



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos
naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a
cristalería

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: Aparicio Balaguer, Ricardo

Tutor/a: Saiz Jimenez, Juan Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE
AUTOCONSUMO PARA DOS NAVES DEDICADAS A LA
CARPINTERÍA METÁLICA Y CRISTALERÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Alumno: Aparicio Balaguer, Ricardo

Tutor: Saiz Jimenez, Juan Ángel

Curso académico: 2022/2023

RESUMEN

El presente de Trabajo Fin de Grado consiste en el diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con conexión a red para dos naves situadas en Enguera (Valencia). En estas se realizan actividades de cristalería y carpintería metálica.

El proyecto analiza el dimensionamiento de la instalación, de igual modo que factores como la orientación e inclinación de los paneles para optimizar al máximo el uso de la instalación. Todo esto se hace a partir de las facturas eléctricas proporcionadas por la empresa propietaria de las naves, de las que se obtienen los consumos eléctricos de la utilización de las distintas máquinas, y junto a los niveles de radiación de la zona donde se sitúan las placas.

Se detalla el coste total de la instalación, incluyendo posibles ayudas o beneficios fiscales a los que se puede optar. Con todo esto se estudia el tiempo de recuperación de la inversión. Para finalizar se examina el ahorro en emisiones de CO₂ que genera la implementación de la instalación.

Palabras clave

Fotovoltaica, solar, conexión a red, autoconsumo, inversión, paneles, consumos, instalación.

RESUM

El present de Treball Fi de Grau consisteix en el disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum amb connexió a xarxa per a dues naus situades a Enguera (Valencia). En aquestes es realitzen activitats de cristalleria i fusteria metàl·lica.

El projecte analitza el dimensionament de la instal·lació, d'igual manera que factors com l'orientació i inclinació dels panells per a optimitzar al màxim l'ús de la instal·lació. Tot això es fa a partir de les factures elèctriques proporcionades per l'empresa propietària de les naus, de les quals s'obtenen els consums elèctrics de la utilització de les diferents màquines, i al costat dels nivells de radiació de la zona on se situen les plaques.

Es detalla el cost total de la instal·lació, incloent-hi possibles ajudes o beneficis fiscals als quals es pot optar. Amb tot això s'estudia el temps de recuperació de la inversió. Per a finalitzar s'examina l'estalvi en emissions de CO₂ que genera la implementació de la instal·lació.

Paraules clau

Fotovoltaica, solar, connexió a xarxa, autoconsum, inversió, panells, consums, instal·lació.

ABSTRACT

This Final Degree Project consists of the design of a self-consumption photovoltaic solar installation with grid connection for two warehouses located in Enguera (Valencia). In these, glassware and metal carpentry activities are carried out.

The project analyzes the dimensioning of the installation, as well as factors such as the orientation and inclination of the panels to optimize the use of the installation to the maximum. All this is done from the electrical bills provided by the company that owns the warehouses, from which the electrical consumption of the use of the different machines is obtained, and together with the radiation levels in the area where the plates are located.

The total cost of the installation is detailed, including possible aid or tax benefits to which you can apply. With all this, the recovery time of the investment is studied. Finally, the savings in CO2 emissions generated by the implementation of the installation are examined.

Keywords

Photovoltaic, solar, grid connection, self-consumption, investment, panels, consumption, installation, installation.

Índice

ÍNDICE.....	5
MEMORIA	11
1. OBJETO.....	12
2. ANTECEDENTES	13
2.1 Autoconsumo.....	13
2.2 Componentes de una instalación de autoconsumo	14
2.2.1 Placas o módulos fotovoltaicos	14
2.2.2 Inversor	15
2.2.3 Estructura de soporte.....	16
2.2.4 Cableado	16
2.2.5 Protecciones.....	16
2.2.6 Puesta a tierra	17
3. NORMATIVA	17
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	19
4.1 Justificación del proyecto	19
4.2 Emplazamiento	19
4.3 Descripción del local	21
4.4 Espacio disponible. Disposición de los paneles.....	22
5. ESTUDIO DE LA DEMANDA.....	23
6. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	58
6.1 Radiación solar.....	58
6.2 Orientación e inclinación.....	58
6.3 Obtención datos de radiación	59
6.3 Módulo fotovoltaico	61
6.4 Inversor.....	61
6.5 Configuración final	62
6.6 Producción-Demanda.....	64



7. CABLEADO Y PROTECCIONES	102
7.1 Cableado	102
7.2 Protecciones	106
7.3 Puesta a tierra.....	106
8. EMISIONES DE CO2.....	107
9. ESTUDIO ECONÓMICO	108
PLANOS.....	110
PLIEGO DE CONDICIONES	112
PRESUPUESTO	124
ANEXO	128
ANEXO 1.RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	167
ANEXO 2.FICHAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.	169

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Curva I-V de un panel fotovoltaico	12
Ilustración 2. Vista aérea de Enguera (Google Earth)	17
Ilustración 3. Vista aérea del Polígono Industrial "El Vapor" (Google Earth)	18
Ilustración 4. Vista aérea de las dos naves	18
Ilustración 5. Azimut de la radiación solar	57
Ilustración 6. Entorno de la web del PVGIS	58
Ilustración 7. Métodos instalación cableado	100
Ilustración 8. Factores de corrección por temperatura	100
Ilustración 9. Factores de corrección por número de circuitos	101
Ilustración 10. Elección sección cableado	101
Ilustración 11. Métodos instalación cableado	102
Ilustración 12. Elección sección cableado	103

TABLAS

Tabla 1. Consumos de las dos naves	22
Tabla 2. Relación maquinaria-potencia Nave 1	23
Tabla 3. Relación maquinaria-potencia Nave 2	23
Tabla 4. Consumos instantáneos para día laboral Enero Nave 1	25
Tabla 5. Consumos instantáneos para día laboral Febrero Nave 1	27
Tabla 6. Consumos instantáneos para día laboral Marzo Nave 1	29
Tabla 7. Consumos instantáneos para día laboral Abril Nave 1	31
Tabla 8. Consumos instantáneos para día laboral Mayo Nave 1	33
Tabla 9. Consumos instantáneos para día laboral Junio Nave 1	35
Tabla 10. Consumos instantáneos para día laboral Julio Nave 1	37
Tabla 11. Consumos instantáneos para día laboral Agosto Nave 1	39
Tabla 12. Consumos instantáneos para día laboral Septiembre Nave 1	41
Tabla 13. Consumos instantáneos para día laboral Octubre Nave 1	43
Tabla 14. Consumos instantáneos para día laboral Noviembre Nave 1	45
Tabla 15. Consumos instantáneos para día laboral Diciembre Nave 1	47
Tabla 16. Valores de radiación (W/m²) por hora en los distintos meses del año	59
Tabla 17. Demanda-producción día laboral Enero Nave 1	64
Tabla 18. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 1	65
Tabla 19. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 1	66
Tabla 20. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 1	67
Tabla 21. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 1	68
Tabla 22. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 1	69
Tabla 23. Demanda-producción día laboral Abril Nave 1	70
Tabla 24. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 1	71
Tabla 25. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 1	72
Tabla 26. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 1	73
Tabla 27. Demanda-producción día laboral Junio Nave 1	74
Tabla 28. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 1	75
Tabla 29. Demanda-producción día laboral Julio Nave 1	76
Tabla 30. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 1	77

Tabla 31. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 1.	78
Tabla 32. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 1.	79
Tabla 33. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 1.	80
Tabla 34. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 1.	81
Tabla 35. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 1.	82
Tabla 36. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 1.	83
Tabla 37. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 1.	84
Tabla 38. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 1.	85
Tabla 39. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 1.	86
Tabla 40. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 1.	87
Tabla 41. Estudio económico.	107
Tabla 42. Consumos instantáneos para día laboral Enero Nave 2.	129
Tabla 43. Consumos instantáneos para día laboral Febrero Nave 2.	130
Tabla 44. Consumos instantáneos para día laboral Marzo Nave 2.	131
Tabla 45. Consumos instantáneos para día laboral Abril Nave 2.	132
Tabla 46. Consumos instantáneos para día laboral Mayo Nave 2.	133
Tabla 47. Consumos instantáneos para día laboral Junio Nave 2.	134
Tabla 48. Consumos instantáneos para día laboral Julio Nave 2.	135
Tabla 49. Consumos instantáneos para día laboral Agosto Nave 2.	136
Tabla 50. Consumos instantáneos para día laboral Septiembre Nave 2.	137
Tabla 51. Consumos instantáneos para día laboral Octubre Nave 2.	138
Tabla 52. Consumos instantáneos para día laboral Noviembre Nave 2.	139
Tabla 53. Consumos instantáneos para día laboral Diciembre Nave 2.	140
Tabla 54. Demanda-producción día laboral Enero Nave 2.	141
Tabla 55. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 2.	142
Tabla 56. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 2.	143
Tabla 57. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 2.	144
Tabla 58. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 2.	145
Tabla 59. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 2.	146
Tabla 60. Demanda-producción día laboral Abril Nave 2.	147
Tabla 61. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 2.	148
Tabla 62. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 2.	149
Tabla 63. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 2.	150
Tabla 64. Demanda-producción día laboral Junio Nave 2.	151
Tabla 65. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 2.	152
Tabla 66. Demanda-producción día laboral Julio Nave 2.	153
Tabla 67. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 2.	154
Tabla 68. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 2.	155
Tabla 69. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 2.	156
Tabla 70. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 2.	157
Tabla 71. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 2.	158
Tabla 72. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 2.	159
Tabla 73. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 2.	160
Tabla 74. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 2.	161
Tabla 75. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 2.	162
Tabla 76. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 2.	163
Tabla 77. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 2.	164

GRÁFICAS

Gráfica 1. Consumos de las dos naves.....	24
Gráfica 2. Curva demanda diaria día laboral Enero Nave 1.....	28
Gráfica 3. Curva demanda diaria día laboral Febrero Nave 1.....	30
Gráfica 4. Curva demanda diaria día laboral Marzo Nave 1.....	32
Gráfica 5. Curva demanda diaria día laboral Abril Nave 1.....	34
Gráfica 6. Curva demanda diaria día laboral Mayo Nave 1.....	36
Gráfica 7. Curva demanda diaria día laboral Junio Nave 1.....	38
Gráfica 8. Curva demanda diaria día laboral Julio Nave 1.....	40
Gráfica 9. Curva demanda diaria día laboral Agosto Nave 1.....	42
Gráfica 10. Curva demanda diaria día laboral Septiembre Nave 1.....	44
Gráfica 11. Curva demanda diaria día laboral Octubre Nave 1.....	46
Gráfica 12. Curva demanda diaria día laboral Noviembre Nave 1.....	48
Gráfica 13. Curva demanda diaria día laboral Diciembre Nave 1.....	50
Gráfica 14. Curva demanda diaria día NO laboral Nave 1.....	51
Gráfica 15. Curva demanda diaria día laboral Enero Nave 2.....	52
Gráfica 16. Curva demanda diaria día laboral Febrero Nave 2.....	52
Gráfica 17. Curva demanda diaria día laboral Marzo Nave 2.....	53
Gráfica 18. Curva demanda diaria día laboral Abril Nave 2.....	53
Gráfica 19. Curva demanda diaria día laboral Mayo Nave 2.....	54
Gráfica 20. Curva demanda diaria día laboral Junio Nave 2.....	54
Gráfica 21. Curva demanda diaria día laboral Julio Nave 2.....	55
Gráfica 22. Curva demanda diaria día laboral Agosto Nave 2.....	55
Gráfica 23. Curva demanda diaria día laboral Septiembre Nave 2.....	56
Gráfica 24. Curva demanda diaria día laboral Octubre Nave 2.....	56
Gráfica 25. Curva demanda diaria día laboral Noviembre Nave 2.....	57
Gráfica 26. Curva demanda diaria día laboral Diciembre Nave 2.....	57
Gráfica 27. Curva demanda diaria día NO laboral Nave 2.....	58
Gráfica 28. Radiación diaria en los distintos meses del año.....	62
Gráfica 29. Demanda-producción día laboral Enero Nave 1.....	66
Gráfica 30. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 1.....	67
Gráfica 31. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 1.....	68
Gráfica 32. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 1.....	69
Gráfica 33. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 1.....	70
Gráfica 34. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 1.....	71
Gráfica 35. Demanda-producción día laboral Abril Nave 1.....	72
Gráfica 36. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 1.....	73
Gráfica 37. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 1.....	74
Gráfica 38. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 1.....	75
Gráfica 39. Demanda-producción día laboral Junio Nave 1.....	76
Gráfica 40. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 1.....	77
Gráfica 41. Demanda-producción día laboral Julio Nave 1.....	78
Gráfica 42. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 1.....	79
Gráfica 43. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 1.....	80
Gráfica 44. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 1.....	81
Gráfica 45. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 1.....	82
Gráfica 46. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 1.....	83
Gráfica 47. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 1.....	84
Gráfica 48. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 1.....	85
Gráfica 49. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 1.....	86



Gráfica 50. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 1.	87
Gráfica 51. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 1.	88
Gráfica 52. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 1.	89
Gráfica 53. Demanda-producción día laboral Enero Nave 2.	91
Gráfica 54. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 2.	91
Gráfica 55. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 2.	92
Gráfica 56. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 2.	92
Gráfica 57. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 2.	93
Gráfica 58. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 2.	93
Gráfica 59. Demanda-producción día laboral Abril Nave 2.	94
Gráfica 60. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 2.	94
Gráfica 61. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 2.	95
Gráfica 62. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 2.	95
Gráfica 63. Demanda-producción día laboral Junio Nave 2.	96
Gráfica 64. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 2.	96
Gráfica 65. Demanda-producción día laboral Julio Nave 2.	97
Gráfica 66. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 2.	97
Gráfica 67. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 2.	98
Gráfica 68. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 2.	98
Gráfica 69. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 2.	99
Gráfica 70. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 2.	99
Gráfica 71. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 2.	100
Gráfica 72. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 2.	100
Gráfica 73. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 2.	101
Gráfica 74. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 2.	101
Gráfica 75. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 2.	102
Gráfica 76. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 2.	102



MEMORIA

1. Objeto

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado es el diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo situada en Enguera (Valencia). Dicha instalación sirve para cubrir la demanda energética de dos naves industriales, una de ellas en la que se realizan actividades de carpintería metálica y la otra dedicada a la cristalería. Ambas naves dispondrán de instalaciones fotovoltaicas separadas, pero se detallan en el mismo proyecto ya que son del mismo propietario.

A través del estudio de las necesidades energéticas de las naves se estudia el dimensionamiento necesario para la instalación. Tratando de buscar la mejor solución en función de la disponibilidad de cubiertas, orientaciones e inclinaciones. La solución adoptada ha sido la de aprovechar la inclinación propia de la cubierta suroeste de cada nave.

Para la nave de cristalería se coloca una potencia de 9,1 kW en placas, lo que supone un total de 20 placas de 455 Wp. Mientras que para la nave donde se realizan tareas de carpintería metálica, y, que tiene mayor consumo energético, se colocan 14,56 kW de potencia en placas, instalando un total de 32 placas distribuidas en dos líneas en paralelo. Se realizan los cálculos para las secciones del cableado y de las protecciones necesarias.

Se incluye el presupuesto para toda la instalación, que incluye las placas situadas sobre las dos naves y demás elementos detallados y mano de obra necesaria. Se lleva a cabo un estudio económico de tiempo de recuperación de la inversión con la obtención de ayudas y sin estas. Obteniendo un plazo de recuperación de la inversión sin ayudas de 5 años y con el incentivo de la concesión de la ayuda de un periodo de recuperación que oscila entre 3 años e incluso la financiación completa, dependiendo de la cuantía de la ayuda.

Además, se obtiene el valor de las emisiones de CO_2 que se arrojará a la atmósfera por la instalación fotovoltaica que se va a construir y se compara con otras formas de obtención de energía, que evidencian la gran ayuda al medioambiente que supone esta instalación.

2. Antecedentes

La energía solar fotovoltaica es aquella que transforma de manera directa la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico o fotoeléctrico. Es una fuente de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en distintos tipos de instalaciones, desde pequeñas instalaciones para autoconsumo hasta grandes plantas fotovoltaicas. Además, este tipo de energía renovable es más barata que las energías convencionales, ya que están reduciendo drásticamente sus costes y se están volviendo muy competitivas.

La conversión de la energía solar en energía eléctrica de forma directa se produce como consecuencia del nombrado anteriormente efecto fotoeléctrico o fotovoltaico. Este efecto se produce al incidir la radiación solar sobre las células fotoeléctricas, produciéndose una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica.

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son variadas, separándose en dos tipos de plantas fotovoltaicas: las que están conectadas a la red y las que no. Dentro de las que están conectadas hay dos grupos:

- Centrales fotovoltaicas: grandes cantidades de paneles fotovoltaicos instalados con la finalidad de que toda su energía producida se vierta a la red eléctrica.
- Autoconsumo: parte de la electricidad generada es consumida por el productor y el resto se vierte a la red. A la vez que el productor toma de la red la energía necesaria en caso de que las placas no generen toda la energía demandada.

Por otra parte, están las instalaciones no conectadas a la red o instalaciones aisladas. Estas no cuentan con conexión a la red de distribución eléctrica y el consumidor se autoabastece completamente la energía. Se suelen emplear en lugares remotos donde es casi inviable que llegue la red, o incluso en algunos usos de telecomunicaciones o sistemas de bombeo.

2.1 Autoconsumo

El autoconsumo fotovoltaico es una forma de producir tu propia energía eléctrica. Hoy en día, aprovechar la energía solar es una opción en auge, ya que se contribuye a una sociedad más sostenible luchando contra el cambio climático. La idea de producir la energía que se consume en un mismo lugar es una idea muy en boga. Además, los avances tecnológicos, la bajada de precios de los elementos necesarios para las instalaciones y la ayuda a la hora de los trámites burocráticos, también han sido las principales causas del boom del autoconsumo.

Existen dos tipos de modos de autoconsumo, estos dependen del destino final que se le dé a la energía excedente que se produzca en la instalación.

- Autoconsumo sin excedentes. Se trata de instalaciones en las que se dispone de un sistema antivertido que impide que la energía sobrante vaya a la red.

- Autoconsumo con excedentes. Son aquellas instalaciones en las que la energía sobrante que se produce es inyectada a la red. Dentro de este grupo existen dos tipos:
 - Con excedentes acogidas a compensación. Se trata de instalaciones que pueden ceder a la red la energía que no se autoconsumo instantáneamente de manera, que al final del periodo de facturación, el consumidor obtendrá una compensación en la factura eléctrica de consumo equivalente al valor de dicha energía no autoconsumida.

En estas instalaciones los dos interventores (consumidor y distribuidor) deben adherirse voluntariamente a un acuerdo.

Esta modalidad presenta una serie de limitaciones establecidas en el artículo 3j del RD 244/2019 que establecen que:

- La generación eléctrica sea a partir de fuentes renovables.
 - La potencia de la instalación de producción sea igual o inferior a 100 kW.
 - La instalación no tenga otorgado un régimen retributivo adicional específico.
 - Se haya firmado un contrato de compensación de excedentes entre productor y consumidor.
 - Si se ha suscrito un contrato de suministro para los servicios auxiliares, ese contrato debe ser único para el consumo y para los servicios auxiliares con una empresa comercializadora.
- Con excedentes no acogidos a compensación. En este caso, son instalaciones que pueden ceder a la red la energía que no se autoconsumo instantáneamente de manera que esa energía se vende en el mercado eléctrico como haría cualquier otro productor de renovables.

En estas instalaciones existen dos sujetos, (consumidor y productor), y será este último quien venda los excedentes recibiendo el importe de la venta.

2.2 Componentes de una instalación de autoconsumo

2.2.1 Placas o módulos fotovoltaicos

Son los encargados de generar la energía eléctrica a partir de la radiación solar que incide sobre ellos. Están formados por células solares que pueden ser fabricadas en tres tipos de tecnología: monocristalina, policristalina o amorfa.

El funcionamiento de los paneles viene dado por su curva I-V, que es proporcionada por el fabricante. En ella se recogen todos los posibles puntos de funcionamiento del panel.

Su medición se realiza en unas condiciones estándar, con una radiación de 1000 W/m^2 y 25°C de temperatura, aunque también se dispone de las curvas con radiaciones diferentes.

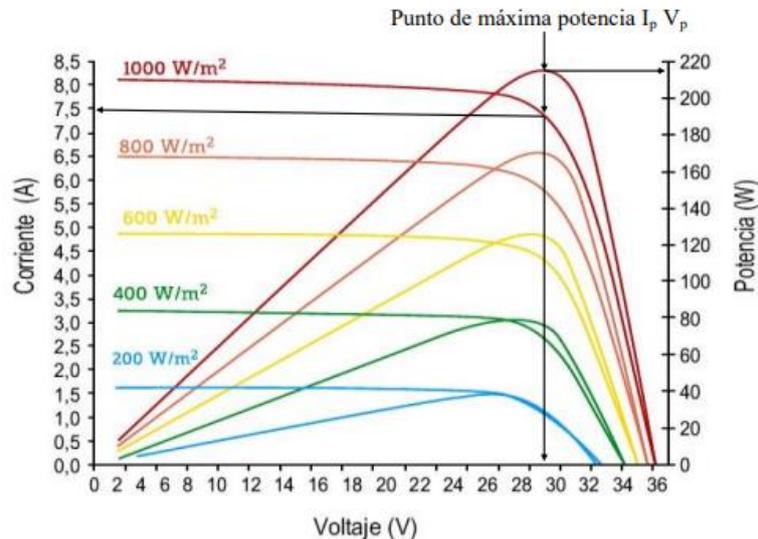


Ilustración 1. Curva I-V de un panel fotovoltaico.

2.2.2 Inversor

El inversor en una instalación solar fotovoltaica es el encargado de convertir la energía producida por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna. Esta se utiliza directamente en los receptores o bien, se vierte a la red eléctrica.

En el caso de conexión a red, es muy importante ya que además de realizar la conversión de continua a alterna, el inversor también realiza la tarea de sincronizar la onda eléctrica generada con la de la corriente eléctrica de la red.

Existen varios tipos de inversores utilizados en la conexión a red:

- Microinversor. Se trata de inversores de pequeña potencia. Se conectan a una sola placa, por lo que la transformación de corriente continua en alterna se realiza individualmente.
- Inversores string. En las instalaciones que utilizan este tipo de inversores, cada uno de ellos va conectado a una línea de placas fotovoltaicas. Este tipo de inversor es el más utilizado en el mercado, utilizándose en instalaciones en las que no existen sombras.
- Optimizadores de potencia. Este tipo de inversor logra combinar los beneficios de los dos anteriores. Permite ajustar la curva de producción de cada panel mientras que el inversor recoge esta energía de cada panel.

2.2.3 Estructura de soporte

La estructura para los paneles solares es uno de los componentes que forman parte de una instalación fotovoltaica. Son elementos de gran importancia ya que además de la función de sostener y fijar la instalación para que se mantenga estable, tienen también la de proporcionar a los paneles la inclinación y orientación exactos para que reciban la mayor radiación solar y se obtenga el mayor rendimiento posible.

En el caso del proyecto que nos atañe tan solo será necesario los elementos de sujeción, ya que se aprovechará la inclinación propia de la cubierta.

2.2.4 Cableado

El cableado de la instalación se ha calculado siguiendo todos los criterios del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Además de tener en cuenta el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, que establece los siguientes puntos.

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.
- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
- El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

En esta instalación existen dos tipos diferentes de cableado, uno de ellos es el que va desde el panel fotovoltaico hasta la entrada del inversor, este es cableado de continua. Y, por otro lado, está el cableado de alterna, que va desde la salida del inversor hasta la entrada a la red de distribución.

2.2.5 Protecciones

En lo que respecta a las instalaciones también cabe diferenciar en las protecciones de continua y alterna. Las protecciones siguen el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red del IDAE. Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.

- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.

En la parte de corriente continua se pondrán protecciones frente a sobreintensidades y sobretensiones transitorias. Y en las protecciones del lado de corriente alterna, deberá tener un diferencial y un interruptor automático.

2.2.6 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. En lo establecido en la ITC-BT-18 de Instalaciones de Puesta a Tierra del REBT, se establece la necesidad de poner la puesta a tierra.

En Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a la Red del IDAE se contempla:

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

3. Normativa

La instalación cumplirá con la siguiente normativa:

- UNE157001/2014. Elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Real Decreto 842/2002. Reglamento electrotécnico de baja tensión.
 - ✓ ITC-BT-01. TERMINOLOGÍA.
 - ✓ ITC-BT-02. NORMAS DE REFERENCIA EN EL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN.
 - ✓ ITC-BT-03. EMPRESAS INSTALADORAS EN BAJA TENSIÓN.

- ✓ ITC-BT-04. DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES.
 - ✓ ITC-BT-05. VERIFICACIONES E INSPECCIONES.
 - ✓ ITC-BT-10. PREVISIÓN DE CARGAS PARA SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN.
 - ✓ ITC-BT-12. INSTALACIONES DE ENLACE. ESQUEMAS.
 - ✓ ITC-BT-13. INSTALACIONES DE ENLACE. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.
 - ✓ ITC-BT-14. INSTALACIONES DE ENLACE. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN
 - ✓ ITC-BT-15. INSTALACIONES DE ENLACE. DERIVACIONES INDIVIDUALES.
 - ✓ ITC-BT-16. INSTALACIONES DE ENLACE. CONTADORES: UBICACIÓN Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN.
 - ✓ ITC-BT-17. INSTALACIONES DE ENLACE. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA.
 - ✓ ITC-BT-18. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.
 - ✓ ITC-BT-19. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES.
 - ✓ ITC-BT-20. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.
 - ✓ ITC-BT-21. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. TUBOS Y CANALES PROTECTORAS.
 - ✓ ITC-BT-22. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.
 - ✓ ITC-BT-23. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.
 - ✓ ITC-BT-19. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.
 - ✓ ITC-BT-40. INSTALACIONES GENRADORAS DE BAJA TENSIÓN.
-
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
 - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
 - 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 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
 - DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.
 - Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la protección frente al riesgo eléctrico.
- 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.

4. Descripción de la instalación

4.1 Justificación del proyecto

El propósito de la realización de este proyecto de implantar una instalación fotovoltaica de autoconsumo tiene varias justificaciones. Entre ellas se destacan las siguientes:

- Ahorro económico. A largo plazo, aunque el coste inicial sea elevado, una instalación de este tipo permite la generación de energía sin tener que depender de una manera tan directa de la red eléctrica y sus variaciones en el coste de la luz.
- Imagen social. Una instalación fotovoltaica en una empresa da imagen de responsabilidad social de cara al cliente. Por lo que esto puede influir positivamente en las elecciones que el cliente tenga que realizar.
- Ayudas económicas. Las ayudas públicas que se obtienen para poder realizar instalaciones fotovoltaicas suponen un incentivo a la hora de tomar la decisión. Esto supone poder reducir la inversión inicial y aumentar la rentabilidad.
- Sostenibilidad ambiental. La energía solar es una fuente renovable por lo que con su instalación se contribuye a la protección del medioambiente, ya que se produce una bajada en la emisión de contaminantes generados por los combustibles fósiles.

4.2 Emplazamiento

La empresa en la que se va a llevar a cabo la instalación se encuentra en el Polígono Industrial “El Vapor” situado en la localidad de Enguera, provincia de Valencia. La empresa cuenta con dos naves en una de ellas se realizan tareas de carpintería metálica y en la otra se llevan a cabo labores de cristalería.



Ilustración 2. Vista aérea de Enguera (Google Earth).



Ilustración 3. Vista aérea del Polígono Industrial "El Vapor" (Google Earth).

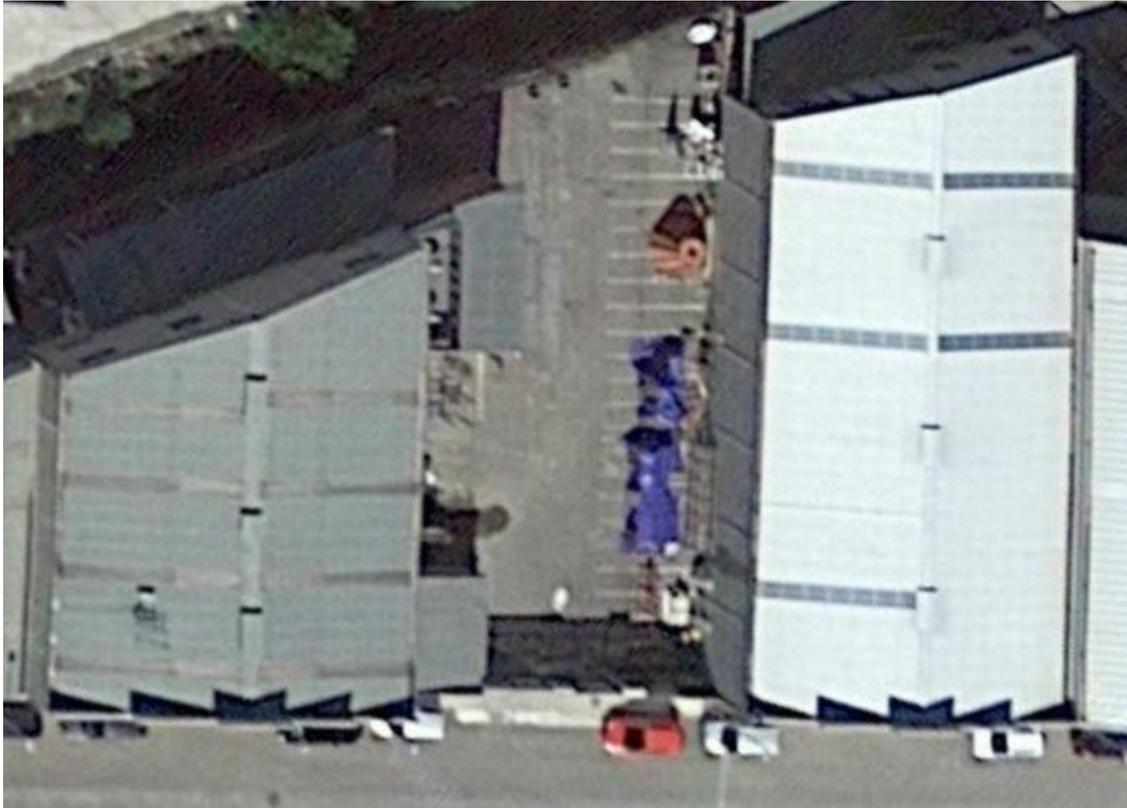


Ilustración 4. Vista aérea de las dos naves.

Cómo podemos observar en la imagen anterior, la empresa posee las dos naves, además, del solar que se encuentra en medio. La nave de menor tamaño es la utilizada para las tareas de carpintería metálica, mientras que la otra nave es utilizada para las labores de cristalería. A la hora de la instalación de las placas, cada nave dispondrá en la cubierta de la instalación propia. Los módulos fotovoltaicos se colocarán en las cubiertas que poseen dirección al suroeste, que coinciden con la parte izquierda de la anterior fotografía.

4.3 Descripción del local

Como se ha explicado con anterioridad la nave de mayor tamaño es la que alberga la cristalería. Tiene un total de once máquinas que se van a detallar a continuación. Además, de que aquí se encuentra una pequeña oficina.

- Fresadora
- Soldadora
- Copiadora (x3)
- Retesteadora
- Tronzadora
- Pulmón (x2)
- Canteadora
- Mesa de corte

Por el otro lado, está la nave en la que se realizan tareas de carpintería metálica. En esta hay un total de unas trece máquinas, que se nombran a continuación:

- Plegadora
- Cizalla de corte
- Retesteadora
- Soldadores (x2)
- Curvadora
- Sierra de cinta
- Taladro
- Tronzadora (x2)
- Copiadora (x2)
- Grúa giratoria

En ambas naves se realizan trabajos durante toda la semana, a excepción de los sábados y domingo. Los días festivos la empresa permanece cerrada. Además, las vacaciones estivales suelen ser la segunda quincena de agosto.

4.4 Espacio disponible. Disposición de los paneles.

El estudio del espacio que se dispone para poner los paneles solares es de gran importancia, ya que de factores como la orientación de los paneles dependerá el mayor rendimiento de la instalación.

La nave de mayor tamaño, dedicada a la cristalería, tiene una cubierta de aproximadamente de $660 m^2$, en el presente documento se hará referencia a ella como Nave 1. Mientras que la otra presenta una cubierta de unos $440 m^2$, se hará referencia como Nave 2. Las cubiertas de las dos naves están hechas a dos aguas, una de las partes está orientada en dirección suroeste y la otra, noreste.

Aunque para las instalaciones de autoconsumo la orientación óptima sea hacia el sur, debido a que es la que mayor radiación solar recibe a lo largo del día y, por lo tanto, la que mayor producción obtiene. En el caso de nuestro proyecto se decide aprovechar las direcciones en las que se encuentran las cubiertas de las naves. Más en concreto, las placas se instalan hacia el suroeste, ya que es mejor opción que orientarlas hacia el noreste. Esta decisión es tomada para evitar el mayor número de pérdidas posible.

La inclinación de los paneles depende de la latitud en la que se encuentre la instalación. La inclinación óptima para la ubicación concreta es de unos 30° . Pero en el caso de las cubiertas disponibles presentan una orientación de 12° , por lo que se instalan en la propia inclinación del tejado, teniendo en cuenta que las pérdidas por inclinación no serán muy grandes. Además, de esta manera, se evita tener que poner estructuras inclinadas en la cubierta, ya que condicionaría mucho el espacio debido a las sombras y aumentarían el coste.

La disposición de los paneles en la cubierta de los edificios se encuentra plasmada gráficamente en los planos 2 y 3.

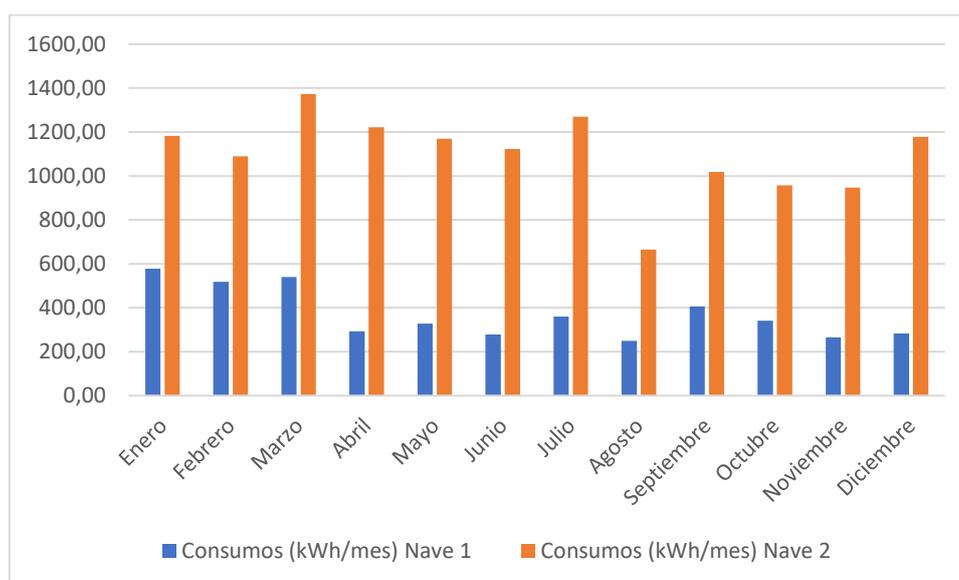
5. Estudio de la demanda

Para poder estudiar la demanda energética de las dos naves, la empresa nos proporcionó las facturas del último año de las que se han extraído los consumos de cada mes. Cada una de las naves tiene sus propias facturas y, por lo tanto, sus propios consumos.

	Consumos (kWh/mes)	
	Nave 1	Nave 2
Enero	577,23	1182,49
Febrero	518,16	1089,50
Marzo	540,84	1372,37
Abril	292,58	1222,04
Mayo	328,22	1168,96
Junio	278,97	1123,42
Julio	359,72	1268,98
Agosto	249,31	664,54
Septiembre	405,84	1017,91
Octubre	341,46	957,82
Noviembre	265,86	947,04
Diciembre	282,73	1177,61

Tabla 1. Consumos de las dos naves.

Como se puede observar en la anterior tabla, la nave 2 presenta unos mayores consumos con respecto a la nave 1. Esto se debe principalmente a que tiene alguna de sus máquinas con gran potencia.



Gráfica 1. Consumos de las dos naves.

Se ha procedido a realizar un estudio aproximado del consumo diario en días laborales de todos los meses del año. Esto se ha podido realizar sabiendo las potencias de cada máquina de los talleres y realizando un estudio aproximado de lo que se suele utilizar cada máquina en un día de trabajo. Se tiene en cuenta que el horario de trabajo es de 8:00 a 14:00 y de 15:00 a 19:00, y, por otra parte, la oficina está abierta de 9:00 a 13:00. El estudio se ha realizado para las dos naves individualmente, ya que las dos tienen sus propias líneas de alimentación y cuadros eléctricos.

A continuación, se mostrará la relación de las potencias de las maquinarias que componen ambos talleres.

NAVE 1 (CRISTALERÍA)	
MAQUINARIA	POTENCIA (W)
Fresadora	800
Soldador	350
Copiadora (x3)	1200
Retesteadora	2500
Tronzadora	1250
Pulmón	1000
Canteadora	1200
Mesa de corte	8500
Ordenador (x2)	400
Impresora	150
Luminarias	1350

Tabla 2. Relación maquinaria-potencia Nave 1.

NAVE 2 CARPINTERÍA METÁLICA	
MAQUINARIA	POTENCIA (W)
Plegadora	9500
Cizalla de corte	8500
Retesteadora	1940
Soldador (x2)	740
Curvadora	1250
Sierra de cinta	2000
Taladro	800
Tronzadora (x2)	2000
Copiadora (x2)	1500
Grúa giratoria	1200
Luminarias	1500

Tabla 3. Relación maquinaria-potencia Nave 2.

Se han realizado unas tablas de consumo estimadas de los consumos diarios de cada mes. En ellas se puede observar los consumos instantáneos de cada máquina en un día de trabajo de cada mes y en un día de fin de semana o en el que la nave está cerrada. Para cada mes los consumos serán distintos, ya que en ellos no tendrán los mismos días de trabajo.

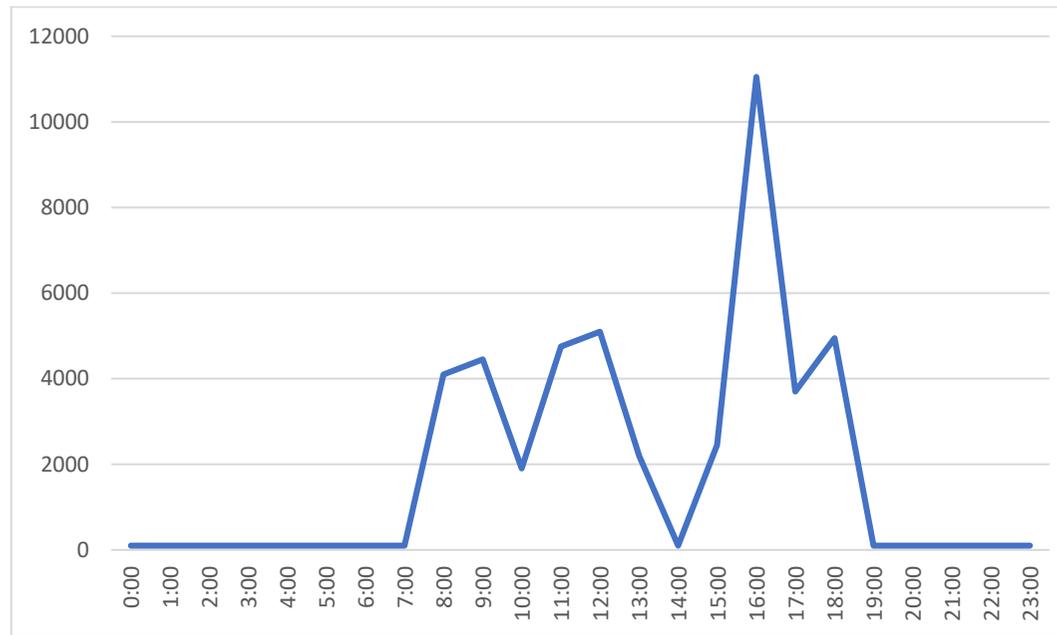
Para los días en los que no se trabaja en la nave 1 se va a considerar un consumo por cada hora de 100 Wh, mientras que en la nave 2 de 150 Wh, este valor se utiliza para todo el año, por lo que tan solo se mostrará una gráfica tipo para día festivo. Además, la estimación de consumo resulta difícil de ajustar, debido a que existen alguna de las máquinas cuya potencia es muy elevada, estas se suelen utilizar mucho menos tiempo con respecto a las demás. Para empezar, se muestran los consumos de un día de trabajo mes por mes y de un día no laboral para la nave 1.

NAVE 1. CONSUMOS INSTANTÁNEOS MES A MES.

ENERO

		Día laboral Enero																							
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	4100	4450	1900	4750	5100	2200	100	2450	11050	3700	4950	100	100	100	100

Tabla 4. Consumos instantáneos para día laboral Enero Nave 1.

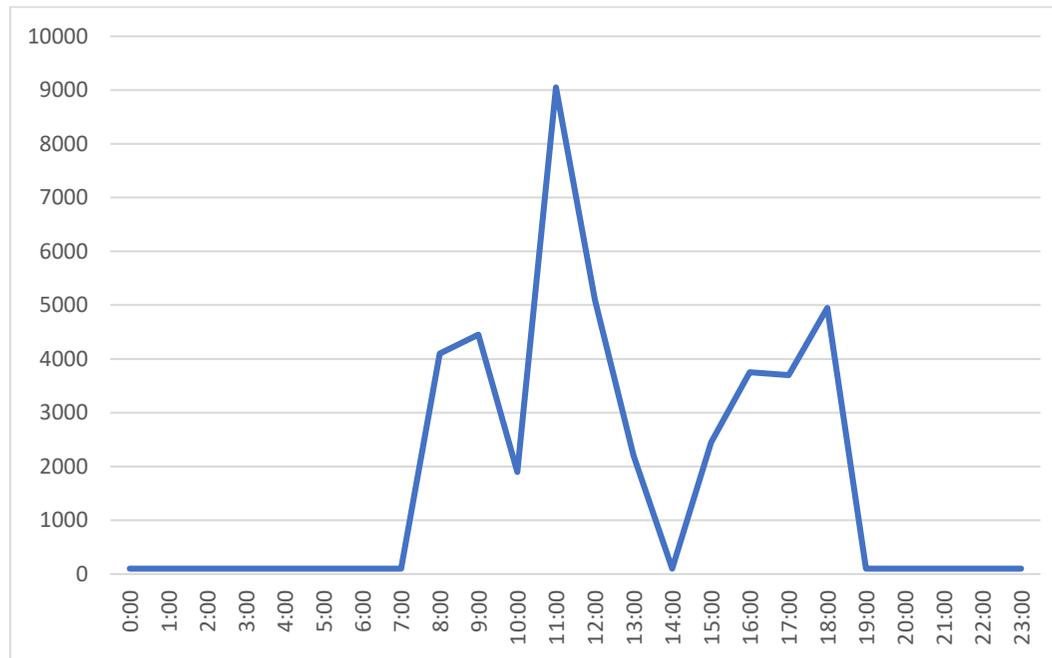


Gráfica 2. Curva demanda diaria día laboral Enero Nave 1.

FEBRERO

Día laboral Febrero																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	4100	4450	1900	9050	5100	2200	100	2450	3750	3700	4950	100	100	100	100	100							

Tabla 5. Consumos instantáneos para día laboral Febrero Nave 1.

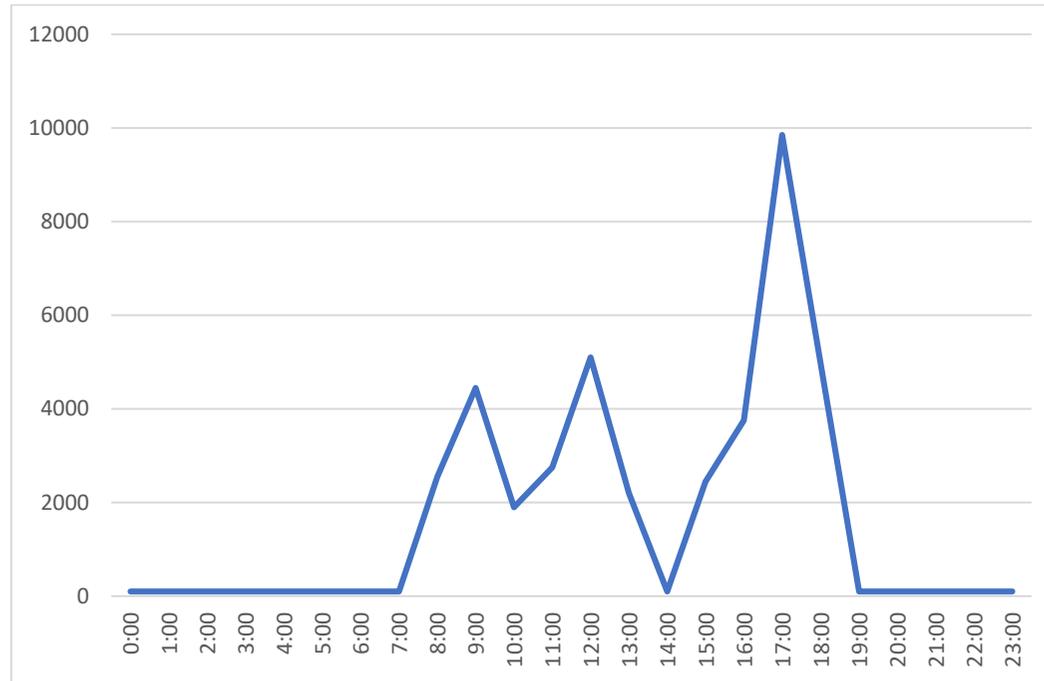


Gráfica 3. Curva demanda diaria día laboral Febrero Nave 1.

MARZO

Día laboral Marzo																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	2550	4450	1900	2750	5100	2200	100	2450	3750	9850	4950	100	100	100	100	100							

Tabla 6. Consumos instantáneos para día laboral Marzo Nave 1.

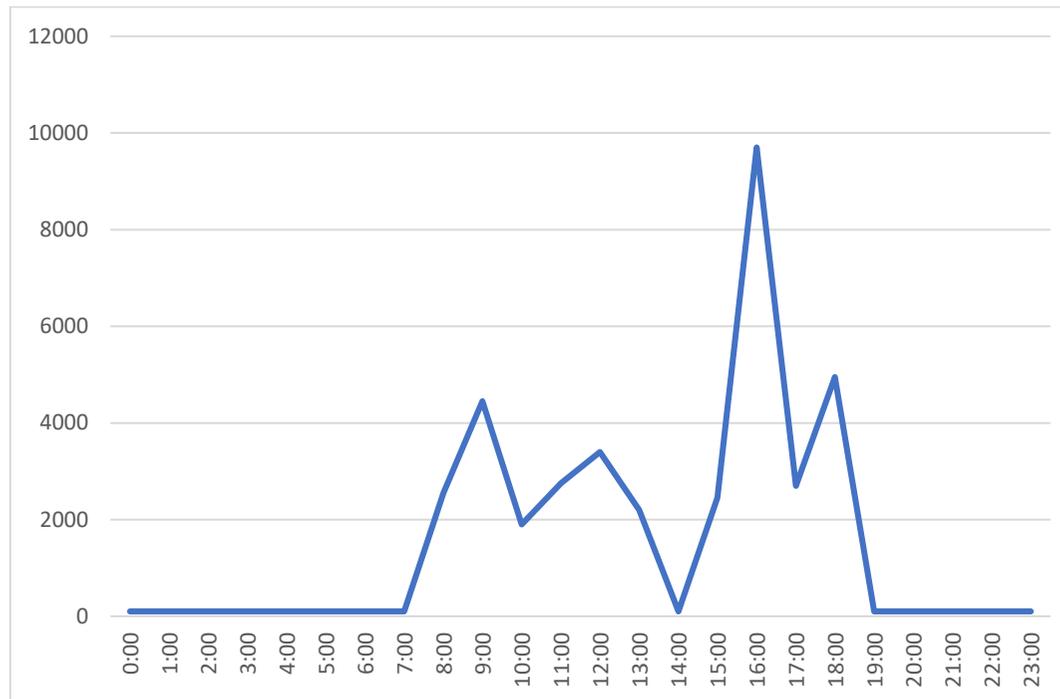


Gráfica 4. Curva demanda diaria día laboral Marzo Nave 1.

ABRIL

Día laboral Abril																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	2550	4450	1900	2750	3400	2200	100	2450	9700	2700	4950	100	100	100	100	100							

Tabla 7. Consumos instantáneos para día laboral Abril Nave 1.

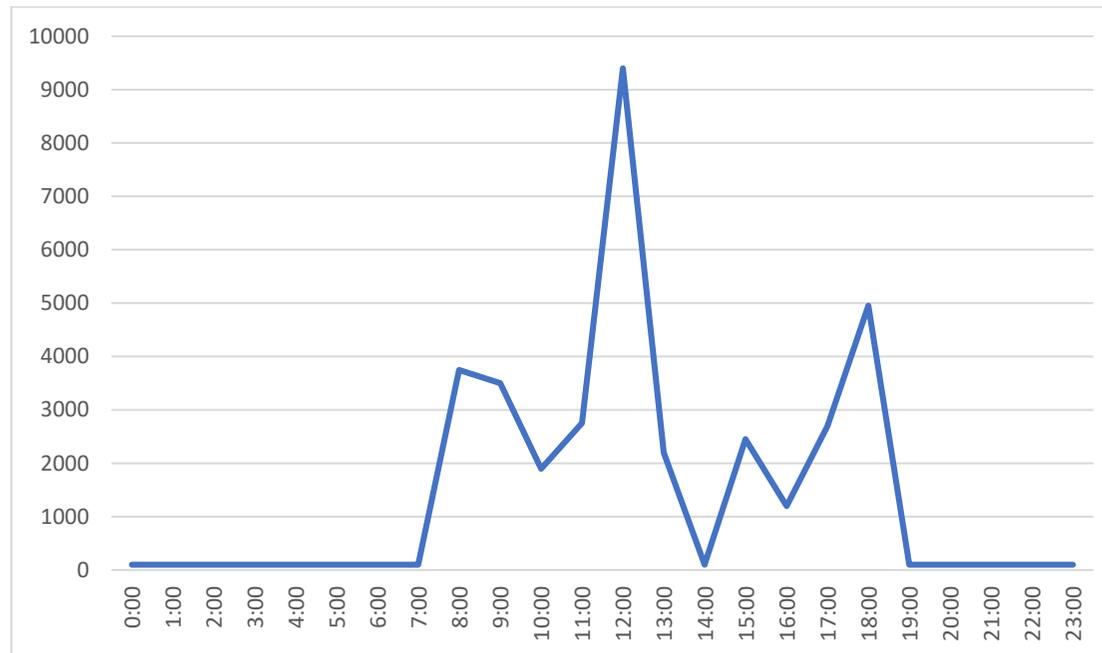


Gráfica 5. Curva demanda diaria día laboral Abril Nave 1.

MAYO

Día laboral Mayo																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	3500	1900	2750	9400	2200	100	2450	1200	2700	4950	100	100	100	100	100							

Tabla 8. Consumos instantáneos para día laboral Mayo Nave 1.

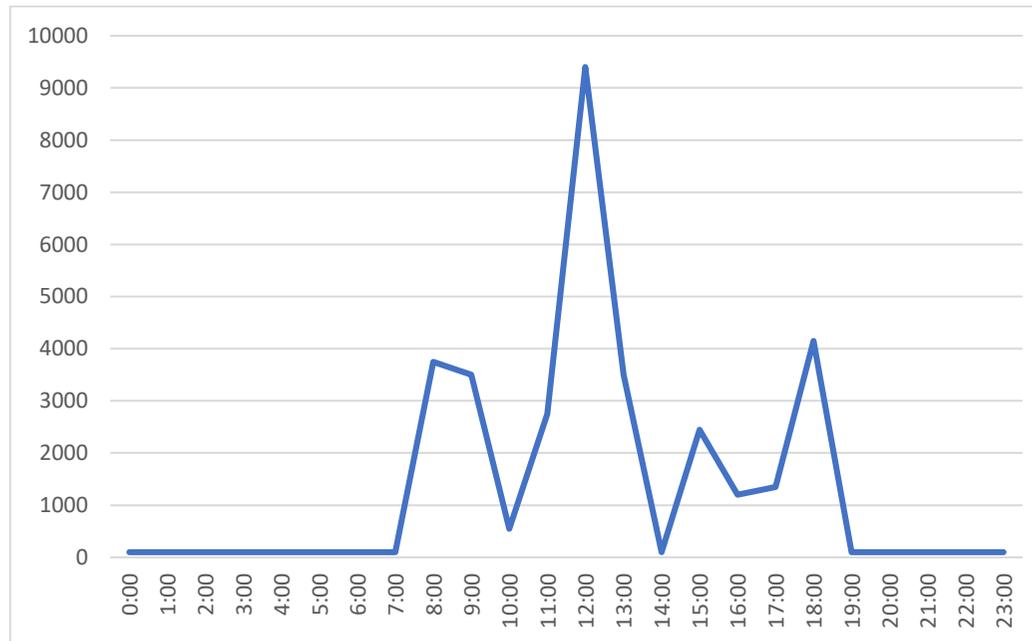


Gráfica 6. Curva demanda diaria día laboral Mayo Nave 1.

JUNIO

Día laboral Junio																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	3500	550	2750	9400	3500	100	2450	1200	1350	4150	100	100	100	100	100							

Tabla 9. Consumos instantáneos para día laboral Junio Nave 1.

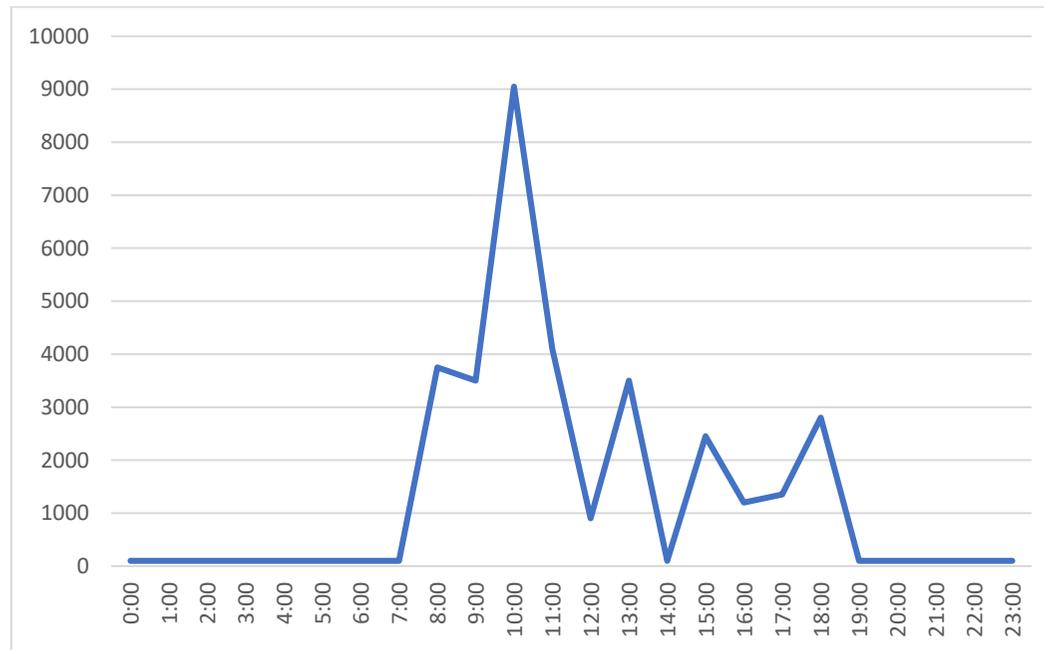


Gráfica 7. Curva demanda diaria día laboral Junio Nave 1

JULIO

Día laboral Julio																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	100	100	100	100	100	100	100	3750	3500	9050	4100	900	3500	100	2450	1200	1350	2800	100	100	100	100	100

Tabla 10. Consumos instantáneos para día laboral Julio Nave 1.

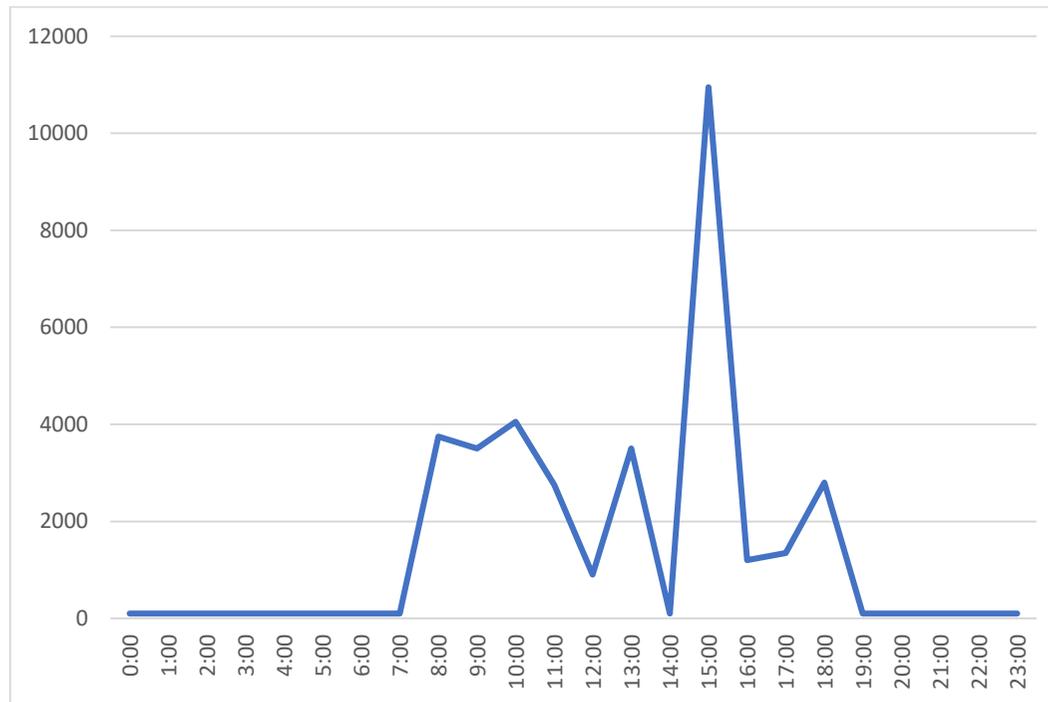


Gráfica 8. Curva demanda diaria día laboral Julio Nave 1.

AGOSTO

Día laboral Agosto																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	3500	4050	2750	900	3500	100	10950	1200	1350	2800	100	100	100	100	100							

Tabla 11. Consumos instantáneos para día laboral Agosto Nave 1.

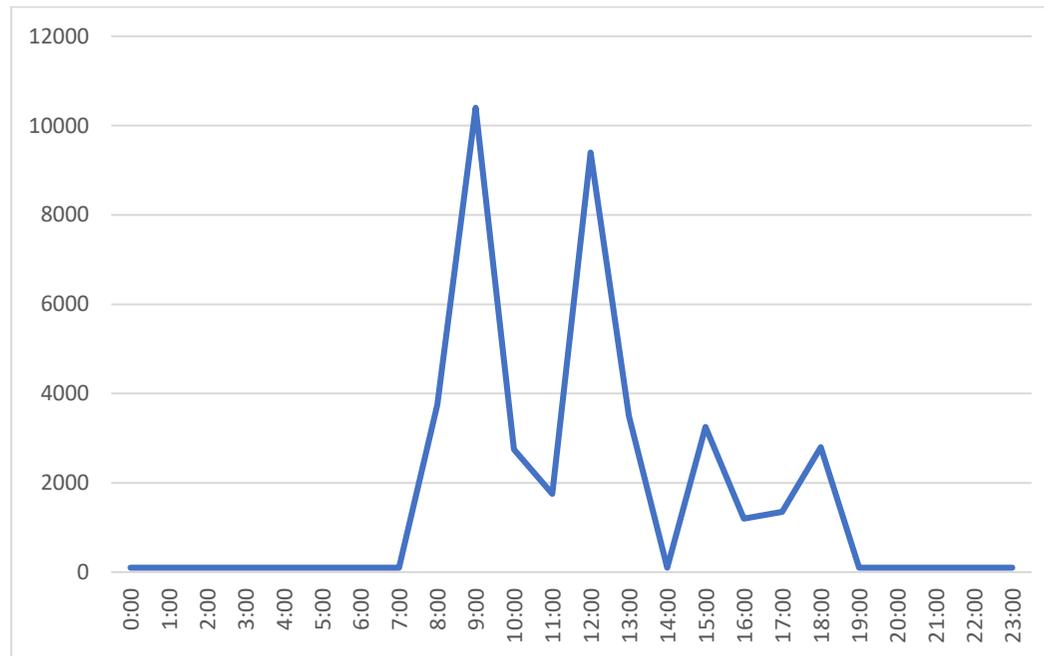


Gráfica 9. Curva demanda diaria día laboral Agosto Nave 1.

SEPTIEMBRE

Día laboral Septiembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	10400	2750	1750	9400	3500	100	3250	1200	1350	2800	100	100	100	100	100							

Tabla 12. Consumos instantáneos para día laboral Septiembre Nave 1.

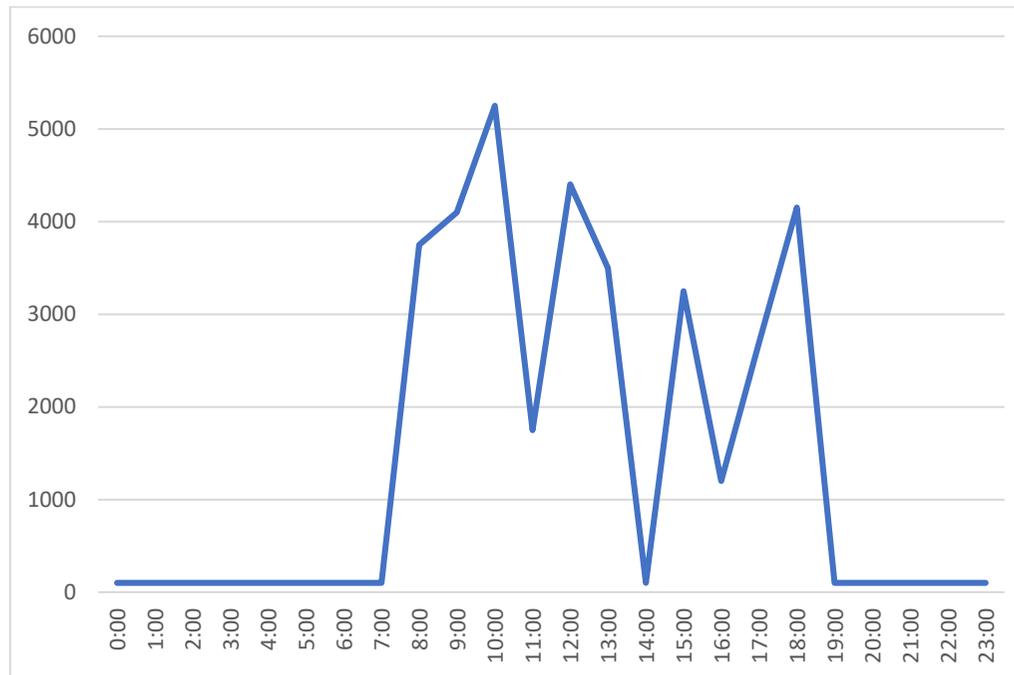


Gráfica 10. Curva demanda diaria día laboral Septiembre Nave 1.

OCTUBRE

Día laboral Octubre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	4100	5250	1750	4400	3500	100	3250	1200	2700	4150	100	100	100	100	100							

Tabla 13. Consumos instantáneos para día laboral Octubre Nave 1.

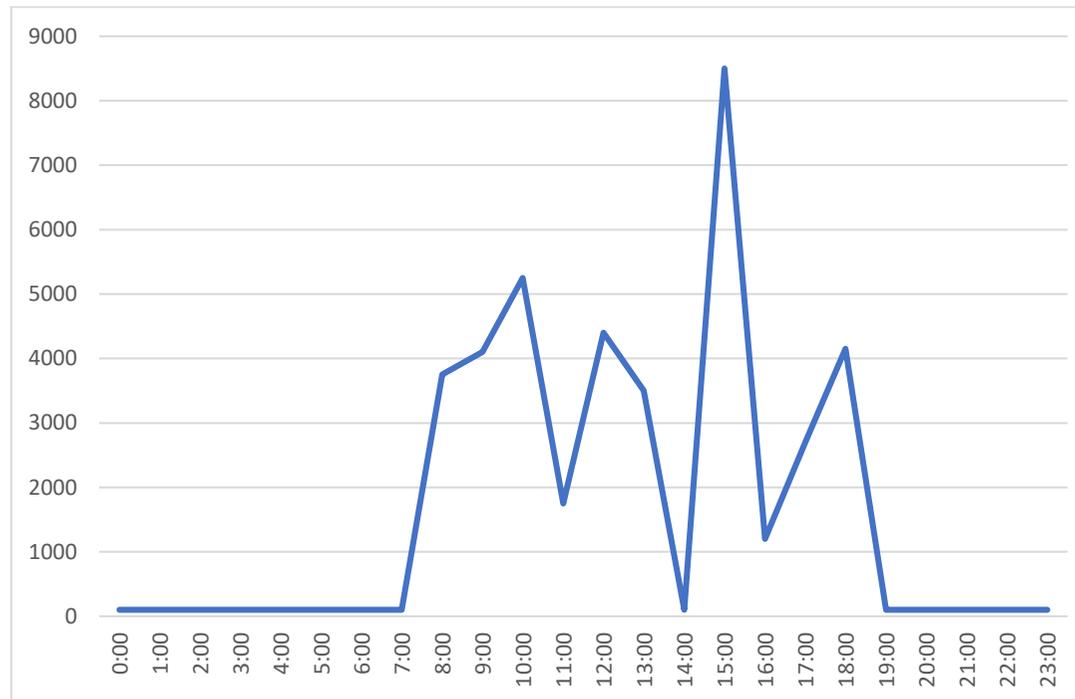


Gráfica 11. Curva demanda diaria día laboral Octubre Nave 1.

NOVIEMBRE

Día laboral Noviembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	4100	5250	1750	4400	3500	100	8500	1200	2700	4150	100	100	100	100	100							

Tabla 14. Consumos instantáneos para día laboral Noviembre Nave 1.

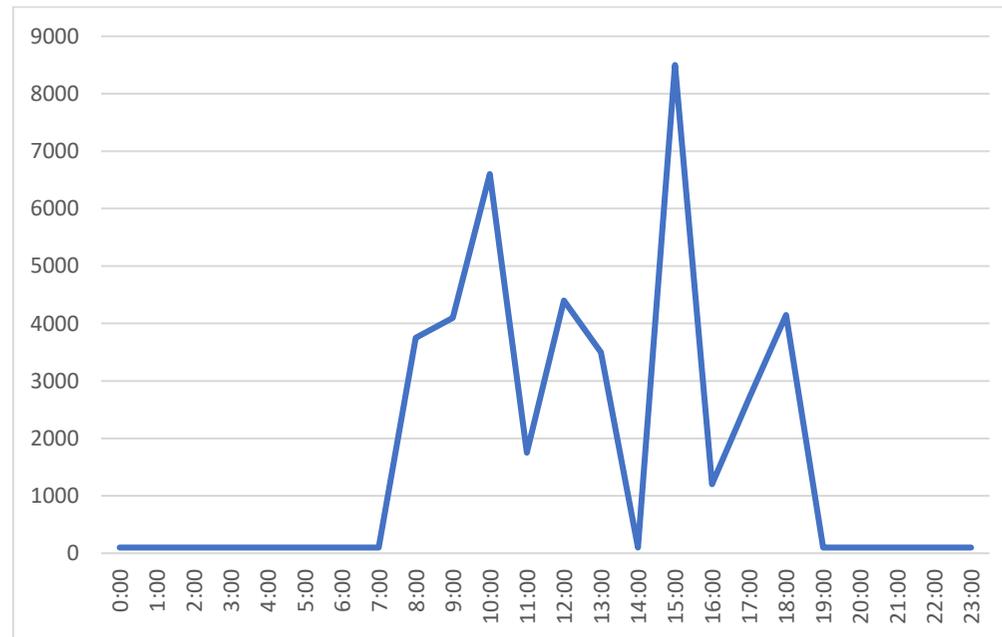


Gráfica 12. Curva demanda diaria día laboral Noviembre Nave 1

DICIEMBRE

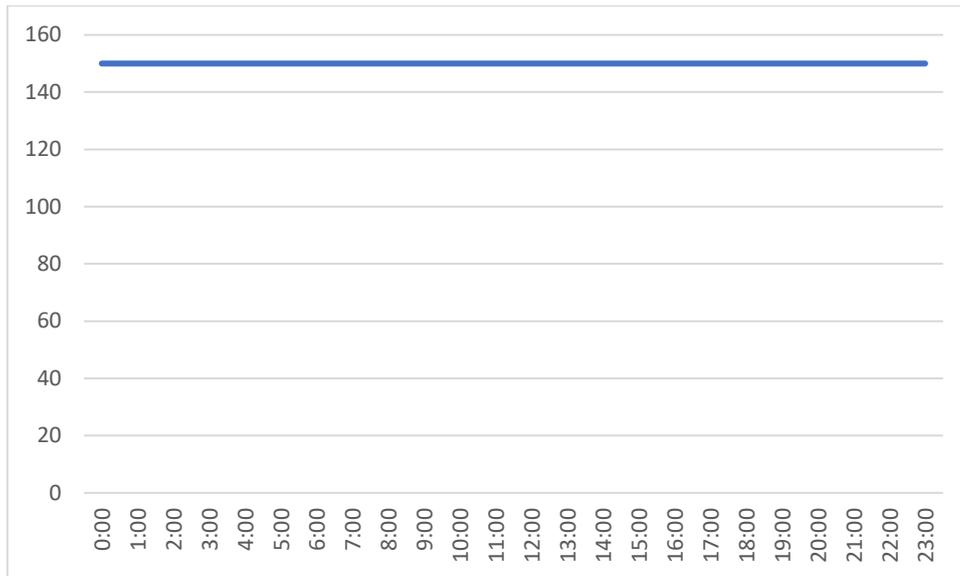
Día laboral Diciembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Fresadora	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x3)	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pulmón	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Canteadora	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordenador (x2)	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impresora	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1350	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		100	3750	4100	6600	1750	4400	3500	100	8500	1200	2700	4150	100	100	100	100	100							

Tabla 15. Consumos instantáneos para día laboral Diciembre Nave 1.



Gráfica 13. Curva demanda diaria día laboral Diciembre Nave 1.

DÍA NO LABORAL



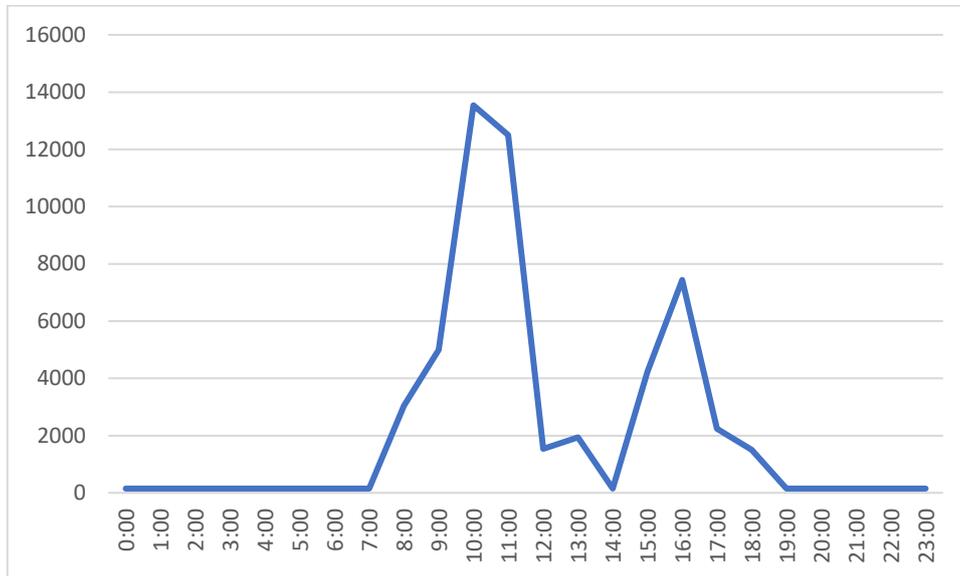
Gráfica 14. Curva demanda diaria día NO laboral Nave 1

Una vez realizado el estudio de la demanda diaria de la nave 1 se procede a hacerlo de igual forma para la nave 2. A continuación se muestran tan solo las gráficas, las tablas se encuentran en los anexos.

NAVE 2.

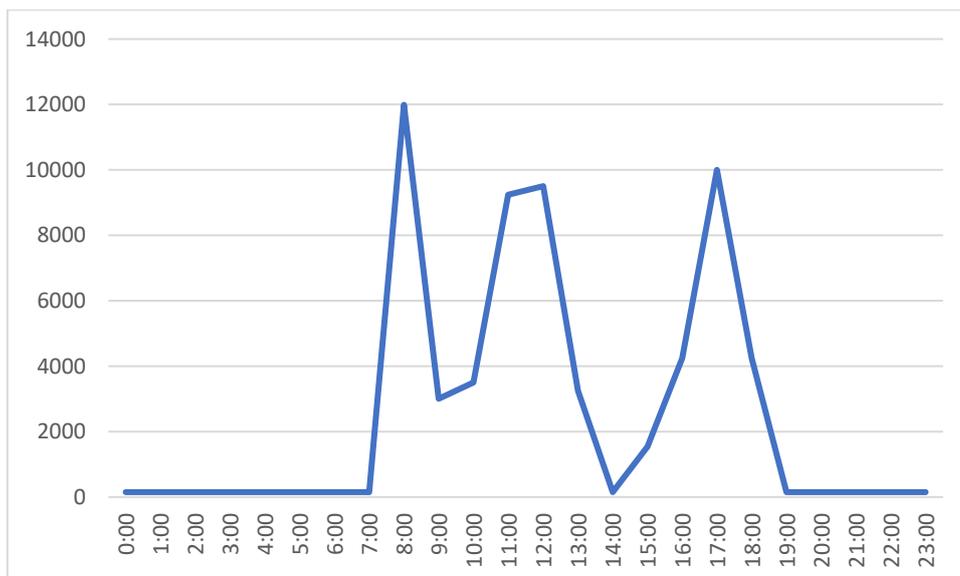
CONSUMOS INSTANTÁNEOS MES A MES

ENERO



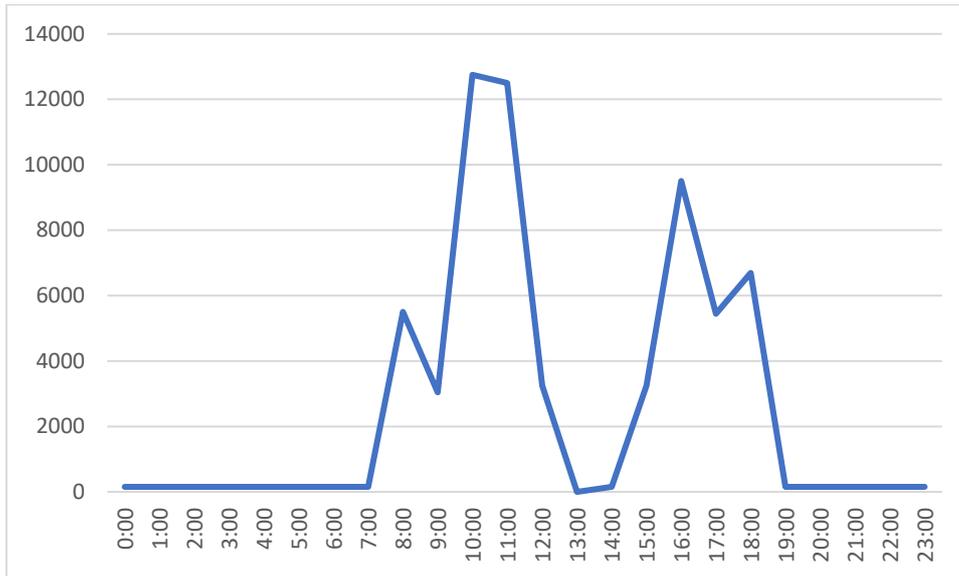
Gráfica 15. Curva demanda diaria día laboral Enero Nave 2.

FEBRERO



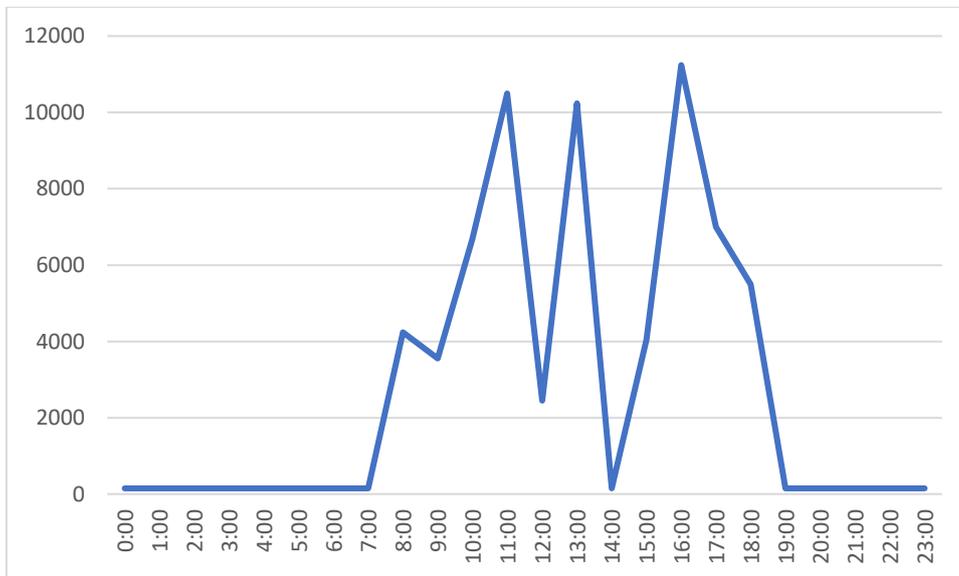
Gráfica 16. Curva demanda diaria día laboral Febrero Nave 2

MARZO



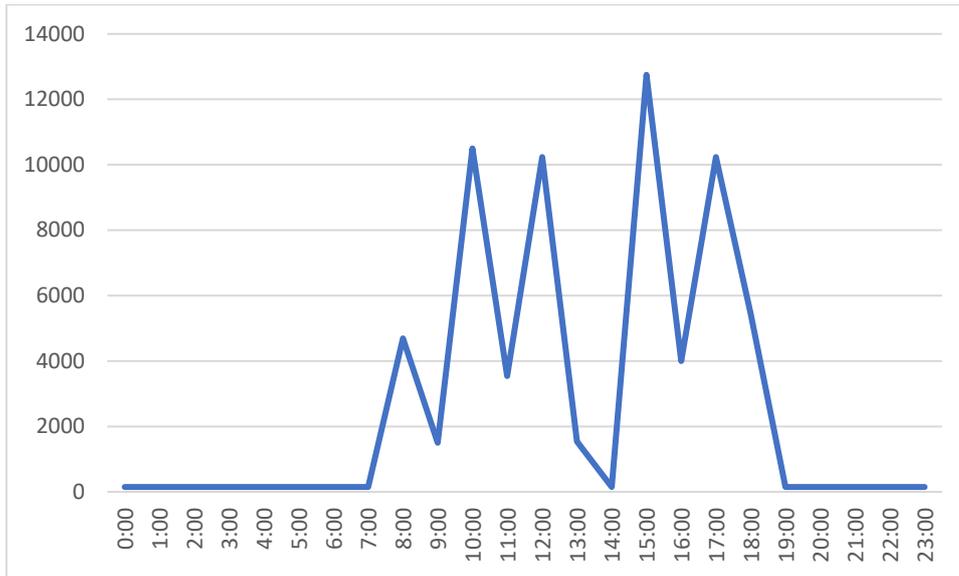
Gráfica 17. Curva demanda diaria día laboral Marzo Nave 2.

ABRIL



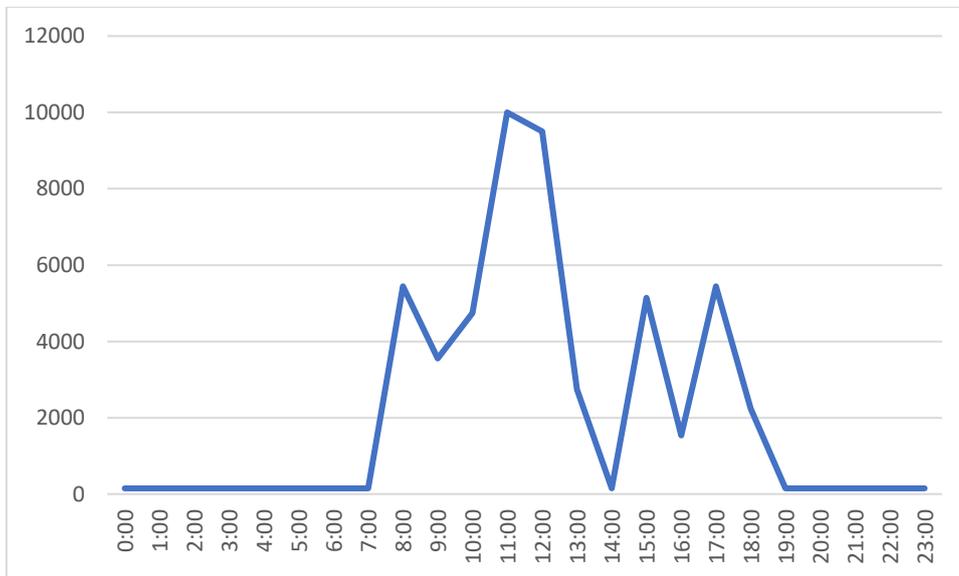
Gráfica 18. Curva demanda diaria día laboral Abril Nave 2.

MAYO



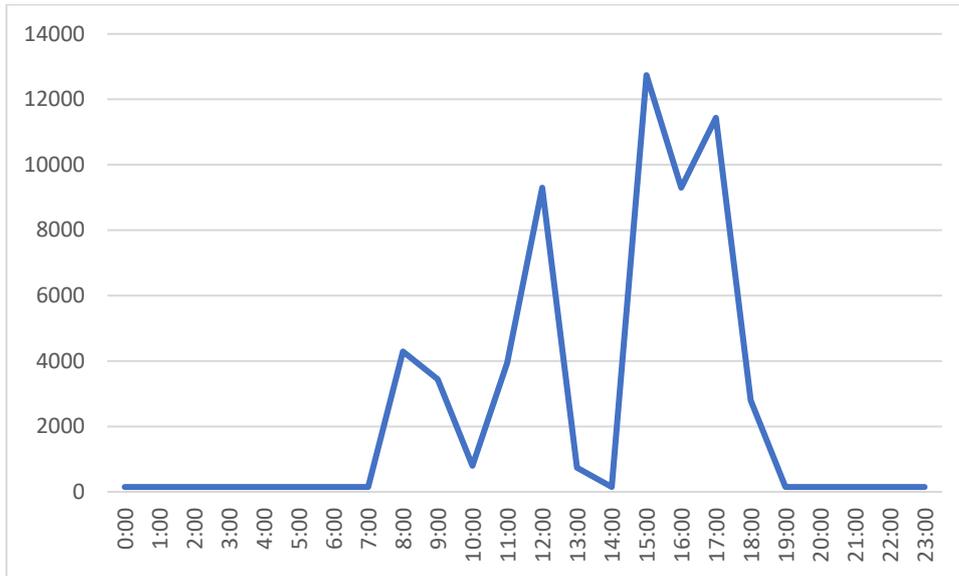
Gráfica 19. Curva demanda diaria día laboral Mayo Nave 2.

JUNIO



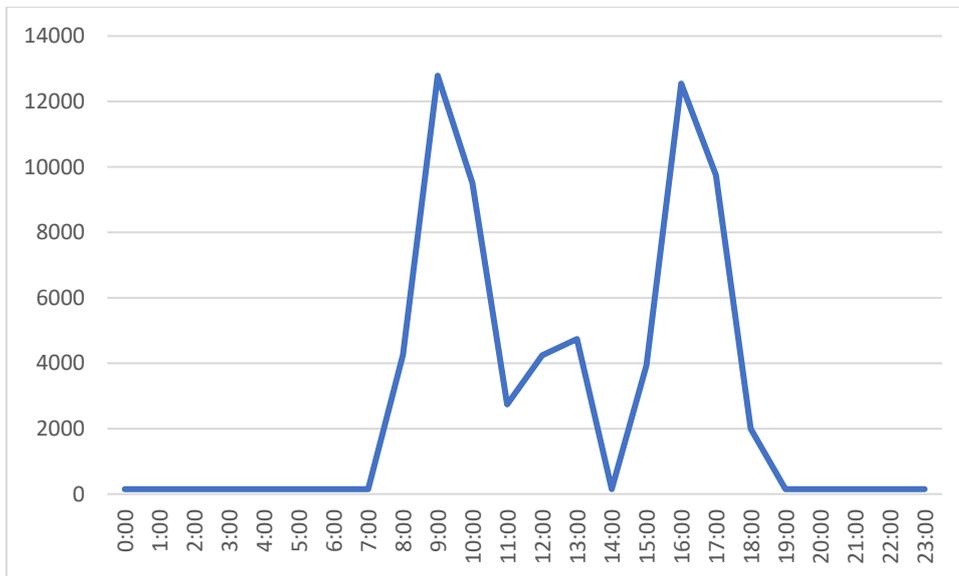
Gráfica 20. Curva demanda diaria día laboral Junio Nave 2.

JULIO



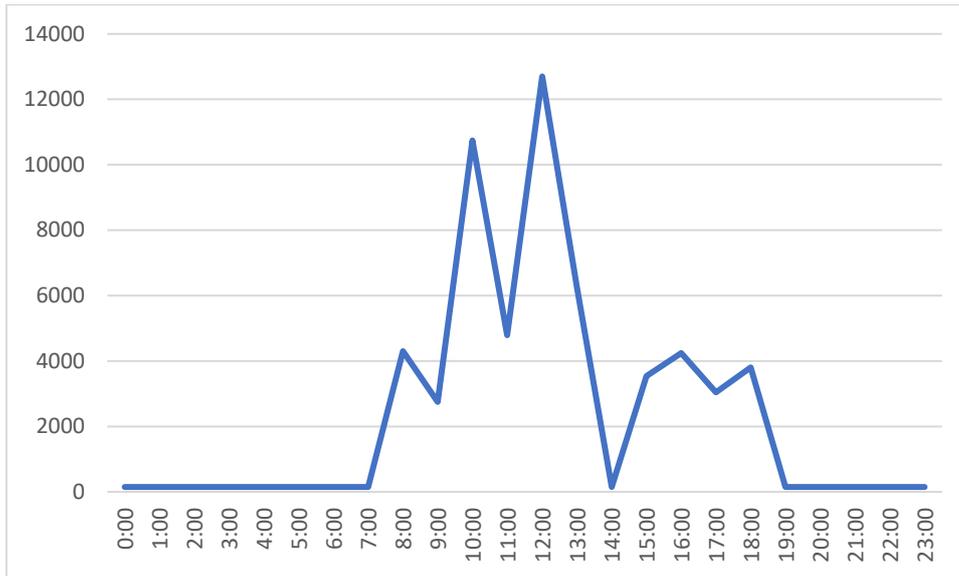
Gráfica 21. Curva demanda diaria día laboral Julio Nave 2.

AGOSTO



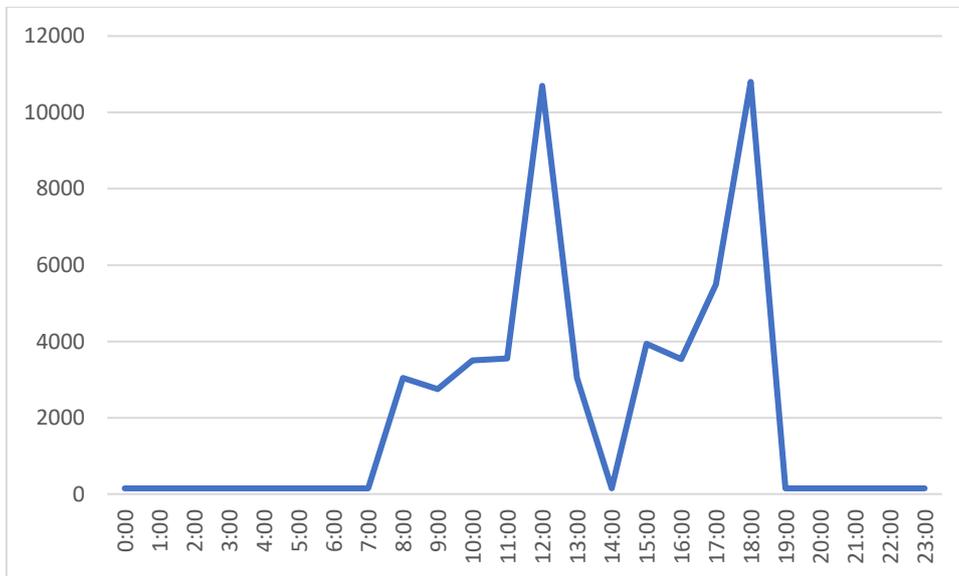
Gráfica 22. Curva demanda diaria día laboral Agosto Nave 2.

SEPTIEMBRE



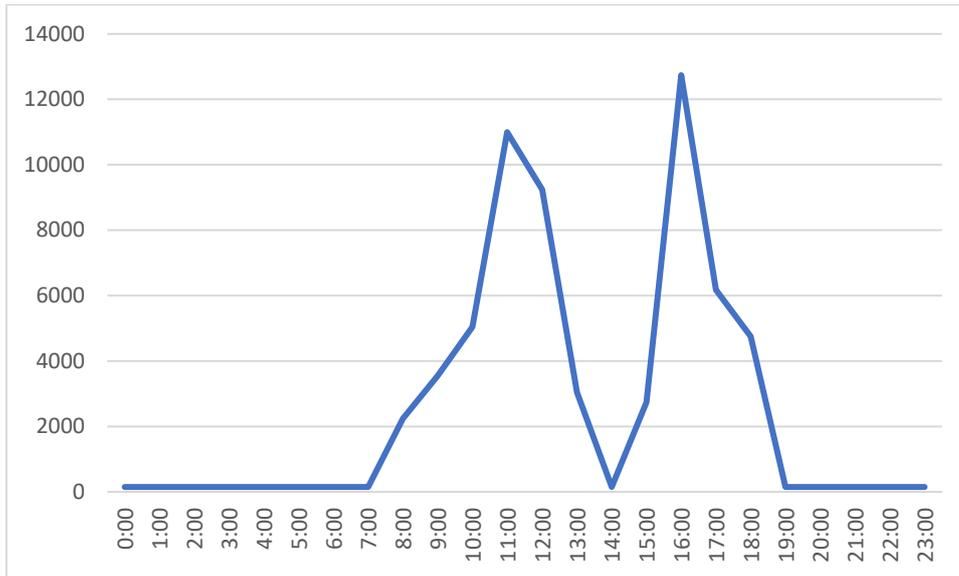
Gráfica 23. Curva demanda diaria día laboral Septiembre Nave 2.

OCTUBRE



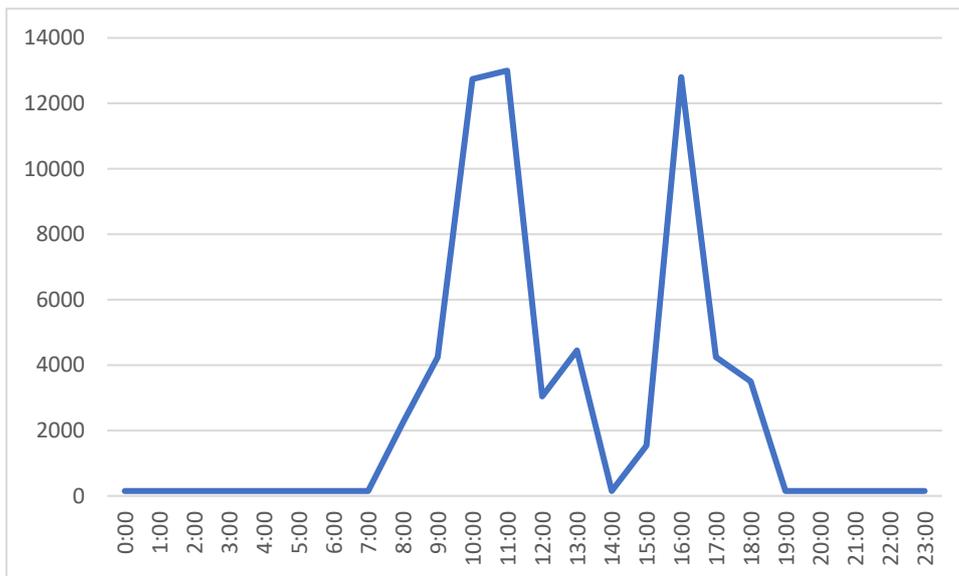
Gráfica 24. Curva demanda diaria día laboral Octubre Nave 2.

NOVIEMBRE



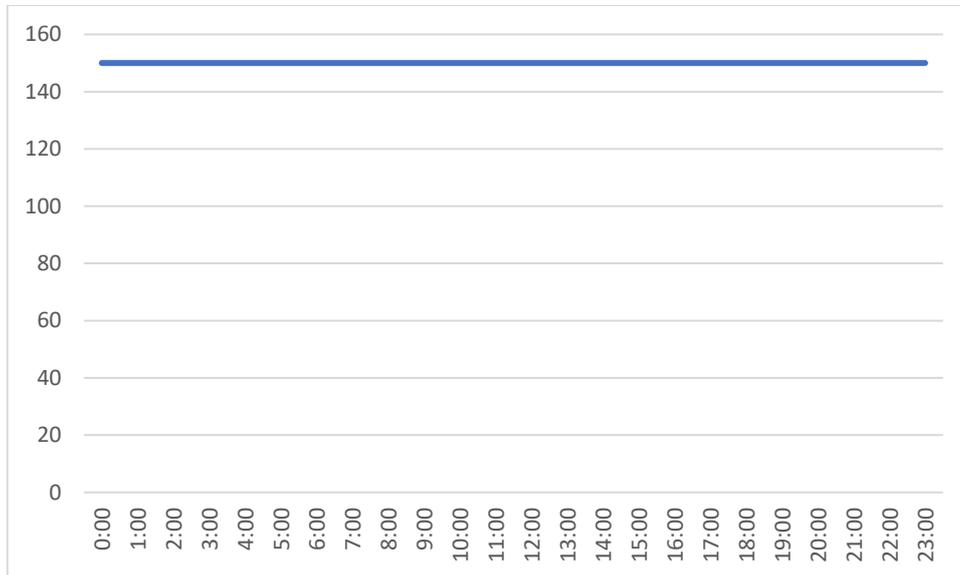
Gráfica 25. Curva demanda diaria día laboral Noviembre Nave 2.

DICIEMBRE



Gráfica 26. Curva demanda diaria día laboral Diciembre Nave 2.

DÍA NO LABORAL



Gráfica 27. Curva demanda diaria día NO laboral Nave 2

6. Configuración de la instalación

Tras el estudio de la demanda energética de la instalación, se puede comenzar a detallar todo lo relacionado con la configuración de esta.

6.1 Radiación solar

La radiación solar es la energía emitida por el sol, la cual se propaga en todas direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. La radiación solar se mide en superficie horizontal mediante un sensor de radiación, que se sitúa orientado en dirección sur y en espacio libre de objetos que produzcan sombras. Los datos que se obtienen están en vatios por metro cuadrado.

Existen varios tipos de radiación según la forma en la que llega a la Tierra:

- Radiación solar directa. Es aquella que traspasa la atmósfera y alcanza la superficie terrestre sin haber sufrido dispersión alguna en su trayectoria.
- Radiación solar difusa. Se trata de la radiación que alcanza la superficie terrestre tras haber sufrido múltiples desviaciones en su trayectoria.
- Radiación global. Se compone de la suma de la radiación directa y la difusa.
- Radiación solar reflejada. Es aquella fracción de radiación solar que es reflejada por la propia superficie terrestre.

6.2 Orientación e inclinación

La orientación e inclinación son factores clave a la hora de la obtención de la máxima eficiencia de un sistema fotovoltaico, ya que estaremos optimizando de una mejor forma el aprovechamiento de las horas solares.

La orientación idónea para la colocación de los paneles fotovoltaicos es hacia el sur. En el presente proyecto no se puede lograr exactamente esta orientación, como se ha explicado con anterioridad debido a que ninguna de las cubiertas está orientada hacia esta dirección y no se dispone de ningún otro espacio para instalarlas. La solución que se ha optado es la de instalación en las cubiertas con dirección suroeste. Al presentar un desvío no mayor a 45° respecto del sur, los paneles no presentan unas pérdidas de energía excesivamente altas.

En lo que respecta a la inclinación, el ángulo óptimo para los paneles fotovoltaicos en la latitud en la que se encuentra situada las naves es de unos 30° . Esto supone un hándicap, ya que si se inclinan las placas se debe dejar más espacio entre ellas para que no se produzcan sombras, lo que nos llevaría a tener que ocupar más espacio. Y, además, supondría un incremento de coste ya que se tendría que utilizar las estructuras de soporte adecuadas para que los paneles aguantaran. Por lo que se decide utilizar la propia inclinación que presenta la cubierta de 12° para la instalación de los módulos.

6.3 Obtención datos de radiación

Para la obtención de los datos de radiación que se utilizarán posteriormente para el cálculo de la producción de la instalación se utiliza la web del PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). Se obtienen los datos de irradiancia diarios del lugar exacto de la instalación, y además con la corrección según la orientación e inclinación a las que se van a optar y que han sido explicadas en el punto anterior.

Por lo que se ha considerado una inclinación de 12° y una orientación suroeste. Esta última se ve reflejada teniendo en cuenta el azimut. El azimut solar es el ángulo que forma la dirección sur con la proyección horizontal del sol, considerando la orientación sur con azimut de 0° , y considerando los ángulos entre el sur y el noreste negativos y entre el sur y el noroeste positivos. Por lo que en el caso de las cubiertas presentan un azimut de 45° al estar orientadas hacia el suroeste.

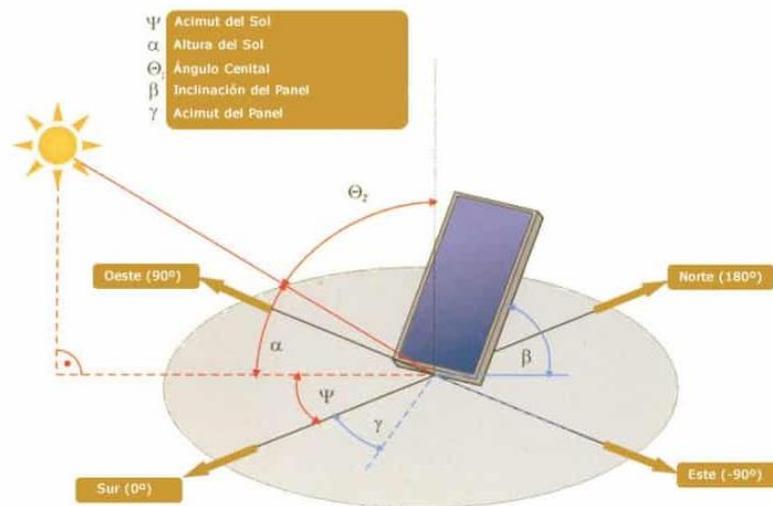


Ilustración 5. Azimut de la radiación solar.

Con todo ello se ha procedido a la obtención de la radiación diaria para cada mes en el PVGIS. En la siguiente imagen se puede observar un ejemplo del entorno web que se ha tenido que considerar para sacar los datos diarios del mes de enero.

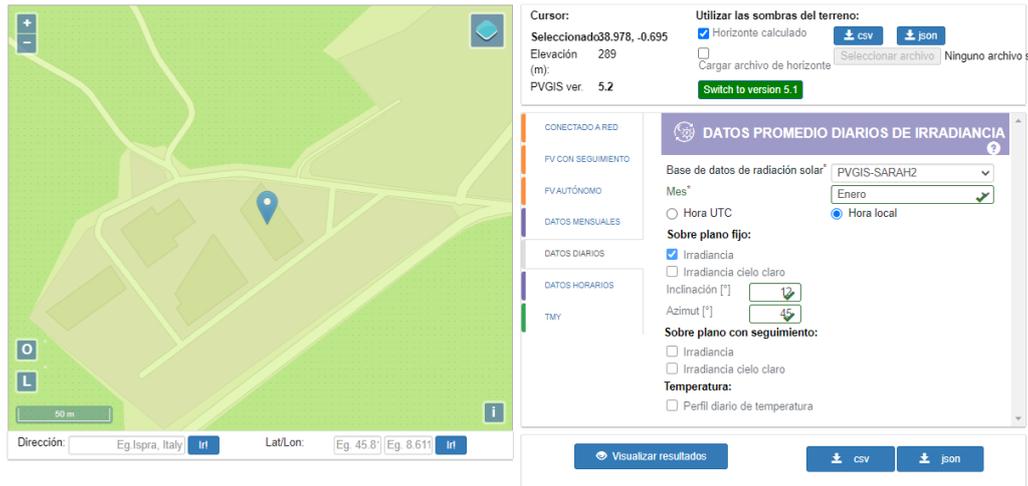
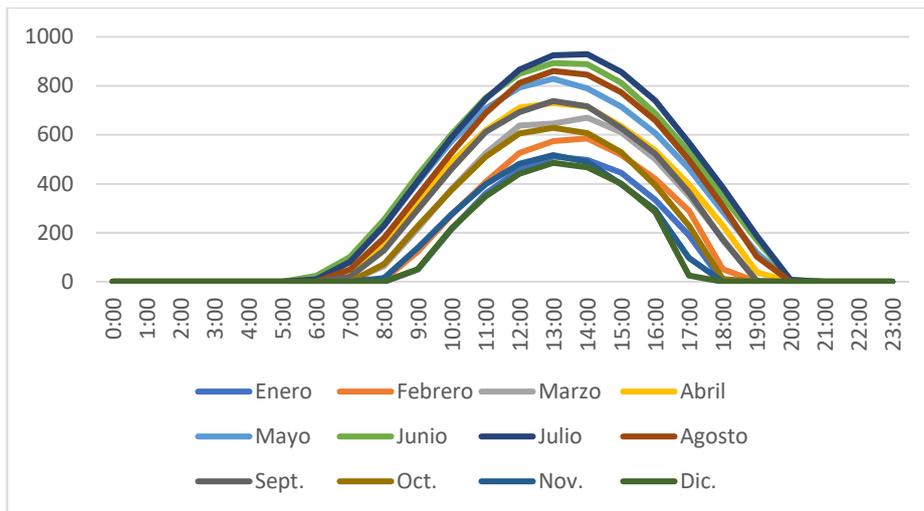


Ilustración 6. Entorno de la web del PVGIS.

Hora	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
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	9,47	23,21	9,05	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1,07	36,99	81,52	101,3	81,43	49,5	20,19	0	0	0
8:00	0	7,86	64,5	158,3	229,2	254	230,5	179,1	127,7	72,66	14,66	0
9:00	49,27	123	216,6	321,6	405,5	436,4	411,8	352,4	295,4	226,7	139,1	51,38
10:00	214,9	272,4	379,2	489,9	574,4	603,1	589,5	527,9	460,3	374	275,1	218,8
11:00	360	407,3	524,5	618	706,6	751,6	746,8	688,6	611,8	510,3	397,6	348,7
12:00	458,2	525,4	638,6	711,7	793,7	849,4	866,9	811,3	692,6	605,1	481,6	441,7
13:00	511,3	574,2	645,9	729,6	828,9	893,2	925	860,7	738	628,5	517	485,6
14:00	496,9	585,3	669,9	715,1	789,9	889	929,2	845,2	716,6	606,7	490	466,7
15:00	444,5	518,6	611,2	635,5	715,3	812,8	856,7	773,9	627,8	528,3	397,7	400,4
16:00	334,3	419,8	499,5	536,4	606,5	688,2	739,5	658,3	522,1	394	294,1	285
17:00	190,1	289,5	349,8	397,3	461,9	529,6	568,1	497,7	364,3	228,7	96,44	25,31
18:00	0,23	51,81	174,5	229,9	286,3	349,2	385,1	309,2	170,6	11,08	0	0
19:00	0	0	0,62	37,93	117,5	169,8	187,4	102,3	3,6	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0,33	8,07	7,26	0,01	0	0	0	0
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. Valores de radiación (W/m²) por hora en los distintos meses del año.



Gráfica 28. Radiación diaria en los distintos meses del año.

6.3 Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico va a ser el encargado de captar la energía proveniente del Sol y convertirla en electricidad para ser aprovechada por las máquinas. El panel solar que se va a utilizar en la instalación es de la marca Trina Solar. Tiene una potencia pico de 455 W, y más concretamente, es el modelo TSM-DE17M, que posee un total de 144 células de silicio monocristalino. La elección de este módulo se ha realizado teniendo en cuenta características como la garantía o el rendimiento de este. Las características del mencionado panel son las siguientes, obtenidas de la hoja de características proporcionada por el fabricante, que se encuentra íntegra en el Anexo.

- Tensión en el punto de máxima potencia → 41.2 V
- Corriente en el punto de máxima potencia → 11.13 A
- Tensión de circuito abierto → 49.8 V
- Corriente de cortocircuito → 11.61 A

6.4 Inversor

El inversor va a ser el responsable de convertir la energía generada por los paneles solares, de corriente continua a corriente alterna, que será utilizada por la maquinaria. Además, en el caso de las naves industriales del proyecto, la gran parte de la maquinaria funciona en trifásica, por lo que el inversor será trifásico.

El inversor seleccionado es de la conocida marca Huawei, tiene una potencia de 10 kW, es el modelo SUN2000-10KTL-M1, que presenta las siguientes características:

- Potencia nominal → 10000 W
- Potencia máxima de entrada → 15000 W
- Potencia máxima de salida en alterna → 11000 W
- Tensión de entrada → 140-980 V
- Máxima tensión de entrada → 1100 V
- Intensidad máxima de entrada → 15 A

6.5 Configuración final

Tras elaborar el anteriormente mostrado estudio de la demanda energética de cada una de las naves, se debe decidir la configuración final de la instalación. En el presente proyecto se pretende poder consumir la mayor parte de la energía generada y el pequeño excedente que se pueda generar sea reinyectado a la red.

Para empezar, se decide la configuración de la nave 1.

Para ello, se deciden colocar un total de 20 placas, citadas en el punto 6.3, de 455 W de potencia pico. Por lo que en total la instalación poseerá una potencia en placas de 10010 W. Los inversores que se utilizarán son los nombrados en el apartado anterior, que poseen 10 kW de potencia nominal. Se colocarán las 20 placas en serie conectadas al inversor. Todo esto se justifica en los siguientes cálculos.

- N° máximo de placas por inversor = $\frac{\text{Potencia máxima del inversor}}{\text{Potencia pico de la placa}}$
- N° máximo de placas en serie = $\frac{\text{Tensión máxima de entrada del inversor}}{\text{Tensión pico de trabajo de la placa}}$
- N° límite de placas en serie = $\frac{\text{Tensión máxima de entrada que admite el inversor}}{\text{Tensión de vacío de la placa}}$

$$N^{\circ} \text{ máximo de placas por inversor} = \frac{15000 \text{ W}}{455 \text{ W}} = 32.96 \rightarrow 32 \text{ placas}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de placas en serie} = \frac{980 \text{ V}}{41.2 \text{ V}} = 23.79 \rightarrow 23 \text{ placas}$$

$$N^{\circ} \text{ límite de placas en serie} = \frac{1100 \text{ V}}{49.8 \text{ V}} = 22.09 \rightarrow 22 \text{ placas}$$

Por lo tanto, la configuración de la instalación fotovoltaica para la nave 1 tiene un total de 20 placas en serie y un inversor de 10 kW.

Ahora se procede a detallar la configuración de la instalación para la nave 2.

Para la instalación de la nave 2 se van a utilizar el mismo tipo de inversor y panel solar que para la nave 1. Se coloca 1 inversor con 2 líneas en paralelo de 16 placas en serie cada una. Quedando un total de 32 placas y un inversor.

Para el cálculo de la producción se utilizarán los datos obtenidos anteriormente en el PVGIS. Además, se debe tener en cuenta las pérdidas que se van a producir en la instalación. Las pérdidas estimadas del sistema son todas aquellas pérdidas dentro del mismo que hacen que la potencia realmente entregada a la red eléctrica sea inferior a la potencia producida por los módulos fotovoltaicos. Existen varias causas como pérdidas en el cableado, en los inversores, suciedad y polvo sobre los módulos fotovoltaicos, por temperatura, etc. También, el rendimiento de los módulos tiende a disminuir con el paso de los años, por lo que la potencia media entregada anualmente durante la vida útil del sistema

será inferior a la potencia entregada durante los primeros años. De esta manera, se obtendrán unos niveles de producción más fiables.

A continuación, se detallan las principales causas de pérdidas en un sistema fotovoltaico.

- Pérdidas por inclinación y orientación. En cada latitud existe una inclinación óptima para los módulos y junto a la orientación óptima, hacia el sur, hace que el sistema fotovoltaico este en las mejores condiciones posibles para la producción de energía. Pero, sin embargo, muchas veces no es posible orientar e inclinar las placas cómo sería mejor debido a la situación arquitectónica de los edificios. Por lo que, si estos dos aspectos no varían en gran medida de los designados como óptimos, no existe gran problema, ya que las pérdidas no son casi considerables.

En el caso del presente proyecto se consideran las pérdidas por inclinación y orientación de valor 0%. Esto se debe a que ya se tienen en cuenta a la hora de obtener los datos de radiación.

- Pérdidas por sombras. Estas pérdidas son las ocasionadas por la producción de sombras en los módulos fotovoltaicos, bien sea por los propios módulos o por algún edificio o elemento que las ocasione. Estas sombras producen una notable pérdida en el rendimiento de la instalación.

En el presente proyecto, las pérdidas por sombreado son nulas, debido a que no existe ningún elemento que vaya a producir sombra sobre las placas. Además, se tiene en cuenta a la hora de la distribución de las placas en la cubierta que la fachada principal de ambas naves es más alta que la cubierta.

- Pérdidas por polvo y suciedad. La deposición de polvo y suciedad sobre los paneles fotovoltaicos supone una pérdida de la capacidad efectiva de producción energética. Por lo que se debe tener en cuenta un porcentaje de pérdidas debido a esta causa. Se considera un porcentaje de un 3% de pérdidas debidas al polvo y a la suciedad.
- Pérdidas por temperatura. La temperatura es un factor importante de pérdidas. Dependiendo del incremento o disminución de temperaturas que se produzca en la zona dónde se encuentre la instalación, habrá mayor o menor número de perdidas. Se considera un 3% de pérdidas de este tipo.
- Pérdidas por rendimiento de la instalación. En este tipo de pérdidas se tienen en cuenta las pérdidas por el rendimiento del inversor, las pérdidas en el cableado y las posibles pérdidas en los demás equipos. Se considera unas pérdidas de un 8%.

Tras estudiar las pérdidas se concluye que existe un porcentaje de un 14% de pérdidas.

6.6 Producción-Demanda

Para empezar, se realiza el estudio comparativo para la nave 1, que con lo citado anteriormente de características que va a tener la instalación de un total de 20 placas de 455 Wp y considerando unas pérdidas de un 14%. Se realiza un estudio comparativo de la producción que se obtiene en los distintos días de cada mes con la demanda diaria instantánea obtenida en el punto 5 del presente proyecto. Se tendrán en cuenta tanto los días de trabajo como los no laborales.

$$Producción = \frac{N^{\circ} \text{ placas} \cdot Wp \cdot Radiación}{1000} \cdot Rendimiento$$

Dichas tablas y gráficas que comparan lo demandado por las naves y lo producido por los módulos fotovoltaicos se muestran a continuación.

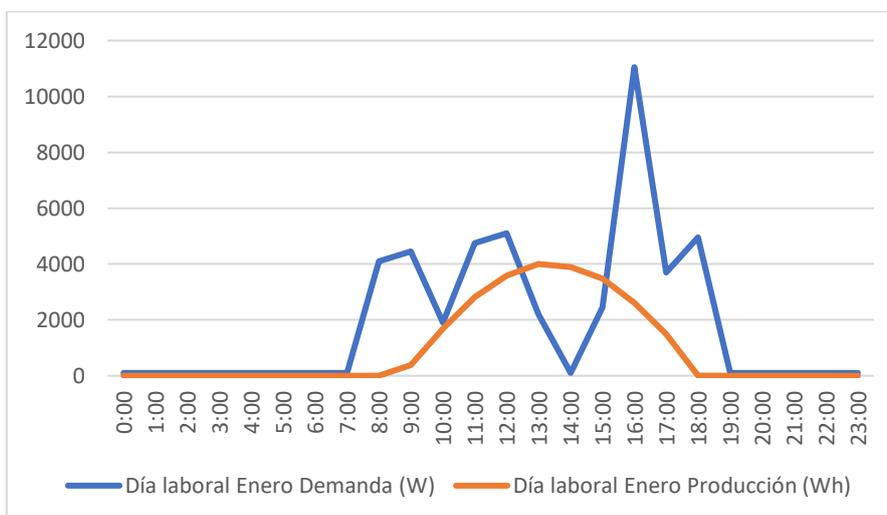
NAVE 1

ESTUDIO COMPARATIVO PRODUCCIÓN-DEMANDA

ENERO

Día laboral Enero			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	4100	0	0
9:00	4450	49,27	385,58702
10:00	1900	214,85	1681,4161
11:00	4750	360,04	2817,67304
12:00	5100	458,15	3585,4819
13:00	2200	511,3	4001,4338
14:00	100	496,9	3888,7394
15:00	2450	444,51	3478,73526
16:00	11050	334,31	2616,31006
17:00	3700	190,09	1487,64434
18:00	4950	0,23	1,79998
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

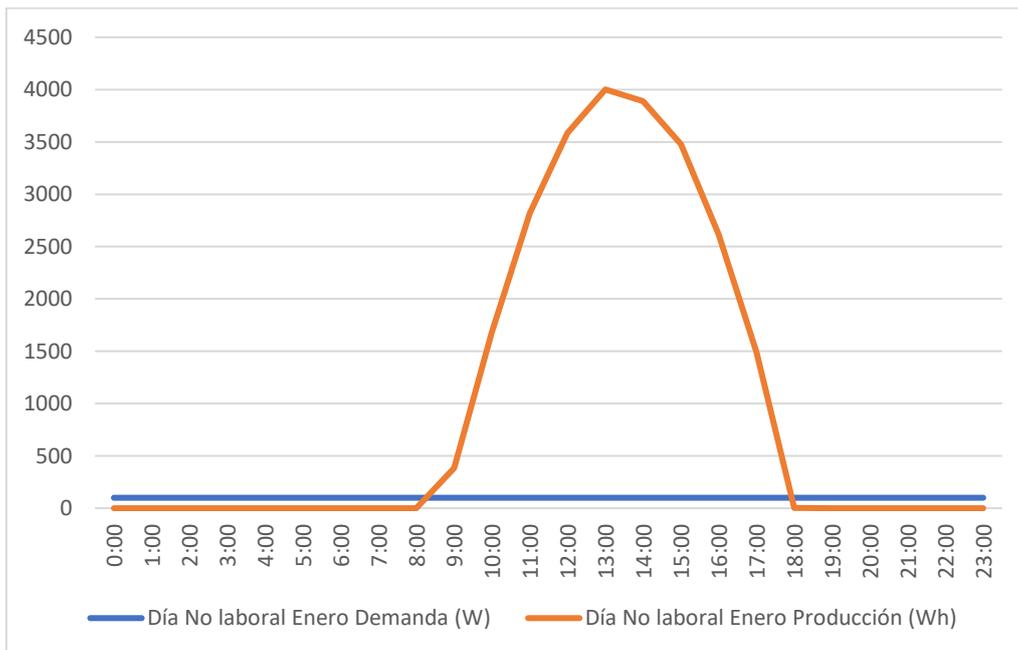
Tabla 17. Demanda-producción día laboral Enero Nave 1.



Gráfica 29. Demanda-producción día laboral Enero Nave 1.

Día No laboral Enero			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	100	0	0
9:00	100	49,27	385,58702
10:00	100	214,85	1681,4161
11:00	100	360,04	2817,67304
12:00	100	458,15	3585,4819
13:00	100	511,3	4001,4338
14:00	100	496,9	3888,7394
15:00	100	444,51	3478,73526
16:00	100	334,31	2616,31006
17:00	100	190,09	1487,64434
18:00	100	0,23	1,79998
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 18. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 1.

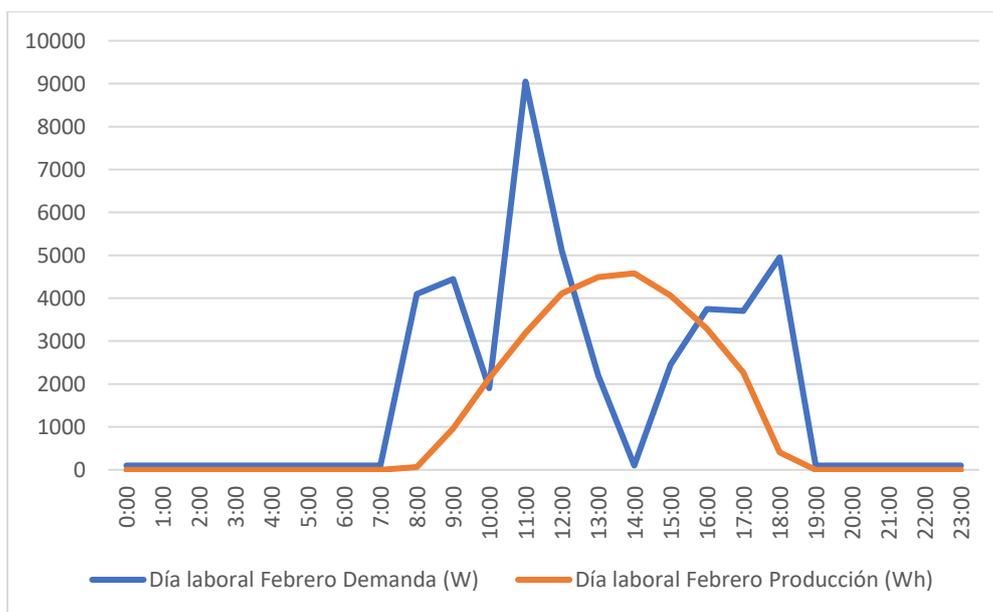


Gráfica 30. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 1

FEBRERO

Día laboral Febrero			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	4100	7,86	61,51236
9:00	4450	122,97	962,36322
10:00	1900	272,44	2132,11544
11:00	9050	407,31	3187,60806
12:00	5100	525,42	4111,93692
13:00	2200	574,21	4493,76746
14:00	100	585,3	4580,5578
15:00	2450	518,57	4058,32882
16:00	3750	419,8	3285,3548
17:00	3700	289,5	2265,627
18:00	4950	51,81	405,46506
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

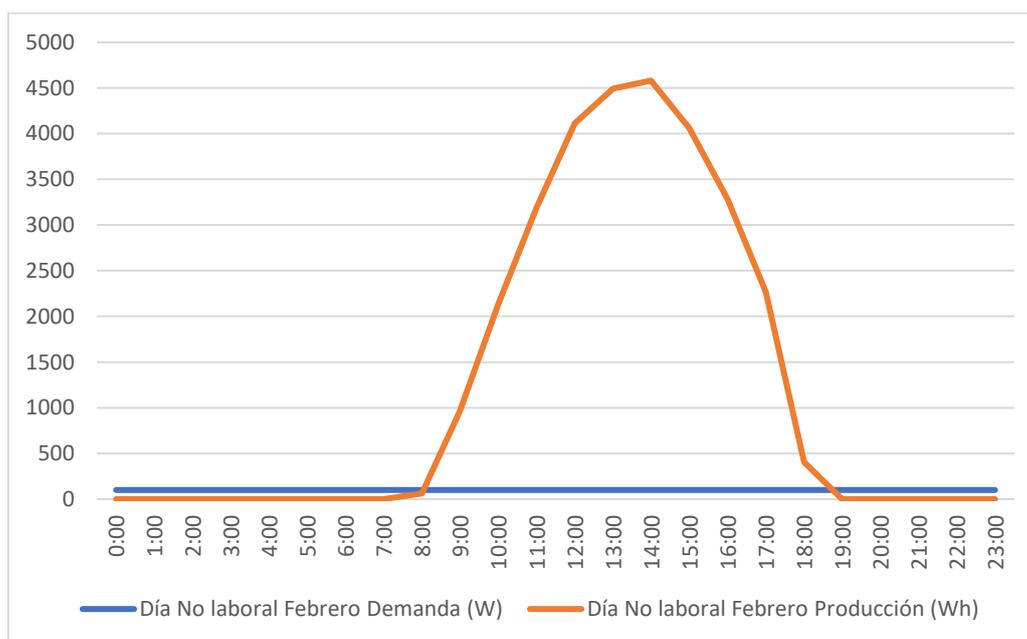
Tabla 19. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 1.



Gráfica 31. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 1.

Día No laboral Febrero			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	100	7,86	61,51236
9:00	100	122,97	962,36322
10:00	100	272,44	2132,11544
11:00	100	407,31	3187,60806
12:00	100	525,42	4111,93692
13:00	100	574,21	4493,76746
14:00	100	585,3	4580,5578
15:00	100	518,57	4058,32882
16:00	100	419,8	3285,3548
17:00	100	289,5	2265,627
18:00	100	51,81	405,46506
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 20. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 1.

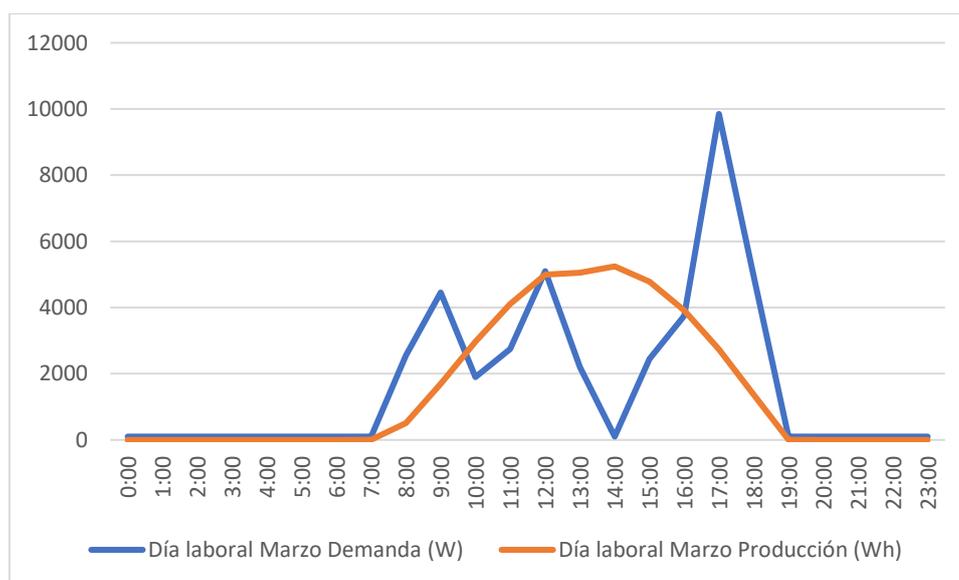


Gráfica 32. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 1.

MARZO

Día laboral Marzo			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	1,07	8,37382
8:00	2550	64,5	504,777
9:00	4450	216,62	1695,26812
10:00	1900	379,15	2967,2279
11:00	2750	524,48	4104,58048
12:00	5100	638,61	4997,76186
13:00	2200	645,94	5055,12644
14:00	100	669,94	5242,95044
15:00	2450	611,21	4783,32946
16:00	3750	499,45	3908,6957
17:00	9850	349,84	2737,84784
18:00	4950	174,52	1365,79352
19:00	100	0,62	4,85212
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

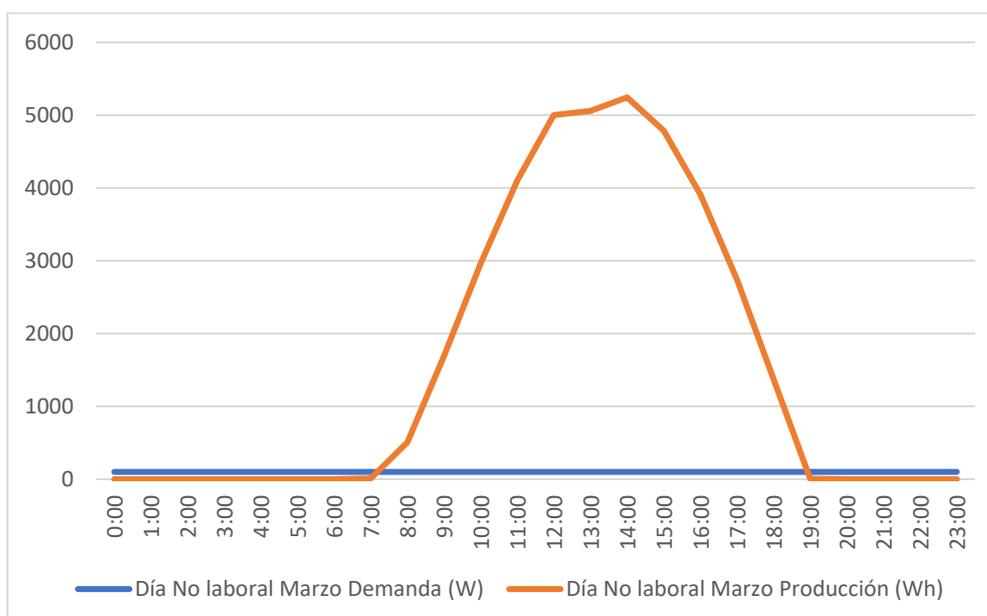
Tabla 21. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 1.



Gráfica 33. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 1.

Día No laboral Marzo			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	1,07	8,37382
8:00	100	64,5	504,777
9:00	100	216,62	1695,26812
10:00	100	379,15	2967,2279
11:00	100	524,48	4104,58048
12:00	100	638,61	4997,76186
13:00	100	645,94	5055,12644
14:00	100	669,94	5242,95044
15:00	100	611,21	4783,32946
16:00	100	499,45	3908,6957
17:00	100	349,84	2737,84784
18:00	100	174,52	1365,79352
19:00	100	0,62	4,85212
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 22. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 1.

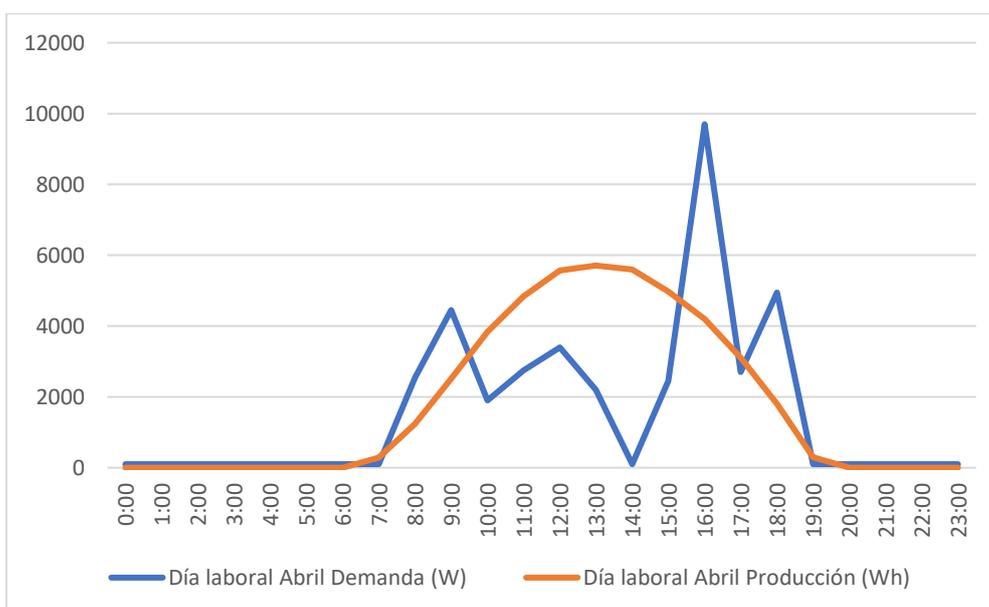


Gráfica 34. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 1.

ABRIL

Día laboral Abril			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	36,99	289,48374
8:00	2550	158,27	1238,62102
9:00	4450	321,56	2516,52856
10:00	1900	489,91	3834,03566
11:00	2750	618,02	4836,62452
12:00	3400	711,67	5569,52942
13:00	2200	729,57	5709,61482
14:00	100	715,08	5596,21608
15:00	2450	635,46	4973,10996
16:00	9700	536,37	4197,63162
17:00	2700	397,3	3109,2698
18:00	4950	229,86	1798,88436
19:00	100	37,93	296,84018
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

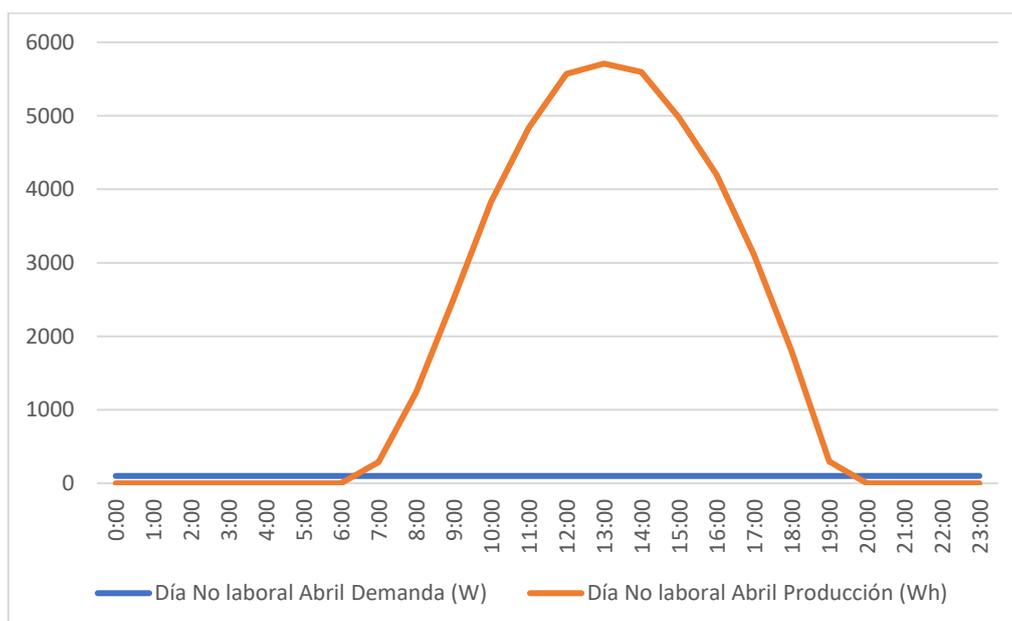
Tabla 23. Demanda-producción día laboral Abril Nave 1.



Gráfica 35. Demanda-producción día laboral Abril Nave 1.

Día No laboral Abril			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	36,99	289,48374
8:00	100	158,27	1238,62102
9:00	100	321,56	2516,52856
10:00	100	489,91	3834,03566
11:00	100	618,02	4836,62452
12:00	100	711,67	5569,52942
13:00	100	729,57	5709,61482
14:00	100	715,08	5596,21608
15:00	100	635,46	4973,10996
16:00	100	536,37	4197,63162
17:00	100	397,3	3109,2698
18:00	100	229,86	1798,88436
19:00	100	37,93	296,84018
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 24. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 1.

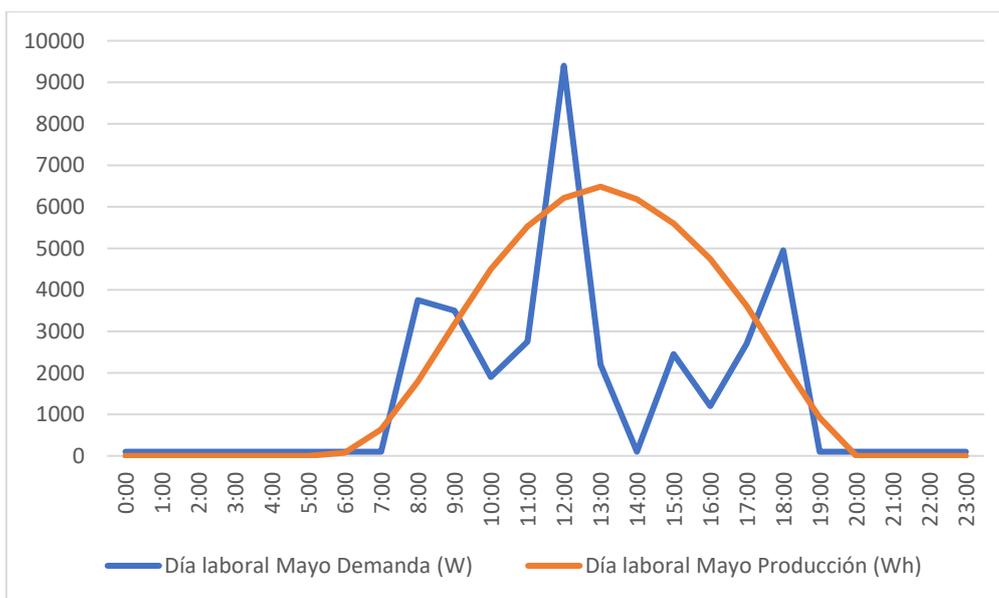


Gráfica 36. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 1.

MAYO

Día laboral Mayo			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	9,47	74,11222
7:00	100	81,52	637,97552
8:00	3750	229,16	1793,40616
9:00	3500	405,54	3173,75604
10:00	1900	574,37	4495,01962
11:00	2750	706,59	5529,77334
12:00	9400	793,73	6211,73098
13:00	2200	828,85	6486,5801
14:00	100	789,88	6181,60088
15:00	2450	715,32	5598,09432
16:00	1200	606,49	4746,39074
17:00	2700	461,85	3614,4381
18:00	4950	286,3	2240,5838
19:00	100	117,53	919,78978
20:00	100	0,33	2,58258
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

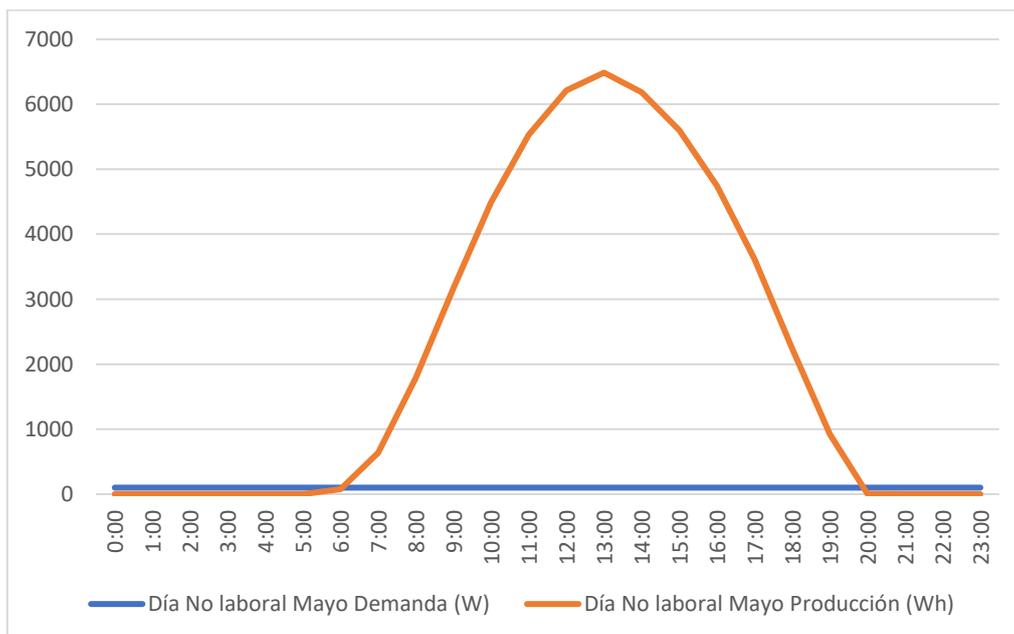
Tabla 25. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 1.



Gráfica 37. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 1.

Día No laboral Mayo			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	9,47	74,11222
7:00	100	81,52	637,97552
8:00	100	229,16	1793,40616
9:00	100	405,54	3173,75604
10:00	100	574,37	4495,01962
11:00	100	706,59	5529,77334
12:00	100	793,73	6211,73098
13:00	100	828,85	6486,5801
14:00	100	789,88	6181,60088
15:00	100	715,32	5598,09432
16:00	100	606,49	4746,39074
17:00	100	461,85	3614,4381
18:00	100	286,3	2240,5838
19:00	100	117,53	919,78978
20:00	100	0,33	2,58258
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 26. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 1.

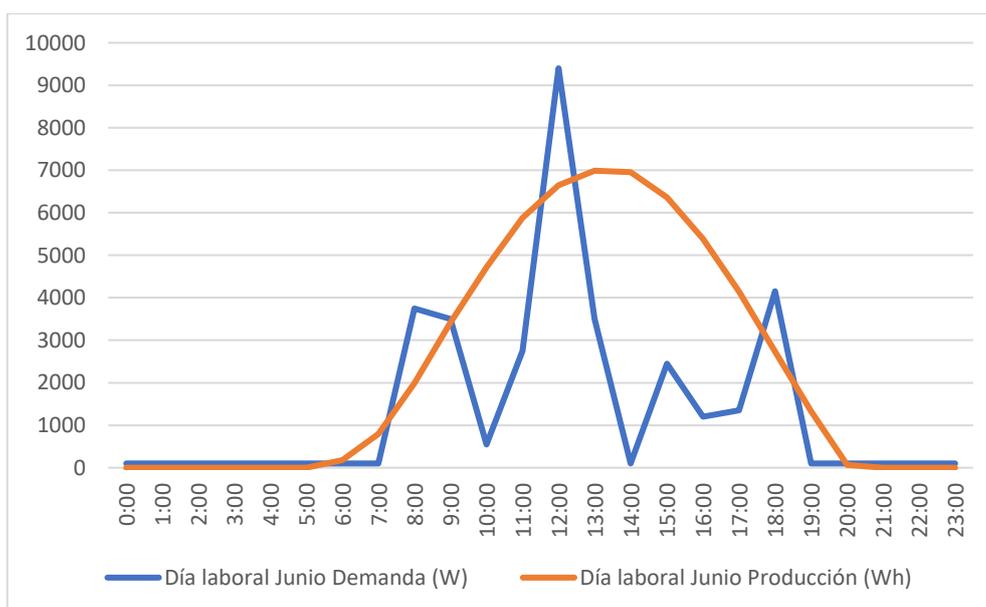


Gráfica 38. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 1.

JUNIO

Día laboral Junio			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	23,21	181,64146
7:00	100	101,27	792,53902
8:00	3750	253,98	1987,64748
9:00	3500	436,38	3415,10988
10:00	550	603,13	4720,09538
11:00	2750	751,63	5882,25638
12:00	9400	849,4	6647,4044
13:00	3500	893,15	6989,7919
14:00	100	888,98	6957,15748
15:00	2450	812,76	6360,65976
16:00	1200	688,17	5385,61842
17:00	1350	529,59	4144,57134
18:00	4150	349,2	2732,8392
19:00	100	169,75	1328,4635
20:00	100	8,07	63,15582
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

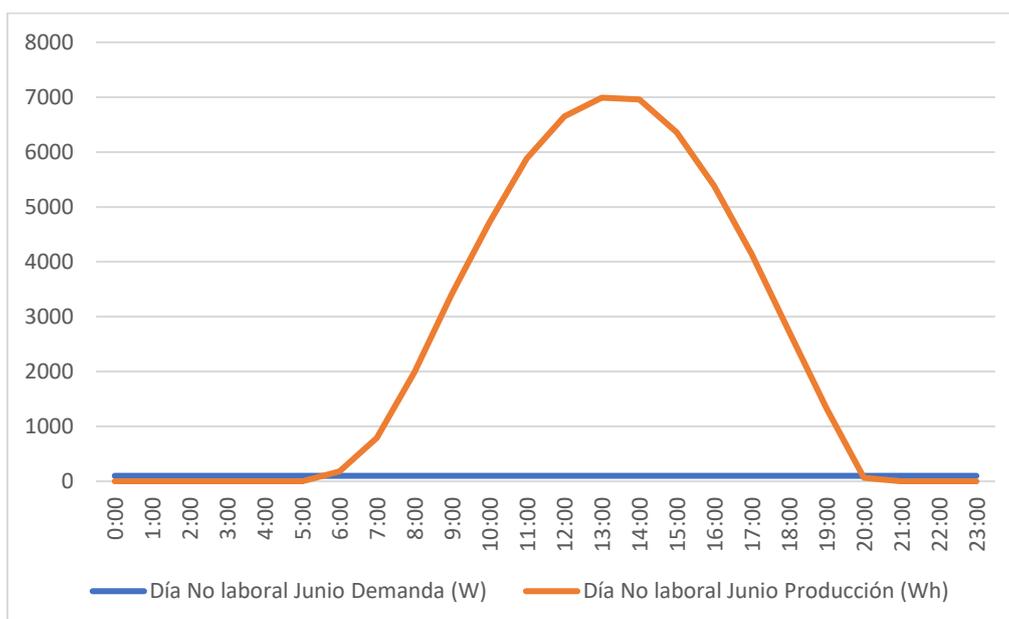
Tabla 27. Demanda-producción día laboral Junio Nave 1.



Gráfica 39. Demanda-producción día laboral Junio Nave 1.

Día No laboral Junio			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	23,21	181,64146
7:00	100	101,27	792,53902
8:00	100	253,98	1987,64748
9:00	100	436,38	3415,10988
10:00	100	603,13	4720,09538
11:00	100	751,63	5882,25638
12:00	100	849,4	6647,4044
13:00	100	893,15	6989,7919
14:00	100	888,98	6957,15748
15:00	100	812,76	6360,65976
16:00	100	688,17	5385,61842
17:00	100	529,59	4144,57134
18:00	100	349,2	2732,8392
19:00	100	169,75	1328,4635
20:00	100	8,07	63,15582
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 28. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 1.

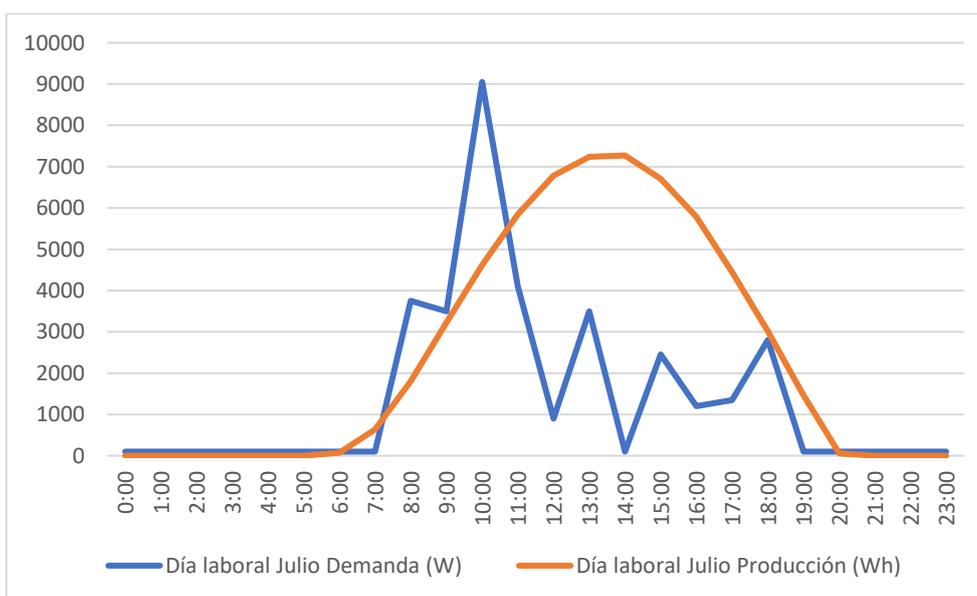


Gráfica 40. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 1.

JULIO

Día laboral Julio			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m ²)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	9,05	70,8253
7:00	100	81,43	637,27118
8:00	3750	230,5	1803,893
9:00	3500	411,77	3222,51202
10:00	9050	589,54	4613,74004
11:00	4100	746,82	5844,61332
12:00	900	866,85	6783,9681
13:00	3500	924,99	7238,97174
14:00	100	929,21	7271,99746
15:00	2450	856,73	6704,76898
16:00	1200	739,52	5787,48352
17:00	1350	568,06	4445,63756
18:00	2800	385,07	3013,55782
19:00	100	187,35	1466,2011
20:00	100	7,26	56,81676
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

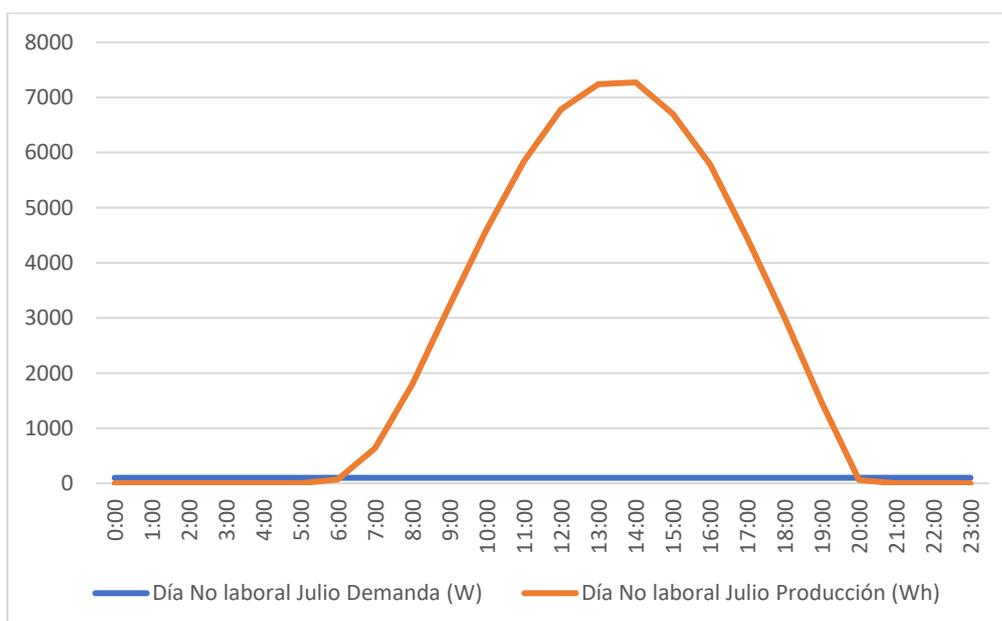
Tabla 29. Demanda-producción día laboral Julio Nave 1.



Gráfica 41. Demanda-producción día laboral Julio Nave 1.

Día No laboral Julio			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m ²)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	9,05	70,8253
7:00	100	81,43	637,27118
8:00	100	230,5	1803,893
9:00	100	411,77	3222,51202
10:00	100	589,54	4613,74004
11:00	100	746,82	5844,61332
12:00	100	866,85	6783,9681
13:00	100	924,99	7238,97174
14:00	100	929,21	7271,99746
15:00	100	856,73	6704,76898
16:00	100	739,52	5787,48352
17:00	100	568,06	4445,63756
18:00	100	385,07	3013,55782
19:00	100	187,35	1466,2011
20:00	100	7,26	56,81676
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 30. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 1

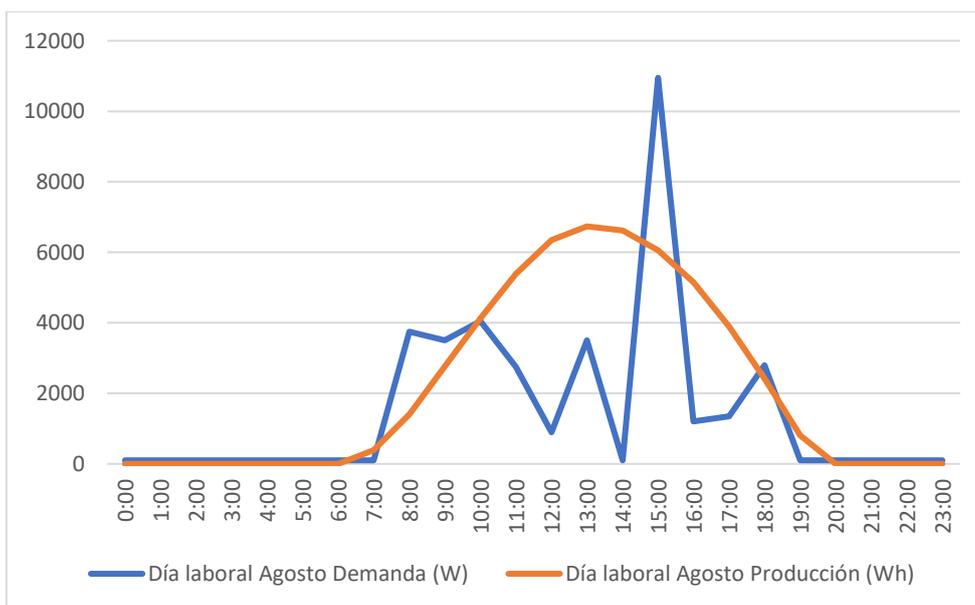


Gráfica 42. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 1.

AGOSTO

Día laboral Agosto			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	49,5	387,387
8:00	3750	179,09	1401,55834
9:00	3500	352,43	2758,11718
10:00	4050	527,88	4131,18888
11:00	2750	688,55	5388,5923
12:00	900	811,27	6348,99902
13:00	3500	860,69	6735,75994
14:00	100	845,18	6614,37868
15:00	10950	773,85	6056,1501
16:00	1200	658,31	5151,93406
17:00	1350	497,67	3894,76542
18:00	2800	309,22	2419,95572
19:00	100	102,34	800,91284
20:00	100	0,01	0,07826
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

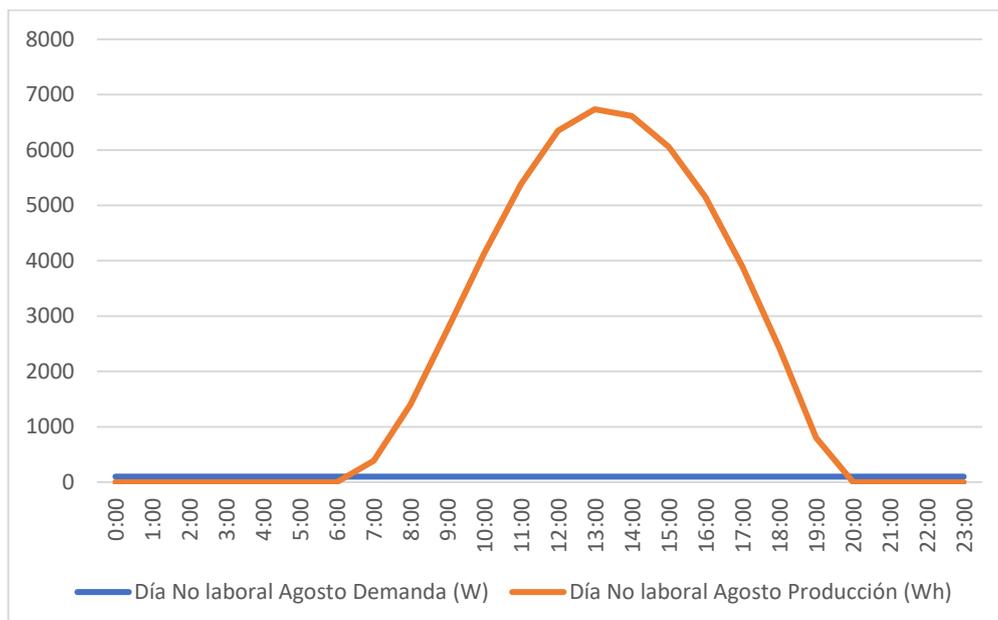
Tabla 31. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 1.



Gráfica 43. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 1.

Día No laboral Agosto			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m ²)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	49,5	387,387
8:00	100	179,09	1401,55834
9:00	100	352,43	2758,11718
10:00	100	527,88	4131,18888
11:00	100	688,55	5388,5923
12:00	100	811,27	6348,99902
13:00	100	860,69	6735,75994
14:00	100	845,18	6614,37868
15:00	100	773,85	6056,1501
16:00	100	658,31	5151,93406
17:00	100	497,67	3894,76542
18:00	100	309,22	2419,95572
19:00	100	102,34	800,91284
20:00	100	0,01	0,07826
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 32. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 1.

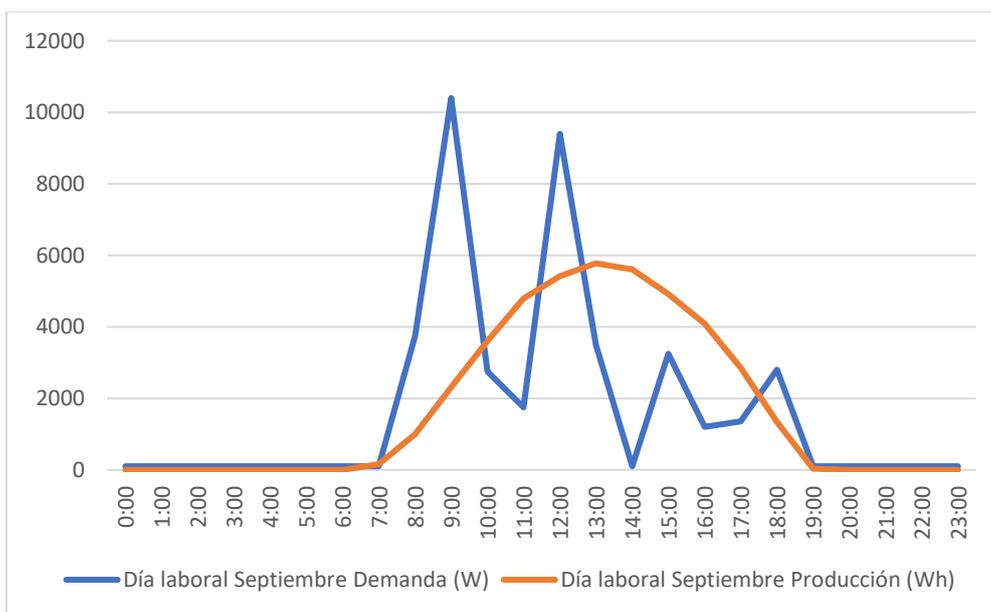


Gráfica 44. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 1.

SEPTIEMBRE

Día laboral Septiembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	20,19	158,00694
8:00	3750	127,71	999,45846
9:00	10400	295,44	2312,11344
10:00	2750	460,29	3602,22954
11:00	1750	611,83	4788,18158
12:00	9400	692,6	5420,2876
13:00	3500	738,02	5775,74452
14:00	100	716,55	5607,7203
15:00	3250	627,75	4912,7715
16:00	1200	522,08	4085,79808
17:00	1350	364,3	2851,0118
18:00	2800	170,57	1334,88082
19:00	100	3,6	28,1736
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

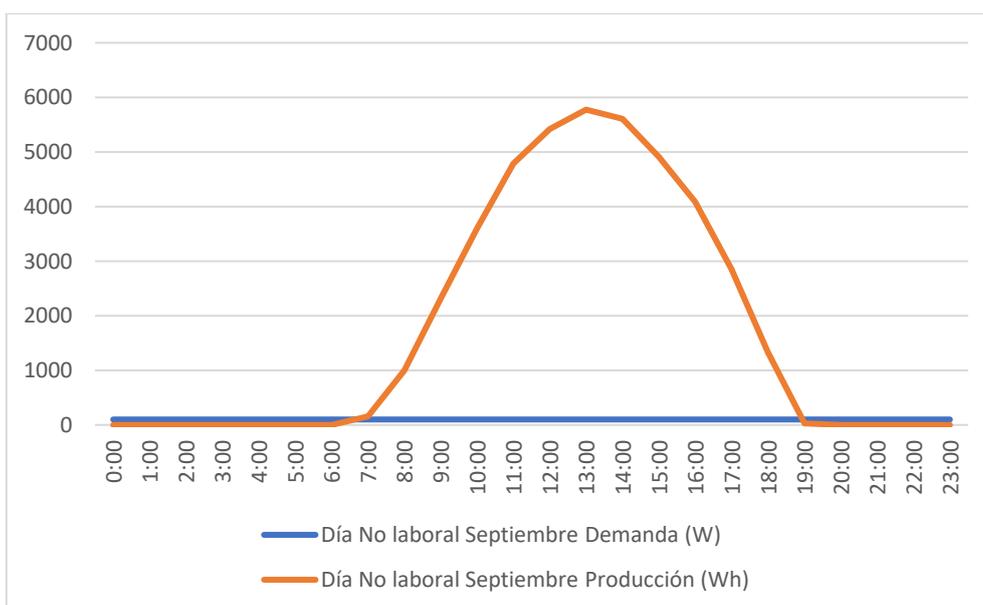
Tabla 33. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 1.



Gráfica 45. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 1.

Día No laboral Septiembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	20,19	158,00694
8:00	100	127,71	999,45846
9:00	100	295,44	2312,11344
10:00	100	460,29	3602,22954
11:00	100	611,83	4788,18158
12:00	100	692,6	5420,2876
13:00	100	738,02	5775,74452
14:00	100	716,55	5607,7203
15:00	100	627,75	4912,7715
16:00	100	522,08	4085,79808
17:00	100	364,3	2851,0118
18:00	100	170,57	1334,88082
19:00	100	3,6	28,1736
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 34. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 1.

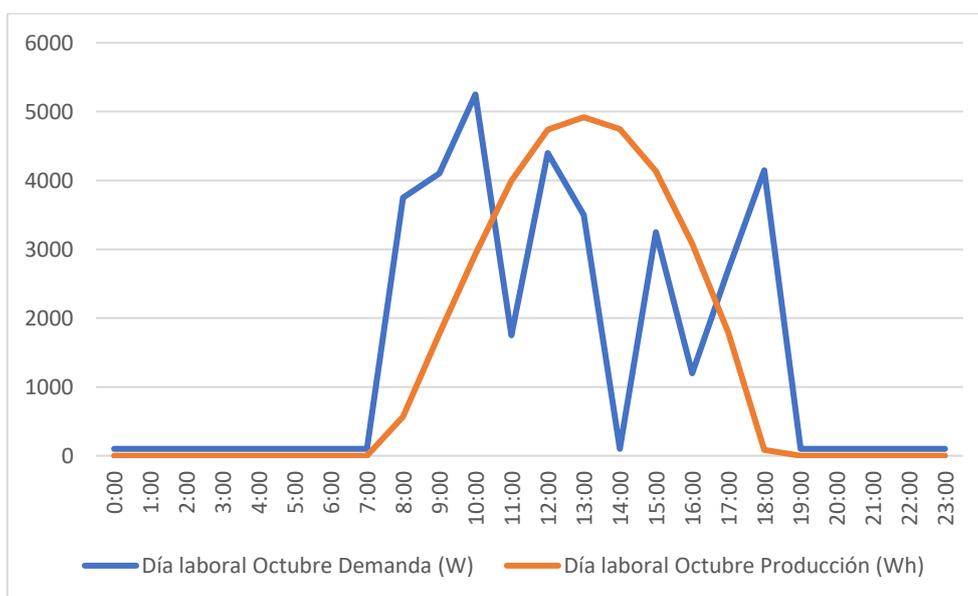


Gráfica 46. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 1.

OCTUBRE

Día laboral Octubre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	3750	72,66	568,63716
9:00	4100	226,73	1774,38898
10:00	5250	374	2926,924
11:00	1750	510,28	3993,45128
12:00	4400	605,12	4735,66912
13:00	3500	628,49	4918,56274
14:00	100	606,68	4747,87768
15:00	3250	528,26	4134,16276
16:00	1200	393,95	3083,0527
17:00	2700	228,67	1789,57142
18:00	4150	11,08	86,71208
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

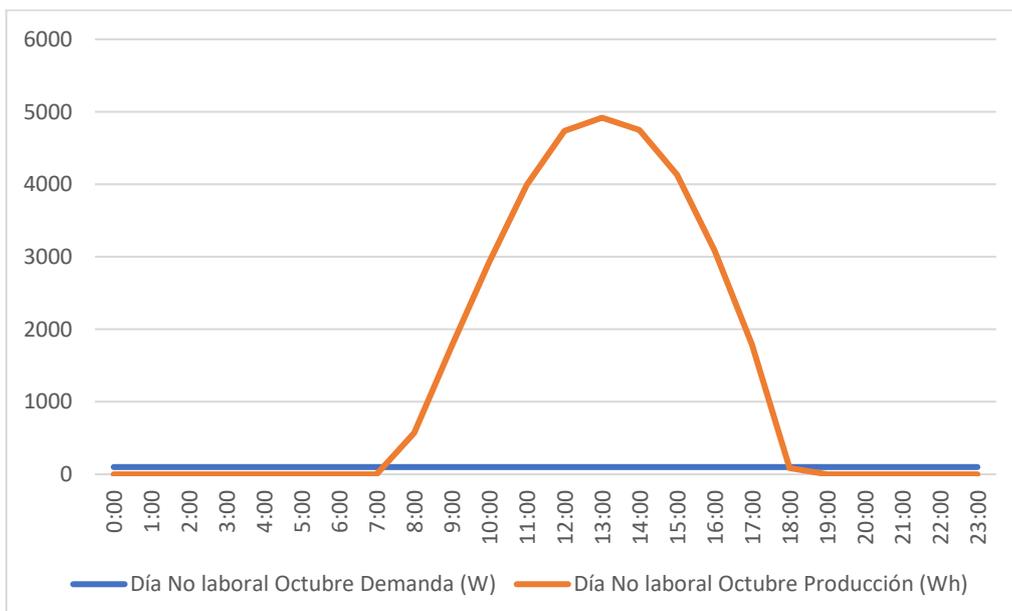
Tabla 35. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 1.



Gráfica 47. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 1.

Día No laboral Octubre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	100	72,66	568,63716
9:00	100	226,73	1774,38898
10:00	100	374	2926,924
11:00	100	510,28	3993,45128
12:00	100	605,12	4735,66912
13:00	100	628,49	4918,56274
14:00	100	606,68	4747,87768
15:00	100	528,26	4134,16276
16:00	100	393,95	3083,0527
17:00	100	228,67	1789,57142
18:00	100	11,08	86,71208
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 36. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 1.

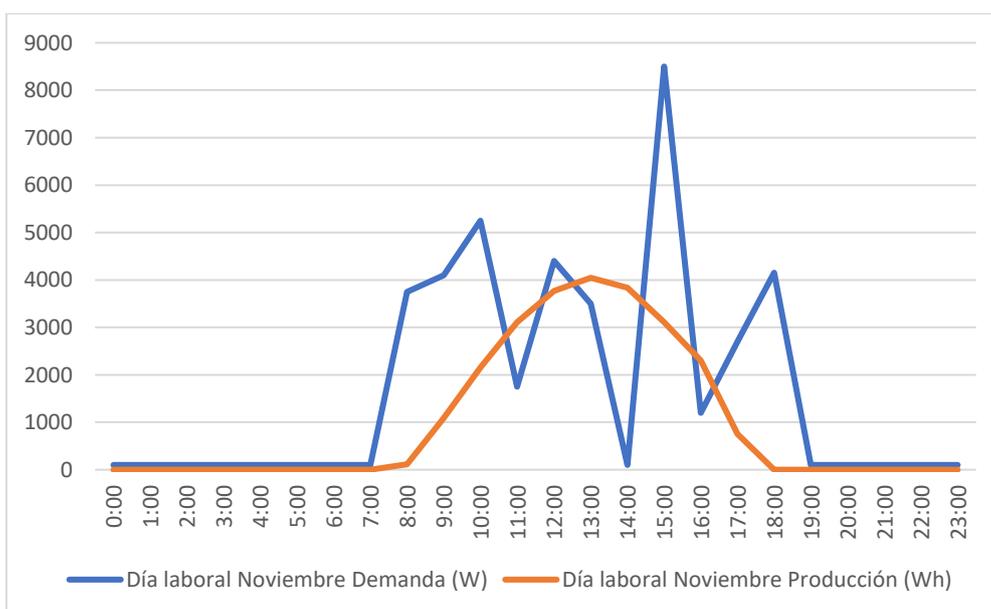


Gráfica 48. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 1.

NOVIEMBRE

Día laboral Noviembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	3750	14,66	114,72916
9:00	4100	139,07	1088,36182
10:00	5250	275,12	2153,08912
11:00	1750	397,62	3111,77412
12:00	4400	481,61	3769,07986
13:00	3500	517,03	4046,27678
14:00	100	489,99	3834,66174
15:00	8500	397,65	3112,0089
16:00	1200	294,13	2301,86138
17:00	2700	96,44	754,73944
18:00	4150	0	0
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

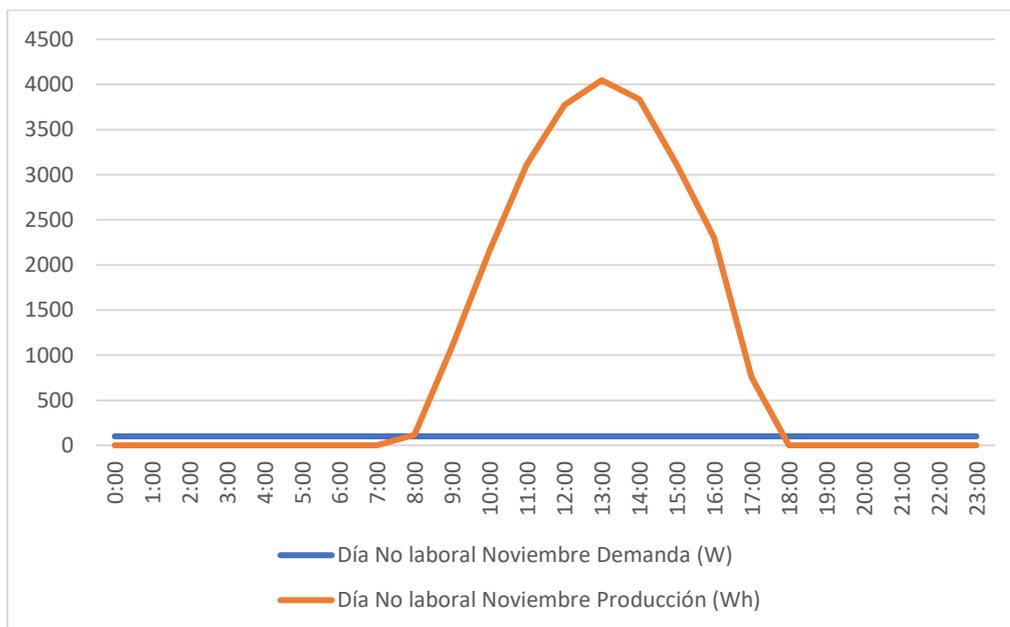
Tabla 37. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 1.



Gráfica 49. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 1.

Día No laboral Noviembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	100	14,66	114,72916
9:00	100	139,07	1088,36182
10:00	100	275,12	2153,08912
11:00	100	397,62	3111,77412
12:00	100	481,61	3769,07986
13:00	100	517,03	4046,27678
14:00	100	489,99	3834,66174
15:00	100	397,65	3112,0089
16:00	100	294,13	2301,86138
17:00	100	96,44	754,73944
18:00	100	0	0
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 38. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 1.

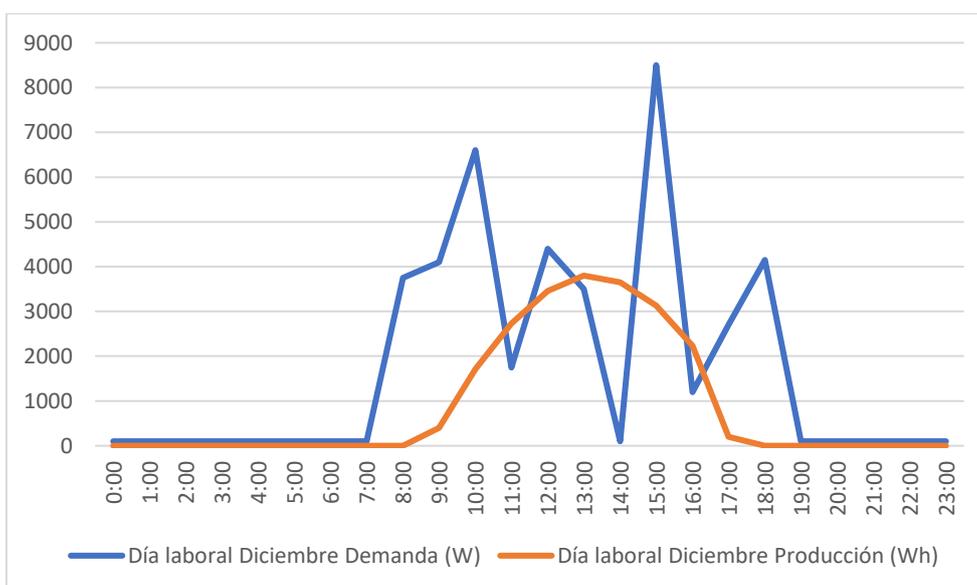


Gráfica 50. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 1.

DICIEMBRE

Día laboral Diciembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	3750	0	0
9:00	4100	51,38	402,09988
10:00	6600	218,75	1711,9375
11:00	1750	348,69	2728,84794
12:00	4400	441,73	3456,97898
13:00	3500	485,64	3800,61864
14:00	100	466,66	3652,08116
15:00	8500	400,38	3133,37388
16:00	1200	284,97	2230,17522
17:00	2700	25,31	198,07606
18:00	4150	0	0
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

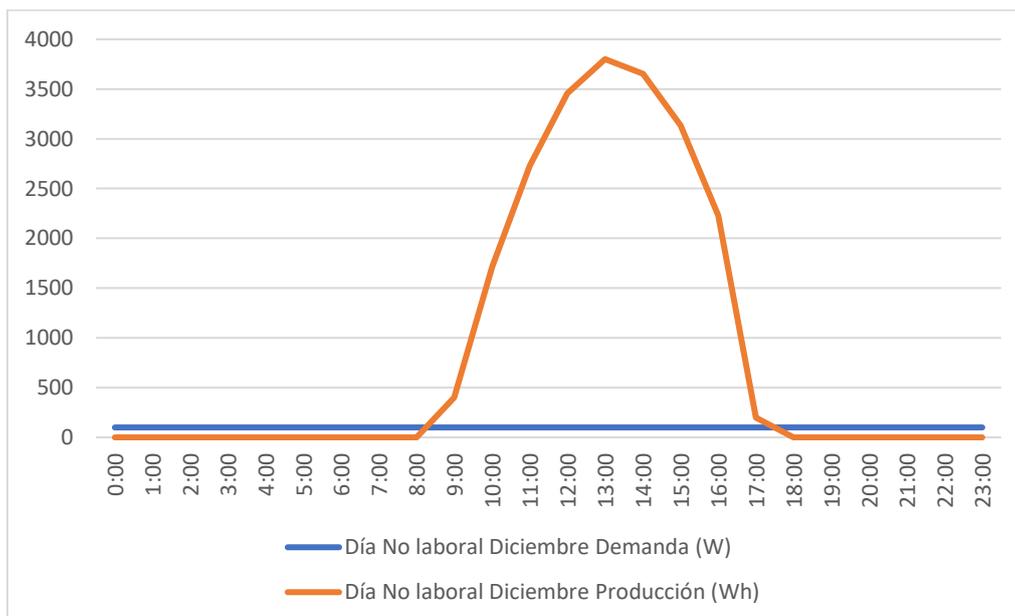
Tabla 39. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 1.



Gráfica 51. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 1.

Día No laboral Diciembre			
Hora	Demanda (W)	Radiación (W/m2)	Producción (Wh)
0:00	100	0	0
1:00	100	0	0
2:00	100	0	0
3:00	100	0	0
4:00	100	0	0
5:00	100	0	0
6:00	100	0	0
7:00	100	0	0
8:00	100	0	0
9:00	100	51,38	402,09988
10:00	100	218,75	1711,9375
11:00	100	348,69	2728,84794
12:00	100	441,73	3456,97898
13:00	100	485,64	3800,61864
14:00	100	466,66	3652,08116
15:00	100	400,38	3133,37388
16:00	100	284,97	2230,17522
17:00	100	25,31	198,07606
18:00	100	0	0
19:00	100	0	0
20:00	100	0	0
21:00	100	0	0
22:00	100	0	0
23:00	100	0	0

Tabla 40. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 1.



Gráfica 52. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 1.



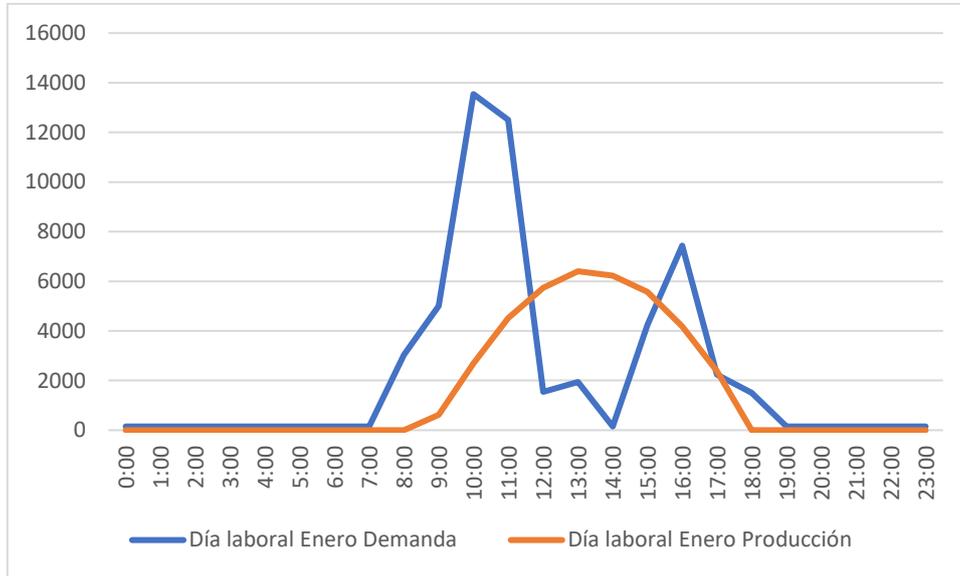
Seguidamente, del mismo modo que para la nave 1, se realiza el estudio comparativo para la nave 2, que con lo citado anteriormente de características la instalación va a tener un total de 32 placas de 455 Wp y considerando unas pérdidas de un 14%. Se realiza un estudio comparativo de la producción que se obtiene en los distintos días de cada mes con la demanda diaria instantánea obtenida en el punto 5 del presente proyecto. Se tendrán en cuenta tanto los días de trabajo como los no laborales.

A continuación, se muestran las gráficas de los días tipo de cada mes, las tablas con las que se obtienen dichas gráficas se encuentran en el Anexo.

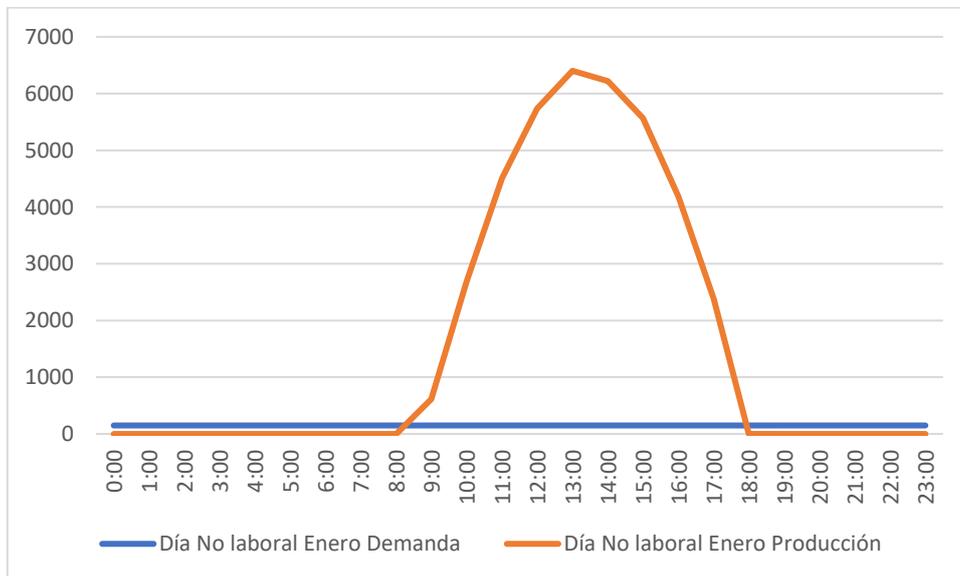
NAVE 2

ESTUDIO COMPARATIVO PRODUCCIÓN-DEMANDA

ENERO

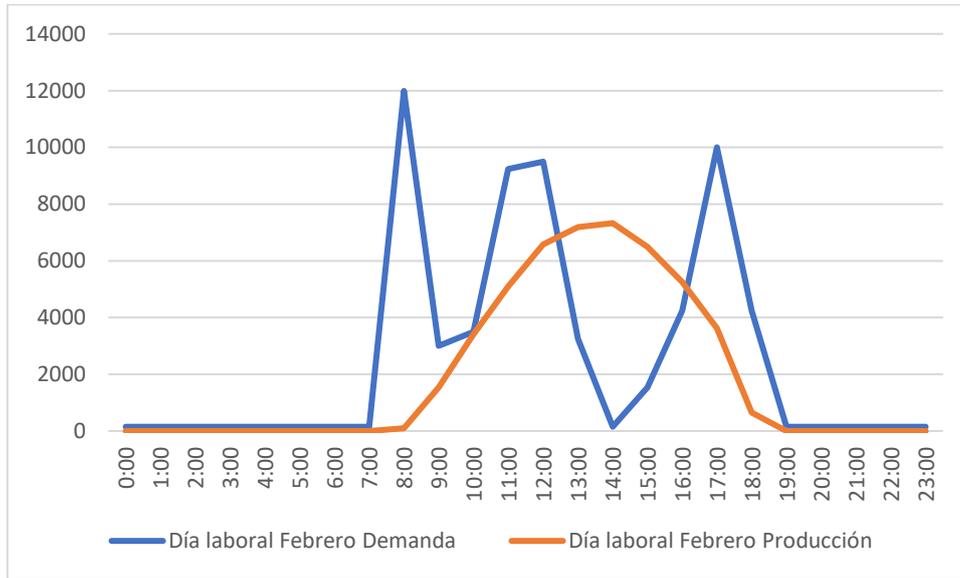


Gráfica 53. Demanda-producción día laboral Enero Nave 2.

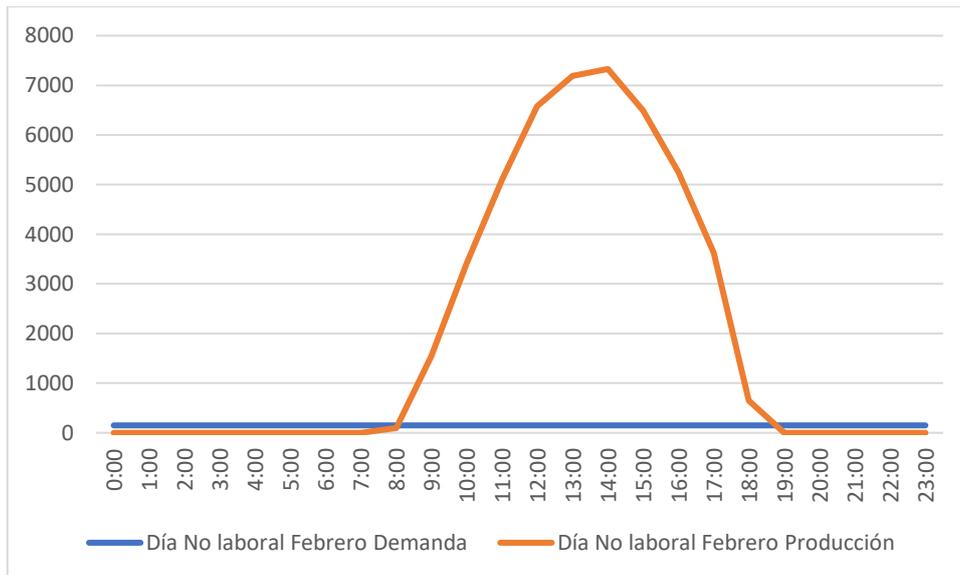


Gráfica 54. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 2.

FEBRERO

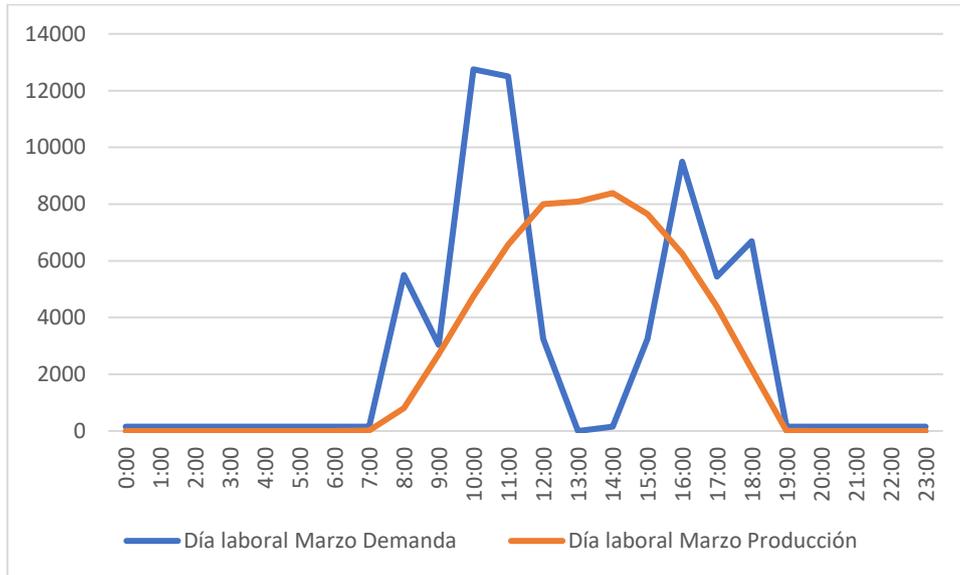


Gráfica 55. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 2.

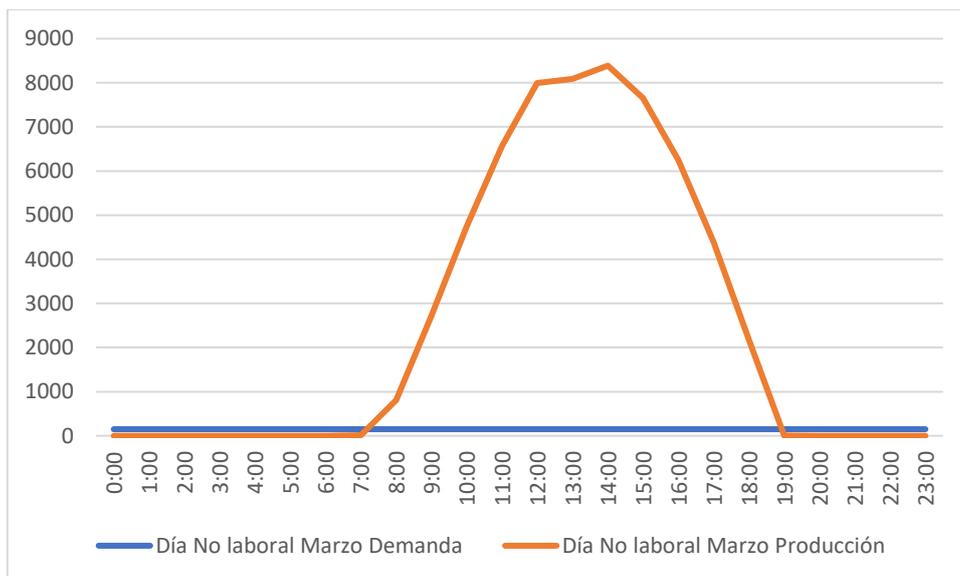


Gráfica 56. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 2.

MARZO

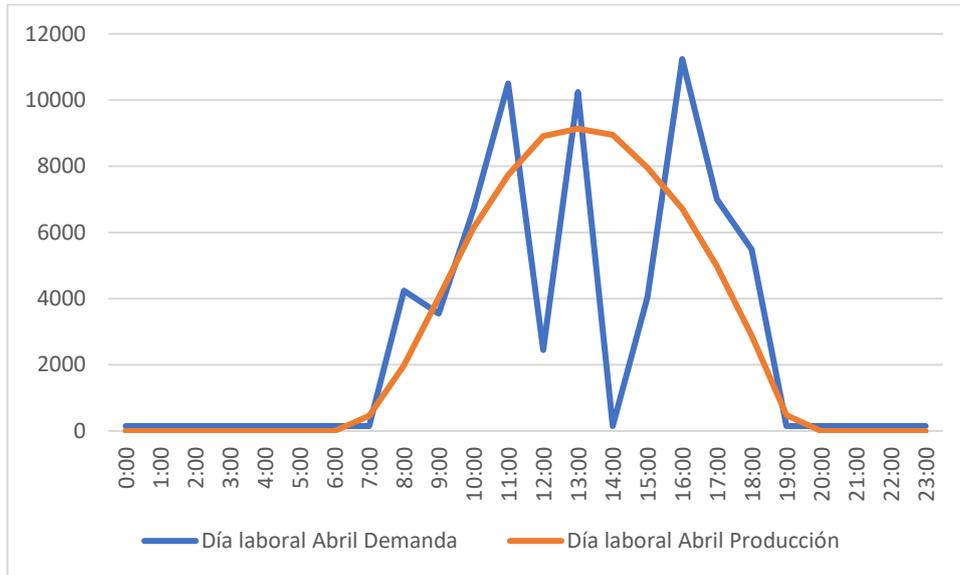


Gráfica 57. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 2.

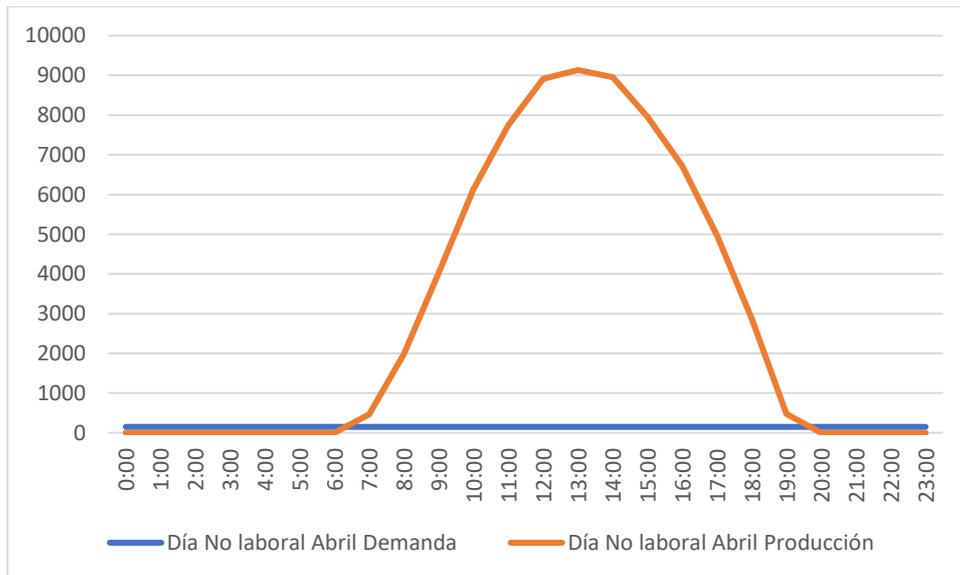


Gráfica 58. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 2.

ABRIL

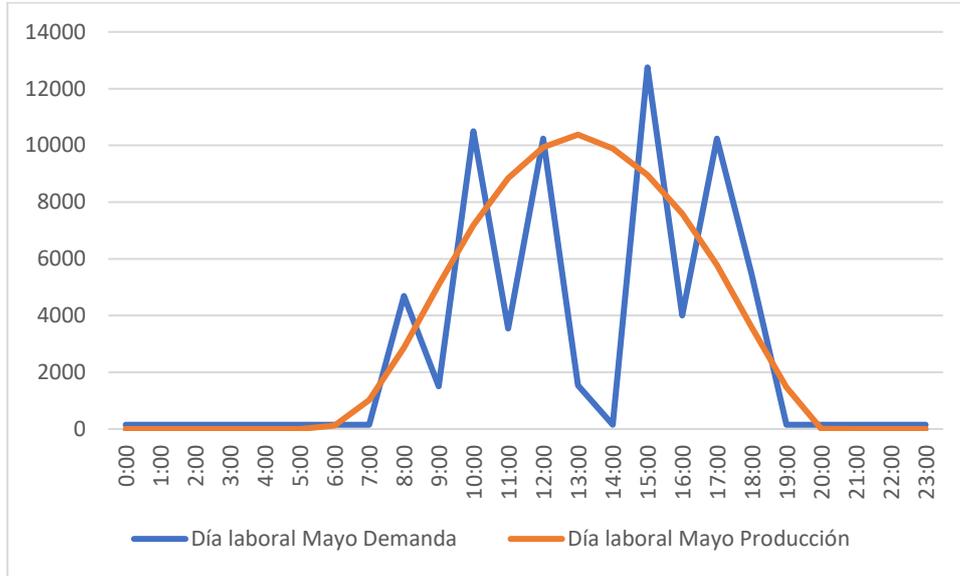


Gráfica 59. Demanda-producción día laboral Abril Nave 2.

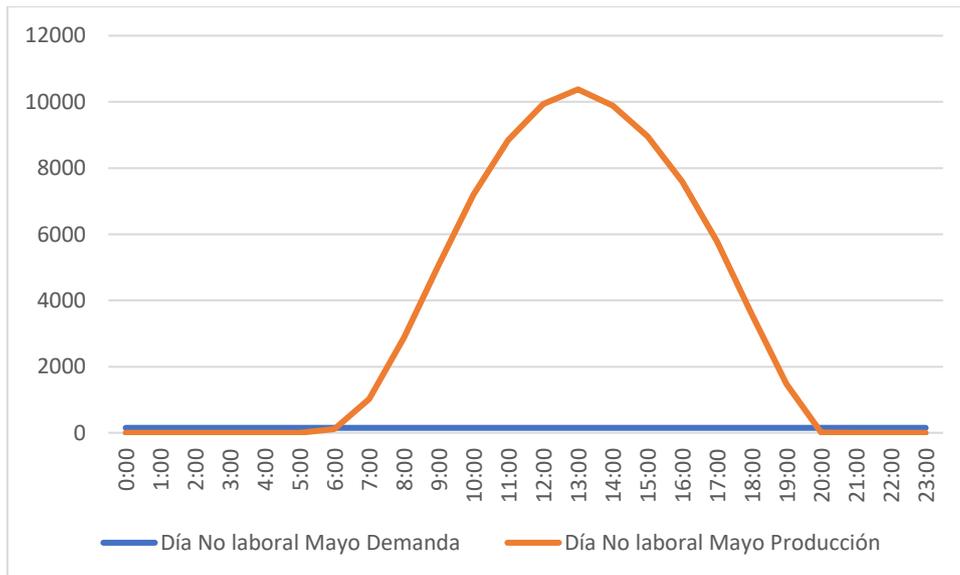


Gráfica 60. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 2.

MAYO

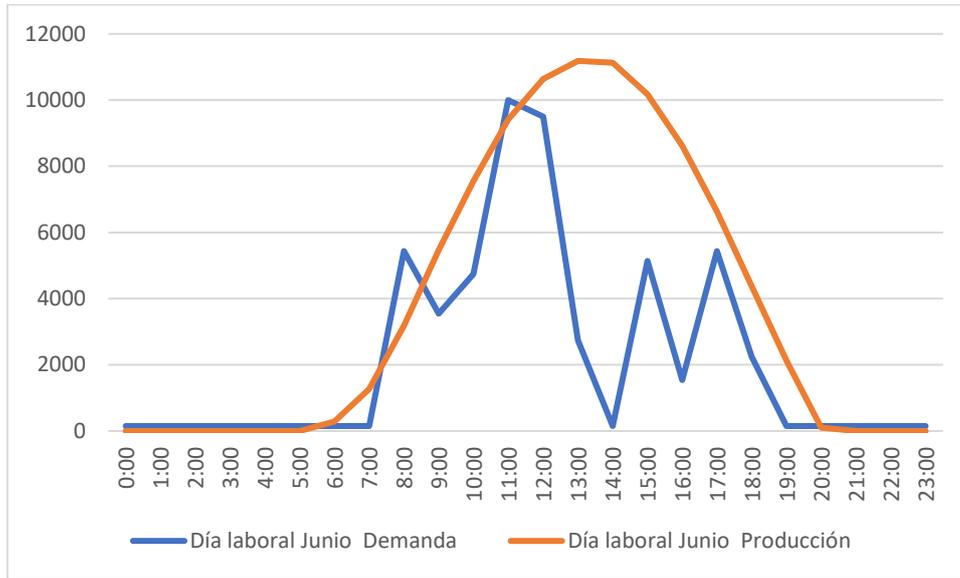


Gráfica 61. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 2.

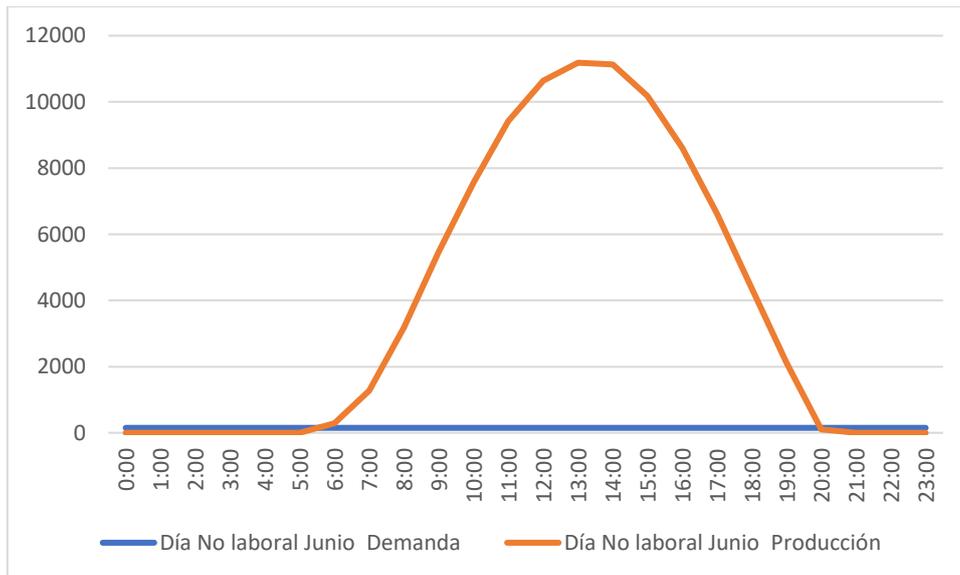


Gráfica 62. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 2.

JUNIO

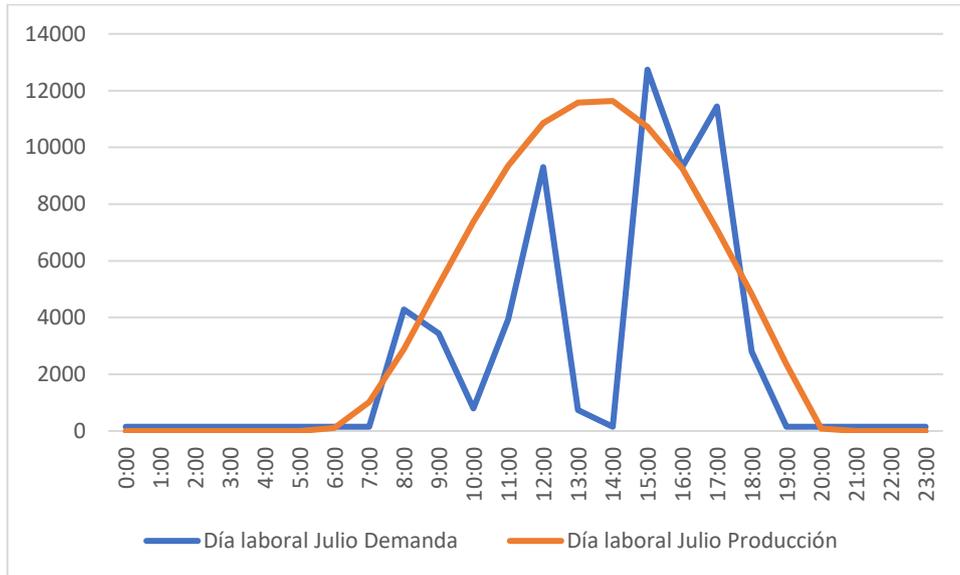


Gráfica 63. Demanda-producción día laboral Junio Nave 2.

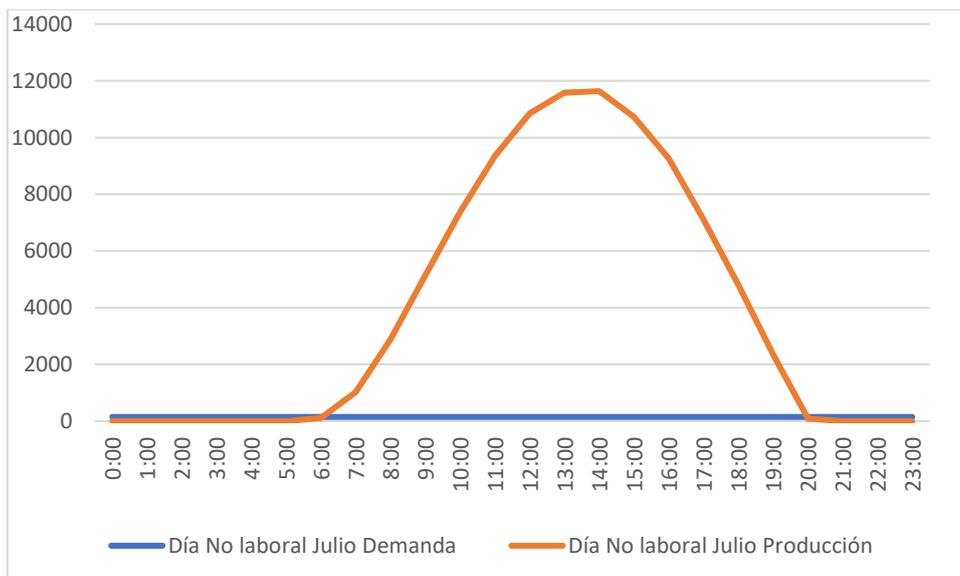


Gráfica 64. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 2.

JULIO

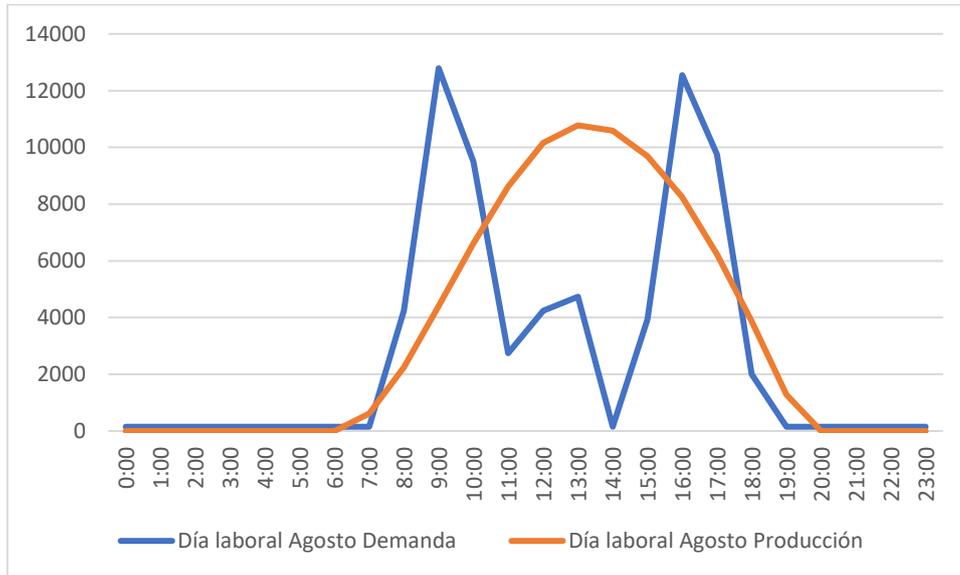


Gráfica 65. Demanda-producción día laboral Julio Nave 2.

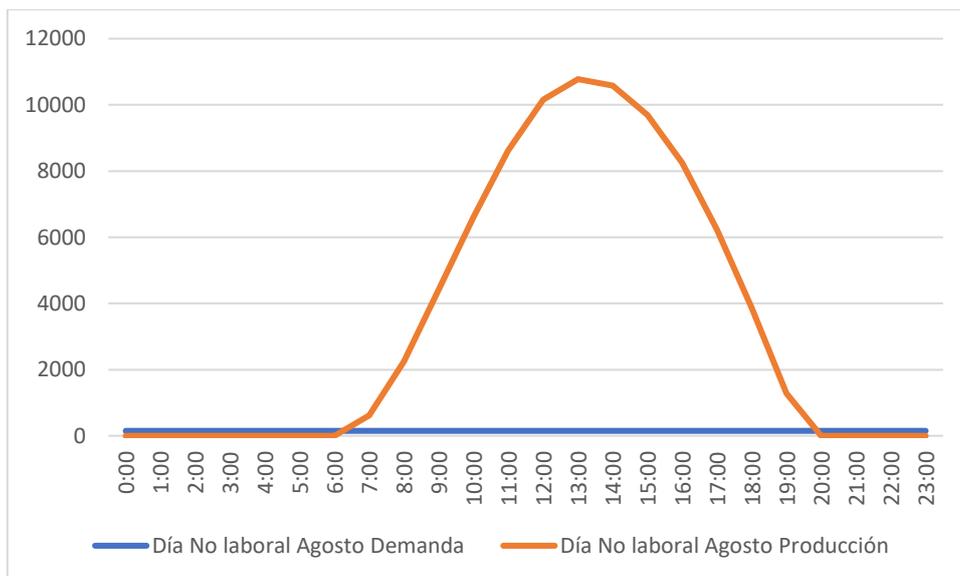


Gráfica 66. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 2.

AGOSTO

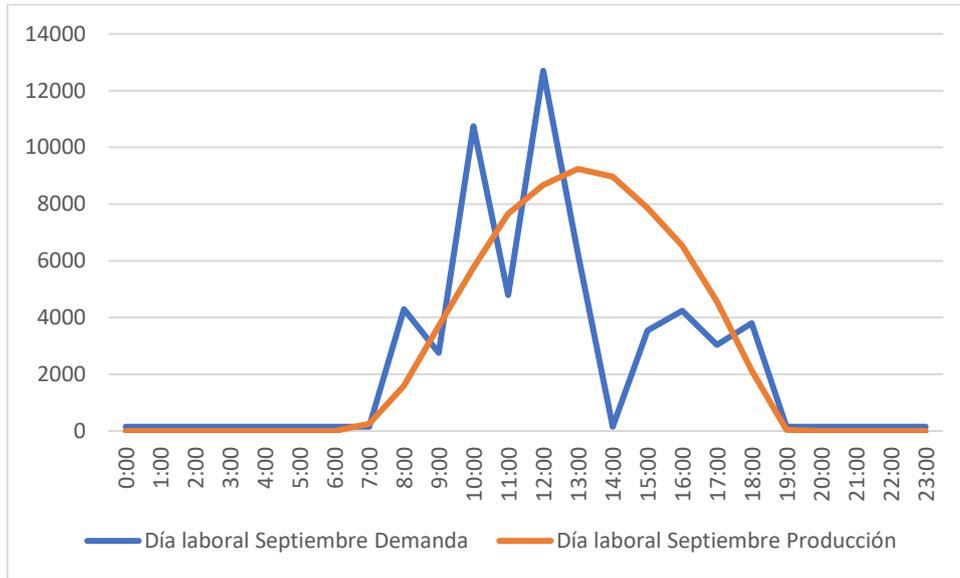


Gráfica 67. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 2.

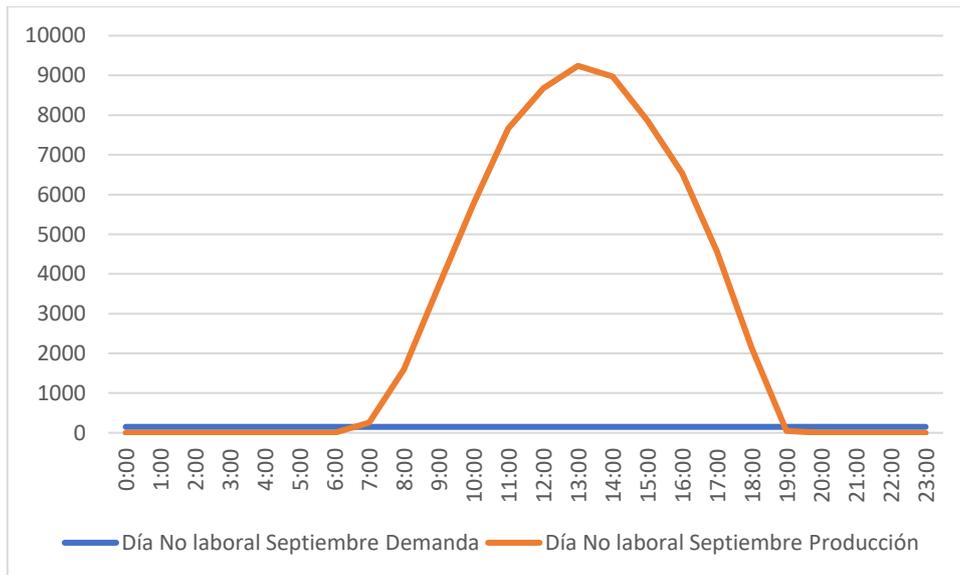


Gráfica 68. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 2.

SEPTIEMBRE

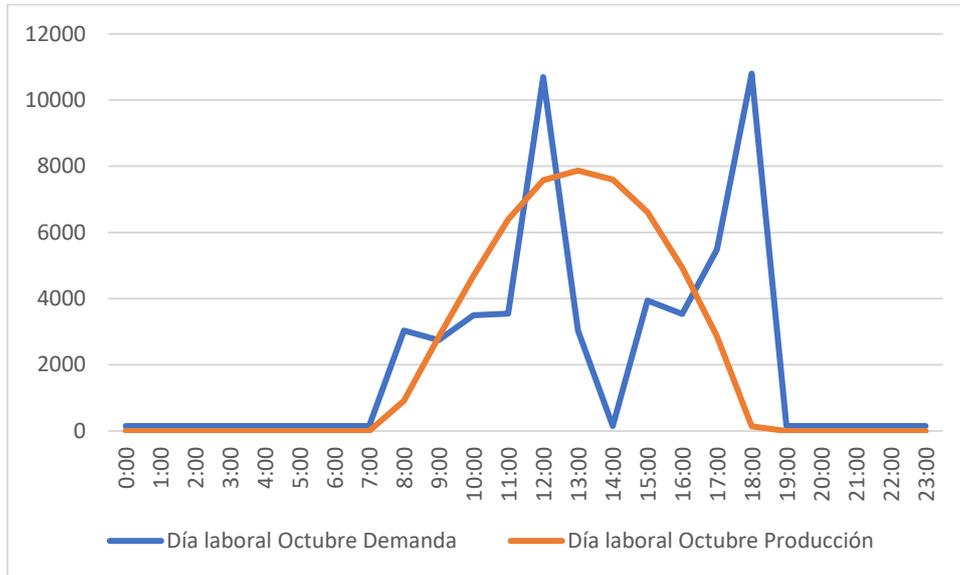


Gráfica 69. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 2.

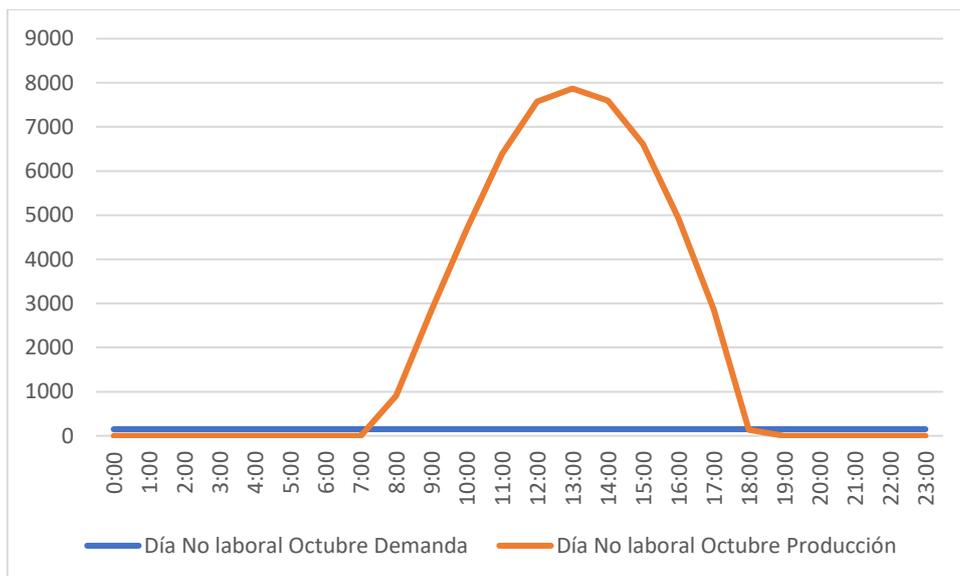


Gráfica 70. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 2.

OCTUBRE

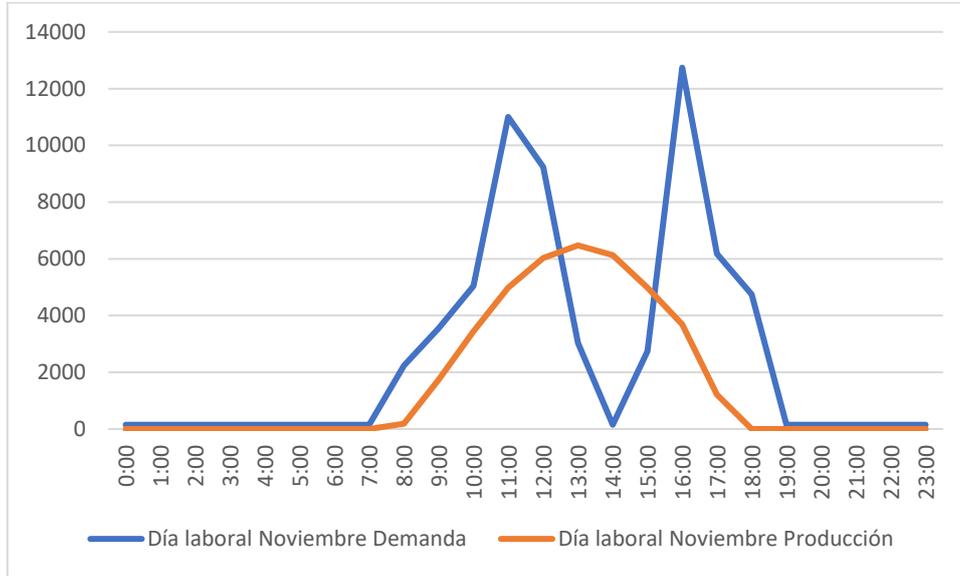


Gráfica 71. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 2.

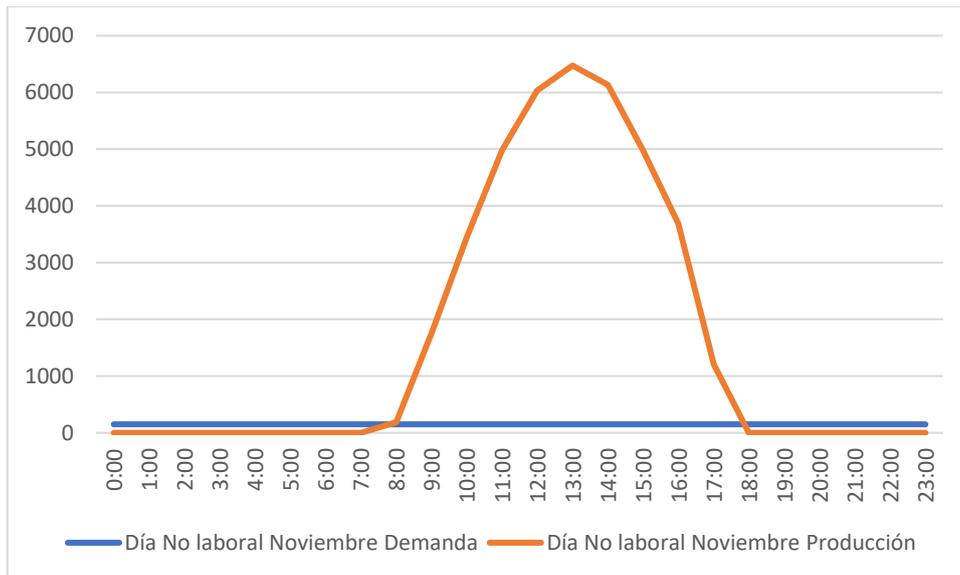


Gráfica 72. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 2.

NOVIEMBRE

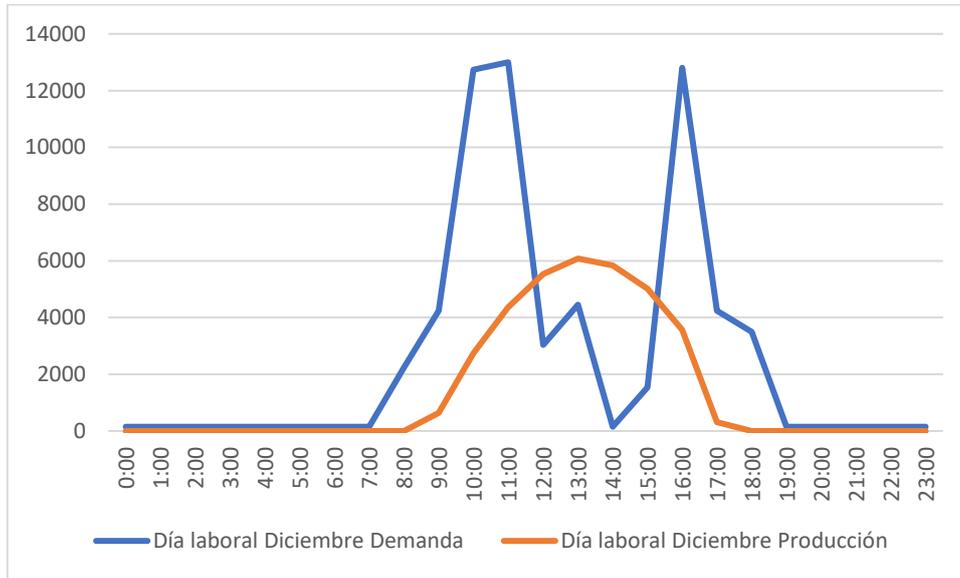


Gráfica 73. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 2.

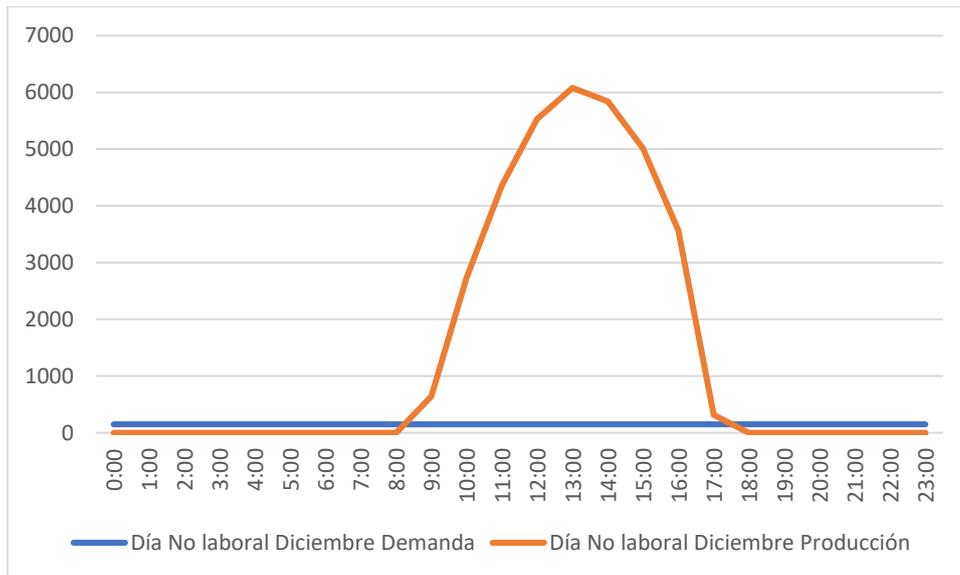


Gráfica 74. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 2.

DICIEMBRE



Gráfica 75. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 2.



Gráfica 76. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 2.

7. Cableado y protecciones

7.1 Cableado

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, más concretamente su ITC-BT-40 en su punto 5 establece que:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal”.

Se procede a calcular la sección del cableado de la nave 1. En el que existen dos tipos de cable, el primero de ellos que va desde los módulos fotovoltaicos a la entrada del inversor y transporta la energía en corriente continua, y el segundo tramo que lleva la corriente alterna desde la salida del inversor al Cuadro General de Mando y Protección.

Para el primer tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® CLASS SOLAR H1Z2Z2-K de General Cable, al ser este especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas. Puede ser instalado en bandejas, conductos y equipos y se emplea en el lado de corriente continua de las instalaciones de autoconsumo.

El método de instalación de será de conductor aislado en canal protectora suspendida, más concretamente el método B1.

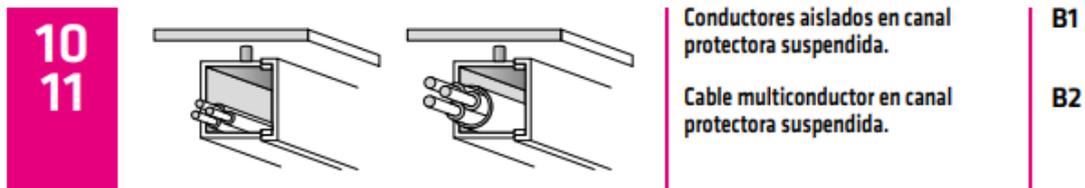


Ilustración 7. Métodos instalación cableado.

Para el cálculo de la sección se tienen en cuenta dos criterios, el de la intensidad máxima admisible y el de caída de tensión.

Criterio de intensidad máxima admisible

Empezando por el criterio de intensidad máxima admisible, se buscan los factores de corrección que influyen en la instalación.

AISLAMIENTO	TEMPERATURA AMBIENTE (t_a) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

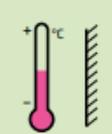


Ilustración 8. Factores de corrección por temperatura.

PUNTO	DISPOSICIÓN	NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES										INSTALACIÓN TIPO
		1	2	3	4	6	9	12	16	20		
1	Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C	
3	Capa única fijada al techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60		
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales.	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, soportes, bridas de amarre, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80		

Ilustración 9. Factores de corrección por número de circuitos.

Por lo tanto, como se puede observar en las anteriores imágenes los coeficientes de corrección a aplicar son los siguientes:

- Por temperatura de 45 °C → 0.96
- Por agrupamiento de 2 circuitos o cables multiconductores → 0.8

$$I' = \frac{11.61 \cdot 1.25}{0.96 \cdot 0.8} = 18.89 A$$

Tras la comprobación en la tabla de intensidades admisibles, se obtiene una sección de cable de 1,5 mm².

TABLA C.52.1 bis
Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2	TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES GARGADOS (2 o 3)																		
	(TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
A1		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)												
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)												
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)							
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)										
C						PVC3 (70 °C)			PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		PVC2 (90 °C)						
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E							PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)					
F								PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)	XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)					
Cobre	mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1.5	11	11.5	12.5	13.5	14	14.5	15.5	16	16.5	17	17.5	19	20	20	20	21	23	25
	2.5	15	15.5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	
300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713	

Ilustración 10. Elección sección cableado.

Criterio de caída de tensión

El segundo criterio que aplicar es el de caída de tensión

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{MPP}}{\gamma \cdot U} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 11.13}{45.5 \cdot (824 \cdot 0.015)} = 1.38 \text{ mm}^2 \rightarrow 1.5 \text{ mm}^2$$

En la aplicación de ambos criterios se obtiene una sección de 1.5 mm^2 , dato que se considera un poco justo, por lo que se decide poner una sección de 4 mm^2 para mayor seguridad y al ser esta una sección mucho más normalizada en el sector de la fotovoltaica.

Una vez calculado el primer tramo se procede a calcular el segundo que abarca desde la salida del inversor hasta el Cuadro General de Mando y Protección. Para este tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® COMPACT 1000 V (AS) RZ1-K de General Cable. Se trata de un cable para el lado de corriente alterna en instalaciones de autoconsumo fotovoltaico. En este caso el método de instalación es B2.

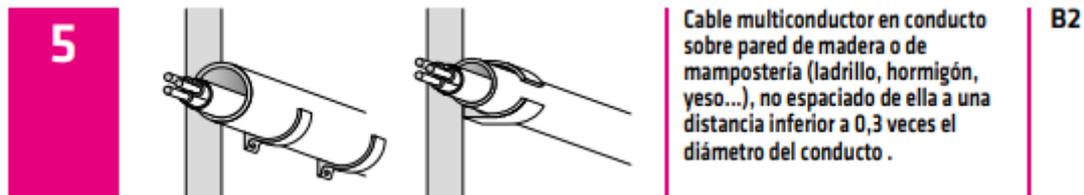


Ilustración 11. Métodos instalación cableado.

Criterio de intensidad máxima admisible

Para este criterio se utiliza la intensidad máxima que se permite a la salida del inversor y que es de 13,5 A.

$$I'_{ca} = 1.25 \cdot 13.5 = 16.87 \text{ A}$$

Con este valor, a partir de la tabla de intensidades admisibles se obtiene una sección para el cable de 2.5 mm^2 .

TABLA C.52.1 bis
Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2	TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
A1		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)										
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)										
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)					XLPE2 (90 °C)		
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)					XLPE2 (90 °C)		
C								PVC3 (70 °C)						PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		PVC2 (90 °C)
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E									PVC3 (70 °C)					PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)
F													PVC3 (70 °C)			PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)
Cobre	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1.5	11	11.5	12.5	13.5	14	14.5	15.5	16	16.5	17	17.5	19	20	20	20	21	23	25
	2.5	15	15.5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
	300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713

Ilustración 12. Elección sección cableado.

Criterio de caída de tensión

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot U} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 13.5 \cdot 1}{45.5 \cdot (230 \cdot 0.015)} = 1.75 \text{ mm}^2 \rightarrow 2.5 \text{ mm}^2$$

A través de la aplicación de los dos criterios se obtiene que el cable que se dispondrá desde la salida del inversor al CGMP será de una sección de 2.5 mm². Para homogeneizar todas las secciones se decide ponerlo de 4 mm².

En conclusión, para la nave 1, en su primer tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® CLASS SOLAR H1Z2Z2-K en sección de 4 mm², mientras que en el segundo tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® COMPACT 1000 V (AS) RZ1-K en sección de 4 mm².

Tras obtener la sección del cableado para la nave 1, se procede a realizar los mismos pasos para la nave 2. Se utilizan los mismos cables, por lo que se obvia el renombrarlos.

Se procede a la realización del tramo 1.

Criterio de intensidad máxima admisible

Este criterio es exactamente igual, ya que se utilizan el mismo tipo de placas y las mismas condiciones. Por lo que, este criterio arroja una sección de 1.5 mm².

Criterio de caída de tensión

Se procede a la aplicación de la misma fórmula utilizada anteriormente.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{MPP}}{\gamma \cdot U} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 11.13}{45.5 \cdot (659.2 \cdot 0.015)} = 1.98 \text{ mm}^2 \rightarrow 2.5 \text{ mm}^2$$

Tras la aplicación de los dos criterios se obtiene una sección de 2.5 mm^2 . Por los mismos motivos citados con anterioridad se decide poner cable con sección de 4 mm^2 .

El cálculo de la sección del cableado del segundo tramo para la nave 2 es exactamente igual al de la nave 1, debido a que presentan las mismas condiciones.

Por lo que, para concluir, para la nave 2, en su primer tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® CLASS SOLAR H1Z2Z2-K en sección de 4 mm^2 , mientras que en el segundo tramo se utilizará el cable EXZHELLENT® COMPACT 1000 V (AS) RZ1-K en sección de 4 mm^2 .

7.2 Protecciones

En el apartado de protecciones, también cabe diferenciar las protecciones del tramo de corriente continua, desde los módulos hasta el inversor, y del tramo de corriente alterna, desde la salida del inversor al CGMP.

En el primer tramo se colocarán fusibles para proteger la instalación de sobre tensiones. Se colocarán fusibles de 15 A ya que la intensidad pico de los módulos es de 11,13 A. Por lo que se colocará un fusible para la rama de la nave 1 y 2 fusibles, uno para cada rama, en la nave 2.

En cuanto a las protecciones de AC, el inversor incluye las correspondientes protecciones necesarias.

7.3 Puesta a tierra

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-18 del REBT que regula las Instalaciones de Puesta a Tierra. Se establece una serie de valores de resistividad propios del terreno que influirán a la hora del cálculo de dicha protección. Para ello, en el presente caso, el terreno es principalmente calizo, por lo que se establece una resistividad del terreno de $500 \Omega \cdot \text{m}$, valor establecido en el REBT para zonas calizas. Se instalará la puesta a tierra mediante una pica vertical. La resistencia de tierra se estima en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo, mediante la siguiente fórmula.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Para obtener el valor de la resistencia de puesta a tierra se utiliza la tensión máxima de contacto de 24 V y la máxima corriente que se puede obtener de 8.84 A. Por lo que despejando la longitud de la pica es la siguiente. Se utilizan 60 picas de 3 m cada una.

8. Emisiones de CO₂

Además de cuestiones de tipo económica o de imagen social, el uso de la energía solar fotovoltaica para la generación de electricidad supone un ahorro de emisiones de CO₂. Por lo que la producción de energía de esta forma es más beneficiaria que extraerla de otros modos existentes mucho más beneficiosos y perjudiciales.

Es posible realizar una estimación de la cantidad de emisiones de CO₂ que se ahorran emitir generando la electricidad con fotovoltaica. La producción eléctrica peninsular aproximadamente emite de media unos 320 g de CO₂ por cada kWh.

Las emisiones varían dependiendo del tipo de extracción de la electricidad teniendo unos valores estimados que se muestran a continuación.

- Carbón → 1000 g de CO₂/kWh emitidos
- Petróleo → 900 g de CO₂/kWh emitidos
- Gas ciclo combinado → 580 g de CO₂/kWh emitidos
- Biomasa → 95 g de CO₂/kWh emitidos
- Nuclear → 85 g de CO₂/kWh emitidos
- Solar termoeléctrica → 40 g de CO₂/kWh emitidos
- Solar fotovoltaica → 35 g de CO₂/kWh emitidos
- Eólica → 21 g de CO₂/kWh emitidos

En el caso de las energías renovables el valor de sus emisiones de CO₂ no es nulo, como se podría llegar a pensar dado que en la producción de la electricidad no se emite CO₂. El valor que se le asigna a la emisión de CO₂ en fotovoltaica se calcula en función de los gastos energéticos que se emplean en fabricar los componentes (módulos fotovoltaicos, inversor, etc.) y en las tareas de transporte o instalación.

Esta instalación supondría unas emisiones de CO₂ a la atmosfera de:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 45519.46 \text{ kWh} \cdot 35 \text{ g de } \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}} = 1593181.1 \frac{\text{g de CO}_2}{\text{año}}$$

Esta cifra parece un valor alto, por lo que ahora se calcula el ahorro de emisiones que supone la instalación con respecto a la obtención de la misma energía mediante el gas.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro emisiones de CO}_2 &= 45519.46 \text{ kWh} \cdot \left(580 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} - 35 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \right) \\ &= 24808105.7 \frac{\text{g de CO}_2}{\text{año}} \end{aligned}$$

Por lo que, ahora con este valor se puede observar la gran cantidad de emisiones de CO₂ que se ahorran al elegir la energía solar fotovoltaica para la obtención de energía.

9. Estudio económico

A continuación, se va a mostrar un estudio económico a partir de lo que genera la instalación, lo que consume y lo que produce de excedente. El estudio será conjunto para las dos naves, ya que el presupuesto también es conjunto. El presupuesto detallado de la instalación se encuentra en su correspondiente apartado. En cuanto a la producción de energía por parte de los módulos fotovoltaicos se considera una disminución de esta de un 0.8% anualmente.

La energía consumida por parte de la instalación se ha obtenido a partir del estudio realizado anteriormente de los consumos diarios de cada mes. Esta energía de la que las naves se abastecen se considera como dinero ahorrado con un valor de 15 cts/kWh. Además, el excedente se venderá a 6 cts/kWh. En la siguiente tabla se puede observar el estudio para los diez primeros años de la instalación.

Año	Coef.	Producción (kWh)	Consumo (kWh)	Excedentes (kWh)	Dinero Ahorrado	Venta de excedentes	Total	Acumulado
1	1	45519,46	24881,17	20638,29	3.732,18 €	1.238,30 €	4.970,47 €	4.970,47 €
2	0,992	45155,30	24881,17	20274,13	3.732,18 €	1.216,45 €	4.948,62 €	9.919,10 €
3	0,984	44432,82	24881,17	19551,65	3.732,18 €	1.173,10 €	4.905,27 €	14.824,37 €
4	0,976	43366,43	24881,17	18485,26	3.732,18 €	1.109,12 €	4.841,29 €	19.665,66 €
5	0,968	41978,71	24881,17	17097,54	3.732,18 €	1.025,85 €	4.758,03 €	24.423,69 €
6	0,96	40299,56	24881,17	15418,39	3.732,18 €	925,10 €	4.657,28 €	29.080,97 €
7	0,952	38365,18	24881,17	13484,01	3.732,18 €	809,04 €	4.541,22 €	33.622,18 €
8	0,944	36216,73	24881,17	11335,56	3.732,18 €	680,13 €	4.412,31 €	38.034,49 €
9	0,936	33898,86	24881,17	9017,69	3.732,18 €	541,06 €	4.273,24 €	42.307,73 €
10	0,928	31458,14	24881,17	6576,97	3.732,18 €	394,62 €	4.126,79 €	46.434,52 €

Tabla 41. Estudio económico.

Como se puede observar en el quinto año de la instalación se podrá recuperar la inversión realiza de 23669,29 €.

Este estudio no tiene en cuenta las ayudas existentes que permiten incentivar la implementación de instalaciones fotovoltaicas y que, además, posibilitan un retorno de la inversión en un menor espacio de tiempo.

En ayudas se opta a las convocadas por el Ministerio de Transición Ecológica, establecidas en el RD 477/2021, de programa de incentivos para la ejecución de instalaciones ligadas al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovables. Más concretamente, la instalación de la que data en el presente proyecto opta al Programa de incentivos 2, para la realización de instalaciones de autoconsumo, con fuentes de energía renovable, en otros sectores productivos de la economía, con o sin almacenamiento.

Este programa presta unas ayudas que van desde los 460 €/kWp instalado a los 1188 €/kWp instalado. Se procede a realizar el cálculo con la ayuda de 460 €/kWp. Teniendo en cuenta que la potencia instalada en la instalación es de 23.66 kWp, lo que supone un incentivo de 10883.6 €, por lo que a la inversión inicial que debe hacer el propietario se le resta este valor, y se obtiene que el propietario debe aportar 12785.69 €. Por lo que la obtención de esta ayuda supondría que en el tercer año ya se recuperaría la inversión realizada.

Si la concesión de la ayuda es a su nivel máximo, es decir de 1188 €/kWp, esto supone que el propietario recibe un importe de 28108,08 €. Por lo que, la instalación quedaría financiada desde el primer momento.

Estas ayudas son a nivel estatal, en cuanto a nivel local, se ha investigado las posibles deducciones fiscales en torno al IBI del ayuntamiento del municipio, el cual responde que estas ayudas en el municipio solo se prestan a viviendas residenciales.



PLANOS

PLANOS

- Plano 1. Emplazamiento de la instalación.
- Plano 2. Disposición módulos en la cubierta suroeste de la Nave 1.
- Plano 3. Disposición módulos en la cubierta suroeste de la Nave 2.
- Plano 4. Vista de perfil de la cubierta suroeste de la Nave 1.
- Plano 5. Vista de perfil de la cubierta suroeste de la Nave 2.
- Plano 6. Conexiones entre módulos Nave 1.
- Plano 7. Conexiones entre módulos Nave 2.
- Plano 8. Posición del inversor en la pared suroeste de la Nave 1.
- Plano 9. Posición del inversor en la pared suroeste de la Nave 2.
- Plano 10. Diagrama unifilar Nave 1.
- Plano 11. Diagrama unifilar Nave 2.
- Plano 12. Puesta a tierra.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

Sede Electrónica del Catastro

Provincia de VALENCIA
Municipio de ENGUERA
Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89
ESCALA 1:1,000



CARTOGRAFÍA CATASTRAL

[699.566 ; 4.316.976]

[699.806 ; 4.316.976]



[699.566 ; 4.316.846]

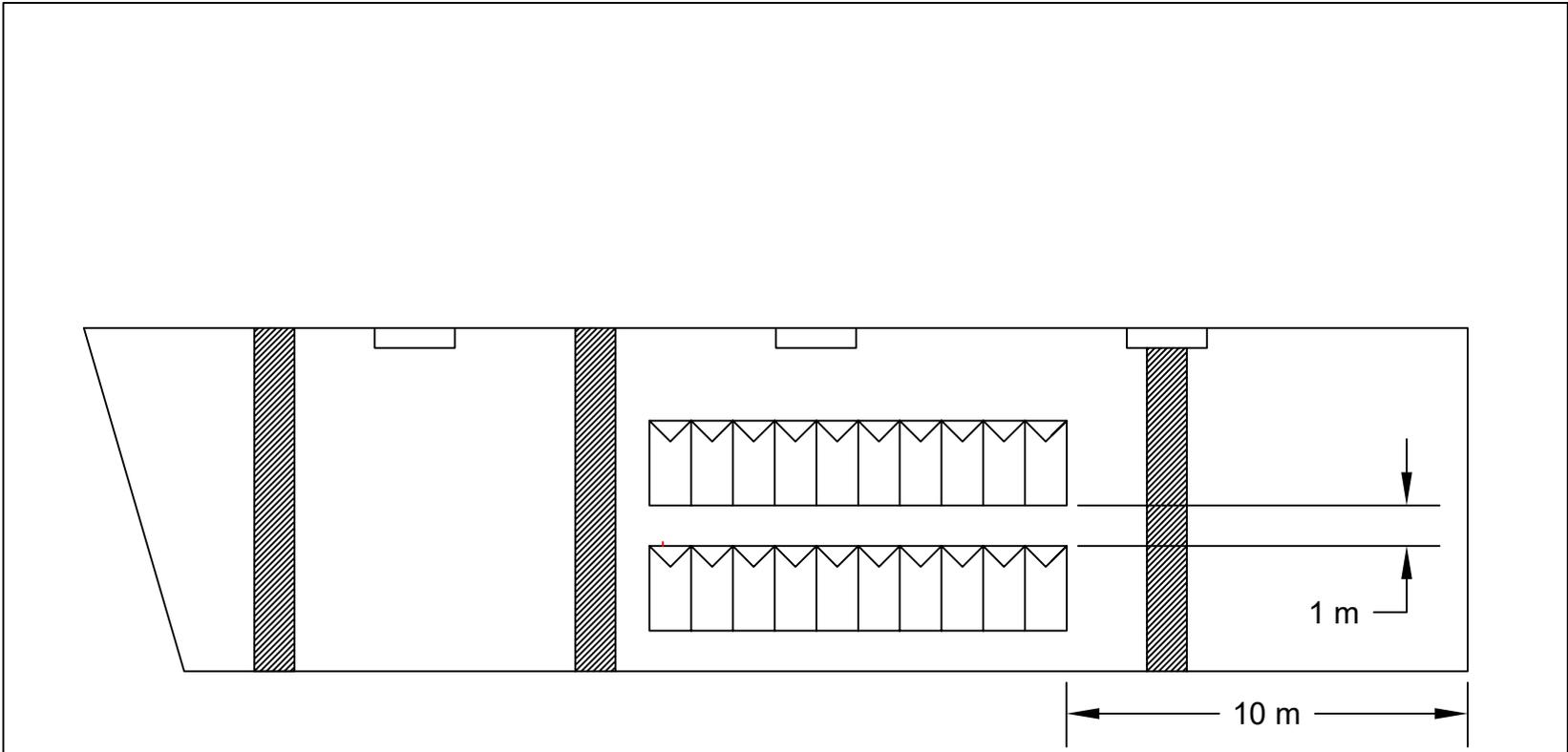
[699.806 ; 4.316.846]

Coordenadas del centro: X = 699,686 Y = 4,316,911

Este documento no es una certificación catastral

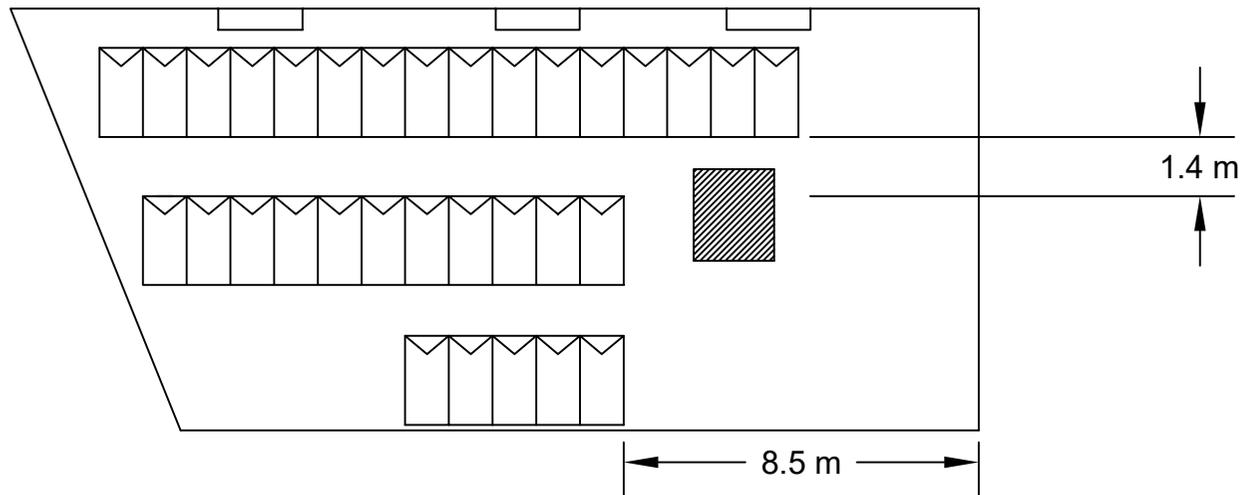
© Dirección General del Catastro 12/06/23

Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 01/07/2023
		Escala: 1:1000
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Emplazamiento de la instalación	Nº Plano: 01



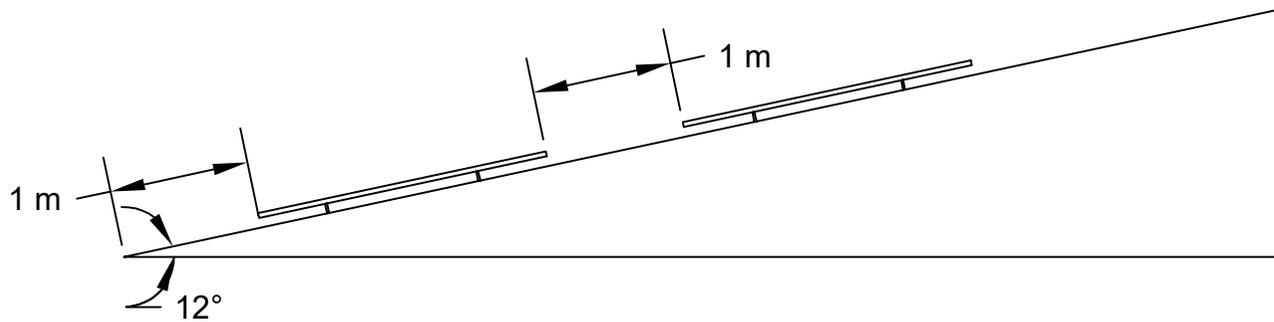
Zona sombreada: tragaluz

Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala: 1:10
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Disposición módulos en la cubierta suroeste de la Nave 1	Nº Plano: 02

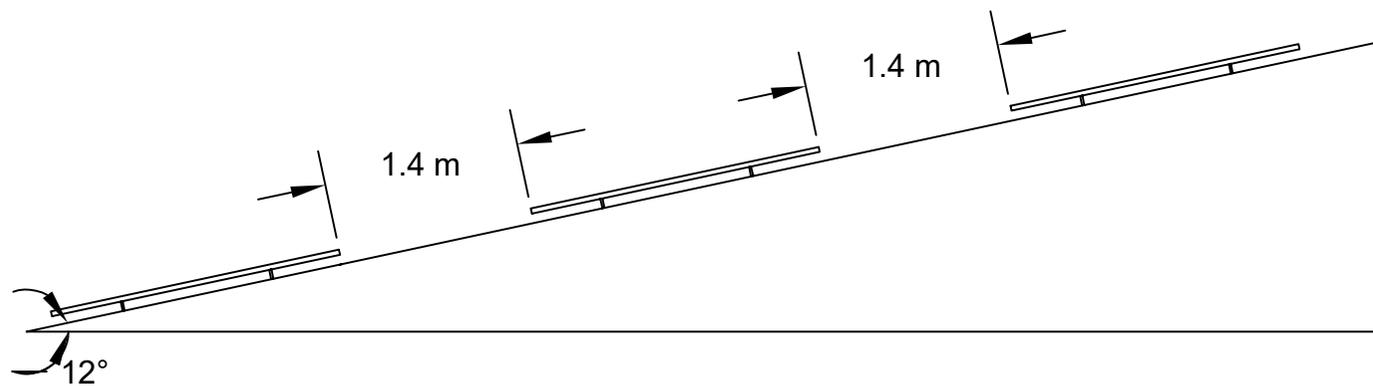


Zona sombreada: Obstáculo

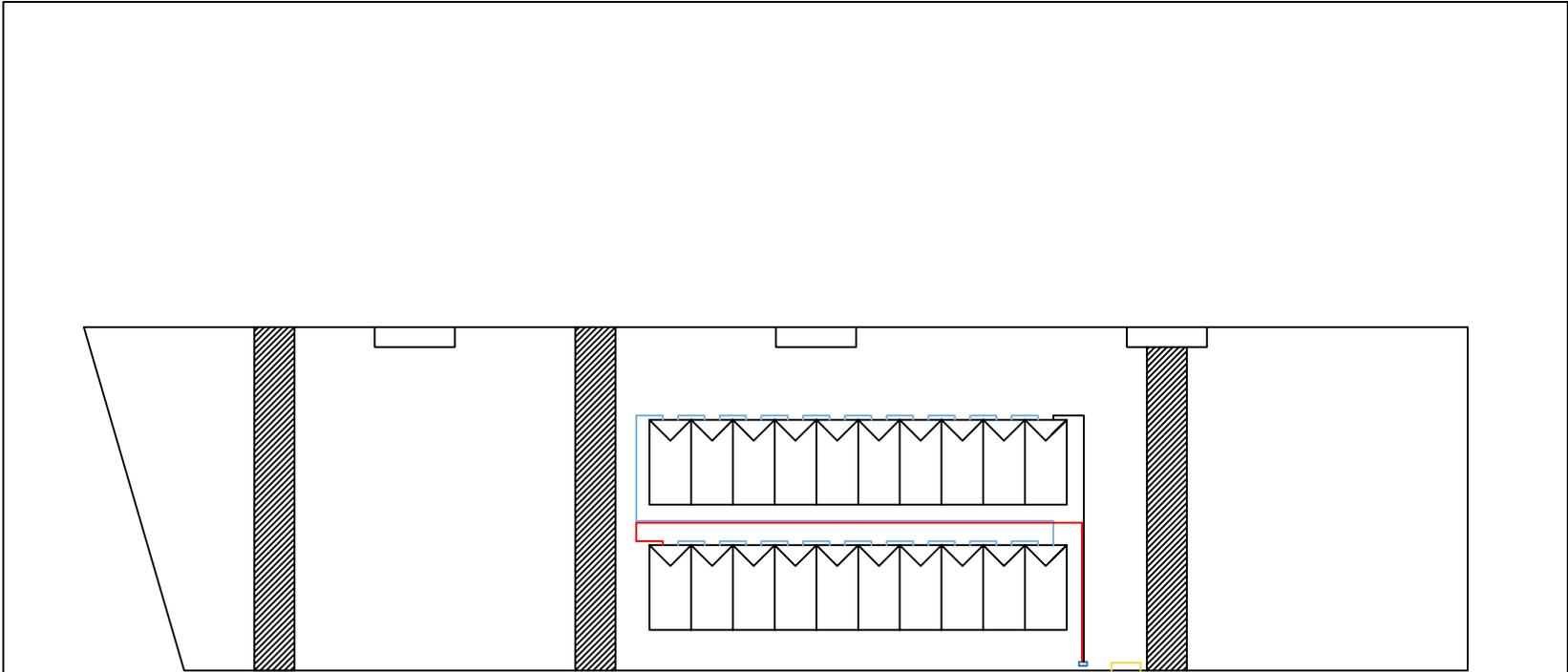
Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala: 1:10
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Disposición módulos en la cubierta suroeste de la Nave 2	Nº Plano: 03



Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala: 1:10
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Vista de perfil de la cubierta suroeste de la nave 1	Nº Plano: 04

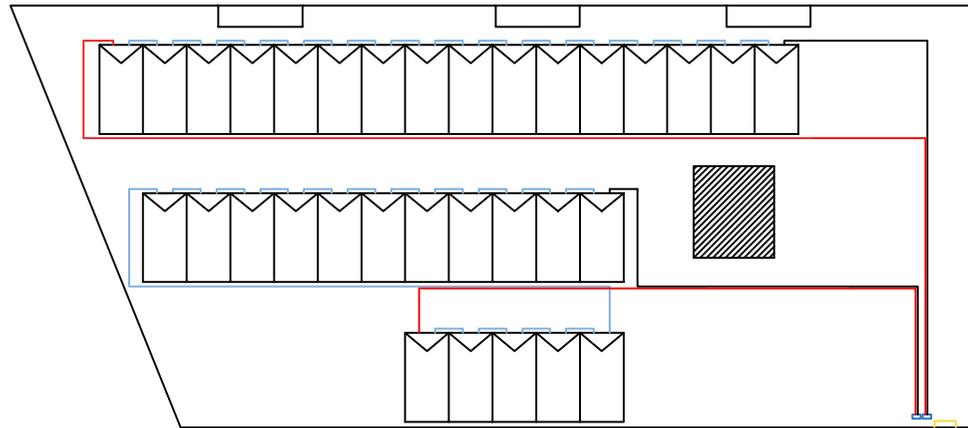


Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala: 1:10
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Vista de perfil de la cubierta suroeste de la nave 2	Nº Plano: 05



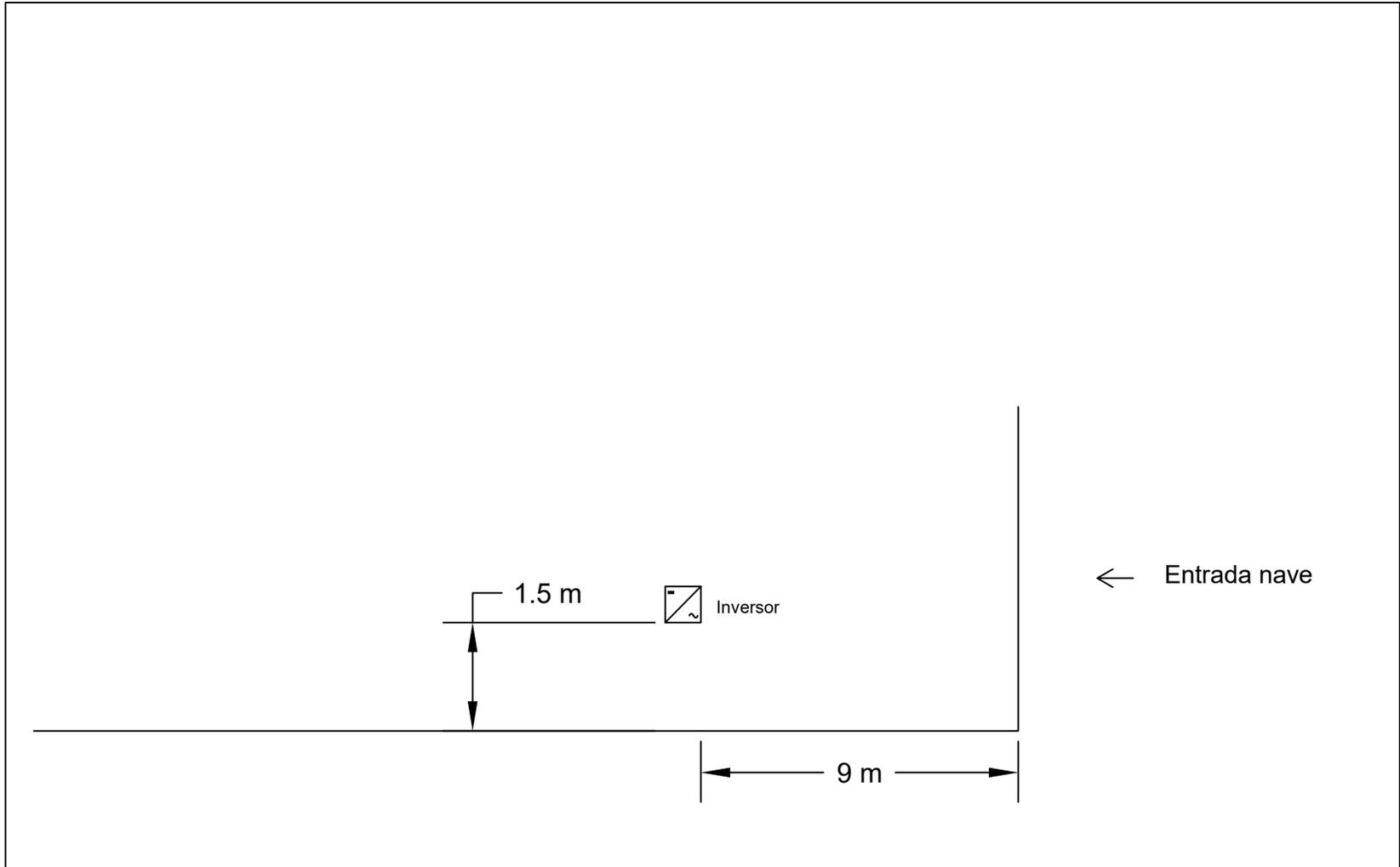
└─┘ Planta de la localización del inversor en el interior de la nave
□ Caja de conexiones
 Zona sombreada: tragaluz

Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala: 1:10
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Conexiones entre módulos Nave 1	Nº Plano: 06

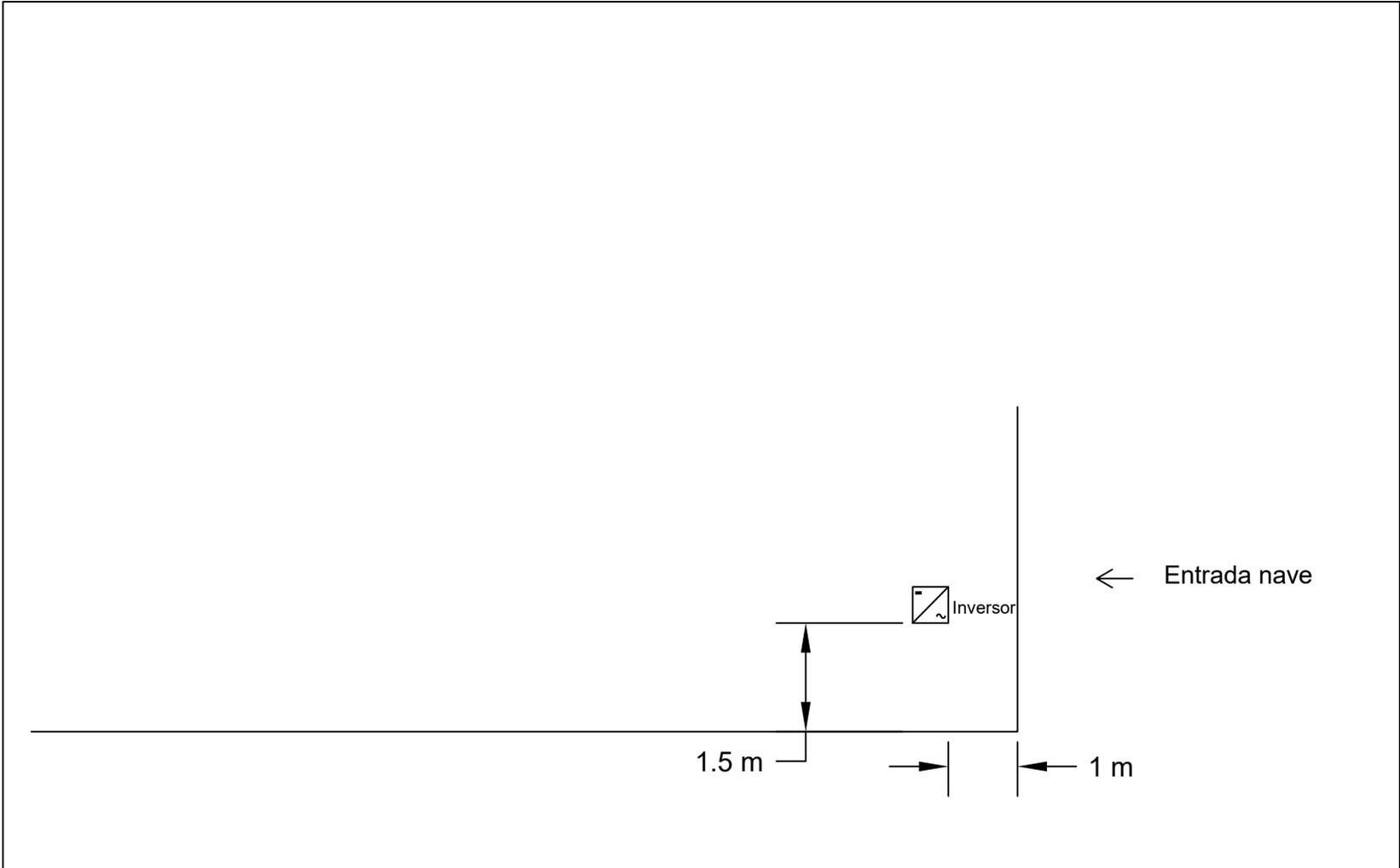


■ Planta de la localización del inversor en el interior de la nave
■ Caja de conexiones
 Zona sombreada: Obstáculo

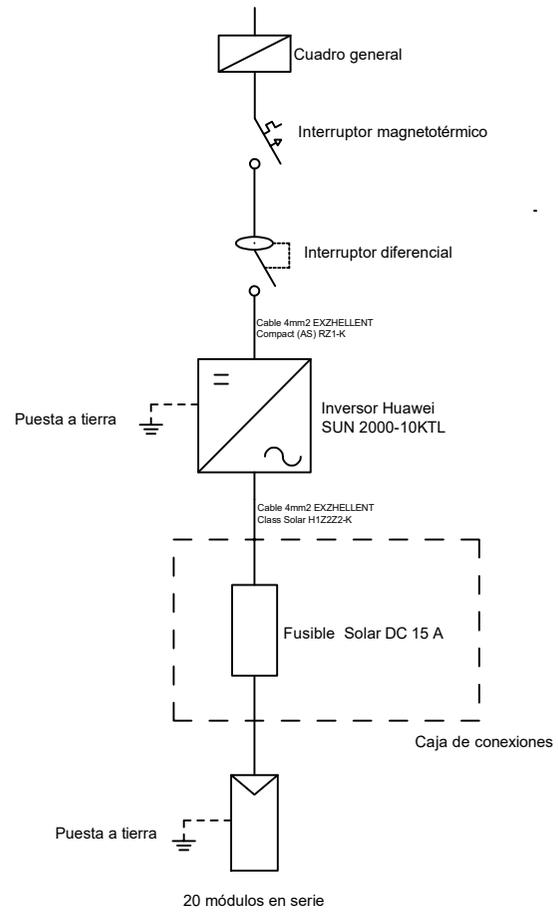
Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer		Escala: 1:10
Plano: Conexiones entre módulos Nave 2		Nº Plano: 07



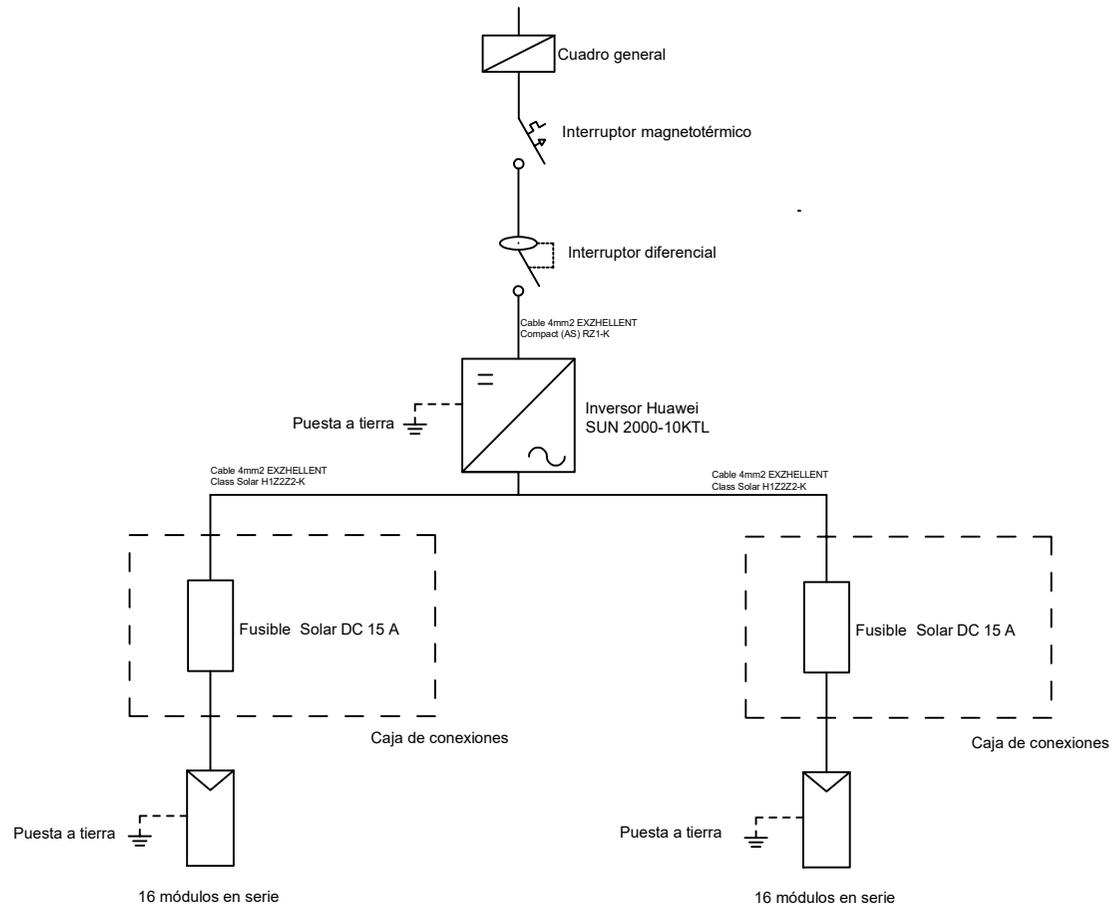
Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala:
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Posición del inversor en la pared suroeste de la Nave 1	Nº Plano: 08



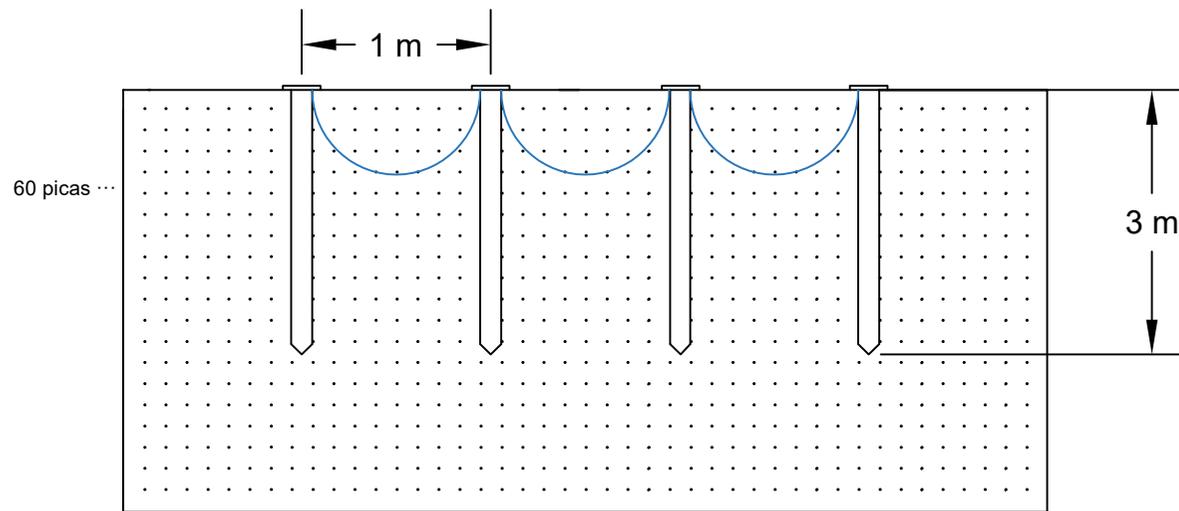
Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala:
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Posición del inversor en la pared suroeste de la Nave 2	Nº Plano: 09



Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala:
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Diagrama unifilar Nave 1	Nº Plano: 10



Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala:
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Diagrama unifilar Nave 2	Nº Plano: 11



Trabajo Fin de Grado: Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para dos naves industriales dedicadas a la carpintería metálica y a cristalería		Fecha: 13/07/2023
		Escala:
Autor: Ricardo Aparicio Balaguer	Plano: Puesta a tierra	Nº Plano: 12



PLIEGO DE CONDICIONES

1 Objeto

- 1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que tienen que cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se van a realizar acuerdo del presente Proyecto. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2 Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- 1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

2 Generalidades

- 2.1 Son de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:
 - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
 - Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
 - Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
 - Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
 - Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

3 Diseño

3.1 Diseño del generador fotovoltaico

3.1.1 Generalidades

3.1.1.1 El módulo fotovoltaico seleccionado “Panel Solar 455 W TSM-DE17M(II) Trina Solar” cumple las especificaciones del apartado 5.2.

3.1.1.2 Todos los módulos que integran la instalación son del mismo modelo.

3.1.2 Orientación e inclinación y sombras

3.1.2.1 La orientación e inclinación del generador fotovoltaico es la siguiente: Orientación suroeste disponiendo de cubierta con dicha orientación en los dos edificios e inclinación de 12 °, aprovechando la inclinación de la propia cubierta.

4 Componentes y materiales

4.1 Generalidades

4.1.1 Como principio general se asegura, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I 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 de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

4.1.2 La instalación incorpora todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

4.1.3 El funcionamiento de la instalación no provoca en la red ningún tipo de averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

4.1.4 Asimismo, el funcionamiento de la instalación no da origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

4.1.5 Se incluyen todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

4.1.6 En los planos se observa con detalle cómo se tiene que llevar a cabo el montaje de todos los componentes de la instalación.

4.1.7 En el anexo del presente proyecto se incluyen las copias de las fichas técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

4.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

4.2.1 Los módulos fotovoltaicos incorporan el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, cumplen la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste satisface las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentran integrados en la edificación, aparte de que cumplen la normativa indicada anteriormente, además cumplen con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

4.2.2 El módulo fotovoltaico lleva 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.

4.2.3 Los módulos a utilizar se ajustan a las características técnicas descritas a continuación.

4.2.3.1 Los módulos llevan los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tienen un grado de protección IP65.

4.2.3.2 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar están comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

4.2.3.3 En el momento de la instalación 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.

- 4.2.4 La estructura del generador se conecta a tierra.
- 4.2.5 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalan los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- 4.2.6 Los módulos fotovoltaicos están garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 12 años y cuentan con una garantía de rendimiento durante 25 años, tal y como queda expresado en la ficha técnica de los módulos.

4.3 Estructura soporte

- 4.3.1 La estructura de fijación de los módulos en la cubierta de chapa permite las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- 4.3.2 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico son 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 de sujeción de los módulos está garantizada por el fabricante para vientos de hasta 150 km/h.
- 4.3.3 La tornillería es realizada en acero inoxidable y la perfilería de sujeción de los módulos es de aluminio.
- 4.3.4 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojan sombra sobre los módulos.

4.4 Inversores

- 4.4.1 El inversor a utilizar en la instalación es “Huawei SUN2000-10KTL”. Se trata de un inversor adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.
- 4.4.2 Las características básicas del inversor son las siguientes:
- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
 - Autoconmutados.
 - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
 - No funcionan en isla o modo aislado.

La caracterización del inversor se hace según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
 - UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
 - IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- 4.4.3 El inversor cumple con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas son certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
- Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red.
- Adicionalmente, cumple con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- 4.4.4 El inversor dispone de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- 4.4.5 El inversor incorpora los controles manuales siguientes:
- Encendido y apagado general del inversor.
 - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- 4.4.6 Los inversores tienen un grado de protección mínima IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumple la legislación vigente.
- 4.4.7 Los inversores están garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.
- 4.4.8 Los inversores para la instalación fotovoltaica están garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

4.5 Cableado

- 4.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducen separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- 4.5.2 Los conductores son de cobre y tienen la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores tienen la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
- 4.5.3 El cable tiene la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- 4.5.4 Todo el cableado de continua es de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

4.6 Conexión a red

- 4.6.1 La instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.7 Medidas

- 4.7.1 La instalación cumple con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

4.8 Protecciones

- 4.8.1 La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- 4.8.2 En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) son para cada fase.

4.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

- 4.9.1 La instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- 4.9.2 Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión

4.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

4.10.1 La instalación cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.11 Medidas de seguridad

4.11.1 La central fotovoltaica está equipada con un sistema de protecciones que garantiza su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

4.11.2 La central fotovoltaica está dotada de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

5 Recepción y pruebas

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

5.2 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.

5.3 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

5.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

5.3.2 Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

5.3.3 Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

5.3.4 Determinación de la potencia instalada.

5.4 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasa a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

5.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

5.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.

5.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

5.5 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

5.6 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, están protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 12 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

5.7 No obstante, el instalador queda obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno.

6 Cálculo de la producción anual esperada

6.1 En la Memoria se incluyen las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

7 Requerimientos técnicos del mantenimiento

7.1 Programa de mantenimiento

7.1.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de la instalación de energía solar fotovoltaica del proyecto.

- 7.1.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
- Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento correctivo.
- 7.1.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- 7.1.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
- La visita a la instalación cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
 - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- 7.1.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 7.1.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
- Comprobación de las protecciones eléctricas.
 - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
 - Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
 - Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- 7.1.7 Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- 7.1.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

7.2 Garantías

7.2.1 Ámbito general de la garantía.

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

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

7.2.2 Plazos

7.2.2.1 El suministrador garantiza la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima es de 10 años.

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

7.2.3 Condiciones económicas

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

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

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

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

7.2.4 Anulación de la garantía

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

7.2.5 Lugar y tiempo de la prestación

7.2.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

7.2.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

7.2.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

7.2.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.



PRESUPUESTO

A continuación, se adjunta el presupuesto detallado de la instalación. En el mismo se tiene en cuenta las instalaciones de las dos naves.

Partida 1. Módulos y sujeción.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Panel Solar 455 W TSM- DE17M (II) 144 células monocristalino Trina Solar 2102x1040x35 mm	Uds.	52	155,00 €	8.060,00 €
Soporte coplanar fijación a correas, cubierta de chapa para 4 paneles < 2279x1150mm en 1 fila -Serie SU	Uds.	13	127,43 €	1.656,59 €
Total Partida 1				9.716,59 €

Partida 2. Inversor.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Inversor Huawei SUN 2000-10KTL-M1 10000 W 2MPPT 140V-980V 13,5 A Trifásico	Uds.	2	1.750,95 €	3.501,90 €
Total Partida 2				3.501,90 €

Partida 3. Cableado.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cable 4 mm2 EXZHELLENT Class SOLAR H1Z2Z2-K - Libre de halógenos 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac	m	300	0,89 €	267,00 €
EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS) RZ1-K (AS) - Libre de halógenos 0,6/1 kV	m	50	2,82 €	141,00 €
Total Partida 3				408,00 €

Partida 4. Canalizaciones.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Bandeja Perforada Sendzimir 60X200 Longitud 3m	Uds.	68	17,80 €	1.210,40 €
Total Partida 4				1.210,40 €

Partida 5. Protecciones.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fusible Solar DC 15A 10X38 ZPTV-25	Uds.	3	3,24 €	9,72 €
Portafusible 1000 V CMS101	Uds.	3	6,40 €	19,20 €
Interruptor magnetotermico Legrand 40 A 2P 6KA C	Uds.	2	18,33 €	36,66 €
Interruptor Diferencial Scheneider 2P 40A 30mA AC	Uds.	2	259,31 €	518,62 €
Pica de puesta a tierra	Uds.	120	5,10 €	612,00 €
Total Partida 5				1.196,20 €

Partida 6. Mano de obra.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Horas de trabajo de dos operarios para llevar a cabo la instalacion	Horas	40	30,00 €	1.200,00 €
Horas de camión grúa	Horas	10	55,00 €	550,00 €
Total Partida 6				1.750,00 €

Partida 7. Beneficio.				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Beneficio (10%)	Uds.	1	1.778,31 €	1.778,31 €
Total Partida 7				1.778,31 €

Resumen por partidas	
Total Partida 1.	9.716,59 €
Total Partida 2.	3.501,90 €
Total Partida 3.	408,00 €
Total Partida 4.	1.210,40 €
Total Partida 5.	1.196,20 €
Total Partida 6.	1.750,00 €
Total Partida 7.	1.778,31 €
Total Partidas	19.561,40 €

Costes Totales	
Total SIN IVA	19.561,40 €
IVA (21%)	4.107,89 €
TOTAL IVA incl.	23.669,29 €

El precio total de la instalación asciende a VEINTITRES MIL SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS.



ANEXO

TABLAS DE CONSUMOS INSTANTÁNEOS MES A MES. NAVE 2

ENERO

Día laboral Enero																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	3040	5000	13540	12500	1540	1940	150	4240	7440	2240	1500	150	150	150	150	150							

Tabla 42. Consumos instantáneos para día laboral Enero Nave 2.

FEBRERO

Día laboral Febrero																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	11990	3000	3500	9240	9500	3250	150	1540	4240	10000	4240	150	150	150	150	150							

Tabla 43. Consumos instantáneos para día laboral Febrero Nave 2.

MARZO

Día laboral Marzo																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grua giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	5500	3040	12750	12500	3250	0	150	3250	9500	5440	6690	150	150	150	150	150							

Tabla 44. Consumos instantáneos para día laboral Marzo Nave 2.

ABRIL

Día laboral Abril																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	4240	3550	6690	10500	2450	10240	150	4050	11240	7000	5490	150	150	150	150	150							

Tabla 45. Consumos instantáneos para día laboral Abril Nave 2.

MAYO

Día laboral Mayo																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grua giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	4690	1500	10500	3540	10240	1540	150	12750	4000	10240	5440	150	150	150	150	150							

Tabla 46. Consumos instantáneos para día laboral Mayo Nave 2.

JUNIO

Día laboral Junio																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Grua giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	5440	3550	4740	10000	9500	2740	150	5140	1540	5440	2240	150	150	150	150	150							

Tabla 47. Consumos instantáneos para día laboral Junio Nave 2.

JULIO

Día laboral Julio																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	4290	3440	800	3940	9300	740	150	12740	9300	11440	2800	150	150	150	150	150							

Tabla 48 Consumos instantáneos para día laboral Julio Nave 2.

AGOSTO

Día laboral Agosto																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	4250	12790	9500	2740	4240	4740	150	3940	12550	9750	2000	150	150	150	150	150							

Tabla 49. Consumos instantáneos para día laboral Agosto Nave 2.

SEPTIEMBRE

Día laboral Septiembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	4300	2750	10740	4790	12700	6240	150	3540	4240	3040	3800	150	150	150	150	150							

Tabla 50. Consumos instantáneos para día laboral Septiembre Nave 2.

OCTUBRE

Día laboral Octubre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	3040	2750	3500	3550	10700	3040	150	3940	3540	5490	10800	150	150	150	150	150							

Tabla 51. Consumos instantáneos para día laboral Octubre Nave 2.

NOVIEMBRE

Día laboral Noviembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	2240	3550	5040	11000	9240	3040	150	2740	12740	6180	4750	150	150	150	150	150							

Tabla 52. Consumos instantáneos para día laboral Noviembre Nave 2.

DICIEMBRE

Día laboral Diciembre																									
Maquinaria	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Plegadora	9500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cizalla de corte	8500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Retesteadora	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soldador (x2)	740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Curvadora	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sierra de cinta	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Taladro	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Tronzadora (x2)	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Copiadora (x2)	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grúa giratoria	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luminarias	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Consumo horario (Wh)		150	2240	4240	12740	13000	3040	4450	150	1540	12800	4240	3500	150	150	150	150	150							

Tabla 53. Consumos instantáneos para día laboral Diciembre Nave 2.

TABLAS DEL ESTUDIO COMPARTIVO PRODUCCIÓN-

DEMANDA. NAVE 2

ENERO

Día laboral Enero			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	3040	0	0
9:00	5000	49,27	616,939232
10:00	13540	214,85	2690,26576
11:00	12500	360,04	4508,27686
12:00	1540	458,15	5736,77104
13:00	1940	511,3	6402,29408
14:00	150	496,9	6221,98304
15:00	4240	444,51	5565,97642
16:00	7440	334,31	4186,0961
17:00	2240	190,09	2380,23094
18:00	1500	0,23	2,879968
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 54. Demanda-producción día laboral Enero Nave 2.

Día No laboral Enero			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	150	0	0
9:00	150	49,27	616,939232
10:00	150	214,85	2690,26576
11:00	150	360,04	4508,27686
12:00	150	458,15	5736,77104
13:00	150	511,3	6402,29408
14:00	150	496,9	6221,98304
15:00	150	444,51	5565,97642
16:00	150	334,31	4186,0961
17:00	150	190,09	2380,23094
18:00	150	0,23	2,879968
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 55. Demanda-producción día NO laboral Enero Nave 2.

FEBRERO

Día laboral Febrero			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	11990	7,86	98,419776
9:00	3000	122,97	1539,78115
10:00	3500	272,44	3411,3847
11:00	9240	407,31	5100,1729
12:00	9500	525,42	6579,09907
13:00	3250	574,21	7190,02794
14:00	150	585,3	7328,89248
15:00	1540	518,57	6493,32611
16:00	4240	419,8	5256,56768
17:00	10000	289,5	3625,0032
18:00	4240	51,81	648,744096
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 56. Demanda-producción día laboral Febrero Nave 2.

Día No laboral Febrero			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	150	7,86	98,419776
9:00	150	122,97	1539,78115
10:00	150	272,44	3411,3847
11:00	150	407,31	5100,1729
12:00	150	525,42	6579,09907
13:00	150	574,21	7190,02794
14:00	150	585,3	7328,89248
15:00	150	518,57	6493,32611
16:00	150	419,8	5256,56768
17:00	150	289,5	3625,0032
18:00	150	51,81	648,744096
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 57. Demanda-producción día NO laboral Febrero Nave 2.

MARZO

Día laboral Marzo			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	1,07	13,398112
8:00	5500	64,5	807,6432
9:00	3040	216,62	2712,42899
10:00	12750	379,15	4747,56464
11:00	12500	524,48	6567,32877
12:00	3250	638,61	7996,41898
13:00	0	645,94	8088,2023
14:00	150	669,94	8388,7207
15:00	3250	611,21	7653,32714
16:00	9500	499,45	6253,91312
17:00	5440	349,84	4380,55654
18:00	6690	174,52	2185,26963
19:00	150	0,62	7,763392
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 58. Demanda-producción día laboral Marzo Nave 2.

Día No laboral Marzo			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	1,07	13,398112
8:00	150	64,5	807,6432
9:00	150	216,62	2712,42899
10:00	150	379,15	4747,56464
11:00	150	524,48	6567,32877
12:00	150	638,61	7996,41898
13:00	150	645,94	8088,2023
14:00	150	669,94	8388,7207
15:00	150	611,21	7653,32714
16:00	150	499,45	6253,91312
17:00	150	349,84	4380,55654
18:00	150	174,52	2185,26963
19:00	150	0,62	7,763392
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 59. Demanda-producción día NO laboral Marzo Nave 2.

ABRIL

Día laboral Abril			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	36,99	463,173984
8:00	4240	158,27	1981,79363
9:00	3550	321,56	4026,4457
10:00	6690	489,91	6134,45706
11:00	10500	618,02	7738,59923
12:00	2450	711,67	8911,24707
13:00	10240	729,57	9135,38371
14:00	150	715,08	8953,94573
15:00	4050	635,46	7956,97594
16:00	11240	536,37	6716,21059
17:00	7000	397,3	4974,83168
18:00	5490	229,86	2878,21498
19:00	150	37,93	474,944288
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 60. Demanda-producción día laboral Abril Nave 2.

Día No laboral Abril			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	36,99	463,173984
8:00	150	158,27	1981,79363
9:00	150	321,56	4026,4457
10:00	150	489,91	6134,45706
11:00	150	618,02	7738,59923
12:00	150	711,67	8911,24707
13:00	150	729,57	9135,38371
14:00	150	715,08	8953,94573
15:00	150	635,46	7956,97594
16:00	150	536,37	6716,21059
17:00	150	397,3	4974,83168
18:00	150	229,86	2878,21498
19:00	150	37,93	474,944288
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 61. Demanda-producción día NO laboral Abril Nave 2.

MAYO

Día laboral Mayo			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	9,47	118,579552
7:00	150	81,52	1020,76083
8:00	4690	229,16	2869,44986
9:00	1500	405,54	5078,00966
10:00	10500	574,37	7192,03139
11:00	3540	706,59	8847,63734
12:00	10240	793,73	9938,76957
13:00	1540	828,85	10378,5282
14:00	150	789,88	9890,56141
15:00	12750	715,32	8956,95091
16:00	4000	606,49	7594,22518
17:00	10240	461,85	5783,10096
18:00	5440	286,3	3584,93408
19:00	150	117,53	1471,66365
20:00	150	0,33	4,132128
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 62. Demanda-producción día laboral Mayo Nave 2.

Día No laboral Mayo			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	9,47	118,579552
7:00	150	81,52	1020,76083
8:00	150	229,16	2869,44986
9:00	150	405,54	5078,00966
10:00	150	574,37	7192,03139
11:00	150	706,59	8847,63734
12:00	150	793,73	9938,76957
13:00	150	828,85	10378,5282
14:00	150	789,88	9890,56141
15:00	150	715,32	8956,95091
16:00	150	606,49	7594,22518
17:00	150	461,85	5783,10096
18:00	150	286,3	3584,93408
19:00	150	117,53	1471,66365
20:00	150	0,33	4,132128
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 63. Demanda-producción día NO laboral Mayo Nave 2.

JUNIO

Día laboral Junio			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	23,21	290,626336
7:00	150	101,27	1268,06243
8:00	5440	253,98	3180,23597
9:00	3550	436,38	5464,17581
10:00	4740	603,13	7552,15261
11:00	10000	751,63	9411,61021
12:00	9500	849,4	10635,847
13:00	2740	893,15	11183,667
14:00	150	888,98	11131,452
15:00	5140	812,76	10177,0556
16:00	1540	688,17	8616,98947
17:00	5440	529,59	6631,31414
18:00	2240	349,2	4372,54272
19:00	150	169,75	2125,5416
20:00	150	8,07	101,049312
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 64. Demanda-producción día laboral Junio Nave 2.

Día No laboral Junio			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	23,21	290,626336
7:00	150	101,27	1268,06243
8:00	150	253,98	3180,23597
9:00	150	436,38	5464,17581
10:00	150	603,13	7552,15261
11:00	150	751,63	9411,61021
12:00	150	849,4	10635,847
13:00	150	893,15	11183,667
14:00	150	888,98	11131,452
15:00	150	812,76	10177,0556
16:00	150	688,17	8616,98947
17:00	150	529,59	6631,31414
18:00	150	349,2	4372,54272
19:00	150	169,75	2125,5416
20:00	150	8,07	101,049312
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 65. Demanda-producción día NO laboral Junio Nave 2.

JULIO

Día laboral Julio			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	9,05	113,32048
7:00	150	81,43	1019,63389
8:00	4290	230,5	2886,2288
9:00	3440	411,77	5156,01923
10:00	800	589,54	7381,98406
11:00	3940	746,82	9351,38131
12:00	9300	866,85	10854,349
13:00	740	924,99	11582,3548
14:00	150	929,21	11635,1959
15:00	12740	856,73	10727,6304
16:00	9300	739,52	9259,97363
17:00	11440	568,06	7113,0201
18:00	2800	385,07	4821,69251
19:00	150	187,35	2345,92176
20:00	150	7,26	90,906816
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 66. Demanda-producción día laboral Julio Nave 2.

Día No laboral Julio			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	9,05	113,32048
7:00	150	81,43	1019,63389
8:00	150	230,5	2886,2288
9:00	150	411,77	5156,01923
10:00	150	589,54	7381,98406
11:00	150	746,82	9351,38131
12:00	150	866,85	10854,349
13:00	150	924,99	11582,3548
14:00	150	929,21	11635,1959
15:00	150	856,73	10727,6304
16:00	150	739,52	9259,97363
17:00	150	568,06	7113,0201
18:00	150	385,07	4821,69251
19:00	150	187,35	2345,92176
20:00	150	7,26	90,906816
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 67. Demanda-producción día NO laboral Julio Nave 2.

AGOSTO

Día laboral Agosto			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	49,5	619,8192
8:00	4250	179,09	2242,49334
9:00	12790	352,43	4412,98749
10:00	9500	527,88	6609,90221
11:00	2740	688,55	8621,74768
12:00	4240	811,27	10158,3984
13:00	4740	860,69	10777,2159
14:00	150	845,18	10583,0059
15:00	3940	773,85	9689,84016
16:00	12550	658,31	8243,0945
17:00	9750	497,67	6231,62467
18:00	2000	309,22	3871,92915
19:00	150	102,34	1281,46054
20:00	150	0,01	0,125216
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 68. Demanda-producción día laboral Agosto Nave 2.

Día No laboral Agosto			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	49,5	619,8192
8:00	150	179,09	2242,49334
9:00	150	352,43	4412,98749
10:00	150	527,88	6609,90221
11:00	150	688,55	8621,74768
12:00	150	811,27	10158,3984
13:00	150	860,69	10777,2159
14:00	150	845,18	10583,0059
15:00	150	773,85	9689,84016
16:00	150	658,31	8243,0945
17:00	150	497,67	6231,62467
18:00	150	309,22	3871,92915
19:00	150	102,34	1281,46054
20:00	150	0,01	0,125216
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 69. Demanda-producción día NO laboral Agosto Nave 2.

SEPTIEMBRE

Día laboral Septiembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	20,19	252,811104
8:00	4300	127,71	1599,13354
9:00	2750	295,44	3699,3815
10:00	10740	460,29	5763,56726
11:00	4790	611,83	7661,09053
12:00	12700	692,6	8672,46016
13:00	6240	738,02	9241,19123
14:00	150	716,55	8972,35248
15:00	3540	627,75	7860,4344
16:00	4240	522,08	6537,27693
17:00	3040	364,3	4561,61888
18:00	3800	170,57	2135,80931
19:00	150	3,6	45,07776
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 70. Demanda-producción día laboral Septiembre Nave 2.

Día No laboral Septiembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	20,19	252,811104
8:00	150	127,71	1599,13354
9:00	150	295,44	3699,3815
10:00	150	460,29	5763,56726
11:00	150	611,83	7661,09053
12:00	150	692,6	8672,46016
13:00	150	738,02	9241,19123
14:00	150	716,55	8972,35248
15:00	150	627,75	7860,4344
16:00	150	522,08	6537,27693
17:00	150	364,3	4561,61888
18:00	150	170,57	2135,80931
19:00	150	3,6	45,07776
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 71. Demanda-producción día NO laboral Septiembre Nave 2.

OCTUBRE

Día laboral Octubre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	3040	72,66	909,819456
9:00	2750	226,73	2839,02237
10:00	3500	374	4683,0784
11:00	3550	510,28	6389,52205
12:00	10700	605,12	7577,07059
13:00	3040	628,49	7869,70038
14:00	150	606,68	7596,60429
15:00	3940	528,26	6614,66042
16:00	3540	393,95	4932,88432
17:00	5490	228,67	2863,31427
18:00	10800	11,08	138,739328
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 72. Demanda-producción día laboral Octubre Nave 2.

Día No laboral Octubre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	150	72,66	909,819456
9:00	150	226,73	2839,02237
10:00	150	374	4683,0784
11:00	150	510,28	6389,52205
12:00	150	605,12	7577,07059
13:00	150	628,49	7869,70038
14:00	150	606,68	7596,60429
15:00	150	528,26	6614,66042
16:00	150	393,95	4932,88432
17:00	150	228,67	2863,31427
18:00	150	11,08	138,739328
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 73. Demanda-producción día NO laboral Octubre Nave 2.

NOVIEMBRE

Día laboral Noviembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	2240	14,66	183,566656
9:00	3550	139,07	1741,37891
10:00	5040	275,12	3444,94259
11:00	11000	397,62	4978,83859
12:00	9240	481,61	6030,52778
13:00	3040	517,03	6474,04285
14:00	150	489,99	6135,45878
15:00	2740	397,65	4979,21424
16:00	12740	294,13	3682,97821
17:00	6180	96,44	1207,5831
18:00	4750	0	0
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 74. Demanda-producción día laboral Noviembre Nave 2.

Día No laboral Noviembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	150	14,66	183,566656
9:00	150	139,07	1741,37891
10:00	150	275,12	3444,94259
11:00	150	397,62	4978,83859
12:00	150	481,61	6030,52778
13:00	150	517,03	6474,04285
14:00	150	489,99	6135,45878
15:00	150	397,65	4979,21424
16:00	150	294,13	3682,97821
17:00	150	96,44	1207,5831
18:00	150	0	0
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 75. Demanda-producción día NO laboral Noviembre Nave 2.

DICIEMBRE

Día laboral Diciembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	2240	0	0
9:00	4240	51,38	643,359808
10:00	12740	218,75	2739,1
11:00	13000	348,69	4366,1567
12:00	3040	441,73	5531,16637
13:00	4450	485,64	6080,98982
14:00	150	466,66	5843,32986
15:00	1540	400,38	5013,39821
16:00	12800	284,97	3568,28035
17:00	4240	25,31	316,921696
18:00	3500	0	0
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 76. Demanda-producción día laboral Diciembre Nave 2.

Día No laboral Diciembre			
Hora	Demanda	Radiación	Producción
0:00	150	0	0
1:00	150	0	0
2:00	150	0	0
3:00	150	0	0
4:00	150	0	0
5:00	150	0	0
6:00	150	0	0
7:00	150	0	0
8:00	150	0	0
9:00	150	51,38	643,359808
10:00	150	218,75	2739,1
11:00	150	348,69	4366,1567
12:00	150	441,73	5531,16637
13:00	150	485,64	6080,98982
14:00	150	466,66	5843,32986
15:00	150	400,38	5013,39821
16:00	150	284,97	3568,28035
17:00	150	25,31	316,921696
18:00	150	0	0
19:00	150	0	0
20:00	150	0	0
21:00	150	0	0
22:00	150	0	0
23:00	150	0	0

Tabla 77. Demanda-producción día NO laboral Diciembre Nave 2.

BIBLIOGRAFÍA

Apuntes fotovoltaica, Asignatura Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica.

https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA_12193_2022/apuntesfotovoltaica.pdf

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

<https://www.boe.es/boe/dias/2002/09/18/pdfs/C00001-00211.pdf>

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-13645-consolidado.pdf>

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.

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/11/18/1699/dof/spa/pdf>

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

https://www.ree.es/sites/default/files/12_CLIENTES/Documentos/Documentacion-Simel/BOE-A-2014-6123.pdf

DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

https://dogv.gva.es/datos/2020/08/28/pdf/2020_6812.pdf

Real Decreto 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

<https://www.boe.es/boe/dias/2021/06/30/pdfs/BOE-A-2021-10824.pdf>

Hoja de ruta del autoconsumo, IDAE.

https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/idae/tecnologias/energias_renovables/OFICINA-de-AUTOCONSUMO/Hoja_de_Ruta_Autoconsumo.pdf

Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a Red, IDAE.

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf

Página WEB del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

<https://www.idae.es/home>

Página WEB del PVGIS

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

Manual técnico y práctico de cables y accesorios para Baja Tensión. Prysmian Group.

https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA_12193_2022/Cableado%20y%20Protecciones/2018_Prysmian_-GU%C3%8DA-TECNICA_Baja-Tensi%C3%B3n-ilovepdf-compressed.pdf



ANEXO 1.
Relación del trabajo con los
Objetivos de Desarrollo
Sostenible

Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030

A continuación, se muestra el grado de relación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con el presente proyecto.

Objetivos de Desarrollo Sostenible		Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1	Fin de la pobreza.				X
ODS 2	Hambre cero.				X
ODS 3	Salud y bienestar.			X	
ODS 4	Educación de calidad.				X
ODS 5	Igualdad de género.				X
ODS 6	Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7	Energía asequible y no contaminante.	X			
ODS 8	Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS 9	Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS 10	Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11	Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
ODS 12	Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13	Acción por el clima.	X			
ODS 14	Vida submarina.			X	
ODS 15	Vida de ecosistemas terrestres.			X	
ODS 16	Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17	Alianzas para lograr objetivos.				X

El presente proyecto tiene diversos grados de relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los objetivos que presentan un mayor grado de relación son: el ODS 7 “Energía asequible y no contaminante”, el ODS 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, el ODS 12 “Producción y consumo responsables” y el ODS 13 “Acción por el clima”. En lo que respecta al Objetivo 7, los módulos fotovoltaicos utilizan la energía solar para transformarla en electricidad, este tipo de energía es renovable y no produce contaminación en comparación con otras formas de obtención de energía. Además, el uso de la energía solar fotovoltaica hace que se empiece de alguna forma a ser mucho más sostenible medioambientalmente (ODS 11). La obtención de energía mediante las placas solares es una garantía de que se está haciendo una producción y consumo de la misma con responsabilidad (ODS 12). En resumen, implantando paneles fotovoltaicos ayudamos de una manera directa al medioambiente ya que se evita la gran cantidad de contaminación que producen otras formas de obtención de energía, de esta forma aunque a una pequeña escala el presente proyecto ayuda a la contribución de mejora del medio ambiente y a la lucha contra el cambio climático (ODS 13).



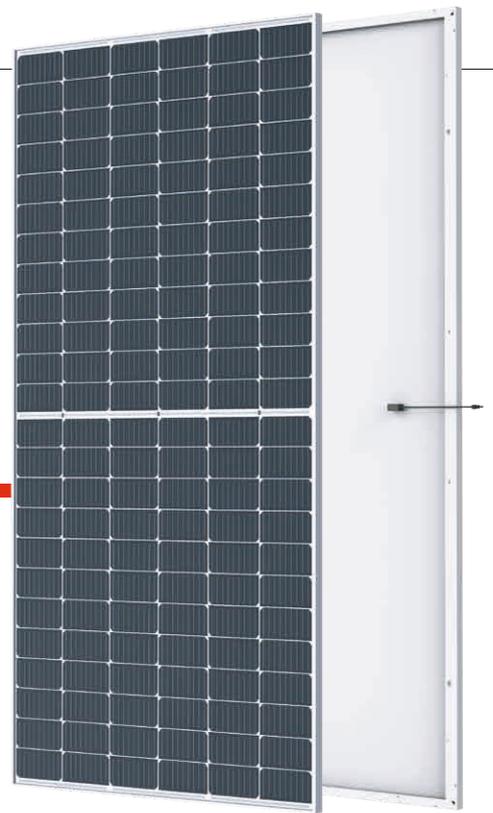
ANEXO 2.

Fichas técnicas de los

componentes de la

instalación.

MÓDULO TALLMAX^M



144 CÉLULAS
MÓDULO MONOCRISTALINO

440-465 W
RANGO DE POTENCIA

21,3%
MÁXIMA EFICIENCIA

0 ~ +5 W
TOLERANCIA POSITIVA

Fundada en 1997, Trina Solar es el principal proveedor mundial de soluciones integrales para la energía solar. Con presencia local en todo el mundo, Trina Solar es capaz de proporcionar un servicio excepcional a cada cliente en cada mercado y ofrecer productos innovadores y fiables con el respaldo de Trina como marca sólida y financiable. Trina Solar distribuye ahora sus productos en más de 100 países de todo el mundo. Nos comprometemos a establecer colaboraciones estratégicas y beneficiosas para ambas partes con instaladores, promotores, distribuidores y otros socios para juntos impulsar la energía inteligente.

Certificados de productos y sistemas

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC627166
ISO 9001: Sistema de Gestión de la Calidad
ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental
ISO14064: Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
ISO45001: Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo



PRODUCTOS | RANGO DE POTENCIA
TSM-DE17M(II) | 440-465 W



Gran potencia

- Hasta 465 W de potencia delantera y 21,3 % de eficiencia del módulo con tecnología de célula partida y MBB (Multi Busbar) para mayores ahorros en el BOS
- La menor resistencia de las células partidas y el buen efecto de reflexión del MBB garantizan una alta potencia



Alta fiabilidad

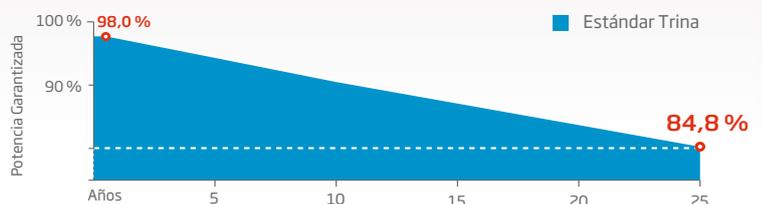
- Resistencia garantizada al PID mediante el control del proceso de la célula y del material del módulo
- Resistente a la sal, el ácido y el amoníaco
- Rendimiento mecánico: Hasta 5400 Pa de carga positiva y 2400 Pa de carga negativa



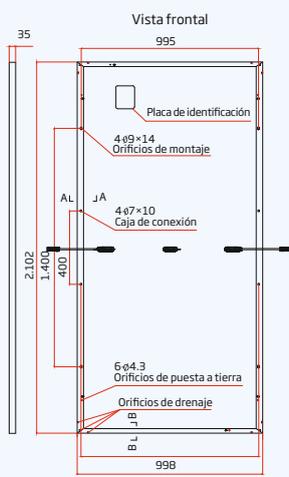
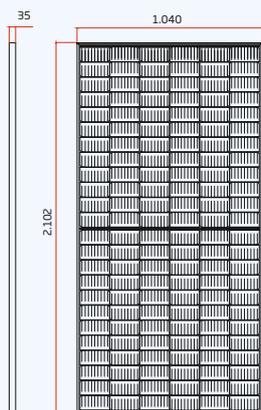
Alta generación de energía

- Excelente rendimiento IAM y frente a baja irradiación validado por terceros gracias a la optimización del procesado de célula y del material del módulo
- Mejor rendimiento anti-sombra y menor temperatura de funcionamiento

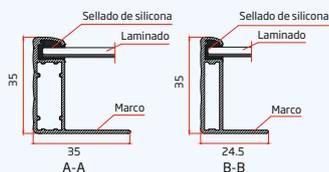
GARANTÍA DE RENDIMIENTO



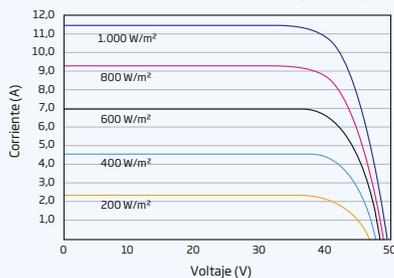
DIMENSIONES DEL MÓDULO (mm)



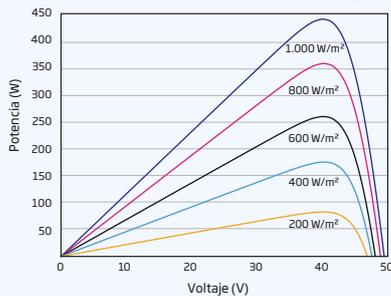
Vista trasera



CURVAS I-V DEL MÓDULO (445 W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO (445 W)



DATOS ELÉCTRICOS (STC)

Potencia Máxima-P _{MAX} (Wp)*	440	445	450	455	460	465
Tolerancia de Potencia Nominal-P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Tensión en Máxima Potencia-V _{MPP} (V)	40,7	40,8	41,0	41,2	41,3	41,8
Corriente en Máxima Potencia-I _{MPP} (A)	10,82	10,90	10,98	11,06	11,13	11,14
Tensión de Circuito Abierto-V _{OC} (V)	49,2	49,4	49,6	49,8	50,0	50,0
Corriente de Cortocircuito-I _{SC} (A)	11,39	11,46	11,53	11,61	11,68	11,69
Eficiencia η _m (%)	20,1	20,4	20,6	20,8	21,0	21,3

STC: Irradiancia de 1.000 W/m², Temperatura de la célula de 25 °C, AM1.5.

*Tolerancia de medida de ±3 %.

DATOS ELÉCTRICOS (NOCT)

Potencia Máxima-P _{MAX} (Wp)	332	336	340	344	347	351
Tensión en Máxima Potencia-V _{MPP} (V)	38,4	38,5	38,7	38,9	39,1	39,4
Corriente en Máxima Potencia-I _{MPP} (A)	8,66	8,71	8,77	8,84	8,89	8,90
Tensión en Circuito Abierto-V _{OC} (V)	46,3	46,5	46,6	46,8	47,0	47,0
Corriente de Cortocircuito-I _{SC} (A)	9,18	9,24	9,29	9,36	9,41	9,42

NOCT: Irradiancia de 800 W/m², Temperatura ambiente de 20 °C, Velocidad del viento de 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células Solares	Monocristalinas
Número de células	144 células (6 × 24)
Dimensiones del módulo	2.102 × 1.040 × 35 mm
Peso	24,0 kg
Vidrio Frontal	3,2 mm alta transmisión, vidrio termoendurecido con recubrimiento AR
Material Encapsulante	EVA/POE
Lámina posterior	Blanca
Marco	Aleación de aluminio anodizado de 35 mm
J-Box	IP 68
Cables	Cable fotovoltaico: 4,0 mm ² Instalación en vertical: 280 mm/280 mm Longitud del cable personalizable
Conector	TS4/MC4 EVO2*

*Por favor, consulte la hoja de datos regional para el conector especificado.

TASAS DE TEMPERATURA

NOCT (Temperatura de Operación Nominal de la Célula)	43 °C (±2 K)
Coefficiente de Temperatura de P _{MAX}	-0,34 %/K
Coefficiente de Temperatura de V _{OC}	-0,25 %/K
Coefficiente de Temperatura de I _{SC}	0,04 %/K

(No conecte el fusible en la combiner box con dos o más cadenas conexionadas en paralelo)

LÍMITES OPERACIONALES

Temperatura de Operación	-40 ~ +85 °C
Tensión Máxima del Sistema	1.500 V DC (IEC)
Capacidad Máxima del Fusible	20 A

GARANTÍA

12 años de garantía del Producto
25 años de garantía de Potencia
2 % de degradación el primer año
0,55 % de degradación anual de potencia

(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja:	31 unidades
Módulos por contenedor 40':	682 unidades

Smart Energy Controller



Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



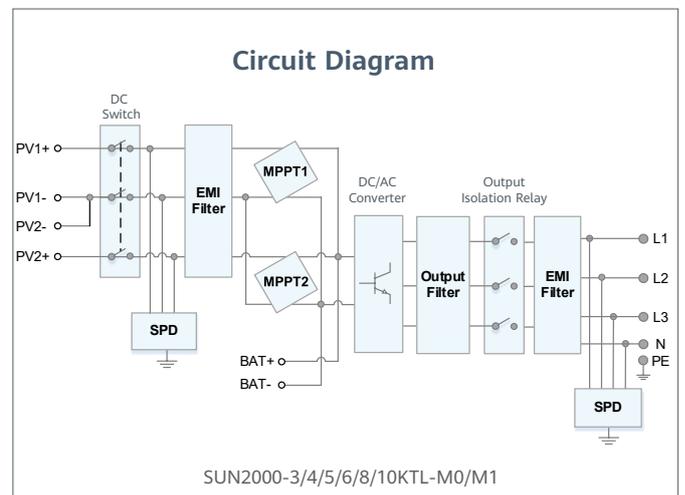
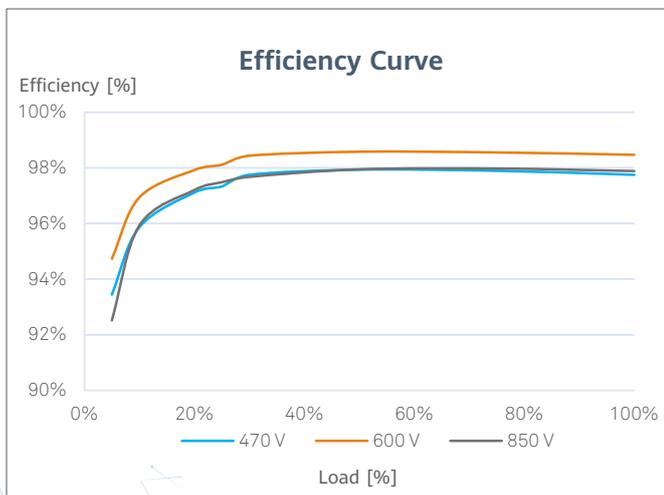
Battery Ready

Plug & Play battery interface ²



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



¹ Only applicable to SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 smart energy center.
² SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 will be compatible with HUAWEI smart string ESS in Q1, 2021

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Efficiency						
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
European weighted efficiency	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Input (PV)						
Recommended max. PV power ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V					
Operating voltage range ³	140 V ~ 980 V					
Start-up voltage	200 V					
Rated input voltage	600 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. input number per MPP tracker	1					
Input (DC Battery)						
Compatible Battery	HUAWEI Smart String ESS 5kWh – 30kWh					
Operating voltage range	600 V ~ 980 V					
Max operating current	16 A					
Max charge Power	10,000 W					
Max discharge Power	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Output (On Grid)						
Grid connection	Three-phase					
Rated output power	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Max. apparent power	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
Output (Backup Power via Backup Box-B1)						
Maximum apparent power	3,300 VA					
Rated output voltage	220 V / 230 V					
Maximum output current	15 A					
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Features & Protections						
Input-side disconnection device	Yes					
Anti-Islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Arc fault protection	Yes					
Ripple receiver control	Yes					
Integrated PID recovery ⁵	Yes					
Battery reverse charging from grid	Yes					
General Data						
Operating temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App					
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Weight (incl. mounting bracket)	17 kg (37.5 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch)					
Degree of protection	IP65					
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W ⁶					
Optimizer Compatibility						
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P					
Standard Compliance (more available upon request)						
Certificate	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

¹ Inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

⁴ C10 / 11: 10,000 VA

⁵ SUN2000-3~10KTL-M1 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).

⁶ <10 W when PID recovery function is activated.

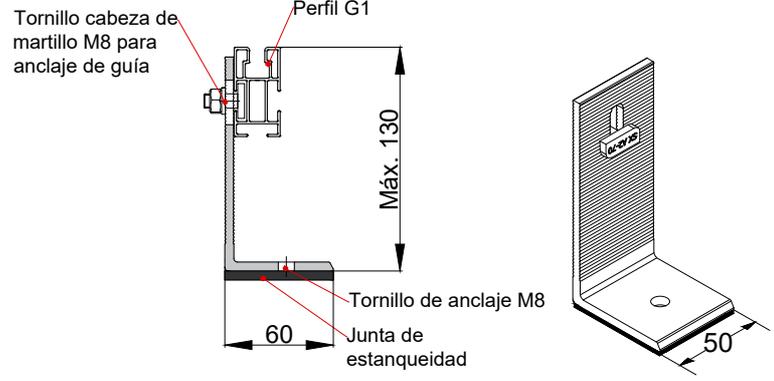
Ficha técnica

Soporte coplanar continuo fijación a correas

03V



Nota: Comprobar el nº de correas



- Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas
- Valido para de cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)
Materiales: Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6
 Tornillería de acero inoxidable A2-70
*Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.*

Dos opciones:

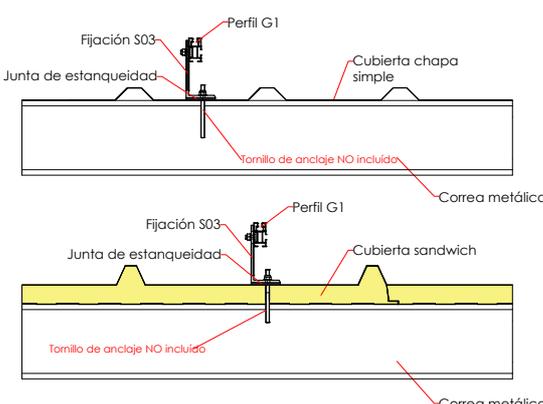
Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**

 2279x1150 (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**

 2400x1350 (Ver página 3)

***Para anclaje, se recomienda usar un tornillo con arandela de sellado**



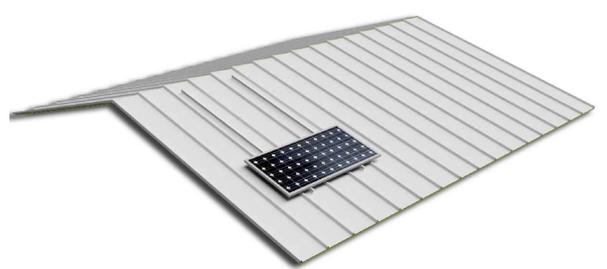
Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Carga de nieve:
 40 kg/m²

100% Reciclable

Marcado ES19/86524 CE



Perfiles perpendiculares a la cumbrera

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

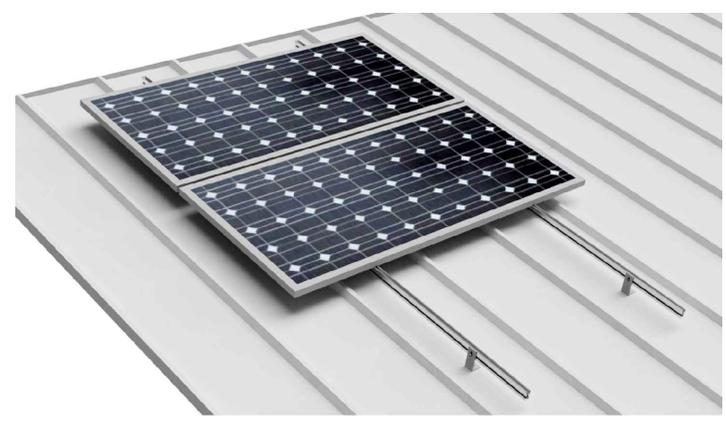


Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo fijación a correas

03V

Sistema kit

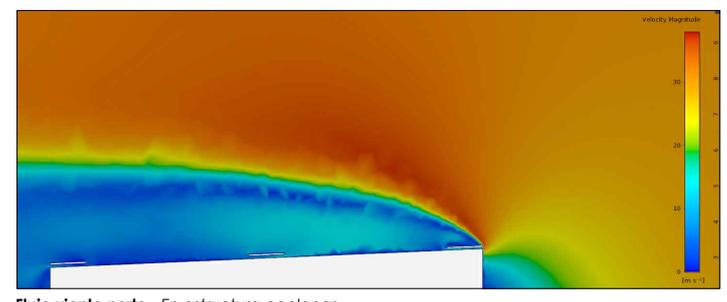


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

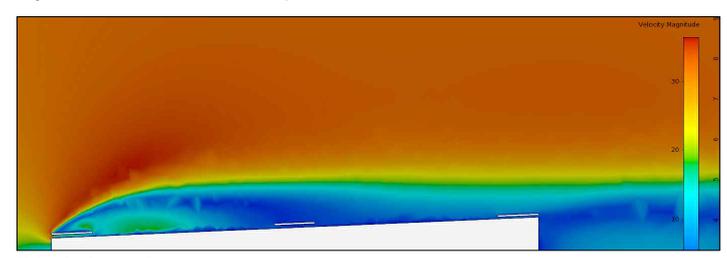
 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento								
Tamaño del módulo 	1	2	3	4	5	6	nº de módulos	Velocidad de viento km/h
2000x1000	150	150	150	150	150	150	150	
2279x1150	150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje. Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones - Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



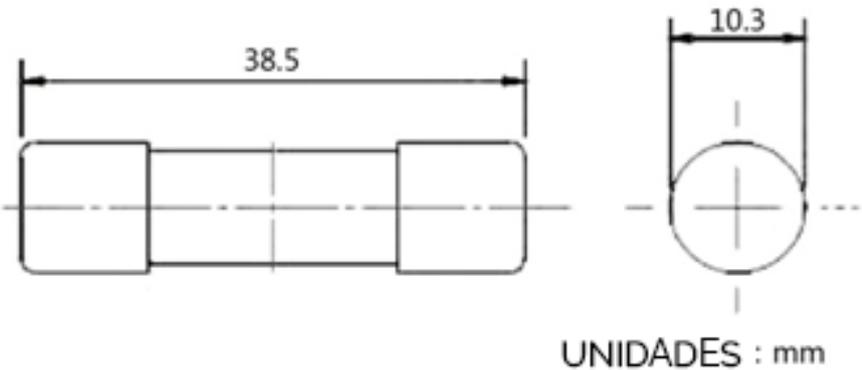
Ficha técnica
FUSIBLE SOLAR DC
10x38 ZTPV-25

MODELO	ZTPV 25
Imagen	
Tamaño (mm)	10x38
Tensión nominal Ue (V)	DC1000
Corriente nominal In (A)	1 2 3 4 5 6 8 10 12 15 16 20 25 30 32
Capacidad de ruptura nominal (33)	33
Clase de operación	gPV
Temperatura de trabajo	-50~105
Altitud (m)	≤ 2000
Peso (g)	10
Estándar	IEC60269.6

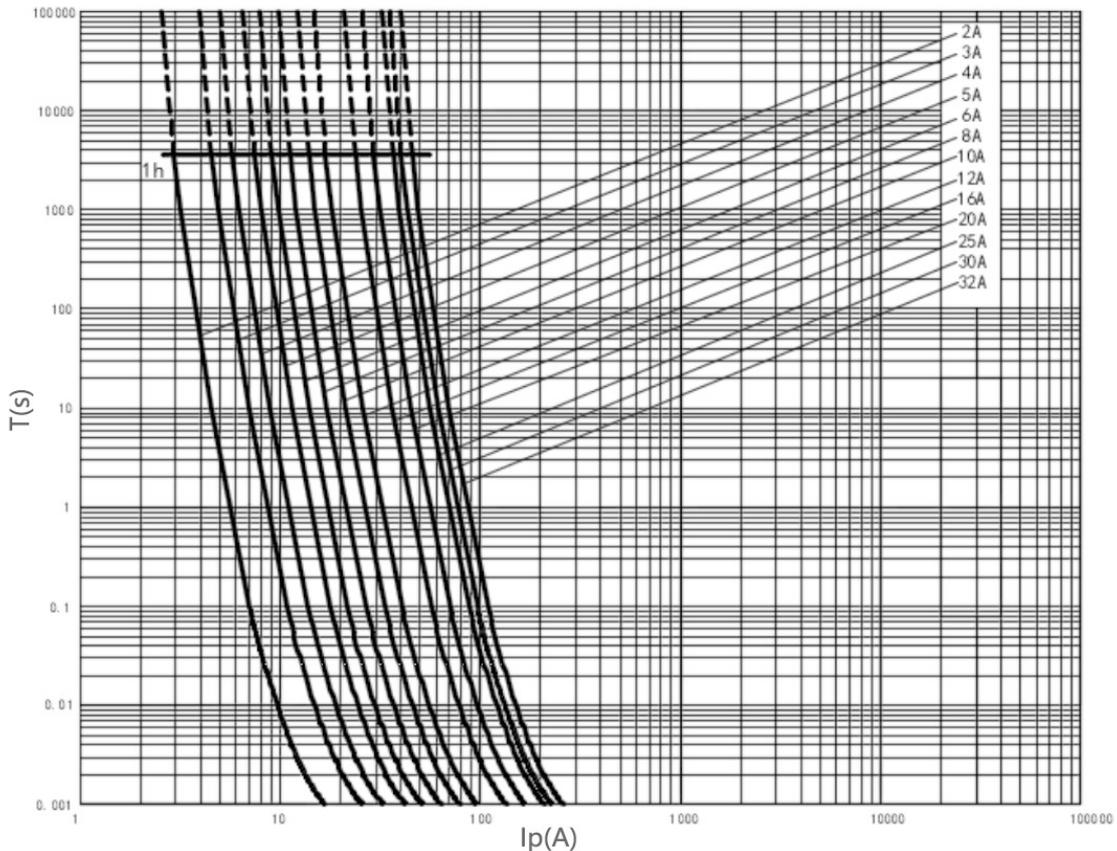
Detalles del material

Nombre de la pieza	Tapa	Cuerpo	Elemento fusible	Agente extintor de arcos
Material	Cobre rojo	Óxido de aluminio	Plata	Silicio

DIBUJO ACOTADO



CURVA DE CARACTERÍSTICAS



Características Tiempo-Corriente

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor diferencial; Acti9 iID; 2P; 40A; 30mA AC

A9R81240

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
NOmbre abreviado del equipo	iID
Número de polos	2P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	40 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	220...240 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta

Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	4
Altura	91 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,21 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 15000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	4,0 cm
Paquete 1 Ancho	8,2 cm
Paquete 1 Longitud	10,0 cm
Paquete 1 Peso	216 g
Tipo de unidad de paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	54
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	30,0 cm
Paquete 2 Longitud	40,0 cm
Paquete 2 Peso	12,105 kg
Tipo de unidad de paquete 3	P12
Número de unidades en el paquete 3	432

Paquete 3 Altura	44,4 cm
Paquete 3 Ancho	80 cm
Paquete 3 Longitud	120 cm
Paquete 3 Peso	108,840 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

**Ref.403610**

INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS TX3

*MAGNET TX3 6KA C 2P 40A

PVR (Sin IVA)

114,6 €

Vigencia de la tarifa 25/07/2022

Magnetotérmico TX³ - 2P - 230/400 V~ - 40 A - curva C - 2 módulos

Características del producto

Interruptor automático magnetotérmico TX³ Bipolar 230/400 V~ - Curva C - Intensidad nominal: 40 A - Número de módulos: 2

Características generales

Magnetotérmicos TX³ - interruptores automáticos de 6 A a 40 A - curva C - Poder de corte 6000A- Conforme a UNE EN-60898-1 - Conexión con bornas protegidas contra los contactos directos (IP20) - Tornillos imperdibles - Portaetiquetas incorporado - Capacidad de embornamiento: 25 mm² flexible/35 mm² rígido - Se pueden equipar con mandos motorizados y auxiliares de mando y señalización DX³

Descarga documentación

- Soluciones Residencial - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Soluciones Protección - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Soluciones Terciario - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Tarifa General Legrand Group - PDF 1,46 MB
- Tarifa General Legrand Group - XLS 1 MB
- Catálogo Protección DX³ / TX³ 8,30 MB
- Páginas de catálogo PROTECCION TX3 TERCIARIO MB
- Tablas de selección PROTECCION TX3 TERCIARIO MB

Descarga certificados

- Certificado de calidad AENOR 030/2306 0,08 MB
- Certificado ISO 14001 1 MB

- Certificado ISO 9001 1 MB
- Declaración conformidad CE Legrand 1.15 MB

Descarga documentación técnica



e-catálogo
Disponible para
usuarios registrados

Regístrate

The banner features a background image of a white electrical terminal block with several terminals. The text is overlaid on the right side of the image.

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)



class
exZhelent SOLAR

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

EN 50618
IEC 62930

REACCIÓN AL FUEGO*

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
UNE-EN 50525-1; IEC 62821-1 anexo B
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000163
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Cobre estañado, clase 5
según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO

Compuesto libre de halógenos reticulado.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Compuesto libre de halógenos reticulado.
Colores rojo o negro.

APLICACIONES

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas (grandes plantas, edificios, industrias, naves agrícolas, para uso fijo o móvil con seguidores...).

Puede ser instalado en bandejas, conductos y equipos.

A emplear en el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo o entre paneles solares y string combiner boxes en grandes plantas de generación fotovoltaica.

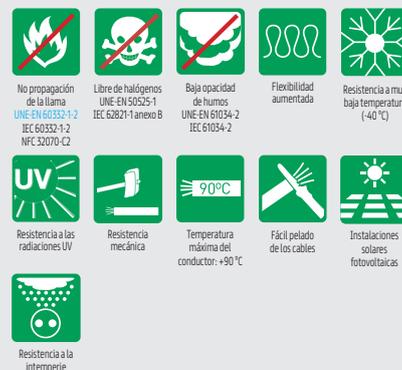
Temperatura máxima del conductor:
+90 °C (120 °C durante 20.000 horas).

Temperatura mínima de trabajo: -40 °C.

CERTIFICACIONES



L C I E



* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.



DESCÁRGATE LA DOP
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

N° DoP 000163

General Cable

A Brand of Prysmian Group

Prysmian
Group

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

class
exZhelent SOLAR



1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

ENSAYOS ADICIONALES

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
Tª máxima de conductor	90 °C (120 °C, 20.000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos uva	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según EC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab. 21.000h a 90°C y 85% de humedad para IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85 °C agua/1,8 KV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según N 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del mercado	IEC 62930; EN 50396

EXZHELLENT® Class SOLAR

H1Z2Z2-K - Libre de halógenos

class
exZhelent SOLAR



1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) - 1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro máximo del conductor (mm) (1)	Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso kg/km (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible al aire (2) A	Intensidad máxima admisible al aire. T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3)	Caida de tensión V/(A·km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1x4	3	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	1,59
1x35	9,2	14	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1x50	11	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1x120	17	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1x150	19	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1x185	21	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1x240	24	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,85.

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima del conductor 120 °C.

Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



C_{ca}-s1b,d1,a1

exZhellent COMPACT

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

IEC 60502-1

UNE 21123-4

REACCIÓN AL FUEGO*

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

UNE-EN 50399

UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2

UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1

UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24

CLASIFICACIÓN CPR

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

DOP 000040

Clase C_{ca}-s1b,d1,a1

EXZHELLENT® Class SECTORFLEX

DOP 000135

Clase C_{ca}-s1b,d1,a1

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según UNE-EN 60228.

Sectorial para secciones de 50 mm² y superiores (solución Sectorflex®).

2. AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado,

tipo XLPE según IEC 60502-1.

Identificación por color.

3. CUBIERTA EXTERIOR

Polioléfina termoplástica libre de halógenos, tipo ST8 según IEC 60502-1.

APLICACIONES

Locales de pública concurrencia, instalaciones de enlace, locales con riesgo a incendio o explosión e instalaciones en falsos techos o suelos elevados en industrias. Y en general para instalaciones en las que el riesgo de incendio no sea despreciable.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C.

Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

CERTIFICACIONES



* En azul ensayos de fuego válidos en la UE.



DESCÁRGATE LA DOP

(declaración de prestaciones)

<https://es.prysmiangroup.com/dop>

Nº DoP 000040
000135



General Cable

A brand of

Prysmian
Group

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV

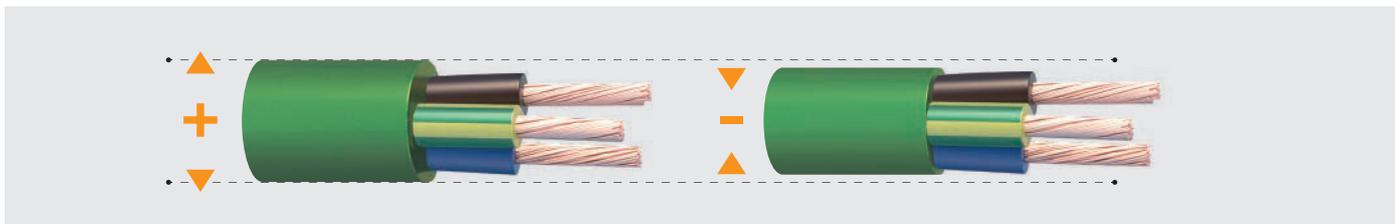


exZhellent COMPACT

PRESTACIONES ADICIONALES:

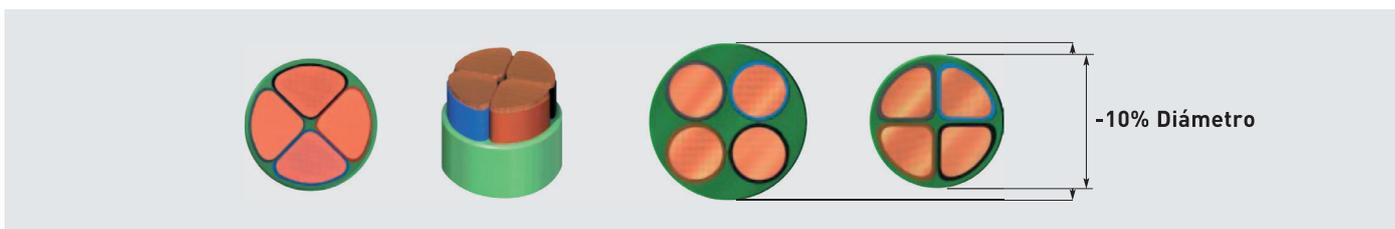
Exzhellent® Compact 1000 V (AS)

Cable con conductores circulares según formaciones indicadas en tablas. 10 % más ligero y 7 % más compacto. Mayor manejabilidad, más ecológico. Sin desprendimiento de gotas incandescentes en caso de incendio.



Exzhellent® Compact Sectorflex 1000 V (AS)

Cables con conductor sectorial para formaciones desde 2 hasta 4 conductores y secciones desde 50 mm². 11 % más ligero y 10 % más compacto. Más manejable y ecológico.



EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5*	6,6	61	27	13,3	21	18	21	26,5	21,36
1x2,5*	7,0	74	29	7,98	30	25	27	15,92	12,88
1x4*	8,0	99	32	4,95	40	35	35	9,96	8,1
1x6*	8,5	125	34	3,3	52	44	44	6,74	5,51
1x10*	9,5	170	38	1,91	72	60	58	4	3,31
1x16*	10,1	220	41	1,21	97	80	75	2,51	2,12
1x25*	11,7	315	47	0,78	123	106	96	1,59	1,37
1x35*	12,8	410	52	0,55	154	131	117	1,15	1,01
1x50*	14,3	550	58	0,38	195	159	138	0,85	0,77
1x70*	16,4	750	66	0,27	244	202	170	0,59	0,56
1x95*	17,8	945	72	0,20	298	245	202	0,42	0,43
1x120*	19,8	1190	80	0,16	349	284	230	0,34	0,36
1x150*	21,8	1470	88	0,12	404	311	260	0,27	0,31
1x185*	23,7	1770	95	0,10	464	349	291	0,22	0,26
1x240*	25,7	2245	130	0,08	552	409	336	0,17	0,22
1x300*	29,5	2805	150	0,06	640	468	380	0,14	0,19
2x1,5*	8,9	120	36	13,3	24	20	24	30,98	24,92
2x2,5*	9,8	150	40	7,98	33	27	32	18,66	15,07
2x4*	10,8	200	44	4,95	45	36	42	11,68	9,46
2x6*	11,7	250	47	3,3	57	46	53	7,90	6,42
2x10*	13,6	365	55	1,91	78	63	70	4,67	3,84
2x16*	15,6	515	63	1,21	105	82	91	2,94	2,45
2x25*	18,7	725	75	0,78	136	108	116	1,86	1,59
2x35*	21,2	970	85	0,55	168	133	140	1,34	1,16
2x50**	25,0	1410	100	0,38	205	159	166	0,99	0,88

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).
Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos Φ= 1	cos Φ= 0,8
3G1,5 *	9,4	135	38	13,3	24	20	24	30,98	24,92
3G2,5 *	10,3	175	42	7,98	33	27	32	18,66	15,07
3G4 *	11,4	235	46	4,95	45	36	42	11,68	9,46
3G6 *	12,4	300	50	3,3	57	46	53	7,90	6,42
3G10 *	14,5	450	58	1,91	78	63	70	4,67	3,84
3G16 *	16,6	645	67	1,21	105	82	91	2,94	2,45
3x25 *	20,0	925	80	0,78	116	96	96	1,62	1,38
3x35 *	22,6	1250	91	0,55	144	116	117	1,17	1,01
3x50 **	26,7	1810	135	0,38	175	140	138	0,86	0,77
3x70 **	31,4	2520	160	0,27	224	177	170	0,6	0,56
3x95 **	35,0	3245	175	0,20	271	212	202	0,43	0,42
3x120 **	39,6	4135	200	0,16	315	244	230	0,34	0,35
3x150 **	43,9	5135	220	0,12	363	273	260	0,28	0,3
3x185 **	48,2	6225	245	0,10	415	309	291	0,22	0,26
3x240 **	54,9	8175	330	0,08	490	362	336	0,17	0,21
3x300 **	63,1	10320	380	0,06	565	414	380	0,14	0,18
3x25/16 *	22,2	1135	89	0,780/1,21	116	95	96	1,62	1,38
3x35/16 *	24,7	1470	99	0,554/1,21	144	116	117	1,17	1,01
3x50/25 *	29,4	2150	150	0,386/0,780	175	140	138	0,86	0,77
3x70/35 *	34,6	3000	175	0,272/0,554	224	177	170	0,6	0,56
3x95/50 *	38,5	3880	195	0,206/0,386	271	212	202	0,43	0,42
3x120/70 *	44,0	5015	220	0,161/0,272	315	244	230	0,34	0,35
3x150/70 *	48,3	6075	245	0,129/0,272	363	273	260	0,28	0,3
3x185/95 *	53,0	7410	320	0,106/0,206	415	309	291	0,22	0,26
3x240/120 *	60,4	9695	365	0,0801/0,161	490	362	336	0,17	0,21
3x300/150 *	69,4	12285	420	0,0641/0,129	565	414	380	0,14	0,18

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra

(40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

EXZHELLENT® Compact 1000 V (AS)

RZ1-K (AS) - Libre de halógenos

0,6/1 kV



exZhellent COMPACT

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro nominal exterior (mm)	Peso nominal (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad máxima admisible en bandeja (40° C) (2) A	Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40° C) (3) A	Intensidad admisible enterrado (4) A	Caída de tensión V/(A·km)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
4G1,5*	10,3	165	42	13,3	21	178	21	26,94	21,67
4G2,5*	11,3	210	46	7,98	29	24	27	16,23	13,1
4G4*	12,6	285	51	4,95	38	32	35	10,16	8,23
4G6*	13,7	370	55	3,3	49	40	44	6,87	5,59
4G10*	16,0	560	65	1,91	68	53	58	4,06	3,34
4G16*	18,4	810	74	1,21	91	73	75	2,56	2,13
4x25*	22,3	1185	90	0,78	116	95	96	1,62	1,38
4x35*	25,0	1585	130	0,55	144	116	117	1,17	1,01
4x50**	29,7	2300	150	0,38	175	140	138	0,86	0,77
4x70**	35,0	3210	175	0,27	224	177	170	0,6	0,56
4x95**	38,9	4140	195	0,20	271	212	202	0,43	0,42
4x120**	44,3	5290	225	0,16	315	244	230	0,34	0,35
4x150**	48,8	6545	245	0,12	363	273	260	0,28	0,3
4x185**	53,8	7965	325	0,10	415	309	291	0,22	0,26
4x240**	61,3	10455	370	0,08	490	362	336	0,17	0,21
4x300**	70,4	13175	425	0,06	565	414	-	-	-
5G1,5*	12,0	220	48	13,3	21	18	21	26,94	21,67
5G2,5*	12,3	255	50	7,98	29	24	27	16,23	13,1
5G4*	13,8	345	55	4,95	38	32	35	10,16	8,23
5G6*	15,0	450	61	3,3	49	40	44	6,87	5,59
5G10*	17,6	685	71	1,91	68	53	58	4,06	3,34
5G16*	20,4	995	82	1,21	91	73	75	2,56	2,13
5G25*	24,7	1455	99	0,78	116	96	96	1,62	1,38
5G35*	27,7	1960	140	0,55	144	116	117	1,17	1,01
5G50*	33,1	2860	170	0,38	175	140	138	-	-

*Versión Exzhellent® Compact 1000 V (AS).

Reducido diámetro y peso. Más ecológico.

**Versión Exzhellent® Sectorflex 1000 V (AS).

Con conductores sectoriales, más compacto, ligero y ecológico.

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja perforada o rejilla a la sombra (40 °C, temperatura estándar en España).

Tabla B.52.12:

Instalación tipo F (1x trifásica).

Instalación tipo E (2x, 3G monofásica).

Instalación tipo E (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación a la sombra bajo tubo en montaje superficial o empotrado en pared de mampostería. O bajo canal protectora en montaje superficial o suspendida.

Temperatura ambiente máxima: 40 °C (temperatura estándar en España).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B1 (1x trifásica).

Tabla B.52.3. Instalación tipo B2 (2x, 3G monofásica).

Tabla B.52.5. Instalación tipo B2 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

Para temperatura ambiente de 30 °C multiplicar las intensidades por 1,1. (Aplicable a (2) y (3)).

Para acción solar directa sobre la canalización multiplicar las intensidades por 0,85. (Aplicable a (2) y (3)).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W y temperatura de 25° C (estándar en España).

Tabla B.52.2.bis:

→XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) →1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) →2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.