equipo de medida trifásico, con características según marca el RD 1663/2000, incluso trafos de intensidad, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.			
U45AA100	4,000 h	Oficial primera electricista	17,00	68,00	
U45AA200	4,000 h	Ayudante electricista	15,00	60,00	
U45EC200	1,000 ud	Armario y Equipo de medida III incluidos TI	1.659,00	1.659,00	
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	1.787,00	17,87	
%CI	7,000 U01FC	Costes indirectos. (s/total)	1.804,90	126,34	
TOTAL PARTIDA					1.931,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS TREINTA Y UN EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Monitorización					
04.01		ud Monitorización 2 inversores			
		ud. Sistema para monitorización de instalación de dos inversores, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando.			
U45AA100	6,000 h	Oficial primera electricista	17,00	102,00	
U45AA200	6,000 h	Ayudante electricista	15,00	90,00	
U45IB300	1,000 ud	Equipo monitorización 2 inversores	1.964,20	1.964,20	
%45GL900	1,000 U01F	Pequeño material eléctrico	2.156,20	21,56	
%CI	7,000 U01F	Costes indirectos..(s/total)	2.177,80	152,45	

TOTAL PARTIDA 2.330,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTOS TREINTA EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

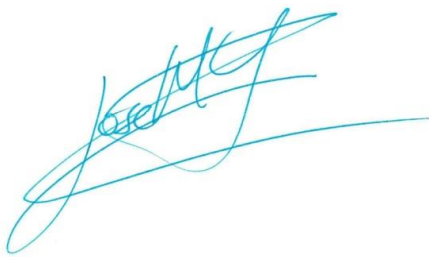
RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Estructura.....	27.429,45	18,95
02	Generador fotovoltaico.....	108.937,11	75,24
03	Red de baja tensión.....	6.083,92	4,20
04	Monitorización.....	2.330,21	1,61
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		144.780,69	
13,00% Gastos generales.....		18.821,49	
6,00% Beneficio industrial		8.686,84	
SUMA DE G.G. y B.I		27.508,33	
21,00% I.V.A.....		36.180,69	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		208.469,71	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		208.469,71	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS OCHO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

, a 1 de octubre de 2019.

El Alumno:



Jose María García Vílchez

ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

1.1. Estudio básico de seguridad y salud

1.1.1. CAPÍTULO I: MEMORIA

1.1.1.1. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, presentándose como anexo al proyecto técnico de ejecución para la **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN UNA INDUSTRIA CONECTADA A LA RED DE MEDIA TENSIÓN CON TARIFA 6.1 EN JAÉN** situada el municipio de Jaén con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en todos estos trabajos.

Asimismo, este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

1.1.1.2. Descripción de la obra y situación

Las obras objeto de este Proyecto son todas las necesarias para la ejecución del proyecto **“INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN UNA INDUSTRIA CONECTADA A LA RED DE MEDIA TENSIÓN CON TARIFA 6.1 EN JAÉN”**. La instalación ira ubicada en el municipio de Jaén con unas coordenadas UTM: X: 37°47'48.2"N 3°47'33.3"W. En el plano nº 2 se muestra orto foto del emplazamiento.

1.1.1.3. Ámbito de aplicación

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa adjudicataria, el dependiente de otras empresas subcontratadas por ésta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

1.1.1.4. Identificación de las actividades a realizar

La ejecución de la obra objeto de este E.S.S. requiere la realización de los siguientes trabajos:

- Adecuación de la cubierta de la nave.
- Instalación Eléctrica de Baja Tensión DC.
- Instalación eléctrica y montaje de los módulos fotovoltaicos.
- Canalizaciones del cableado eléctrico DC del generador.

1.1.1.5. Legislación y normativa técnica de aplicación

Se consideran de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores (modificado según Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de marzo).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección, seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- Real Decreto 379/2001 de 6 de abril por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 783/2001 de 6 de julio por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria frente a radiaciones ionizantes.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud laboral.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

- Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, así como la modificación del mismo según el Real Decreto 1124/2000 de 16 de junio.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo y modificaciones posteriores de 9 de diciembre de 1989 y 26 de mayo de 1990.

- Orden de 30 de junio de 1996 por la que se aprueba el texto revisado del reglamento de Aparatos Elevadores.

- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre de seguridad en las máquinas.

- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individuales.

- Reales Decretos por los que se aprueban los Reglamentos sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2216 de 23 de octubre de 1985 y R.D. 1078 de 2 de julio de 1993).

- Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

- Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 223/08 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M de 9/3/71. B.O.E de 16/3/71), en sus capítulos que no estén derogados.

- Norma Básica de la Edificación

- Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra.

- Normas UNE que les sean de aplicación.

1.1.1.6. Servicios afectados y condiciones del entorno

No se afectan servicios de suministro. La obra se desarrollará en el Polígono de Los Olivares de Jaén, en un terreno con topografía totalmente plana y que no presenta ningún tipo de vegetación.

1.1.1.7. Promotor

Nombre: La propietaria del almacén

1.1.1.8. Empresa responsable del plan de seguridad

La empresa contratista.

1.1.1.9. Presupuesto y plazo de ejecución de las obras

El presupuesto de contrata de la obra está estimado en 208.469,71 € Euros siendo el plazo de ejecución del presente proyecto el acordado entre el contratista y el promotor.

1.1.1.10. Número estimado de trabajadores

Se prevé la participación en la ejecución de los trabajos de un número medio de 3 operarios.

1.1.1.11. Relación de elementos a utilizar

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria y herramientas:

Transporte horizontal: Motovolquete (dumper pequeño), Camión grúa.

Maquinaria de elevación: Grúa móvil autopropulsada.

Herramientas: Herramientas de mano.

1.1.1.12. Implantaciones de salubridad y confort

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de

la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización

tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

a) Retretes:

Estarán separados por sexos

Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios.

Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación continua.

Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción.

Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.

Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.

Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

b) Vestuarios:

Separados por sexos

Superficie aconsejable: 1,25 m² por persona.

Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.

Suelo liso y aislado térmicamente.

Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora

Bancos corridos o sillas.

Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

Pileta corrida para el aseo personal: un grifo por cada 10 usuarios.

Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos.

Un espejo de 40 x 50 cms mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción.

Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.

Instalaciones de agua caliente y fría.

1.1.1.13. Botiquín de primeros auxilios

Es obligatorio en todos los centros de trabajo. El equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín es el siguiente: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

1.1.2. CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN

1.1.2.1. Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva. Esta descripción e identificación de los riesgos indicados es la siguiente:

1) Caída de personas al mismo nivel.

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

2) Caída de personas a distinto nivel.

Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalización que pueda haber en las zonas de trabajo.

3) Caída de objetos.

Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

4) Desprendimientos, desplomes y derrumbes.

Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Con esta denominación deben

contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

5) Choques y golpes.

Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc. y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.

6) Contactos eléctricos.

Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo.

En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar un operario puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

7) Arco eléctrico.

Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

8) Sobre esfuerzos (Carga física dinámica).

Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre

estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

9) Explosiones.

Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

10) Incendios.

Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.

11) Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente, los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

En el Anexo se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva o mantenimiento y similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. Asimismo, se enumeran los riesgos específicos para las obras siguientes: líneas DC (generador fotovoltaico), equipos de medida, instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las anteriores. Cuando los trabajos a realizar sean de mantenimiento, desmontaje o retirada de una instalación antigua o parte de ella, el orden de las fases puede ser diferente, pero, los riesgos a considerar son similares a los de las fases de montaje. En el anexo se incorporan entre paréntesis las fases correspondientes a los trabajos de mantenimiento y desguace o desmontaje.

1.1.2.2. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos

En el Anexo se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación.

Esta obra tiene una gran componente eléctrica en DC y por ello se incluyen las siguientes medidas de prevención/ protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en DC, arco eléctrico en DC y elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.

- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.

- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso.

- Aplicar las 5 Reglas de Oro en todos los trabajos: desconectar todas las fuentes de tensión, enclavamiento o bloqueo si es posible de los aparatos de corte y señalización siempre en el mando, verificación de la ausencia de tensión, puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión, proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer la señalización de seguridad adecuada, delimitando la zona de trabajo.

- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001

- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que hagamos en esta MT con respecto a “Riesgos Eléctricos”, se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

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

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

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

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

- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

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

Protecciones

1.- Ropa de trabajo.

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

2.- Equipos de protección.

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

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN: calzado de seguridad, casco de seguridad, guantes aislantes de la electricidad para DC y BT, guantes de protección mecánica, pantalla contra proyecciones, gafas de seguridad, cinturón de seguridad, discriminador de baja tensión, equipo contra caídas desde alturas (arnés anti caída, pértiga, cuerdas, etc.)

- Protecciones colectivas: señalización (cintas, banderolas, etc.), cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas DC y de Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones, dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras.

3.- Equipo de primeros auxilios y emergencias.

Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos, así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc. Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

4.- Equipo de protección contra incendios.

Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

1.1.2.3. Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberá recoger en un Anexo específico para la obra objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud concreto. Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

2.- Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa adjudicataria, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

3.- Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

4.- Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

1.1.2.4. Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrollar.

En el Anexo se recogen las medidas de seguridad específicas para trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente. Asimismo, se indican los riesgos y las medidas preventivas de los distintos tipos de instalaciones, en cada una de las etapas de un trabajo de construcción, montaje o desmontaje, que son similares en algunas de las etapas de los trabajos de mantenimiento.

Jaén, a 06 de septiembre de

2019

Fdo.

ANEXOS

RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO.

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos

NOTA. - Cuando alguna anotación sea específica de mantenimiento, retirada y desmontaje o desguace de instalaciones, se incluirá dentro de paréntesis, sin perjuicio de que las demás medidas indicadas sean de aplicación.

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	- Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos - Contacto eléctrico directo e indirecto en DC y BT. Arco eléctrico en DC y BT. Elementos candentes y quemaduras - Presencia de animales, colonias, etc.	- Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos y utilización de EPI's - Utilización de EPI's - Adecuación de las cargas - Control de maniobras - Vigilancia continuada. Utilización de EPI's - Prevención antes de aperturas de armarios, etc.

Montaje de módulos (Generadores Fotovoltaicos)**Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos**

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	- Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos	- Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI's - Adecuación de las cargas - Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's - Revisión del entorno
2. montaje y conexionado (Desmontaje de módulos conductores)	- Caídas desde altura - Riesgo eléctrico - Golpes y heridas - Atrapamientos - Caídas de objetos - Sobresfuerzos - Riesgos a terceros	- Ver punto 2 Capítulo II - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente - Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro - Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella - Utilización de EPI's - Control de maniobras y vigilancia continuada - Utilizar fajas de protección lumbar - Vigilancia continuada y señalización de riesgos
3. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de instalación)	- Ver Anexo	- Ver Anexo

LÍNEAS DC (Generadores Fotovoltaicos)

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga (Recuperación de chatarras)	- Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos - Ataques o sustos por animales	- Ver punto 2 Capítulo II - Mantenimiento equipos - Utilización de EPI's - Adecuación de las cargas - Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's - Revisión del entorno
2. Tendido de conductores (Desmontaje de conductores)	- Caídas desde altura - Riesgo eléctrico - Golpes y heridas - Atrapamientos - Caídas de objetos - Sobresfuerzos - Riesgos a terceros	- Ver punto 2 Capítulo II - Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente - Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro - Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella - Utilización de EPI's - Control de maniobras y vigilancia continuada - Utilizar fajas de protección lumbar - Vigilancia continuada y señalización de riesgos
3. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desconexión y protección en el caso de retirada o desmontaje de instalación)	- Ver Anexo	- Ver Anexo

1.2. Estudio de viabilidad económico-técnico

1.2.1. Introducción

El estudio de viabilidad económico-técnico es una herramienta que permite conocer de antemano si un proyecto será económicamente favorable o por el contrario no se recomienda su realización por no obtener rentabilidad del proyecto a realizar. Es por ello que se realizará un estudio económico pormenorizado de la viabilidad de la instalación que se describe en este Proyecto. Hay que añadir que el estudio económico no es una herramienta infalible, pues depende de factores que no se pueden controlar, varían en el tiempo, como puede ser el IPC, y algunos de ellos son incluso desconocidos, como es la tasa de financiación.

1.2.2. Datos de partida

Para el siguiente estudio, como se ha dicho anteriormente, que no será exhaustivo ni contendrá distintos escenarios, solamente se abordará un escenario que será el que nos arroje la información de forma aproximada de la posible rentabilidad o no del Proyecto.

Algunos de los datos serán supuestos, pues como se ha dicho no se conoce su valor, pero para el caso servirá.

DATOS GENERALES		
Potencia instalada	151,2	kWp
Inversión total	208.469,71	€
Coste de la instalación	1.378,77	€/kWp
Recursos propios	30	%
Recursos ajenos	70	%
Producción energía P1	37.393,26	kWh/año
Producción energía P2	25.842,97	kWh/año
Producción energía P3	20.652,27	kWh/año
Producción energía P4	29.932,03	kWh/año
Producción energía P5	56.953,58	kWh/año
Producción energía P6	88.792,03	kWh/año
Producción de energía a red	20.993,52	kWh/año
Vida útil del proyecto	25	años

Tabla 23: Datos generales para estudio económico

Además de los anteriores datos otros datos a tener en cuenta será el precio del kWh pues este dato permitirá conocer los ingresos que se obtienen debido al ahorro

por la generación de esta energía y por la venta que será la vertida a red. También se ha de tener en cuenta algunos gastos derivados del mantenimiento y pérdida de eficiencia, etc. Por lo tanto, los datos de explotación se muestran a continuación:

DATOS DE EXPLOTACIÓN		
Precio energía P1	0,171853	€/kWh
Precio energía P2	0,136777	€/kWh
Precio energía P3	0,11	€/kWh
Precio energía P4	0,0870608	€/kWh
Precio energía P5	0,080529	€/kWh
Precio energía P6	0,07	€/kWh
Precio energía vertida a red	0,05	€/kWh
Ingreso por energía en P1	6.426,14	€
Ingreso por energía en P2	3.534,72	€
Ingreso por energía en P3	2.317,78	€
Ingreso por energía en P4	2.605,91	€
Ingreso por energía en P5	4.586,41	€
Ingreso por energía en P6	5.797,32	€
Ingreso por energía vertida a red	1.049,68	€
Tasa de variación interanual precio de energía	1,5	%
Costes mantenimiento, seguro generales	5	% inversión
tasa de variación interanual gastos/costes	2,00	%

Tabla 24: Datos de explotación

1.2.3. Financiación

Como se ha descrito en la tabla de datos generales, para sufragar el coste del Proyecto se recurrirán a medios ajenos, esto es, la petición de préstamos que serán necesario de satisfacer para que sea rentable. A continuación, se presenta los datos que se utilizarán para el cálculo de la financiación.

DATOS DE FINANCIACIÓN		
Importe inicial de deuda	145.928,80	€
Años de amortización del préstamo	15	
Tasa de interés	4,00	%
Cuota de amortización	9.728,59	€
Capital propio	62.540,91	€
Amortización final del proyecto	25,00	años
Dividendos sobre el capital propio	4,00	%

Tabla 25: Datos de financiación

Con los datos anterior presentados ya se puede calcular los costes de financiación:

Préstamo					Capital Propio				Dimensión financiera de la financiación (pasivo)
Periodo	Saldo Inicial (1/1)	Intereses	Amortización Financiera	Saldo Final (31/12)	Importe deuda	Dividendos	Amortización deuda	Saldo deuda	- 159.632
1	145.929	4.086	9.729	136.200	62.541	2.502	-	62.541	12.494
2	136.200	3.814	9.729	126.472	62.541	2.502	-	62.541	12.285
3	126.472	3.541	9.729	116.743	62.541	2.502	-	62.541	12.077
4	116.743	3.269	9.729	107.015	62.541	2.502	-	62.541	11.868
5	107.015	2.996	9.729	97.286	62.541	2.502	-	62.541	11.659
6	97.286	2.724	9.729	87.557	62.541	2.502	-	62.541	11.451
7	87.557	2.452	9.729	77.829	62.541	2.502	-	62.541	11.242
8	77.829	2.179	9.729	68.100	62.541	2.502	-	62.541	11.034
9	68.100	1.907	9.729	58.372	62.541	2.502	-	62.541	10.825
10	58.372	1.634	9.729	48.643	62.541	2.502	-	62.541	10.617
11	48.643	1.362	9.729	38.914	62.541	2.502	-	62.541	10.408
12	38.914	1.090	9.729	29.186	62.541	2.502	-	62.541	10.199
13	29.186	817	9.729	19.457	62.541	2.502	-	62.541	9.991
14	19.457	545	9.729	9.729	62.541	2.502	-	62.541	9.782
15	9.729	272	9.729	- 0	62.541	2.502	-	62.541	9.574
16					62.541	2.502	-	62.541	1.916
17					62.541	2.502	-	62.541	1.916
18					62.541	2.502	-	62.541	1.916
19					62.541	2.502	-	62.541	1.916
20					62.541	2.502	-	62.541	1.916
21					62.541	2.502	-	62.541	1.916

22					62.541	2.502	-	62.541	1.916
23					62.541	2.502	-	62.541	1.916
24					62.541	2.502	-	62.541	1.916
25					62.541	2.502	62.541	-	49.805

Tabla 26: Costes de financiación

En la anterior tabla muestra cómo se va pagando la deuda, empezando por el saldo inicial que es la deuda ajena, el interés que se ha de sufragar, la cuota financiera y saldo final. Por otro lado, se estudia la financiación por medios propios donde se añaden los dividendos.

1.2.4. Análisis financiero

El análisis financiero permite comprobar que los flujos de caja representados en la dimensión financiera inversión es mayor que lo que ha de pagarse por la financiación

Tesorería				
Periodo	Dimens. Financiera Inversión	Dimens. Finan. Financiación	Tesorería Neta	Tesorería Acumulada
1	14.289,0	16.316,3	- 2.027,2	- 2.027,2
2	14.324,8	16.043,9	- 1.719,0	- 3.746,3
3	14.359,5	15.771,5	- 1.412,0	- 5.158,2
4	14.392,9	15.499,1	- 1.106,1	- 6.264,4
5	14.425,2	15.226,7	- 801,5	- 7.065,8
6	14.456,2	14.954,2	- 498,1	- 7.563,9
7	14.485,8	14.681,8	- 196,0	- 7.759,9
8	14.514,1	14.409,4	104,7	- 7.655,3
9	14.541,0	14.137,0	403,9	- 7.251,3
10	14.566,4	13.864,6	701,8	- 6.549,6
11	14.590,3	13.592,2	998,1	- 5.551,4
12	14.612,7	13.319,8	1.292,9	- 4.258,6
13	14.633,5	13.047,4	1.586,0	- 2.672,5
14	14.652,6	12.775,0	1.877,5	- 795,0
15	14.670,0	12.502,6	2.167,3	1.372,4
16	14.685,6	2.501,6	12.184,0	13.556,3
17	14.699,4	2.501,6	12.197,8	25.754,1
18	14.711,3	2.501,6	12.209,7	37.963,8
19	14.721,3	2.501,6	12.219,7	50.183,5
20	14.729,3	2.501,6	12.227,7	62.411,1
21	14.735,2	2.501,6	12.233,6	74.644,7
22	14.739,0	2.501,6	12.237,4	86.882,1
23	14.740,6	2.501,6	12.239,0	99.121,0
24	14.740,0	2.501,6	12.238,3	111.359,4
25	14.737,0	65.042,6	- 50.305,7	61.053,7

Tabla 27: Análisis financiero

1.2.5. Análisis económico

En la siguiente tabla se muestra los flujos de caja de explotación y lo que resta al pagar la deuda, así se puede ver cuándo empieza a ser rentable, también se aplicará el TIR y el VAN

Cash-Flow de Explotación					Dimensión Financiera de la inversión		
Periodo	Ingresos explotación	-Gastos Explotación	Cash-Flow Explotación (antes de impuestos)	Cash-Flow Explotación (después de impuestos)	-A (Inversión)	- 208.470,0	- 208.470,0
1	26.577,6	10.632,0	15.945,7	14.289,0	Q1	14.289,0	194.181,0
2	26.841,4	10.844,6	15.996,8	14.324,8	Q2	14.324,8	179.856,2
3	27.107,8	11.061,5	16.046,3	14.359,5	Q3	14.359,5	165.496,7
4	27.376,9	11.282,7	16.094,1	14.392,9	Q4	14.392,9	151.103,8
5	27.648,6	11.508,4	16.140,2	14.425,2	Q5	14.425,2	136.678,6
6	27.923,0	11.738,6	16.184,4	14.456,2	Q6	14.456,2	122.222,4
7	28.200,1	11.973,3	16.226,8	14.485,8	Q7	14.485,8	107.736,6
8	28.480,0	12.212,8	16.267,2	14.514,1	Q8	14.514,1	93.222,5
9	28.762,7	12.457,0	16.305,6	14.541,0	Q9	14.541,0	78.681,5
10	29.048,2	12.706,2	16.342,0	14.566,4	Q10	14.566,4	64.115,1
11	29.336,5	12.960,3	16.376,1	14.590,3	Q11	14.590,3	49.524,7
12	29.627,6	13.219,5	16.408,1	14.612,7	Q12	14.612,7	34.912,0
13	29.921,7	13.483,9	16.437,8	14.633,5	Q13	14.633,5	20.278,5
14	30.218,6	13.753,6	16.465,1	14.652,6	Q14	14.652,6	5.625,9
15	30.518,6	14.028,7	16.489,9	14.670,0	Q15	14.670,0	9.044,1
16	30.821,5	14.309,2	16.512,2	14.685,6	Q16	14.685,6	23.729,7
17	31.127,4	14.595,4	16.531,9	14.699,4	Q17	14.699,4	38.429,1
18	31.436,3	14.887,3	16.549,0	14.711,3	Q18	14.711,3	53.140,4
19	31.748,3	15.185,1	16.563,2	14.721,3	Q19	14.721,3	67.861,7

20	32.063,4	15.488,8	16.574,6	14.729,3	Q20	14.729,3	82.591,0
21	32.381,6	15.798,5	16.583,1	14.735,2	Q21	14.735,2	97.326,2
22	32.703,0	16.114,5	16.588,5	14.739,0	Q22	14.739,0	112.065,3
23	33.027,6	16.436,8	16.590,8	14.740,6	Q23	14.740,6	126.805,9
24	33.355,4	16.765,5	16.589,9	14.740,0	Q24	14.740,0	141.545,8
25	33.686,5	17.100,9	16.585,6	14.737,0	Q25	14.737,0	156.282,8

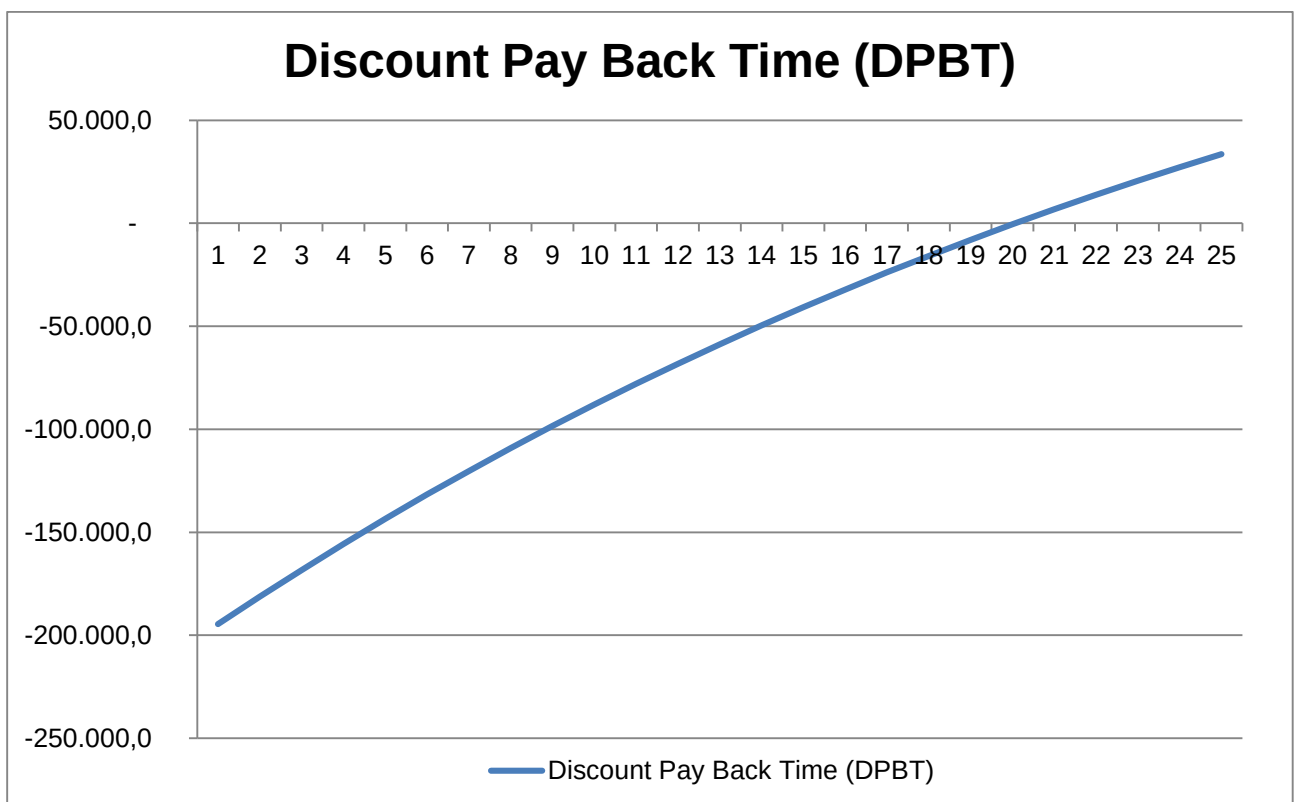
Tabla 28: Análisis económico

Tasa Interna de Retorno (TIR)	4,83%
Valor Actual Neto (VAN)	33.526,63 €
Tasa Interna de Retorno neta (TIR_{neto})	1,41%

Tabla 29: Resultados del análisis económico

Como se ve, los resultados no son excesivamente buenos.

También se muestra la gráfica de la evolución de los flujos de caja descontando la deuda.



Gráfica 16: DPBT

Tal como se representa, a los 20 años se consigue generar beneficios.

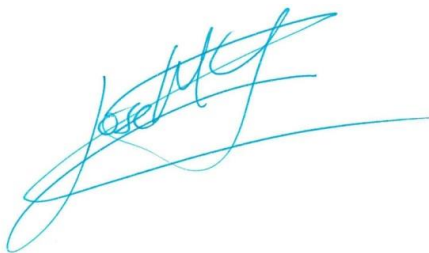
1.2.6. Conclusiones

Como se ha visto a través de los análisis de tesorería y estudio económico se tiene claro que esta instalación resulta rentable, pero la rentabilidad que se alcanza no es muy alta, esto es debido a que se ha calculado con el escenario más conservador posible, considerando gastos indirectos y gastos generales.

Este escenario podrá cambiar en cuanto a que el precio de la electricidad sigue una tendencia ascendente bastante alta, por lo que se conseguirá más rentabilidad.

Por lo tanto, la instalación de esta instalación resulta rentable, aunque puede llegar a serlo aún más, todo depende del coste final de la inversión, por lo que se recomienda su instalación.

El Alumno:



Jose María García Vílchez