

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



" COMPARATIVA DE SUMINISTRO
ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA
EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA "

TRABAJO FIN DE GRADO

Enero - 2024

AUTOR: Javier Cuesta Clemente

DIRECTOR/ES: Fernando Verdú Bernabéu

DEDICATORIA

A mis padres y mi hermano por no dejar de creer en mí en este camino.

A mis abuelos por la ilusión de verme crecer.

Y a Yolanda por confiar en mí y ser artífice de todo lo que soy.



RESUMEN

El objeto del presente proyecto es la comparación de suministro energético eléctrico para una vivienda unifamiliar mediante paneles fotovoltaicos y un aerogenerador para una potencia pico de 2,76 kW para autoconsumo situada en la localidad de Elche (Alicante).

En el caso de la instalación mediante paneles fotovoltaicos se sitúan 6 módulos de 460 W pico cada uno y en el caso de eólica se utiliza un aerogenerador que podrá proveer una potencia de hasta 3 kW pico.

En el presente proyecto también se llevará a cabo el estudio económico de ambas opciones para estudiar la rentabilidad de cada una y así poder elegir una u otra en función de las necesidades requeridas.



ÍNDICE

1.-	MEMORIA DESCRIPTIVA.	12
1.1.-	CONSIDERACIONES GENERALES	12
1.2.-	ANTECEDENTES	12
1.3.-	PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN.	15
1.4.-	OBJETO DEL PROYECTO.	15
1.5.-	ALCANCE.	16
1.6.-	NORMATIVA.	16
1.7.-	UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.	19
1.8.-	TIPOS DE INSTALACIONES	19
1.9.-	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	22
1.10.-	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.	22
1.11.-	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	23
1.12.-	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.	25
1.13.-	ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA INSTALACIÓN.	27
1.14.-	INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA INSTALACIÓN.	29
1.15.-	ORIENTACIÓN DEL AEROGENERADOR.	29
2.-	CÁLCULOS.	30
2.1.-	CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	30
2.2.-	DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS EN EL TEJADO.	35
2.3.-	ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.	36
2.4.-	CABLEADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	36
2.5.-	CABLEADO DE LA CORRIENTE CONTÍNUA.	39
2.6.-	CABLEADO DE LA CORRIENTE ALTERNA.	43

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

2.7.-	PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	46
2.8.-	PROTECCIONES CORRIENTE CONTÍNUA FOTOVOLTAICA.	46
2.9.-	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA FOTOVOLTAICA.	47
2.10.-	PUESTA A TIERRA FOTOVOLTAICA.	48
2.11.-	CAJAS DE PROTECCIÓN FOTOVOLTAICA.	49
2.12.-	CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.	50
2.13.-	DISPOSICIÓN DEL AEROGENERADOR EN LA VIVIENDA.	50
2.14.-	ESTRUCTURA DEL AEROGENERADOR.	51
2.15.-	CABLEADO DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.	51
2.16.-	CABLEADO DE LA CORRIENTE CONTÍNUA EÓLICA.	53
2.17.-	CABLEADO DE LA CORRIENTE ALTERNA EÓLICA.	53
2.18.-	PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.	56
2.19.-	PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.	56
2.20.-	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA EÓLICA.	56
2.21.-	PUESTA A TIERRA EÓLICA.	57
2.22.-	CAJAS DE PROTECCIÓN EÓLICA.	57
2.23.-	DATOS DEL SUMINISTRO.	57
2.24.-	CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE CONSUMO.	65
2.25.-	CÁLCULOS ENERGÉTICOS	65
2.26.-	PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN	77
2.27.-	BALANCE ENEGÉRTICO.	78
2.28.-	PRESUPUESTO.	79
2.29.-	ANÁLISIS ECONÓMICO	82
2.30.-	CONCLUSIÓN.	87
2.31.-	BIBLIOGRAFÍA.	88
3.-	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	89

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

3.1.-	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	89
3.2.-	DATOS GENERALES DE LOS PROYECTOS.	89
3.3.-	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	90
3.4.-	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	90
3.5.-	INTERFERENCIAS CON SERVICIOS.	91
3.6.-	FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA.	91
3.7.-	MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA.	92
3.8.-	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES.	92
3.9.-	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA.	92
3.10.-	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES CLASIFICADOS POR LA MAQUINARÍA UTILIZADA EN LA OBRA.	101
3.11.-	INSTALACIONES DE SALUBRIDAD.	107
3.12.-	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.	107
3.13.-	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.	108
3.14.-	INSTALACIONES SALUBRIDAD.	109
3.15.-	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.	109
3.16.-	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.	109
3.17.-	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.	110
3.18.-	OBLIGACIONES CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.	111
3.19.-	OBLIGACIONES TRABAJADORES AUTÓNOMOS.	112
3.20.-	LIBRO DE INCIDENCIAS.	113
3.21.-	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.	113
3.22.-	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.	114
4.-	PLANOS.	115

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

5.-	PLIEGO DE CONDICIONES.	116
5.1.-	OBJETO.	116
5.2.-	CONDICIONES GENERALES.	116
5.3.-	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	116
5.4.-	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.	117
5.5.-	DATOS DE LA OBRA.	117
5.6.-	REPLANTEO DE LA OBRA.	118
5.7.-	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.	118
5.8.-	RECEPCIÓN DEL MATERIAL.	118
5.9.-	ORGANIZACIÓN.	118
5.10.-	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.	119
5.11.-	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.	119
5.12.-	IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.	119
5.13.-	CAJAS DE EMPALME	120
5.14.-	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.	120
5.15.-	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.	121
5.16.-	FUSIBLES.	121
5.17.-	INTERRUPTORES DIFERENCIALES.	121
5.18.-	EQUIPOS DE MEDIDA.	123
5.19.-	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS Y EÓLICAS.	123
5.20.-	MEDIOS AUXILIARES.	124
5.21.-	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	124
5.22.-	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.	124
5.23.-	PLAZO DE EJECUCIÓN.	125
5.24.-	RECEPCIÓN PROVISIONAL.	125

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

5.25.-	MANTENIMIENTO.	125
6.-	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	127
7.-	ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS EN AMBAS OPCIONES.	137
8.-	ANEXO II: INFORME DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE FOTOVOLTAICA.	142
9.-	ANEXO III: INFORME DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE EÓLICA.	143



ÍNDICE DE FIGURAS/IMÁGENES

Ilustración 1: Ubicación de la instalación.	19
Ilustración 2: Esquema de una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica.....	20
Ilustración 3: Esquema de instalación fotovoltaica aislada a la red eléctrica.	21
Ilustración 4: Esquema de una instalación mini eólica asilada a la red eléctrica.....	21
Ilustración 5: Esquema de una instalación mini eólica conectada a la red eléctrica.	21
Ilustración 6: Inversor SUN2000-3KTL-M3	24
Ilustración 7: Aerogenerador E30PRO	26
Ilustración 8: Orientación de la vivienda unifamiliar.....	27
Ilustración 9: Rosa de los vientos de la instalación.....	30
Ilustración 10: Media de consumos del periodo estipulado.	31
Ilustración 11: Disposición de los módulos fotovoltaicos.	36
Ilustración 12: Esquema del cableado de la instalación.....	37
Ilustración 13: Secciones e intensidades admisibles del conductor TECSUN.....	39
Ilustración 14: Esquema unifilar del tramo de corriente continua.	47
Ilustración 15: Esquema unifilar del tramo de corriente alterna.	48
Ilustración 16: Esquema de la toma a tierra en continua.....	49
Ilustración 17: Cajas de protección para el tramo de corriente continua y corriente alterna.	50
Ilustración 18: Disposición del aerogenerador en la vivienda.	51
Ilustración 19: Esquema cableado instalación eólica.....	52
Ilustración 20: Esquema unifilar del tramo de corriente continua en eólica.	56
Ilustración 21: Esquema de la toma de tierra en continua de la opción eólica.	57
Ilustración 22: Factura de consumo de la instalación vivienda unifamiliar.	59
Ilustración 23: Breve resumen de la Tarifa 6.1	60
Ilustración 24: Disposición anual de periodos según el mes y disposición horaria.	60

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Ilustración 25: Consumo anual en función del periodo.....	60
Ilustración 26: Suma de la energía mensual en el promedio de un año.	71
Ilustración 27: Suma de energía mensual en un año promedio de la opción eólica.....	77
Ilustración 28: Tasas de interés del VAN.....	85
Ilustración 29: Resultados del VAN.....	85
Ilustración 30: Flujo de caja acumulado y tiempo de retorno.	86
Ilustración 31: Ficha técnica del módulo fotovoltaico.	138
Ilustración 32: Ficha técnica del inversor.	140
Ilustración 33: Ficha técnica del aerogenerador.....	141



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del aerogenerador seleccionado.....	26
Tabla 2: Producción eléctrica con orientación sur puro.	28
Tabla 3: Producción eléctrica con la propia orientación de la vivienda.....	28
Tabla 4: Etapas del cableado.	37
Tabla 5: Datos necesarios para el dimensionamiento del cableado.	40
Tabla 6: Datos de las líneas de corriente continua.	41
Tabla 7: Dimensionamiento de las líneas de corriente continua fotovoltaica.....	43
Tabla 8: Caída de tensión máxima en continua de la instalación fotovoltaica.	43
Tabla 9: Datos de las líneas en corriente alterna fotovoltaica.....	44
Tabla 10: Dimensionamiento de la línea corriente alterna fotovoltaica.....	45
Tabla 11: Resultado caída en corriente alterna fotovoltaica.	46
Tabla 12: Etapas del cableado opción eólica.	52
Tabla 13: Datos de la línea en corriente alterna opción eólica.....	53
Tabla 14: Dimensionamiento de la línea de corriente alterna eólica.	55
Tabla 15: Resultados caídas de tensión en alterna para la opción eólica.....	55
Tabla 16: Suma mensual detallada de energía en kWh en la opción fotovoltaica.	66
Tabla 17: Suma mensual detallada de energía en kWh en la opción eólica.....	72
Tabla 18: Precios de la compañía distribuidora eléctrica de la vivienda.	78
Tabla 19: Precio de venta de la energía vertida a la red.....	78
Tabla 20: Comparativa de balance energético de ambas opciones estudiadas.	79
Tabla 21: Presupuesto instalación fotovoltaica.....	80
Tabla 22: Presupuesto instalación eólica.	81
Tabla 23: Flujo de fondos.....	84
Tabla 24: Flujo de fondos para la opción eólica.	87
Tabla 25: Comparativa global de ambas opciones estudiadas.	88

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Una instalación fotovoltaica de autoconsumo es definida como un sistema el cuál la energía eléctrica que se genera mediante placas fotovoltaicas se auto consume, es decir se utiliza para consumo propio.

Una instalación eólica de autoconsumo es un sistema en el que la energía eléctrica se genera mediante un aerogenerador y de la misma forma también es utilizada para consumo propio.

Las instalaciones de autoconsumo pueden tener integradas sistemas para acumular la energía eléctrica que se ha producido durante el proceso como lo pueden ser baterías para poder así utilizar esa energía cuando no se genera o cuando la generada no es capaz de satisfacer la demanda provocada por las cargas de la instalación.

Este tipo de instalaciones pueden estar conectados a la red eléctrica pudiendo estar conectados a la red o permanecer de manera aislada a esta.

Si estos están conectados a la red eléctrica puede ocurrir que la instalación haya generado más de lo que demandan las cargas de la instalación y por ello verterá la energía no consumida o excedente a la red eléctrica o en el caso que no se haya generado lo suficiente utilizará la red eléctrica hoy para satisfacer las cargas. Estos sistemas tienen la capacidad de poder trabajar tanto como lo puede ser en paralelo como de una forma complementaria ya que pueden trabajar en los cuales ambos proveen de electricidad como lo es el caso del paralelo o en donde las cargas de una forma complementaria toman la energía de una fuente u de otra en función de la necesidad del momento.

1.2.- ANTECEDENTES

Desde hace muchos años tanto los científicos como expertos nos vienen avisando de que se requiere de la necesidad de realizar un cambio en el modelo de energía actual el cual se ha basado sus cimientos en combustibles fósiles y nucleares y que deben de dar paso a nuevas formas de energía como lo son las renovables y su impacto.

Estos cambios son principalmente necesarios por causas como lo pueden ser:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Los límites que conllevan los combustibles fósiles como el petróleo, el gas o cualquiera similar de misma naturaleza.
- Emisión de gases a partir de la combustión de estos previamente mencionados con sus debidas consecuencias como lo son el famoso “efecto invernadero” causante del calentamiento global de nuestro planeta. Esto hace más que necesario la búsqueda de nuevas fuentes de energía que no tengan tanto impacto medioambiental y que sean capaces de generar el mínimo residuo posible y que no provoque impacto alguno tanto en la naturaleza conocida como en el ser humano.
- La energía nuclear, la cual es la principal generadora de energía eléctrica y que lleva consigo la producción de residuos altamente nocivos y sus consecuencias a la hora de desecharlos, así como el proceso de eliminación que lo hace muy tedioso y complicado a la hora de proceder. No se deja de lado el hecho de poder producirse un accidente nuclear, los cuales han sido casos muy contados en las últimas décadas, y sus respectivas consecuencias.

Con todos estos puntos enunciados es más que necesario realizar la búsqueda de una opción que genere esta energía eléctrica con el menor impacto posible la cual no pueda agotarse tanto a medio como largo plazo y puede poder ser lo más accesible posible a la mayor cantidad de personas usuarias.

Para ello surgen formas de generación de energía eléctrica como lo pueden ser la solar o la eléctrica las cuales son las que se van a utilizar en este proyecto a desarrollar. Ambas utilizan fuentes inagotables como lo son el sol y el viento respectivamente y que tienen la capacidad de no provocar/generar residuo alguno.

Hablando de sistemas fotovoltaicos podemos enunciar la amplia evolución tecnológica que han sufrido estos sistemas en cuanto a características técnicas. Estos sistemas poseen características individuales como lo son la gran sencillez de instalación y versatilidad que poseen y la eficacia a la hora de su aplicación tanto en proyectos domésticos como de gran escala.

Debido a esta evolución tecnológica y el aumento de su uso en estas aplicaciones esto hace que debido a la producción a gran escala de estos artefactos que se traduce en una reducción de coste a la hora de fabricarlos.

Otro punto a tener en cuenta es la normativa legal de la instalación de sistemas fotovoltaicos ya que en nuestro país en los años anteriores se realizaba un fuerte impulso por este tipo de

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

sistemas que hacían que se pudiesen amortizar en un periodo de tiempo relativamente corto, la energía que se vertía a la red eléctrica era pagada a un buen precio y no tenía ningún tipo de restricción.

Cuando la inversión estaba amortizada la rentabilidad que esta conllevaba a largo plazo era muy elevada lo que hacía que para el usuario fuese una opción muy a tener en cuenta tanto en el ámbito energético como económico.

Esta situación se vio revertida en el año 2011 cuando la energía que se vertía a la red eléctrica estaba devaluada y comenzaron a aparecer penalizaciones que desembocaron en un descenso de inversiones en este tipo de instalaciones.

Con todos estos antecedentes se deben de ver tanto las ventajas como desventajas que estos sistemas tienen a la hora de producir energía:

- Hablando en términos medioambientales posee una gran ventaja competitiva como antes se ha mencionado como lo son la producción de la cantidad de cero residuos.
- Además la subida del precio de la electricidad ya no solo en el último año sino en los anteriores también hacen que la utilización de este tipo de instalaciones fotovoltaicas gane relevancia debido a que la amortización que poseen es aún más rápida ya que si el coste de esta fuera igual o muy similar a otras formas conocidas no tendrían opción alguna a la hora de elegir y podría llegar a un conflicto moral y económico como lo es la posibilidad de perder dinero pero con la ventaja de ser respetuoso con el medio ambiente.

En cuanto a la energía eólica esta trata de una energía renovable más desarrollada y madura la cual mediante la fuerza del viento y la utilización de la energía cinética provocado por este puede convertirse mediante un generador en electricidad.

Los comienzos de esta energía datan de principios del siglo XX a través de aerogeneradores donde mediante el movimiento de una hélice y un generador puede producirse energía eléctrica. Para tener el mayor aprovechamiento posible debe de tenerse en cuenta sobre todo el hecho de la variación de la velocidad del viento entre diferentes zonas ya que debido a la radiación solar que no es uniforme a lo largo de la superficie de la tierra hay zonas que no poseen el mismo calentamiento haciendo que el aire pese menos y ascienda provocando áreas de bajas presiones y de la misma forma en zonas frías en las que el aire desciende y pesa más haciendo que la presión sea menor.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

De este modo la diferencia de presiones provoca que el aire se mueva y origine viento el cual es el principal responsable para la generación de la energía eólica.

La producción de esta energía se produce mediante los aerogeneradores, que son aquellos los cuales son capaces de transformar la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica. Esto es gracias al rotor el cual puede convertir toda esa energía cinética en mecánica y después con el generador se convierte toda esa energía mecánica en energía eléctrica obteniendo una energía limpia sin emitir residuo alguno.

Hoy en día, la energía eólica representa la primera fuente de generación eléctrica en España superando el 23,3% de cobertura de la demanda. Esto le hace la renovable más presente en el cómputo de generación del sistema eléctrico de España.

Así con todo lo anterior descrito en el proyecto que se presenta es la comparación entre la utilización de un sistema de autoconsumo mediante placas fotovoltaicas y uno con un sistema de eólico a pequeña escala a lo que se denomina mini eólica.

1.3.- PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN.

- Nombre: JAIME BONET ALONSO
- CIF: 3392852E
- Dirección: PTDA MAITINO (PLGO.2) 97-C, BAJO
- Localidad: ELCHE (ALICANTE)
- Código postal: 03295

1.4.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del proyecto es la comparativa de un suministro energético a una vivienda unifamiliar mediante energía fotovoltaica y energía eólica haciendo un diseño y dimensionamiento para el autoconsumo y una posterior valoración económica.

El objetivo principal es reducir la facturación económica anual e incluso poder vender la energía generada que no se ha llegado a consumir obteniendo así de esta forma un gran ahorro energético.

Se realizará con el detalle necesario para que una empresa dedicada al este ámbito laboral pueda llevar por completo tanto la construcción como el montaje de la instalación.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Finalmente se realizará una comparación entre ambas alternativas para determinar cuál la más interesante desde el punto de vista económico, así como el retorno que la instalación es capaz de generar bajo el amparo de la normativa actual para la energía generada por este tipo de sistemas.

1.5.- ALCANCE.

El alcance de este proyecto es:

- Dimensionamiento de instalación fotovoltaica / eólica para obtener la superficie requerida y dimensionamiento de la instalación eólica para satisfacer el consumo de la instalación.
- Estudio de mercado para escoger la opción más recomendable a la hora de elegir los equipos a instalar.
- Dimensionamiento tanto del cableado como las protecciones requeridas para la instalación.
- Estudio de las opciones disponibles para el aprovechamiento con la energía excedente.
- Análisis económico de ambos proyectos y comparación sobre cual es más adecuado para el proyecto.

1.6.- NORMATIVA.

La legislación aplicada a este proyecto de comparación entre las opciones a estudiar es el siguiente:

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 15/2018, del 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, del 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Real Decreto 1565/2010, del 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1663/2000, del 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución del 31 de mayo del 2001, por la que se establecen el modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 436/2004, del 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía en régimen especial.
- Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En concreto: Documento Básico HE 5 “Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”.
- Ley 54/1997, del 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE n.º 285 del 28/11/1997).
- Real Decreto 1955/2000, del 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 841/2002, del 2 de agosto, por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Real Decreto 1699/2011, del 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia (BOE n.º 295 del jueves 8 de diciembre de 2011).
- Orden del 9 de marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Real Decreto 485/1997, del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1495/1986, modificado por el Real Decreto 830/1991, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en Máquina.
- Real Decreto 1435/1992, modificado por el Real Decreto 56/1995, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- Real Decreto 1433/2003, del 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en régimen especial.
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Aisladas, publicado por el IDAE.
- Ley 24/2013, del 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE n.º 310 del 27 de diciembre de 2013).
- Reglamento de Acometidas Eléctricas (aprobado por el Real Decreto 2944/1982, del 15 de octubre, BOE 12 de noviembre de 1982).
- Real Decreto 1407/1992, modificado por el Real Decreto 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 733/1997, del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

1.7.- UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

En este presente proyecto, nos encontramos con una vivienda unifamiliar que se encuentra a las afueras de la ciudad costera de Elche ubicada en la provincia de Alicante.

La instalación se realizará en el propio tejado de la vivienda tomando como vertiente la orientación sur de esta ya que es un tejado a dos aguas, es decir, dos orientaciones diferentes.

Las coordenadas exactas de la ubicación son las siguientes:

- Latitud: 38°15,51'46'' N.
- Longitud: 0°38,34'14'' O

Esta instalación se encuentra a 67 metros sobre el nivel del mar y el ancho de la vivienda se desvía -19° respecto al sur puro. No se tendrán en cuenta las sombras producidas por objetos externos al encontrarse la vivienda aislada de estos y no es necesario dicho cálculo de sombras.

A continuación, se muestra una imagen tomada con el software “Google Maps” en la cual se indica la ubicación de la instalación:



Ilustración 1: Ubicación de la instalación.

1.8.- TIPOS DE INSTALACIONES

Si hablamos de instalaciones fotovoltaicas se puede diferenciar entre instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica y aisladas de la red eléctricas.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- **Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica:** Estas son aquellas que están conectadas de una forma permanente a la red eléctrica haciendo que puedan verter la energía eléctrica que se ha generado en el proceso o la que no se ha consumido en el autoconsumo. La corriente continua que sea ha generado mediante un inversor transforma esta corriente en alterna y de ahí se eleva la tensión a la del punto de conexión con la red a través de un transformador.

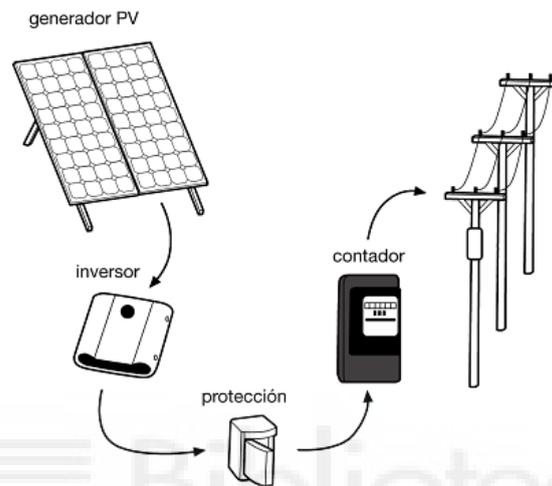


Ilustración 2: Esquema de una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica.

- **Instalaciones fotovoltaicas aisladas a la red eléctrica:** Son aquellas que no poseen conexión alguna con la red eléctrica y que necesitan que o se consuma todo lo generado, desecharlo o acumularlo dentro un acumulador como lo puede ser una batería para poder utilizarla cuando fuese necesario en el momento que los paneles fotovoltaicos no recibieran radiación. Este tipo de instalaciones es bastante frecuente cuando es muy complicado o imposible el acceso a la red eléctrica por causas como lo pueden ser el relieve en el que se encuentre la instalación o al estar lejos de un punto de conexión a la red.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

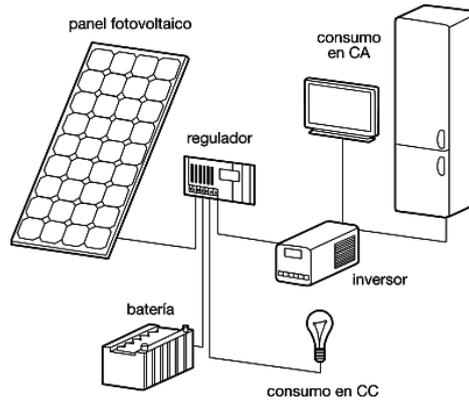


Ilustración 3: Esquema de instalación fotovoltaica aislada a la red eléctrica.

De la misma forma ocurre con las instalaciones mini eólicas, que pueden estar de ambas formas como se ha comentado con las placas fotovoltaicas y su naturaleza es la misma.

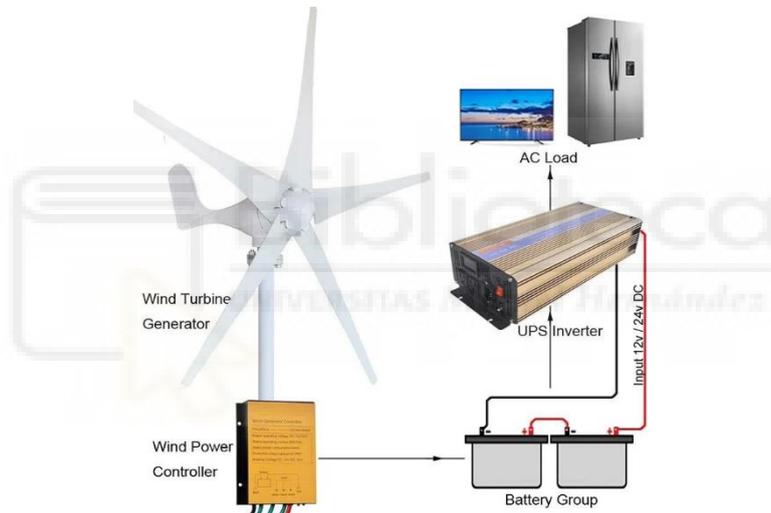


Ilustración 4: Esquema de una instalación mini eólica aislada a la red eléctrica.



Esquema básico de una instalación eólica doméstica conectada a red

Ilustración 5: Esquema de una instalación mini eólica conectada a la red eléctrica.

1.9.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Con el objetivo de realizar el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica primero debemos de conocer el consumo del edificio/instalación que tenemos.

Cuando conozcamos esto debemos obtener la potencia pico máxima que se podría tener haciendo provecho de la superficie disponible para la instalación. A continuación, con la herramienta PVGIS obtenemos todos los datos de generación de energía eléctrica por cada hora del día para así poder comparar con el consumo y así poder ver el dinero ahorrado en la factura emitida.

Cuando acabamos con los cálculos, comprobamos la superficie donde se va a colocar la instalación, cuál va a ser la distribución optima de los módulos a instalar, etc....

Con esto configuramos los módulos e inversores requeridos para poder de esta forma satisfacer la demanda y a continuación calcular las características de los cables a utilizar y las protecciones eléctricas.

Para terminar, obtenemos el tiempo necesario para el retorno de la inversión realizada, comparando la energía que se ha producido con la energía consumida reflejada en las facturas.

1.10.-DISEÑO DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.

De la misma forma para realizar el dimensionamiento de la instalación eólica al saber el consumo de la instalación debemos de conocer la velocidad del viento en la localización de la instalación que también se conoce mediante la herramienta PVGIS y también la herramienta propia del fabricante del aerogenerador.

Con esto conocido configuramos el tanto el aerogenerador como el inversor a utilizar y también calculamos las características de los cables y las protecciones eléctricas necesarias.

En último lugar, se calcula el tiempo requerido para recuperar la inversión realizada de la misma manera que se ha hace con la instalación fotovoltaica.

En ambas opciones el procedimiento es prácticamente igual como se puede apreciar con la salvedad de la diferente naturaleza de cada uno de ellos.

1.11.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Si nos remitimos a una instalación fotovoltaica podemos diferenciar entre células fotovoltaicas e inversor fotovoltaico.

Actualmente hay tres tipos de células fotovoltaicas como lo son:

- **Células monocristalinas:** Este tipo de células están constituidas en su mayoría por silicio purificado. Se caracterizan por tener un color uniforme y por tener los rendimientos más altos, entre 14 y un 17% a la hora de producir energía. En su contra hay que recalcar que su construcción es realmente laboriosa y difícil haciéndolas por estas características más caras.
- **Células policristalinas:** Están formadas por una gran cantidad de cristales de silicio con una menor pureza hp. Para producirlas el silicio es vertido en moldes cuadrados permitiendo esto que no sea necesario biselarlos como lo es en el caso de las células monocristalinas. Las principales ventajas que tienen este tipo de células son que hoy en día es más fácil producir este tipo de células y por lo tanto es más económico. La desventaja de este tipo de células es que tienen un menor rendimiento en comparación con las mono cristalinas, haciendo que necesiten de una mayor superficie para de esta forma obtener la misma potencia.
- **Células de silicio amorfo:** Estas células se forman mediante capas delgadas dispuestas de una forma sucesiva al vacío sobre hoy un plástico un cristal o un metal siendo un proceso similar al pintado, significando esto que no tienen estructura cristalina. La principal ventaja de estos paneles es que poseen una buena incorporación en la superficie y más baratas a la hora de trabajar con ellas, pero por el contrario poseen una menor vida útil y un bajo rendimiento que va disminuyendo tras una extensa exposición solar.

Características del módulo

El módulo que se ha seleccionado para la instalación a la hora de realizar este proyecto ha sido el modelo “LR4-72HPH 460 M” de la marca LONGI. Este panel posee un panel de naturaleza monocristalina de 460 W. Las características del módulo seleccionado son:

- Peso de 24,3 kg.
- Dimensiones de 2094x1038x35mm.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Eficiencia de hasta un 22 % bajo coeficientes de pérdidas por temperatura.
- Baja degradación con el paso del tiempo (al llegar a los 25 años puede llegar a dar un 85 % de rendimiento respecto a el rendimiento inicial).

Se ha elegido este módulo ya que LONGUI se caracteriza por ser líder dentro de la fabricación de módulos en la industria fotovoltaica y esto se traduce en calidad y seguridad para el usuario, así como las garantías que ofrece el fabricante. Otra razón es la posibilidad de contar con la tecnología Half – Cell la cual permite una mayor eficiencia, una vida útil mayor y un aumento de la potencia. Con todas estas razones junto con un buen comportamiento a cambios de temperatura hace de este módulo una buena elección para nuestro proyecto.

Inversor fotovoltaico

La función de un inversor fotovoltaico es la de transformar la corriente continua (CC) que los módulos fotovoltaicos generan en corriente alterna (CA) para poder utilizarla a posteriori.

El inversor seleccionado para las condiciones en las que nos encontramos en concreto es un inversor de la marca Huawei modelo “SUN2000-3KTL-M3”. Posee una potencia nominal de 3000 W y una potencia máxima de entrada de 4500 W. También cabe mencionar los 2 seguidores de punto de máxima potencia con los que cuenta y la alta eficiencia que posee haciendo de la una opción más que acertada a la hora de realizar la instalación requerida.



Ilustración 6: Inversor SUN2000-3KTL-M3

La elección de este inversor también se justifica por su alta eficiencia (98,3%), su gran precisión para medir y el poder comunicarse con el rápidamente mediante si app desde cualquier dispositivo inteligente para poder obtener datos en tiempo real que puedan ser del interés del cliente.

1.12.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.

En el caso de la instalación eólica el principal elemento que lo compone es el aerogenerador, que en este caso se considerará un aero generador de mini eólica ya que no se superan los 100 kW.

En este caso podemos distinguir entre aerogeneradores de eje vertical y de eje horizontal.

- **Aerogenerador de eje vertical:** Son aquellos en las que las palas rotan en torno a un eje central vertical siendo más fácil de sujetar las palas y no necesitar un sistema de orientación fijo para poder captar la energía del viento. Sin embargo, el rendimiento de este tipo de aerogeneradores es menor a los que tienen eje horizontal y la escasa velocidad de giro.
- **Aerogenerador de eje horizontal:** Se caracterizan por girar las palas en dirección perpendicular a la velocidad del viento. Dentro de ellas se clasifican a la vez en aero turbinas lentas y rápidas en función de la velocidad de giro de sus rotores. Es también importante destacar que la velocidad de giro es inversamente proporcional al número de palas del que dispone el aerogenerador seleccionado. En nuestro caso se dispondrá de una Aero turbina rápida que suelen tener 2 y 3 palas presentando un coeficiente λ mayor a 4 haciéndolas muy adecuadas para la generación de energía eléctrica. La configuración más usada es la de 3 palas y disposición a barlovento que es la que el viento incide inicialmente sobre el rotor y a continuación sobre la torre.

Características del aerogenerador.

En este caso el aerogenerador que se ha seleccionado el modelo de la marca ENAIR “30 PRO”.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



Ilustración 7: Aerogenerador E30PRO

Algunas de las características que posee el aerogenerador se disponen en la siguiente tabla.

Fabricante	ENAIR
Modelo	30 PRO
Número de palas	3
Potencia	3000 W
Potencia nominal	1900 W
Área de barrido	11.34 m ²
Generador	250 rpm nominales
Tensión	24, 48 y 220 V
Viento de arranque	2 m/s
Velocidad nominal	11 m/s
Velocidad de supervivencia	60 m/s
Eficiencia	97 %
Rango de generación eficiente	2 a 60 m/s

Tabla 1: Características del aerogenerador seleccionado

La elección se ha hecho en base a las necesidades de la instalación y por otros elementos diferenciales como son una gran eficiencia (97 %) y una buena conservación con el paso del tiempo, así como el poco requerimiento de mantenimiento que conlleva.

Características del inversor

En cuanto al inversor eólico nos sirve el mismo que en la opción de la instalación fotovoltaica ya que está preparado tanto para instalaciones fotovoltaicas como eólicas al ser híbrido. Recordamos que el que habíamos seleccionado era de la marca Huawei modelo “SUN2000-3KTL-M3”.

1.13.-ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA INSTALACIÓN.

Con el objetivo de que los paneles fotovoltaicos trabajen de la manera más eficiente posible es de extrema obligatoriedad el sentido de la orientación de estos. En este caso la orientación optima es la de sur geográfico ya que reciben la máxima irradiación solar y harán que el rendimiento sea máximo.

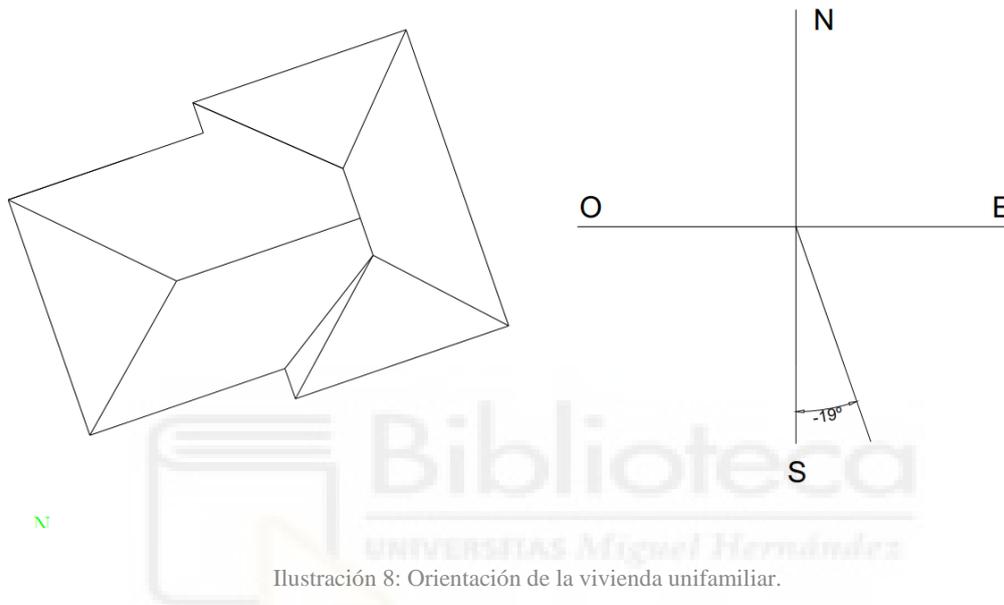


Ilustración 8: Orientación de la vivienda unifamiliar.

Mirando la ilustración anterior podemos ver como la vivienda está orientada -19° respecto a sur geográfico. Debemos de comprobar cuál es la orientación más favorable de los módulos de ambas disponibles.

Para realizar esto, utilizaremos la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) que nos permite calcular la orientación y la inclinación óptima para la ubicación que le introduzcamos.

Módulos orientados a sur puro

E_m corresponde a la producción eléctrica mensual de la instalación (en kWh).

H_m corresponde a la suma media de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos de la instalación dispuestos (en kWh/m^2).

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

	E_M	H_M
ENERO	288	82,6
FEBRERO	292,8	100,5
MARZO	358,3	147,4
ABRIL	372,6	180,2
MAYO	404,7	220,6
JUNIO	401,2	235,2
JULIO	413,6	240,5
AGOSTO	401	212,7
SEPTIEMBRE	351	161
OCT	324,1	124,1
NOV	269,3	85,1
DIC	268,6	74,4
MEDIA	345,4333333	155,3583333

Tabla 2: Producción eléctrica con orientación sur puro.

Módulos orientados -19° respecto al sur

Con los módulos dispuestos con la orientación de la vivienda los resultados son los siguientes:

	E_M	H_M
ENERO	161,9	82,6
FEBRERO	200,6	100,5
MARZO	292,4	147,4
ABRIL	351,3	180,2
MAYO	421,8	220,6
JUNIO	440,1	235,2
JULIO	445,3	240,5
AGOSTO	395,8	212,7
SEPTIEMBRE	305,2	161
OCT	238,8	124,1
NOV	165,3	85,1
DIC	144,7	74,4
MEDIA	296,9333333	155,3583333

Tabla 3: Producción eléctrica con la propia orientación de la vivienda.

Comparación de ambas posibilidades

Si sumamos los datos de producción eléctrica mensual de las dos opciones disponibles podemos obtener:

- Suma anual con sur puro: 4145,2 kWh
- Suma anual con -19 grados respecto sur puro: 3953,2 kWh

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Con estas opciones podemos ver como si orientamos respecto al sur puro obtendremos una mayor energía, pero en consecuencia tendremos que instalar una estructura que contenga a los módulos fotovoltaicos haciendo que sea más complejo y caro u orientar los paneles de la misma forma que la vivienda y a pesar de obtener algo menos de energía poder ahorrarse esos gastos en la estructura para los módulos.

Si hacemos un cálculo de la energía que se pierde con la orientación de la vivienda respecto al su puro obtenemos:

$$\frac{4145,2 - 3959,2}{4145,2} = 2,49 \%$$

Como el porcentaje de la pérdida de energía es baja se decide tomar la opción de -19° respecto al sur geográfico y aunque tengamos una mínima pérdida de potencia esto hace que se compense con el ámbito económico en comparación de si se instalara con la orientación sur geométrico y tuviéramos que disponer de una estructura compleja para ello.

1.14.-INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS DE LA INSTALACIÓN.

En este caso particular, la inclinación de los módulos será la misma que la inclinación de la vivienda unifamiliar, es decir 15° . Ya que se ha comentado en el anterior apartado que se tomará la orientación provista por la propia vivienda la colocación de los módulos se realizará de forma coplanar en la cubierta de esta.

1.15.-ORIENTACIÓN DEL AEROGENERADOR.

En primer lugar, debemos conocer las direcciones en las que se dirige el viento principalmente en la ubicación de la instalación. Si echamos un vistazo a la rosa de los vientos de la ubicación obtenida mediante la ayuda de la página “ENAIR”.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

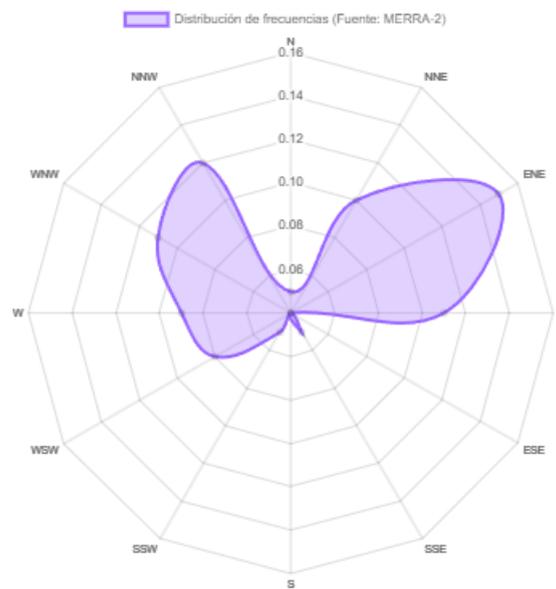


Ilustración 9: Rosa de los vientos de la instalación.

Podemos observar como el aire incide en dos direcciones principales, NNW y ENE, es decir, nornoroeste y este-noreste. Conociendo esto y que no tenemos obstáculos ya que estamos a campo abierto y de esta forma el aire se encuentra de una forma estabilizada. Debido a la naturaleza del generador y al ser de eje horizontal, se orientará este por sí mismo a la dirección en la que se dirija el viento automáticamente quedando esta incógnita resuelta.

2.- CÁLCULOS.

2.1.- CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Es fundamental calcular los módulos requeridos para la instalación de manera adecuada y, a continuación, realizar una estimación de los inversores para lograr una configuración correcta.

Inicialmente, requerimos los datos de consumo de la instalación para estimar los módulos necesarios de manera precisa. Por ello se toma a partir de los datos de consumos diarios del periodo provisto por el promotor de la instalación la siguiente gráfica que enseña las medias diarias en función de la hora.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



Ilustración 10: Media de consumos del periodo estipulado.

Como podemos observar tenemos una potencia máximo de consumo de la instalación que es cercana a los 2500 W o también traducido a 2,5 kW. Para poder obtener dicha potencia serían necesarios:

$$\text{Módulos} = \frac{2500 \text{ Wp}}{460 \frac{\text{Wp}}{\text{Módulo}}} = 5,43 \rightarrow 6 \text{ módulos}$$

Con esos 6 módulos, la potencia pico de la instalación que obtendríamos sería:

$$6 \text{ módulos} \cdot 460 \frac{\text{Wp}}{\text{Módulo}} = 2760 \text{ Wp}$$

Conociendo esto, disponemos de un inversor como es el “Huawei SUN2000-3KTL-M3” ya que posee una potencia nominal de 3 kW y una potencia máxima de entrada de 4,5 kWp haciendo que la potencia suministrada por el inversor no esté sobredimensionada. El inversor cuenta con 2 seguidores MPPTs, y posteriormente veremos como únicamente utilizaremos uno de ellos.

El número de inversores como se puede comprobar será únicamente de una unidad.

Una vez que se han adquirido estos resultados, se inicia la ejecución de diversos cálculos vinculados al inversor. Para llevar a cabo este proceso, se requieren datos específicos tanto del inversor como del panel fotovoltaico.

Datos del panel fotovoltaico:

- VOC = 49,7 V.
- ISC = 11,73.
- VMMP = 41,9 V.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- $I_{MPP} = 10,98 \text{ A}$.
- Coeficiente de temperatura $V_{OC} = -0,27 \text{ (\%/}^\circ\text{C)}$.
- Coeficiente de temperatura $I_{SC} = 0,048 \text{ (\%/}^\circ\text{C)}$.
- Temperatura nominal de operación de la celda = $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Datos del inversor:

- Número de seguidores $MPPT = 2$.
- Intensidad de entrada máxima por MPPT ($I_{m\acute{a}x(DC)} = 12,5 \text{ A}$).
- Rango de tensión de operación = $100 - 600\text{V}$.
- Potencia FV máxima de entrada (DC) = 3 kWp .

Realizamos el cálculo del mínimo de módulos necesarios en serie para alcanzar el voltaje mínimo requerido por el inversor, y determinamos la cantidad máxima posible sin exceder el voltaje máximo que el inversor puede aceptar.

$$N^{\circ} \text{ m\acute{a}ximo de m\acute{o}dulos en serie} = \frac{V_{\text{min, inversor}}}{V_{OC}} = \frac{200 \text{ V}}{49,7 \text{ V}} = 4,02 \text{ m\acute{o}dulo} = 5 \text{ m\acute{o}dulos}$$
$$N^{\circ} \text{ m\acute{a}ximo de m\acute{o}dulos en serie} = \frac{V_{\text{max, inversor}}}{V_{OC}} = \frac{1000 \text{ V}}{49,7 \text{ V}} = 20,12 \text{ m\acute{o}dulos} = 21 \text{ m\acute{o}dulos}$$

A continuación, procedemos a calcular el máximo número de series en paralelo que se puede conectar por MPPT para no sobrepasar la intensidad de entrada máxima permitida.

$$\text{N\acute{u}mero m\acute{a}ximo de series en paralelo} = \frac{I_{m\acute{a}x(DC)}}{I_{SC}} = \frac{12,5 \text{ A}}{11,73 \text{ A}} = 1,06 \rightarrow 1 \text{ serie}$$

Una vez se conocen estas restricciones y sabiendo también el número total de módulos a utilizar (6), se propone la siguiente configuración de la instalación: 6 módulos en serie con una sola serie en paralelo por uno de los seguidores MPPT. Una vez definida la configuración, es necesario comprobar que se cumplen ciertos criterios:

Criterio de tensión: La cantidad de módulos en serie está dentro del rango de voltaje que admite el criterio de tensión.

$$\text{Voltaje m\acute{a}ximo de 6 m\acute{o}dulos en serie} = 6 \cdot V_{OC} =$$
$$3 \cdot 49,7 \text{ V} = 298,2 \text{ V}$$

$$100V < 298,2V < 600V \rightarrow CUMPLE$$

Criterio de intensidad: No se supera la intensidad de entrada máxima por MPPT.

$$\text{Número de series en paralelo por MPPT} = 1$$

$$\text{Intensidad de una serie en paralelo} = ISC = 11,73 A$$

$$\text{Intensidad por MPPT} = 1 \cdot 11,73 A = 11,73A$$

$$11,73A < 12,5A \rightarrow CUMPLE$$

Criterio de temperatura: Los datos anteriormente calculados se refieren a las condiciones estándar (25°C Y 1000W/m² de irradiación global), pero cuando varía la temperatura cambian con ella los valores de voltaje e intensidad de entrada al inversor, por lo que es necesario comprobar que, a pesar de las variaciones de temperatura, los datos de entrada siguen dentro del rango admisible por el inversor. De lo contrario, el inversor no sería válido para la instalación. Para realizar la comprobación se debe escoger una irradiación global máxima de 1000 W/m² y una mínima de 200 W/m². En cuanto a temperatura ambiente, se han consultado en la aplicación PVGIS los datos de temperatura en el lugar de la instalación desde 2007 a 2020, siendo la temperatura máxima en este período de 36,42°C y la mínima de 1,91°C. Ya con estos datos, procedemos a realizar la comprobación.

Empezamos calculando la temperatura de la célula con la temperatura ambiente máxima y mínima:

$$T_{cell} = T_{amb} + (T_{operación} - 20) \cdot \frac{E}{800}$$

Donde E es la irradiación global.

$$T_{cell(MIN)} = 1,91 + (45 - 20) \cdot \frac{200}{800} = 8,16 \text{ } ^\circ C$$

$$T_{cell(MÁX)} = 36,42 + (45 - 20) \cdot \frac{1000}{800} = 67,67 \text{ } ^\circ C$$

Ahora calculamos el nuevo voltaje de circuito abierto de un solo módulo y la nueva intensidad de cortocircuito de una sola serie, con las temperaturas de célula máxima y mínima:

$$ISC_{Tcell} = ISC_{25^\circ c} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot (T_{cell} - 25)\right)$$

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

$$Voc_{T_{cell}} = Voc_{25^{\circ}C} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T_{cell} - 25)\right)$$

Donde “ α ” es el coeficiente de temperatura Isc y “ β ” es el coeficiente de temperatura Voc, ambos en %/°C.

Calculamos las nuevas intensidades de cortocircuito, primero con la temperatura de célula mínima y después con la máxima:

$$Isc_{8,16^{\circ}C} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,048}{100} \cdot (8,16 - 25)\right) = 11,63 A$$
$$Isc_{69,26^{\circ}C} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,048}{100} \cdot (67,67 - 25)\right) = 11,97 A$$

Y ahora calculamos su variación respecto de los datos en condiciones estándar:

$$\text{Variación } Isc_{8,16^{\circ}C} = Isc_{4,35^{\circ}C} - Isc_{25^{\circ}C} = 11,63 - 11,73 = -0,1 A$$

$$\text{Variación } Isc_{67,67^{\circ}C} = Isc_{69,26^{\circ}C} - Isc_{25^{\circ}C} = 11,97 - 11,73 = 0,24 A$$

Procedemos de igual forma con el voltaje de circuito abierto:

$$Voc_{8,16^{\circ}C} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,27}{100} \cdot (8,16 - 25)\right) = 51,95 A$$
$$Voc_{67,67^{\circ}C} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,27}{100} \cdot (67,67 - 25)\right) = 43,97 A$$

Y volvemos a calcular las variaciones necesarias:

$$\text{Variación } Voc_{4,35^{\circ}C} = Voc_{4,35^{\circ}C} - Voc_{25^{\circ}C} = 51,95 - 49,7 = 2,27 V$$

$$\text{Variación } Voc_{69,26^{\circ}C} = Voc_{69,26^{\circ}C} - Voc_{25^{\circ}C} = 43,97 - 49,7 = -5,73 V$$

Ahora ya es posible calcular si con las nuevas temperaturas de célula se siguen cumpliendo los criterios de tensión e intensidad. Empezamos comprobando este último:

$$\text{Nueva intensidad de entrada a } 8,16^{\circ}C =$$

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

$$= \text{Intensidad de entrada} + N^{\circ} \text{ de series en paralelo} \cdot \text{Variación } I_{sc_{8,16^{\circ}C}}$$

$$= 11,73 + 1 \cdot (-0,1) = 11,63 \text{ A} < 12,5 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Nueva intensidad de entrada a 67,67°C

$$= \text{Intensidad de entrada} + N^{\circ} \text{ de series en paralelo} \cdot \text{Variación } I_{sc_{67,67^{\circ}C}}$$

$$= 11,73 + 1 \cdot 0,24 = 11,97 \text{ A} < 12,5 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Y por último calculamos el voltaje:

Nueva tensión de entrada a 8,16°C

$$= \text{Tensión de entrada} + N^{\circ} \text{ de módulos en serie} \cdot \text{Variación } V_{oc_{8,16^{\circ}C}}$$

$$= 298,2 + 6 \cdot 2,75 = 314,7 \text{ V}$$

$$100 \text{ V} < 314,7 \text{ V} < 600 \text{ V} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Nueva tensión de entrada a 67,67°C

$$= \text{Tensión de entrada} + N^{\circ} \text{ de módulos en serie} \cdot \text{Variación } V_{oc_{66,67^{\circ}C}}$$

$$= 298,2 + 6 \cdot (-5,73) = 281,7 \text{ V}$$

$$100 \text{ V} < 281,7 \text{ V} < 600 \text{ V} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Dado que todas las comprobaciones se cumplen, es posible realizar la configuración de la instalación de la manera inicialmente planteada: 6 módulos en serie por uno de los seguidores MPPT del inversor.

2.2.- DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS EN EL TEJADO.

A continuación, se muestra un plano con la disposición seleccionada de los módulos fotovoltaicos manteniendo una distancia mínima entre ambos, aunque tengan disposición coplanar, es decir, uno a continuación del siguiente para poder de esta forma dejar algo de espacio para las grapas de unión. Las medidas que se dan en el plano adjunto se encuentran en metros y con el objetivo de obtener una mejor visión, el espacio que representan los módulos de la instalación se encuentra proyectados sobre el tejado.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

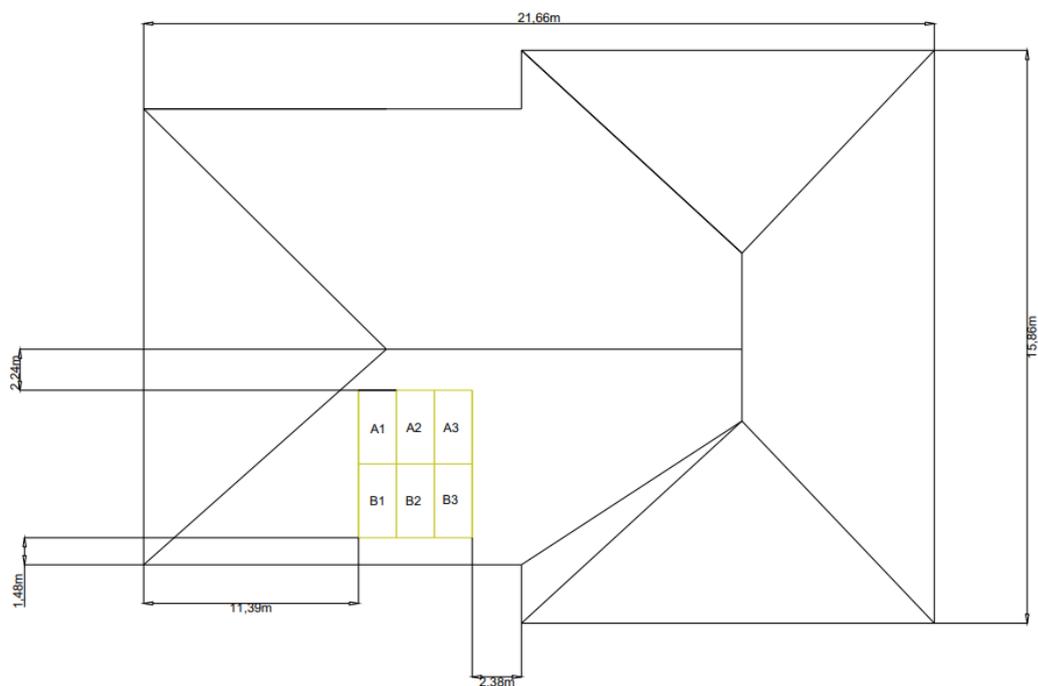


Ilustración 11: Disposición de los módulos fotovoltaicos.

2.3.- ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Como se ha podido comprobar dentro de la memoria descriptiva, no salía muy a cuenta disponer los módulos en función de la orientación óptima ya que requeriría la búsqueda de una estructura que hiciera tal función. En este caso no se necesitará y se anclarán los módulos al propio tejado de la instalación mediante una serie de guías, uniones y abrazaderas que se detallará más en concreto en la parte del ANEXO el informe de las piezas que conforman dicha estructura.

2.4.- CABLEADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

El diseño del cableado tiene que seguir una serie de condiciones que establece el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a Red, publicado por el IDAE. Las condiciones son las siguientes:

- 5.5.1: Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.
- 5.5.2: Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- 5.5.3: 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.

- 5.5.4: 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.

Para el dimensionamiento correcto del cableado de la instalación, es necesario utilizar el criterio de caída de tensión ya que la norma establece que no debe ser superior a un 1,5% de la tensión total entre los módulos fotovoltaicos y el punto de inyección a la red.

La longitud del cableado es uno de los parámetros necesarios para que se pueda realizar un correcto dimensionamiento. Por ende, en la siguiente figura se han establecido los módulos fotovoltaicos y el recorrido del cableado ya conectado.

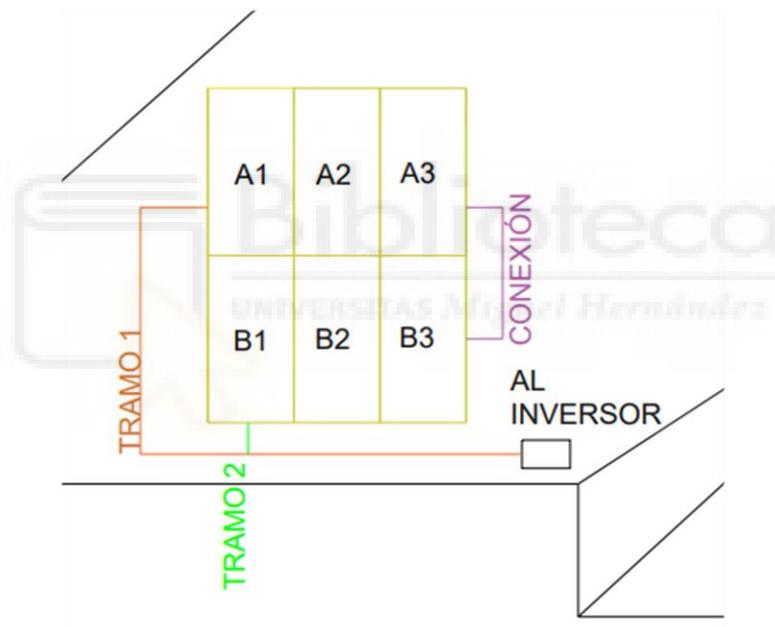


Ilustración 12: Esquema del cableado de la instalación.

ETAPA	INICIO	FIN	LONGITUD (m)
TRAMO 1	Inversor	Módulo A1	8,4
CONEXIÓN	Módulo A3	Módulo B3	2,1
TRAMO 2	Módulo B1	Inversor	3,7

Tabla 4: Etapas del cableado.

El tipo de cable escogido para la instalación es el TECSUN (PV) (AS) PV1-F fabricado por PRYSMIAN, especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas. Dispone de las

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

protecciones necesarias en el caso de que vaya a estar expuesto al aire libre como lo es en nuestro caso.

Las características que se proporcionan del cable escogido son las siguientes:

- Resistencia al ozono, EN50396.
- Resistencia a la radiación ultravioleta, HD 506/A1-2.4.20.
- Resistencia a la absorción de agua, DIN VDE 0473-811-1-3, DIN EN 60811-13.
- Resistencia al frío, DIN EN 60811-1-4.
- Resistencia a impactos, DIN EN 50305.
- Resistencia a la humedad en caliente, EN 60068-2-78.
- Resistencia a la contracción, EN 60811-1-3.
- Resistencia a la penetración dinámica, DKE/VDE 411.2.3.
- Resistencia a aceites minerales, DIN VDE 0473-811-2-1, DIN EN 60811-2-1.
- Resistencia a ácidos y bases, EN 60811-2-1.
- Muy robusto y resistente a la abrasión, DIN EN 53516.
- Resistencia a la hidrólisis y al amoníaco.

Está elaborado con cobre electrolítico recubierto y una de sus numerosas ventajas es su capacidad para funcionar tanto en corriente continua como en alterna.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Las secciones disponibles para este tipo de cable son las siguientes:

TECSUN (PV) (AS) PV1-F								
Sección nominal	Color	Diámetro del conductor	Diámetro exterior del cable Valor mínimo	Diámetro total del cable Valor máximo	Peso	Resistencia del conductor a 20 °C	Intensidad admisible al aire (1)	Caída de tensión (continua)
[mm ²]		[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]	[Ω/km]	[A]	[V/A km]
1x1,5	Ne, Az, Ro	1,6	4,4	4,8	29	13,7	25	26,5
1x2,5	Ne, Az, Ro	1,9	4,7	5,1	43	8,21	34	15,92
1x4	Ne, Az, Ro	2,4	5,2	5,6	58	5,09	46	9,96
1x6	Ne, Az, Ro	2,9	5,7	6,1	76	3,39	59	6,74
1x10	Ne	4,0	6,8	7,2	120	1,95	82	4
1x16	Ne	5,5	8,3	9,0	178	1,24	110	2,51
1x25	Ne	6,4	10,0	10,7	273	0,795	140	1,59
1x35	Ne	7,5	11,1	11,8	364	0,565	174	1,15
1x50	Ne	9	12,6	13,3	500	0,393	210	0,85
1x70	Ne	10,8	14,4	15,2	686	0,277	269	0,59
1x95	Ne	12,6	16,2	17	899	0,21	327	0,42
1x120	Ne	14,3	17,7	18,7	1131	0,164	380	0,34
1x150	Ne	15,9	19,7	20,7	1382	0,132	438	0,27
1x185	Ne	17,5	21,3	22,3	1669	0,108	500	0,22
1x240	Ne	20,5	24,2	25,5	2208	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
Otros cables y accesorios para red de BT o AT consultar.

Ilustración 13: Secciones e intensidades admisibles del conductor TECSUN.

2.5.- CABLEADO DE LA CORRIENTE CONTÍNUA.

La conexión entre los módulos y el inversor y las conexiones entre los propios módulos son los únicos tramos de corriente continua que hay en la instalación. Para conectar dos paneles solares de un mismo grupo entre ellos, estos ya incorporan dos cables (el positivo y el negativo) que permiten hacer la conexión en serie.

Modo instalación módulos:	Módulos fijos con una inclinación de 15°, orientación -19° sur
N.º de módulos en serie:	6
N.º de series en paralelo:	1
N.º de MPPs	2
N.º de módulos:	6
Cableado a emplear:	TECSUN (PV) (AS) PV1-F
Resistividad del conductor a 90°C:	$0,017241379 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Conductividad (γ) del conductor a 90°C:	$44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
Datos del módulo	
Potencia nominal:	460 W
Corriente en el punto de máxima potencia:	10,98 A

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Tensión en el punto de máxima potencia:	41,9 V	
Corriente de cortocircuito:	11,73 A	
Tensión de circuito abierto	49,7 V	
Potencia del inversor:	3000 W	
Nº de inversores:	1	
Potencia pico de la instalación:	2500 W	
Corrección de la intensidad:		
Incrementar el valor de la intensidad en un 25%, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT (instalaciones generadoras de BT)		
Instalación expuesta directamente al sol	0,9	(Punto 4.2.2.1. ITC-BT 06)
Coeficiente de corrección por agrupación de cables	0,85	(Tabla 14 ITC-BT 07)
Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C	0,9	(Tabla 7 ITC-BT 06)
La caída de tensión máxima entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución o la instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT. Se considera un factor de potencia igual a 1, $\cos(\varphi) = 1$		

Tabla 5: Datos necesarios para el dimensionamiento del cableado.

A partir de los datos de la tabla anterior, realizamos el cálculo de la sección necesaria del cableado de cada tramo y conexión, atendiendo a los criterios de intensidad máxima admisible y de caída máxima de tensión.

Potencia total en cada línea:

$$P_{total} = 460 \text{ W} \cdot 6 \text{ módulos} = 2760 \text{ W}$$

Voltaje total en cada línea:

$$V_{total} = 49,7 \text{ V} \cdot 6 \text{ módulos} = 298,2 \text{ V}$$

LÍNEA	INICIO	FIN	Intensidad (A)	Intensidad corregida por la temperatura y el REBT (A)	Potencia (W)	Tensión (V)
TRAMO 1	Inversor	Módulo A1	11,73	19,93	3220	298,2
CONEXIÓN	Módulo A3	Módulo B3	11,73	19,93	3220	298,2

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

TRAMO 2	Módulo B1	Inversor	11,73	19,93	3220	298,2
TRAMO 3	Inversor	Cuadro Edificio	11,73	19,93	3220	298,2

Tabla 6: Datos de las líneas de corriente continua.

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima admisible

Cable seleccionado:

- $S = 1,5 \text{ mm}^2$.
- XLPE.
- Cobre.
- 2 cables.
- Intensidad máxima admisible = 25 A.

K1- Instalación expuesta directamente al sol.

$$K1 = 0,9$$

K2-Coeficiente de corrección por agrupación de cables.

$$K2 = 0,85$$

K3-Coeficiente de corrección por ambiente distinta a 40°C.

$$K3 = 0,9$$

$$K = K1 \cdot K2 \cdot K3 = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6885$$

Y como se debe aumentar la intensidad en un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 11,73 = 14,66 \text{ A}$$

$$I_{\text{Corregida}} = \frac{I}{K} = \frac{14,66}{0,6885} = 21,29$$

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 25 \text{ A} \cdot 0,6885 = 17,21 \text{ A}$$

$$21,29 A > 17,21 A \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Como la sección de $1,5 \text{ mm}^2$ del cable escogido no sirve, se prueba con la de $2,5 \text{ mm}^2$:

Cable seleccionado:

- $S = 2,5 \text{ mm}^2$.
- XLPE.
- Cobre.
- 2 cables.
- I máxima admisible = 34 A.

La intensidad corregida es la misma que en caso anterior (21,29 A), pues la sección del cable no afecta a este dato. Así, calculamos la I máxima admisible de dicha sección y comparamos:

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 34 A \cdot 0,6885 = 23,41 A$$
$$21,29 A < 23,41 A \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Pliego de condiciones. Dado que la intensidad es la misma para todas las líneas, se asume que la sección mínima para estas será de $2,5 \text{ mm}^2$ en cada una de ellas.

Cálculo de la sección mediante el criterio de máxima tensión

La caída de tensión no ha de ser superior al 1,5%, y con un valor de tensión por línea de 298,2 V se tiene una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,015 \cdot 298,2 V = 4,473 V$$

Sección mínima según el criterio de caída de tensión:

- Para el tramo 2 con $L = 8,4 \text{ m}$:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta V}$$
$$S = \frac{2 \cdot 8,4 \text{ m} \cdot 21,29 A \cdot 1}{44 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \cdot 4,473 V} = 1,81 \text{ mm}^2$$

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Como el criterio que ha resultado más restrictivo es del de caída máxima de tensión, escogemos, según este, la sección de $2,5 \text{ mm}^2$.

Línea	Sección, criterio de intensidad máxima (mm^2)	Longitud de la línea (m)	Máxima caída de tensión (%)	Sección, criterio de caída de tensión (mm^2)	Sección del cable (mm^2)	Intensidad máxima admisible (A)
Tramo 2	2,5	8,4	1,5	1,81	2,5	$34 \cdot 0,6885 = 23,409$

Tabla 7: Dimensionamiento de las líneas de corriente continua fotovoltaica.

Ahora, se comprobará si con la sección escogida no se sobrepasa la caída de tensión máxima permitida del 2%. Para ello, usaremos la siguiente fórmula:

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

Y para el tramo más restrictivo, el 2, con $L = 8.4 \text{ m}$:

$$S = \frac{2 \cdot 8,4\text{m} \cdot 21,29 \text{ A} \cdot 1}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 3,25 \text{ V}$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{3,25 \text{ V}}{298,2 \text{ V}} \cdot 100 = 1,08 \%$$

$$1,08\% < 1,5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Línea	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
Tramo 2	3,25	1,08

Tabla 8: Caída de tensión máxima en continua de la instalación fotovoltaica.

Una vez realizadas todas las comprobaciones, se concluye que la sección idónea para el cableado de corriente continua es la de $2,5 \text{ mm}^2$.

2.6.- CABLEADO DE LA CORRIENTE ALTERNA.

Para el cableado de corriente alterna, tenemos un solo tramo de la instalación, que se ha denominado "Tramo 3" y que va desde el inversor hasta el cuadro eléctrico del edificio y el punto de conexión a la red distribuidora.

De esta forma calcularemos la sección mínima de la misma manera que se ha realizado en la parte de corriente continua, pero esta vez aplicando las fórmulas para la corriente alterna.

Potencia en el tramo 3:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

$$P = P_{\text{inversor}} \cdot N^{\circ} \text{ de inversores} = 3000 \text{ W} \cdot 1 \text{ inversor} = 3000 \text{ W}$$

Voltaje total en cada línea:

El voltaje, al tratarse de una línea trifásica de corriente alterna, será de 400 V. Intensidad:

La intensidad será la máxima de salida del inversor (10 A).

Línea	Inicio	Fin	Intensidad (A)	Intensidad corregida por temperatura y REBT (A)	Potencia (W)	Tensión (V)
Tramo 3	Inversor	Cuadro edificio	10	16,93	3000	400

Tabla 9: Datos de las líneas en corriente alterna fotovoltaica.

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima admisible:

Cable seleccionado:

- $S = 1,5 \text{ mm}^2$.
- XLPE.
- Cobre.
- 3 cables.
- $I_{\text{máxima admisible}} = 25 \text{ A}$.

La K total es la misma que en corriente continua, 0,6885.

Como se debe aumentar la intensidad un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 10 \text{ A} = 12,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{Corregida}} = \frac{I}{K} = \frac{12,5}{0,6885} = 18,155 \text{ A}$$

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 25 \text{ A} \cdot 0,6685 = 16,71 \text{ A}$$

$$18,155 \text{ A} > 16,21 \text{ A} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Como la sección de $1,5 \text{ mm}^2$ del cable no cumple y tenemos un campo/intervalo bastante amplio, probamos con la de $2,5 \text{ mm}^2$.

Cable seleccionado:

- $S = 2,5 \text{ mm}^2$.
- XLPE.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Cobre.
- 3 cables.
- I máxima admisible = 34 A

Calculamos la intensidad máxima admisible para esta sección y comparamos:

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 34 \text{ A} \cdot 0,6685 = 75,73 \text{ A}$$

$$75,73 \text{ A} > 34 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída máxima de tensión.

La caída de tensión no puede ser superior al 2%, y con un valor de tensión por línea de 400V, obtenemos una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,02 \cdot 400 \text{ V} = 8 \text{ V}$$

La sección mínima según el criterio de tensión:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Siendo:

e = Caída de tensión admisible (V).

U = Tensión de la línea (V).

- Para el tramo 3, L = 7 m:

$$S = \frac{3000 \text{ V} \cdot 7 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 8 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 0,14 \text{ mm}^2$$

Como en este caso el criterio más restrictivo es el de intensidad máxima admisible, escogemos, según este, la sección de cable de 2,5 mm²

Línea	Sección, criterio de intensidad máxima (mm ²)	Longitud de la línea (m)	Máxima caída de tensión (%)	Sección, criterio de caída de tensión (mm ²)	Sección del cable (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A)
Tramo 3	2.5	7	2%	0.14	2,5	34

Tabla 10: Dimensionamiento de la línea corriente alterna fotovoltaica.

Ahora, se comprobará si con la sección escogida no se sobrepasa la caída de tensión máxima permitida del 2%. Para ello, usaremos la siguiente fórmula.

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

- Para el tramo 3 con una longitud de 7 m.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 7m \cdot 18,155A \cdot 1}{44 \frac{m}{\Omega * mm^2} \cdot 2,5 mm^2} = 2 V$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{2 V}{400 V} \cdot 100 = 0,5 \%$$

$$0,5\% < 2\% \rightarrow CUMPLE$$

Línea	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
Tramo 3	2	0.5

Tabla 11: Resultado caída en corriente alterna fotovoltaica.

Con las comprobaciones realizadas podemos concluir que la sección idónea correspondiente al cableado de corriente alterna es de $2,5 mm^2$.

2.7.- PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Prácticamente en todas las instalaciones eléctricas, se requieren de protecciones que sol utilizadas para proteger a las personas y la propia instalación frente a potenciales accidentes como lo pueden ser sobreintensidades debido o al deterioro de los elementos que lo componen o por descargas atmosféricas. Por todo esto se necesitan instalaciones magnetotérmicas/diferenciales.

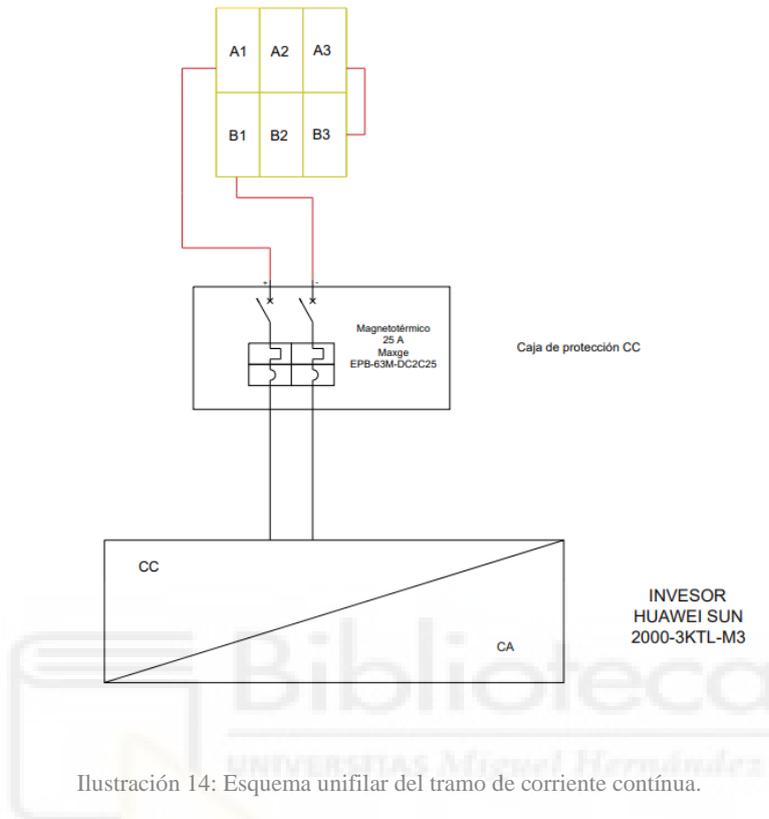
2.8.- PROTECCIONES CORRIENTE CONTÍNUA FOTOVOLTAICA.

Para poder proteger las líneas que componen la corriente continua se escogen interruptores de la marca “MAXGE” y el modelo “EPB-63M-DC2C25” que tiene una entrada de dos polos. Estos interruptores se colocan entre el inversor y los módulos fotovoltaicos. Al tener una única serie de seis módulos, necesitaremos únicamente una unidad.

La intensidad que va por cada conductor es de 11,73 A la cual corregida por el factor de corrección conocido es de 19,93 A. Este modelo de interruptor permite una intensidad nominal de 25 A debiendo esta de ser mayor que la intensidad que va por los conductores. También se debe de conocer que la intensidad máxima que permiten los conductores tiene que ser mayor a la que posee el interruptor magnetotérmico que hemos seleccionado. Si nos

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

remontamos a los cálculos y datos vemos como sí que se cumple esta condición ya que la intensidad máxima del conductor es de 31,67A.



2.9.- PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA FOTOVOLTAICA.

Para el tramo de corriente alterna se ha escogido el interruptor automático magnetotérmico “S204-C100” de la marca ABB, de 4 polos y curva C de 100 A. Por su parte, el interruptor diferencial es el “F204 AC-100/0,03”, también de la marca ABB y de 4 polos, 100 A, 30 mA de corriente residual y de clase AC. Su intensidad nominal es de 100 A, superior a la corriente que circula por el conductor (16,93 A corregidos) pero inferior a la máxima admisible (75,73 A)

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

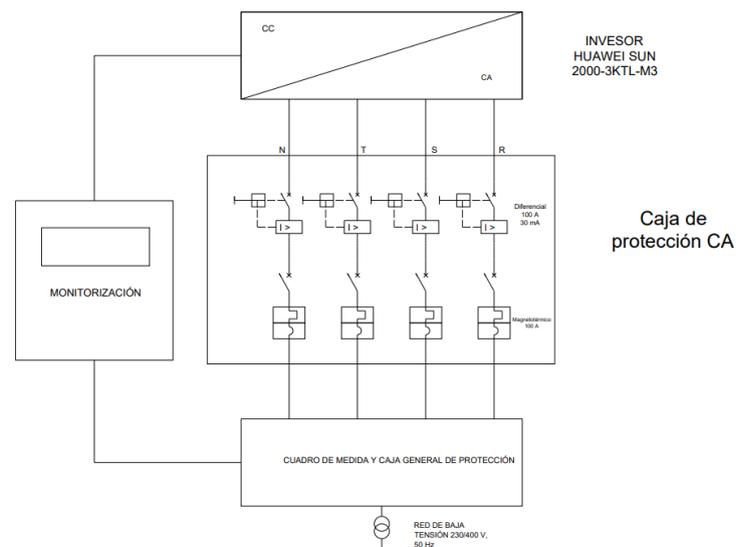


Ilustración 15: Esquema unifilar del tramo de corriente alterna.

2.10.-PUESTA A TIERRA FOTOVOLTAICA.

La tarea de la conexión a tierra en cualquier configuración eléctrica consiste en conectar todos los componentes metálicos y direccionarlos hacia un electrodo insertado en la tierra mediante un conductor. Su objetivo es prevenir discrepancias de potencial que podrían resultar extremadamente peligrosas tanto para las personas como para los elementos de la instalación. Estas discrepancias pueden surgir debido a descargas atmosféricas o a un aislamiento deficiente de algún componente de la instalación.

Se ha establecido como valor de diferencia de potencial máximo en 24 V con la intención de evitar el daño material y personal, por encontrarse en un emplazamiento húmedo o mojado según la ITC-BT-18.

La sección escogida es la misma que el resto del cableado, de $2,5 \text{ mm}^2$ y a continuación se muestra un esquema unifilar de como quedaría la toma de tierra en continúa.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

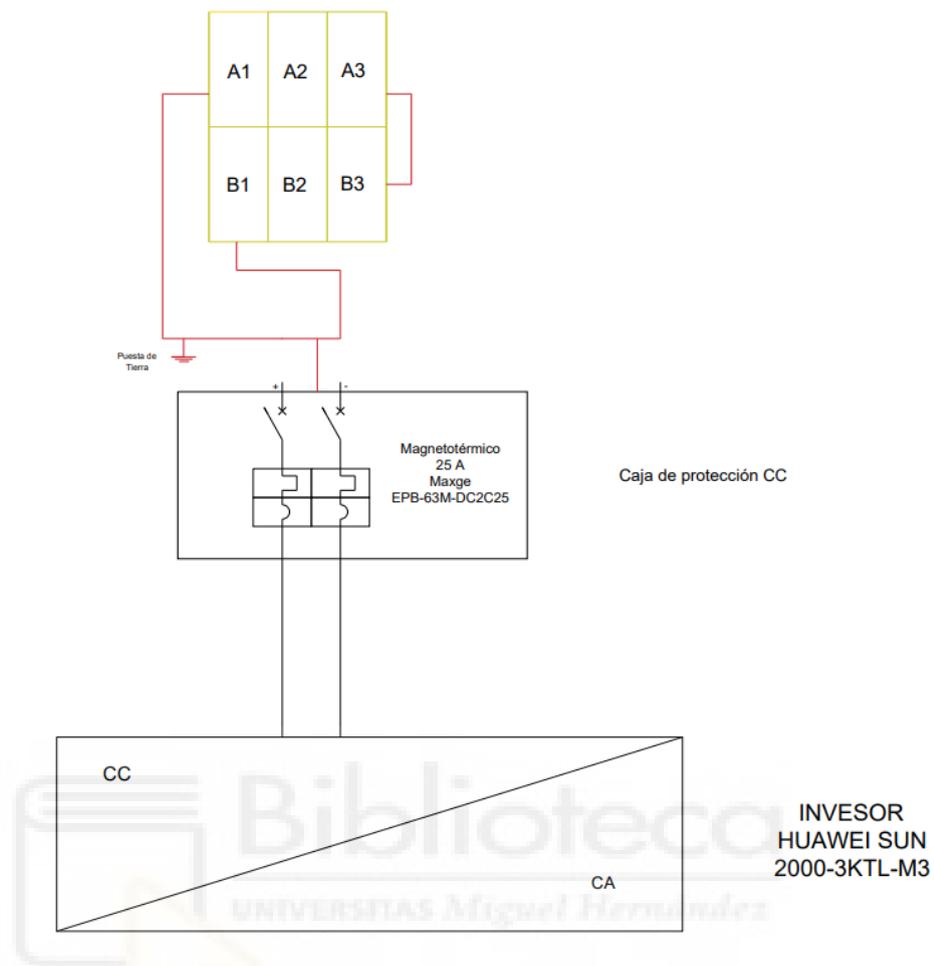


Ilustración 16: Esquema de la toma a tierra en continua.

2.11.- CAJAS DE PROTECCIÓN FOTOVOLTAICA.

Debido a que los elementos de la instalación fotovoltaica estarán en contacto con el entorno, es fundamental resguardar esos elementos contra la humedad, polvo y otros factores externos que puedan causar daños. Con este propósito, se emplean cajas con un alto nivel de protección (IP 65).

Para el tramo de corriente continua se ha escogido una caja de conexión para inversores con múltiples MPPT de GAVE SolarTec, en concreto, el modelo STM11025P/2 con unas dimensiones de 246x310x148 mm. permitiendo realizar una segura y correcta instalación de los interruptores magnetotérmicos.

Para el tramo de corriente alterna, se ha escogido una caja de protección AC para la salida del inversor en trifásica de GAVE SolarTec, en concreto, el modelo ACT25SDA con unas dimensiones de 286x418x148 mm.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



Ilustración 17: Cajas de protección para el tramo de corriente continua y corriente alterna.

2.12.-CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.

De la misma forma que se ha hecho con la instalación fotovoltaica y ya teniendo los datos de la media de consumos mensuales del periodo provisto por el cliente, la potencia máxima requerida por la instalación era cercana a los 2,5 kW. Además, gracias a la aplicación PVGIS que también hemos utilizado para la opción de fotovoltaica para ver la media del viento en el punto determinado y hemos comprobado que la media está en 3,2 m/s. Esto es un valor bajo, aunque estemos libre de obstáculos cercanos y en campo abierto.

Remitiéndonos a una instalación puramente eólica tomamos como aerogenerador el ENAIR 30 PRO que es ideal para viviendas con bajo viento permitiendo generar energía a bajo viento haciéndolo esto ideal para el planteamiento ante el que nos encontramos.

Posee una potencia máxima de 3000 W y una nominal de 1900 W y el inversor que se toma es el mismo que en la opción fotovoltaica que era el HUAWEI SUN2000-3KTL- M3 cumpliendo los requisitos para su uso ya que también es un inversor híbrido y acepta energía proveniente de fotovoltaica y/o eólica.

2.13.-DISPOSICIÓN DEL AEROGENERADOR EN LA VIVIENDA.

En este caso, el aerogenerador se instalará en un punto cercano a la vivienda mediante la instalación de una torre cuatripata de celosía soldada con el objetivo de tener la mayor cantidad de velocidad de viento a su disposición, cabe recordar que a mayor altura nos

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

situemos, mayor será la cantidad de esta ya que el viento se ve afectado por la rugosidad y los obstáculos del terreno al existir una mayor fricción y generarse turbulencias. A continuación, se dispondrá de un plano en el que se podrá ver donde recaerá el emplazamiento del aerogenerador en dicho punto mencionado de la instalación en la que nos encontramos.

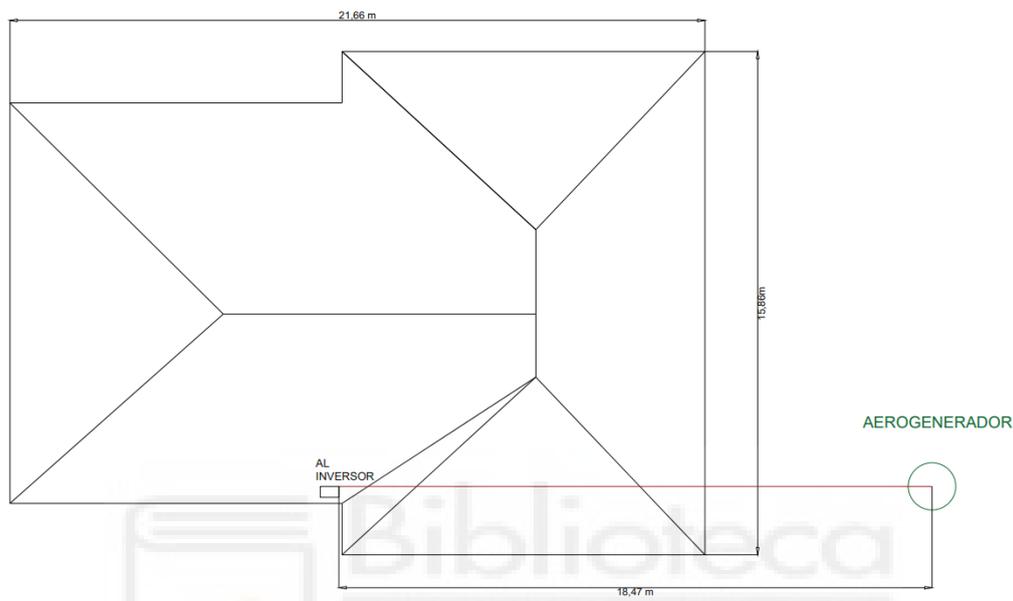


Ilustración 18: Disposición del aerogenerador en la vivienda.

2.14.-ESTRUCTURA DEL AEROGENERADOR.

El aerogenerador requiere de una estructura específica provista por el propio proveedor del aerogenerador para poder cumplir dos objetivos principales como lo son, asegurar el aerogenerador dotándolo de la máxima estabilidad y seguridad y dándole más altura para como se ha comentado antes obtener una mayor cantidad de velocidad de aire que hará que esto se traduzca en más generación de energía eléctrica. En la parte del ANEXO se detalla esta estructura para el aerogenerador.

2.15.-CABLEADO DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.

El diseño del cableado tiene que seguir una serie de condiciones que establece el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a Red, publicado por el IDAE. Las condiciones son las siguientes:

- 5.5.1: Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- 5.5.2: Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.
- 5.5.3: 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.
- 5.5.4: 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.

Para el correcto dimensionamiento del cableado de la instalación, es necesario utilizar el criterio de caída de tensión ya que la norma establece que no debe ser superior a un 1,5% de la tensión total entre el aerogenerador dispuesto y el punto de inyección a la red.

La longitud del cableado es uno de los parámetros fundamentales para realizar un correcto funcionamiento. A continuación, se detalla el recorrido del cableado ya conectado.

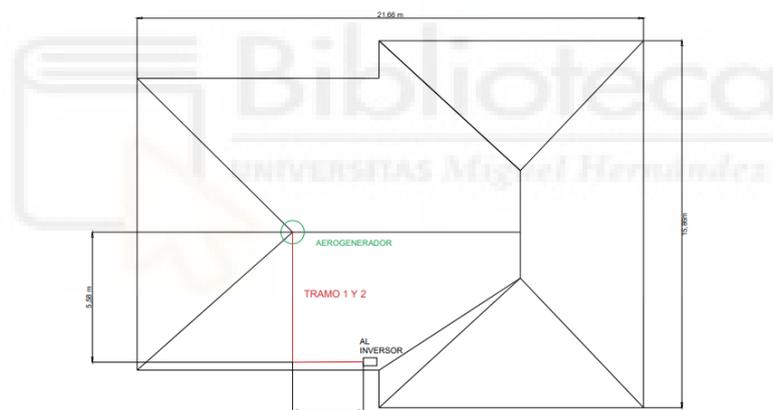


Ilustración 19: Esquema cableado instalación eólica.

ETAPA	INICIO	FIN	LONGITUD (m)
TRAMO 1	Inversor	Aerogenerador	18,47
TRAMO 2	Aerogenerador	Inversor	18,47

Tabla 12: Etapas del cableado opción eólica.

Como se puede ver solo tendremos dos tramos de misma longitud de cableado en el que se conectará el bloque formado por el aerogenerador y el regulador eólico incorporado formando esto un mismo bloque con el inversor seleccionado previamente.

En el mismo caso que en la opción fotovoltaica tomaremos el mismo cable ya que también dispone de las protecciones necesarias para estar expuesto al aire libre.

2.16.- CABLEADO DE LA CORRIENTE CONTÍNUA EÓLICA.

En este caso se podría llevar a cabo como se ha hecho con la opción fotovoltaica, pero sin embargo el propio fabricante nos facilita el dimensionado de la sección a utilizar en función de la longitud de cable que sea requerida.

En nuestro caso al encontrarnos entre 0 y 40 m (recordamos que en nuestro caso estábamos a 18,46 metros de longitud) el cable sería de 16 mm². Esta es la sección de cable a utilizar entre el conjunto aerogenerador – regulador eólico y el inversor utilizado para este tipo de instalación,

2.17.- CABLEADO DE LA CORRIENTE ALTERNA EÓLICA.

Para el cableado de corriente alterna, tenemos un solo tramo de la instalación, que se ha denominado “Tramo 3” y que va desde el inversor hasta el cuadro eléctrico del edificio y el punto de conexión a la red distribuidora.

Potencia en el tramo 3:

$$P = P_{\text{aerogenerador}} \cdot N^{\circ} \text{ de inversores} = 3000 \text{ W} \cdot 1 \text{ inversor} = 3000 \text{ W}$$

Voltaje total en cada línea:

El voltaje, al tratarse de una línea trifásica de corriente alterna, será de 400 V. Intensidad:

La intensidad será la máxima de salida del inversor (10 A).

Línea	Inicio	Fin	Intensidad (A)	Intensidad corregida por temperatura y REBT (A)	Potencia (W)	Tensión (V)
Tramo 3	Inversor	Cuadro edificio	10	16,93	3000	400

Tabla 13: Datos de la línea en corriente alterna opción eólica.

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima admisible:

Cable seleccionado:

- S = 1,5 mm².
- XLPE.
- Cobre.
- 3 cables.
- I máxima admisible = 25 A.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

La K total es la misma que en corriente continua, 0,6885.

Como se debe aumentar la intensidad un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 10 A = 12,5A$$
$$I_{\text{Corregida}} = \frac{I}{K} = \frac{12,5}{0,6885} = 18,155 A$$

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 25 A \cdot 0,6685 = 16,71 A$$

$$18,155 A > 16,21 A \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Como la sección de $1,5 \text{ mm}^2$ del cable no cumple y tenemos un campo/intervalo bastante amplio, probamos con la de $2,5 \text{ mm}^2$.

Cable seleccionado:

- $S = 2.5 \text{ mm}^2$.
- XLPE.
- Cobre.
- 3 cables.
- I máxima admisible = 34 A

Calculamos la intensidad máxima admisible para esta sección y comparamos:

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 34 A \cdot 0,6685 = 22,73 A$$
$$22,73 A > 18,51 A \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída máxima de tensión.

La caída de tensión no puede ser superior al 2%, y con un valor de tensión por línea de 400V, obtenemos una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,02 \cdot 400 V = 8 V$$

La sección mínima según el criterio de tensión:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

Siendo:

e = Caída de tensión admisible (V).

U = Tensión de la línea (V).

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Para el tramo 3, $L = 7$ m:

$$S = \frac{3000 \text{ V} \cdot 7 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 8 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 0,14 \text{ mm}^2$$

Como en este caso el criterio más restrictivo es el de intensidad máxima admisible, escogemos, según este, la sección de cable de $2,5 \text{ mm}^2$.

Línea	Sección, criterio de intensidad máxima (mm^2)	Longitud de la línea (m)	Máxima caída de tensión (%)	Sección, criterio de caída de tensión (mm^2)	Sección del cable (mm^2)	Intensidad máxima admisible (A)
Tramo 3	2.5	7	2%	0.14	2,5	34

Tabla 14: Dimensionamiento de la línea de corriente alterna eólica.

Ahora, se comprobará si con la sección escogida no se sobrepasa la caída de tensión máxima permitida del 2%. Para ello, usaremos la siguiente fórmula.

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

- Para el tramo 3 con una longitud de 7 m.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 7 \text{ m} \cdot 18,155 \text{ A} \cdot 1}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 2,5 \text{ mm}^2} = 2 \text{ V}$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{2 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 0,5 \%$$

$$0,5\% < 2\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Línea	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
Tramo 3	2	0.5

Tabla 15: Resultados caídas de tensión en alterna para la opción eólica.

Con las comprobaciones realizadas podemos concluir que la sección idónea correspondiente al cableado de corriente alterna es de $2,5 \text{ mm}^2$.

2.18.-PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN EÓLICA.

De la misma forma que hemos enunciado en la opción de fotovoltaica:

“Prácticamente en todas las instalaciones eléctricas, se requieren de protecciones que sol utilizadas para proteger a las personas y la propia instalación frente a potenciales accidentes como lo pueden ser sobreintensidades debido o al deterioro de los elementos que lo componen o por descargas atmosféricas. Por todo esto se necesitan instalaciones magnetotérmicas/diferenciales.”

2.19.-PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.

De la misma forma que se ha hecho con la opción fotovoltaica, se toman los mismos interruptores al cumplir los mismos requisitos necesarios que permitían su uso y al únicamente seleccionar un único aerogenerador solo es necesario una unidad de este interruptor.

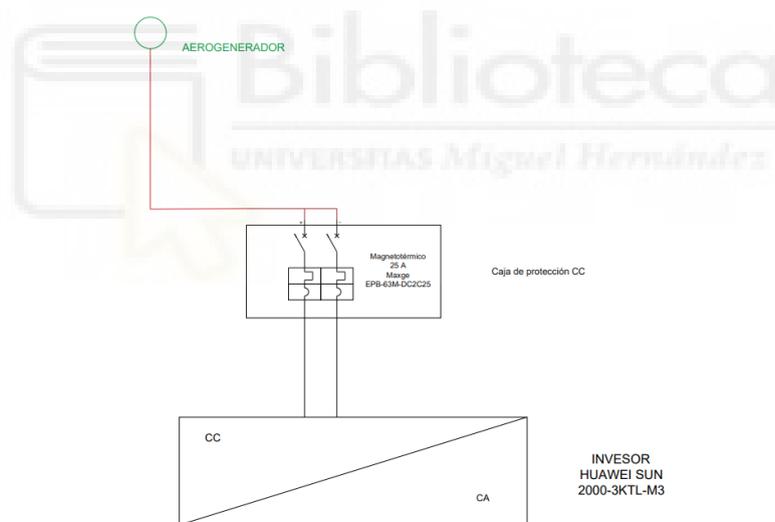


Ilustración 20: Esquema unifilar del tramo de corriente continua en eólica.

2.20.-PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA EÓLICA.

Para el tramo de corriente alterna se ha escogido el interruptor automático magnetotérmico “S204-C100” de la marca ABB, de 4 polos y curva C de 100 A. Por su parte, el interruptor diferencial es el “F204 AC-100/0,03”, también de la marca ABB y de 4 polos, 100 A, 30 mA de corriente residual y de clase AC. Su intensidad nominal es de 100 A, superior a la corriente que circula por el conductor (16,93 A corregidos) pero inferior a la máxima admisible (75,73 A).

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

El esquema unifilar en este caso es el mismo que teníamos en la opción fotovoltaica al tener los mismos elementos instalados en este caso.

2.21.-PUESTA A TIERRA EÓLICA.

Se ha establecido como valor de diferencia de potencial máximo en 24 V con la intención de evitar el daño material y personal, por encontrarse en un emplazamiento húmedo o mojado según la ITC-BT-18.

La sección escogida es la misma que se toma en el tramo de alterna que es de 2,5 mm² y a continuación se muestra un esquema unifilar de como quedaría la toma de tierra en continua en esta opción eólica.

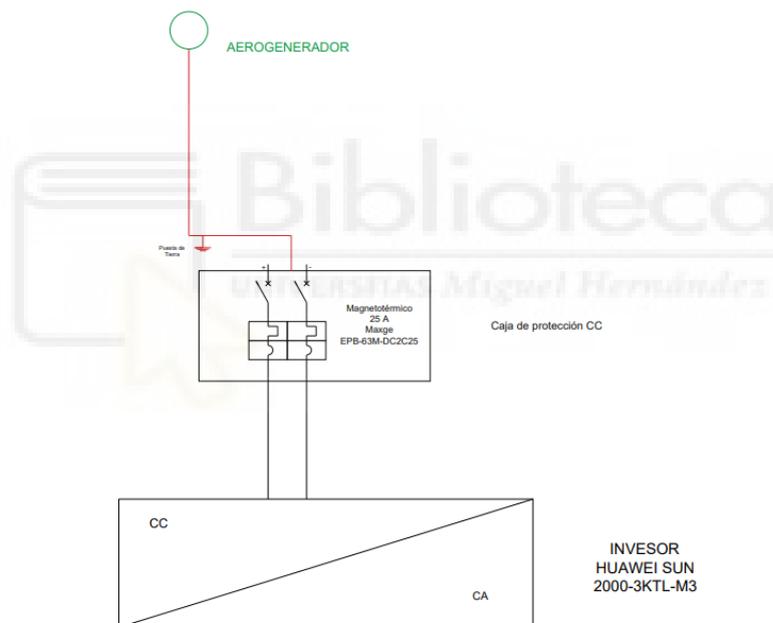


Ilustración 21: Esquema de la toma de tierra en continua de la opción eólica.

2.22.-CAJAS DE PROTECCIÓN EÓLICA.

En este caso se tomarán los mismos componentes que se han tomado en la opción de fotovoltaica al cumplir con estándares necesarios para su instalación.

2.23.-DATOS DEL SUMINISTRO.

Para poder hacer una correcta valoración en términos económicos para ver si es viable o no el proyecto realizado el hecho de conocer la energía que se produce durante todo un año por la instalación es fundamental. Por ello para poder saber cuál es esa cantidad de energía

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

debemos de recurrir a la herramienta PVGIS. Dentro de dicha herramienta deberemos de meter datos conocidos como lo son la ubicación exacta, la potencia pico de la instalación, el azimut y la inclinación de los módulos. Las pérdidas que se estiman es de un 14 % pero si a este se le suma las pérdidas por cosas como lo son la baja irradiancia, la temperatura y el ángulo de incidencia es de 22,46 %. Con estos datos, el PVGIS nos devolverá los datos de producción energética detallada hora a hora en el periodo de Enero de 2005 hasta Diciembre de 2016.

Una vez obtenidos los datos, de producción mediante una herramienta de Excel se obtiene una media de producción energética durante todo un año para poder compararlo con la demanda de la vivienda unifamiliar. Además, podemos ver dentro de esta herramienta a partir de estos dos datos como lo son la producción y la demanda podemos obtener la energía que se necesitará comprar, la potencialmente se verterá a la red y la auto consumida por la instalación.

A continuación, se muestra una factura mensual emitida por la empresa que comercializa el suministro eléctrico de la vivienda unifamiliar:



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

DATOS RELACIONADOS CON SU SUMINISTRO

Número de contrato: 675956160
 Empresa distribuidora: I-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
 Número de contrato de acceso: 0238792160
 Identificación punto de suministro (CUPS): ES 0021 0000 1132 9286 BN
 Forma de pago: DOMICILIACION BANCARIA
 Entidad: CAJA RURAL INTERMEDITERRANEA
 IBAN: ES48 3058 2533 1227 2000 ****
 BIC: CCRIES2A0XX
 Código de mandato: 275658812000
 **** Ocultos para su seguridad

Tipo discriminación horaria: TGPAT
 Potencia contratada: PC1: 10,39 kW PC2: 10,39 kW PC3: 10,39 kW
 PC4: 10,39 kW PC5: 10,39 kW PC6: 22 kW
 Peaje de acceso a la red (ATR): 3.0TD
 Precios de peajes de acceso: B.O.E. del 22/12/2021
 Duración de contrato hasta: 01/06/2023

Con contador inteligente efectivamente integrado en el sistema de telegestión.
 Portal de medidas: www.i-de.es/clientes
 Puede acceder gratuitamente a los datos de la medida horaria que han servido para la facturación a través de su compañía distribuidora.
 Recuerde que también dispone de dicha información en Mi Área Cliente

CONOZCA AL DETALLE SU FACTURACIÓN Y CONSUMOS

ENERGÍA		
Potencia facturada	P1 10,39 kW x 31 días x 0,039562 €/kW día	12,74 €
	P2 10,39 kW x 31 días x 0,030486 €/kW día	9,82 €
	P3 10,39 kW x 31 días x 0,014036 €/kW día	4,52 €
	P4 10,39 kW x 31 días x 0,011161 €/kW día	3,74 €
	P5 10,39 kW x 31 días x 0,007007 €/kW día	2,26 €
	P6 22 kW x 31 días x 0,004878 €/kW día	3,33 €
Total importe potencia hasta 31/07/2022		36,41 €
Energía facturada	P1 378 kWh x 0,300917 €/kWh	113,75 €
	P2 210 kWh x 0,290245 €/kWh	60,95 €
	P6 1.014 kWh x 0,254035 €/kWh	257,59 €
Total 1.602 kWh hasta 31/07/2022		432,29 €
Energía reactiva	P1 28,26 kVarh x 0,041554 €/kVarh	1,17 €
	P2 13,7 kVarh x 0,041554 €/kVarh	0,57 €
Total energía reactiva hasta 31/07/2022		1,74 €
Descuento sobre consumo 10%	10% s/432,29 €	-43,23 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo	31 días x 0,036718 €/día	1,14 €
Tope precio del gas	1.602 kWh x 0,127172 €/kWh	203,73 €
Impuesto sobre electricidad	0,5% s/632,08 €	3,16 €
TOTAL ENERGÍA		635,24 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida	31 días x 0,197918 €/día	6,14 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		6,14 €
IMPORTE TOTAL		641,38 €
IVA	21% s/641,38 €	134,69 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		776,07 €

EL 21,2% DE SU FACTURA

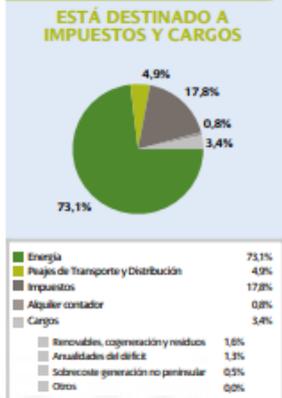


Ilustración 22: Factura de consumo de la instalación vivienda unifamiliar.

Puede notarse que la tarifa contratada o el peaje de acceso es la "Tarifa 6.1 TD", que se compone de 6 periodos. El periodo 1 es el más caro, mientras que el periodo 6 es el más económico. Estas tarifas experimentan cambios dependiendo de la hora del día, el día de la semana y la temporada o mes correspondiente, según se detalla en las siguientes capturas.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

La Tarifa 6.1TD tiene una discriminación horaria de seis periodos horarios (P1 a P6) en función de la temporada, el día de la semana y la hora del día, tanto en potencia como en energía.

Las **temporadas** para la península son:

- Temporada **alta**: enero, febrero, julio y diciembre
- Temporada **media alta**: marzo y noviembre
- Temporada **media**: junio, agosto y septiembre
- Temporada **baja**: abril, mayo y octubre

Los tipos de días se clasifican de la siguiente forma:

- **Tipo A**: de lunes a viernes no festivos de temporada alta.
- **Tipo B**: de lunes a viernes no festivos de temporada media alta.
- **Tipo B1**: de lunes a viernes no festivos de temporada media.
- **Tipo C**: de lunes a viernes no festivos de temporada baja.
- **Tipo D**: sábados, domingos, festivos y 6 de enero y festivos nacionales no sustituibles, generalmente 01/01, 01/05, 15/08, 12/10, 01/11, 06/12, 08/12 y 25/12.

Ilustración 23: Breve resumen de la Tarifa 6.1

Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sábados, domingos y festivos
0:00 - 1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00 - 2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00 - 3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00 - 4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00 - 5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00 - 6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00 - 7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00 - 8:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00 - 9:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
9:00 - 10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
10:00 - 11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
11:00 - 12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
12:00 - 13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
13:00 - 14:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
14:00 - 15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
15:00 - 16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
16:00 - 17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
17:00 - 18:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
18:00 - 19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
19:00 - 20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
20:00 - 21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
21:00 - 22:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
22:00 - 23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
23:00 - 00:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6

Ilustración 24: Disposición anual de periodos según el mes y disposición horaria.

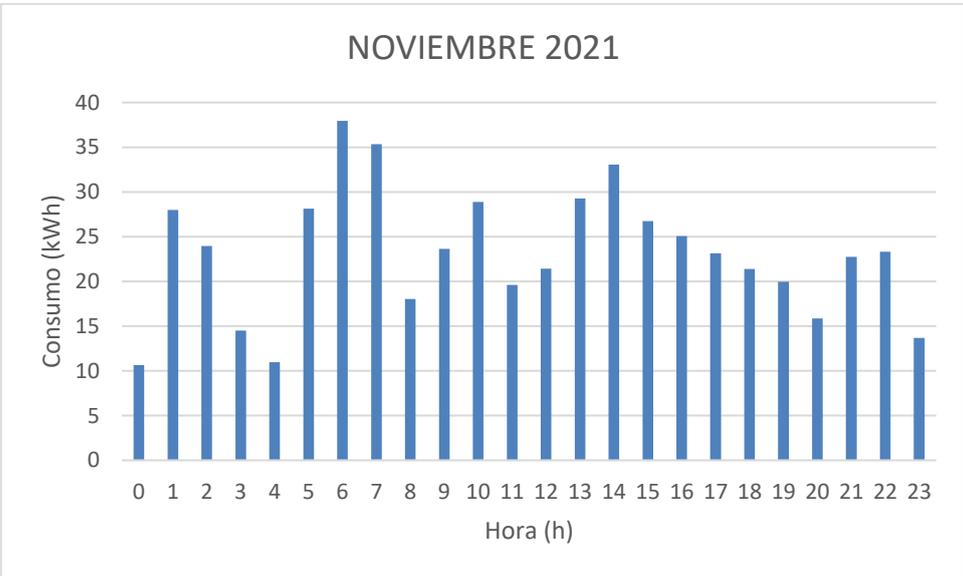
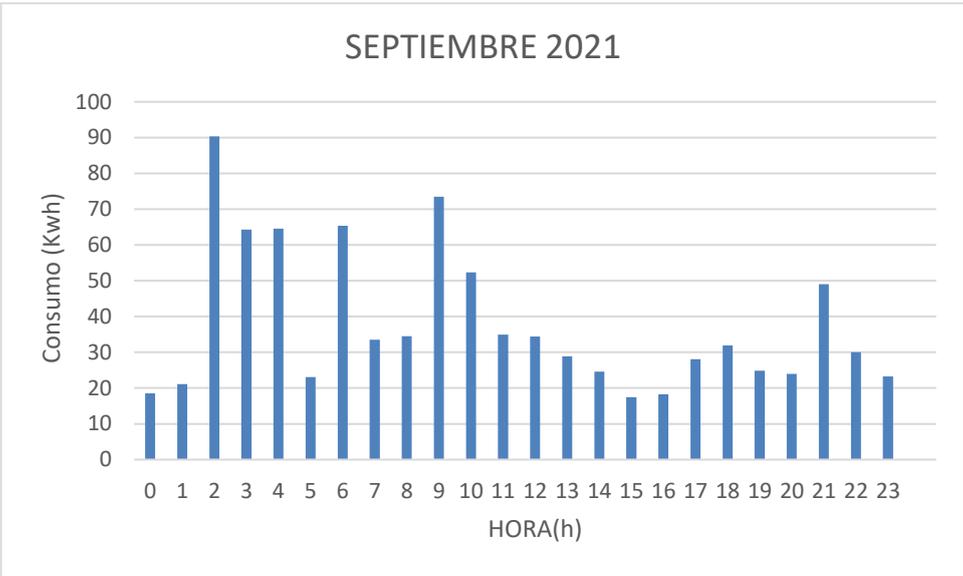
El consumo en cada uno de los diferentes periodos es el siguiente que se muestra a continuación:

Demanda (kW)	
P1	848
P2	1.087
P3	1.013
P4	1.219
P5	535
P6	6.383
TOTAL	11.084

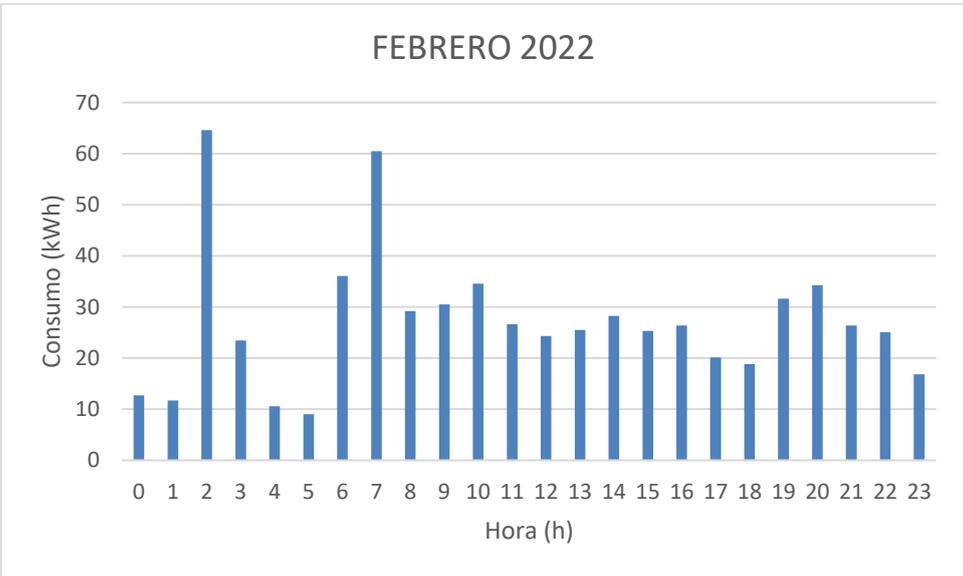
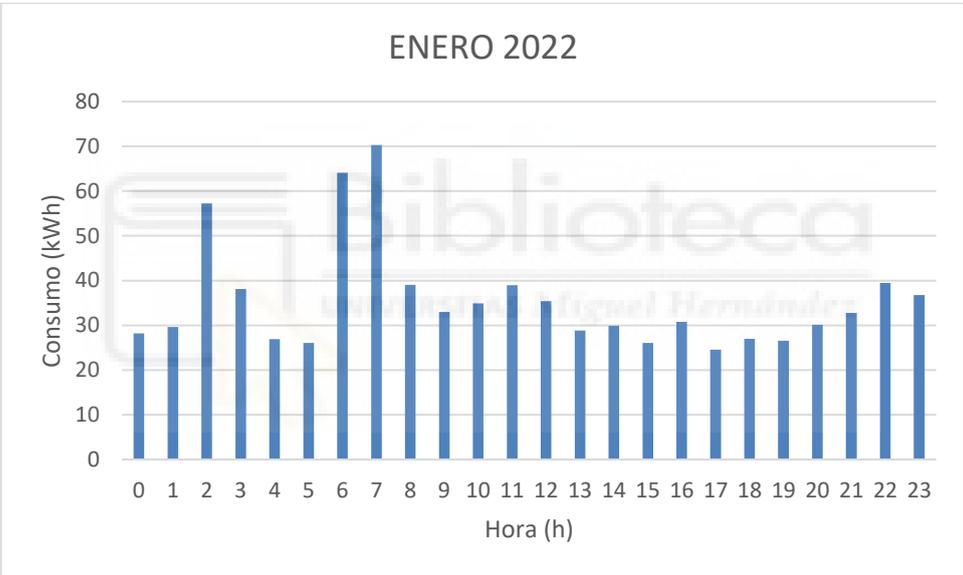
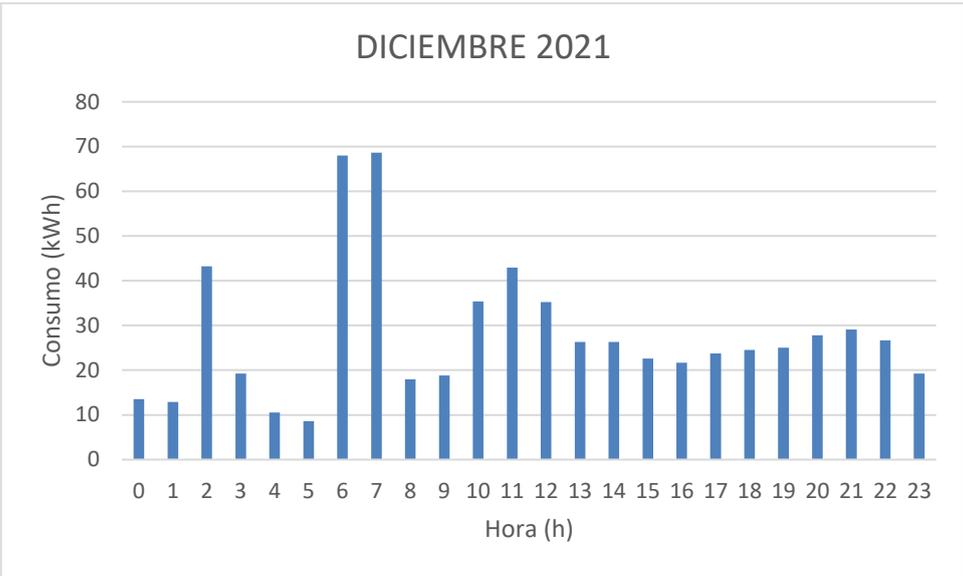
Ilustración 25: Consumo anual en función del periodo.

A continuación, se muestran los datos de consumo de cada uno de los meses:

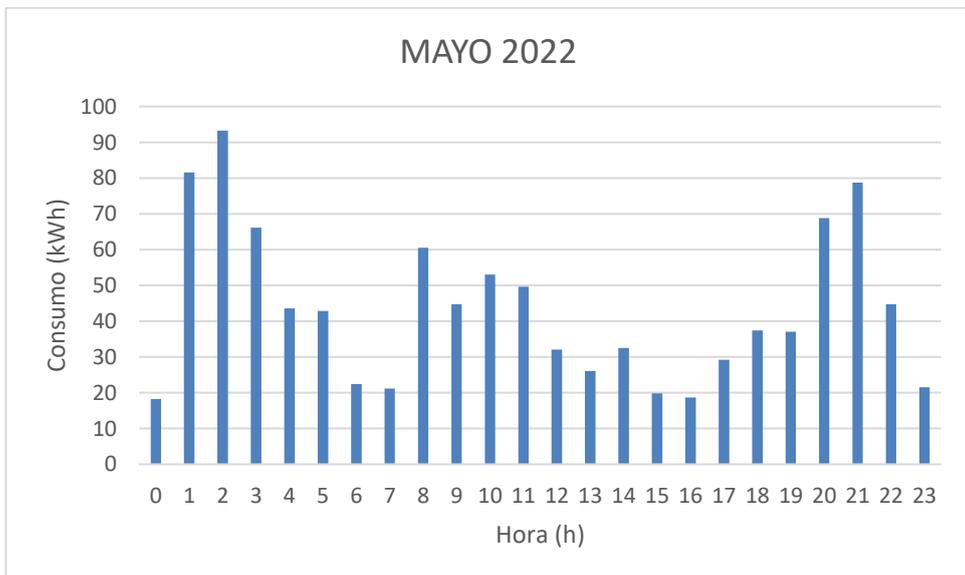
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



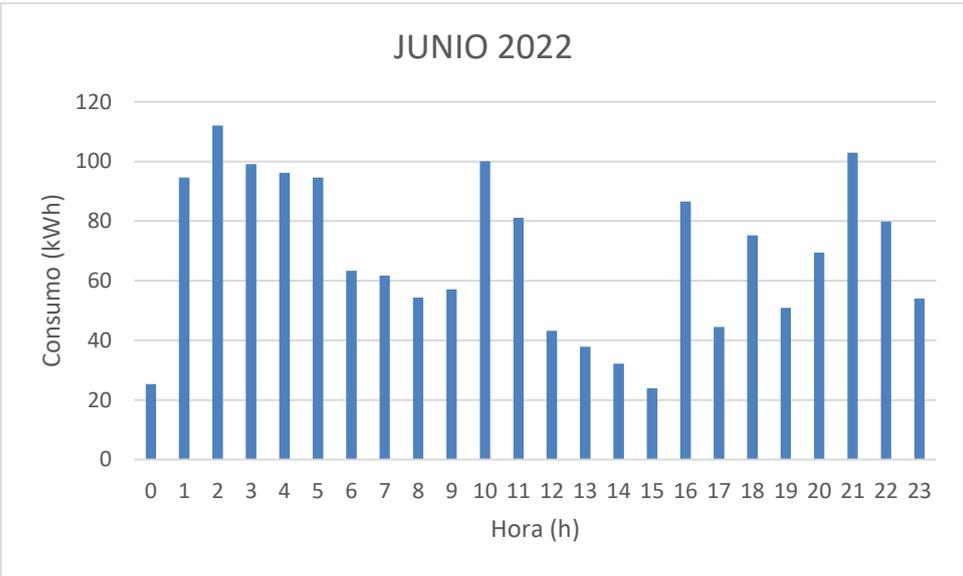
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Se puede ver como en todas las figuras, hay un consumo mínimo indistintamente de la hora de día a lo largo del año.

2.24.-CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE CONSUMO.

Las características que posee la instalación del proyecto en su variante fotovoltaica son las siguientes:

- Tecnología requerida: Paneles fotovoltaicos monocristalinos.
- Tipo de instalación: Suministro con autoconsumo, sin acumulación y vertido excedente a la red.
- Potencia Pico de la instalación: 2,76 kW
- Nº de módulos utilizados: 6.
- Ángulo de inclinación de los módulos: El mismo que el tejado de la instalación, 15 ° respecto a la horizontal.
- Criterio de dimensionamiento: Consumir la mayor cantidad de energía y verter a la red el excedente no consumido por la instalación.

En su variante eólica las características que la distinguen son las siguientes:

- Tecnología requerida: Aerogenerador de eje horizontal.
- Tipo de instalación: Suministro con autoconsumo, sin acumulación y vertido excedente a la red.
- Potencia Pico de la instalación: 3 kW
- Nº de Aero generadores utilizados: 1.
- Orientación: Auto orientable en la dirección longitudinal del viento.
- Criterio de dimensionamiento: Consumir la mayor cantidad de energía y verter a la red el excedente no consumido por la instalación.

2.25.-CÁLCULOS ENERGÉTICOS

A continuación, se detalla para cada opción estudiada individualmente los cálculos energéticos:

Opción fotovoltaica

- Tabla con las sumas mensuales de energía demandada (consumo), producida, comprada a la compañía, vertida a red y auto consumida, todas ellas en (kWh) para la opción de fotovoltaica.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

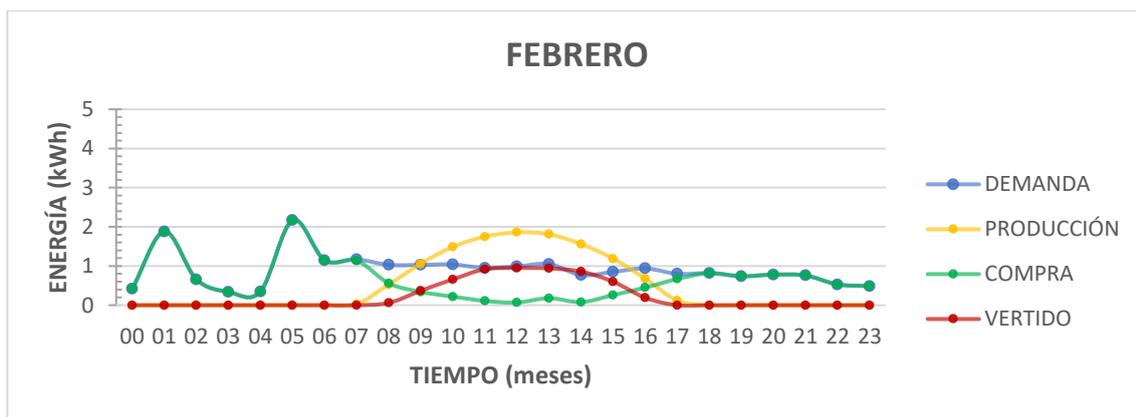
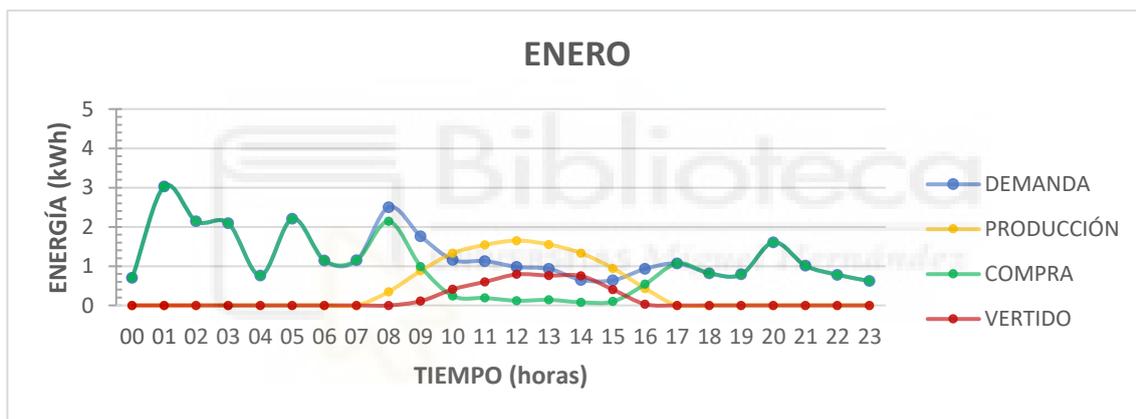
	DEMANDA	PRODUCCIÓN	COMPRA	VERTIDO	AUTOCONSUMO
Enero	948	310	757	120	190
Febrero	607	339	425	156	183
Marzo	567	463	341	237	226
Abril	631	523	387	278	244
Mayo	858	592	542	276	316
Junio	719	613	419	314	299
Julio	554	631	314	391	240
Agosto	657	582	397	322	260
Sept.	1.020	472	767	219	253
Oct.	1.698	396	1.397	94	301
Nov.	1.551	304	1.310	63	241
Dic.	1.274	284	1.079	88	195
TOTAL	11.084	5.507	8.136	2.559	2.948
PROMEDIO	924	459	678	213	246

Tabla 16: Suma mensual detallada de energía en kWh en la opción fotovoltaica.

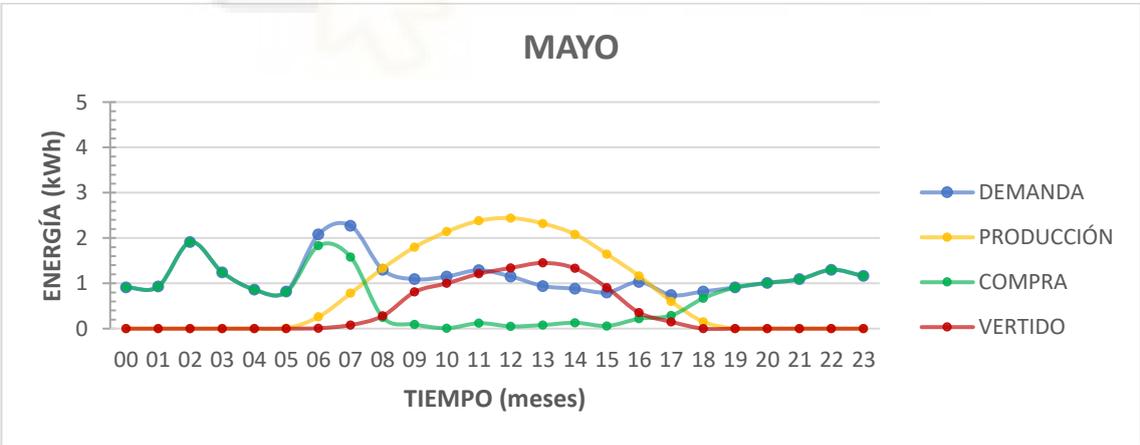
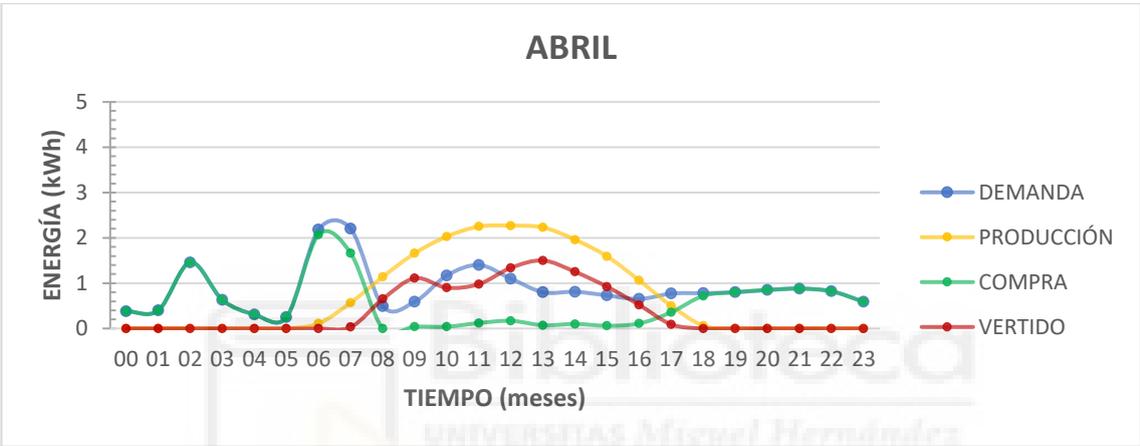
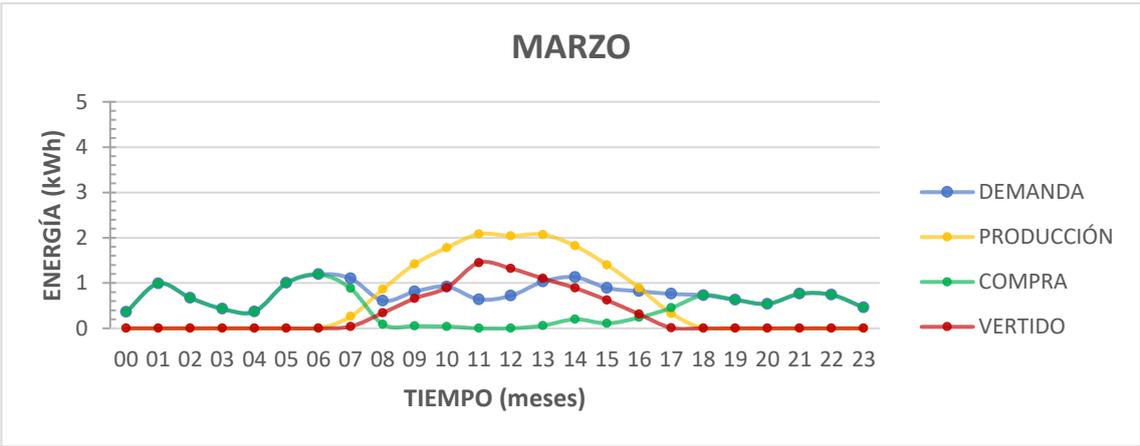
- Energía anual producida por la instalación fotovoltaica: 5.507 kWh.
- Energía anual demandada: 11.084 kWh.
- Energía anual que es necesario comprar a la compañía: 8.136 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y vertida a red: 2.559 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y auto consumida: 2.948 kWh.
- Importe de la factura eléctrica inicial (sin la instalación fotovoltaica): 2443,55€ (IVA no incluido).
- Ahorro (autoconsumo + venta de vertido a red) económico bruto con la instalación fotovoltaica (por periodos):
 - P1: 142,12 €
 - P2: 139,93 €
 - P3: 98,63 €
 - P4: 101,43 €
 - P5: 25,92 €
 - P6: 107,62 €
- Importe de la factura eléctrica final (con la instalación fotovoltaica): 1794,55 € (IVA no incluido).

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

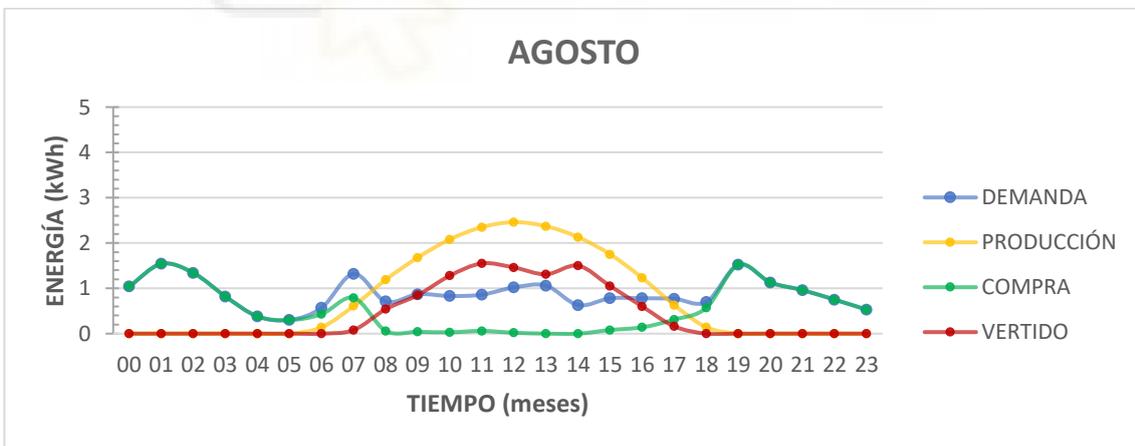
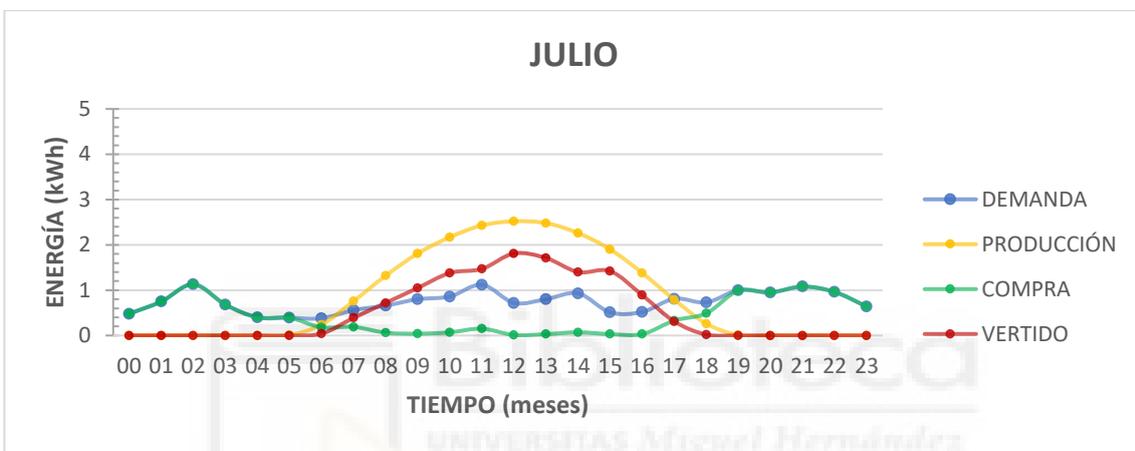
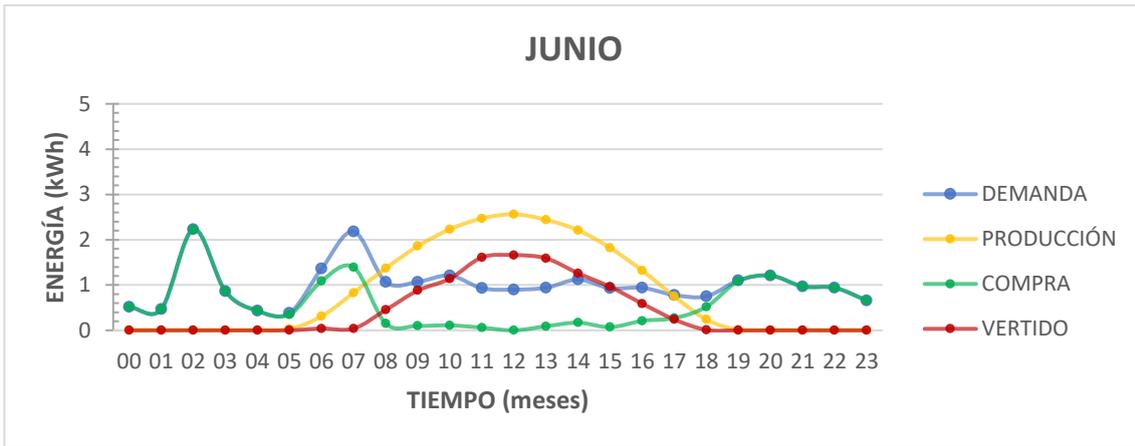
- Importe de la venta de energía vertida a red: 128,46 € (IVA no incluido).
- Peaje de acceso de productores: 0,00 €
- Inversión de la instalación fotovoltaica completa: 7240,99 €
- Costes de mantenimiento de la instalación fotovoltaica: 40,00 €
- Seguro de los componentes: 80 €
- Período de retorno simple de la instalación (PRS): 16 años.
- Gráficas de funcionamiento mensual: A continuación, se muestran las gráficas de demanda, producción, compra y vertido a red de energía promediando todas las franjas horarias de cada mes de la anualidad.



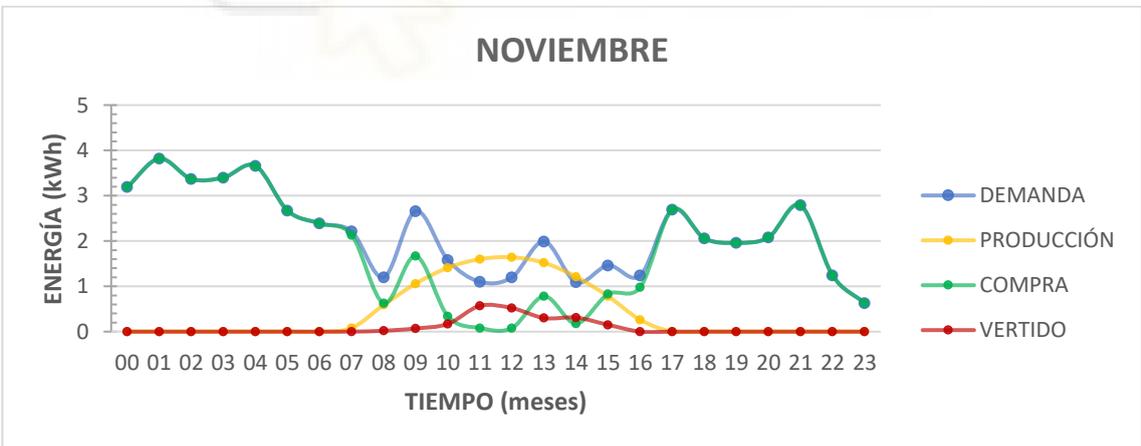
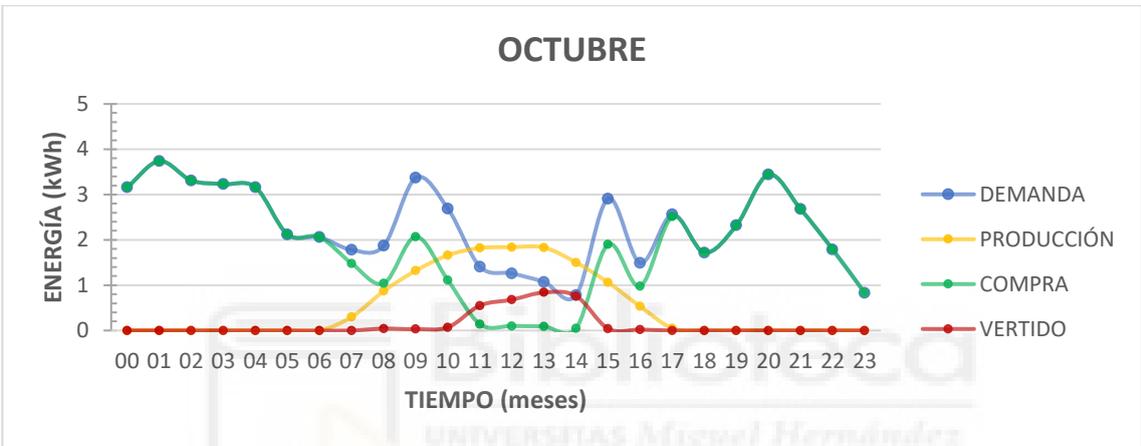
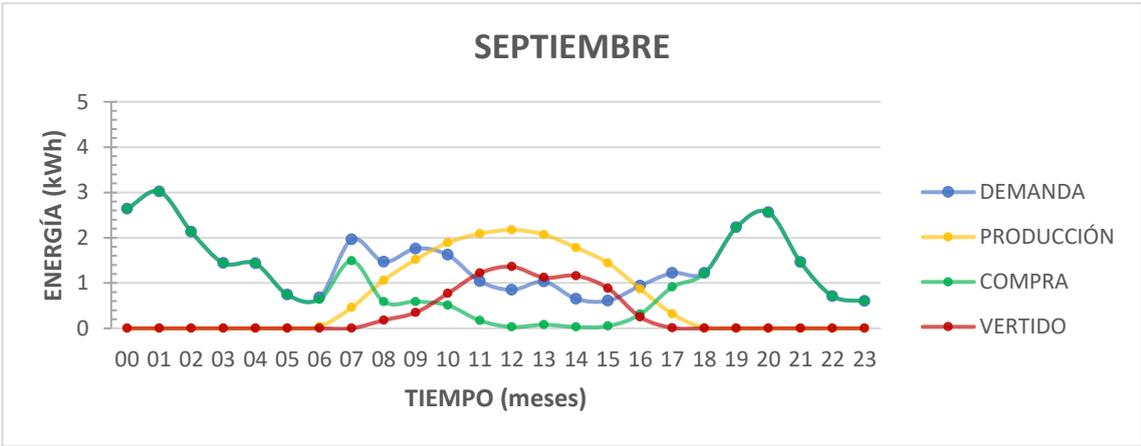
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



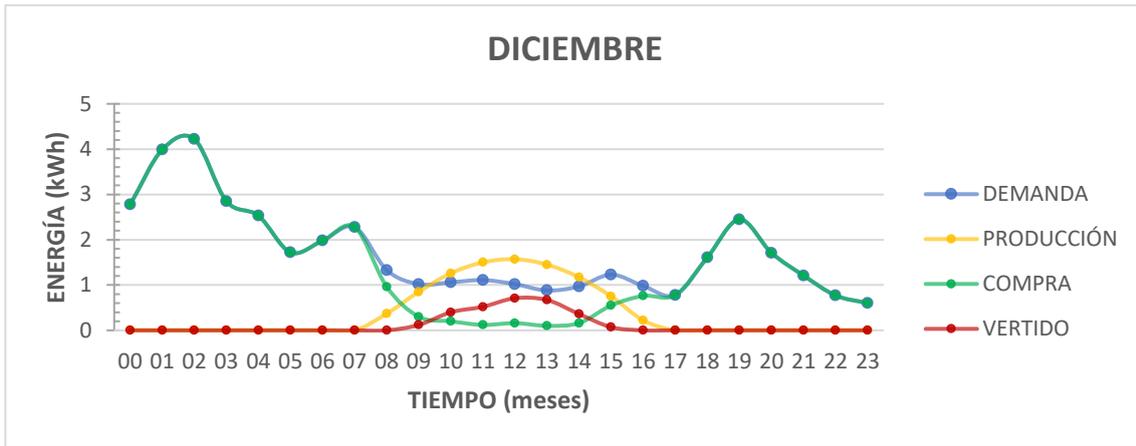
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



- Gráfica de funcionamiento anual: Se muestra a continuación un diagrama de barras con los datos de la suma mes a mes detallado de energía demandada y producida y de comprada, vertida a la red y de autoconsumo.

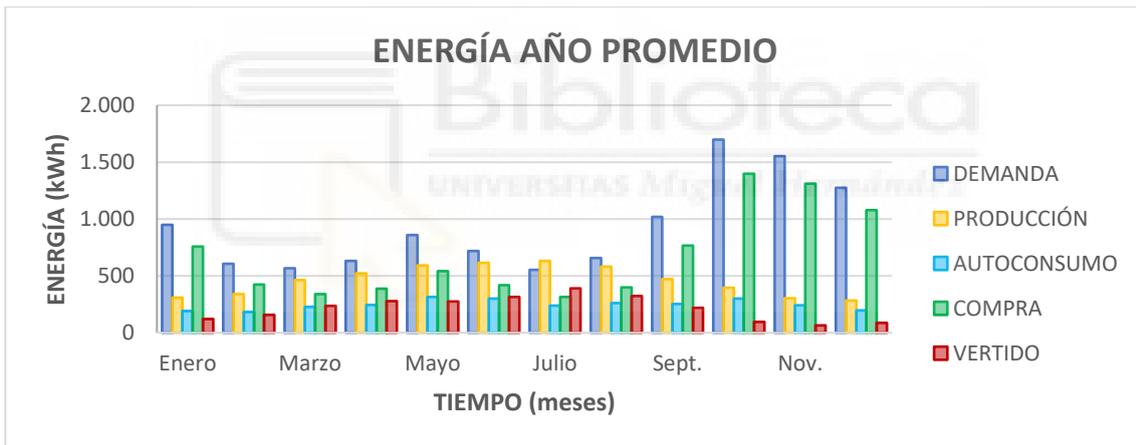


Ilustración 26: Suma de la energía mensual en el promedio de un año.

Opción eólica

- Tabla con las sumas mensuales de energía demandada (consumo), producida, comprada a la compañía, vertida a red y auto consumida, todas ellas en (kWh) para la opción de fotovoltaica.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

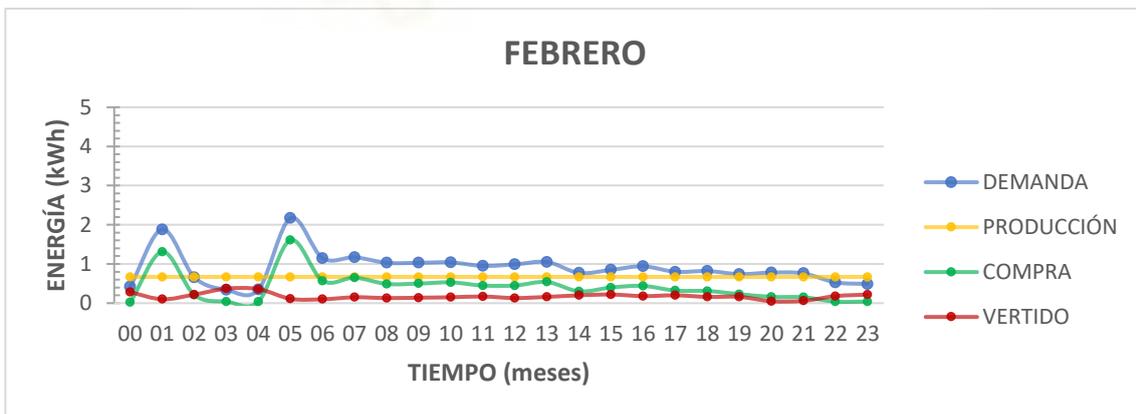
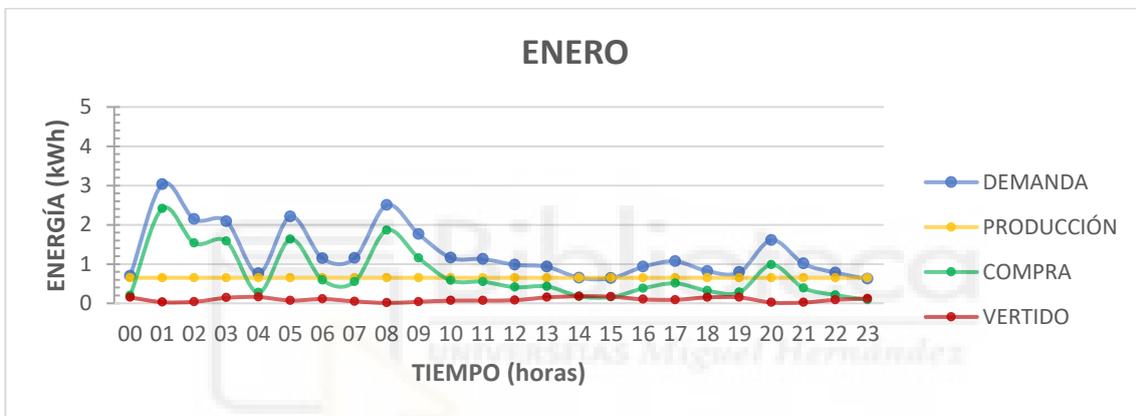
	DEMANDA	PRODUCCIÓN	COMPRA	VERTIDO	AUTOCONSUMO
Enero	948	483	534	70	414
Febrero	607	450	275	118	332
Marzo	567	472	227	129	339
Abril	631	183	454	5	175
Mayo	858	218	648	7	208
Junio	719	81	638	0	79
Julio	554	95	459	0	97
Agosto	657	77	580	0	74
Sept.	1.020	96	924	0	94
Oct.	1.698	111	1.587	0	112
Nov.	1.551	376	1.186	11	364
Dic.	1.274	360	927	12	345
TOTAL	11.084	3.001	8.438	352	2.633
PROMEDIO	924	250	703	29	219

Tabla 17: Suma mensual detallada de energía en kWh en la opción eólica.

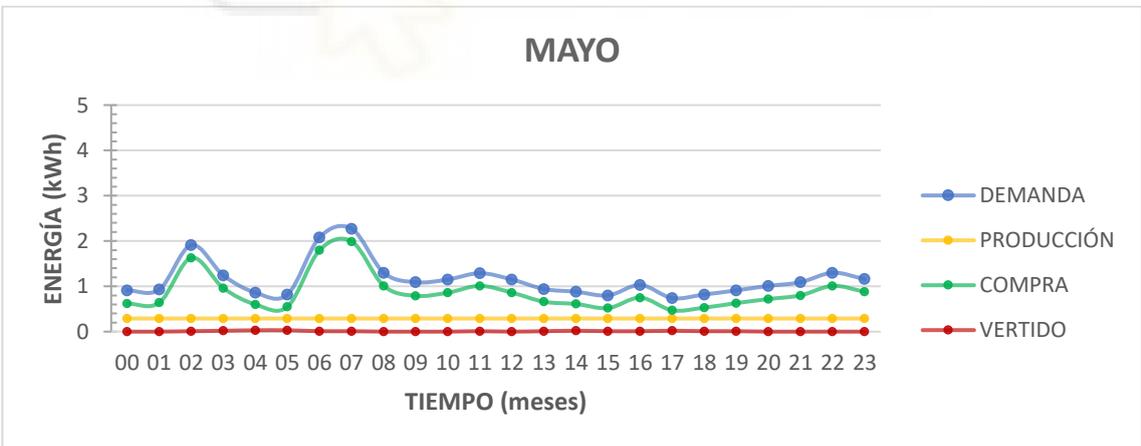
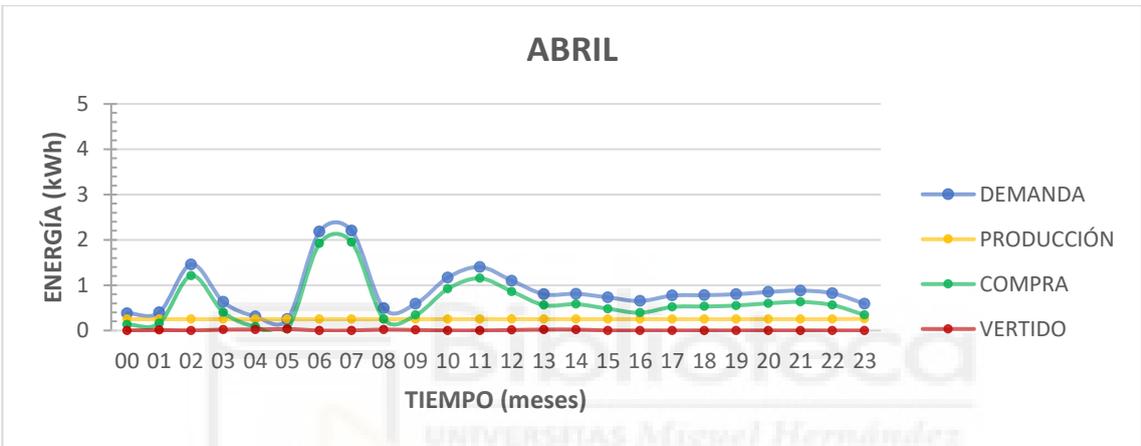
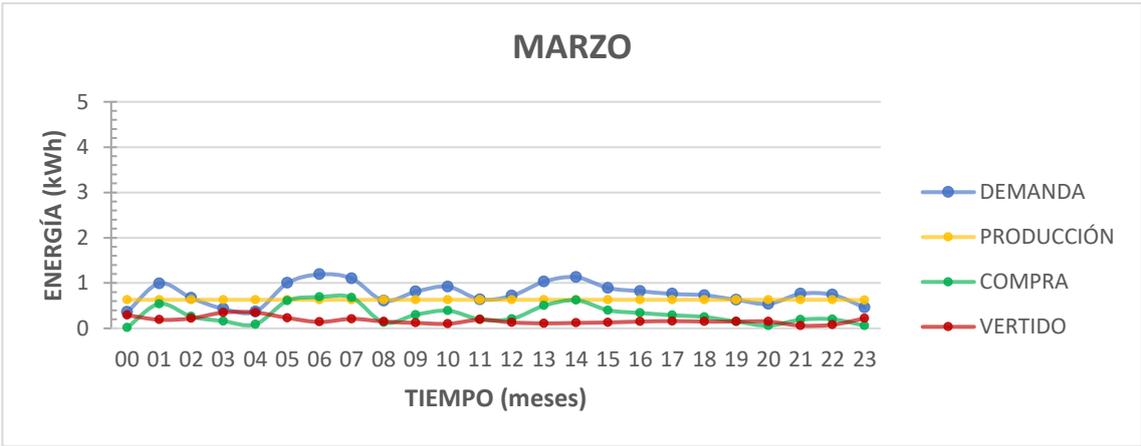
- Energía anual producida por la instalación fotovoltaica: 3.001 kWh.
- Energía anual demandada: 11.084 kWh.
- Energía anual que es necesario comprar a la compañía: 8.438 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y vertida a red: 352 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y auto consumida: 2.633 kWh.
- Importe de la factura eléctrica inicial (sin la instalación fotovoltaica): 2448,36 €.
- Ahorro (autoconsumo + venta de vertido a red) económico bruto con la instalación fotovoltaica (por periodos):
 - P1: 140,68 €
 - P2: 155,07 €
 - P3: 51,04 €
 - P4: 32,53 €
 - P5: 13,57 €
 - P6: 155,24 €
- Importe de la factura eléctrica final (con la instalación fotovoltaica): 1886,4 € (IVA no incluido).
- Importe de la venta de energía vertida a red: 17,36 € (IVA no incluido).

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

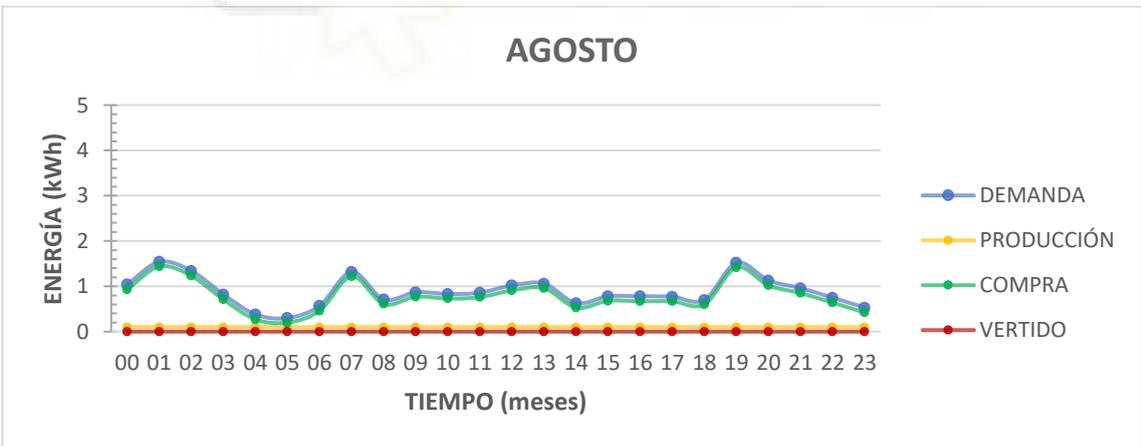
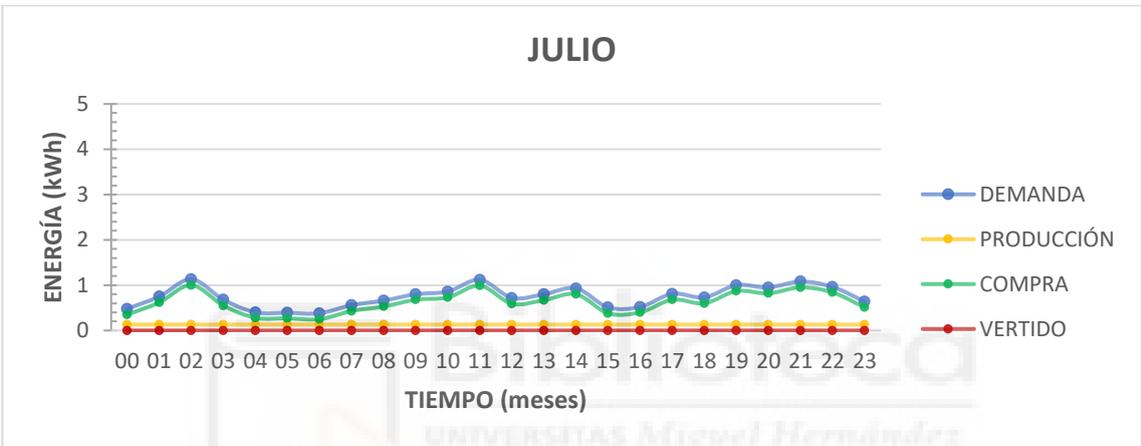
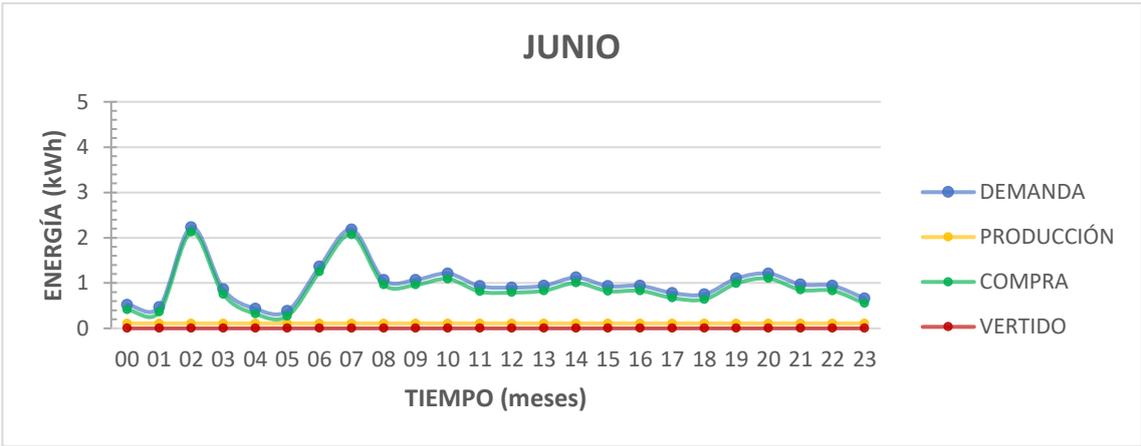
- Peaje de acceso de productores: 0,00 €
- Inversión de la instalación eólica completa: 18507,71 €
- Costes de mantenimiento de la instalación eólica: 40,00 €
- Seguro de los componentes: 100 €
- Período de retorno simple de la instalación (PRS): x años.
- Gráficas de funcionamiento mensual: A continuación, se muestran las gráficas de demanda, producción, compra y vertido a red de energía promediando todas las franjas horarias de cada mes de la anualidad.



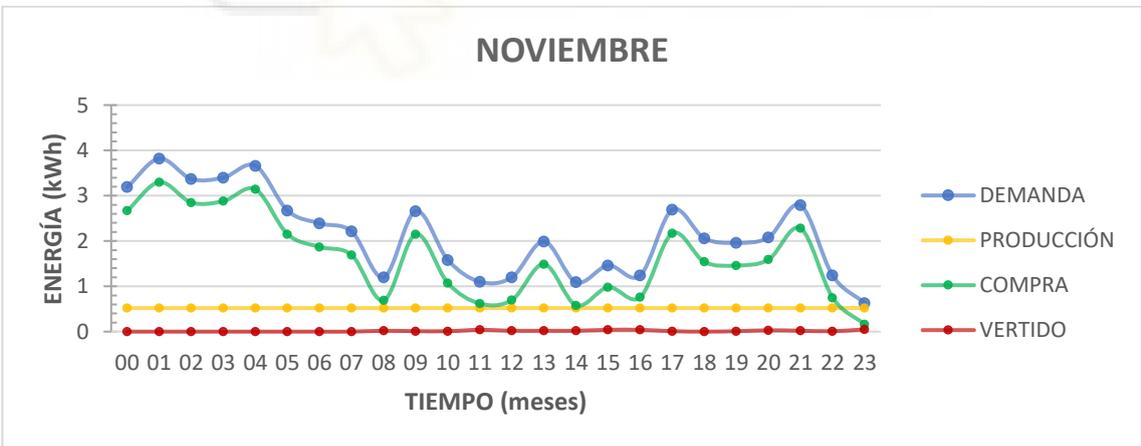
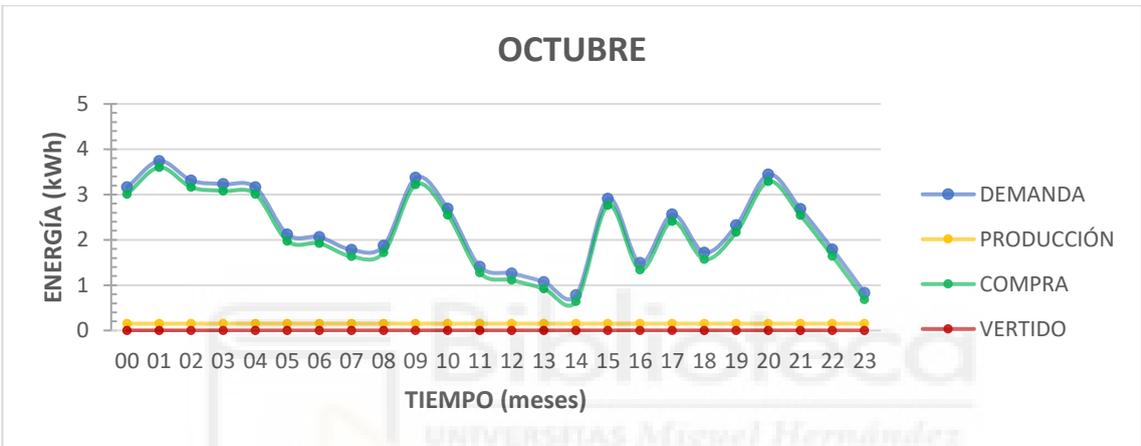
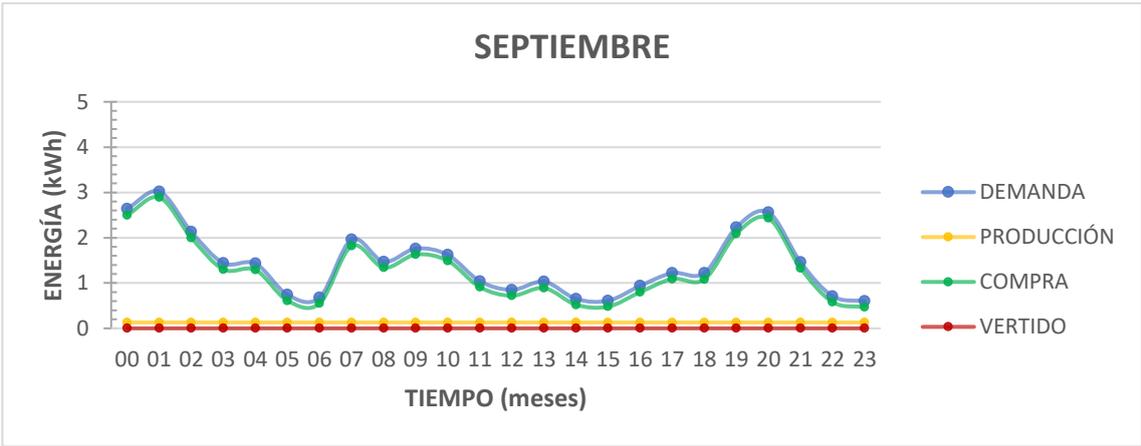
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



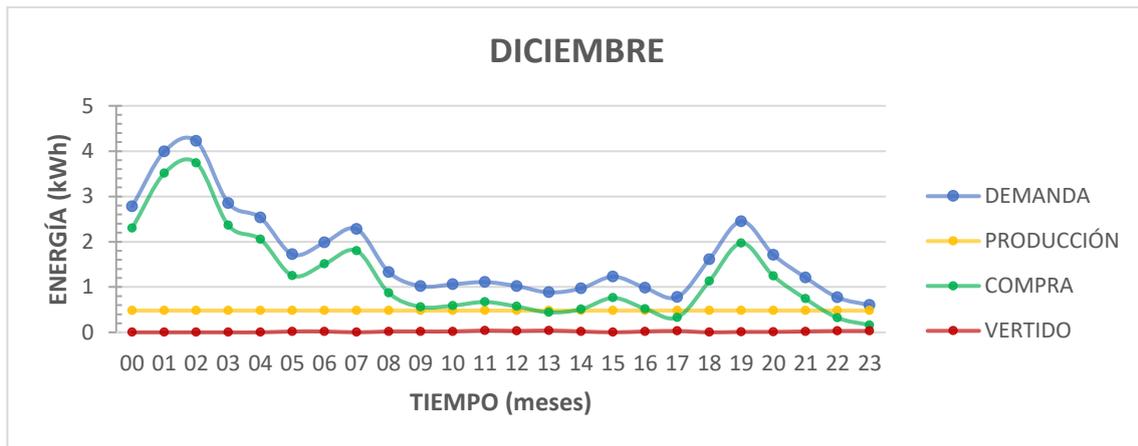
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.



- Gráfica de funcionamiento mensual:

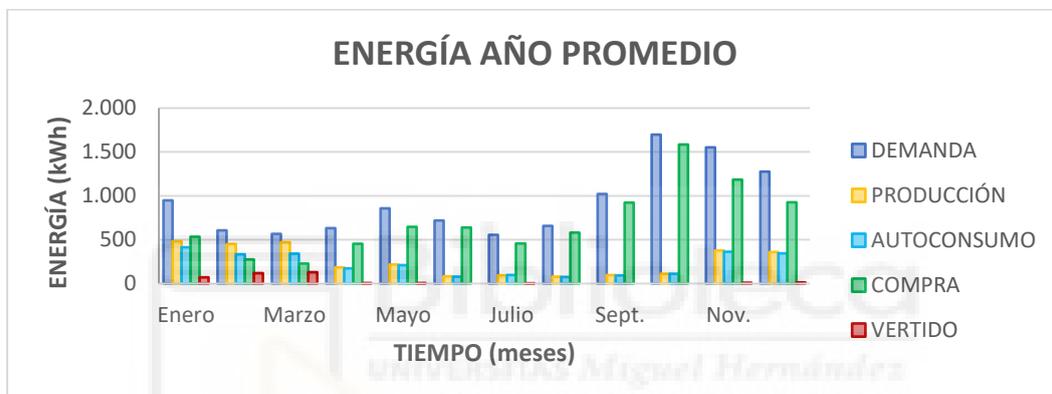


Ilustración 27: Suma de energía mensual en un año promedio de la opción eólica.

2.26.-PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN

Como en ambas opciones dispuestas tenemos autoconsumo con vertido a red del exceso no consumido por la instalación, hay que disponer de un punto de acceso y conexión a el sistema de distribución eléctrico. En ambos casos la instalación provista estará conectada al cuadro principal dispuesto dentro de la casa y a su misma vez al cuadro de medida con el objetivo y fin de verter el excedente de energía a la red y con ese excedente poder obtener un redito económico.

Realizar una instalación con compensación simplificada es la mejor opción en cuanto al vertido del exceso a red. Esto se debe a que verter a red eléctrica sin compensación simplificada implicaría dar de alta la instalación como productora, lo que resultaría en trámites más longevos, complejos y un mayor pago de impuestos.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Si vemos el importe de venta de la energía restante es bajo en ambas opciones dadas, es más acorde al proyecto y es más viable económicamente verter a la red el excedente y poder obtener un descuento en la factura eléctrica emitida por la distribuidora.

2.27.-BALANCE ENEGÉRTICO.

Ya obtenidos los datos de resultados de la energía que produce la instalación debemos de hacer un balance energético con el objetivo de conocer cuál sería el ahorro del particular a la hora de hacer cualquiera de las dos opciones abordadas, fotovoltaica y eólica,

Primero debemos de saber el precio de la tarifa eléctrica. En este caso, la tarifa que posee el particular es la de “6.1 TD” en la que se tienen 6 periodos con diferentes precios en cada uno de ellos, más el pinto de venta de vertido a red se detallan a continuación:

Precio energía + 5% impuestos (€/kWh)	
P1	0,410454
P2	0,341263
P3	0,233900
P4	0,175143
P5	0,123339
P6	0,110726

Tabla 18: Precios de la compañía distribuidora eléctrica de la vivienda.

Precio venta excedente (€/kWh)
0,05

Tabla 19: Precio de venta de la energía vertida a la red.

Teniendo los datos de la energía demandada por la vivienda, el balance energético, se puede calcular el ahorro anual que tendría la instalación si se llevara a cabo en función de la opción tomada.

A continuación, se incluye una tabla en la que se realiza una comparación entre ambas opciones estudiadas:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

OPCIÓN	FOTOVOLTAICA	EÓLICA
Coste anual sin la instalación.	2448,36 €	2448,36 €
Coste anual con la instalación.	1889,74 €	1886,4 €
Vertido a la red eléctrica.	128,46 €	17,36 €
Ahorro anual (sin contar la venta del vertido a la red).	649 €	561,96 €
Ahorro anual estimado (contando la venta de vertido a la red).	776,46 €	579,32 €

Tabla 20: Comparativa de balance energético de ambas opciones estudiadas.

2.28.-PRESUPUESTO.

En primer lugar, se detalla el presupuesto para la opción de fotovoltaica.

MATERIAL	MARCA Y MODELO	UNIDAD	MEDICIÓN	COSTE UNITARIO (€)	COSTE TOTAL (€)
Módulo fotovoltaico	Longi LR4-72HPH-460M	UD	6	144,90	869,4
Inversor	Huawei SUN2000-3KTL-M3	UD	1	559,00	559,00
Monitorización	Huawei Smart Logger 3000A	UD	1	594,95	594,95
Soporte modulus	SUNFER Soporte coplanar mircrorail	UD	6	22,05	135,3
Interruptor magnetotérmico CC	MAXGE EPB-63M-DC2C25	UD	1	37,94	37,94

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Interruptor magnetotérmico CA	ABB S204-C100	UD	1	202,90	202,90
Caja de protección CC	GAVE SolarTec STM110NSP12/4	UD	1	536,82	536,82
Caja de protección CA	GAVE SolarTec ACT25SDA	UD	1	735,82	735,82
Cableado CC	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-2,5 mm ²	M	14,2	1,13	16,05
Cableado CA	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-2,5 mm ²	M	7	1,13	7,91
Seguridad y salud	Partida de seguridad y salud	PA	1	188,82	188,82
Legalización	Legalización de la instalación	UD	1	500,00	500,00
Mano de obra	Mano de obra para el montaje de la instalación	UD	1	1600	1600
				Total	5984,29
				21 % IVA	1256,70
				COSTE TOTAL	7240,99

Tabla 21: Presupuesto instalación fotovoltaica.

Y en último lugar se detalla el presupuesto para la instalación eólica:

MATERIAL	MARCA Y MODELO	UNIDAD	MEDICIÓN	COSTE UNITARIO (€)	COSTE TOTAL (€)
Aero generador	ENAIR E30PRO	UD	1	8100	8100
Torre aerogenerador	Torre cuatripata de celosía de 12 m	UD	1	1445,95	1445,95

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Inversor	Huawei SUN2000- 3KTL-M3	UD	1	559,00	559,00
Monitorización	Huawei Smart Logger 3000A	UD	1	594,95	594,95
Interruptor magnetotérmico CC	MAXGE EPB- 63M-DC2C25	UD	1	37,94	37,94
Interruptor magnetotérmico CA	ABB S204-C100	UD	1	202,90	202,90
Caja de protección CC	GAVE SolarTec STM110NSP12/ 4	UD	1	536,82	536,82
Caja de protección CA	GAVE SolarTec ACT25SDA	UD	1	735,82	735,82
Cableado CC	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-16 mm ²	M	9,03	3,38	30,52
Cableado CA	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F- 2,5 mm ²	M	7	1,13	7,91
Seguridad y salud	Partida de seguridad y salud	PA	1	188,82	188,82
Legalización	Legalización de la instalación	UD	1	500,00	500,00
Mano de obra	Mano de obra para el montaje de la instalación	UD	1	2400	2400
				Total	15295,63
				21 % IVA	3212,08
				COSTE TOTAL	18507,71

Tabla 22: Presupuesto instalación eólica.

2.29.-ANÁLISIS ECONÓMICO

Para comprobar si la instalación será viable hablando en términos económicos se debe de realizar un análisis económico que en este caso será de ambas opciones propuestas, la de la fotovoltaica y la eólica.

Si queremos comprobar dicha viabilidad se deben de comprobar ciertos factores como lo son:

- Mantenimiento de la instalación
- Desgaste de los componentes
- Durabilidad operativa de los componentes instalados.
- Aumento del IPC e incremento de la electricidad.
- Descontar ingresos obtenidos por medio del autoconsumo de la instalación fotovoltaica o eólica.

En este análisis económico debemos de tener en cuenta dos indicadores como lo son el VAN y el TIR y con ellos podemos obtener una estimación de “cash Flow” o flujo de caja. En el caso de que, al llegar al final de la vida útil de la instalación, el indicador VAN es mayor a 0, podemos concluir que la inversión realizada inicialmente se ha recuperado por completo y con ello se puede afirmar que es rentable realizar dicha instalación.

El indicador TIR se define como la tasa interna de retorno es el tipo de interés mediante el que el valor del van se hace 0. A mayor valor tenga este indicador, mayor será la rentabilidad del proyecto a realizar ya que esto significa un retorno de la inversión inicial comparable a un alto nivel de interés.

Si queremos calcular el VAN la fórmula a utilizar será la siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_o$$

En donde:

- Vt es el flujo de caja en el periodo t .
- I_o es la inversión total.
- n es el número total de periodos considerado.
- K es el tipo de interés.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- T es el numero de periodos.

En lo que se refiere al TIR, para calcularlo se debe de igualar el VAN a 0 sin enumerar el dato del tipo de interés que se deja como la incógnita.

Para calcular el TIR igualamos el van a 0 sin introducir el tipo de interés que en este caso se deja como incógnita a despejar.

Opción fotovoltaica

Los cálculos que tenemos para comenzar el cálculo son los siguientes:

Potencia pico de la instalación: 2,76 kWp.

- Producción anual: 5.507 kW.
- Pérdida anual por degradación: 0,55%.
- Inversión inicial: 7240,99 €
- Tasas / Impuestos: 249,47
- Incremento anual precio electricidad: 4,5%.
- IPC: 3,8%
- Coste del mantenimiento anual: 40,00 €
- Seguro anual de los componentes: 80,00 €

Se toman como ingresos el ahorro anual respecto al hecho de no realizar la instalación diseñada. Con esto podemos realizar el cálculo del VAN y del TIR con los datos previamente mencionados.

Debemos de tener en cuenta de que hay una pérdida del 0,55 % ya que con el tiempo el rendimiento de los módulos es menos y también se le resta los gastos del seguro y los de mantenimiento año tras año.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

AÑO	ENTRADAS	FLUJO DE FONDOS
2022	0	-7240,99
2023	657	-6583,99
2024	620,865	-5963,125
2025	586,717425	-5376,407575
2026	554,447967	-4821,959608
2027	523,953328	-4298,00628
2028	495,135895	-3802,870385
2029	467,903421	-3334,966963
2030	442,168733	-2892,79823
2031	417,849453	-2474,948778
2032	394,867733	-2080,081045
2033	373,150007	-1706,931037
2034	352,626757	-1354,30428
2035	333,232285	-1021,071995
2036	314,90451	-706,1674853
2037	297,584762	-408,5827236
2038	281,2176	-127,3651238
2039	265,750632	138,385508
2040	251,134347	389,5198551
2041	237,321958	626,8418131
2042	224,26925	851,1110633
2043	211,934442	1063,045505
2044	200,278047	1263,323552
2045	189,262755	1452,586307
2046	178,853303	1631,43961
2047	169,016371	1800,455981

Tabla 23: Flujo de fondos.

Si nos fijamos en la tabla vemos que a partir del décimo séptimo sexto año se recuperaría la inversión. A continuación, se calcula el VAN con unas tasas de interés entre el 1 y 19 % y cómo podemos ver como se hace negativo a partir del 17 %, lo que indica que este indicador TIR está entre el 16 y el 17 % de, ya que entre esos valores dados el indicador VAN se hace 0.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

TASA DE INTERES (%)	VAN
1	151.277,83 €
2	121.588,06 €
3	97.886,32 €
4	78.863,79 €
5	63.516,40 €
6	51.070,47 €
7	40.927,15 €
8	32.620,78 €
9	25.787,55 €
10	20.141,93 €
11	15.458,71 €
12	11.559,44 €
13	8.302,04 €
14	5.572,87 €
15	3.280,61 €
16	1.351,58 €
17	-273,91 €
18	-1.644,38 €
19	-2.799,36 €

Ilustración 28: Tasas de interés del VAN.

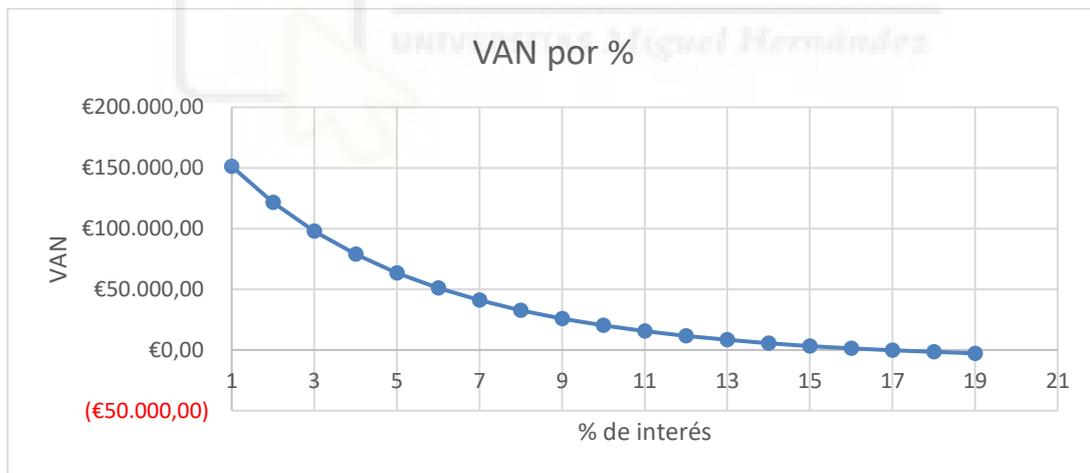


Ilustración 29: Resultados del VAN.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

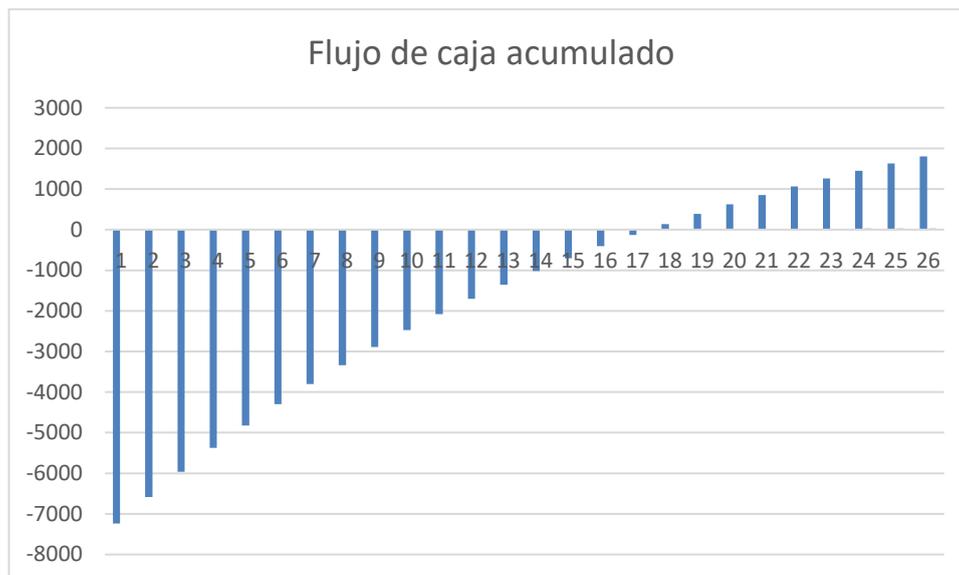


Ilustración 30: Flujo de caja acumulado y tiempo de retorno.

Por lo tanto, tenemos un TIR de 16,4347 % y un plazo de recuperación de 16 años para recuperar la inversión y en los años posteriores se obtiene que la instalación prosiga generando electricidad suponiendo esto un gran ahorro en la factura.

Opción eólica

Los cálculos que tenemos para comenzar el cálculo son los siguientes:

Potencia pico de la instalación: 3 kWp.

- Producción anual: 3.001 kW.
- Pérdida anual por degradación: 0,55%.
- Inversión inicial: 18507,71 €
- Tasas / Impuestos: 249,47
- Incremento anual precio electricidad: 4,5%.
- IPC: 3,8%
- Coste del mantenimiento anual: 40,00 €
- Seguro anual de los componentes: 100,00 €

De la misma forma se tiene en cuenta una pérdida anual del 0,55 % debido al rendimiento y los costes del seguro y mantenimiento anual.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

AÑO	ENTRADAS	FLUJO DE FONDOS
2022	0	-18507,71
2023	439,32	-18068,39
2024	415,1574	-17653,2326
2025	392,323743	-17260,90886
2026	370,745937	-16890,16292
2027	350,354911	-16539,80801
2028	331,085391	-16208,72262
2029	312,875694	-15895,84692
2030	295,667531	-15600,17939
2031	279,405817	-15320,77358
2032	264,038497	-15056,73508
2033	249,516379	-14807,2187
2034	235,792979	-14571,42572
2035	222,824365	-14348,60136
2036	210,569025	-14138,03233
2037	198,987728	-13939,0446
2038	188,043403	-13751,0012
2039	177,701016	-13573,30019
2040	167,92746	-13405,37273
2041	158,69145	-13246,68128
2042	149,96342	-13096,71786
2043	141,715432	-12955,00242
2044	133,921083	-12821,08134
2045	126,555424	-12694,52592
2046	119,594875	-12574,93104
2047	113,017157	-12461,91388

Tabla 24: Flujo de fondos para la opción eólica.

Como podemos observar con el paso del tiempo no recuperamos nada de la inversión y esto es básicamente debido a dos factores como lo son la insuficiente producción de energía por parte del generador y el alto costo de la instalación. Con estas conclusiones podemos dejar a un lado esta opción para la instalación ya que económicamente no sale a cuenta realizarla.

2.30.- CONCLUSIÓN.

Visto el estudio y la comparación entre ambas opciones hemos podido comprobar como la única opción viable económicamente es la opción fotovoltaica ya que permite obtener un ahorro real y generar unos beneficios pasados ciertos años. De esta forma se cubren las necesidades de la instalación y permite un ahorro económico importante en la factura eléctrica en comparación con la ausencia de dicha instalación además de generar energía renovable de una forma sostenible y limpia como lo es en el caso de la fotovoltaica. A continuación se detalla una tabla con toda la información resumida entre ambas opciones:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

OPCIÓN	FOTOVOLTAICA	EÓLICA
Coste anual sin la instalación.	2448,36 €	2448,36 €
Coste anual con la instalación.	1889,74 €	1886,4 €
Vertido a la red eléctrica.	128,46 €	17,36 €
Ahorro anual (sin contar la venta del vertido a la red).	649 €	561,96 €
Ahorro anual estimado (contando la venta de vertido a la red).	776,46 €	579,32 €
Presupuesto.	7240,99 €	18507,71 €
Retorno de la inversión inicial.	16 años	Nunca

Tabla 25: Comparativa global de ambas opciones estudiadas.

2.31.-BIBLIOGRAFÍA.

<https://es.longi-solar.com/>

<https://solar.huawei.com/>

<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

<https://www.gave.com/>

<https://new.abb.com/es>

<https://es.rs-online.com/web/>

<https://www.maxge.com/>

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

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

<https://www.enair.es/es/>

<https://sunferenergy.com/>

<https://www.energigreen.com/tarifas-electricidad/tarifa-6-1td/>

<https://economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/>

3.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1.- OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y otras cualesquiera que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

3.2.- DATOS GENERALES DE LOS PROYECTOS.

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de “COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA”, cuyos datos

generales son:

MUNICIPIO	ELCHE (ALICANTE)
PROMOTOR	JAIME BONET ALONSO
AUTOR DEL PROYECTO	JAVIER CUESTA CLEMENTE
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	7240,99 €
PLAZO DE EJECUCIÓN	1 SEMANA
REDACTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	JAVIER CUESTA CLEMENTE

3.3.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 €.

PEM = Presupuesto de Ejecución Material = 7240,99 €

- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

La duración estimada para las obras es de 7 días laborales, no estando previsto el empleo simultáneo de más de veinte trabajadores.

- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

El volumen de mano de obra estimada para el total de los trabajadores no es superior a 500 jornadas.

- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como solamente se cumple uno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997, se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

3.4.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

La obra se realizará en el municipio de Elche, concretamente en la Partida Maitino, que se encuentra a las afueras de dicho municipio perteneciendo al término municipal.

Para ambas opciones de proyecto como lo son fotovoltaica y eólica se realizarán sobre el tejado de la vivienda.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Tanto la instalación fotovoltaica como la instalación eólica requerirán de una grúa para poder acceder al tejado de la propia vivienda.

3.5.- INTERFERENCIAS CON SERVICIOS.

Las interferencias con servicios de todo tipo son causa frecuente de accidentes, por ello se considera de vital importancia detectar su exigencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar los diversos riesgos.

Los servicios afectados, de los cuales tengamos conocimiento de su existencia, serán identificados y marcados adecuadamente. En caso de ser posible, se desviarán; no obstante, en situaciones en las que sea imprescindible mantener ciertos servicios mientras se lleva a cabo el trabajo, se implementarán otras medidas preventivas detalladas en este estudio de seguridad y salud.

Durante la ejecución de las obras, no será necesario interrumpir el acceso de vehículos y peatones al edificio, dado que la construcción se llevará a cabo en una zona no transitada por vehículos ni peatones. Para las instalaciones que requieran el corte de acceso, como conexiones en el cuadro de contador actual, se aplicarán soluciones provisionales debidamente señalizadas.

En el caso que nos concierne las interferencias detectadas son las canalizaciones eléctricas.

3.6.- FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA.

A continuación, se indican las principales fases de la obra:

- Actuaciones previas

Se consideran actuaciones previas al inicio de la obra, como la colocación de señales de obra, acometidas de electricidad y agua, instalación de casetas provisionales o vallado del recinto entre otras. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de los materiales.

- Instalación eléctrica

Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de mecanismos, circuitos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Instalación de paneles fotovoltaicos

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Se consideran como trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos, a la fijación de estos a la estructura, así como a la conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Instalación aerogenerador

Se consideran como trabajos de instalación del aerogenerador, a la fijación de este a la estructura, así como conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.

3.7.- MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA.

La maquinaria que se empleará en las ejecuciones de las obras es la que se detalla a continuación.

- Grúa elevadora.
- Sierra radial eléctrica.
- Taladro eléctrico.
- Herramientas manuales como lo son, por ejemplo, destornilladores, tijeras, alicates, etc...

3.8.- IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES.

Al comienzo de las labores, se llevará a cabo una inspección diaria de todos los medios de protección colectiva, con la reparación o sustitución de aquellos que presenten deterioro. Además, al proporcionarles a los trabajadores de la obra sus respectivos equipos de protección individual, se les facilitarán pautas de comportamiento durante su permanencia en el lugar, destacando la obligación de utilizar los EPIS.

3.9.- ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES CLASIFICADOS POR FASES/ACTIVIDADES DE OBRA.

La secuencia de trabajos será la siguiente:

- Actuaciones previas.
- Instalación aerogenerador.
- Instalación paneles fotovoltaicos

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Instalación eléctrica.

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

Actuaciones previas

Riesgos y causas:

- Atropellos originados por maquinaria
- Generación de polvo
- Sobreesfuerzos
- Aplastamiento de articulaciones
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos
- Desplome del material acopiado
- Caídas en el mismo nivel

Equipos de protección colectiva:

- Vallado de la obra
- Señalización

Equipos de protección individual:

- chaleco reflectante
- Botas de seguridad
- Guantes de uso general
- Casco homologado

Medidas preventivas:

- Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud.
- Se observarán las instalaciones existentes para confirmar la existencia de instalaciones enterradas en la obra.
- Se realizará el vallado de la obra, para impedir la entrada a la misma, dejando puertas los accesos peatonales y de vehículos de obra, permitiendo la circulación de peatones.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud en fase de obra.
- Libro de incidencias, firmado y sellado por el coordinador y la empresa adjudicataria.
- Libro de subcontratación, habilitado por la autoridad laboral competente.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.

Instalación de aerogenerador y paneles fotovoltaicos:

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Pisada sobre esfuerzos punzantes.
- Caída de objetos o máquinas.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas.
- Corrientes de aire.
- Piso resbaladizo.

Equipos de protección colectiva:

- Red vertical de seguridad de malla de poliamida.
- Señalización.

Equipos de protección individual:

- Botas de seguridad aislantes.
- Ropa aislante.
- Casco aislante.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Traje impermeable material plástico sintético.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Línea horizontal de seguridad.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Cinturón portaherramientas.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Gafas protectoras de ojos y cara
- Casco homologado
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas:

- Como primera medida a ejecutar, se ejecutarán los petos y recercados de los huecos que existan.
- Los paneles se acopiarán repartidos por los faldones para evitar sobrecargas.
- Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.
- Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.
- Además de lo anterior se comprobará que:
 - Los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las tareas, y que vienen definidos en el Plan de Seguridad y Salud.
 - Utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.
 - El estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
 - Se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
 - Los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
 - En los bordes de los forjados se colocan redes de seguridad.
 - No se acopia el material al borde del forjado.
 - La iluminación en el tajo es la apropiada.
 - Se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.

Instalación eléctrica:

Riesgos y causas:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Cortocircuitos y arco eléctrico.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Caídas al mismo o distinto nivel.

Equipos de protección individual:

- Botas de seguridad aislantes.
- Ropa aislante.
- Casco aislante.
- Guantes y manoplas de material aislante.

Medidas preventivas:

Trabajos sin tensión:

- Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.
- En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.
- A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los ‘trabajos sin tensión’, conocido como “las cinco reglas de oro”:
 - Desconectar.
 - Prevenir cualquier posible realimentación.
 - Verificar la ausencia de tensión.
 - Poner a tierra y en cortocircuito.
 - Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de

trabajo.

Reposición de la tensión:

- En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:
 - Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
 - Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.
 - Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
 - Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

- Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Principales precauciones que deberán ser adoptadas:
 - Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
 - Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
 - Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
 - Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
 - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, etc.).
 - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).
- Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:
- Las características del trabajo y de los trabajadores.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. No

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

llevarán objetos conductores, como por ejemplo pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos de tensión.

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.
- En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.
- La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:
 - No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado cuando la maniobra del dispositivo porta fusible conlleve la desconexión del fusible y el material de este ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.
 - Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible. Queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido.
 - Se procurará, en la medida de lo posible, realizar la acción sin cargao con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.
- Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de estos.
- De los EPIS necesarios durante los trabajos en tensión y en baja tensión, destacan los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

Marcas obligatorias:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Símbolo (doble triángulo).
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
- Categoría, si procede.
- Talla.
- Clase.
- Mes y año de fabricación.
- Marca.

Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:

- Una banda rectangular o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

- Almacenamiento
 - Los guantes se deben almacenar en su embalaje.
 - Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni se doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol.

3.10.-ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORABLES CLASIFICADOS POR LA MAQUINARÍA UTILIZADA EN LA OBRA.

Grúa:

Riesgos y causas:

- Golpes por la carga a paramentos.
- Desplome de la carga.
- Atropello de personas.
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento.
- Incendios por sobretensión.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Atrapamientos por útiles o transmisiones.
- Vuelco de la grúa.
- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.

Medidas preventivas:

- Las cargas en suspensión para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe arrastrar cargas con la grúa.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo - grúa.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- Suba y baje de la grúa por los lugares previstos para ello.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la dicha plataforma. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Nunca realice arrastres de carga o tirones sesgados.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con la carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- La grua nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los 2 m del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

Sierra radial eléctrica:

Riesgos y causas

- Ruido.
- Abrasiones.
- Cortes o amputaciones.
- Contactos térmicos.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Anulación de protecciones.
- Contactos eléctricos directos.

Equipos de protección individual:

- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.

Medidas preventivas:

- Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.
- Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.
- Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.
- Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la máquina será puesto en conocimiento de un responsable para su retirada.
- Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina se llevarán a cabo siempre por personal experto.
- No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.
- No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.
- No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.
- Prohibido usar discos deteriorados o rotos.
- Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.
- Usar siempre en lugares ventilados.
- Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

Taladro portátil:

Riesgos y causas:

- Rotura de la broca.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Cortes o golpes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Anulación de protecciones.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Contactos eléctricos directos.

Equipos de protección individual:

- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Calzado de seguridad.

Medidas preventivas:

- Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.
- Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.
- En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.
- La reparación de los taladros se realizará por personal especializado.
- No utilizar la broca de forma inclinada.
- Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin.
- Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.
- Se comprobarán diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

Herramientas manuales:

Riesgos y causas:

- Ruido.
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos y/o de máquinas.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Caídas al mismo nivel por tropiezo.
- Caída de las herramientas a distinto nivel
- Riesgo por impericia.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Quemaduras físicas y químicas.

Equipos de protección individual:

- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.
- Calzado con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
- Casco homologado.

Medidas preventivas:

- Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos
- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.

- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de PVC y botas de seguridad, así como casco y gafas anti-proyecciones, en el caso de que sea necesario.

3.11.-INSTALACIONES DE SALUBRIDAD.

Antes de iniciar las labores, el promotor designará un coordinador encargado de seguridad y salud, en casos en los que participen más de una empresa, o bien, una empresa junto a trabajadores autónomos, o varios trabajadores autónomos.

La designación del coordinador en seguridad y salud no exonerará al promotor de sus responsabilidades. Este deberá notificar a la autoridad laboral competente antes de iniciar las obras, siguiendo las pautas establecidas en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997. La notificación deberá ser visible en el lugar de trabajo y actualizarse según sea necesario.

3.12.-COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

La designación del coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

3.13.-PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de las obras, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención en el que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función de la ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación del coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

3.14.-INSTALACIONES SALUBRIDAD.

En la obra está prevista una media de unos 3 o 4 trabajadores, por lo que no está previsto la instalación de una caseta provisional para vestuario e inodoros. Para ello, se usarán los aseos y vestuarios de la instalación, con la previa aprobación del coordinador de seguridad y salud y de la empresa. En el caso de que no sea aprobado su uso por la empresa o el coordinador de seguridad y salud, se habilitará la caseta y aseo portátil necesario.

3.15.-OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.

Antes de que los trabajos inicien, el promotor asignará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del coordinador en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma viable y actualizándose si fuera necesario.

3.16.-COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

La designación del coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

3.17.-PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de las obras, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención en el que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función de la ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación del coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

3.18.-OBLIGACIONES CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular de.
- El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materia peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y el promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

3.19.-OBLIGACIONES TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3.20.-LIBRO DE INCIDENCIAS.

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

3.21.-PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Cuando durante la realización de las obras el coordinador observe algún incumplimiento de las normas de seguridad y salud, informará al contratista y registrará dicho incumplimiento en el registro de incidentes. Se le otorga la autoridad para, en situaciones

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, detener sectores específicos de la obra o, si es necesario, la obra en su totalidad.

Se notificará este hecho según corresponda a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia donde se esté llevando a cabo la obra. Además, se comunicará al contratista y, en su caso, a los subcontratistas y/o trabajadores autónomos afectados sobre la suspensión, así como a los representantes de los trabajadores.

3.22.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.

Los contratistas y subcontratistas deberían garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

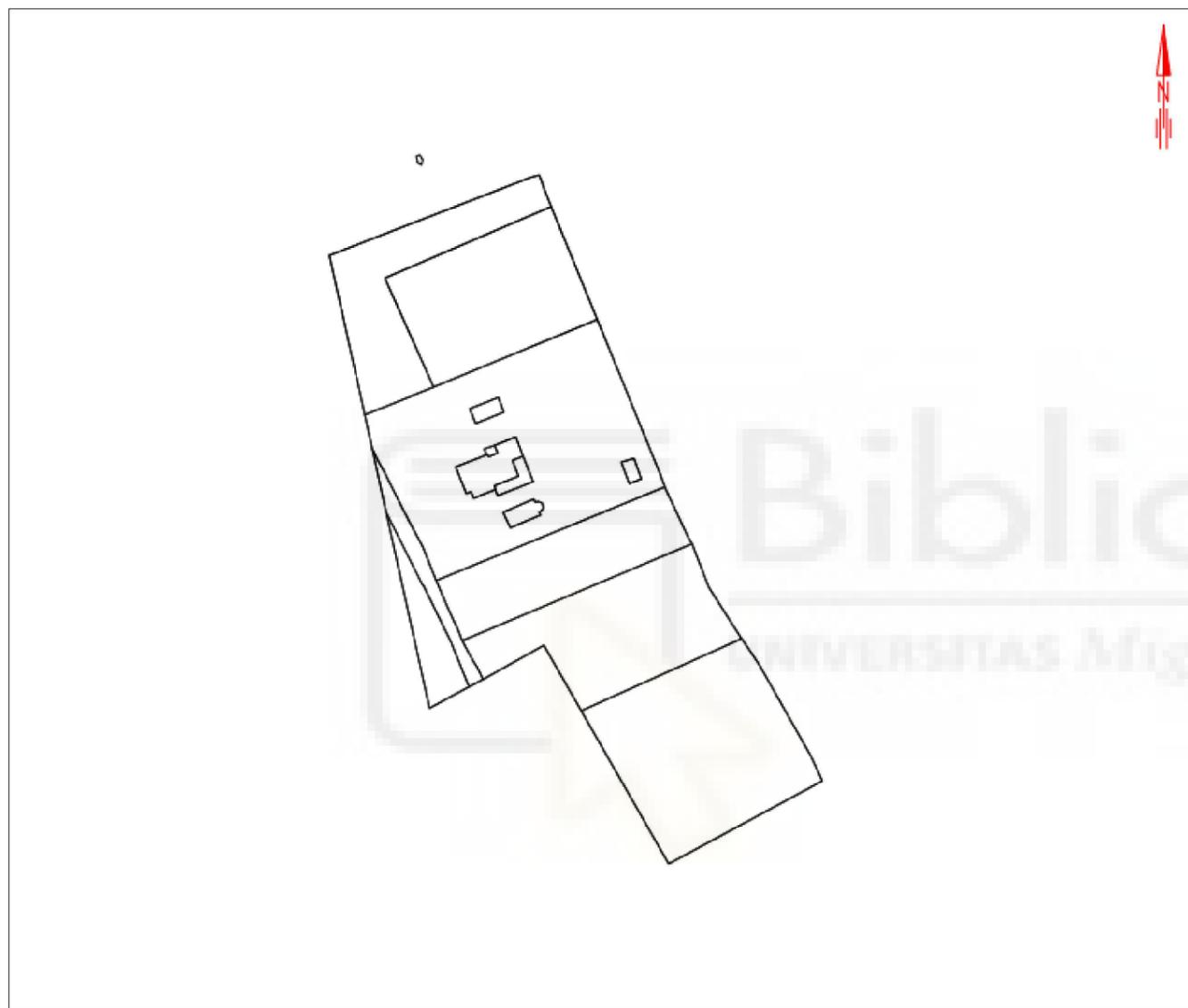


4.- PLANOS.



PD MAITINO, 2097. ELCHE [ALICANTE]

30 de diciembre de 2023 12:45



PLANTA GENERAL



CROQUIS A ESCALA 1:2000

SUPERFICIE PARCELA :	14.000 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Sobre Rasante :	324 m ²
Bajo Rasante :	0 m ²
TOTAL :	324 m ²



FOTOGRAFÍA

Página 1/2



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: PLANO DE CASTASTRO

FECHA: 30/12/2023

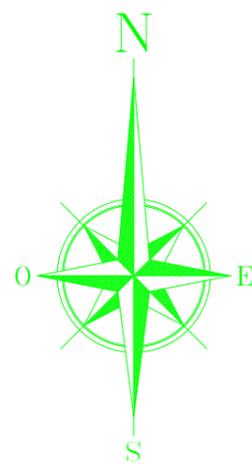
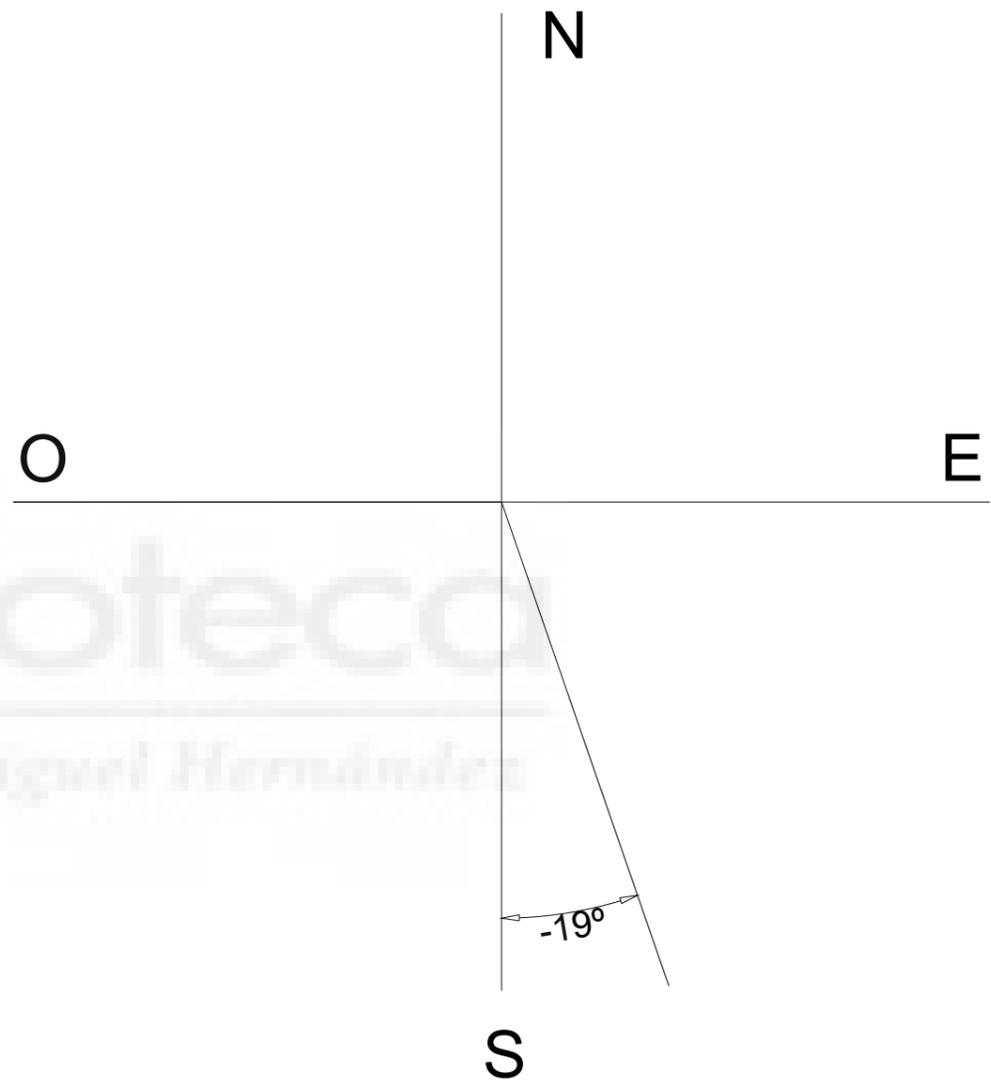
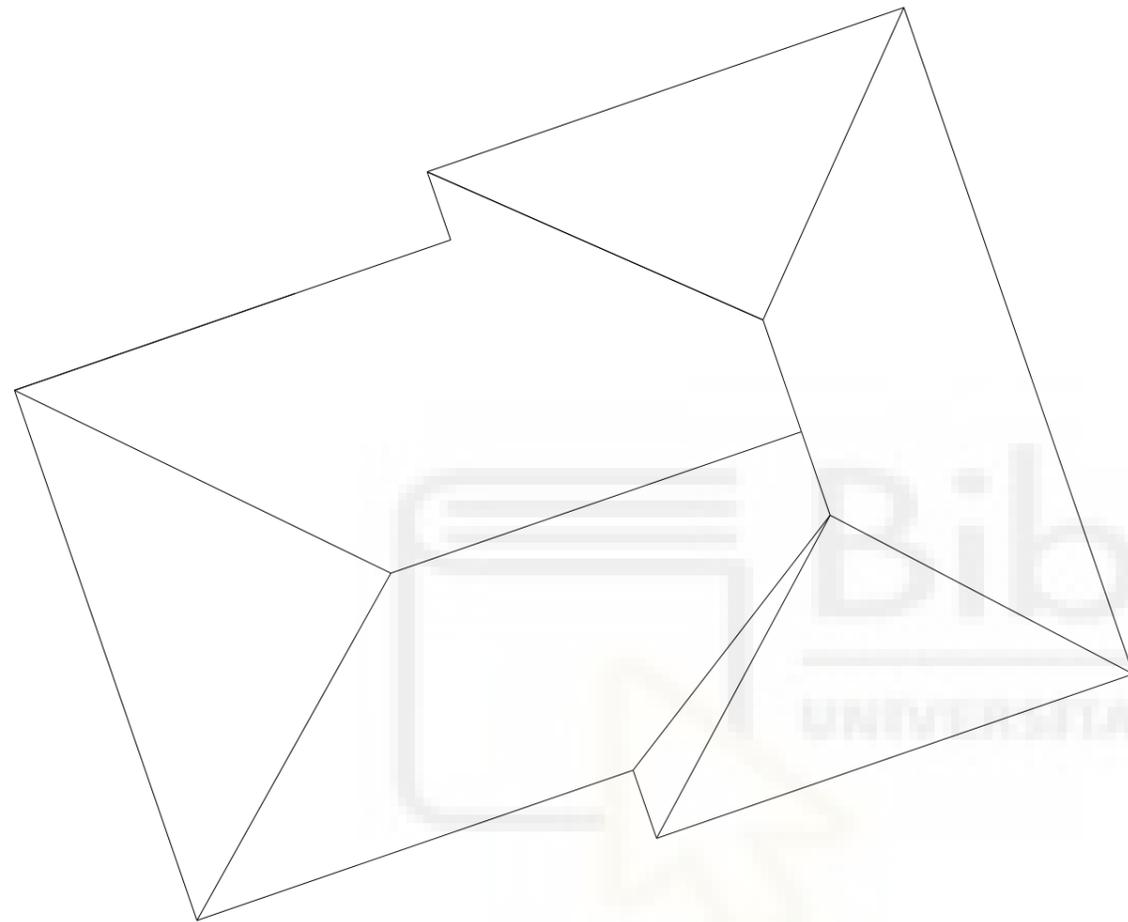
ESCALA: S/E

PLANO

Nº 01

AUTOR

JAVIER CUESTA CLEMENTE



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

FECHA: 30/12/2023

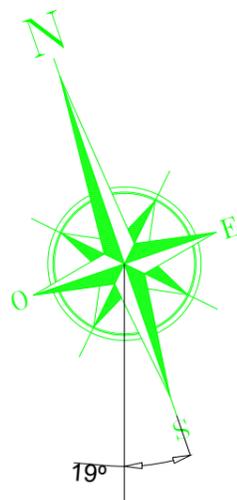
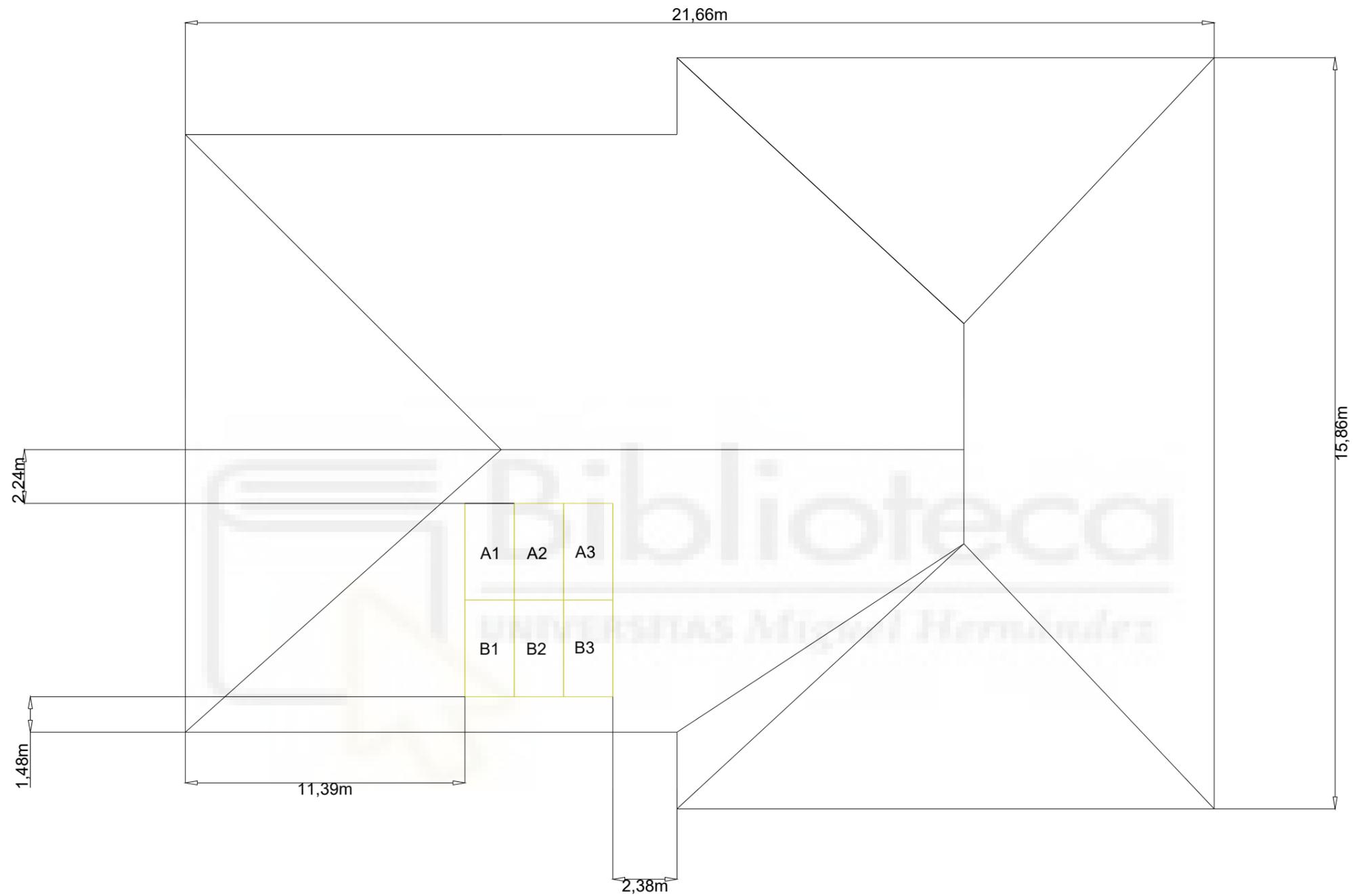
ESCALA: S/E

PLANO

Nº 02

AUTOR

**JAVIER
CUESTA
CLEMENTE**



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: DISPOSICIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

FECHA: 30/12/2023

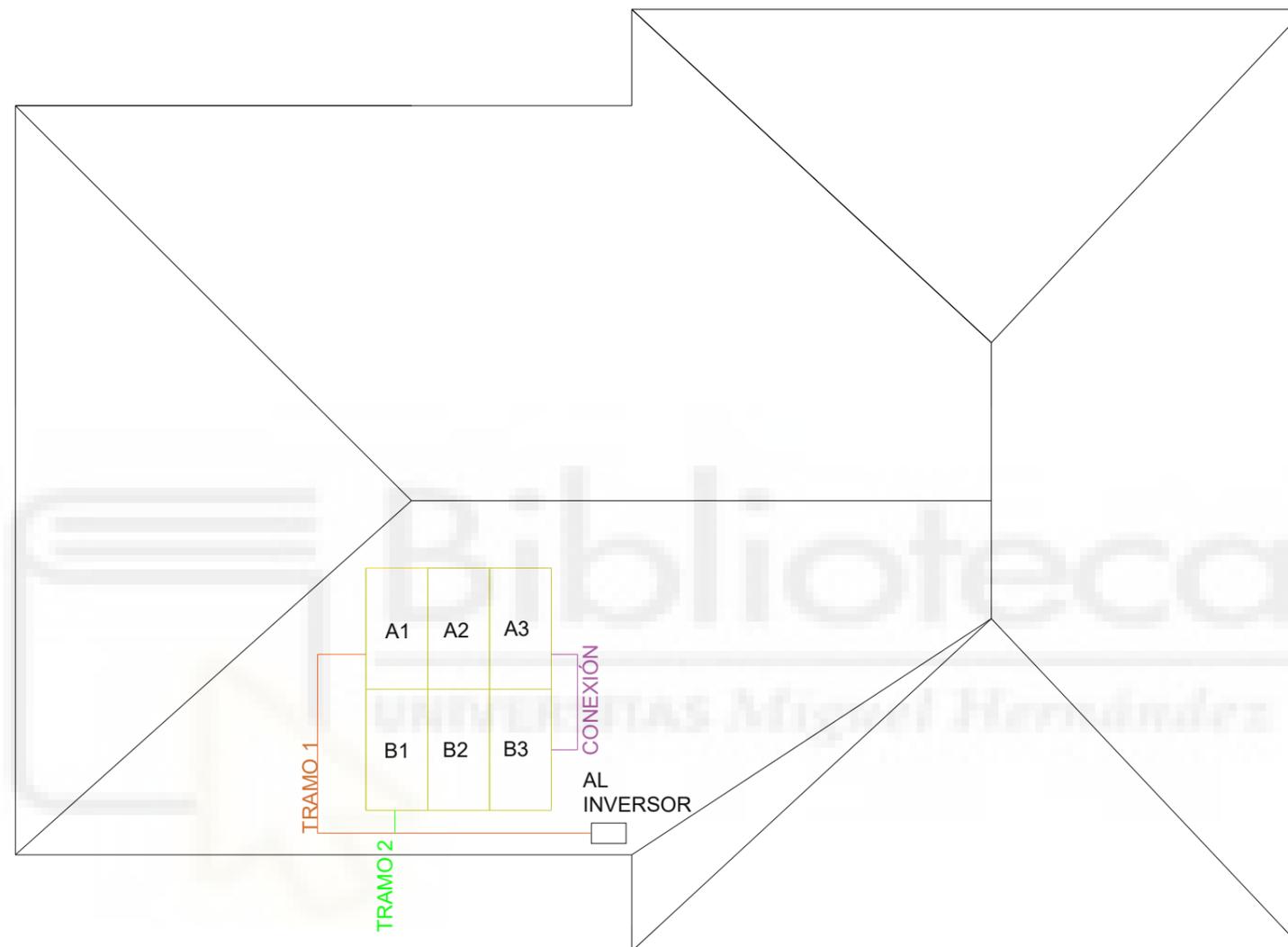
PLANO

AUTOR

JAVIER
CUESTA
CLEMENTE

ESCALA: 1/200

Nº 03



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ESQUEMA CABLEADO FOTOVOLTAICA

FECHA: 30/12/2023

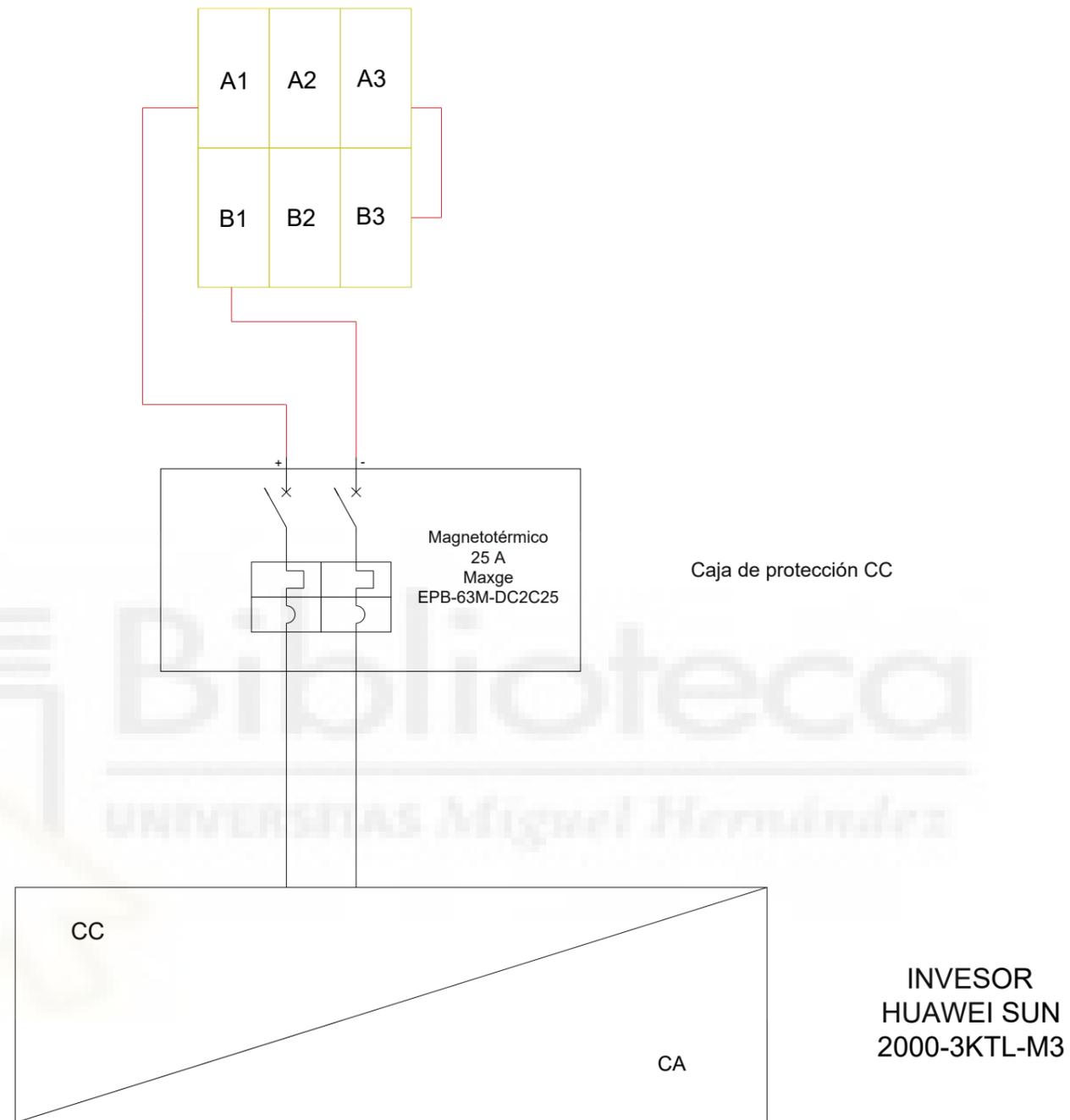
PLANO

AUTOR

JAVIER
CUESTA
CLEMENTE

ESCALA: 1/200

Nº 04



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR TRAMO CORRIENTE CONTINUA OPCIÓN FOTOVOLTAICA

FECHA: 30/12/2023

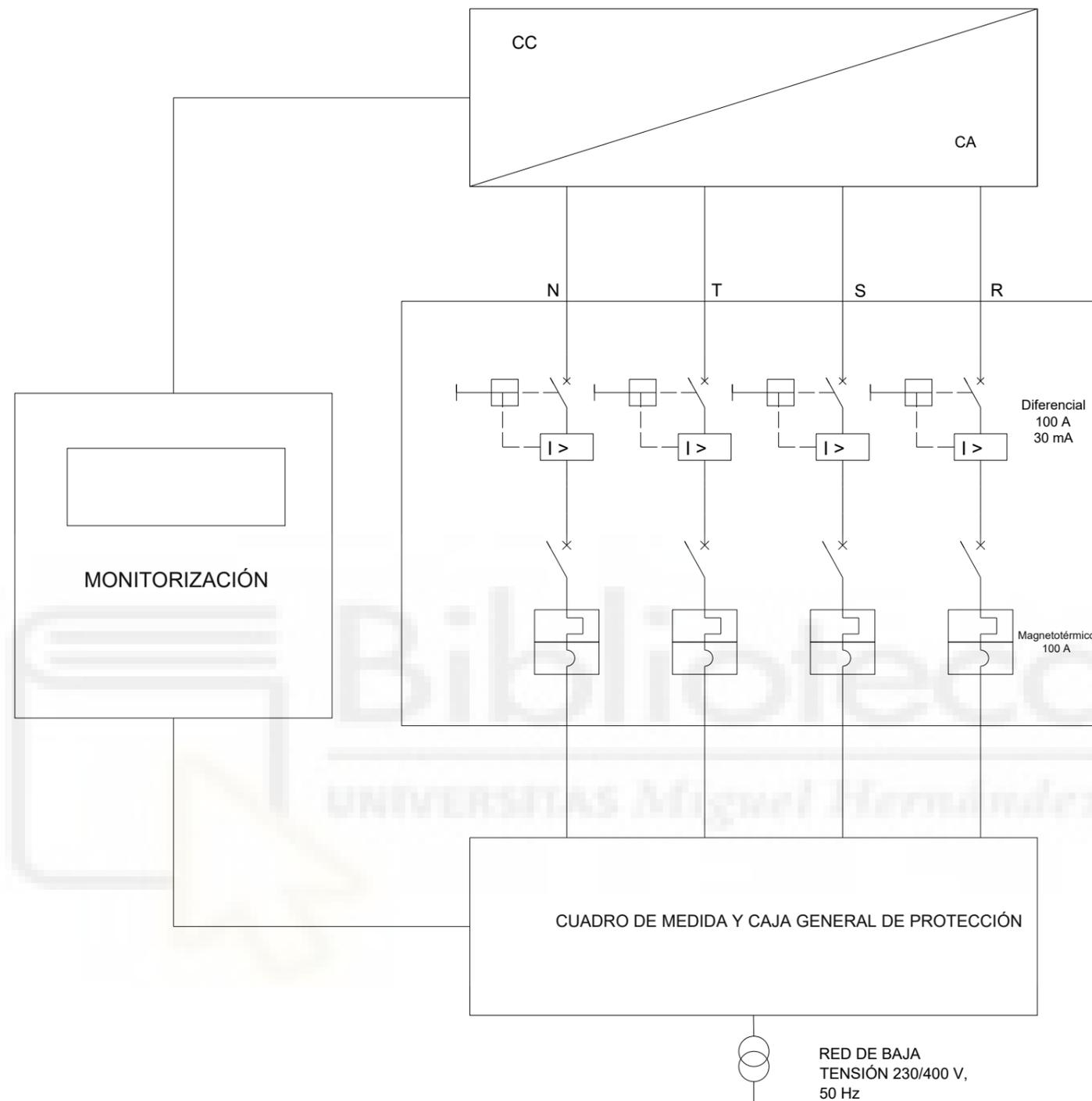
PLANO

AUTOR

**JAVIER
CUESTA
CLEMENTE**

ESCALA: 1/200

Nº 05



INVESOR
HUAWEI SUN
2000-3KTL-M3

Caja de
protección CA



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR TRAMO CORRIENTE ALTERNA OPCIÓN FOTOVOLTAICA

FECHA: 30/12/2023

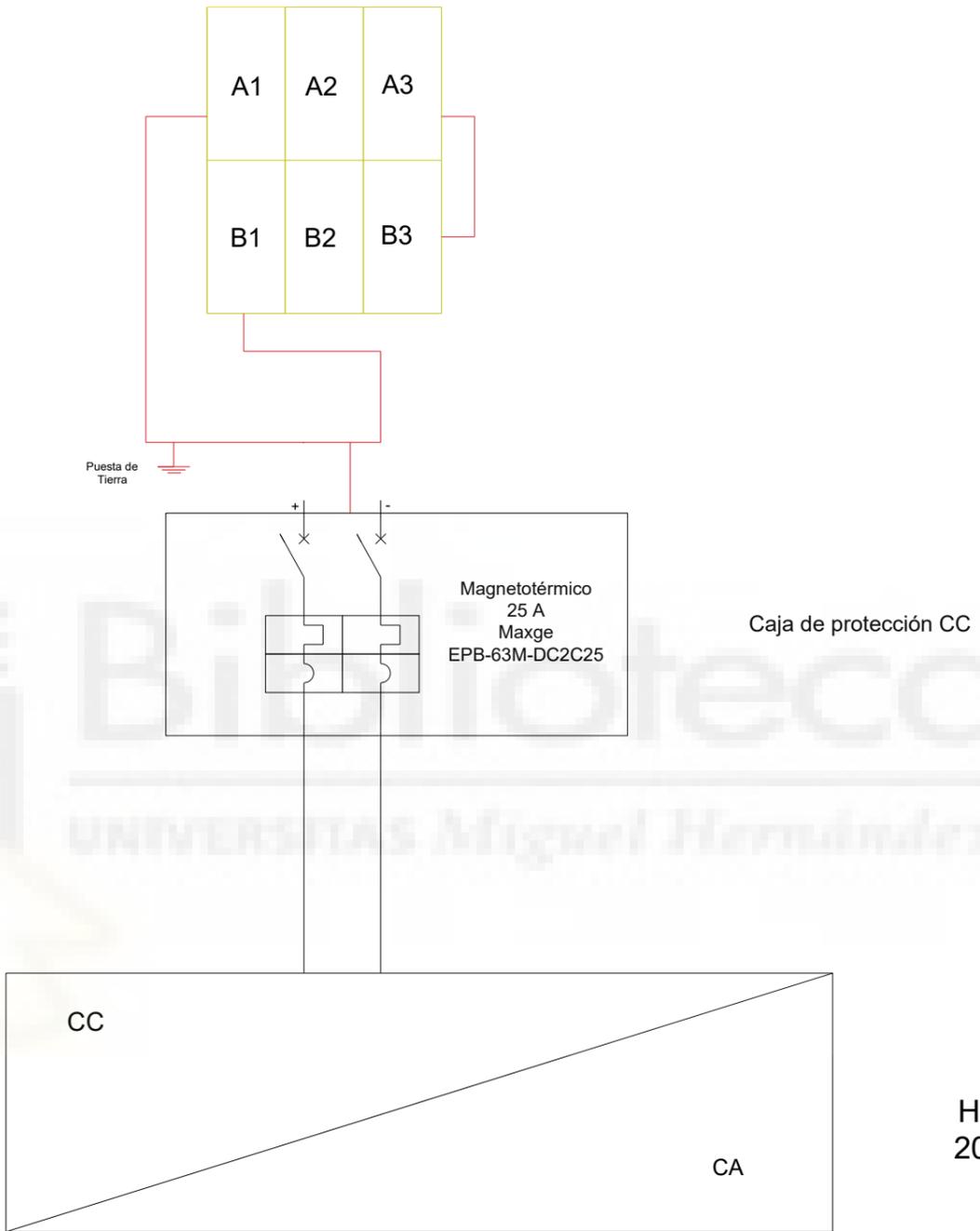
ESCALA: 1/200

PLANO

Nº 06

AUTOR

JAVIER
CUESTA
CLEMENTE



INVERSOR
HUAWEI SUN
2000-3KTL-M3



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR TRAMO TOMA DE TIERRA OPCIÓN FOTOVOLTAICA

FECHA: 30/12/2023

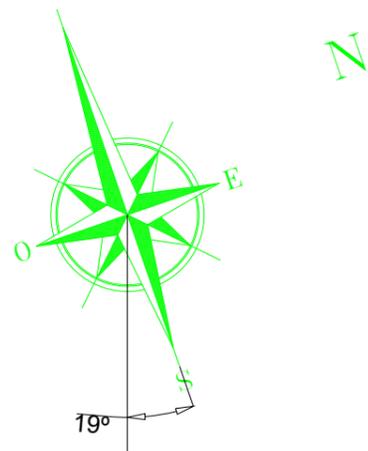
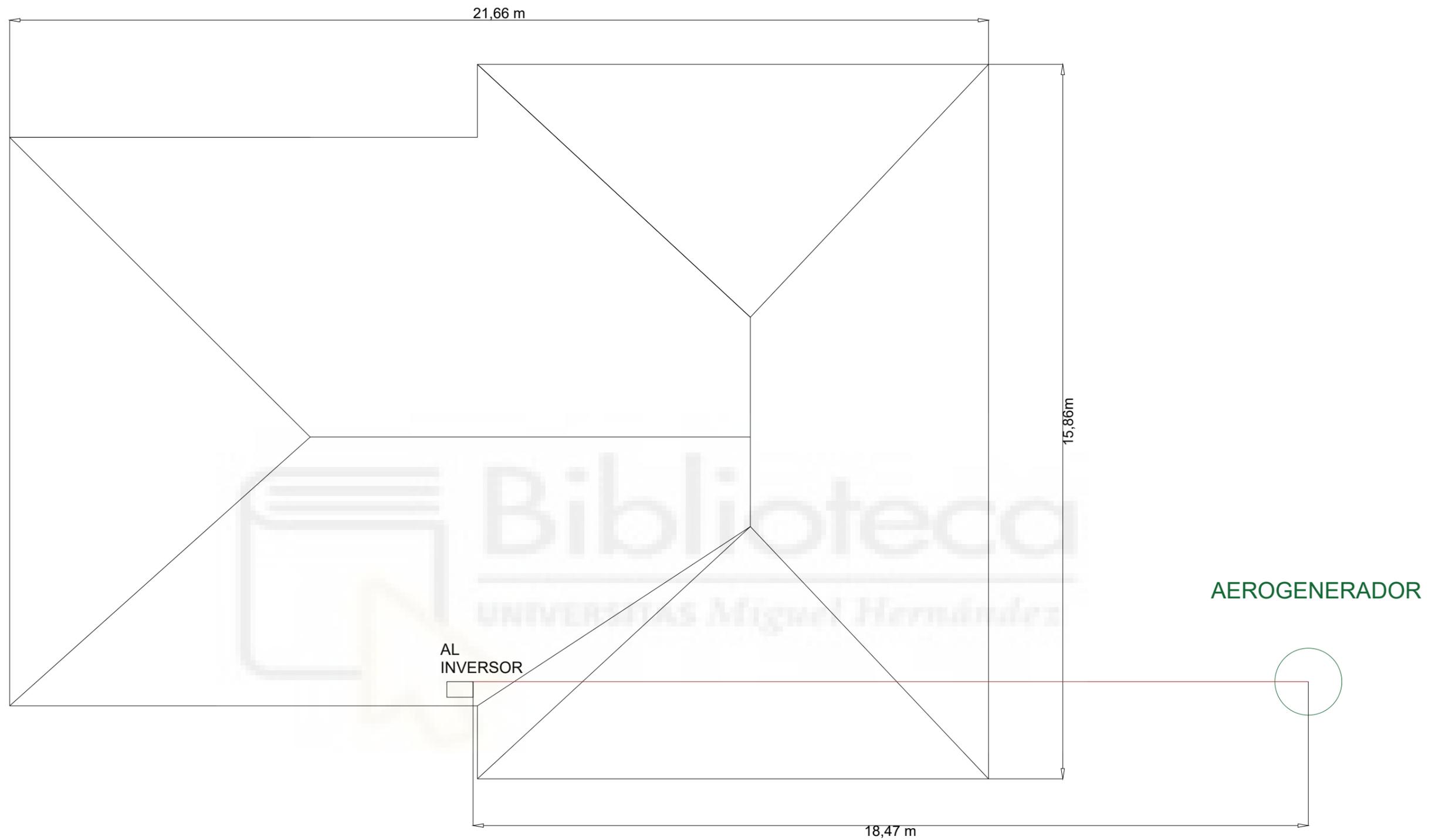
PLANO

AUTOR

**JAVIER
CUESTA
CLEMENTE**

ESCALA: 1/200

Nº 07



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: DISPOSICIÓN DEL AEROGENERADOR

FECHA: 30/12/2023

PLANO

AUTOR

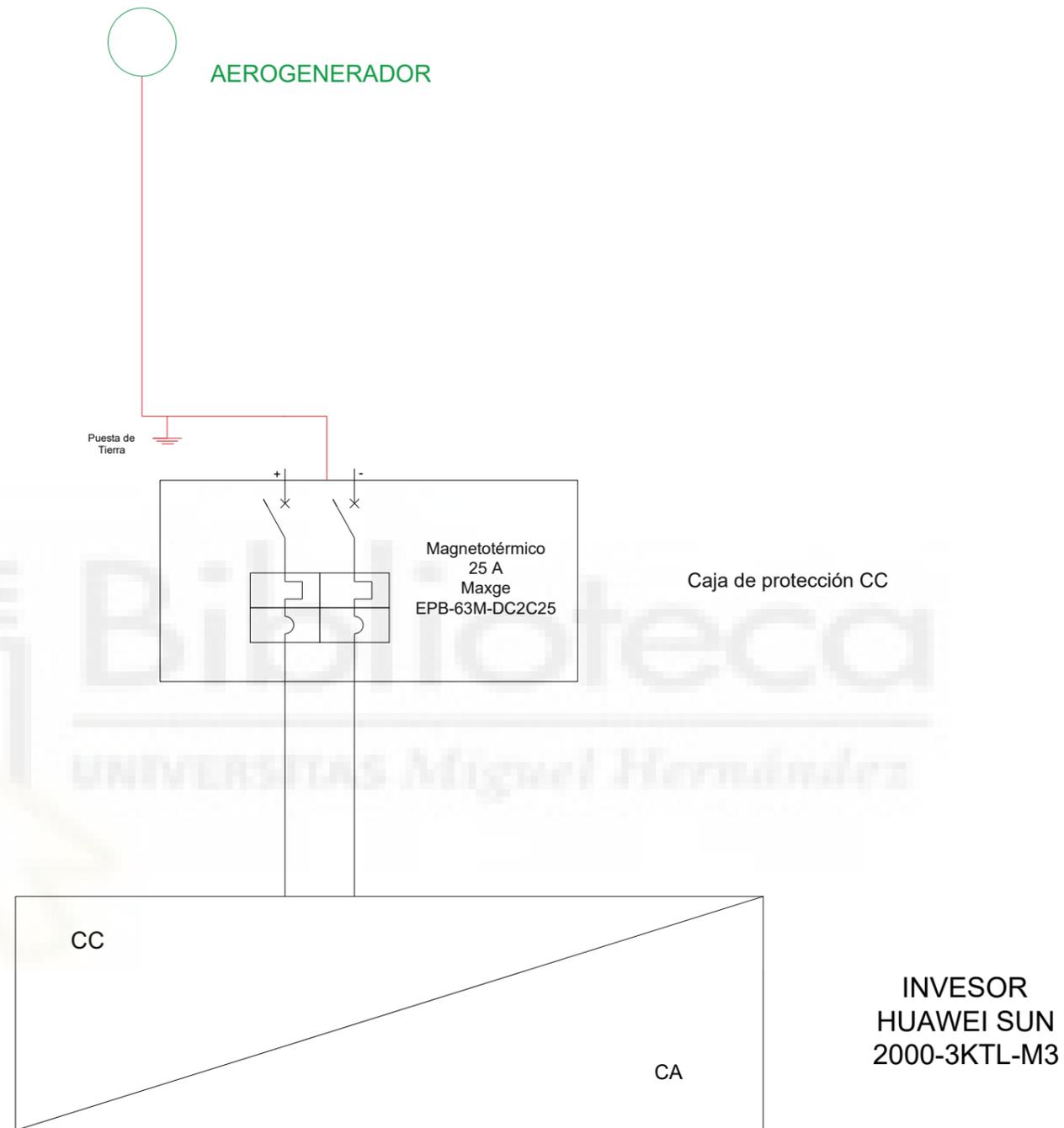
JAVIER

ESCALA: 1/200

Nº 08

CUESTA

CLEMENTE



GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PROYECTO: COMPARATIVA DE ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

PROMOTOR: JAIME BONET ALONSO

SITUACIÓN: PARTIDA MAITINO 2097C, ELCHE

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR TRAMO TOMA DE TIERRA OPCIÓN EÓLICA

FECHA: 30/12/2023

PLANO

AUTOR

**JAVIER
CUESTA
CLEMENTE**

ESCALA: 1/200

Nº 09

5.- PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1.- OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones tanto de la instalación fotovoltaica como de la instalación eólica para autoconsumo cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

5.2.- CONDICIONES GENERALES.

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

Todos los materiales que sean utilizados en el proyecto descrito serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el REBT, así como el CTE, y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán escrupulosamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el REBT y cumpliendo de manera estricta las instrucciones recibidas por la dirección facultativa.

5.3.- SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El contratista está obligado a cumplir la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, sobre prevención y riesgos laborales, y el RD 162/97, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Durante el tiempo en el que los operarios trabajen en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal, como por ejemplo metros, reglas o relojes. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante de seguridad.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, tales como casco, gafas, etc., pudiendo el director de obra suspender los trabajos si este cree conveniente que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El director de la obra podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de seguridad social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

5.4.- SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5.5.- DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al director de obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la finalización de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al director de obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

5.6.- REPLANTEO DE LA OBRA.

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado acta, en la que constarán, los datos entregados, firmado por el director de obra y por el representante del contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del contratista.

5.7.- MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas por escrito por el director de obra y que haya sido convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

5.8.- RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

El director de la obra, de acuerdo con el contratista, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que este permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

5.9.- ORGANIZACIÓN.

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del contratista, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

5.10.-FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.

El contratista deberá informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales, y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el contratista deberá dar cuenta diaria al director de obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

5.11.-CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, o bajo tubos enterrados, según se indica en la memoria, planos y mediciones.

Antes de iniciar el tendido de las líneas de cada serie en la parte de continua, deberán estar preparadas las canalizaciones necesarias al ejecutar la obra previa. Deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

5.12.- IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán estos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde – amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso,

aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

5.13.-CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente, protegidas contra la oxidación y deberán ser de clase 2. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca para que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el externo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5.14.-LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.

La distribución del cableado deberá permitir un fácil acceso a todas las partes de este y la identificación del sistema a que pertenece.

Las canalizaciones que transcurran por el interior de los seguidores se realizarán mediante tubo rígido de PVC curvable en caliente, o bien con tubo flexible de poliamida de sección variable, en función del número de cables a alojar. Las derivaciones y conexiones de las líneas se realizarán en cajas estancas de registro.

Los cables serán de aislamiento clase 2, de polietileno reticulado y cubierta de PVC, tipo RV – 0,6/1 KV, s/UNE 21 – 123.

Las conexiones se realizarán de forma segura, con terminales, indicando el número identificador según esquemas.

5.15.-INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

A la salida de los inversores, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

5.16.-FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

5.17.-INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

En la parte de alterna, la protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

- Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.
- Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial – residual. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

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

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

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \times I_a \times U$, donde:

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

5.18.-EQUIPOS DE MEDIDA.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

La conexión de la tierra de medida se realizará uniendo con la tierra del neutro de baja tensión para formar la tierra de servicio, que será distinta de la tierra de protección.

En términos generales, para todos los aspectos relacionados con el montaje del equipo de medida, como precintabilidad, grado de protección, entre otros, se considerarán las directrices establecidas en la normativa de la compañía suministradora.

5.19.-PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS Y EÓLICAS.

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas y eólicas conectadas a la red de baja tensión. En concreto:

- La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
- La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o por cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
- Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

No se indica en el RD 1699/2011, pero se indica en la normativa, que las masas de la instalación fotovoltaica y de la eólica, así como de las otras masas del lugar, estarán conectadas de forma independiente de los conductores correspondientes a la puesta a tierra del pararrayo o pararrayos del lugar si los hubiera (los conductores provenientes de la instalación captadora de rayos y de derivación se conectarán directamente con la puesta a tierra del edificio o lugar de emplazamiento).

5.20.-MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren consignadas en el presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

5.21.-EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el proyecto.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo. Salvo en el caso de las subcontratas.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

5.22.-SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

A menos que el contrato establezca lo contrario o su naturaleza y condiciones indiquen que la obra debe ser ejecutada directamente por el adjudicatario, este tendrá la posibilidad de acordar con terceros la realización de ciertas unidades de obra. La formalización de subcontratos estará sujeta al cumplimiento de los siguientes requisitos:

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Notificar por escrito al director de obra sobre el subcontrato propuesto, detallando las partes de la obra a ejecutar y sus condiciones económicas, para obtener su autorización previa.
- Asegurarse de que las unidades de obra subcontratadas por el adjudicatario no superen el 50% del presupuesto total de la obra principal.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

En cualquier caso, el contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

5.23.-PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, a lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de obra, la prórroga estrictamente necesaria.

5.24.-RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el contratante, requiriendo para ello la presencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicha acta será firmada por el director de obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

5.25.-MANTENIMIENTO.

Garantizar el adecuado funcionamiento de un sistema fotovoltaico a través del mantenimiento es esencial. Esto implica preservar las condiciones óptimas establecidas durante la fase inicial y reducir al mínimo los riesgos de posibles fallas. Cuando sea necesario intervenir nuevamente, ya sea por averías o para realizar modificaciones, es

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

crucial considerar todas las especificaciones detalladas en los apartados de ejecución, control y seguridad, de manera similar a la instalación inicial.



6.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO

OPCIÓN FOTOVOLTAICA

CAPÍTULO 1: ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

1.1	Ud	Instalación módulos fotovoltaicos Longi LR4- 72HPH-460M.			
		Incluye: el suministro de los módulos y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.			
			Medición	Precio	
			6,000	144,90	
					Importe: 869,4
1.2	Ud	Instalación del inversor Huawei SUN2000-3KTL-M3 de la planta fotovoltaica.			
		Incluye: el suministro del inversor y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.			
			Medición	Precio	
			1,000	559,00	
					Importe: 559,00
1.3	Ud	Monitorización de la Instalación fotovoltaica: HUAWEI Smart Logger 3000A.			
		Incluye: el suministro y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.			
			Medición	Precio	
			1,000	594,95	
					Importe: 594,95
1.4	Ud	Instalación de los soportes para los módulos fotovoltaicos marca SUNFER.			
		Incluye: el suministro de las estructuras soporte y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.			
			Medición	Precio	
			6,000	22,05	
					Importe: 135,30
					Total Capítulo 1, Elementos instalación: 2158,35

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

CAPÍTULO 2: CABLEADO.

2.1	m	Cable PRYSMIAN TECSUN (PV) (AS) PVF-1 de 2,5 mm² para la instalación del cableado de corriente continua, corriente alterna y puesta a tierra.			
			Medición	Precio	
			21,20	1,13	
					Importe: 23,96
					Total Capítulo 2, Cableado: 23,96

CAPÍTULO 3: PROTECCIONES.

3.1	Ud	Interruptor magnetotérmico de la marca MAXGE modelo EPB-63M-DC2C25 para la protección de corriente continua.			
			Medición	Precio	
			1,000	37,94	
					Importe: 37,94
3.2	Ud	Interruptor magnetotérmico de la marca ABB modelo S204-C100 para la protección de corriente alterna.			
			Medición	Precio	
			1,000	202,90	
					Importe: 202,90
3.3	Ud	Interruptor diferencial de la marca ABB modelo F204 AC-100/0,03 para la protección de corriente alterna.			
			Medición	Precio	
			1,000	286,35	
					Importe: 286,59
3.4	Ud	Instalación y suministro de armario de protección de la marca GAVE modelo STM11025P/4.			
			Medición	Precio	
			1,000	536,82	
					Importe: 536,82

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

3.5	Ud	Instalación y suministro de armario de protección eléctrica de la marca GAVE modelo ACT25SDA.		
		Medición	Precio	
		1,000	735,82	
				Importe.....: 735,82
				Total Capítulo 3, Protecciones: 1800,07

CAPÍTULO 4: SEGURIDAD Y SALUD.

4.1	Ud	Cinturón reflectante. Amortizable en 3 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.		
		Medición	Precio	
		4,000	3,01	
				Importe: 12,04
4.2	Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.		
		Medición	Precio	
		4,000	3,48	
				Importe: 13,92
4.3	Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cintura ligera de cierre rectangular con cincha de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento manual y bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=15,5 mm y 20 de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm, homologado CE. Amortizable en 5 obras. Recomendado para trabajos en pendiente con amarre fijo; s/R.D.773/97.		
		Medición	Precio	
		4,000	28,48	
				Importe: 113,92
4.5	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/R.D.773/97.		
		Medición	Precio	
		4,000	1,98	
				Importe: 7,92
4.6	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.		
		Medición	Precio	
		2,000	1,26	
				Importe: 2,52

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

4.7	Ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.	Medición 4,000	Precio 0,67	Importe:	3,48
4.8	Ud Juego de tapones anti-ruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/R.D.773/97.	Medición 4,000	Precio 0,6	Importe:	2,40
4.9	Ud Cinturón de seguridad de sujeción, homologado, (amortizable en 4 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.	Medición 4,000	Precio 4,48	Importe:	17,92
4.11	Ud Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.	Medición 2,000	Precio 7,35	Importe:	14,70
4.12	Ud Par de botas aislantes para electricista hasta 5000 V de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.	Medición 4,000	Precio 8,72	Importe:	34,88
Total Capítulo 4, Seguridad y Salud:					188,82

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA.

5.1	Ud	Mano de obra para el montaje de la instalación descrita en el proyecto.	
		Medición	Precio
		1,000	1600
			Importe: 1600

CAPÍTULO 6: LEGALIZACIÓN.

6.1	Ud	Legalización de la instalación completa.	
		Medición	Precio
		1,000	500
			Importe: 500



EL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ASCIENDE A UNA CANTIDAD DE SIETE MIL QUINIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON VEINTITRÉS CENTIMOS. (7535,23)

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

OPCIÓN EÓLICA

CAPÍTULO 1: ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

1.1 Ud Instalación aerogenerador ENAIR E30PRO.

Incluye: el suministro del aerogenerador y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.

Medición	Precio
1,000	8100,00

Importe: 8100,00

1.2 Ud Instalación torrecuatripata de celosía soldada de 12 m DB30.

Incluye: el suministro de la torre y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.

Medición	Precio
1,000	1445,95

Importe: 1445,95

1.3 Ud Instalación del inversor Huawei SUN2000-3KTL-M3 de la planta fotovoltaica.

Incluye: el suministro del inversor y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.

Medición	Precio
1,000	559,00

Importe: 559,00

1.4 Ud Monitorización de la Instalación fotovoltaica: HUAWEI Smart Logger 3000A.

Incluye: el suministro y todos sus elementos accesorios. Medios auxiliares.

Medición	Precio
1,000	594,95

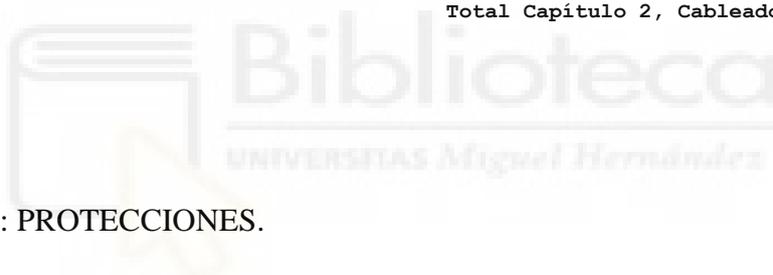
Importe: 594,95

Total Capítulo 1, Elementos instalación: 10699,90

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

CAPÍTULO 2: CABLEADO.

2.1	m	Cable PRYSMIAN TECSUN (PV) (AS) PVF-1 de 2,5 mm² para la instalación del cableado de corriente alterna y puesta a tierra.			
			Medición	Precio	
			7,00	1,13	
					Importe: 7,91
2.2	m	Cable PRYSMIAN TECSUN (PV) (AS) PVF-1 de 16, mm² para la instalación del cableado de corriente continua.			
			Medición	Precio	
			9,03	3,38	
					Importe: 30,52
					Total Capítulo 2, Cableado: 38,43



CAPÍTULO 3: PROTECCIONES.

3.1	Ud	Interruptor magnetotérmico de la marca MAXGE modelo EPB-63M-DC2C25 para la protección de corriente continua.			
			Medición	Precio	
			1,000	37,94	
					Importe: 37,94
3.2	Ud	Interruptor magnetotérmico de la marca ABB modelo S204-C100 para la protección de corriente alterna.			
			Medición	Precio	
			1,000	202,90	
					Importe: 202,90
3.3	Ud	Interruptor diferencial de la marca ABB modelo F204 AC-100/0,03 para la protección de corriente alterna.			
			Medición	Precio	
			1,000	286,35	
					Importe: 286,59

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

3.4	Ud	Instalación y suministro de armario de protección de la marca GAVE modelo STM11025P/4.			
			Medición	Precio	
			1,000	536,82	
					Importe: 536,82
3.5	Ud	Instalación y suministro de armario de protección eléctrica de la marca GAVE modelo ACT25SDA.			
			Medición	Precio	
			1,000	735,82	
					Importe.....: 735,82
					Total Capítulo 3, Protecciones: 1800,07

CAPÍTULO 4: SEGURIDAD Y SALUD.

4.1	Ud	Cinturón reflectante. Amortizable en 3 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.			
			Medición	Precio	
			4,000	3,01	
					Importe: 12,04
4.2	Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.			
			Medición	Precio	
			4,000	3,48	
					Importe: 13,92
4.3	Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cintura ligera de cierre rectangular con cincha de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento manual y bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=15,5 mm y 20 de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm, homologado CE. Amortizable en 5 obras. Recomendado para trabajos en pendiente con amarre fijo; s/R.D.773/97.			
			Medición	Precio	
			4,000	28,48	
					Importe: 113,92
4.5	Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/R.D.773/97.			
			Medición	Precio	
			4,000	1,98	

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Importe: 7,92

4.6 Ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
2,000	1,26

Importe: 2,52

4.7 Ud Gafas antipolvo antiempañables, panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	0,67

Importe: 3,48

4.8 Ud Juego de tapones anti-ruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	0,6

Importe: 2,40

4.9 Ud Cinturón de seguridad de sujeción, homologado, (amortizable en 4 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	4,48

Importe: 17,92

4.11 Ud Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
2,000	7,35

Importe: 14,70

4.12 Ud Par de botas aislantes para electricista hasta 5000 V de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	8,72

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Importe: 34,88

Total Capítulo 4, Seguridad y Salud: 188,82

CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA.

5.1 Ud Mano de obra para el montaje de la instalación descrita en el proyecto.

Medición	Precio
1,000	2400

Importe: 2400

CAPÍTULO 6: LEGALIZACIÓN.

6.1 Ud Legalización de la instalación completa.

Medición	Precio
1,000	500

Importe: 500

EL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ASCIENDE A UNA CANTIDAD DE DIECIOCHO MIL QUINIENTOS SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS DE EURO. (18507,71).

7.- ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS EN AMBAS OPCIONES.

Panel fotovoltaico:



Hi-MO 4m

LR4-72HPH
430~460M

- Suitable for ground power plants and distributed projects
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - MS Gallium-doped Wafer
 - 5-busbar Half-Cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 4703
ISO 9001:2015 ISO Quality Management System
ISO 14001:2015 ISO Environment Management System
TSM2512: Guideline for module design qualification and type approval
ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety

LONGi

UL, ISO, CE

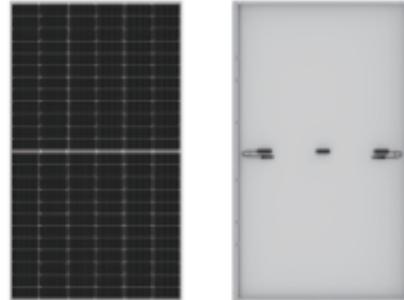
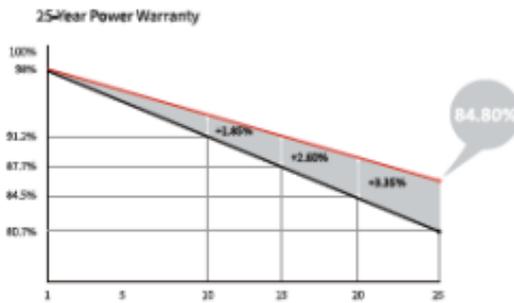
COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Hi-MO 4m

LR4-72HPH 430~460M

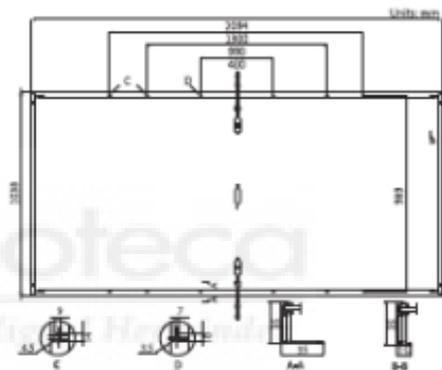
21.2% MAX MODULE EFFICIENCY
0~+5W POWER TOLERANCE
<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION
0.55% YEAR 2-25 POWER DEGRADATION
HALF-CELL Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6x24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	23.3kg
Dimension	2094×1038×35mm
Packaging	30pcs per pallet / 150pcs per 20' GP / 660pcs per 40' HC



Electrical Characteristics	STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax : ±3%									
	LR4-72HPH-430M	LR4-72HPH-435M	LR4-72HPH-440M	LR4-72HPH-445M	LR4-72HPH-450M	LR4-72HPH-455M	LR4-72HPH-460M							
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT						
Maximum Power (Pmax/W)	430	321.1	435	324.9	440	328.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8	460	343.5
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.5	45.5	48.7	45.7	48.9	45.8	49.1	46.0	49.3	46.2	49.5	46.4	49.7	46.6
Short Circuit Current (Isc/A)	11.31	9.15	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43	11.73	9.48
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8	41.9	39.0
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75	10.98	8.80
Module Efficiency(%)	19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9		21.2	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



No.8369 Shangyuan Road, Xi'an Economic And Technological Development Zone, Xi'an, Shaanxi, China.
 Web: en.longi-solar.com

Specifications Included in this datasheet are subject to change without notice. LONGI reserves the right of final interpretation. (20210509V13)

Ilustración 31: Ficha técnica del módulo fotovoltaico.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Inversor fotovoltaico/eólico:

Smart Energy Center



Seguridad activa

Protección contra arcos eléctricos active con tecnología de IA



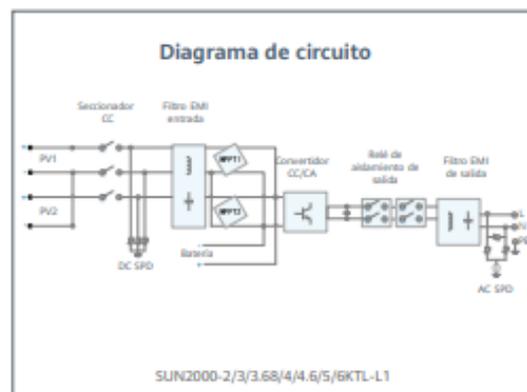
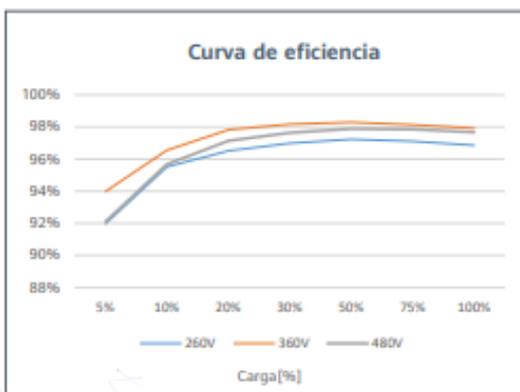
Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de energía con optimizadores



2x POTENCIA de Batería

5kW de Salida en CA más 5kW de Carga en Baterías



COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1
Especificaciones técnicas

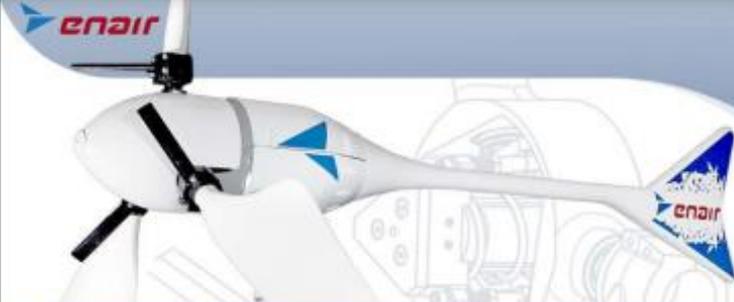
Especificaciones técnicas	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1 ¹
Eficiencia							
Eficiencia Máxima	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
Eficiencia europea	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %
Entrada (FV)							
Entrada de CC máxima recomendada ²	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Máx. tensión de entrada	600 V ³						
Tensión de arranque	100 V						
Rango de tensión de operación de MPPT	90 V - 560 V ³						
Tensión nominal de entrada	360 V						
Máx. intensidad por MPPT	12.5 A						
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	18 A						
Cantidad de MPPTs	2						
Máx. número de entradas por MPPT	1						
Entrada (Batería CC)							
Batería compatible	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R						
Rango de tensión de operación	350 - 450 Vdc						
Max. corriente de operación	10 A @7H_R / 15 A @10H_R						
Potencia de carga máxima	3,500 W @7H_R / 5,000 W @10H_R						
Potencia máxima de descarga @ 7H_R	2,200 W	3,300 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W
Potencia máxima de descarga @ 10H_R	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Batería compatible	HUAWEI Smart ESS Battery 5kWh - 30kWh ¹						
Rango de tensión de operación	350 - 560 Vdc						
Max. corriente de operación	15 A						
Potencia de carga máxima	5,000 W ⁴						
Potencia máxima de descarga	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Salida							
Conexión a la red eléctrica	Monofásica						
Potencia de salida nominal	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ⁵	6,000 W
Máx. potencia aparente de CA	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ⁶	5,500 VA ⁷	6,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz						
Máx. intensidad de salida	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁸	25 A ⁸	27.3 A
Factor de potencia ajustable	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %						
Salida para SAI	Sí (a través de Backup Box-80 ⁹)						
Protección & Características							
Protección anti-isla	Sí						
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí						
Monitorización de aislamiento	Sí						
Protección contra descargas atmosféricas CC	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11						
Monitorización de la corriente residual	Sí						
Protección contra sobretensión de CA	Sí						
Protección contra cortocircuito de CA	Sí						
Protección contra sobretensión de CA	Sí						
Protección contra sobrecalentamiento	Sí						
Protección de falla de arco	Sí						
Carga inversa de la batería desde la red	Sí						
Datos generales							
Rango de temperatura de operación	-25 ~ +60 °C						
Humedad relativa de operación	0 %RH - 100 %RH						
Altitud de operación	0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2000 m)						
Ventilación	Convección natural						
Pantalla	Indicadores LED; WLAN integrado + aplicación FusionSolar						
Comunicación	RS485, WLAN a través del módulo WLAN incorporado en el inversor						
Peso (incluido soporte de montaje)	12.0 kg						
Dimensiones (incluido soporte de montaje)	365mm * 365mm * 156 mm						
Grado de protección	IP65						
Consumo de energía durante la noche	< 2.5 W						
Compatibilidad con optimizadores							
Optimizador compatible con MBUS CC	SUN2000-450W-P						
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)							
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2						
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116						

¹ 1 Disponible en Q3 del 2020.
² La potencia fotovoltaica de entrada máxima del inversor es de 10.000 Wp cuando las cadenas largas se diseñan y conectan el completo de optimizadores de potencia SUN2000-450W-P.
³ El límite máximo de tensión de entrada y de operación se reducen a 495 V cuando el inversor se conecta y funciona con la batería LG.
⁴ 2.500 W en las baterías HUAWEI ESS de 5kWh.
⁵ AS4777.2:4.991W * 6. VDE-AR-N 4105:4.630VA / AS4777.2:4.999VA * 7. AS4777.2:4.999VA / C10/11:5.000VA * 8. AS4777.2:21.7A.

Ilustración 32: Ficha técnica del inversor.

COMPARATIVA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA Y ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Aerogenerador eólico:



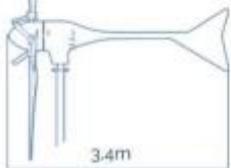
E30PRO

FICHA TÉCNICA

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 30PRO es capaz de generar más de 30kWh/día

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

Numero de palas	3
Material de palas	Fibra de vidrio con resinas y núcleo de poliuretano
Generador	250rpm nominales imanes de neodimio
Potencia	3000W
Potencia Nominal	1900W (según IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	3,80m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	11,34m ²
Peso	125kg
Aplicaciones	Carga de baterías 24 o 48V y conexión a red
Viento de arranque	2m/s
Velocidad nominal	11m/s
Vel. regulación paso variable	12m/s
Velocidad de supervivencia	60m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 60m/s
Tipo	Rotor de eje horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo con timón de orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo centrifugo con dos vel.
Transmisión	Directa
Freno	- Electromagnético por cortocircuito - Mecánico (opcional) - Aerodinámico mediante paso variable - Manual o automático por viento o por tensión de baterías
Controlador	Carga de baterías y conexión a red
Inversor eólico	Eficiencia 97%, algoritmo MPPT
Ruido	48dB Reducción al mínimo gracias al diseño de las palas y a las bajas revoluciones. 1% más que el ruido ambiente del viento
Protección anti-corrosión	Hermético, pintura epoxi de secado al horno de alta temperatura, generando un recubrimiento plástico
Torre	Celosía, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable







Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

Ilustración 33: Ficha técnica del aerogenerador.

8.- ANEXO II: INFORME DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE FOTOVOLTAICA.

R1-12/20

Ficha técnica

01V

SopORTE coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

- SopORTE coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válida para todo tipo de tejas, excepto pizarra.
- Sin necesidad de desmontar la cubierta.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válida para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tomillería 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 K11
 (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema P5
 (Ver página 3)

Carga de nieve: 40 kg/m²

Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo

Braca para hormigón N°12
Braca para madera N°9

Llave de montaje: Fijación hexagonal núm. 7

Tornillo cabeza de mariposa M8 para anclaje de guía - premontada

Máx. 225
Mín. 140
67
Cotas en mm

Roaca madera M10

Perfil compatible G1

Nota
La fijación L no se debe montar hasta haber fijado el anclaje.

*Para losa de hormigón, se recomienda utilizar taca química.

*Para anclaje a madera se recomienda un pretaladro con una braca del núm. 9

Perfiles paralelos a la cumbre

Perfiles perpendiculares a la cumbre

Par de apriete:
Tornillo Pesar 7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal 20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm
Tornillo M6,3 Hexagonal 10 Nm

Herramientas necesarias:

Seguridad:

100% Reciclable
Marcado ES19/86524 CE

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

Anclaje a hormigón Anclaje a madera Tornillos incluidos Otros Teja

9.- ANEXO III: INFORME DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE EÓLICA.

La Torre

Se recomienda colocar el aerogenerador sobre una torre independiente, separada de la vivienda, para evitar que esta pueda provocar turbulencias y cualquier tipo de vibración que pueda ser transmitida a la vivienda.

El anclaje de la torre se realizará según el tipo a instalar, sujeta al suelo firmemente, generalmente con una cimentación de hormigón, totalmente vertical y nivelada, para evitar un mal funcionamiento de su aerogenerador.

ATENCIÓN:

En todo momento se debe de comprobar que la torre quede totalmente vertical y nivelada.

En el caso de torres de poca base que precisen tensores, una vez anclada la base y colocada la torre, se le colocarán 3 ó 4 tensores cuyos soportes se anclarán firmemente al suelo, generalmente con una base de hormigón.

La torre debe quedar totalmente inmóvil y consistente.

Los tensores deberán ser cables de acero de 6 a 10 mm de grosor, y su sujeción a la torre en la parte alta deberá estar por debajo del diámetro de las hélices.

Para una mayor seguridad eléctrica es recomendable la instalación de una placa toma-tierra ,conectada a la base de la torre y situada a unos metros de la base de la misma.

No es recomendable la instalación de pararrayos cercanos, dentro del área del aerogenerador.

