



**Universitat de les
Illes Balears**

Escuela Politécnica Superior

Trabajo Final de Grado

**Estudio de rehabilitación de un edificio con
energías renovables.
EPSU0720**

Laura Muñoz Benavides

Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Año académico 2016-17

DNI del alumno: 43172026Z

Trabajo tutelado por Andreu Moià Pol
Departamento de Física. Área de Ingeniería Mecánica.

Se autoriza a la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con finalidades exclusivamente académicas y de investigación.	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Palabras claves del trabajo:

Instalación fotovoltaica, amortización, instalación solar térmica, inversión económica, energías renovables, captadores solares, ahorro económico, aportación solar, autoconsumo.

SUMARIO

ACRÓNIMOS.....	7
RESUMEN.....	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 INTRODUCCIÓN A LAS FUENTES DE ENERGÍA.....	9
1.2 LA ENERGÍA SOLAR.....	10
1.3 LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	11
1.4 LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	12
2. MEMORIA	14
2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	14
2.1.1 AGENTES.....	14
2.1.1.1 PROMOTOR.....	14
2.1.1.2 PROYECTISTAS.....	14
2.2 INFORMACIÓN PREVIA.....	14
2.2.1 ANTECEDENTES Y CONDICIONES DE PARTIDA.....	14
2.2.2 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.....	15
2.2.3 ENTORNO FÍSICO.....	15
2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO: ESTADO ACTUAL.....	16
2.3.1 CUADRO DE SUPERFICIES (ESTADO ACTUAL):.....	16
2.3.2 FOTOGRAFÍAS ESTADO ACTUAL.....	17
2.4 PROGRAMA DE NECESIDADES.....	19
2.5 REQUISITOS DEL PROYECTO DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES:.....	19
2.6 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	20
2.7 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO (ESTADO REHABILITADO).....	20
2.8 ALCANCE DEL PROYECTO.....	22
2.9 NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	22
2.10 HERRAMIENTAS DE CÁLCULO INSTALACIÓN ST Y FV.....	23
2.11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	24
2.11.1 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO.....	24
2.11.2 NORMATIVA APLICABLE.....	26
2.11.3 DATOS PREVIOS PARA PROCEDIMIENTO 1 Y 2.....	29

2.11.3.1 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	29
2.11.3.2 ORIENTACIÓN DE LOS PANELES.....	33
2.11.3.3 CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO (HULC)	34
2.11.4 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 1 ST EXCEL.	37
2.11.5 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 2 ST POLYSUN.	46
2.11.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	46
2.11.5.2 INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS	47
2.11.5.3 RESULTADOS OBTENIDOS.....	50
2.11.6 DIAGRAMA DE GANTT SOLAR TÉRMICA	56
2.12 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	59
2.12.1 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO.	60
2.12.2 DATOS PREVIOS PARA PROCEDIMIENTO 1 Y 2.	61
2.12.2.1 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	61
2.12.3 POSICIÓN Y ORIENTACIÓN DE LAS PLACAS FV.....	65
2.12.4 DECRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 1 FV EXCEL.	67
2.12.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO 2 FV POLYSUN.	80
2.12.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	80
2.12.5.2 INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS	81
2.12.5.3 RESULTADOS CON BATERÍAS	82
2.12.5.4 RESULTADOS SIN BATERÍAS	84
2.12.6 DIAGRAMA DE GANTT FOTOVOLTAICA.....	87
3. PRESUPUESTO	89
4. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	90
4.1 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	90
4.2 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	93
5. CONCLUSIÓN	96
5.1 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	96
5.2 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	97
5.3 CONCLUSIÓN FINAL	98
A. CÁLCULOS SOLAR TÉRMICA.....	99
A.1 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 1 COLECTOR.	99
A.2 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 2 COLECTORES.....	100
A.3 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 3 COLECTORES.....	101

B. CÁLCULOS FOTOVOLTAICA	102
B.1 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 10 PANELES CON BATERÍA.....	102
B.2 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 12 PANELES CON BATERÍA	103
B.3 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 10 PANELES SIN BATERÍA	104
B.4 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 12 PANELES SIN BATERÍA	105
C. FICHAS TÉCNICAS	106
C.1 DEPÓSITO DAIKIN	106
C.2 CAPTADOR VIESSMANN SOLAR TERMICA.....	107
C.3 CAPTADOR SOLAR FOTOVOLTAICA	109
C.4 INVERSOR.....	111
D. BIBLIOGRAFÍA	113
E. PLANOS	115

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1. Consumo tipo de energía en oficinas.....	10
Imagen 2. Instalación solar térmica.	12
Imagen 3. Instalación solar fotovoltaica	13
Imagen 4. Ubicación Ca Ses Llúcies.	15
Imagen 5. Google Maps. Edificio Ca ses Llúcies.	16
Imagen 6. Ca Ses Llúcies 1	17
Imagen 7. Ca Ses Llúcies 2	18
Imagen 8. Ca Ses Llúcies 3	18
Imagen 9. Ca Ses Llúcies 4	18
Imagen 10. Esquema explicativo proyecto EPSU7020 y EPSU721	20
Imagen 11. Esquema explicativo Procedimiento 1 ST	25
Imagen 12. Esquema explicativo Procedimiento 2 ST	25
Imagen 13. Zonas Climáticas.....	26
Imagen 14. Curva rendimiento captadores solares.....	30
Imagen 15. Tabla de radiación solar en España.....	38
Imagen 16. Variante del proyecto.	47
Imagen 17. Necesidades de ACS	47
Imagen 18. Parámetros del edificio.....	48
Imagen 19. Dimensionamiento paneles ST	48

Imagen 20. Dimensionamiento depósito de acumulación.....	49
Imagen 21. Generador de calor.....	49
Imagen 22. Bomba circuito solar.....	49
Imagen 23. Intercambiador de calor.....	49
Imagen 24. Tuberías.....	50
Imagen 25. Diagrama de GANTT solar térmica.....	58
Imagen 26. Autoconsumo y balance neto.....	59
Imagen 27. Esquema explicativo Procedimiento 1 FV.....	61
Imagen 28. Esquema explicativo Procedimiento 2 FV.....	61
Imagen 29. Esquema general instalación FV.....	63
Imagen 30. Esquema conexión instalación FV.....	64
Imagen 31. Trayectoria solar.....	65
Imagen 32. Distancia entre las placas solares.....	67
Imagen 33. Variantes FV con batería y sin batería.....	80
Imagen 34. Red eléctrica Polysun.....	81
Imagen 35. Campo generador FV Polysun.....	81
Imagen 36. Baterías Polysun.....	81
Imagen 37. Usos eléctricos Polysun.....	81
Imagen 38. Diagrama de Gantt fotovoltaica.....	88

ÍNDICE GRÁFICAS

Gráfica 1. Consumo climatización [KWh].....	36
Gráfica 2. Consumo calefacción [KWh].....	36
Gráfica 3. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 1 captador.....	43
Gráfica 4. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 2 captadores.....	44
Gráfica 5. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 3 captadores.....	45
Gráfica 6. Gráfica conjunta 1 colector Polysun.....	52
Gráfica 7. Gráfica conjunta 2 colectores Polysun.....	53
Gráfica 8. Gráfica conjunta 3 colectores Polysun.....	55
Gráfica 9. Comparativa de los 3 escenarios Polysun.....	55
Gráfica 10. Consumo vs generación FV para 10 paneles con baterías.....	75
Gráfica 11. Consumo vs generación FV para 12 paneles con baterías.....	76

Gráfica 12. Consumo vs generación FV para 10 paneles sin baterías.	78
Gráfica 13. Consumo vs generación FV para 12 paneles sin baterías.	79
Gráfica 14. Demanda vs Autoconsumo 10 paneles con baterías.	82
Gráfica 15. Demanda vs Autoconsumo 12 paneles con baterías	83
Gráfica 16. Demanda vs Autoconsumo 10 paneles sin baterías.....	84
Gráfica 17.Demanda vs Autoconsumo 12 paneles sin baterías.....	85
Gráfica 18.Comparativa de autoconsumo 4 escenarios Polysun.....	86
Gráfica 19.Comparativa instalación ST.....	92
Gráfica 20.Inversión económica instalación ST	92
Gráfica 21.Ahorro anual FV.	95
Gráfica 22. Pay-back FV	95

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Cuadro superficie PB. Estado actual.....	17
Tabla 2. Cuadro superficie PP. Estado actual.....	17
Tabla 3. Objetivos del proyecto.....	20
Tabla 4. Cuadro superficie PB	21
Tabla 5.Cuadro superficie PP	21
Tabla 6. Radiación solar global media.	27
Tabla 7. Contribución % solar para ACS.	27
Tabla 8. Demanda de ACS.	28
Tabla 9. Localización del edificio.	29
Tabla 10.Grados día.	35
Tabla 11. Aportación ST para 1 captador.	42
Tabla 12. Aportación ST para 2 captadores.....	43
Tabla 13. Aportación ST para 3 captadores.....	44
Tabla 14. Contribución de agua caliente sanitaria Excel.	45
Tabla 15. Aportación agua caliente sanitaria Polysun.	50
Tabla 16. Aportación solar ST para 1 captador.....	51
Tabla 17. Aportación solar ST para 2 captadores.....	53
Tabla 18. Aportación solar ST para 3 captadores.....	54
Tabla 19. Planificación de tareas ST.	57

Tabla 20. Cálculo de las luminarias.	69
Tabla 21. Resultados Excel 10 paneles con batería.	74
Tabla 22. Resultados Excel 12 paneles con batería.	75
Tabla 23. Resultados Excel 10 paneles sin batería.	78
Tabla 24. Resultados Excel 12 paneles sin batería.	79
Tabla 25. Aportación solar 10 paneles con baterías.	82
Tabla 26. Aportación solar 12 paneles con baterías.	83
Tabla 27. Aportación solar 10 paneles sin baterías.	84
Tabla 28. Aportación solar 12 paneles sin baterías.	85
Tabla 29. Planificación de tareas fotovoltaica.	88

ACRÓNIMOS

DB: Decreto Básico.

CTE: código técnico de la edificación

ST: Solar Térmica.

FV: Fotovoltaica.

PPM: Potencia Pico Máxima.

PB: Planta baja.

PP: Planta piso.

Km: kilómetro.

KWh: Quilovatio hora.

T_a : Temperatura ambiente.

NZEB: Nearly Zero Energy Building (Edificios de consumo de energía casi nulo).

PEM: Proyecto de Ejecución Material.

RESUMEN

El presente trabajo de final de grado, se basa en el proyecto de rehabilitación de un edificio situado en la Universidad de las Islas Baleares, Ca ses Llúcies, por el cual se centrará en la integración de energías renovables con el objetivo de alcanzar un consumo energético casi cero marcado por la directiva europea por el cual proclaman que los edificios que sean de propiedad de las administraciones públicas tendrán que ser de consumo de energía casi nulo por lo que tendrán que estar cubiertas por fuentes de energía renovables.

Lo que se pretende, es diseñar una instalación solar fotovoltaica y solar térmica para cubrir las necesidades del edificio objeto, para la demanda de agua caliente sanitaria y calefacción a través de suelo radiante, con el fin de evaluar mediante diferentes escenarios cual se ajusta más al perfil del sistema

De los escenarios planteados para cada tipo de instalación se optará por un escenario final analizando la amortización económica, es decir, el usuario ha recuperado la inversión inicial en un periodo de tiempo razonable, teniendo en cuenta la vida útil que presenta este tipo de instalaciones, y por tanto, si resulta rentable o no llevar a cabo la implementación de dicho escenario.

El propósito es justificar la viabilidad del sistema y su inversión pública, de manera que se puede amortizar dentro de un tiempo prudente y que además suponga un gran ahorro económico ante la continua subida del precio de la energía y diseñar el sistema para aprovechar el máximo aporte de energía solar al edificio objeto.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN A LAS FUENTES DE ENERGÍA.

Como punto de partida del presente proyecto, se describen las principales fuentes de energía que pueden ser clasificadas en dos grupos según su origen.

El primer grupo incluye, las energías renovables que son las que se obtienen de fuentes naturales en cantidades ilimitadas. Se caracterizan por ser recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero. Entre las energías renovables existen de diferentes tipos: la energía solar, hidráulica, eólica, geotérmica, mareomotriz, biomasa, etc.

En el segundo grupo, se encuentran las energías no renovables como son el petróleo, gas natural, carbón... Se caracterizan porque la combustión de dichos carburantes para originar energía, provoca emisiones dañinas para el medio ambiente como puede ser el conocido CO_2 , el gas con más influencia que contribuye al efecto invernadero y por tanto al calentamiento global de la Tierra. Estos recursos limitados destacan por su gran rentabilidad pero el ritmo de consumo está creciendo de manera exponencial lo que se espera que en un periodo breve de tiempo se acaben.

Se focalizará en las energías renovables ya que son el futuro a corto y largo plazo. Desafortunadamente, a lo largo del siglo, no han tenido la aceptación y el auge suficiente para su fuerte impulsión.

En el caso de España, ha quedado frenada, puesto que el gobierno aprobó el Real Decreto Ley 1/2012 por el cual abolía los sistemas de remuneración e incentivos económicos para las nuevas instalaciones fotovoltaicas y demás energías renovables. Lo que provocó una gran controversia y retracción de las energías renovables.

Aun así la Directiva aprobó el decreto, 2010/31/UE de Eficiencia Energética en los Edificios de 19 de mayo de 2010, proclamó que a partir del 31/12/2018 los edificios nuevos que estén ocupados y sean de propiedad de las administraciones públicas tendrán que ser de consumo de energía casi nulo (NZEB: Nearly Zero Energy Buildings) y tendrá que ser cubierta por energía procedente de fuentes renovables.

Asimismo, el 11/12/1997 se estableció el conocido protocolo de Kioto por el cual los países industrializados se comprometen a reducir las emisiones de efecto invernadero.

Como se observa, existen numerosas medidas para reducir el consumo de combustibles fósiles, pero el crecimiento de las emisiones de CO_2 es evidente y no se está dando la importancia que requiere ante la inminentemente situación que se encuentra la Tierra. Es por esto, por lo que se obliga a actuar contra antes para cumplir y aplicar nuevas alternativas para reducir definitivamente el consumo de energía no renovable global.

Por ejemplo, el consumo de energía más importante en el sector terciario, es la iluminación, calefacción y refrigeración. La energía solar podría ser la encargada de cubrir parte de esa demanda disminuyendo así el consumo de energía no renovable y aproximándose al cumplimiento del NZEB.

Consumo tipo de energía en los edificios

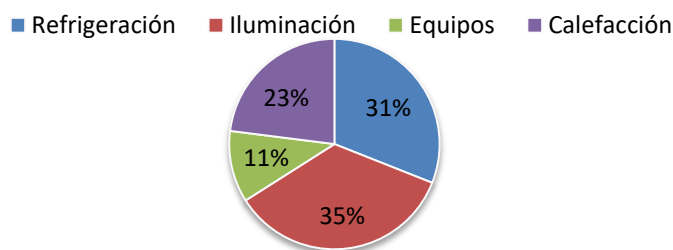


Imagen 1. Consumo tipo de energía en oficinas.

1.2 LA ENERGÍA SOLAR.

Otro punto importante para analizar dentro de las energías renovables es la energía solar, que es la energía obtenida a partir de la captación de luz y calor emitidos por el Sol.

El Sol es una fuente inagotable de energía, por ello, el objetivo es conseguir la máxima radiación para cubrir la mayor demanda posible en un sistema, para eso se deberá examinar minuciosamente la irradiación que es capaz de suministrar los paneles solares en función de múltiples factores que provocan, a que dicha captación no sea tan óptima como parece.

Uno de los factores a tener en cuenta que no depende del alcance humano, es que no en toda la superficie terrestre llega la misma cantidad de radiación solar. Puesto que la inclinación del eje terrestre con el vector normal de la eclíptica forman un ángulo de 23.45° , que es el responsable de la duración del día según la época del año y da lugar a las estaciones.

Dicho ángulo, que da lugar a la inclinación de la Tierra recibe el nombre de *declinación* y provoca que la intensidad de radiación no sea igual cuando los rayos solares están perpendiculares a la superficie irradiada que cuando el ángulo de incidencia sea más oblicuo. Por eso, los trópicos son los que más expuestos están a una mayor radiación mientras que los polos son los que menor radiación reciben. Por lo tanto, hace que los mayores valores de radiación no se produzcan en el ecuador sino en latitudes por encima y por debajo de los trópicos de Capricornio y Cáncer ya que impacta la radiación más perpendicular.

Sin embargo, para establecer con precisión la cantidad de energía que se puede aprovechar en un sitio concreto, también hay que tener en cuenta otros elementos como la hora del día, la estación del año y las condiciones atmosféricas de ese lugar.

Por ejemplo, en días con mayor nubosidad disminuirá la intensidad de radiación solar y por consecuente la aportación que pueda suministrar a una instalación solar.

Sin embargo, también existen otros factores que sí podemos manipular para alcanzar y obtener un mayor rendimiento en la instalación, como es la orientación e inclinación de los paneles, el mantenimiento del sistema, los componentes apropiados, etc. A lo largo del proyecto se analizará cada uno de los factores para proyectar la instalación idónea en el edificio.

1.3 LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Dentro de energía solar, se encuentra la energía solar térmica. Gracias a la radiación procedente del Sol (energía solar) se calienta el fluido calor-portante que transcurre por los captadores solares (energía térmica) donde este calor se transferirá al depósito de acumulación sin necesidad de calentarlo totalmente por un sistema convencional como puede ser la bomba de calor. Entrará en funcionamiento dicho equipo auxiliar cuando la temperatura del depósito sea inferior a la deseada o la demanda superior a la prevista y no sea suficiente con la aportación solar para cumplir y garantizar las continuas necesidades del sistema.

Además, gracias al suministro de la energía sin emisión de gases de efecto invernadero, también contribuye a reducir el llamado cambio climático. Además, de optimizar el uso de energía y a su vez, reducir el coste adicional debido al continuo aumento de la energía.

La transformación de esa energía procedente del Sol en energía térmica permite tener numerosas aplicaciones como climatización de piscinas, generar electricidad, procesos industriales de agua, pero se centrará en la producción de calefacción y agua caliente sanitaria.

Pero no todo son ventajas, el principal problema para este tipo de energía renovable es que no podemos controlar la fuente de energía, el Sol, puesto que uno de los inconvenientes que presenta es que las temporadas de mayor radiación no siempre coinciden con las de mayor consumo, tanto de calefacción como ACS para ello se dimensiona el depósito para poder satisfacer las necesidades exigidas por el edificio objeto y superar sin ningún tipo de problema los días donde hay más ausencia de radiación solar.

Otro inconveniente que presenta, pese al diseño y modelaje de la instalación solar, es el de procurar captar la mayor energía posible proveniente del Sol en los paneles, ya que no toda la energía que llega al absorbedor se transformará en calor, además cuando el panel solar se encuentra a una temperatura superior al ambiente disipará energía y por tanto existirán más pérdidas. Una de las soluciones para aprovechar la mayor radiación posible en los colectores es ubicarlos con una orientación e inclinación óptima cumpliendo en todo momento con el Decreto Básico sección HE 4-Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Por lo tanto, la finalidad es dimensionar y obtener el mayor éxito de la instalación de manera que su funcionamiento se base en la mayor utilización posible de fuentes renovables frente al consumo de combustibles fósiles y reducir las emisiones de CO_2 .

Se tendrá en cuenta en el diseño para la aplicación del criterio higiénico sanitario para la prevención de la legionela de manera que el sistema al menos una vez al año se alcance una temperatura mínima de 75°C incluido el depósito ya que es el elemento de mayor riesgo.

A continuación, se muestra un ejemplo de esquema tipo de una instalación solar con apoyo de un equipo de energía convencional auxiliar para completar la cobertura de agua caliente sanitaria y calefacción que no pueda satisfacer la energía solar:

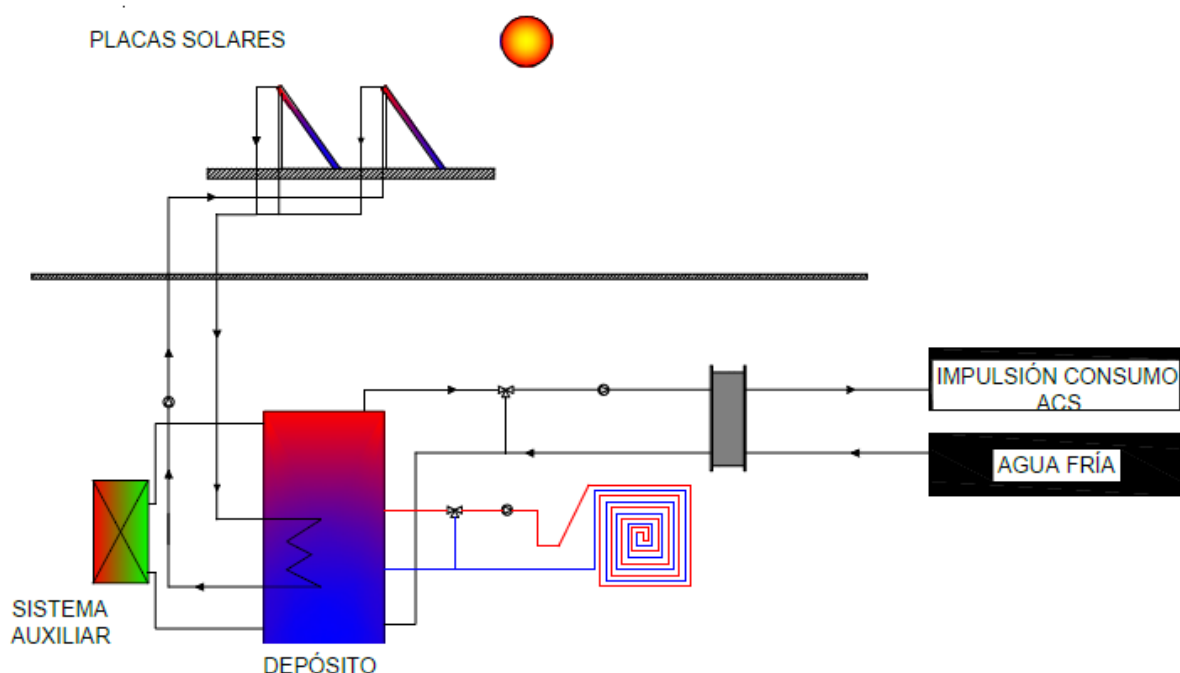


Imagen 2. Instalación solar térmica.

1.4 LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Dentro de la energía solar, también se encuentra la energía solar fotovoltaica. Demuestra que es un tipo de sistema óptimo que permite reducir la dependencia de combustibles fósiles, con el objetivo de ser autosuficiente energéticamente ya que se obtiene energía eléctrica a partir de un dispositivo semiconductor denominado panel fotovoltaico que concentra la energía proveniente del Sol.

Gracias a la composición de dichos módulos, conjunto de celdas fotovoltaicas, es posible el llamado *efecto fotovoltaico* produciendo la transformación parcial de la energía luminosa procedente del Sol en electricidad en forma de corriente continua. Posteriormente se necesitará

un dispositivo llamado *inversor* que será el encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna, para así poder utilizar los aparatos electrónicos necesarios en el edificio.

Al igual que sucede en la instalación solar térmica, no todo son ventajas puesto que no se puede manipular la fuente de energía y las condiciones climáticas del ambiente que hacen disminuir la aportación solar al sistema, por tanto se dispone de otro elemento, las baterías, que son las encargadas de almacenar la energía producida y poder utilizarla en otro momento del día.

No obstante, para aprovechar la mayor captación posible también habrá que tener en cuenta la disposición de los módulos para garantizar las mínimas pérdidas por orientación, inclinación y sombras, con los valores marcados por el CTE HE 5- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, para aprovechar la máxima energía del Sol.

Para controlar asiduamente el estado de carga y descarga de las baterías con el objetivo de alargar la vida útil de las baterías será necesario un dispositivo llamado *regulador de carga*.

Normalmente la energía generada se utiliza para cubrir los consumos que se generan en el mismo lugar donde se produce la demanda, lo que serían instalaciones autónomas o bien se enviaría a la red eléctrica general.

Es de aplicación la instalación fotovoltaica en el edificio objeto para autoconsumo además estará conectada a la red eléctrica en el caso de no abastecer solamente con la FV.

A continuación se muestra el esquema tipo de la instalación a realizar:

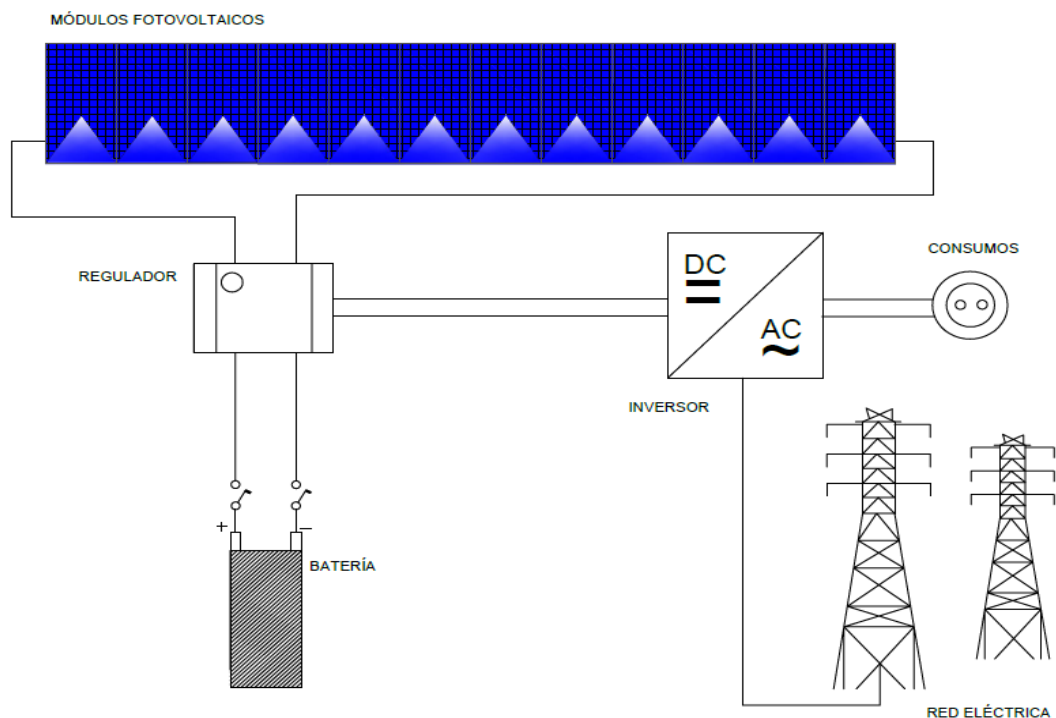


Imagen 3. Instalación solar fotovoltaica

2. MEMORIA

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.

2.1.1 AGENTES.

2.1.1.1 PROMOTOR.

Promotor: Universidad de las Islas Baleares.
Ctra. De Valldemossa, km 7,5. Palma de Mallorca (Islas Baleares)

2.1.1.2 PROYECTISTAS.

EPSU0720- Laura Muñoz Benavides 43172026Z
EPSU0721-Carlos Muñoz Benavides 43176809J
Domicilio: Calle de la Gardenia, nº9 Planta Baja. 07010. Palma.
Palma de Mallorca. Islas Baleares.

2.2 INFORMACIÓN PREVIA.

2.2.1 ANTECEDENTES Y CONDICIONES DE PARTIDA.

Por encargo de la Universidad de las Islas Baleares, se redacta el presente proyecto de Estudio de Rehabilitación Energética del edificio existente Ca ses LLúcies, situado dentro del propio Campus Universitario. El proyecto ejecutivo de rehabilitación constructiva y energética del edificio ha sido realizado por Rafael Sala Nowotny, Arquitecto.

Para el desarrollo del proyecto se ha facilitado la Memoria y Planos de la nueva distribución del proyecto para a partir de unas pautas básicas del proyecto de ejecución, desarrollar el Trabajo de Fin de Grado, en adelante TFG. Para el desarrollo del TFG, se ha decidido dividirlo en dos proyectos a desarrollar por los proyectistas nombrados en el punto 2.1.1.2 con el objetivo de poder profundizar de mayor manera en los aspectos tratados en cada uno de ellos enfocándolo a las competencias propias de cada Grado.

Se establece una parte común con EPSU0721, de aquí hasta nueva indicación, donde se describirán los aspectos más generales propios del proyecto, como son la introducción del mismo, estado actual del edificio aportando documentación gráfica de meses anteriores al comienzo de la obras, descripción general de la rehabilitación del mismo, indicando las superficies actuales, de nueva construcción, y las de demolición proyectadas.

2.2.2 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.

Situación:

Edificio Ca ses Llúcies, situado dentro del Campus Universitario, de la Universidad de las Islas Baleares, dentro del término municipal de Palma. CP: 07122.

Servicios existentes:

Alcantarillado, Agua, Electricidad existentes de la propia Universidad de las Islas Baleares. El propio edificio no dispone de servicios.

Superficie Construida:

La superficie construida es de 230 m²

2.2.3 ENTORNO FÍSICO.

Situada al Sur Oeste del Campus Universitario, próxima al acceso vial Sur, y confrontando en sus partes Norte y Oeste con la zona de aparcamiento principal de la Universidad de las Islas Baleares.

Se trata de una edificación aislada con una tipología de construcción tradicional, actualmente se encuentra inservible debido a su estado de deterioro y se encuentra vegetación propia de la zona.

Dicha edificación se encuentra distante de las edificaciones principales del Campus, por lo que, se trata de una edificación aislada del núcleo principal del mismo, y el tránsito en sus perímetros es principalmente de vehículos.

Actualmente no dispone de entrada al edificio, por tanto, con el proyecto de ejecución se adaptará la zona para dar un acceso correcto al edificio, estableciendo zonas de acceso diferencia para peatones y vehículos.

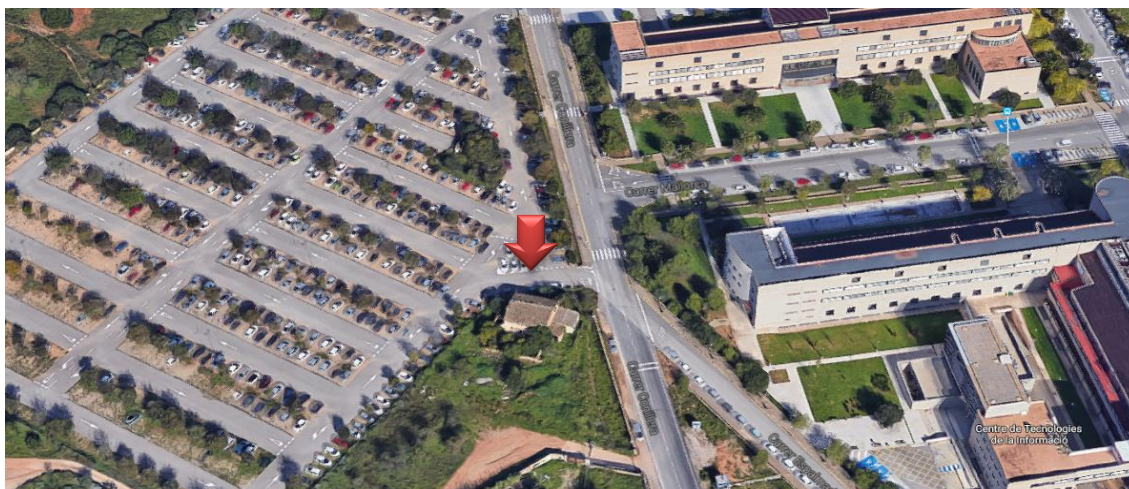


Imagen 4. Ubicación Ca Ses Llúcies.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO: ESTADO ACTUAL

El edificio Ca ses Llúcies fue una casa de campo destinada al alojamiento de aquellas personas que se dedicaban a la agricultura y cultivo. Por la relativa lejanía debido a la dificultad y lentitud del transporte de la época, se establecían estas nuevas edificaciones alejadas del núcleo de la ciudad, para poder alojarse durante los días necesarios para el desarrollo de sus actividades agrícolas. Con el paso tiempo se dejó de usar para tal fin, de tal manera que acabo en desuso sin ningún tipo de mantenimiento, produciéndose desprendimientos importantes en fachadas y cubiertas, que lo hacían inservible y peligroso para las personas, por ello se encuentra vallado perimetralmente en todo su perímetro en la actualidad.

Se trata de un edificio de dos plantas de tipología aislada situada en el extremo Norte de la parcela. Presenta una geometría rectangular, con anexos en sus fachadas laterales. El anexo de la fachada lateral izquierda pertenece a la misma época de construcción de la edificación principal, mientras que el anexo de la fachada lateral derecha, pertenece a una construcción reciente, con una tipología de caseta de aperos.

El cuerpo principal del edificio está compuesto por planta baja y planta piso, con una superficie total construida de 230 m². El edificio se encuentra en un estado que lo hace inservible para uso, se han producido varios desprendimientos en sus fachadas y cubiertas, estando apuntalada su fachada Norte. Actualmente se encuentra vallado metálico en todo su perímetro, prohibiendo así el acceso tanto a personas como vehículos que puedan estacionar en sus proximidades, evitando así que se pueda producir algún tipo de daño debido a algún desprendimiento.

A la construcción principal de construcción tradicional, se hizo un pequeño anexo, una caseta de aperos, para albergar material y pertenencias de los operarios, en la reforma del edificio Anselm Turmeda.



Imagen 5. Google Maps. Edificio Ca ses Llúcies.

2.3.1 CUADRO DE SUPERFICIES (ESTADO ACTUAL):

En las siguientes tablas se indican las superficies actuales tanto en Planta Baja como en Planta Piso, su superficie útil y construida:

Planta Baja	Superficie útil m^2	Superficie construida m^2
Entrada principal	36.48	
Estancia PB II	22.94	
Caseta de aperos	22.70	
Porche	8.19	
Antiguo horno	4.19	
Zona derruida	6.90	
Total	101,40	143,01

Tabla 1. Cuadro superficie PB. Estado actual.

Planta Piso	Superficie útil m^2	Superficie construida m^2
Sala principal PP	36.77	
Zona 1	26.13	
Total	62,90	88,01

Tabla 2. Cuadro superficie PP. Estado actual.

TOTAL superficie construida (Planta Baja + Planta Piso) : 230.01 m^2

TOTAL superficie útil (Planta Baja + Planta Piso) : 164.3 m^2

2.3.2 FOTOGRAFÍAS ESTADO ACTUAL.



Imagen 6. Ca Ses Llúcies 1

Se puede observar parte de los desprendimientos en la fachada Norte



Imagen 7. Ca Ses Llúcies 2
*Se distingue la caseta de aperos anexa al cuerpo principal y el vallado
perimetral alrededor de la edificación*



Imagen 8. Ca Ses Llúcies 3
Se pueden observar desprendimientos en cubiertas



Imagen 9. Ca Ses Llúcies 4
Vista general del estado actual

2.4 PROGRAMA DE NECESIDADES

Con la necesidad de rehabilitar la edificación y su entorno, debido a su estado, y a las ordenanzas Europeas enfocadas al consumo casi nulo en los edificios, y con más anticipo, en los edificios públicos, se plantea la rehabilitación del edificio Ca ses Llúcies, como un edificio dedicado a la investigación e innovación en proyectos de sostenibilidad y transferibilidad.

Para ello, se desarrolla un proyecto singular que cumpla con los criterios anteriormente mencionados de sostenibilidad, mejora del entorno paisajístico y volver a hacer la zona accesible para las personas, eliminando así la sensación de abandono y deterioro en su estado actual, apostando por un proyecto innovador para edificios públicos.

2.5 REQUISITOS DEL PROYECTO DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES:

El proyecto de Ca ses Llúcies parte de unos requisitos de singulares enfocados a la construcción sostenible apostando por las energías renovables, utilizando materiales y recursos con el menor impacto en el medio ambiente.

Uno de los objetivos principales es la de conseguir un consumo energético casi nulo (NZEB), al igual que las emisiones de CO₂. Además, es notable la necesidad de recuperación de la zona, dando un aspecto renovado, buscando la innovación tanto constructivamente como en el entorno, dejando atrás el aspecto degradado que daba el edificio, además del estado inservible del mismo.

La forma de lograr estos objetivos se pretende conseguir mediante los siguientes principios:

OBJETIVOS	PRINCIPIOS
1.- Consumo Energético casi Nulo.	<ul style="list-style-type: none">❖ Energías Renovables❖ Baja demanda energética con buenas soluciones constructivas❖ Utilización de componentes de bajo consumo.
2.- Materiales y recursos sostenibles	<ul style="list-style-type: none">❖ Materiales y recursos propios de la tierra, con la menor energía embebida posible.
3.- Mejora del entorno	<ul style="list-style-type: none">❖ Rehabilitación de un edificio en estado degradado y en desuso, apostando por la innovación.❖ Bajo impacto visual.❖ Aprovechamiento de la zona, que actualmente se encuentra inaccesible por el vallado perimetral.

4.- Innovación

- ❖ Además de constructivamente, también supone una innovación en cuanto a infraestructuras de telecomunicación entre otros.

Tabla 3. Objetivos del proyecto.

2.6 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es resolver el punto uno del cuadro anterior: Consumo Energético casi nulo. El proyecto está subdividido en dos proyectos, uno enfocado en el bajo consumo energético optimizando los cerramientos y una segunda parte enfocada en el diseño de la instalación incorporando energías renovables para su optimización, donde finalmente se combinarán ambos proyectos, obteniendo así las soluciones más idóneas tanto energéticamente como económicamente.

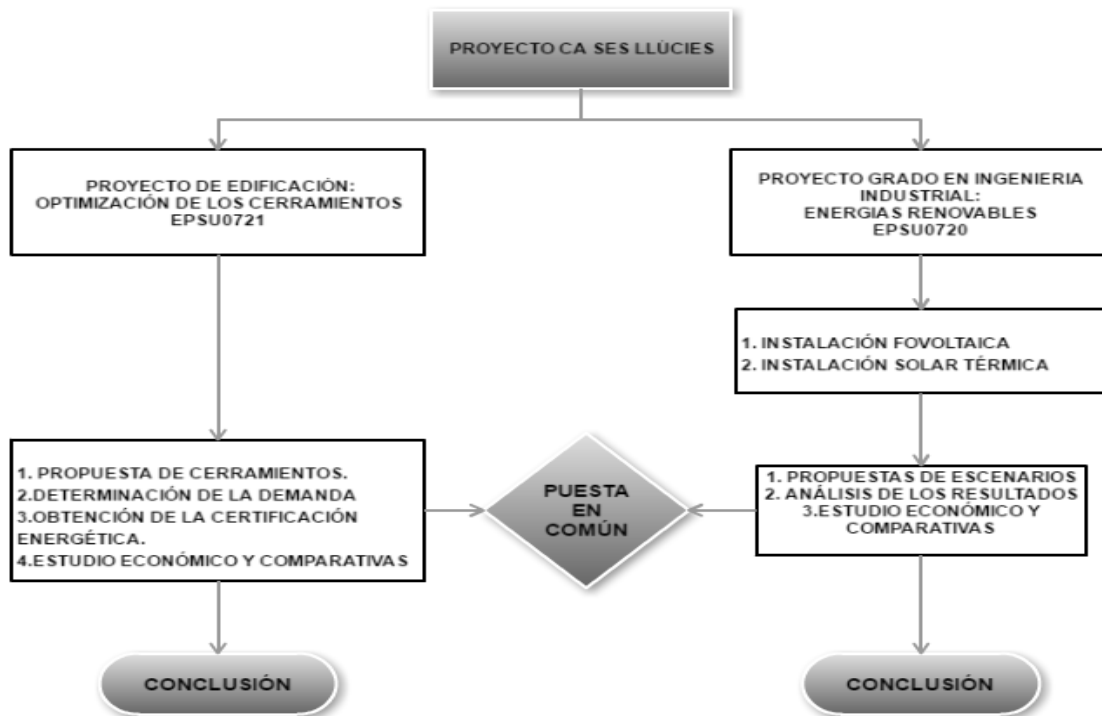


Imagen 10. Esquema explicativo proyecto EPSU7020 y EPSU721

2.7 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO (ESTADO REHABILITADO)

Se trata de una rehabilitación casi completa, la edificación se compone del cuerpo principal, que se mantiene de su estado actual, donde se realizarán trabajos de saneamiento y reforma de los elementos constructivos que no puedan mantenerse. Se procede a la demolición de la caseta de

aperos y todas las construcciones que están adosadas al edificio principal, donde posteriormente se construirán anexos en la fachada norte, este y oeste adosadas y conectado con la edificación principal, siendo su uso principal aulas y despachos, un baño y una cocina en la parte Sur. En la rehabilitación de la edificación principal que constará de una planta baja y una planta primera se componen también de salas para diferentes usos y despachos.

A continuación se describirán las dimensiones de cada estancia del edificio y el uso de cada una de ellas. Cuadro de superficies:

Planta Baja	Superficie Útil (m^2)	Altura (m)
Cocina	8.50	2.65
Sala de Maquinas	7.48	2.45
Escalera	8.12	5.60
Ascensor	2.45	2.45
Sala de reuniones	11.60	2.45
Sala Telecomunicaciones	8.57	2.65
Sala Auxiliar	9.51	2.65
Sala polivalente	33.83	2.45
Total Planta Baja:	94.55	

Tabla 4. Cuadro superficie PB

Planta Primera	Superficie Útil (m^2)	Altura (m)
Sala de Demostraciones	13.95	2.65
Sala Taller	9.14	2.65
Despacho	9.17	2.65
Distribuidor	6.46	2.85
Baño	4.37	2.85
Ascensor	2.45	2.85
Total Planta Piso:	45.54	

Tabla 5. Cuadro superficie PP

TOTAL (Planta Baja + Planta Piso) : 140.09 m^2

INSTALACIONES:

El edificio objeto del proyecto en la actualidad no disponía de ningún tipo de instalación, por lo que, todas las instalaciones han sido proyectadas en el proyecto de ejecución. En este proyecto de fin de grado ha sido necesario centrarse en parte de ellas, puesto que han afectado en el desarrollo del mismo, como son la definición de la Instalación solar térmica, instalación fotovoltaica y cálculos para obtener una iluminación eficiente.

A continuación, empieza el desarrollo de la memoria personal del proyecto EPSU0720, por el cual se plantea el diseño de una instalación con energías renovables y cumpliendo con las exigencias del CTE en los puntos marcados que sean de aplicación. Al tratarse, de una optimización conjunta se hará referencia al TFG, EPSU0721 de Carlos Muñoz Benavides aportando los datos necesarios para el desarrollo completo de dicha instalación indicando en todo momento de qué valores o información se trata.

2.8 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance general del presente proyecto final de grado es el de diseñar, describir, calcular y analizar la viabilidad que conforma una instalación solar fotovoltaica para cubrir la mayor demanda posible del edificio y así no depender de la red eléctrica general y su continua subida del precio de la energía, y una instalación solar térmica para cubrir la demanda de agua caliente y calefacción a través de suelo radiante, se realizará mediante dos herramientas de cálculo y el análisis de diferentes escenarios, con el fin de conseguir un ahorro económico y aproximándose al consumo energético casi cero del edificio objeto gracias a la utilización de energías renovables.

Lo que se pretende, es evaluar qué escenario de todos los propuestos es el más rentable para llevarlo a cabo, es decir, el que tenga un tiempo de amortización inferior significará que habrá recuperado antes su inversión, pero también habrá que tener en cuenta la vida útil que presenta este tipo de instalaciones, de nada sirve que se amortice la instalación en 50 años si la vida útil es de 25 años.

Se indicará las características técnicas de los componentes y elementos a instalar que se adapten a las condiciones de dicha instalación con el objetivo que sea de bajo consumo y lo más eficiente posible. Mostrando en todo momento los criterios y cálculos utilizados para el dimensionamiento de la mismas.

2.9 NORMATIVA DE APLICACIÓN

❖ CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE).

CTE DB HE 3. Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

RD 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de la Vivienda
BOTE 28.03.2006 Cumplimiento obligatorio a partir de 29.09.2006

CTE DB HE 4. Contribución mínima de agua caliente sanitaria.

CTE DB SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

- 1 Alumbrado normal en zonas de circulación.
- 2 Alumbrado de emergencia.

- ❖ **Real Decreto 865/2003 para la prevención de la legionela.**
- ❖ **Reglamento electrotécnico de baja tensión según Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto.**
- ❖ **RITE REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS.**
RD 1027/2007, de 20 de julio, del Ministerio de la Presidencia
BOE 29.08.2007 Entrada en vigor 29.02.2008
Modificación (RD 1826/2009 de 27 de noviembre)
BOE 11.12.2009
Corrección de errores:
BOE 12.02.2010
Observaciones Deroga el RD 1751/1995 y el RD 1218/2002

2.10 HERRAMIENTAS DE CÁLCULO INSTALACIÓN ST Y FV

- En primer lugar, se utilizará el software **Polysun** es un programa que permite la simulación de una gran variedad de instalaciones fotovoltaicas, solares térmicas y geotérmicas. Se centrará en las dos primeras.

Una vez se ha completado de forma correcta el dimensionamiento de la instalación permite simular hora a hora pudiendo observar en todo momento la temperatura y la energía requerida por el sistema y si está alcanzando las condiciones idóneas haciendo que sea más fácil visualizar si existe algún problema de demanda.

Además, dispone de una base de datos sobre las características de localización y la información climática de todas las ciudades. Permite introducir una gran cantidad de datos a tener en cuenta de todos los agentes propios y externos que pueden afectar a los elementos del sistema así como: la distancia de separación y las sombras creadas por las propias placas, las pérdidas causadas por tuberías y válvulas, el porcentaje de fuerza del viento que afecta al campo solar... haciéndolo así más real. Posee un catálogo amplio de las marcas (productores) de todos los equipos y componentes con sus características técnicas, haciendo que se pueda ajustar mejor tu sistema.

En consecuencia, proporciona unos resultados e informes que contiene todas las informaciones necesarias como: energía captada en KWh, porcentaje de autoconsumo,

aportación solar de ACS, energía de inmisión en red...siempre después de haber realizado la simulación del sistema y de que el dimensionamiento sea correcto sino no es efectiva la simulación.

- En segundo lugar, se utilizará las **Plantillas de Excel** de la **asignatura de 22443.Energías Renovables (2015-2016)** para obtener una aproximación inicial de la contribución solar que podrá aportar cada escenario planteado a la instalación.

Se dispone de dos plantillas, una para el cálculo de la aportación de solar térmica y otra para la aportación solar fotovoltaica. Estas tablas o plantillas pueden idear un primer esbozo para posteriormente orientar el diseño en el software Polysun.

Pero el principal problema que presentan, es que no tienen en cuenta las pérdidas de elementos como puede ser el depósito, las tuberías, válvulas, cableado... por lo que se puede pensar que dará una aportación mayor respecto al software Polysun y que este tipo de plantillas pueden funcionar en la medida de lo posible en instalaciones pequeñas puesto que para instalaciones de mayor complejidad los resultados serían ideales y no se aproximarían a la realidad del sistema.

- En tercer lugar, se utilizará del programa **Presto** que permitirá crear el presupuesto para ambas instalaciones, gestionar las mediciones y obtener un control detallado de los elementos con sus costes directos e indirectos.[1]
- En cuarto lugar, se hará uso de **Autocad** para la elaboración de planos y esquemas del sistema.
- Y por último se hará uso de la herramienta **Cacoo**, es un programa que permite crear y desarrollar varios tipos de diagramas. Mediante este software se elaborará los esquemas explicativos del presente proyecto.

2.11 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

2.11.1 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO

Para obtener el diseño y dimensionamiento de la instalación solar térmica, se llevará a cabo mediante dos procedimientos y tres escenarios comparativos, con el fin de ajustar la demanda energética necesaria del edificio con la aportación solar:

- Procedimiento 1. Cálculo orientativo mediante una **Tabla de Excel** de la asignatura de 22443.Energías Renovables (2015-2016).

A partir de la misma plantilla de Excel se realizarán tres escenarios modificando en número de paneles solares: 1 captador solar, 2 captadores solares y 3 captadores solares, con el fin de obtener la Aportación Solar (%) de cada uno de ellos. Dicho procedimiento, simplemente se utilizará para tener una aproximación inicial para orientar

el diseño del sistema hacia algún escenario y comparar los datos obtenidos con el procedimiento 2 para verificar los resultados.

A continuación, se mostrará un esquema visual de los pasos a seguir así como los escenarios planteados:

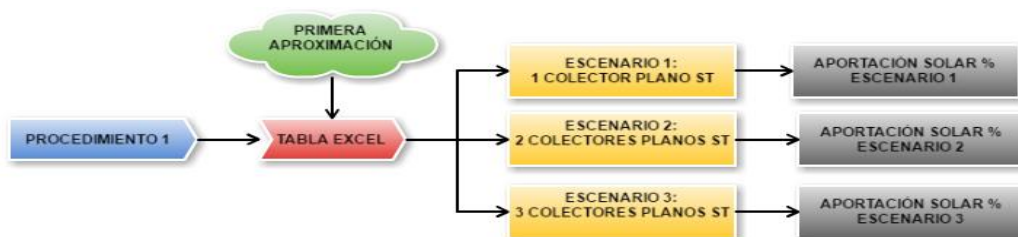


Imagen 11. Esquema explicativo Procedimiento 1 ST

- Procedimiento 2. Cálculo a través de la herramienta **Software Polysun**, al igual que en el procedimiento 1, se simularán 3 escenarios: 1 captador solar, 2 captadores solares y 3 captadores solares, obteniendo la aportación solar (%) de los paneles al sistema.

Dado que se trata de una herramienta bastante compleja, los resultados de este procedimiento sí que serán de utilización, con la finalidad de evaluar qué escenario es el más óptimo para su implementación, pese a que sea viable económicamente o no, es de obligatorio cumplimiento para dicho proyecto.

A continuación, se mostrará un esquema visual de los pasos a seguir, así como los escenarios planteados:

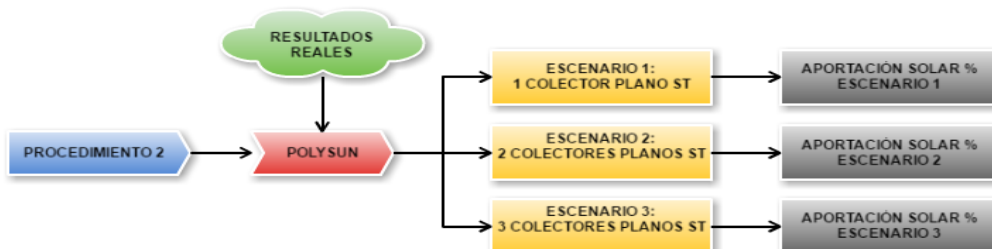


Imagen 12. Esquema explicativo Procedimiento 2 ST

Se ha planteado directamente 3 escenarios. En este caso, se trata de un edificio con perfil de 'oficina', donde la demanda de ACS será mínima (no se dispone de duchas como ocurriría en el caso de una vivienda unifamiliar) por lo que se presupone que con un máximo de 3 paneles será más que suficiente para cubrir dicha demanda y cumplir con CTE, además con el sobrante de producción interesa cubrir parte de la calefacción con el objetivo de producir menos emisiones de CO_2 .

2.11.2 NORMATIVA APLICABLE.

CUMPLIMIENTO CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

- HE-4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA:

Ámbito de Aplicación:

Es de aplicación al proyecto, ya que se reforma íntegramente el edificio en sí y la instalación térmica, además de producirse un cambio de uso y una demanda de ACS superior a los 50 litros/día.

Para la aplicación de este Decreto Básico (DB) se ha justificado el cumplimiento del punto 3.2 de dicho DB.

- A. La zona climática según la Radiación Solar Global media diaria anual del emplazamiento.
- B. La contribución solar mínima exigida.
- C. La demanda de agua caliente sanitaria anual.

Al satisfacer la demanda mediante una instalación solar térmica, además se incluyen:

- D. Características y dimensionado de la instalación proyectada.
- E. Contribución solar anual alcanzada.

A. Zona climática para Palma de Mallorca.

La zona climática que corresponde a la zona de Palma de Mallorca es la IV (Imagen 13. Zonas climáticas). Según la *tabla 6. Radiación solar global media*, la Radiación Solar Global Media Diario Anual es de 17.2 MJ /m².

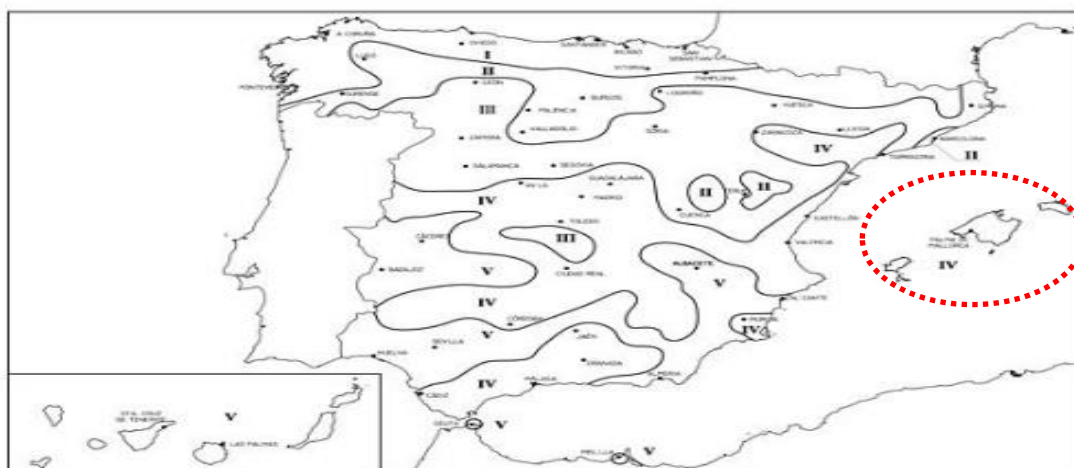


Imagen 13. Zonas Climáticas

RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MEDIA DIARIA ANUAL

Zona Climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H<13,7	H<3,8
II	13,7≤H<15,1	3,8≤H<4,2
III	15,1≤H<16,6	4,2≤H<4,6
IV	16,6≤H<18,0	4,6≤H<5,0
V	H≥18,0	H≥5,0

Tabla 6. Radiación solar global media.

Contribución Solar mínima exigida:

Establecida en el punto 2 (Tabla 2.1) de dicho Decreto Básico. En función de la demanda total ACS del edificio (l/d), menor de 5000 litros / día, se obtiene la contribución mínima anual exigida del 50% para cubrir las necesidades de Agua Caliente Sanitaria a una temperatura de referencia de 60°C.

Establecido en el punto 4 del CTE, en el caso de una temperatura final en el acumulador diferente de 60 °C, se tendrá que alcanzar la contribución solar mínima anual para acs correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C, por tanto:

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA ANUAL PARA ACS EN %

Demanda de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	40	50	60
5.000-10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Tabla 7. Contribución % solar para ACS.

B. Demanda de Agua Caliente Sanitaria:

Para determinar la Demanda (en referencia a 60°C), mediante la Tabla 4.1 del punto 4 del DB y considerando el edificio objeto del proyecto como uso de oficinas, la demanda mínima exigida es de 2 litros/persona. Al disponer de una baja demanda de ACS, según CTE se valorará dicha demanda diaria según criterio, por ello se ha decidido disponer de 5 l/día · persona.

DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (L)

Criterio de demanda	Litros / día · persona según CTE	Litros / día · persona según proyecto
Oficinas	2	5

Tabla 8. Demanda de ACS.

C. Características y dimensionado de la instalación proyectada.

C.1 Protección contra sobrecalentamiento

Al no haber realizado aún los cálculos de la aportación solar. Dependiendo de los resultados de los mismos se podrán tomar los siguientes criterios de protección contra sobrecalentamientos:

1. Ningún mes del año, la energía producida no podrá superar el 110% de la demanda energética
2. No más de tres meses superar el 100% de la demanda.

Si no se produce ninguna de las condiciones en el dimensionado de la instalación no será necesario aplicar medidas.

En el caso que la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda en algún mes del año, se adoptará las siguientes medidas de acuerdo con el apartado 2.2.2 protección contra sobrecalentamiento del Código Técnico de la Edificación:

- I. Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- II. Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- III. Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento
- IV. Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

C.2 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

Al disponer de espacio suficiente para la colocación de captadores y encontrarse el edificio aislado de construcciones que pudieran ocasionar sombras a dichos

paneles, se prevé unas condiciones óptimas y cumpliendo con las pérdidas límite CTE.

C.3 Sistemas de acumulación solar y conexión de sistema de generación auxiliar:

Para determinar el volumen de la acumulación se cumple con la siguiente fórmula que determina el CTE – DB- HE 4, en su punto 2. (2.2.5):

$$50 < V/A < 180$$

Donde,

A: Suma de las áreas de los captadores (m²)

V: Volumen de la acumulación solar (Litros)

Sabiendo que el área de los captadores es 7 m² y el volumen de acumulación solar de 500L cumple con la fórmula:

$$50 < 72 < 180$$

D. Contribución solar anual alcanzada.

Se diseñará y dimensionará el sistema con el fin de cumplir la demanda anual mínima exigida según el CTE del 50%.

2.11.3 DATOS PREVIOS PARA PROCEDIMIENTO 1 Y 2

Una vez obtenida la demanda energética del edificio objeto mediante el programa HULC se procederá a realizar el cálculo del número de placas necesarias para abastecer el máximo de aportación posible para el calentamiento de ACS y la climatización del edificio.

Primero de todo se detallará la información necesaria para su posterior uso para ambos procedimientos teniendo en cuenta el CTE además de la explicación que se llevará a cabo de los apartados oportunos dejando más claro como se ha llegado al objetivo.

LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO OBJETO

Universidad de las Islas Baleares	Latitud	Longitud
	39.637°	2.643°

Tabla 9. Localización del edificio.

2.11.3.1 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Para llevar a cabo un buen dimensionamiento de la instalación solar térmica, los elementos fundamentales serán los explicados a continuación [2]:

1. CAPTADORES SOLARES

Existen una gran variedad de diseños y modelos de captadores solares con el objetivo de obtener la máxima radiación solar posible, por ello el rendimiento del captador será uno de los muchos factores externos a tener en cuenta para el cálculo de la aportación solar. [3]

A continuación, se mostrará un gráfico tipo de rendimiento de los captadores solares para una irradiación de 1000 W/m², 800 W/m² y 300 W/m²:

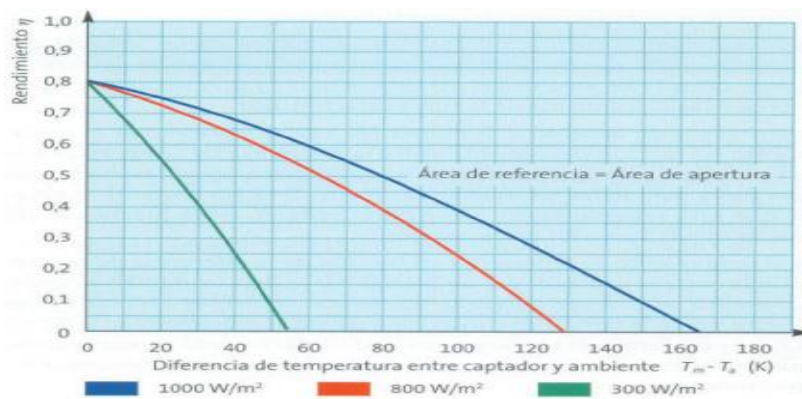


Imagen 14. Curva rendimiento captadores solares.

De aquí se puede concluir claramente, que el rendimiento del captador solar disminuye si:

1. Hay una reducción de la radiación solar.
2. Si aumenta el salto térmico, es decir, si existe una mayor diferencia de temperatura entre el fluido captador y el ambiente, lo que dará lugar a grandes pérdidas por radiación térmica y por convección.

Aunque la mayor o menor transferencia de calor en superficie del captador dependerá de las propiedades del panel y el absorbedor y del ángulo de incidencia.

Por consiguiente, cuando el sol no incide de manera perpendicular al captador, sino que incide con otro ángulo, el rendimiento del mismo varía y es el factor IAM el que proporciona dicho valor de rendimiento, por eso es importante el modificador de ángulo (IAM).

Una vez concluida esta parte y teniendo en cuenta los números factores que involucran en el aprovechamiento en mayor medida de la radiación hacia el captador solar y por alusión a la instalación, se ha optado por los colectores planos **VISSMANN-VITOSOL 300-F modelo SH3C** con recubrimiento selectivo y la cubierta con plancha de cristal antirreflectante, obteniendo así un mayor rendimiento del colector. El absorbedor garantiza una elevada absorción de la radiación solar transformándolo en energía térmica. Dicho absorbedor está envuelto en una caja altamente aislante, en el cual minimizan aún más las pérdidas de calor del colector. Asimismo, el excelente aislamiento térmico que posee permite una mayor resistividad a temperaturas elevadas.

Seguidamente se puntualizará los puntos a tener en cuenta de los captadores solares son:

1. El rendimiento óptico, que representa el rendimiento del captador solar cuando la diferencia entre la temperatura media del fluido y la temperatura ambiente sea igual a cero.
2. Las pérdidas térmicas del captador que se representan mediante los valores de k_1 y k_2 . k_1 , define una variación lineal mientras que k_2 define una variación cuadrática de las pérdidas térmicas. Cuanto mayor sean los dos coeficientes k_1 y k_2 menor será el rendimiento del captador solar.
3. El voltaje, la potencia y el amperaje en PPM.
4. Dimensionamiento de los captadores solares. Para ello hay que distinguir entre las 3 Áreas de un captador solar proporcionadas por el fabricante:

4.1 Área total, A: comprende el área resultante de las dimensiones exteriores del panel, normalmente incluidos los bordes externos de la carcasa. Por tanto, interviene superficie que no será captada por la energía solar. Esta área indica el espacio total necesario para instalar los captadores solares.

4.2 Área de apertura, A_a : coincide con el área del vidrio sin considerar los bordes externos laterales ni los separadores de cubierta.

4.3 Área del absorbedor, A_A : corresponde a la superficie del absorbedor destinada a captación de la radiación solar y no incluye ninguna parte que este oculta a la radiación. En conclusión, es el área realmente útil que será captado.

2. ESTRUCTURA DE SOPORTE de los captadores solares.

La estructura de soporte es un elemento indispensable en el sistema ya que asegura el ángulo de inclinación y orientación de los captadores solares.

Los captadores solares estarán situados en la cubierta del edificio, por ello se ha optado por el sistema de fijación **VISSMANN** para cubiertas inclinadas. Este tipo de estructura se caracteriza por el fácil montaje, además es de aluminio anodizado y reducido peso siendo más resistente al entorno y con mayor adaptación a la intemperie.

3. FLUIDO DE TRABAJO

Es el fluido que transfiere la energía captada por la radiación solar y que circula por el interior de los captadores solares hacia el circuito secundario. Los fluidos son normalmente de agua natural, agua con anticongelante, líquidos orgánicos y aceites de silicona.

Se ha optado por utilizar un fluido anticongelante de 10 litros que abastecerá a los colectores solares

4. DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN

Depósito de acumulación **DAIKIN modelo EKHWP500A** encargado de almacenar la energía térmica producida por el equipo auxiliar y/o paneles solares para así posteriormente suministrar agua caliente sanitaria en cualquier momento. Este modelo es compatible con calefacción (suelo radiante), además gracias a su aislamiento reduce las pérdidas de calor.

El depósito se situará en la sala de máquinas del edificio, por tanto, estará situado en el interior reduciendo aún más las pérdidas térmicas.

Los datos a tener en cuenta para el depósito son los siguientes:

Volumen de agua: 500 L

Altura 1.590m; Anchura: 790mm; Profundidad: 790mm.

5. INTERCAMBIADOR

Es un elemento que permite el enlace de intercambio entre el circuito primario y el circuito secundario.

Suponen una pérdida de rendimiento del sistema ya que se necesita un salto térmico entre el circuito primario y secundario. Se tiene que tener en cuenta que la diferencia entre la temperatura de entrada tiene que ser mínimo de 5° para asegurar una buena transferencia de calor. De acuerdo con el Código técnico de edificación (CTE), la potencia mínima de diseño del intercambiador independiente P (W) en función del área de captadores A, en metros cuadrados, cumplirá la condición:

$$P > 500 A$$

La potencia del intercambiador incorporado:

$$S_b/A > 0.15$$

Donde S_b es la superficie de intercambio del intercambiador. Se dispone de un intercambiador incorporado por tanto cumple con la segunda expresión:

Sabiendo que $A=7 \text{ m}^2$ y $S_b=5.9$ se obtiene: $0.84 > 0.15$.

6. BOMBA DE CIRCULACIÓN

Son elementos cuya función es dar presión e impulsar al fluido y provocar su circulación venciendo las cargas por rozamiento. La bomba principal de carga será el grupo de bombeo solar **VMS70 de VAILLANT** (1-25 l/min), que permitirá el fluido de los captadores hacia el depósito de acumulación.

7. VASO DE EXPANSIÓN

Es un elemento de seguridad, encargado de absorber las dilataciones térmicas del fluido caloportador y compensar las oscilaciones de presión en el sistema solar.

La capacidad se determina:

$$V_{vaso} = V \cdot \varepsilon \cdot \frac{P_f}{P_f - P_i}$$

Siendo:

V_{vaso} : es el volumen del vaso de expansión en litros [V]

V : es la cantidad de fluido que circula por el circuito primario.

ε : Es el incremento de volumen del fluido debido a la temperatura que alcanzan los captadores solares: 0.05.

P_f : Es la presión absoluta final del vaso de expansión [kg/cm^2]: $4 kg/cm^2$. Se establece en caso práctico el valor de la presión de tarado de la válvula de seguridad.

P_i : es la presión absoluta inicial del vaso de expansión [kg/cm^2]: $2.5 kg/cm^2$: porque $L > 10m$.

Tubería	Longitud(m)	Capacidad(l/m)	Contenido total (V)
DN 20	50	3.54	177

Aplicando la expresión anterior, de aquí se obtiene un volumen de vaso de 25L.

8. REGULADOR SOLAR

El regulador Solar **auroMATIC 570** se encarga de conectar y desconectar la bomba de circulación en el momento en que la diferencia entre el colector y el acumulador queda por encima o por debajo del valor de consigna, es decir, si la temperatura del panel es superior al del depósito conecta la bomba, por el contrario, si la temperatura del panel es inferior al del depósito se encarga de desconectar la bomba.

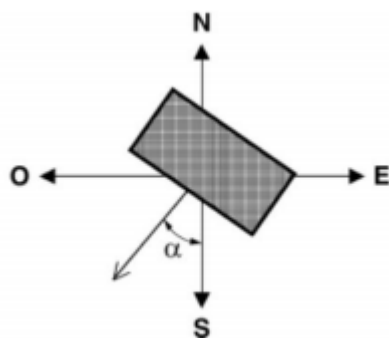
2.11.3.2 ORIENTACIÓN DE LOS PANELES

Un factor importante para obtener el máximo rendimiento de la instalación es la orientación e inclinación de los captadores solares, se tendrá en cuenta que:

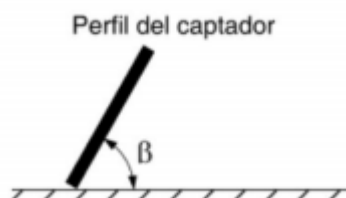
1. Siempre que se pueda orientación Sur
2. Desviaciones en el azimut de 20° no afectan significativamente
3. Por cada 15° hay un desfase de una hora respecto orientación Sur

Al estar colocados los captadores en la cubierta del edificio y en una sola hilera no será necesario calcular la separación de las placas ya que no provocan sombras entre y sobre ellas.

Por lo tanto, se dispondrán el/los captador/es solares con orientación Sur.



$\alpha_{\text{óptima}} \rightarrow \text{Sur}$



$\beta_{\text{óptima}}$:

Caso general -> latitud.
Preferente invierno -> Latitud +10
Preferente verano -> Latitud-10

En el caso de la inclinación en cada procedimiento está indicado.

Cumplimiento CTE:

Caso	Orientación e inclinación	Cumple
General	10%	sí

Expresión para el cálculo de pérdidas por orientación:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot \left[1,2 \cdot 10^{-4} (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right] \approx 3\%$$

2.11.3.3 CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO (HULC)

A partir de los consumos de climatización obtenidos de la Herramienta Unificada (HULC), de calefacción y refrigeración en unidades de KWh/ Año, se establece los consumos mensuales, a partir de los Grados día en base 15 y Grados día en base 21 de cada mes para Palma.

Los grados día de calefacción (GD15): es un indicador del grado de rigor invernal de una localidad, en este caso Palma, ya que relaciona la temperatura media con una cierta temperatura de confort para calefacción. Los valores correspondientes a la columna GD15 indican el número de horas en que funcionará la calefacción dado que la temperatura media es inferior a 15°C.

- La columna CALEFACCIÓN: corresponde al consumo en KWh de cada mes de calefacción. Se obtiene mediante el cálculo de la fracción correspondiente al número de horas de los GD15 de ese mes. Por ejemplo, para el mes de Enero:

$$138 h \cdot 2500 \frac{kwh}{año} \cdot \frac{1}{691 \frac{h}{año}} = 499kwh$$

Los grados día de refrigeración (GD21): es un indicador del grado de rigor estival de una localidad, en este caso Palma, ya que relaciona la temperatura media con una cierta temperatura de confort para la refrigeración. Los valores correspondientes a la columna GD15 indican el número de horas en que funcionará la refrigeración ya que la temperatura media es superior a 21°C.

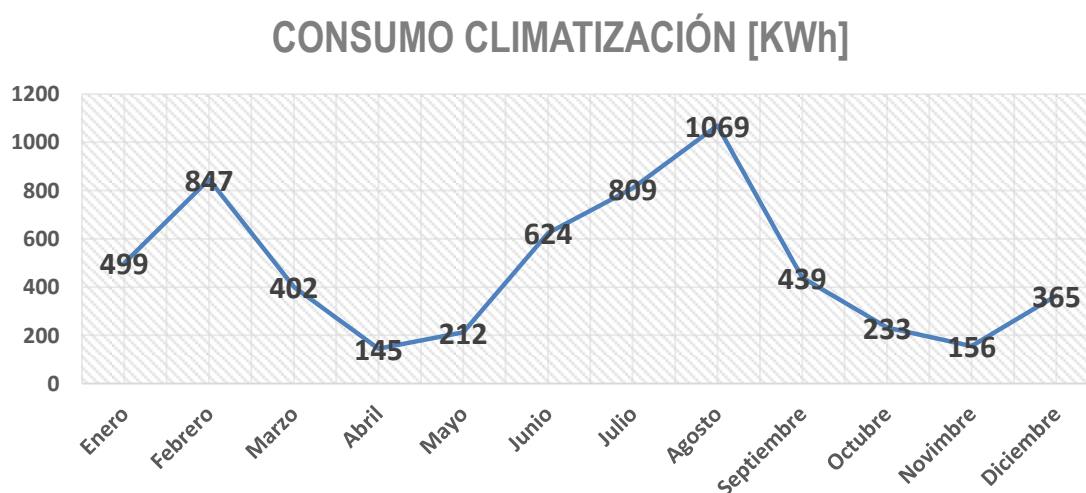
- La columna REFRIGERACIÓN: corresponde al consumo en KWh de cada mes en refrigeración. Se obtiene mediante la fracción correspondiente al número de horas de los GD21. Por ejemplo, para el mes de Mayo:

$$28 h \cdot 3300 \frac{kwh}{año} \cdot \frac{1}{571 \frac{h}{año}} = 162 kwh$$

	CALEF:	2500	REFRIG:	3300
		KWh		KWh
MES:	GD15	CALEFACCIÓN	GD21	REFRIGERACIÓN
Enero	138	499	0	0
Febrero	234	847	0	0
Marzo	111	402	0	0
Abril	40	145	0	0
Mayo	14	51	28	162
Junio	0	0	108	624
Julio	0	0	140	809
Agosto	0	0	185	1069
Septiembre	0	0	76	439
Octubre	10	36	34	196
Noviembre	43	156	0	0
Diciembre	101	365	0	0
TOTAL:	691	2500	571	3300

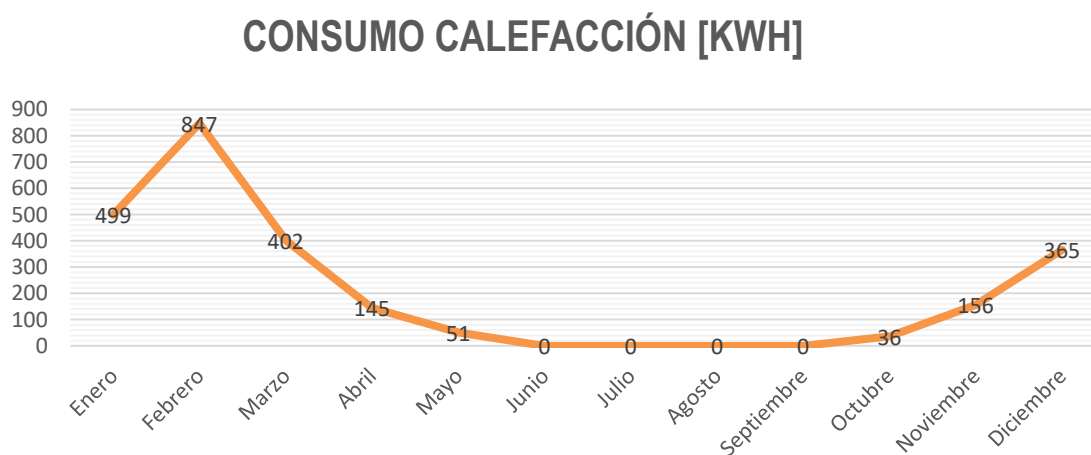
Tabla 10. Grados día.

Ahora se puede mostrar la tabla correspondiente al consumo de climatización (calefacción + refrigeración) fraccionada por meses en KWh:



Gráfica 1. Consumo climatización [KWh]

En concreto, interesa el consumo de calefacción, también obtenido previamente:



Gráfica 2. Consumo calefacción [KWh]

*** Los datos de consumo energético para completar la tabla de Grados día ha sido proporcionado por EPSU721 de Carlos Muñoz Benavides. En el proyecto ejecutivo se ha asignado directamente las balas de paja como cerramiento final. Por tanto, la demanda de climatización ha sido calculada para dicho tipo de cerramiento.

2.11.4 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 1 ST EXCEL.

Para obtener la energía captada y el número total de paneles solares necesarios se hará una explicación de los pasos que se han seguido. En el anejo A se podrá observar todos los datos y los resultados obtenidos.

Se empezará por la columna superior izquierda terminando por la columna superior derecha del Excel correspondiente:

1. Columna **Volumen(L)** hace referencia a la demanda de agua caliente sanitaria necesaria para un perfil *Administrativo*, dicho volumen se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{Volumen}(L) = \text{Ocupación} \cdot \text{Litros/ Personas} \cdot n^{\circ}\text{personas}$$

% Ocupación: se seguirá el criterio de ocupación del 100%.

Tabla % ocupación mensual ACS:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Litros/ Personas: se procederá a 5 litros por persona

Nº personas: se seguirá criterio de 15 personas.

2. Columna **T_{xi}** es la temperatura del agua de red por meses para Palma de Mallorca. Esta tabla fue proporcionada por la asignatura 22443.Energías Renovables (2015-2016):

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
TºAgua red [ºC]	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8

3. Columna **D_i** representa el cálculo de la demanda energética en unidad de KJ mensual del edificio, para ello se ha hecho uso de la siguiente expresión:

$$D_i = d_i \cdot C_p \cdot \rho \cdot \text{Volumen}_i \cdot (T_{cons} - T_{xi})$$

d_i : Es el número de días que tiene el mes.

C_p : Representa la capacidad calorífica del agua aproximada a 4.18 KJ/ kg

ρ : Es la densidad del agua aproximada a 1 kg/ litro

Volumen_i: Son los litros de consumo de ACS diarios dado un mes.

T_{xi}: Es la temperatura de agua de Red dado un mes proporcionada en el anterior apartado [ºC].

T_{cons} : Es la temperatura de consigna de ACS establecida a 45ºC.

4. Columna E_{Hi} es la energía total que será la suma de radiación solar directa y difusa que impacta por metro cuadrado en superficie horizontal durante un mes i .

Estos valores se han obtenido del atlas de radiación solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT [4]

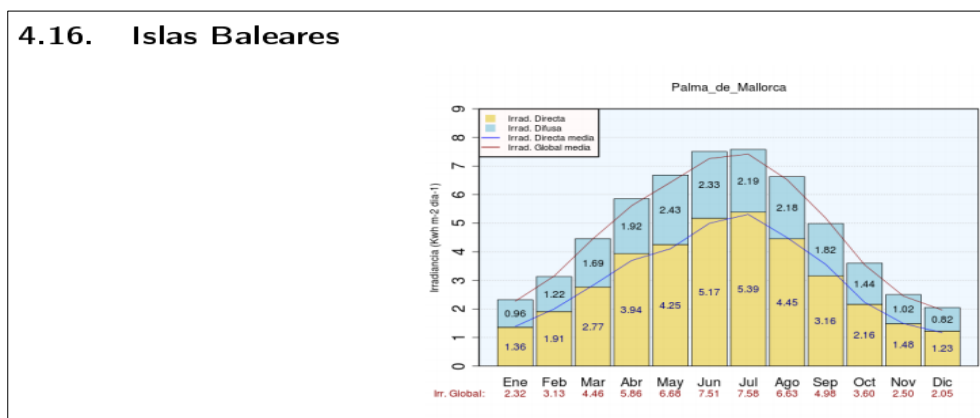


Imagen 15. Tabla de radiación solar en España.

A continuación, se elabora la tabla de los datos obtenidos de la imagen anterior:

IRRADIANCIA GLOBAL

MES	IRRADIANCIA GLOBAL[KWh]	IRRADIANCIA GLOBAL[KJ]
Enero	2.32	8.352
Febrero	3.13	11.268
Marzo	4.46	16.056
Abril	5.86	21.096
Mayo	6.68	24.048
Junio	7.51	27.036
Julio	7.58	27.288
Agosto	6.63	23.868
Septiembre	4.98	17.928
Octubre	3.60	12.960
Noviembre	2.50	9.000
Diciembre	2.05	7.380

5. Columna E_{Ti} representa la energía total que impacta sobre la superficie inclinada de la placa solar. Se multiplicará esa energía por un factor k. Este factor da la relación para el cálculo de la radiación en superficies inclinadas, siguiendo un modelo de cielo isotrópico, conjunto de radiación directa, radiación difusa isotrópica y de albedo, ya que en la mayoría de casos se utiliza valores medidos en superficie horizontal. Dependerá de la inclinación de estos y la variación que presenta el ángulo de inclinación solar y la radiación a lo largo del año por eso dicho factor varía a lo largo de los meses. Su unidad es KJ/m^2 .

$$E_{Ti} = K_i \cdot E_{Hi}$$

Los valores de k que aparecen en la siguiente tabla han sido proporcionados por la asignatura 22443. *Energías Renovables (2015-2016)*. De esta forma se puede obtener el valor buscado.

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ENERO	1,00	1,18	1,33	1,45	1,54	1,58	1,58	1,54	1,46	1,34
FEBRERO	1,00	1,14	1,24	1,32	1,37	1,37	1,35	1,29	1,19	1,07
MARZO	1,00	1,09	1,15	1,18	1,18	1,15	1,09	1,01	0,90	0,77
ABRIL	1,00	1,04	1,06	1,05	1,01	0,95	0,87	0,76	0,64	0,50
MAYO	1,00	1,01	1,00	0,97	0,91	0,82	0,72	0,61	0,48	0,33
JUNIO	1,00	1,00	0,98	0,93	0,86	0,77	0,66	0,54	0,42	0,24
JULIO	1,00	1,01	0,99	0,95	0,88	0,79	0,69	0,57	0,44	0,27
AGOSTO	1,00	1,03	1,03	1,01	0,96	0,89	0,80	0,69	0,56	0,42
SEPTIEMBRE	1,00	1,07	1,11	1,12	1,11	1,06	0,99	0,90	0,78	0,65
OCTUBRE	1,00	1,12	1,22	1,28	1,31	1,31	1,27	1,20	1,10	0,97
NOVIEMBRE	1,00	1,17	1,31	1,42	1,50	1,53	1,52	1,48	1,39	1,28
DICIEMBRE	1,00	1,20	1,37	1,50	1,60	1,65	1,67	1,63	1,56	1,45

6. Columna Horas representa el promedio de número de horas diarias durante un mes que realmente son efectivas para los captadores solares. Dependerá de la inclinación de las placas. La tabla ha sido proporcionada por la asignatura de 22443. *Energías Renovables (2015-2016)*.

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ENERO	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
FEBRERO	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
MARZO	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
ABRIL	11,1	11,0	10,5	10,2	10,0	9,8	9,5	9,3	8,9	8,5
MAYO	12,2	11,5	10,9	10,4	10,0	9,5	9,0	8,5	7,8	6,8
JUNIO	12,8	11,9	11,2	10,6	10,0	9,4	8,8	8,1	7,2	5,9
JULIO	12,5	11,7	11,1	10,5	10,0	9,5	8,9	8,2	7,4	6,3

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
AGOSTO	11,6	11,2	10,6	10,3	10,0	9,6	9,3	8,9	8,4	7,8
SEPTIEMBRE	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5
OCTUBRE	9,0	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
NOVIEMBRE	7,9	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
DICIEMBRE	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3

7. Columna GT_i es la radiación solar media en un mes sobre el plano inclinado de las placas. Su unidad es W/m^2 :

$$GT_i = \frac{E_{Ti}}{\text{horas} \cdot 3.6}$$

8. Columna T_{amb} es la temperatura ambiente media en $^{\circ}C$ en horas de sol para las Islas Baleares. La siguiente tabla ha sido proporcionada por la asignatura de 22443.Energías Renovables (2015-2016).

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° Amb [°C]	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14

9. Columna Eficiencia hace referencia a la eficiencia que tienen los captadores solares para ello se ha hecho uso de la siguiente expresión:

$$\eta_i = a_0 \cdot \text{Incidencia} \cdot \text{Suciedad} - a_1 \frac{T_{cons} - T_{ai}}{G_{Ti}} - a_2 \frac{(T_{cons} - T_{ai})^2}{G_{Ti}}$$

Dónde:

a_0 : Es el rendimiento óptimo del captador solar expresado en tanto por uno.
 a_1 : Es el coeficiente de pérdida de calor. Se expresa en $[w/k \cdot m^2]$
 a_2 : Es el coeficiente cuadrático de pérdida de calor. Se expresa en $[w/k^2 \cdot m^2]$
 Los tres valores han sido obtenidos por la ficha técnica del fabricante.
Incidencia: Representa las pérdidas de la radiación que incide sobre los paneles. Este valor comprende de 0 a 1. Un valor de 1 indica la máxima incidencia.
Suciedad: Es un factor a tener en cuenta e inevitable por la situación de las placas que provoca pérdidas en la instalación. Este valor comprende de 0 a 1. Un valor de 1 indica poca suciedad y por tanto un buen mantenimiento. Consideraremos una suciedad del 30% por tanto este valor será 0.7.
 T_{cons} : Es la temperatura de acumulación definida a $45^{\circ}C$.
 T_{ai} : Es la temperatura media ambiente en horas de sol dado un mes.
 G_{Ti} : Es la irradiación media dado un mes.

10. Columna EC_i representa la energía captada por las placas solares dado un mes.

$$EC_i = E_{Ti} \cdot d_i \cdot \eta_i \cdot S$$

E_{Ti} : Es la energía incidente durante un día del mes sobre la superficie de la placa.

d_i : Son los días que comprende un mes.

η_i : Es la eficiencia media del captador en un mes.

S : Es la superficie total de captación.

11. Columna *Captada total* es la energía total que será aportada por la superficie real de la instalación. Tendrá unidad de [KJ] y se indica mediante la expresión:

$$Captada\ total = E_{ci} \cdot superficie\ real$$

E_{ci} : Energía captada por las placas. Calculado anteriormente

Superficie real: Será la superficie total que supone el campo de placas solares. La superficie del panel multiplicado por el número de captadores.

12. Columna *Cobertura* indica el porcentaje de energía aportada por el Sol al sistema. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Cobertura = \frac{Captada\ total}{D_i}$$

13. Columna *Aportación* indica la máxima energía que se puede transmitir al sistema es del 100% no puede ser superior a este valor, es decir, si la aportación solar es mayor a la demanda de ACS, se queda con la aportación de ACS máxima, no se tiene en cuenta la energía sobrante. Por ejemplo, si da una cobertura mayor al 100%, en la columna aportación la limitamos al 100% (a la demanda de ACS).

Cobertura	Aportación
73%	73%
105%	100%

14. Columna *Energía aportada KJ* indica la máxima energía que se puede aportar para calentar nuestra demanda de agua caliente sanitaria. Se expresa mediante [KJ] y se calcula:

$$Energía\ aportada = Aportación \cdot D_i$$

15. La última columna es la *Energía aportada expresada en KWh*.

En esta aproximación no se tendrá en cuenta las pérdidas del depósito de acumulación, ni las tuberías, ni las válvulas de tres vías. Se supondrá que la aportación de radiación solar que llega a los paneles es la misma que llega al depósito.

El ángulo de inclinación será de 40° para obtener una mayor incidencia de radiación solar.

A continuación, se mostrará el cálculo de las necesidades energéticas del edificio: ACS [KWh] y calefacción para seguidamente generar las tablas de los resultados obtenidos a través de este procedimiento:

- Producción de ACS. Cálculo previo:

$$D[kwh] = \frac{l \text{ persona} \cdot n^{\circ} \text{ personas} \cdot Cp \text{ Fluido} \cdot (T_{\text{cons}} - T_{\text{red}}) \cdot \text{días}}{3600}$$

Tcons -> es la temperatura de consigna de ACS: 45°C

Tred -> es la temperatura de red.

Cp Fluido -> es el calor específico del agua 4186 J/ Kg·k.

L persona -> litros por persona.

Nºpersonas -> número total de personas.

Días -> número de días del mes.

- Calefacción. Calculado anteriormente (Grados día).

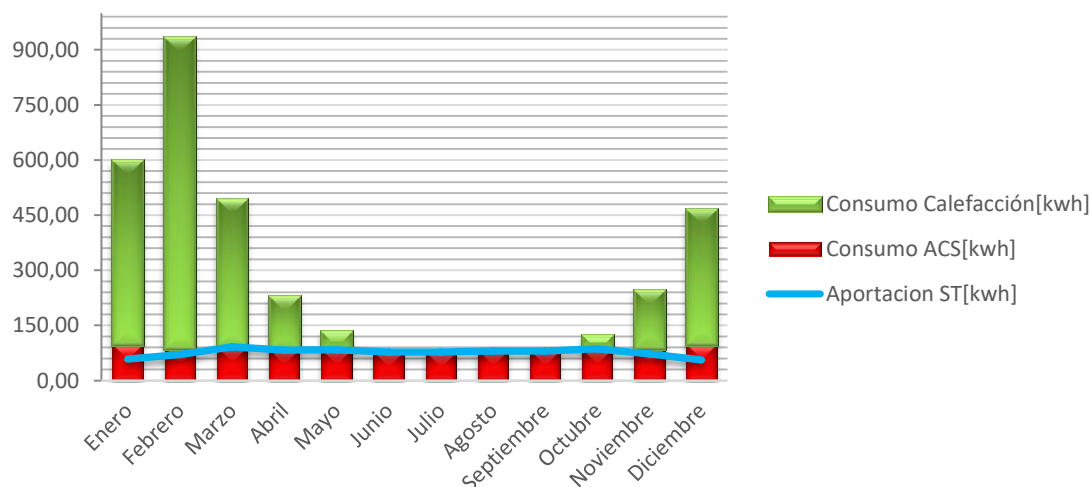
Resultados obtenidos aplicando las expresiones anteriores:

APORTACIÓN SOLAR 1 CAPTADOR ST

Mes	días laborables	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación ST para ACS[KWh]	Aportación ST para ACS[%]
Enero	31	99,98	499,28	58,94	59
Febrero	28	87,86	846,60	71,41	81
Marzo	31	91,87	401,59	91,87	100
Abril	30	83,68	144,72	83,68	100
Mayo	31	83,77	50,65	83,77	100
Junio	30	78,45	0,00	78,45	100
Julio	31	78,36	0,00	78,36	100
Agosto	31	81,07	0,00	81,07	100
Septiembre	30	81,07	0,00	81,07	100
Octubre	31	86,47	36,18	86,47	100
Noviembre	30	88,91	155,57	72,68	82
Diciembre	31	99,98	365,41	56,43	56
TOTAL	365	1041,47	2500	924,19	89

Tabla 11. Aportación ST para 1 captador.

A continuación, se representará una gráfica para obtener una mejor visualización de la cobertura de ST con el consumo de ACS y calefacción, dichos datos son los obtenidos de *la tabla de EXCEL A.1 Procedimiento 1 cálculo solar térmica 1 colector* :



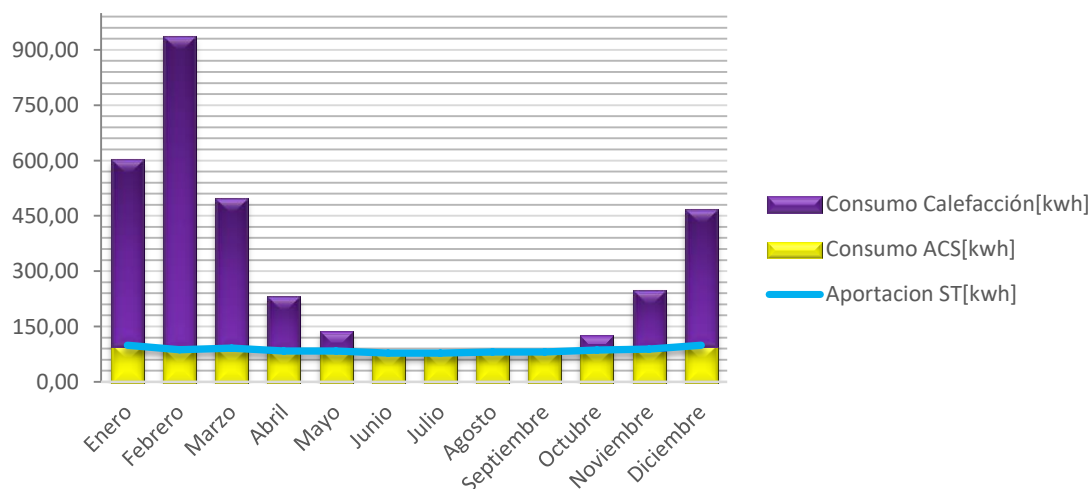
Gráfica 3. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 1 captador.

APORTACIÓN SOLAR 2 CAPTADORES ST

Mes	días laborables	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación ST para ACS[KWh]	Aportación ST para ACS[%]
Enero	31	99,98	499,28	99,98	100
Febrero	28	87,86	846,60	87,86	100
Marzo	31	91,87	401,59	91,87	100
Abril	30	83,68	144,72	83,68	100
Mayo	31	83,77	50,65	83,77	100
Junio	30	78,45	0,00	78,45	100
Julio	31	78,36	0,00	78,36	100
Agosto	31	81,07	0,00	81,07	100
Septiembre	30	81,07	0,00	81,07	100
Octubre	31	86,47	36,18	86,47	100
Noviembre	30	88,91	155,57	88,91	100
Diciembre	31	99,98	365,41	99,98	80
TOTAL	365	1041,47	2500	1041,47	100

Tabla 12. Aportación ST para 2 captadores.

Seguidamente, se representará una gráfica para obtener una mayor visualización de la cobertura de ST con el consumo de ACS y calefacción, dichos datos son los obtenidos de la *tabla de EXCEL A.2 Procedimiento 2 cálculo solar térmica para 2 colectores solares*:



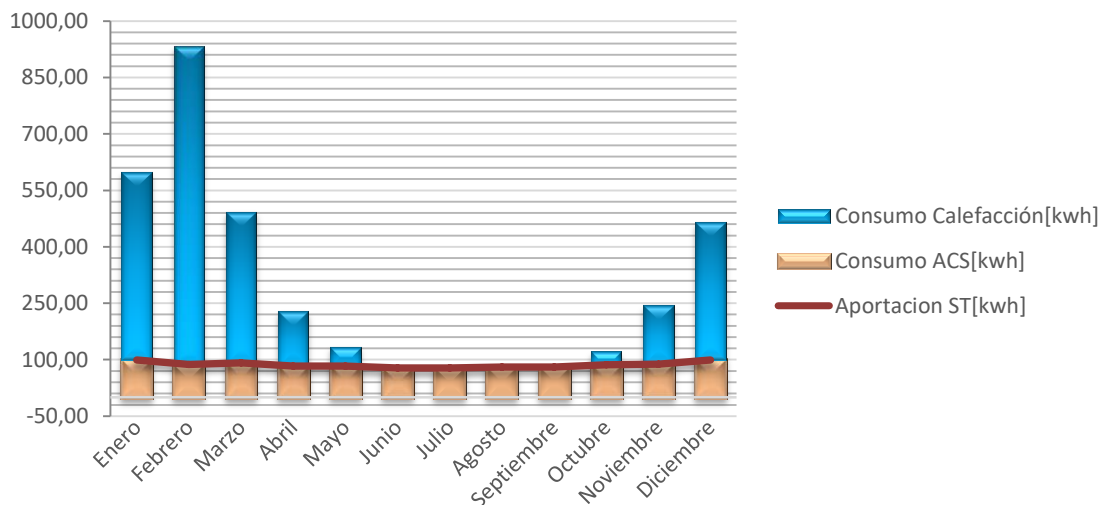
Gráfica 4. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 2 captadores.

APORTACIÓN SOLAR 3 CAPTADORES ST

Mes	días laborables	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación ST para ACS [KWh]	Aportación ST para ACS [%]
Enero	31	99,98	499,28	99,98	100
Febrero	28	87,86	846,60	87,86	100
Marzo	31	91,87	401,59	91,87	100
Abril	30	83,68	144,72	83,68	100
Mayo	31	83,77	50,65	83,77	100
Junio	30	78,45	0,00	78,45	100
Julio	31	78,36	0,00	78,36	100
Agosto	31	81,07	0,00	81,07	100
Septiembre	30	81,07	0,00	81,07	100
Octubre	31	86,47	36,18	86,47	100
Noviembre	30	88,91	155,57	88,91	100
Diciembre	31	99,98	365,41	99,98	80
TOTAL	365	1041,47	2500,00	1041,47	100

Tabla 13. Aportación ST para 3 captadores.

Se representará una gráfica para obtener una mayor visualización de la cobertura de ST con el consumo de ACS y calefacción. Los datos han sido extraídos del *EXCEL A.2 Procedimiento 2 cálculo solar térmica para 2 colectores solares*:



Gráfica 5. Consumo ACS, Consumo y Aportación solar para 3 captadores.

Aunque no sea de aplicación para este procedimiento, ya que se empleará los datos del procedimiento 2 (Polysun) para el cumplimiento de DB, pero como primer resultado se puede observar que cubre la demanda mínima anual de ACS:

Nº Paneles Solares	Contribución Agua Caliente Sanitaria [%]	Cumplimiento CTE. Contribución mínima >50%
1	89	si
2	100	si
3	100	si

Tabla 14. Contribución de agua caliente sanitaria Excel.

Una vez comprobado que cumple con el CTE, a continuación se va a analizar las gráficas anteriores:

Se puede percibir que en los meses de marzo a octubre, cubre la demanda de Agua Caliente Sanitaria para los tres casos. Ahora donde se aprecia la mayor diferencia son en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre para el caso de 1 colector. A medida que vamos incorporando un colector solar más se alcanza para cubrir los meses 'desfavorables' y por tanto se tiene una mayor aportación solar que alcanza a cubrir la totalidad de ACS.

A priori, si se basa solamente en la aportación de las placas solares, como mejor opción según las tablas anteriores sería la incorporación de 2 y 3 colectores ya que nos devuelve la misma aportación solar, cubriendo la demanda de ACS en su totalidad, que es lo que interesa cumplir primordialmente. Además, para el caso de 3 colectores, en el caso que no se limitara la demanda, este escenario cubriría una pequeña porción para la parte de calefacción.

Pero el diseño de una instalación no solamente se basa en analizar la máxima aportación de energía que puede suministrar un sistema, también hay que tener en cuenta otros factores como la inversión que se lleva a cabo al tratarse de un edificio de entidad pública. Asimismo los elementos que componen este tipo de instalaciones son precios elevado, además del periodo de amortización es otro factor a tener en cuenta ya que las vidas útiles de estos sistemas oscilan en 25 años y llevando un buen mantenimiento de los mismos.

Por lo tanto, en el siguiente procedimiento obtendremos unos resultados que se aproximan a las condiciones reales de la instalación y con los resultados obtenidos se examinará cuál se ajusta mejor a las condiciones del promotor, la Universidad de las Islas Baleares.

2.11.5 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 2 ST POLYSUN.

2.11.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La radiación solar incide sobre los captadores solares calentando el líquido refrigerante que circula por el interior de los paneles. En el momento, que la temperatura del líquido es suficiente elevada empieza la circulación hacia el acumulador, donde se produce el intercambio de calor aumentando la temperatura del agua de consumo en el depósito gracias al intercambiador interior (serpentin) que posee. Además, el depósito gracias a su alta eficiencia actúa como almacenamiento central de calor provocando que se mantenga en la medida de lo posible la temperatura en su interior para su posterior uso, aunque las pérdidas de energía son inevitables.

En los días de ausencia de radiación, es decir, cuando la energía del sol no sea suficiente para mantener el depósito a la temperatura deseada o bien cuando haya altas demanda de consumos y no podría cubrirse la demanda energética del edificio, entrará en funcionamiento la bomba de calor aire-agua para apoyar al sistema y calentar el agua a la temperatura deseada.

Las bombas se encargarán de circular los fluidos a los elementos deseados venciendo las pérdidas de carga de los circuitos.

En el caso del agua caliente sanitaria gracias al intercambiador interior se mezclará el agua proveniente de los paneles y el equipo auxiliar para ofrecer la temperatura deseada al usuario. Para el suelo radiante se conectará directamente la ida con el retorno al depósito suministrándole en todo momento la energía necesaria para crear el estado de confort.

El circuito cerrado que compone las placas solares se denomina *Circuito Primario*, mientras que el circuito que parte del depósito de acumulación hacia las unidades terminales se denomina *Circuito Secundario*.

A continuación, se muestra el esquema de dicha instalación:

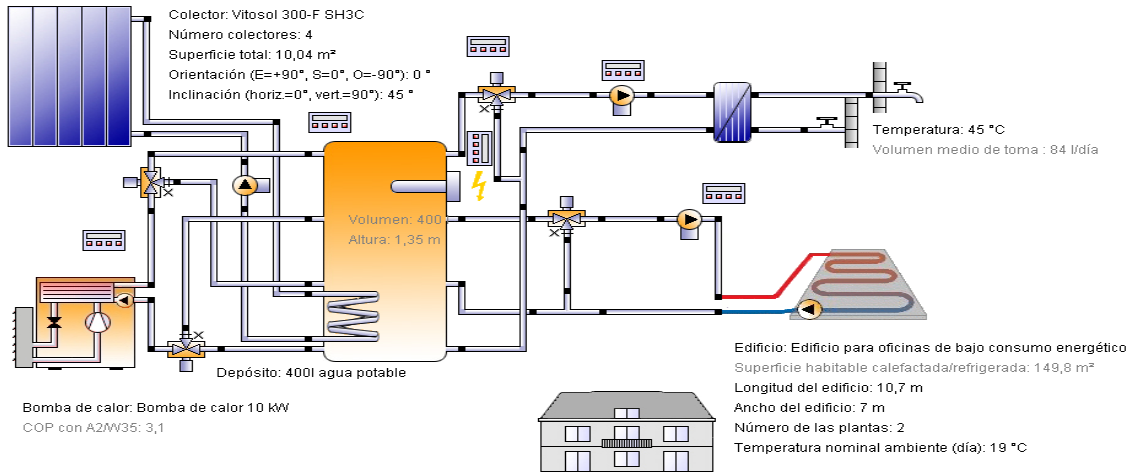


Imagen 16. Variante del proyecto.

Como se ha explicado previamente se han elaborado los tres escenarios para el mismo diseño de la *Imagen.16 Variante del proyecto* con el fin de obtener el sistema más óptimo a nivel de amortización, consumo, captación e inversión, ya que todo va ligado se ha tenido que realizar una comparativa que se explicará en los siguientes apartados.

2.11.5.2 INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS

Todos los datos introducidos en cada una de las ventanas emergentes del programa que aparecen en este apartado son los indicados en el *apartado 2.3.4 Datos previos para procedimiento 1 y 2*. En el caso que no aparezca algún parámetro se detallará seguido de la imagen.

Como se ha mencionado, Polysun dispone de una gran base de datos de diferentes fabricantes y por consecuente de modelos de componentes. Simplemente seleccionamos el modelo ya escogido previamente donde ya están introducidos los parámetros por defecto (características técnicas) que utilizará para el posterior cálculo.

En primer lugar se debe definir las **necesidades de agua caliente sanitaria**

Descripción circuito		
Utilizar perfil de consumo	▼ No	
Perfil diario	☑ Constante	
Caudal nominal en automático	▼ Sí	
Temperatura	45	°C
Enero	75	l/día
Febrero	75	l/día
Marzo	75	l/día
Abril	75	l/día
Mayo	75	l/día
Junio	75	l/día
Julio	75	l/día
Agosto	75	l/día
Septiembre	75	l/día
Octubre	75	l/día
Noviembre	75	l/día
Diciembre	75	l/día
Volumen medio de toma	75	l/día
Necesidades anuales ca.	889	kWh
Activar la recirculación de agua cal...	▼ No	
Ausencias	☑ Nunca	

Imagen 17. Necesidades de ACS

- El **perfil diario : constante**, hace referencia que al tratarse de una 'oficina' no existen horas punta, ni pico matutino, como así tampoco pico nocturno...
- Las **ausencias: nunca**, como el edificio está destinado a investigación y profesorado se ha supuesto el peor de los casos en el cual no hay ausencia de personal.
- La demanda **litros/día: 5 litros· día /personas · 15 personas = 75 litros/día**

En segundo lugar se introducirá los **parámetros del edificio**  .En esta página es posible parametrizar el tipo de edificio.

¿Necesidades energéticas conoci...	▼ Si	
Sistema de abastecimiento energé...	▼ Calefacción	
Consumo de energía conocido co...	▼ Necesidades/pérdi...	
Necesidades térmicas totales sin ...	2.500	kWh
Pérdidas de energía (transmisión ...	12.500	kWh
Edificio según EnEv	▼ no	
Temperatura nominal ambiente	20	°C
- N° catálogo	1	
Zona no calefactada	▼ Sí	
Temperatura media	18	°C
Franja de temperatura	0	K
Mes más caliente	▼ Julio	

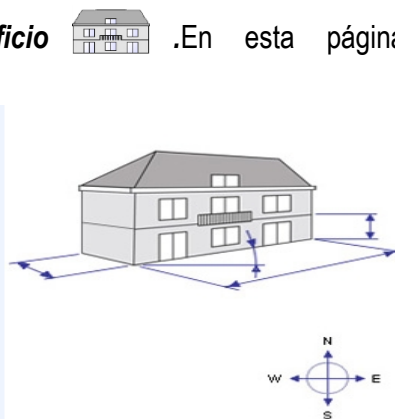
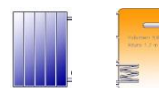


Imagen 18. Parámetros del edificio.

- Las **necesidades térmicas totales sin ACS** han sido proporcionadas por EPSU721 Carlos Muñoz Benavides.
- El **edificio según EnEv, no es de aplicación** ya que hace referencia a los datos del edificio según la ordenanza alemana sobre el ahorro energético.
- La **temperatura nominal ambiente 20°C** es la temperatura nominal de confort que normalmente está comprendida entre los 19°C y los 22°C
- La **temperatura media: 18°C** es la temperatura promedio anual del lugar donde está colocado el depósito.

En tercer lugar el **Dimensionado de la instalación solar térmica**.



.Donde

Descripción		
Ambiente	▼ exterior	
Norma de ensayo	▼ Europa	
Colector	▼ Vitosol 300-F SH3C	
- N° catálogo	14768	
- Tipo de colector	▼ Colector plano	
Valor de referencia de la área	▼ Número colectores	
Superficie total	2,51	m²
Superficie abertura total	2,33	m²
Superficie absorbedor total	2,33	m²
Número colectores	1	
Filas paralelas	1	
Fuerza del viento sobre el campo col...	50	%
A Orientación (E=+90°, S=0°, O=-90°)	0	°
B Inclinción (horiz.=0°, vert.=90°)	45	°
Rotación	0	°
Seguidor	▼ Sin seguidor	

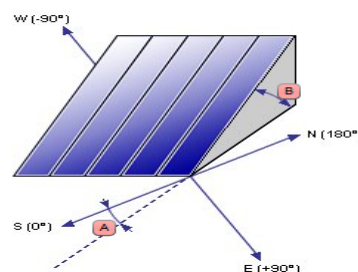


Imagen 19. Dimensionamiento paneles ST

Gracias al amplio catálogo que posee el programa, el tipo de colector ha sido sencillo buscarlo. En concreto, el modelo (VIESSMANN 300-F) que se había escogido previamente.

Ambiente	interior
Selección edificio	Edificio
Lugar de la instalación	Zona no calefactada
Pérdidas de calor a la zona habitabl...	2 %
Depósito	500l modelo para b...
- N° catálogo	1988
- Volumen	500 l
- Altura	1,7 m
- Altura de la convexidad	100 mm
- Material	Acero
- N° catálogo	4
- Espesor de la pared	2,5 mm
- Aislamiento térmico	PU rígido
- N° catálogo	20
- Espesor aislamiento	80 mm
- Espesor en la tapa del depósito	80 mm
- Espesor al fondo del depósito	50 mm
- Dispersiones térmicas en régimen...	0 W

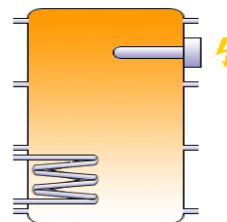


Imagen 20. Dimensionamiento depósito de acumulación.

Por último el **Generador de calor**.



Donde se definirá el generador de calor, en nuestro caso la bomba de calor.

Descripción	5
Ambiente	interior
Selección edificio	Edificio
Lugar de la instalación	Zona no calefactada
Pérdidas de calor a la zona habitabl...	10 %
Descripción circuito	
Generador de calor	Bomba de calor
Bomba de calor	Bomba de calor 10 ...
- N° catálogo	2
- Potencia calorífica con A2/W35	10,1 kW
- Potencia eléctrica con A2/W35	3,3 kW
- DeltaT con A7/W35	10 K
COP con A2/W35	3,1
Temperatura mal funcionamiento po...	65 °C
Fuente de calor	Aire ambiente

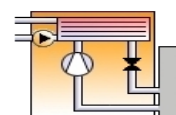


Imagen 21. Generador de calor.

Además Polysun parametriza el resto de elementos que compone la instalación: La **Bomba del circuito solar**, el **intercambiador de calor**, las **tuberías...**

Descripción	Bomba circuito solar
Ambiente	interior
Selección edificio	Edificio
Lugar de la instalación	Zona no calefactada
Pérdidas de calor a la zona habitabl...	10 %
Descripción circuito	
Bomba	Eco, pequeña
- N° catálogo	1
Nivel de la bomba	1
Caudal determinante	Caudal definido
Combustible	Energía eléctrica
- N° catálogo	5



Imagen 22. Bomba circuito solar.

Descripción	Intercambiador de cal...
Ambiente	interior
Selección edificio	Edificio
Lugar de la instalación	Zona no calefactada
Pérdidas de calor a la zona habitabl...	10 %
Intercambiador de calor exterior	mediano
- N° catálogo	2
- Capacidad de transmisión	10.000 WK
- Número placas intercambiador	30



Imagen 23. Intercambiador de calor.

Descripción	4
Ambiente	interior
Selección edificio	Edificio
Lugar de la instalación	Zona no calefactada
Pérdidas de calor a la zona habitabl...	10 %
A Tubo	Tubo hervidor 300x...
- N° catálogo	25
B - Diámetro interno	303 mm
C - Diámetro externo	318 mm
D Longitud	1 m
Coefficiente de forma lineal	1
Coefficiente de resistencia	0
E Aislamiento térmico	Relleno en lana de ...
- N° catálogo	7
F Espesor aislamiento	99 mm

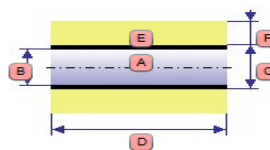


Imagen 24. Tuberías.

2.11.5.3 RESULTADOS OBTENIDOS

En este apartado se analizará los datos obtenidos de la simulación de la herramienta POLYSUN para la contribución de ACS:

Nº Paneles Solares	Contribución Agua Caliente Sanitaria [%]	Cumplimiento CTE. Contribución mínima >50%
1	64	SÍ
2	81	SÍ
3	87.7	SÍ

Tabla 15. Aportación agua caliente sanitaria Polysun.

Como se puede apreciar en la tabla anterior cumple con la contribución mínima anual de agua caliente sanitaria >50% marcada por el Código Técnico de la Edificación.

A continuación, se mostrará las tablas con las correspondientes aportaciones solares para 1, 2 y 3 captadores solares, aunque primero se hará una breve explicación para interpretar los resultados proporcionados por el software:

Polysun devuelve el porcentaje de energía total del sistema generada por fuente solar, es decir, la energía producida por los paneles solares al sistema para finalmente producir la correspondiente aportación para ACS y calefacción según escenario, que es la indicada con el nombre de **Aportación solar Polysun[%]**, de aquí adelante Aportación solar P., por lo que esta energía según el diseño de la instalación parte será cedida para el Agua caliente sanitaria y parte para calefacción y en el caso de no abastecer será cubierto por el sistema auxiliar. Al contrario que ocurría con la plantilla del Excel, en la columna cobertura se limita la aportación para cubrir solamente la demanda de ACS y el excedente se 'perdía'.

Hay que tener en cuenta que la aportación solar % que indica en el Polysun, es la que es capaz de producir los paneles bajo las condiciones establecidas, que no quiere decir que es la que realmente llega al edificio objeto, debido a las múltiples pérdidas que presenta este tipo de instalación.

De la energía cedida para ACS, también se proporciona qué porcentaje de cobertura solar pertenece para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, indicado con el nombre de **Fracción solar ACS [%]** e igualmente para la calefacción, que aparecerá en las tablas siguientes con el nombre de **Fracción solar calefacción [%]**.

Con esto se quiere concluir, que de la demanda del edificio, un porcentaje de energía será cubierta por fuente solar y otra por el equipo auxiliar. Y que a su vez, de dicha aportación solar, un tanto por ciento será cubierto por ACS y otro por calefacción:



Posteriormente, se apreciará una pequeña diferencia en la demanda de ACS proporcionada por el Polysun, en comparación con la calculada anteriormente para el Excel. Polysun presupone que se necesita menor demanda de ACS. Dicha diferencia supone 0.4KWh menos al día, por lo que no evidencia un fallo de cálculo o software ni una gran preocupación para su posterior análisis

Resultados obtenidos:

APORTACIÓN SOLAR 1 COLECTOR

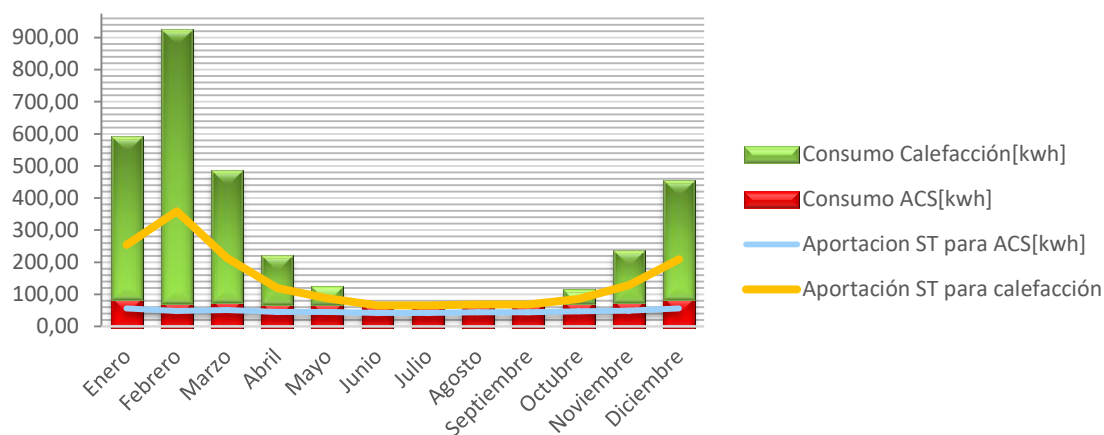
Mes	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar ACS[KWh]	Aportación solar Calefacción[KWh]
Año	888,29	2500,00	568,51	837,50
Enero	87,22	499	55,82	167,26
Febrero	75,10	847	48,06	283,61
Marzo	79,11	402	50,63	134,53
Abril	70,92	145	45,39	48,48
Mayo	71,01	51	45,44	16,97
Junio	65,69	0	42,04	0
Julio	65,60	0	41,98	0
Agosto	68,31	0	43,72	0
Septiembre	68,31	0	43,72	0
Octubre	73,71	36	47,17	12,12
Noviembre	76,15	156	48,73	52,12
Diciembre	87,22	365	55,82	122,41

Tabla 16. Aportación solar ST para 1 captador.

Resultados polysun anualmente:

Polysun	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar P. [%]	Aportación solar P. [KWh]	Fracción solar ACS [%]	Fracción solar Calefacción [%]
Anual	888.3	2500	50.9	2516.30	64	33.5

En la siguiente imagen se puede percibir la aportación solar, y por consiguiente la parte de consumo de ACS y calefacción y la aportación solar para el caso de 1 captador solar:



Gráfica 6. Gráfica conjunta 1 colector Polysun.

Para interpretar mejor la gráfica se puede dividir en dos zonas:

La primera zona corresponde a la cobertura de ACS. La demanda total de ACS del edificio se representa mediante la columna de color rojo y la aportación de ST para ACS se representa mediante la línea de color azul. Por tanto, la cobertura mensual abarca del principio de la columna roja (coordenadas de origen 0) hasta la línea implicada.

La segunda zona correspondiente a la cobertura de calefacción, incluye del principio de la columna verde (coordenadas de origen es el final de la demanda de ACS, por lo que se ha tenido en cuenta el offset para sumárselo a la aportación de calefacción) hasta la línea de color naranja. En los meses que no hay aportación solar para calefacción, es decir, es cero, la línea naranja no cubre nada de la columna verde.

En la leyenda de cada gráfica aparece la información necesaria para cada escenario, manteniendo el mismo criterio de realización de gráfica.

Ahora, analizando la anterior gráfica, se cubre parcialmente la demanda de ACS anual, también se puede observar que cubre una pequeña porción de la demanda de calefacción. Visto desde el punto de vista energético es el escenario más limitado en cuanto a aportación solar se refiere.

APORTACIÓN SOLAR 2 COLECTORES

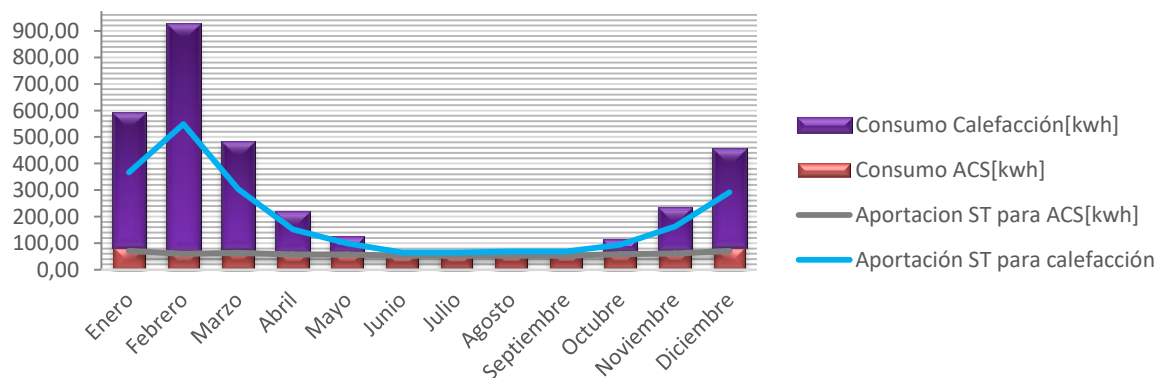
Mes	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar ACS[KWh]	Aportación solar Calefacción [KWh]
Año	888,29	2500	719,51	1400
Enero	87,22	499	70,64	279,59
Febrero	75,10	847	60,82	474,10
Marzo	79,11	402	64,07	224,89
Abril	70,92	145	57,44	81,04
Mayo	71,01	51	57,51	28,36
Junio	65,69	0	53,20	0
Julio	65,60	0	53,13	0
Agosto	68,31	0	55,32	0
Septiembre	68,31	0	55,32	0
Octubre	73,71	36	59,70	20,26
Noviembre	76,15	156	61,67	87,12
Diciembre	87,22	365	70,64	204,63

Tabla 17. Aportación solar ST para 2 captadores.

Resultados polysun anualmente:

Polysun	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar P. [%]	Aportación solar P. [KWh]	Fracción solar ACS [%]	Fracción solar Calefacción [%]
Anual	888.3	2500	72.3	3973.8	81	56

En la siguiente imagen se puede percibir la aportación solar, y por consecuente la parte de consumo de ACS y calefacción que es capaz de cubrir, para el caso de 2 captadores solares:



Gráfica 7. Gráfica conjunta 2 colectores Polysun.

En la gráfica anterior, se percibe una aportación solar anual importante para la demanda de ACS cubriendo prácticamente su totalidad y además la línea azul, que indica la cobertura para calefacción, ya se está cubriendo aproximadamente un 50%. Este escenario puede ajustarse bien a la demanda del edificio con el objetivo de ser lo máximo posible autosuficiente energéticamente.

APORTACIÓN SOLAR 3 COLECTORES

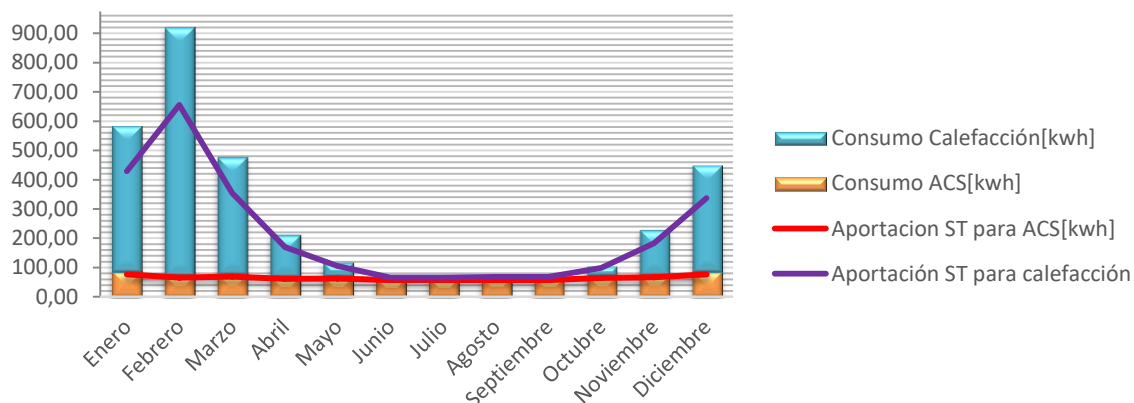
Mes	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar ACS[KWh]	Aportación solar Calefacción[KWh]
Año	888,29	2500	779,90	1713,19
Enero	87,22	499	76,48	342,00
Febrero	75,10	847	65,85	579,92
Marzo	79,11	402	69,37	275,09
Abril	70,92	145	62,19	99,13
Mayo	71,01	51	62,27	34,69
Junio	65,69	0	57,60	0
Julio	65,60	0	57,52	0
Agosto	68,31	0	59,90	0
Septiembre	68,31	0	59,90	0
Octubre	73,71	36	64,64	24,78
Noviembre	76,15	156	66,77	106,56
Diciembre	87,22	365	76,48	250,30

Tabla 18. Aportación solar ST para 3 captadores.

Resultados polysun anualmente:

Polysun	ACS[KWh]	Calefacción[KWh]	Aportación solar P. [%]	Aportación solar P. [KWh]	Fracción solar ACS [%]	Fracción solar Calefacción [%]
Anual	888.3	2500	81	4629.3	87.7	68.5

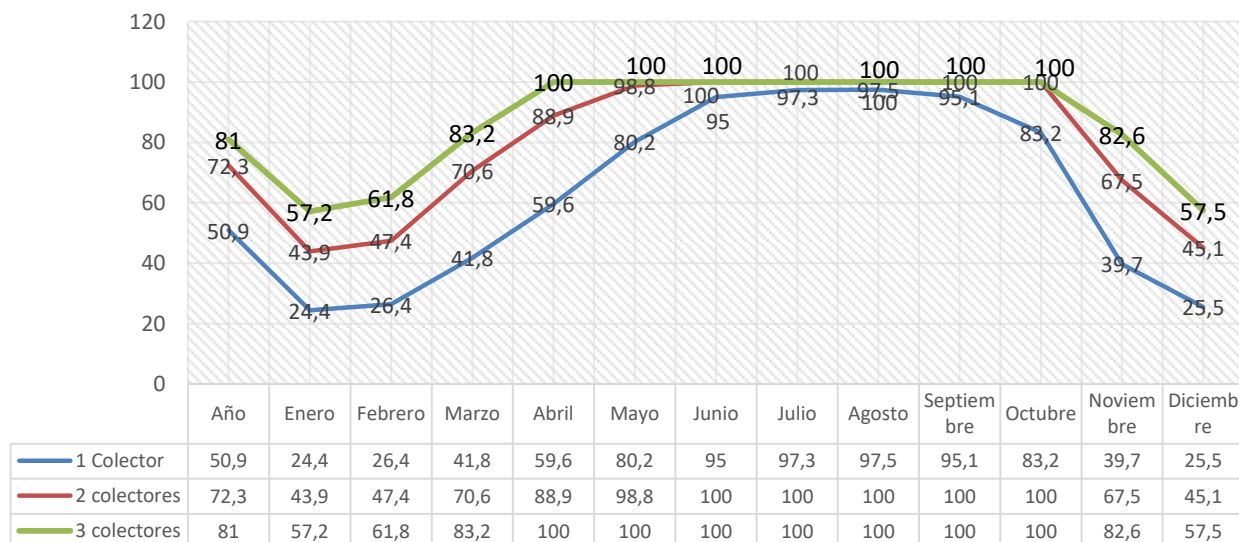
En la siguiente imagen, se puede percibir la aportación solar de solar térmica de 3 captadores para ambos consumos. Al igual que el caso anterior, el hecho de añadir un colector, supone una mayor aportación solar al sistema tanto de ACS como de calefacción, lo que supone un mayor ahorro económico anual y menores emisiones de CO_2 . Desde el punto visto de la aportación solar es el escenario que mejor se ajusta a tener menor grado de dependencia de equipos auxiliares y por tanto a ser más óptimo y sostenible.



Gráfica 8. Gráfica conjunta 3 colectores Polysun.

Finalmente se realizará una última comparativa de los tres escenarios, pero ahora en función de la aportación solar de los paneles al sistema. Se mostrará el siguiente gráfico:

Comparativa de fracción solar [%]



Gráfica 9. Comparativa de los 3 escenarios Polysun.

Para 1 colector, se aprecia que para los meses de Mayo a Octubre la aportación de los módulos solares al sistema ronda del 80% al 100% aproximadamente.

Para 2 colectores, Se aprecia mayor aportación anual respectiva al anterior caso (1 colector) sobre todo para los meses de Abril a Octubre la aportación de los módulos solares al sistema ya ronda el 100%.

Para 3 colectores, se contempla mucha aportación respectiva a los anteriores casos (tanto el de 1 colector como 2 colectores). Para los meses de Marzo a Noviembre la aportación de

los módulos solares al sistema ronda el 82-100%. Se puede atrever a afirmar que mayoritariamente está cubierto el sistema por energía solar térmica con la instalación de 3 colectores solares.

Como deducción, la instalación de 3 colectores parece la más idónea ya que definitivamente es la que mayor aportación solar presenta al sistema. Para los tres escenarios cumple con el código técnico de contribución mínima anual por tanto, ahora la resolución estaría hasta qué punto conviene instalar si se analiza la amortización, para finalmente cubrir en mayor o menor medida la demanda de calefacción y ACS.

A priori la idónea es la de 3 colectores cubriendo la demanda de ACS y los ocho meses de calefacción prácticamente en su totalidad.

2.11.6 DIAGRAMA DE GANTT SOLAR TÉRMICA

El diagrama de Gantt consiste en la representación gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para las diferentes tareas que componen una actividad determinada. Se representará sobre dos ejes, en el vertical se situarán las tareas y en el horizontal se colocará el transcurso del tiempo. La ventaja de este tipo de diagrama que permite visualizar la distribución de cada tarea observando cuál de ellas tendrá mayor o menor duración con el fin de obtener una buena planificación siguiendo unas pautas para reducir y controlar el tiempo de ejecución de una actividad.

La estimación de cada tiempo de tarea es aproximada al ser una instalación pequeña y sencilla puede servir de orientación para su utilización, en cambio para grandes instalaciones no es muy adecuado por sus limitaciones, ya que hay diversas variables que no se tienen en cuenta, como puede ser las condiciones climáticas, falta de material, personal limitado..., pero no es el caso.

El diagrama de Gantt se organiza a partir de la siguiente estructura:

La actividad general 'Instalación solar térmica', se dividirá en los subgrupos 'Instalaciones' y a su vez en tareas como aparece a continuación:

-Instalación de los captadores, incluye:

1. Estructura de soporte
2. Colocación de los captadores solares.
3. Accesorios.

-Instalación del Acumulador, incluye:

1. Colocación del acumulador.
2. Accesorios.

-Instalación Complementos, incluye:

1. Purgadores.
2. Válvulas.
3. Sondas de Temperatura.

4. Vaso de expansión.
5. Tuberías.
6. Grupo Bombeo
7. Regulador Solar
8. Accesorios.

- Instalación Eléctrica, incluye:
1. Conexiones eléctricas.
 2. Puesta en marcha.

Dado que la instalación de las placas solares y la instalación del acumulador están situados en diferentes espacios, se ha optado porque se empiece ambas tareas en paralelo y una vez finalizada ambas tareas se procederá con seguir con la conexión que une los captadores con el acumulador, la instalación de los complementos (kit hidráulico, tuberías...) y por último la conexión eléctrica y su posterior puesta en marcha para ponerla en correcto funcionamiento.

La tarea se distingue por un minuto de inicio donde empieza la tarea y la duración de la misma representada en minutos, así como el minuto de fin. Una vez se tiene el minuto de inicio y la duración de la tarea ya se puede obtener el minuto en que se finaliza dicha tarea.

A continuación, se muestra las tareas ordenadas del 1 al 15 con la duración de cada una de ellas.

1. PLANIFICACIÓN DE TAREAS.

	TAREA	Minuto de inicio	Duración (min)	Minuto de fin
Instalación Captadores	1 Estructura de soporte	0	180	180
	2 Captador solar	180	120	300
	3 Accesorios	300	60	360
Instalación Acumulador	4 Acumulador	0	180	180
	5 Accesorios	180	90	270
Instalación Complementos	6 Purgador	240	60	300
	7 Válvulas	300	120	420
	8 Sondas de temperatura	420	60	480
	9 Vaso de expansión	480	60	540
	10 Tuberías	540	480	1020
	11 Grupo Bombeo	1020	30	1050
	12 Regulador Solar	1050	30	1080
Instalación Eléctrica	13 Accesorios	1080	45	1125
	14 Conexiones eléctricas	1125	480	1605
	15 Puesta en marcha	1605	100	1705

Tabla 19. Planificación de tareas ST.

En el diagrama de Gantt se muestra en el eje vertical de la gráfica las tareas de los subconjuntos 'instalación' que se irá marcando mediante una barra de color el orden de ejecución, así como la duración de las mismas, marcada por el tiempo de inicio y tiempo de fin y por tanto, indicando que actividad le precede y procede a lo largo del tiempo.

El tiempo está representado en minutos.

En la tabla **Planificación de tareas** indica que la duración total es de 1705 minutos. Teniendo en cuenta que las jornadas laborales de los técnicos y operarios son de un máximo de 8 horas aproximadamente obtenemos que la duración total de la actividad general instalación solar térmica para su correcta puesta en marcha y funcionamiento sería de 3.5 días.

Las colocaciones de las tareas están diseñadas para que las tareas que tienen una mayor duración como la colocación de tuberías y las conexiones eléctricas se realicen durante una única jornada laboral y no quede fraccionada para diferentes jornadas.

Instalación Solar Térmica

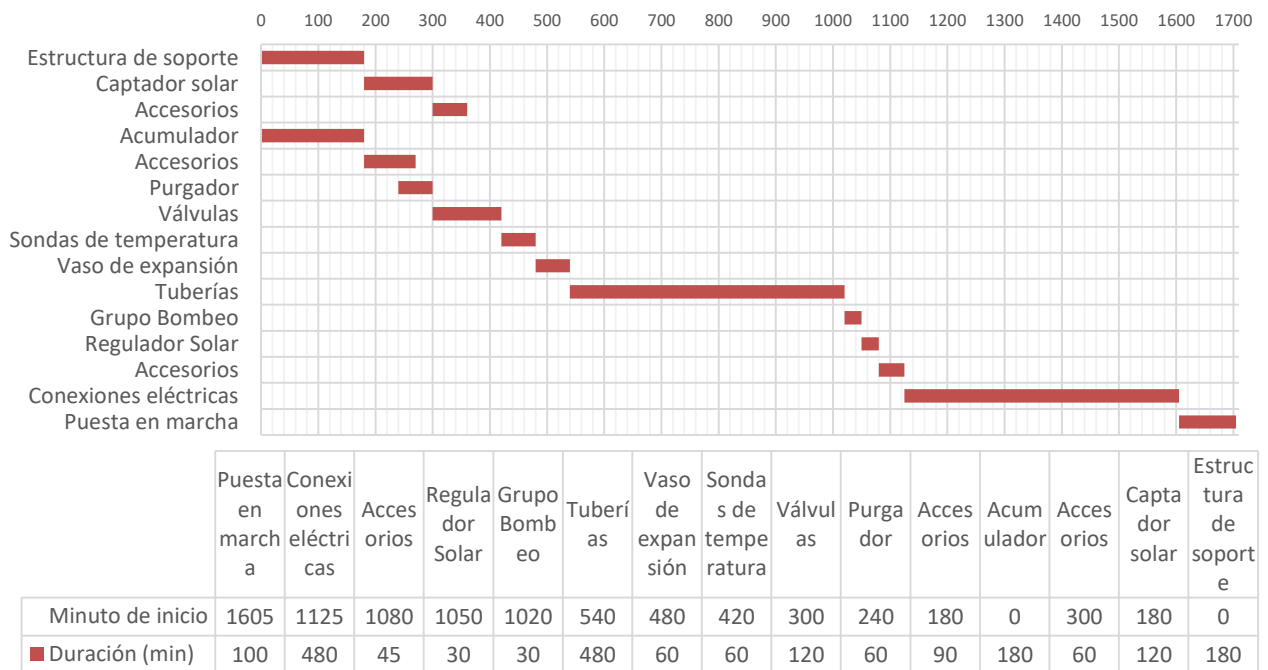


Imagen 25. Diagrama de GANTT solar térmica.

2.12 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Como se ha explicado anteriormente el objetivo de dicho proyecto es cubrir la mayor demanda eléctrica posible del edificio a partir de lo generado por los paneles fotovoltaicos. Para ello se centrará en el concepto de Autoconsumo en el cual el edificio se encarga de suministrar, gestionar y consumir la energía que ha sido generada mediante los paneles ya sea con o sin acumulación de la misma, para finalmente abastecer el consumo del edificio en la medida de lo posible. En el caso de no cubrir toda la demanda por la generación FV el resto de energía será proporcionado por la red eléctrica.

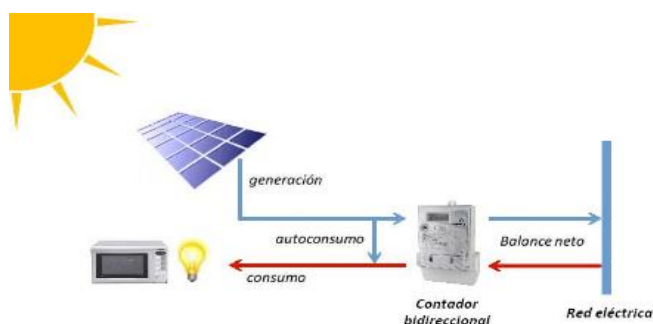


Imagen 26. Autoconsumo y balance neto.

Aunque hagamos hincapié en el Autoconsumo, también se puede observar que aparece el término de 'Balance neto' o 'medición neta de electricidad' dicho término hace referencia al consumo que se hace de la red eléctrica y la inyección de energía a la red que el usuario hace cuando genera su propia energía eléctrica (debido a los excesos de energía por los paneles FV).

Esto quiere decir, que el excedente provocado por los paneles se enviará a la red eléctrica y en el caso de necesitar suministro eléctrico también será proporcionado por la misma red.

Para ello, se dispone de un contador bidireccional que permite medir la electricidad en ambos sentidos: lo consumido y la volcada a la red, con el objetivo de compensar y compatibilizar la curva de producción con su curva de demanda. Este sistema permite verter a la red eléctrica el exceso producido por la instalación fotovoltaica. De esta forma, para compensar las dos lecturas, cuando la demanda sea superior a la producción del sistema de autoconsumo, descontará en el consumo de la red de la factura, los excesos vertidos a la misma, es decir, se cobrará la diferencia de lo demandado con lo vertido a la red eléctrica. [5]

En el caso de España, aún no hay una normativa o un decreto que normalice el concepto de Balance Neto, pero la aplicación de esta forma de compensar las dos lecturas sería una buena manera de aumentar e incentivar a la creación de nuevos proyectos fotovoltaicos.

Además, el diseño de una instalación fotovoltaica servirá para aprovechar las numerosas ventajas que presenta:

1. Como apoyo económico, ya que se está produciendo energía a partir de los captadores solares.

2. Disminuir el precio de la factura y reduciendo el consumo de red con su respectivo constante crecimiento de la tarifa del KWh.
3. Reducir la dependencia de las compañías eléctricas.
4. Se utiliza una fuente de energía renovable, lo que se contribuye a reducir el cambio climático.
5. Se reduce las pérdidas de energía por el transporte de la electricidad a través de la red.
6. Se evitan problemas para abastecer toda la demanda en hora punta, provocando cortes de electricidad y subidas de tensión.

Con todo esto, se pretende diseñar, describir y analizar cada uno de los elementos que forman parte de la instalación indicando en sumo detalle la documentación técnica de cada uno de ellos para obtener todos los datos necesarios, para posteriormente incorporarlos en los procedimientos que se explican a continuación.

Al igual que la instalación solar térmica, se han utilizado los dos procedimientos de cálculo que se explicaran en siguiente apartado.

2.12.1 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO.

Para obtener el diseño y dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se llevará a cabo mediante dos procedimientos con dos herramientas de cálculo diferentes.

Con los dos procedimientos se elaboran cuatro escenarios diferentes sobre el mismo diseño de instalación para posteriormente analizar su optimización. Se diseñará para X paneles solares con y sin baterías, y para X+2 paneles solares con y sin baterías obteniendo la captación solar anual y con ello el ahorro en comparación con su inversión. Se analizarán los diversos escenarios y se escogerá el más óptimo según criterio.

Al tener dependencia de la red eléctrica se ha optado por analizar el caso de una instalación sin baterías. Como se trata de un edificio pequeño de bajo consumo eléctrico y teniendo en cuenta el coste elevado que presenta este tipo de elementos, ha parecido interesante desarrollar y estudiar este caso.

Seguidamente se explicará cada procedimiento:

- Procedimiento 1. Cálculo orientativo mediante una Tabla de Excel de la asignatura de Energías Renovables para una instalación fotovoltaica, donde obtendremos una idea aproximada de Energía Captada (%).

En la tabla de Excel original, de la instalación solar fotovoltaica, está elaborada para tener en cuenta la instalación de baterías. Por lo que se ha tenido que realizar una pequeña variación ya que dos escenarios no disponen de baterías en el sistema, por lo que este elemento no se ha de tener en cuenta. Finalmente se ha desarrollado otra plantilla.

Esta indicado en el apartado correspondiente *2.14.4 Descripción del procedimiento 1 FV Excel*, todos los cambios ejecutados así como la alternativa utilizada para llegar a la obtención del nuevo cálculo.



Imagen 27. Esquema explicativo Procedimiento 1 FV.

- Procedimiento 2. Cálculo mediante **Software Polysun**, donde se tienen en cuenta las pérdidas según el diseño de la instalación, obteniendo un resultado más realista.



Imagen 28. Esquema explicativo Procedimiento 2 FV.

2.12.2 DATOS PREVIOS PARA PROCEDIMIENTO 1 Y 2.

2.12.2.1 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.

A continuación, se explicará detalladamente los componentes que formaran parte de la instalación fotovoltaica para poder cubrir la demanda eléctrica del edificio, además se detallaran algunas normas de mantenimiento para que la instalación este en buenas condiciones y se llegue al máxima de su vida útil.

1. PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles FV serán **VISSMAN- VITOSOL MODELO P255B** son los encargados de generar el efecto fotoeléctrico para producir electricidad. Además, presentan un revestimiento anti reflejante para aprovechar los aportes solares más elevados.[6] Por ello, habrá que fijarse en los datos proporcionados por los fabricantes ya que suministran las especificaciones de los paneles solares bajo unas condiciones de trabajo:

- STC (Standard Test Conditions): Irradiación de $G = 1000 \text{ W/m}^2$, temperatura de celda $T_{FV} = 25^\circ\text{C}$, masa de aire $AM=1.5$.
- NOCT (Normal Operating Cell Temperature): Irradiación de $G = 800 \text{ W/m}^2$, temperatura ambiente $T_a = 20^\circ\text{C}$, masa de aire $AM=1.5$ y velocidad del viento 1m/s .

Datos: Longitud: 1639 mm.; Anchura: 983 mm.

Los datos indicados servirán para su posterior uso en el cálculo de la energía aportada por los paneles.

2. ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles se sujetarán sobre la estructura suelo ya que su disposición será en la zona de posterior del edificio como aparece en plano. Es una estructura de aluminio de alta calidad, universal por lo que se adaptan a cualquier marco y tipo de panel. La tornillería y los accesorios están creados en acero inoxidable ya que están situados en la intemperie y por tanto garantizando una mayor durabilidad.

3. REGULADOR DE CARGA

La función del regulador de carga es proteger las baterías/acumuladores contra la descarga excesiva de la electricidad producida por las placas. En caso que se produzca dicha sobrecarga pone las placas en cortocircuito provocando que no pueda circular más corriente en las baterías.

Por tanto, el regulador tiene la misión de regular la corriente que es absorbida por la batería con el fin de que en ningún momento pueda sobrecargarse peligrosamente, pero, al mismo tiempo, evitando en lo posible que se deje de aprovechar la energía captada por los paneles.

El regulador debe controlar el voltaje, que será una indicación del estado de carga de la batería y si éste llega a un valor previamente establecido, correspondiente a la tensión máxima admisible, actuar de forma que impida que la corriente siga fluyendo hacia la batería.

Puesto que el inversor escogido realiza esta función, no será necesaria la instalación de un regulador de carga.

4. BATERÍAS

Las baterías o acumuladores serán de la marca **FRONIUS Solar Battery 12.0** de litio de alto rendimiento. [7]

Se deberá de tener en cuenta el mantenimiento de las mismas, aunque este tipo de baterías se caracterizan sin lugar a duda por su capacidad de descarga, llegando a ser del 100%, al contrario que pasaba con las baterías tradicionales de plomo-ácido se necesitaban profundidades de descarga menores del 50% para obtener los mismos ciclos .Además, sabiendo que la vida útil de la batería varía en función de la profundidad de descarga, las de litio la mayoría superan los 6000 ciclos de descarga completa.

Esto hace, que si no descargamos por completo la batería todos los días, se puede asegurar una vida útil de más de 20 años sin perder a penas rendimiento.

5. INVERSOR O CONVERTIDOR

Para el escenario de con baterías se utilizará el inversor **INGECON modelo 6TL** que será el encargado de transformar la corriente continua generada por el bloque de paneles FV en corriente alterna apto para poder utilizar los dispositivos/ aparatos en la instalación. [8]

La potencia del convertidor de CC/CA se determina en función de la suma de todas las potencias nominales de los equipos consumidores por el coeficiente de simultaneidad. En nuestro caso la potencia total es de 12.3 KW, si lo multiplicamos por dicho coeficiente (0.7) obtenemos una potencia: $12.3 \cdot 0.7 = 8.61$ KW.

El diseño se ha planteado con 10 paneles y 12 paneles con conexión en serie, de esta manera el voltaje para el módulo de los paneles serán:

- ❖ Para 10 paneles: $30.2 \text{ (voltaje panel)} \cdot 10 \text{ (n}^\circ \text{ paneles)} = 302\text{V}$
- ❖ Para 12 paneles: $30.2 \text{ (voltaje panel)} \cdot 12 \text{ (n}^\circ \text{ paneles)} = 362.4\text{V}$

La intensidad de máxima potencia en condiciones STC de las placas solares es de: 8.45 A. La colocación de las mismas será en serie por lo tanto circulará la misma intensidad por todo el campo es decir 8.45 A.

Como se observa en la ficha técnica del inversor tiene una potencia máxima de 10 KW, un rango de tensión de 300V- 450V y un amperaje de 30A. Por tanto, cumple las condiciones para 10 paneles y para 12 paneles fotovoltaicos.

Valores	Campo de captadores	Inversor	Cumple
Voltaje	10 paneles: 302 V 12 paneles: 362.4 V	Rango 300-450V	✓
Amperaje	8.45 A	30 A	✓
Potencia máxima	8.61 KW	10 KW	✓

A continuación, se muestra un esquema:

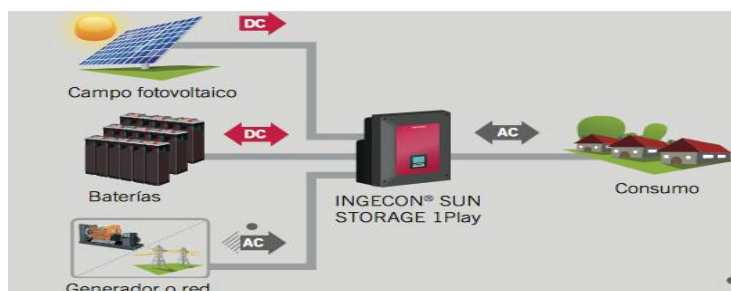


Imagen 29. Esquema general instalación FV.

Como se puede observar en la imagen, este tipo de inversor monofásico, es un equipo que permite ser bidireccional entre las baterías y los consumos. Dicho inversor, presenta la ventaja que actúa como gestor de la red, logrando el equilibrio entre la generación, la acumulación en las baterías en los procesos de carga y descarga garantizando la máxima vida útil y el consumo. Además, por las propiedades de gestión que presenta, tiene una entrada fotovoltaica serie por lo que no se necesitará un regulador de carga ya que es el propio inversor que gestiona el flujo de corriente.

Este elemento permite diferentes modos de funcionamiento, por lo que presenta una conexión adicional para un generador auxiliar o la conexión a la red eléctrica. En este caso será para la conexión a red, por si no hay abastecimiento con la energía generada por los paneles FV.

Para el caso de sin baterías, al no tener que gestionar dicha energía hacia las mismas, se escogerá el inversor monofásico de conexión a **Red FRONIUS IG (SUN STORAGE)** que se adapta perfectamente al módulo fotovoltaico. Es un inversor que permite interconectarse con la red eléctrica (sin necesidad de baterías) permitiendo rebajar la potencia del inversor en el caso que haya un excedente energético. [9]

Esquema tipo de conexión de las placas fotovoltaicas de autoconsumo:

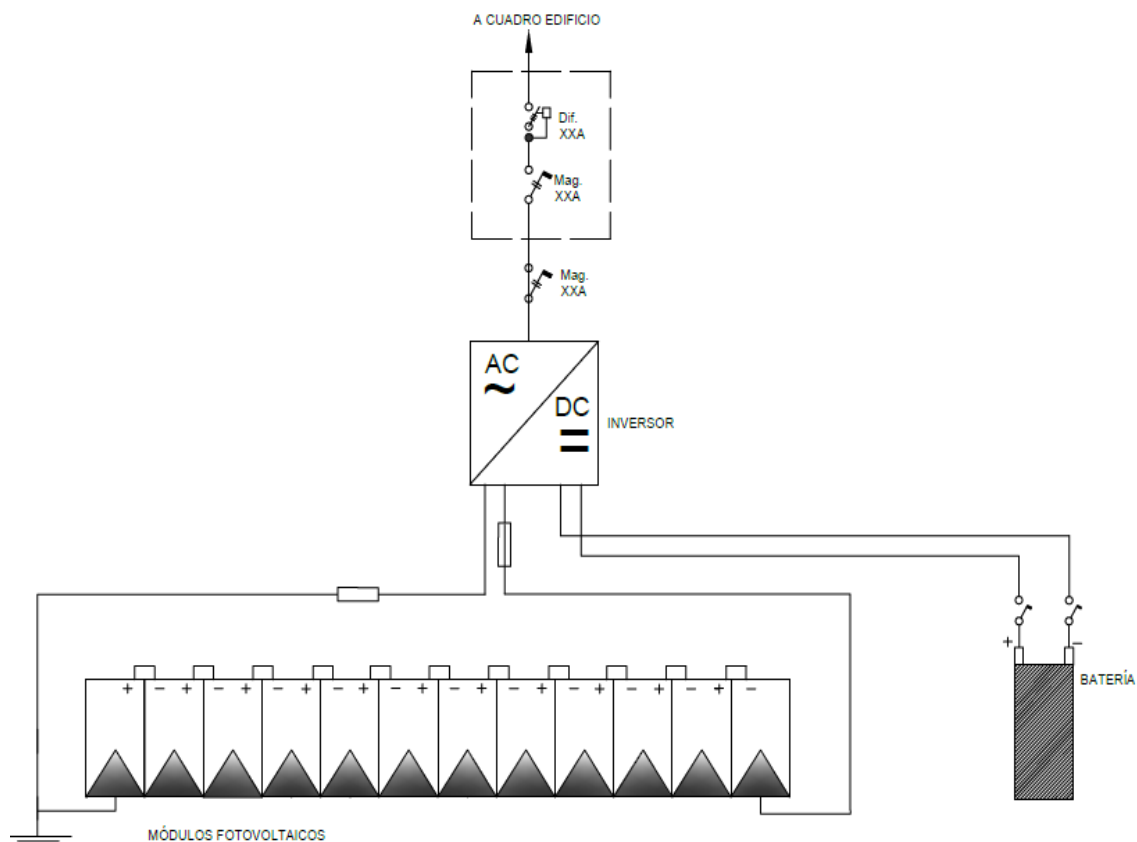


Imagen 30. Esquema conexión instalación FV.

2.12.3 POSICIÓN Y ORIENTACIÓN DE LAS PLACAS FV.

Una de las características principales y más importantes a tener en cuenta en una instalación fotovoltaica es la posición de las placas para optimizar al máximo su rendimiento y eficiencia.

En la sección HE5 apartado 2.2.2 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras del Código técnico de la edificación, se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °.
- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

Donde latitud geográfica en Palma de Mallorca: 39.5712° y en concreto la Universidad de las Islas Baleares: 39.637°

Al disponer de espacio suficiente para la colocación de las placas, se cumple con las pérdidas debidas a la orientación e inclinación del sistema y a los sombras marcadas por el CTE se calculará el espacio de separación óptimo entre las dos filas.

Una vez se ha tenido claro cuál es la mejor posición y orientación de las placas en dos filas, ahora se buscará que separación es la más adecuada para que se pueda captar la mayor radiación posible y evitar posibles sombras.

Para ello, habrá que situarse en el peor día del año y suponiendo que el edificio estará abierto los 365 días del año, será el *21 de diciembre a las 12h de la mañana* (Imagen 31). El Sol en dicha hora y día estará en su posición más baja y por tanto generara la mayor sombra posible entre las placas entre la primera y la segunda fila.

Seguidamente se mostrará la imagen donde aprecia la trayectoria solar:

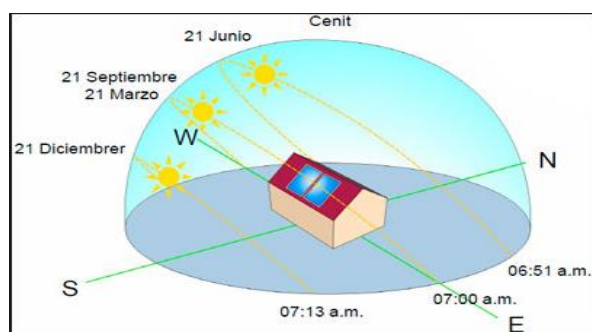


Imagen 31. Trayectoria solar.

Por lo tanto la separación tendrá que ser como mínimo la que se calculará a continuación, ya que a esa distancia se asegura que se producirá la menor sombra posible.

Método de cálculo:

- Primero se calculará la declinación que corresponde: $-23.45^\circ \leq \delta \leq 23.45^\circ$

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \frac{2\pi}{365} \cdot (284 + n) \rightarrow \delta = -23.44^\circ$$

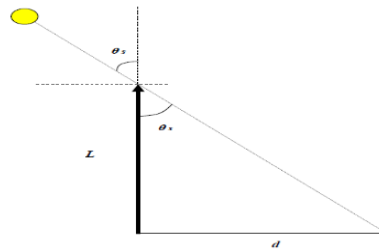
Donde n es el número de días que comprende desde el 1 de enero hasta el 21 de diciembre. n=355

- En segundo lugar el ángulo zenit vendrá dado por la siguiente expresión siempre que $t_s=12h$ (hora solar sea las 12h) se podrá calcular directamente :

$$\theta_s = \text{Latitud} - \delta = 63.04^\circ$$

La latitud para las Islas Baleares es: 39.6°

Como podemos ver cuanto mayor sea el ángulo zenit, mayor sombra se producirá ya que el Sol estará más bajo.



- Y por último lugar aplicando las razones trigonométricas se obtiene la distancia total mínima de separación:

$$d_2 = \cos\beta \cdot L = 1.15 \text{ m}$$

Dónde:

β : Inclinación de los paneles , $\beta = 45^\circ$

d_2 : Distancia de la proyección horizontal de las placas.

d_1 : La sombra que provoca la primera hilera sobre la segunda.

$$h_s = 90^\circ - \theta_s = 26.96^\circ$$

$$z = \text{sen}\beta \cdot L = 1.15$$

$$\tan h_s = \frac{z}{d_1} \rightarrow d_1 = \frac{z}{\tan h_s} = 2.27 \text{ m}$$

$$\text{Distancia total} = d_1 + d_2 = 1.15 + 2.27 = 3.43 \text{ m}$$

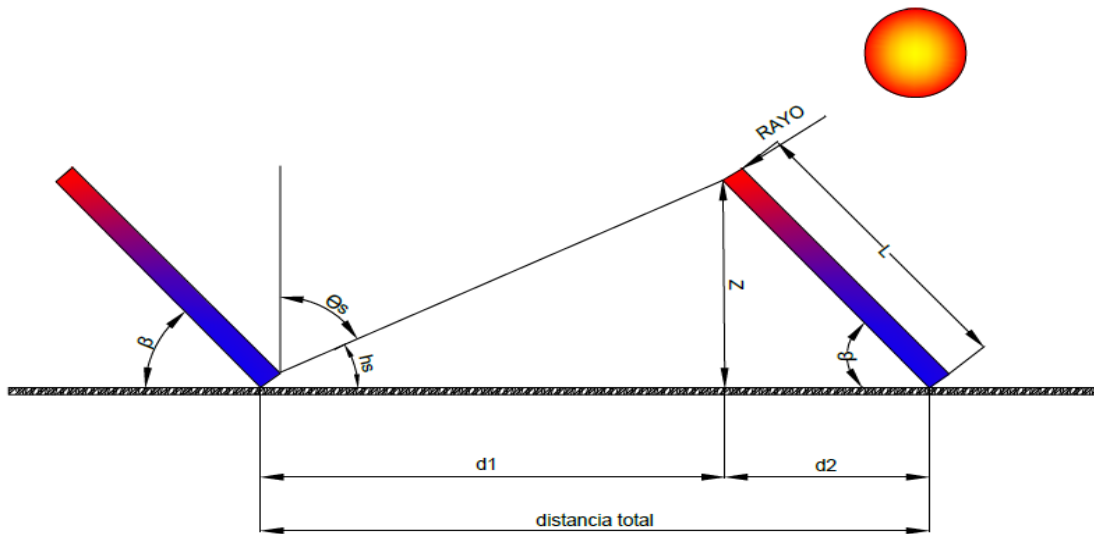


Imagen 32. Distancia entre las placas solares.

2.12.4 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO 1 FV EXCEL.

1. RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN con baterías.

Para obtener el rendimiento de la instalación se ha hecho a partir de la siguiente fórmula:

$$R_{instalación} = (1 - k_b - k_c - k_v) \left(1 - k_a \frac{N}{P_d}\right)$$

Dónde:

- k_b Es el coeficiente de pérdidas por rendimiento en las baterías aprox. 0.05.
- k_c Es el coeficiente de pérdidas por rendimiento en el inversor aprox. 0.1
- k_v Es el coeficiente de pérdidas de la red de consumo aprox. 0.1
- k_a Es el coeficiente de auto descarga de las baterías. Las baterías se descargan, aunque no estén conectadas y aún más rápido en función de la temperatura. Para ello se situará en la peor situación, el mes de diciembre, con una temperatura media de 6°C de modo que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$k'_a = k_a |_{20^\circ C} \cdot (0.4 + 0.0021 T + 0.0014 T^2) = 0,000772$$

Al no conocer el porcentaje de descarga de las baterías. Se supondrá que se descarga un 30% transcurrido 6 meses sin operación a una temperatura de 20°C. De ahí se obtiene el valor de k_a :

$$k_a |_{20^\circ C} = \frac{0.3}{6 \text{ mes} \cdot 30 \text{ días}} \approx 0.001\hat{6}$$

N Es el número total de días de autonomía, para las Islas Baleares N este valor oscilara entre 2 y 15 días.

P_d Es la profundidad de descarga máxima en las baterías.

De las expresiones anteriores se obtiene que el **rendimiento de la instalación** es: 74.93%

2. CARGA TOTAL DEL EDIFICIO OBJETO.

DEMANDA ENERGÉTICA DIARIA

Aparatos eléctricos	Nº Aparatos	Potencia[W]	Tiempo[h]	Energía[Wh/día]
Ordenador	1	90	9	810
Televisión	1	75	2	150
Luminarias de bajo consumo	28	735	6,1	4483,5
Alumbrado exterior	8	15	2	240
Proyector	3	300	1	900
Microondas	2	1200	0,1	240
Cargador móvil	4	5	3	60
Portátil externos	3	35	5	525
Ascensor	1	1800	0,15	270
Flexos	6	5	8	240
Impresora	2	27	0,2	10,8
Pantalla PC	2	48	7	672
Teléfono	5	-	-	25
Alarmas	5	30	-	150
Luces emergencia	10	12	-	120

CARGA del EDIFICIO diarios [KW/ día]

8.85

3. JUSTIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

Al considerar el edificio con un perfil de oficina la iluminación juega un papel importante en el consumo del mismo ya que representa un porcentaje importante, por lo que se establecerá el cumplimiento de las exigencias mínimas que presenta el CTE.

Se ha elegido los módulos leds suspendidos de PHILIPS, [10] con el fin de que sea lo más eficiente posibles, cumpliendo con los Luxes[lux] establecidos para cada zona del edificio, además de la potencia por metro cuadrado [W/m²] y el VEEI límite se ha obtenido la siguiente tabla:

Espacio	Superficie[m ²]	Luminarias	P x luminaria[W]	P.Total[W]
Zona 1. Aula	11,45	2	24,5	45
Zona 2. Aula grande	36,12	8	24,5	196
Zona 3. Cocina	8,35	2	24,5	49
Zona 4. Sala Auxiliar	8,50	2	24,5	49
Zona 5.Despacho	9,35	2	24,5	49
Zona 6. Sala máquinas	8,27	2	24,5	24.5
zona 6.1 Distribuidor PB	4,50	1	24,5	24.5
Zona 8. Escalera PP	8,10	2	24,5	24.5
Zona 9. Baño PP	4,35	1	24,5	49
Zona 9.Distribuidor PP	6,46	2	24,5	24.5
Zona 10. Aulas	9,16	2	24,5	49
Zona 11. Aulas	14,79	2	24,5	49
Zona 12+13.Despacho	9,16	2	24,5	49
TOTAL		30		735

Tabla 20. Cálculo de las luminarias.

Se tendrá en cuenta el consumo de stand-by [11], que se produce cuando un aparato eléctrico sigue conectado a la red aunque no se utilice, y por tanto continúa consumiendo energía. Se ha obtenido un consumo anual de los anteriores aparatos electrónicos que pueden dejarse enchufados con frecuencia:

CONSUMO STAND-BY

	POTENCIA CON STAND-BY	CONSUMO ANUAL	COSTE ANUAL	CO ₂ PRODUCIDO
TOTALES	14 W	114 KWh	19€	74 kg

Una vez estimado todo el consumo se obtiene la carga total del edificio diariamente (no será la carga real, ya que aún no se ha aplicado el coeficiente de rendimiento):

CARGA TOTAL del EDIFICIO diarios [KW/día] 9.22

Ahora ya podemos calcular la energía que realmente se requiere ya que la instalación siempre tiene pérdidas, por eso se tendrá en cuenta el rendimiento de la instalación calculado anteriormente para obtener una demanda más real:

$$Demanda\ Real = \frac{D}{R}$$

De aquí se obtiene que la **Demanda Real de la Instalación con Baterías** es: 12.30 KW/día.

Por lo que ya se puede crear el consumo mensual real del edificio:

CONSUMO MENSUAL		
MES	DÍAS	CONSUMO TOTAL [KW/mes]
Enero	31	381,28
Febrero	28	344,39
Marzo	31	381,28
Abril	30	368,99
Mayo	31	381,28
Junio	30	368,99
Julio	31	381,28
Agosto	31	381,28
Septiembre	30	368,99
Octubre	31	381,28
Noviembre	30	368,99
Diciembre	31	381,28
Anual		4489,321367

4. CAPACIDAD DE LAS BATERIAS

En el caso de no abastecer con las placas fotovoltaicas la demanda eléctrica se estará conectado a red, por ello las baterías se calculará solamente con 1 día de autonomía.

$$C = \frac{D \cdot N}{P_d \cdot k_T}$$

D: demanda real energética diaria.

N: Número de días de autonomía, en nuestro caso N=1.

P_d : Profundidad de descarga. $P_d=0.8$

k_T : Es el rendimiento de la capacidad por efectos térmicos, y se calcula:

$$k_T = 1 - \frac{(20-T_b)}{160} = 0.91$$

Donde T_b es la temperatura media.

A continuación, se explicará la hoja de cálculo de la instalación fotovoltaica. Se seguirá el mismo procedimiento que el de Solar Térmica, de izquierda a derecha empezando por la columna MES.

1. Columna D Wh/día representa la demanda real de la instalación. Par ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$D \text{ Wh/día} = \frac{\text{Demanda Wh/día}}{\text{Rinstalación} \cdot \text{Ocupación}}$$

Dónde:

Rinstalación: indicado en el apartado correspondiente a sin baterías o con baterías

Demanda Wh/día: calculado en el apartado 3 de esta sección.

Ocupación: Se supondrá una ocupación de 100%.

2. La columna D Wh/mes indica simplemente la demanda real dado un mes.
3. La columna D KJ/mes indica la conversión de la demanda real en Kilojulios.
4. La columna E_H (KJ/m²) es la energía total que será la suma de radiación solar directa y difusa que impacta por metro cuadrado en superficie horizontal durante un mes i .
Estos valores se han obtenido de los atlas de radiación solar en España indicados en la tabla del *procedimiento 1 de solar térmica*.
5. La columna k indicado en el apartado de solar térmica, *descripción de procedimiento 1*.
6. La columna E_{Ti} (KJ/m²) representa la energía total que impacta sobre la superficie inclinada de la placa solar. Se multiplicará esa energía por un factor k . Este factor seguirá el modelo de cielo isotrópico y dependerá de la inclinación de estos y la variación que presenta el ángulo de inclinación solar y la radiación a lo largo del año por eso dicho factor varia a lo largo de los meses. Su unidad es KJ/m²

$$E_{Ti} = K_i \cdot E_{Hi}$$

Los valores de k que aparecen en la siguiente tabla han sido proporcionados por la asignatura de *Energías Renovables*. De esta forma ya se puede obtener el valor buscado.

7. La Columna Horas representa el promedio de horas de sol diarias que realmente son efectivas para los captadores solares durante un mes. Dependerá de la inclinación de las placas.

La tabla ha sido proporcionada por la asignatura de 22443-*Energías Renovables*.

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ENERO	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
FEBRERO	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
MARZO	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
ABRIL	11,1	11,0	10,5	10,2	10,0	9,8	9,5	9,3	8,9	8,5
MAYO	12,2	11,5	10,9	10,4	10,0	9,5	9,0	8,5	7,8	6,8
JUNIO	12,8	11,9	11,2	10,6	10,0	9,4	8,8	8,1	7,2	5,9
JULIO	12,5	11,7	11,1	10,5	10,0	9,5	8,9	8,2	7,4	6,3
AGOSTO	11,6	11,2	10,6	10,3	10,0	9,6	9,3	8,9	8,4	7,8
SEPTIEMBRE	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5
OCTUBRE	9,0	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
NOVIEMBRE	7,9	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
DICIEMBRE	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3

8. La columna G_{Ti} es la radiación diaria por unidad de superficie en el plano inclinado del panel solar.

$$G_{Ti} = \frac{E_{Ti}}{\text{horas} \cdot 3,6}$$

9. La columna T_{amb} indica es la temperatura ambiente en °C en horas de sol para las Islas Baleares. La siguiente tabla ha sido proporcionada por la asignatura de *Energías Renovables*.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° Amb [°C]	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14

10. La columna K_{GT} es un factor de corrección en función de la radiación G_T . Se calcula mediante:

$$K_{GT} = 1 + \text{coeficiente de radiación}(1000 - G_T)$$

El coeficiente de radiación se ha aproximado a -0.00007 al desconocer su valor no proporcionado por el fabricante.

11. La columna T_{FV} relaciona la temperatura de trabajo de las celdas fotovoltaicas en función de la temperatura ambiente y de la radiación solar incidente. Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$T_{FV} = T_a + \text{coef}T_{FV} \cdot G_T$$

El número 0.036 proviene de la temperatura NOCT de los paneles:

$$\text{coef}T_{FV} = \frac{NOCT - 20}{800}$$

12. La columna $P_{Térmicas}$ indican las pérdidas térmicas de los paneles debido a la temperatura. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{Térmicas} = \text{coef térmic} \cdot (T_{FV} - 25)$$

Donde el coeficiente térmico (coef térmic) se consigue a partir de la ficha técnica del panel. Se obtiene a partir de la relación del coeficiente de temperatura (disminución de la potencia del panel en función del aumento de la temperatura 1°K) y la potencia máxima:

$$\text{coef térmic} = \frac{-0.44}{100} \cdot 255 = -1.122$$

13. La potencia del panel solar vendrá dado por la siguiente expresión:

$$P_{Panel} = \text{eficiencia STC} \cdot K_{GT} \cdot G_T \cdot \text{Superficie}(1 - \text{Perd òptiques}) + P_T$$

14. La eficiencia del panel vendrá dado por:

$$\text{Eficiencia} = \frac{P_{panel}}{G_T \cdot \text{Superficie}}$$

15. La columna E_{ci} indica la radiación que son capaces de captar los paneles por m^2 :

$$E_{ci} = \text{eficiencia} \cdot E_{Ti} \cdot \text{días} \cdot k_{regulador}$$

Dónde:

Eficiencia: es el rendimiento máximo del panel en condiciones STC.

Al no disponer de regular de carga, ya que el propio inversor realiza esta función se supondrá que: $k_{regulador}=1$. No ejerce ninguna pérdida al sistema.

16. La columna **Captada total** es la energía total que será aportada por la superficie real de la instalación. Tendrá unidad de [KJ] y se indica mediante la expresión:

$$\text{Captada total} = E_{ci} \cdot \text{superficie real}$$

Dónde:

E_{ci} : Energía captada por las placas. Calculado anteriormente

Superficie real: Será la superficie total que supone el campo de placas solares. La superficie del panel multiplicado por el número de captadores.

17. La columna **Cobertura** indica el porcentaje de energía aportada por el Sol al sistema. Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Cobertura = \frac{Captada\ total}{D}$$

18. La columna **Energía aportada** indica la máxima energía que se puede transmitir al sistema

$$Energía\ captada = \frac{Aportación \cdot D}{3600} = \frac{Captada\ total}{3600}$$

Una vez finalizada la elaboración de la plantilla con sus expresiones y fórmulas, se procederá a la elaboración los resultados obtenidos:

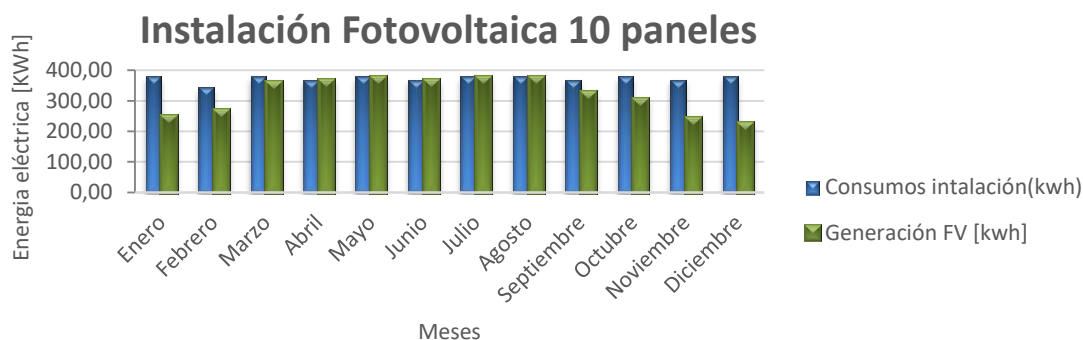
- ❖ La columna consumos como su nombre indica representa los consumos del edificio agrupados en meses indicado en KWh.
- ❖ La columna generación FV en KWh y % indica los resultados obtenidos a través de la tabla de Excel de la aportación solar al sistema.

De aquí adelante, se mostrará la tabla y su representación gráfica para todos los escenarios:

10 PANELES CON BATERÍAS

Mes	Días	Consumos [KWh]	Generación FV[KWh]	Aportación FV[%]
Enero	31	381,28	253,2	66
Febrero	28	344,39	269,9	78
Marzo	31	381,28	362,8	95
Abril	30	368,99	369,0	100
Mayo	31	381,28	381,3	100
Junio	30	368,99	369,0	100
Julio	31	381,28	381,3	100
Agosto	31	381,28	381,3	100
Septiembre	30	368,99	329,6	89
Octubre	31	381,28	306,6	80
Noviembre	30	368,99	245,9	67
Diciembre	31	381,28	229,1	60
Total		4489,32	3878,90	86.4

Tabla 21. Resultados Excel 10 paneles con batería.



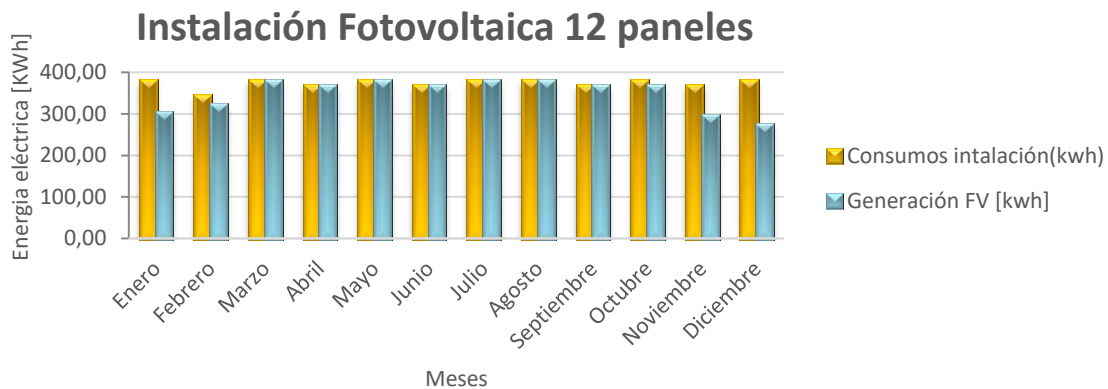
Gráfica 10. Consumo vs generación FV para 10 paneles con baterías.

Con 10 paneles FV para los meses comprendidos de abril a agosto las columnas prácticamente están igualadas, por tanto lo generado por la instalación FV bastaría para cubrir la demanda generada por el edificio para los meses indicados, en cambio para el resto de meses habría que depender de la red eléctrica. Tampoco supondría una gran dependencia ya que para el mes más desfavorable ya tiene una cobertura del 60%.

12 PANELES CON BATERÍAS

Mes	Días	Consumos [KWh]	Generación FV[KWh]	Aportación FV [%]
Enero	31	381,28	303,8	80
Febrero	28	344,39	323,9	94
Marzo	31	381,28	381,3	100
Abril	30	368,99	369,0	100
Mayo	31	381,28	381,3	100
Junio	30	368,99	369,0	100
Julio	31	381,28	381,3	100
Agosto	31	381,28	381,3	100
Septiembre	30	368,99	369,0	100
Octubre	31	381,28	368,0	97
Noviembre	30	368,99	295,1	80
Diciembre	31	381,28	274,9	72
Total		4489,32	4197,78	93.5

Tabla 22. Resultados Excel 12 paneles con batería.



Gráfica 11. Consumo vs generación FV para 12 paneles con baterías.

Con 12 paneles FV para los meses comprendidos de marzo a septiembre las columnas están igualadas, esto quiere decir que para dichos meses la aportación solar es del 100%. En cambio para el resto de meses habría que depender de la red eléctrica pero simplemente sería 3 meses y en poca medida ya que el 80% también está cubierto por FV. Y en comparación con los 10 paneles con baterías llegaría a cubrir la demanda 2 meses más.

Resumen de los resultados de la aportación solar para la instalación con baterías aplicando los puntos anteriores:

β	Nº captadores	Aportación Solar[%]
40	10	86.4%
40	12	93.5%

El siguiente paso es obtener la aportación solar para 10 y 12 paneles fotovoltaicos sin la implementación de baterías.

Por ello se ha elaborado una nueva hoja de cálculo donde todos los parámetros relacionados con las baterías (coeficientes, parámetros...) se han obviado ya que no al disponer de este elemento no se han de tener en cuenta ya que no afecta a la instalación. Para ello la única expresión que se debe modificar es el rendimiento de la instalación. El resto de expresiones son las mismas indicadas previamente.

Para obtener dicho rendimiento se ha hecho a partir de la siguiente fórmula:

$$R_{instalación} = (1 - k_c - k_v)$$

De aquí se obtiene que **el Rendimiento de la Instalación** para el caso de **Sin Baterías** es: 80%

Ahora ya se puede obtener la demanda del edificio real mensual:

CONSUMO MENSUAL		
MES	DÍAS	CONSUMO TOTAL [KWh]
Enero	31	357,12
Febrero	28	322,56
Marzo	31	357,12
Abril	30	345,60
Mayo	31	357,12
Junio	30	345,60
Julio	31	357,12
Agosto	31	357,12
Septiembre	30	345,60
Octubre	31	357,12
Noviembre	30	345,60
Diciembre	31	357,12
Anual		4204,81

Como es evidente, al tener un rendimiento de la instalación más elevado la demanda anual necesaria para el edificio será menor.

A continuación se mostrará la aportación solar para dos casos sin baterías:

β	Nº captadores	Aportación Solar[%]
40	10	89.3%
40	12	95.6%

β : Indica el ángulo de inclinación de los paneles.

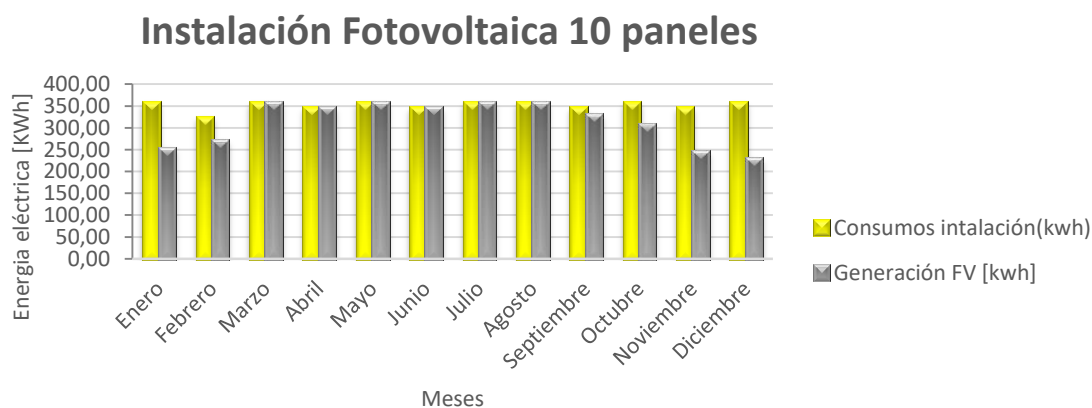
Seguidamente, se indicará mediante una tabla los resultados obtenidos fraccionados por meses para los escenarios restantes de 10 y 12 paneles sin baterías

Como en los escenarios anteriores se mostrará la tabla y a continuación su representación gráfica para apreciar con mayor detalle la cobertura solar.

10 PANELES SIN BATERÍAS

Mes	Días	Demanda [KWh]	Aportación FV[KWh]	Aportación FV[%]
Enero	31	357,12	253,2	71
Febrero	28	322,56	269,9	84
Marzo	31	357,12	357,1	100
Abril	30	345,60	345,6	100
Mayo	31	357,12	357,1	100
Junio	30	345,60	345,6	100
Julio	31	357,12	357,1	100
Agosto	31	357,12	357,1	100
Septiembre	30	345,60	329,6	95
Octubre	31	357,12	306,6	86
Noviembre	30	345,60	245,9	71
Diciembre	31	357,12	229,1	64
Total		4204,81	3753,94	89.3

Tabla 23. Resultados Excel 10 paneles sin batería.



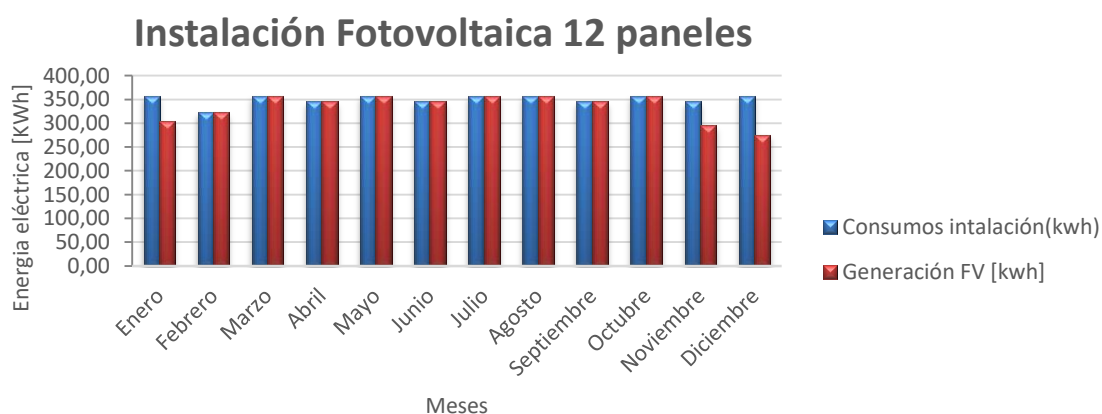
Gráfica 12. Consumo vs generación FV para 10 paneles sin baterías.

Para la instalación de 10 paneles FV sin batería se llegaría a cubrir los meses de marzo a agosto en su totalidad, en cambio para el resto de meses: enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre habría que depender de la red eléctrica. Aun así, para el peor mes ya sería una contribución importante del 64%.

12 PANELES SIN BATERIAS

Mes	Días	Demanda [KWh]	Aportación FV[KWh]	Aportación FV[%]
Enero	31	357,12	303,8	85
Febrero	28	322,56	322,6	100
Marzo	31	357,12	357,1	100
Abril	30	345,60	345,6	100
Mayo	31	357,12	357,1	100
Junio	30	345,60	345,6	100
Julio	31	357,12	357,1	100
Agosto	31	357,12	357,1	100
Septiembre	30	345,60	345,6	100
Octubre	31	357,12	357,1	100
Noviembre	30	345,60	295,1	85
Diciembre	31	357,12	274,9	77
Total		4204,81	4018,69	95.6

Tabla 24. Resultados Excel 12 paneles sin batería.



Gráfica 13. Consumo vs generación FV para 12 paneles sin baterías.

Para el caso de 12 paneles sin batería se aprecia que de febrero a octubre lo cubriría la FV en su totalidad. Para el resto de meses la pequeña demanda que se necesita abastecer se cubriría con la red eléctrica. Estaríamos albergando tres meses más de cobertura en comparación con los 10 paneles sin batería.

2.12.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO 2 FV POLYSUN.

2.12.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La luz solar que incide sobre las celdas fotovoltaicas se transforma la energía solar en electricidad en forma de corriente continua. A continuación, se transforma esa corriente continua (DC) en corriente alterna (AC) para su posterior utilización de los aparatos eléctricos en el edificio. El elemento encargado de transformar la corriente con las mismas características que la de Red Eléctrica (tensión y frecuencia) es el inversor.

Como ocurre en la energía solar térmica el mayor consumo no siempre coincide con la mayor producción por eso en las baterías se acumula la energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos para consumir dicha energía en otro momento.

Otro dispositivo importante es el regulador de carga que se encarga de gestionar y controlar el estado de las baterías permitiendo mayor o menos intensidad de carga que proviene de los paneles y hacia el consumo de la vivienda.

Por tanto, controlada la entrada de corriente que proviene de los paneles fotovoltaicos, evita que se produzcan sobrecargas y descargas profundas de las baterías provocando un mejor mantenimiento de las mismas y evitando la inmisión de energía a la red en todo momento. En el caso de no disponer baterías la energía que proviene de los paneles y transforma en corriente continua y a través del inversor en alterna para poder ser utilizada. Por lo tanto, lo que se genera es lo que se utilizará de forma instantánea.

En la ventana de diálogo de los electrodomésticos que aparecen en las siguientes imágenes, permite elegir el '**perfil de consumo**' específicos para el usuario. El programa ofrece una gran variedad de perfiles para la instalación fotovoltaica. En nuestro caso se escogerá perfil de consumo oficina. Donde se podrá calibrar el consumo total según las necesidades anuales del sistema.

A continuación, se mostrará el esquema tipo para una instalación con baterías y regulador de carga:

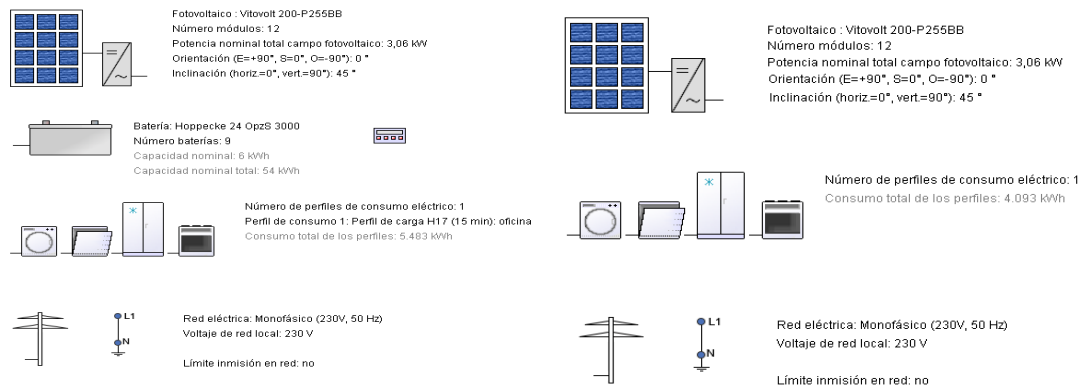


Imagen 33. Variantes FV con batería y sin batería

2.12.5.2 INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS

En primer lugar, se debe definir la '**Red eléctrica**' es decir seleccionar el tipo de red del catálogo que ofrece el software.

Red eléctrica	Monofásico (230V, ...)
- Configuración de red	Monofásico
- Voltaje nominal	230 V
- Frecuencia nominal	50 Hz
Voltaje de red local	230 V
Controlar desequilibrio de fase	Por fase
Máximo desequilibrio de fase	4,6 kW
Inmisión en red	sí
Usar perfil	no
Límite inmisión en red	no



Imagen 34. Red eléctrica Polysun

En segundo lugar se diseñará el **campo generador fotovoltaico**, el tipo de módulo, el número de módulos... Además del tipo de **inversor** y el **factor de las pérdidas por cable**.

Fotovoltaico	Vitovolt 200-P255BB
- Productor	Viessmann
- Tipo módulo	policristalino
- Separación galvánica necesaria	No
- Potencia nominal STC	255 W
- Anchura	0,983 m
- Longitud	1,639 m
- Superficie bruta	1,61 m ²
Valor de referencia para la superficie	Número módulos
Número módulos	10
Número módulos (dimensionado)	10
Potencia nominal total campo fotovol...	2,55 kW
Superficie total bruta	16,1 m ²
A Orientación (E=+90°, S=0°, O=-90°)	0 °
B Inclclinación (horiz.=0°, vert.=90°)	45 °
Seguidor	Sin seguidor
Porcentaje de viento	50 %
Ventilación posterior	mediana

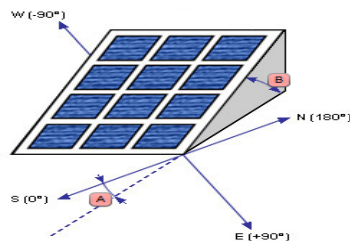


Imagen 35. Campo generador FV Polysun.

En el caso del escenario del proyecto con baterías se definirá la **acumulación eléctrica**, en el cual se procederá a la selección del tipo de batería.

Batería	Fronius Energy Pac...
- N° catálogo	160
- Capacidad nominal	12 kWh
- Tecnología batería	Li-Ion
Número baterías	1
Capacidad nominal	12 kWh
Capacidad nominal total	12 kWh
Inversor AC	Inversor batería
- N° catálogo	1
Coefficiente de rendimiento por carg...	0
Umbral de descarga profunda	66



Imagen 36. Baterías Polysun.

Y por último se introducirá los **usos eléctricos**, donde se detallará el tipo de perfil de consumo con su respectivo consumo anual [KWh]

Número de perfiles de consumo el...	1
Perfil de consumo 1	Perfil de carga H17 (15 min): oficina
Consumo anual	3.451,6 kWh
Consumo total de los perfiles	3.452 kWh



Imagen 37. Usos eléctricos Polysun.

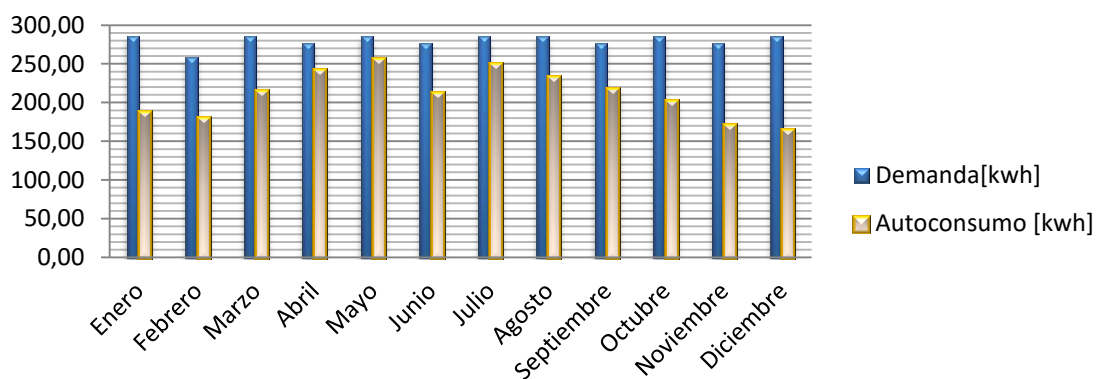
2.12.5.3 RESULTADOS CON BATERÍAS

10 PANELES CON BATERÍAS

Mes	Demanda[KWh]	Autoconsumo[%]	Autoconsumo [KWh]
Año		73,5	2537,5
Enero	285,69	62	188,5
Febrero	258,04	70,5	180,7
Marzo	285,69	80,9	215,8
Abril	276,48	80,6	242,8
Mayo	285,69	84,2	256,3
Junio	276,48	82,3	213
Julio	285,69	79,7	249,9
Agosto	285,69	83,5	233
Septiembre	276,48	79	218,6
Octubre	285,69	68,1	202,4
Noviembre	276,48	58,6	171
Diciembre	285,69	54,7	165,6

Tabla 25. Aportación solar 10 paneles con baterías.

Ahora se muestra la aportación de la instalación FV con 10 paneles en comparativa con la demanda del edificio expresadas en KWh:



Gráfica 14. Demanda vs Autoconsumo 10 paneles con baterías.

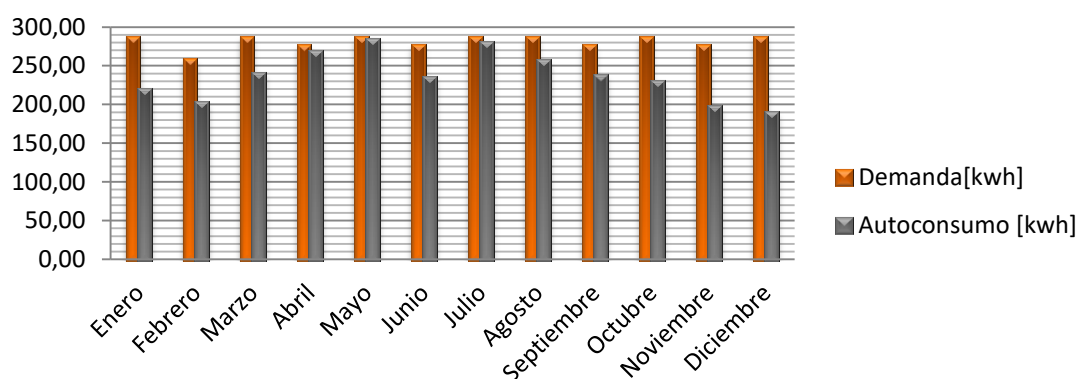
Se puede evaluar que en los meses de marzo a septiembre parte de la demanda del edificio es suplantado por energía procedente de los paneles FV ya que ronda el 80%. Lo que supondría un gran aporte eléctrico y una gran reducción de la dependencia de la red.

Seguidamente, se mostrará la aportación para 12 paneles:

12 COLECTORES CON BATERÍA

Mes	Demanda[KWh]	Autoconsumo[%]	Autoconsumo[KWh]
Año		82,2	2838
Enero	285,69	72,3	219,5
Febrero	258,04	78,8	202,1
Marzo	285,69	89,7	239,4
Abril	276,48	89	267,9
Mayo	285,69	93,5	284,4
Junio	276,48	90,8	234,9
Julio	285,69	89,5	280,5
Agosto	285,69	91,8	256,1
Septiembre	276,48	85,6	236,8
Octubre	285,69	77,3	230
Noviembre	276,48	67,6	197,1
Diciembre	285,69	62,6	189,4

Tabla 26. Aportación solar 12 paneles con baterías.



Gráfica 15. Demanda vs Autoconsumo 12 paneles con baterías

En la gráfica se observa que de febrero a octubre la aportación solar ronda el 85%, y si se compara con el caso anterior se está cubriendo una mayor demanda anual. Como es obvio, los meses más desfavorables corresponde a los de invierno, lo que habría que tener mayor dependencia de red aunque ya se cubre como mínimo un 62% lo que supondría una gran ayuda económica. Por tanto, si se contrasta con el caso anterior y enfocando solamente en el autoconsumo, sin lugar a duda la mejor opción, a priori, es la de 12 colectores.

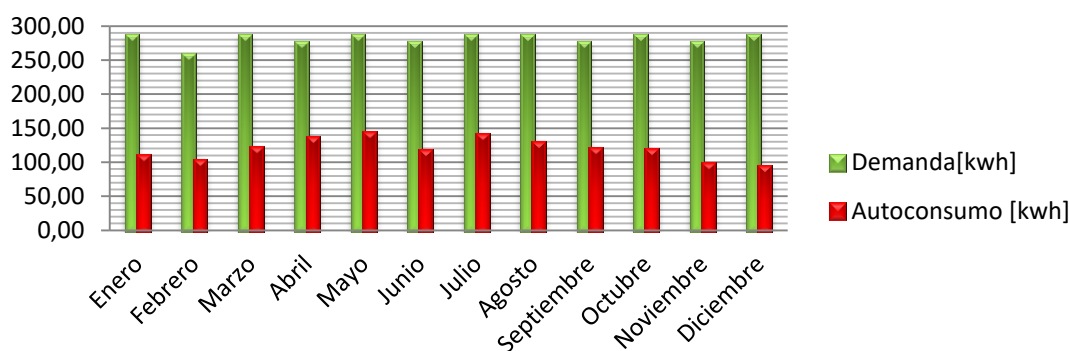
2.12.5.4 RESULTADOS SIN BATERÍAS

10 COLECTORES SIN BATERÍAS

Mes	Demanda[KWh]	Autoconsumo[%]	Autoconsumo[KWh]
Año		41,5	1434,10
Enero	285,69	36,3	110,3
Febrero	258,04	40,3	103,4
Marzo	285,69	45,6	121,6
Abril	276,48	45,4	136,8
Mayo	285,69	47,2	143,5
Junio	276,48	45,5	117,7
Julio	285,69	45	141
Agosto	285,69	46,4	129,6
Septiembre	276,48	43,2	119,6
Octubre	285,69	40,1	119,2
Noviembre	276,48	33,5	97,7
Diciembre	285,69	30,9	93,6

Tabla 27. Aportación solar 10 paneles sin baterías.

A continuación se muestra la aportación de la instalación FV de 10 paneles en comparativa con la demanda del edificio expresadas en KWh:



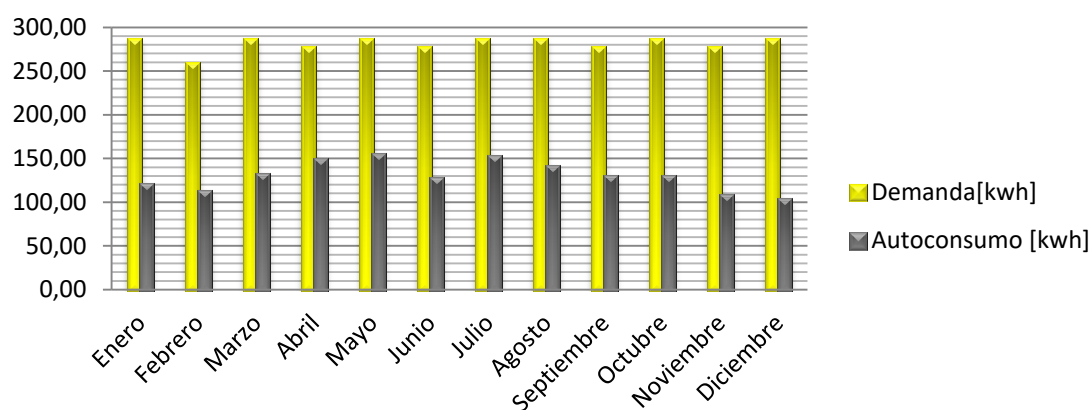
Gráfica 16. Demanda vs Autoconsumo 10 paneles sin baterías.

12 COLECTORES SIN BATERÍAS

Mes	Demanda[KWh]	Autoconsumo[%]	Autoconsumo[KWh]
Año		45	1554,4
Enero	285,69	39,5	120,1
Febrero	258,04	43,7	112
Marzo	285,69	49,2	131,3
Abril	276,48	49,4	148,9
Mayo	285,69	50,8	154,7
Junio	276,48	49	126,8
Julio	285,69	48,5	152,1
Agosto	285,69	50,2	140
Septiembre	276,48	46,9	129,6
Octubre	285,69	43,5	129,5
Noviembre	276,48	36,7	107,1
Diciembre	285,69	33,9	102,5

Tabla 28. Aportación solar 12 paneles sin baterías

A continuación se muestra la aportación de la instalación FV con 12 paneles en comparativa con la demanda del edificio expresadas en KWh:

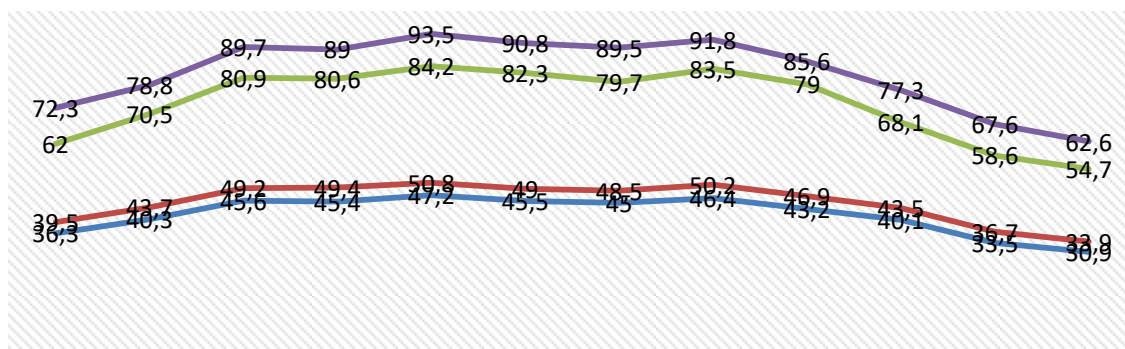


Gráfica 17.Demanda vs Autoconsumo 12 paneles sin baterías.

Una vez realizado todos los escenarios se va a proceder a realizar una comparativa conjunta de autoconsumo para su posterior análisis:

Comparativa de Autoconsumo[%]

— 10 captadores sin batería — 12 captadores sin batería
— 10 captadores con batería — 12 captadores con batería



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
10 captadores sin batería	36,3	40,3	45,6	45,4	47,2	45,5	45	46,4	43,2	40,1	33,5	30,9
12 captadores sin batería	39,5	43,7	49,2	49,4	50,8	49	48,5	50,2	46,9	43,5	36,7	33,9
10 captadores con batería	62	70,5	80,9	80,6	84,2	82,3	79,7	83,5	79	68,1	58,6	54,7
12 captadores con batería	72,3	78,8	89,7	89	93,5	90,8	89,5	91,8	85,6	77,3	67,6	62,6

Gráfica 18. Comparativa de autoconsumo 4 escenarios Polysun.

A priori se puede concluir que la mejor opción sería la de 12 captadores con baterías, por el hecho que es el que más aportación solar puede proporcionar a la vivienda. Ahora bien, el hecho de instalar más paneles y más elementos como puede ser las baterías y teniendo en cuenta que una instalación tiene una vida útil de 25 años. Se debería analizar otros factores a tener en cuenta para identificar cuál de los cuatro escenarios es el más óptimo para instalar.

Finalmente se hará la comparativa de los diferentes escenarios con los dos procedimientos de cálculo:

		Porcentaje de autoconsumo[%]	
		Nº PANELES	
		EXCEL	POLYSUN
Sin baterías	10 FV	89.3	41.5
	12 FV	95.6	45.0

Como se puede contemplar existe una gran diferencia del porcentaje de autoconsumo de un procedimiento a otro. Los valores tan dispares han llevado a analizar el motivo por el cual se debe tal hecho y ha servido para entender con mayor profundidad los valores que proporciona cada herramienta.

Esto se debe a que en el software Polysun se ha predefinido un perfil de demanda 'oficina', por el cual el programa tiene estipuladas unas horas de consumo en el edificio. Al no disponer de baterías, la producción de FV no coincide con dicho horario de consumo y por lo tanto se pierde la energía generada por los paneles FV.

Además, otro punto a considerar de Polysun es que no analiza directamente el 'balance neto' del edificio. Una vez simulado el sistema y extraído el informe profesional se ha observado que no tiene en cuenta el porcentaje/cantidad de inmisión en red producida, por lo que se tendrá que añadir esa cantidad cuándo se realice el estudio económico, ya que esa energía no se pierde, sino que será aprovechada en otro sistema, puesto que se está conectado a la red del campus universitario.

		Porcentaje de autoconsumo[%]	
		EXCEL	POLYSUN
Con baterías	Nº PANELES		
	10 FV	86.4	73,5
	12 FV	93.5	82,2

Como era de esperar el porcentaje obtenido a partir de la tabla de Excel ha sido superior, ya que no se ha tenido en cuenta todos los factores que si intervienen en una instalación fotovoltaica que hacen que disminuya el rendimiento de la misma.

Con respecto a dichos factores hay que referirse al perfil de demanda anteriormente mencionado, pérdida por viento hacia el captador, pérdida por cableado, colocación de los elementos como puede ser el depósito de acumulación (exterior o interior)

2.12.6 DIAGRAMA DE GANTT FOTOVOLTAICA.

Para confeccionar el diagrama de Gantt, se elaborará el mismo procedimiento descrito que para la instalación solar térmica:

Ahora la actividad general se llamará Instalación solar fotovoltaica, que a su vez se dividirá en tareas según el orden de realización. Al ser una instalación pequeña servirá de orientación y planificación a la hora de seguir unas pautas en la ejecución de la obra. Los tiempos son aproximados puesto que hay variables que no se han tenido en cuenta como puede ser la climatología, que no haya pedido en stock, falta de material, etc...

A continuación, se muestra la tabla con las tareas a realizar:

TAREAS	Minuto de inicio	Duración (min)	Minuto de fin
1 Estructura de soporte	0	480	480
2 Instalación cuadro general	0	360	360
3 Paneles fotovoltaicos	480	240	720
4 Accesorios	720	60	780
5 Inversor	780	120	900
6 Baterías	900	120	1020
7 Canalización y cableado	1020	480	1500
8 Elementos de protección	1500	120	1620
9 Puesta en marcha	1620	180	1800

Tabla 29. Planificación de tareas fotovoltaica.

Se ha optado por empezar de manera paralela la colocación de la estructura de los paneles con el cuadro general ya que están situados en lugar diferentes.

Instalación Solar Fotovoltaica

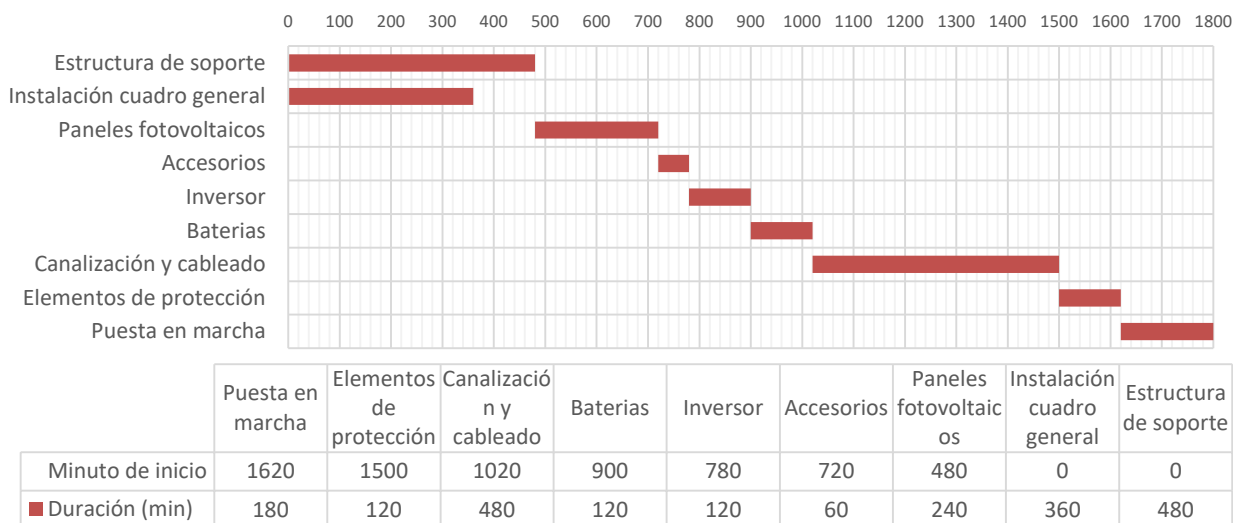


Imagen 38. Diagrama de Gantt fotovoltaica.

Como podemos observar en la tabla de tareas el tiempo total de la instalación fotovoltaica es de 1800 minutos. Teniendo en cuenta que las jornadas laborales para los técnicos y operarios son de 8h aproximadamente (no se contempla horas extras) se obtiene que para su correcta puesta en marcha y funcionamiento sería de 4 días.

3. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Instalación Solar Térmica 1 captador									
DEP1	Ud Depósito de acumulación Depósito de Agua Caliente Sanitaria DAIKIN modelo EKHWP500A para conectarlo a los colectores solares térmicos de capacidad de 500L. Compatible con calefacción						1,00	2.262,55	2.262,55
A1	Ud Estructura Soporte 1 captador Estructura de soporte de aluminio para la instalación solar térmica para un tipo de montaje en cubierta inclinada.						1,00	206,55	206,55
ICB010	Ud Energía Solar térmica Captador solar térmico VIESSMANN-VITOSOL 300-F modelo SH3C formado con panel de montaje en cubierta inclinada de 1056x2380x90 mm, superficie útil 2,3 m ² , rendimiento óptico 0,862 y coeficiente de pérdidas primario 3,14 W/m ² K, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada. Incluye kit de conexiones hidráulicas, purgador automático, mezcla anticongelante, regulador solar auroMATIC 570, Sonda de temperatura y grupo de bombeo solar VMS 70						1,00	2.533,65	2.533,65
TOTAL CAPÍTULO 01 Instalación Solar Térmica 1 captador.....									5.002,75
TOTAL.....									5.002,75

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Instalación Solar Térmica 2 captadores									
ST1	Ud Energía Solar Térmica Captador solar térmico VIESMANN-VITOSOL 300-F modelo SH3C formado con panel de montaje en cubierta inclinada de 1056x2380x90 mm, superficie útil 2,3 m², rendimiento óptico 0,862 y coeficiente de pérdidas primario 3,14 W/m²K, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada. Incluye kit de conexiones hidráulicas, purgador automático, mezcla anticongelante, regulador solar auroMATIC 570, Sonda de temperatura y grupo de bombeo solar VMS 70						1,00	3.318,03	3.318,03
ESTS1	Ud Estructura soporte Estructura de soporte de aluminio para instalación solar térmica para un número total de 2 captadores para un tipo de cubierta inclinada						1,00	341,19	341,19
DEP1	Ud Depósito de acumulación Depósito de Agua Caliente Sanitaria DAIKIN modelo EKHWP500A para conectarlo a los colectores solares térmicos de capacidad de 500L.Compatible con calefacción						1,00	2.262,55	2.262,55
TOTAL CAPÍTULO 02 Instalación Solar Térmica 2 captadores.....									5.921,77
TOTAL.....									5.921,77

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Instalación Solar Térmica 2 captadores						
ST1		Ud	Energía Solar Térmica			
			Captador solar térmico VIESSMANN-VITOSOL 300-F modelo SH3C formado con panel de montaje en cubierta inclinada de 1056x2380x90 mm, superficie útil 2,3 m ² , rendimiento óptico 0,862 y coeficiente de pérdidas primario 3,14 W/m ² K, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada. Incluye kit de conexiones hidráulicas, purgador automático, mezcla anticongelante, regulador solar auroMATIC 570, Sonda de temperatura y grupo de bombeo solar VMS 70			
CPLANO1	2,000	Ud	Captador solar plano	679,00	1.358,00	
mt38csg040	1,000	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos,	91,67	91,67	
mt38csg120	1,000	Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar	72,75	72,75	
mt38csg110	1,000	l	Mezcla anticongelante 10L	42,80	42,80	
A01	1,000	Ud	Regulador solar auroMATIC 570	280,00	280,00	
A02	1,000	Ud	Grupo de bombeo solar VMS 70	490,00	490,00	
A03	1,000	Ud	Sonda de temperatura VR10	20,00	20,00	
mo008	19,950	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	25,00	498,75	
mo106	19,950	h	Ayudante instalador de captadores solares.	20,00	399,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	3.253,00	65,06	
TOTAL PARTIDA						3.318,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO EUROS con TRES CÉNTIMOS						
ESTS1		Ud	Estructura soporte			
			Estructura de soporte de aluminio para instalación solar térmica para un número total de 2 captadores para un tipo de cubierta inclinada			
EST1.1	1,000		Estructura de soporte VIESMANN	267,00	267,00	
mo008	1,500	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	25,00	37,50	
mo106	1,500	h	Ayudante instalador de captadores solares.	20,00	30,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	334,50	6,69	
TOTAL PARTIDA						341,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS						
DEP1		Ud	Depósito de acumulación			
			Depósito de Agua Caliente Sanitaria DAIKIN modelo EKHWP500A para conectarlo a los colectores solares térmicos de capacidad de 500L. Compatible con calefacción			
mo008	4,500	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	25,00	112,50	
DEPOS2	1,000	Ud	Depósito de agua daikin de capacidad de 500L	2.015,69	2.015,69	
mo106	4,500	h	Ayudante instalador de captadores solares.	20,00	90,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	2.218,20	44,36	
TOTAL PARTIDA						2.262,55
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS						

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Instalación Solar Térmica 3 captadores									
DEP1	Ud Depósito de acumulación Depósito de Agua Caliente Sanitaria DAIKIN modelo EKHWP500A para conectarlo a los colectores solares térmicos de capacidad de 500L. Compatible con calefacción						1,00	2.262,55	2.262,55
E02	Ud Energía solar térmica Captador solar térmico VIESSMANN-VITOSOL 300-F modelo SH3C formado con panel de montaje en cubierta inclinada de 1056x2380x90 mm, superficie útil 2,3 m ² , rendimiento óptico 0,862 y coeficiente de pérdidas primario 3,14 W/m ² K, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada. Incluye kit de conexiones hidráulicas, purgador automático, mezcla anticongelante, regulador solar auroMATIC 570, Sonda de temperatura y grupo de bombeo solar VMS 70						1,00	4.054,21	4.054,21
E03	Ud Estructura de Soporte Estructura de soporte de aluminio VIESSMAN para un número total de 3 captadores sobre cubierta inclinada						1,00	414,63	414,63
TOTAL CAPÍTULO 03 Instalación Solar Térmica 3 captadores.....									6.731,39
TOTAL.....									6.731,39

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Instalación Solar Fotovoltaica 10 fv con baterías									
BAT12	Ud Batería FRONIUS Solar Baterías FRONIUS Solar Battery 12.0 de litio de alto rendimiento.						1,00	15.084,78	15.084,78
ESTRFV	Ud Estructura soporte paneles FV Estructura de soporte universal para placas solares fotovoltaicas.						1,00	874,14	874,14
IEF010	m² Módulo solar fotovoltaico Módulo solar fotovoltaico VIESSMANN modelo P255BB de células policristalina de silicio 156mm x 156mm, potencia máxima (Wp) 1255 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30.2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8.45 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8.96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 15.8 V, eficiencia 15.8% . Incluye material y elementos de conexión entre paneles.						1,00	2.713,71	2.713,71
IEF020	Ud Inversor monofásico bidireccional Inversor monofásico bidireccional INGECON SUN STORAGE modelo 6 TL utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a red, potencia máxima del campo fotovoltaico 10kWp, rango de voltaje MPP 300-450 V, corriente máxima 30A.						1,00	3.060,00	3.060,00
TOTAL CAPÍTULO 01 Instalación Solar Fotovoltaica 10 fv con baterías.....									21.732,63
TOTAL.....									21.732,63

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Instalación Solar Fotovoltaica 12 fv con baterías									
BAT12	Ud Batería FRONIUS Solar Baterías FRONIUS Solar Battery 12.0 de litio de alto rendimiento.						1,00	15.084,78	15.084,78
ESTRFV	Ud Estructura soporte paneles FV Estructura de soporte universal para placas solares fotovoltaicas.						1,00	1.055,70	1.055,70
IEF010	m² Módulo solar fotovoltaico Módulo solar fotovoltaico VIESSMANN modelo P255BB de células policristalina de silicio 156mm x 156mm, potencia máxima (Wp) 1255 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30.2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8.45 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8.96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 15.8 V, eficiencia 15.8% . Incluye material y elementos de conexión entre paneles.						1,00	3.261,96	3.261,96
IEF020	Ud Inversor monofásico bidireccional Inversor monofásico bidireccional INGECON SUN STORAGE modelo 6 TL utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a red, potencia máxima del campo fotovoltaico 10kWp, rango de voltaje MPP 300-450 V, corriente máxima 30A.						1,00	3.060,00	3.060,00
TOTAL CAPÍTULO 02 Instalación Solar Fotovoltaica 12 fv con baterías.....									22.462,44
TOTAL.....									22.462,44

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Solar Fotovoltaica 10 fv sin baterías									
ESTRFV	Ud Estructura soporte paneles FV Estructura de soporte universal para placas solares fotovoltaicas.						1,00	874,14	874,14
IEF010	m² Módulo solar fotovoltaico Módulo solar fotovoltaico VIESSMANN modelo P255BB de células policristalina de silicio 156mm x 156mm, potencia máxima (Wp) 1255 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30.2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8.45 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8.96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 15.8 V, eficiencia 15.8% . Incluye material y elementos de conexión entre paneles.						1,00	2.713,71	2.713,71
IEF020	Ud Inversor monofásico bidireccional Inversor monofásico bidireccional INGECON SUN STORAGE utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a red, potencia máxima del campo fotovoltaico 10kWp, rango de voltaje MPP 300-450 V, corriente máxima 30A.						1,00	2.029,80	2.029,80
TOTAL CAPÍTULO 03 Solar Fotovoltaica 10 fv sin baterías.....									5.617,65
TOTAL.....									5.617,65

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Solar Fotovoltaica 12 fv sin baterías									
ESTRFV	Ud Estructura soporte paneles FV Estructura de soporte universal para placas solares fotovoltaicas.						1,00	1.055,70	1.055,70
IEF010	m² Módulo solar fotovoltaico Módulo solar fotovoltaico VIESSMANN modelo P255BB de células policristalina de silicio 156mm x 156mm, potencia máxima (Wp) 1255 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30.2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8.45 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8.96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 15.8 V, eficiencia 15.8% . Incluye material y elementos de conexión entre paneles.						1,00	3.261,96	3.261,96
IEF020	Ud Inversor monofásico bidireccional Inversor monofásico bidireccional INGECON SUN STORAGE utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a red, potencia máxima del campo fotovoltaico 10kWp, rango de voltaje MPP 300-450 V, corriente máxima 30A.						1,00	2.029,80	2.029,80
TOTAL CAPÍTULO 04 Solar Fotovoltaica 12 fv sin baterías.....									6.347,46
TOTAL.....									6.347,46

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Solar Fotovoltaica 12 fv sin baterías						
ESTRFV		Ud	Estructura soporte paneles FV			
			Estructura de soporte universal para placas solares fotovoltaicas.			
mo008	8,000	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares fotovoltaicos.	25,00	200,00	
ESTR12	1,000	Ud	Estructura de soporte para paneles FV	675,00	675,00	
mo106	8,000	h	Ayudante instalador de captadores solares fotovoltaicos.	20,00	160,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	1.035,00	20,70	
TOTAL PARTIDA						1.055,70

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

IEF010		m²	Módulo solar fotovoltaico			
			Módulo solar fotovoltaico VIESSMANN modelo P255BB de células policristalina de silicio 156mm x 156mm, potencia máxima (Wp) 1255 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30.2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8.45 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8.96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 15.8 V, eficiencia 15.8%. Incluye material y elementos de conexión entre paneles.			
mt35azi010a	12,000	m²	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino	235,00	2.820,00	
mt35azi100a	1,000	Ud	Repercusión por m² de accesorios de montaje con ganchos de módulo	25,00	25,00	
mt35azi110	1,000	Ud	Repercusión por m² de material eléctrico para conexión de módulo	38,00	38,00	
mo008	7,000	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares fotovoltaicos.	25,00	175,00	
mo106	7,000	h	Ayudante instalador de captadores solares fotovoltaicos.	20,00	140,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	3.198,00	63,96	
TOTAL PARTIDA						3.261,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

IEF020		Ud	Inversor monofásico bidireccional			
			Inversor monofásico bidireccional INGECON SUN STORAGE utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a red, potencia máxima del campo fotovoltaico 10kWp, rango de voltaje MPP 300-450 V, corriente máxima 30A.			
mt35azi020a	1,000	Ud	Inversor monofásico para conexión a red	1.900,00	1.900,00	
mo002	2,000	h	Oficial 1ª electricista.	25,00	50,00	
mo100	2,000	h	Ayudante electricista.	20,00	40,00	
%0200	2,000	%	Medios auxiliares	1.990,00	39,80	
TOTAL PARTIDA						2.029,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Ahora se pretende analizar si es amortizable la instalación diseñada para cada uno de los tres escenarios planteados. Se obtendrá a partir del Pay-Back o también conocido como período de retorno, en el cual devuelve el tiempo de rentabilidad para un sistema. Primero, hay que conocer la inversión inicial efectuada, el ahorro económico obtenido y el precio de mantenimiento del sistema para proceder al cálculo.

Visto que es de obligatorio cumplimiento el DB HE4 del Código Técnico de la Edificación, ya que es un edificio existente en que se reforma íntegramente el edificio en sí y además se produce un cambio de uso, se tendrá en cuenta la comprobación de la viabilidad económica que conforma esta instalación para recuperar dicha inversión y servirá para elegir uno de los tres escenarios planteados previamente.

Datos de partida:

- Inversión: es la valoración de los equipos/materiales que se necesitan y los trabajos que hay realizar en función de los precios vigentes del mercado. Se ha realizado a través del programa Presto.

Nº captadores solares	Inversión económica [€]
1	5.002,75
2	5.921,77
3	6.731,39

- DCE (disminución anual de los costes energéticos): Valoración del ahorro, a causa de la implantación de la mejora energética. Se indica €/año.

Nº captadores solares	DCE[€/año]
1	121.44
2	170.70
3	193.16

- ACOMO (Aumento de los costes de mantenimiento): Valoración del incremento anual de los costes de mantenimiento asociados a la mejora energética implementada. Se indica en €/año.

Es aconsejable llevar un buen mantenimiento de las mismas, por ello se supondrá un coste fijo según el número de paneles de:

Nº captadores solares	ACMO[€/año]
1	20
2	15
3	10

- AEA(Ahorro económico anual): Es la valoración final del ahorro económico anual resultante, que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$AEA = DCE - ACMO$$

Nº captadores solares	AEO[€/año]
1	101.44
2	155.70
3	183.16

La energía entregada al sistema, que supone el ahorro anual, se comparará con la resistencia eléctrica (Efecto Joule): 0.14 €/KWh para el ACS y la bomba de calor (0.14/ COP de la bomba) un valor aproximado de: 0.05 € / KWh para la calefacción.

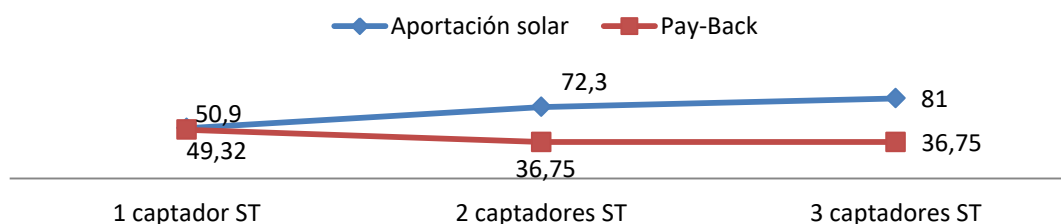
Finalmente, para obtener los ratios de rentabilidad económica se determinara por medio del periodo de amortización bruto (Pay-Back) o también conocido como tiempo de retorno de la inversión. Se indica en €/año mediante la siguiente fórmula:

$$PB (Pay - Back) = \frac{I}{AEA}$$

Nº captadores solares	Inversión económica [€]	Pay-Back [años]
1	5.002,75	49.32
2	5.921,77	38.03
3	6.731,39	36.75

Para tener más claro todo los datos aportados y calculados se mostrará las siguientes gráficas comparativas para apreciar los diferentes escenarios y llegar a una conclusión:

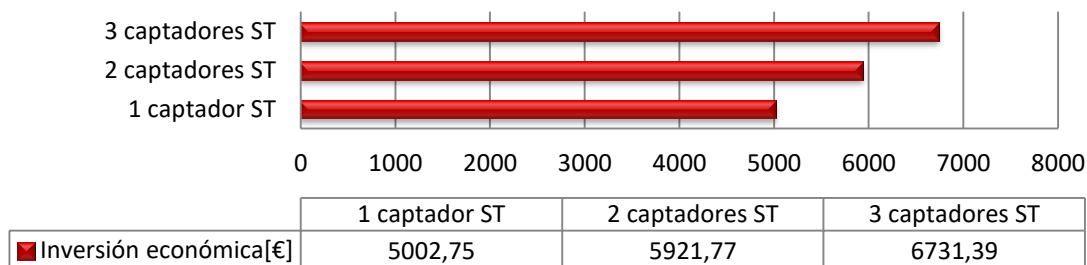
Comparativa 3 escenarios



Gráfica 19. Comparativa instalación ST

A continuación, se puede apreciar mejor la comparativa de inversión:

Inversión económica [€]



Gráfica 20. Inversión económica instalación ST

Como primer resultado, se concluye que el tiempo de amortización es menor cuanto mayor sea la aportación solar, esto quiere decir que es inversamente proporcional, a mayor cantidad de colectores, en este caso 3 captadores solares se obtiene un menor pay-back por lo que se amortizaría antes la instalación, es decir, el coste de la inversión se recuperaría antes.

Por lo tanto, si se analiza desde el punto de vista energético, la mejor opción sería la instalación de 3 colectores solares, ya que es el escenario que mayor aportación solar presenta al sistema, lo que supondría una menor dependencia de un equipo convencional y por tanto, una reducción de las emisiones de CO_2 aunque implique un coste mayor de inversión, puesto que es el escenario más caro. Esto quiere decir, que hay una priorización de la cantidad de energía solar frente al coste económico que pueda suponer.

Ahora bien, hay diferentes maneras de evaluar la parte económica y con ello la rentabilidad. Dadas las condiciones del promotor como mínimo hay que instalar 1 colector. Si se compara el sobrecoste que interfiere en la instalación de 3 colectores frente 1 colector solar es de 1728,64€ y si se relaciona dicho sobrecoste con el coste total de la obra solamente supone un 0.5% del presupuesto de ejecución material (PEM), por lo que esta opción (3 captadores) a priori, puede adaptarse a las necesidades específicas de la Universidad, ya que con una inversión un poco mayor a los demás casos, se tiene un aumento de la aportación solar.

Pero no solamente se puede basar en la aportación solar. Como se ha comentado anteriormente, existe otro punto importante a la hora de evaluar una instalación, que es la vida

útil de los componentes y materiales que no se ha tenido en cuenta anteriormente. Estas instalaciones tienen una vida útil que ronda los 20-25 años, el hecho de instalar 1 colector es de obligatorio cumplimiento para el proyecto por sus condiciones de partida (NZEB), entonces se analizará el sobrecoste que supone instalar 2 y 3 colectores y el pay-back, es decir, el tiempo que se tarda en recuperar dicha inversión.

ANÁLISIS DEL SOBRECOSTE:

nº captadores	inversión[€]	Sobre Coste[€]	Sobre Ahorro[€]	Pay-Back[años]
1 captador	5002,75	-		-
2 captadores	5921,77	919,02	54,25	16,94
3 captadores	6731,39	1728,64	81,71	21,15

Dónde:

- ❖ Sobrecoste: diferencia de la inversión respecto a la inversión de 1 colector solar.
- ❖ SobreAhorro: diferencia de ahorro respecto al ahorro de 1 colector solar.
- ❖ Pay-back: tiempo de retorno de la inversión en años.

Finalmente, teniendo en cuenta que es un edificio de inversión pública, se valorará en primer lugar el coste económico. La instalación de 3 colectores se obtiene un pay-back de 21,15 años, por lo que no se llegaría a recuperar la inversión inicial dentro de un tiempo prudente, antes de que algún componente de la instalación este roto o haya que sustituirlo, por lo que esta opción queda descartada visto que no se llegaría a conseguir un beneficio económico. Por tanto, se concluye que la mejor opción es la instalación de **2 captadores solares**, se tiene un periodo de retorno viable y razonable de 16,9 años para amortizar la inversión, además el ahorro de CO_2 y la dependencia del equipo auxiliar, no supone una gran diferencia respecto a los 3 colectores.

4.2 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Para obtener el tiempo de rentabilidad para el caso de la instalación FV se hará uso del procedimiento explicado en el apartado anterior para obtener el Pay-Back.

Datos de partida:

- Inversión inicial de los 4 escenarios:

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
Inversión [€]	21.732,63	22.462,44	5.617,65	6.347,46

- DCE (disminución anual de los costes energéticos): Valoración del ahorro en costes energéticos, a causa de la implantación de la mejora energética. Se indica €/año.

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
DCE [€/año]	355,25	397,32	200,77	217,61

Como se mencionó anteriormente, al estar conectado a la red de la universidad el exceso producido por los paneles se inyectará a la red y se aprovechará en el mismo entorno universitario, por lo que también supone una disminución anual de los costes energéticos. Finalmente se obtiene:

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
DCE [€/año]	453,33	547,05	508,28	610,29

- ACOMO (Aumento de los costes de mantenimiento): Valoración del incremento anual de los costes de mantenimiento asociados a la mejora energética implementada. Se indica en €/año. Como en todas las instalaciones es aconsejable llevar un buen mantenimiento de las mismas por ella se supondrá un coste fijo de:

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
ACMO [€/año]	40	50	40	50

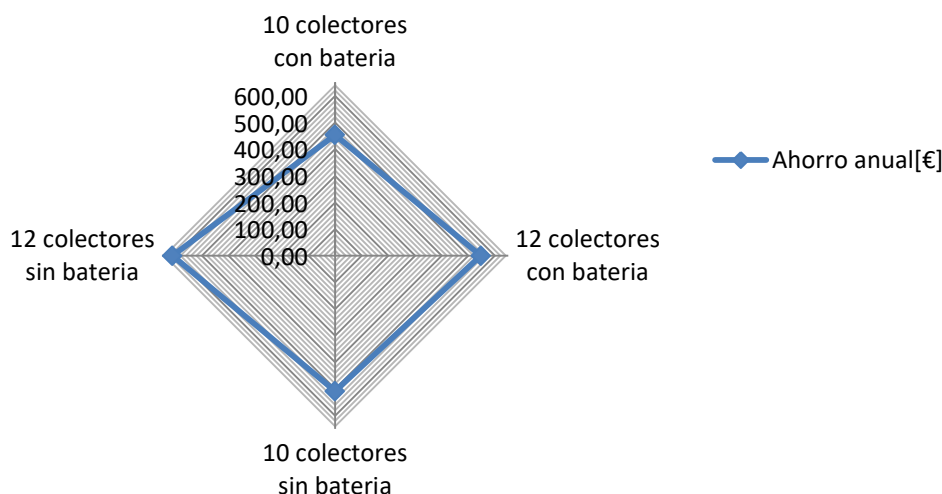
- AEA (Ahorro económico anual): Es la valoración del ahorro económico anual resultante. Obtenido de la diferencia entre el ahorro energético y el mantenimiento anual provocado por la implementación del nuevo sistema.

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
AEA [€/año]	413,33	497,05	468,28	560,28

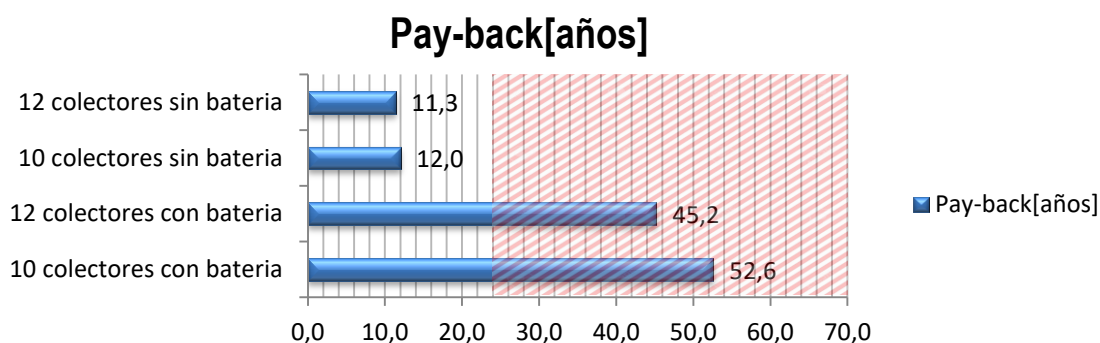
- Pay-Back: Se obtiene de la inversión entre el ahorro económico anual:

	Con baterías		Sin baterías	
	10 colector FV	12 colector FV	10 colector FV	12 colector FV
Pay-back[años]	52,6	45,2	12,0	11,3

A continuación se muestra la gráfica comparativa del ahorro anual de cada uno de los escenarios propuestos. Seguidamente, se realizará una gráfica individual del Pay-back de los cuatro escenarios para visualizar mejor hasta cuándo no es rentable estas instalaciones:



Gráfica 21. Ahorro anual FV.



Gráfica 22. Pay-back FV

Una vez realizado el estudio económico los escenarios con baterías tiene una periodo de retorno mayor a 25 años por lo que ya es totalmente descartable visto que supera la vida útil de una instalación fotovoltaica.

Se concluye, que la instalación de baterías para un sistema pequeño no es rentable ya que el promotor nunca llegaría a recuperar su inversión, por tanto quedan 2 escenarios por analizar: 12 colectores sin baterías o 10 colectores sin batería.

Visto la inversión y el pay-back para el caso de sin baterías la opción que más se aproxima es la de 12 colectores sin batería. Visto el ahorro económico anual de 610,29€ dado por el autoconsumo y la inmisión en red del sobrante producido por los paneles, es suficiente para amortizar la instalación en 11.3 años, esto quiere decir, que el promotor recuperaría su inversión en un periodo razonable de tiempo para posteriormente ya tener beneficios netos.

Aunque no se descarta plantear otra solución para solventar el 'problema' de perfil de oficina predefinido en el Polysun, que sería la instalación de un elemento de control que llevara a cabo

una estrategia de gestión del sistema para aprovechar todo la energía que aporta la FV. Parte de este problema se equilibra por el hecho de estar conectados a la red principal de la universidad, pero en el caso que hubiera sido un perfil de vivienda unifamiliar de autoconsumo total, en realidad esa energía se pierde, por lo que este mecanismo de control ayudaría a suplantar este problema, en la medida de lo posible.

5. CONCLUSIÓN

5.1 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

La finalidad de una instalación solar térmica, es sacar el máximo rendimiento con el fin de obtener la mayor aportación solar para proveer las necesidades energéticas del edificio para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción, pero el problema, es que no siempre coincide dicha aportación con la demanda de la instalación, es decir, no por tener mayor suministro de energía, sinónimo de ahorro, se recuperará antes la inversión. En el escenario de 3 colectores es el que presenta la mayor contribución solar al sistema y una menor dependencia de energía auxiliar por lo que contribuye a la reducción de gases contaminantes, pero lamentablemente no se alcanza a recuperar la inversión inicial antes de que algún componente haya llegado al fin de su vida útil.

Dejando de lado el punto de vista de la aportación solar y ahora si se centra desde el punto de vista económico y aplicando las condiciones de partida del promotor, la instalación de 1 captador es obligatoria, por lo que la amortización del resto de escenarios puede verse en función del sobrecoste respecto a 1 captador solar. Si se observa que la inversión inicial común a los tres escenarios es igual (depósito, tuberías, bombas...) y el hecho de añadir 1 o 2 colectores más, la diferencia de inversión es menos cuantiosa (puesto que dicha diferencia está marcada principalmente en el precio del colector añadido) y la aportación solar que supone el ahorro económico, en comparación es mayor para 2 que para 3 colectores solares, por eso se obtiene un periodo de amortización menor. Por lo que no compensa cubrir mayor demanda ya que se necesitaría una instalación más compleja, y con ello una mayor inversión inicial que no repercute de forma proporcional en el ahorro, así que es la opción más evidente visto los argumentos presentados y la más óptima para el dimensionamiento de la instalación. Además no existe una gran diferencia de consumo de un equipo auxiliar convencional entre los 2 escenarios (2 y 3 colectores) por lo que no es un dato a tener tan en cuenta, por las emisiones de CO_2 , a la hora de elegir el escenario final.

Por eso, se concluye que la opción que mejor se adapta a las necesidades del sistema y del promotor es la de **2 captadores solares**. Es el escenario que devuelve el menor tiempo de amortización, esto quiere decir, que el promotor ha recuperado su inversión en un tiempo prudente y razonable, visto que en este tipo de instalaciones presentan una vida útil aproximada de 25 años, por lo que a partir del cumplimiento de dicho pay-back ya se conseguirían los beneficios económicos de este tipo de energía renovable aplicado al edificio objeto.

Dicho escenario elegido, supone un ahorro anual de 54,25 € y un periodo de retorno de 16 años por lo que queda justificada la viabilidad de este sistema.

5.2 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

La instalación fotovoltaica con baterías y conectada a red es inviable para aplicar a este sistema. El periodo de retorno es inadmisibles ya que nunca se llegaría a amortizar el sistema antes de su vida útil. Además, el elemento que tiene menos durabilidad del sistema que son las baterías, alrededor de los 8-10 años ya habría que sustituirlas, por lo que lo hace más inviable aún, aumentando el periodo de retorno. En el caso de que las baterías bajaran de precio sería más interesante contemplar estos escenarios. Otra ventaja que puede suponer la instalación de baterías es que pueden funcionar como back-up, es decir, como sistema de alimentación ininterrumpida, (SAI) en el caso de fallo de suministro eléctrico y durante un apagón pueden proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado, pero esta ventaja no suplanta las numerosas desventajas que suponen.

También hay que tener en cuenta que es una inversión de entidad pública y este tipo de sistema tiene un coste muy elevado por eso se examina con sumo detalle el gasto económico que lleva la implementación de esta instalación, por lo tanto esta opción queda descartada completamente.

Por otra parte, la instalación fotovoltaica sin baterías y conectada a red es la opción más factible de todos los escenarios estudiados alcanzando un periodo de amortización razonable. Por lo que se concluye que, no es necesario añadir más paneles con el objetivo de cubrir el 100% de la demanda del edificio si el consumo no es ipso facto, puesto que el perfil de consumo es real y si no existe uso esa energía generada por los paneles FV que podría estar suministrando al edificio se pierde, por eso, solamente existe una aportación solar hacia el edificio del 45%. Dado que es un edificio que no se puede aplicar restricciones en el uso de aparatos, ni obligar a llevar un mayor consumo en las horas que se produzca mayor generación FV.

Por tanto, lo que contrarresta la pérdida de energía en el edificio debido al perfil, es el hecho de estar conectado a la red, por lo que se aprovecharía en otro edificio del campus universitario, es por eso que se alcanza un periodo de amortización razonable y viable para implementar la instalación.

De este modo, lo primordial es llevar una buena administración del consumo del edificio, es decir, un elemento de control para conseguir una adecuada gestión de la energía, que permita ajustar la producción energética y el consumo, de esta manera se conseguiría aprovechar mayor cantidad de energía para consumirla en el propio edificio y además se estaría disminuyendo el periodo de amortización.

Por lo que se concluye que el escenario de 12 paneles sin batería quedaría justificada la viabilidad de este sistema

5.3 CONCLUSIÓN FINAL

Se presentó la ocasión de elaborar el presente TFG de un edificio terciario, visto los requisitos de partida dados por el promotor se considera un edificio particular por lo que motiva a realizar algo diferente a lo que se acostumbra: consumo cero (NZEB), componentes de bajo consumo, introducción de energías renovables, etc., donde ahora habrá que intervenir en la climatización y en la iluminación, en diferencia con la típica vivienda unifamiliar, ya que presentan un porcentaje significativo, dado el perfil oficina, y así poder cumplir con dichos requisitos. En concreto, la implementación de las energías renovables (que cada vez estarán más presentes y se espera que tengan una fuerte impulsión ya que traen consigo beneficios ambientales, económicos, etc.) para sucumbir el consumo que presenta este tipo de edificio ha sido una gran oportunidad para desarrollar y relacionar los conocimientos adquiridos durante las asignaturas de grado de Ingeniería Industrial. Estudiar y analizar un caso real no es tan bonito como parece, sino que surgen muchos contratiempos y dudas que finalmente han sido solventadas por el tutor y por el mismo alumno.

Asimismo, se ha aprendido a manejar nuevas herramientas de simulación como el software Polysun y Presto. Además ha sido de gran ayuda para mejorar el uso del software Autocad, y a aplicar el marco normativo del CTE que establece las exigencias mínimas que deben cumplir los edificios y demás normativas de aplicación. Todo ello, permite ser de gran ayuda tanto ahora como en un futuro profesional y personal.

También, se ha adquirido la capacidad de relacionar y entender los resultados que pueda proporcionar una herramienta, así como la interpretación de los datos facilitados por los fabricantes, además de tener más claro la estructura y funcionamiento de una instalación solar, en este caso, fotovoltaica y solar térmica, para sacar el máximo rendimiento.

Permitiendo conocer con mayor profundidad los componentes que se pueden encontrar en el mercado para este tipo de instalaciones: tipos, marcas, precios, modelos... para posteriormente aplicar el que mejor se adapte a las necesidades de la instalación. Este tipo de instalaciones presentan grandes ventajas frente a los equipos convencionales que estos últimos, sí poseen costes muy importantes que no solo van asociados a las emisiones de CO_2 , sino que también a más factores como: lluvia ácida, vertidos, residuos nucleares...

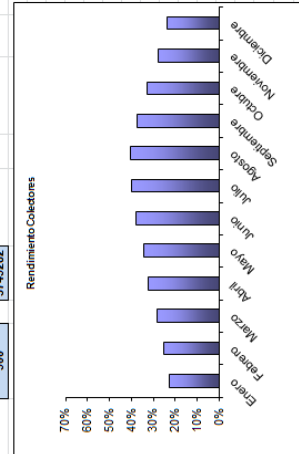
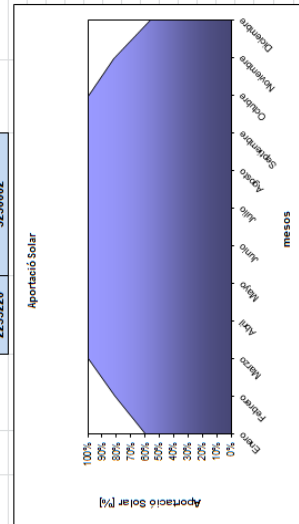
Y por último, se ha aprendido a relacionar y evaluar el periodo de amortización cuando se tiene una inversión inicial elevada y el ahorro final que supone implantar estas instalaciones, en función de la vida útil que se estima que puede llegar.

El principal y primordial objetivo del proyecto ha sido el de adquirir y aprender a desarrollar una instalación solar, por lo que se ha alcanzado con totalidad el objetivo del presente proyecto.

A. CÁLCULOS SOLAR TÉRMICA.

A.1 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 1 COLECTOR.

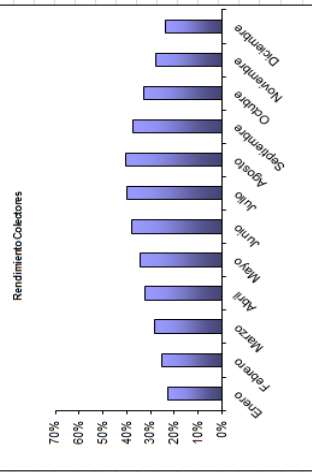
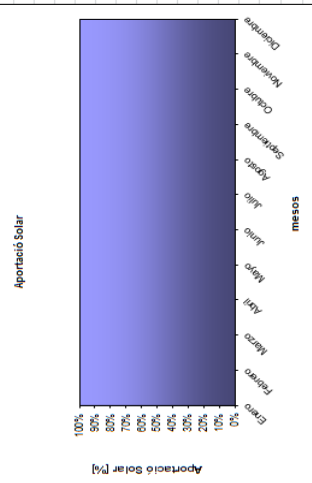
MES	Dias	Occupación	Volumen (l)	Tx	Di (k.J)	EH (k.J/m2)	K	ETI (K.J/m2)	Horas GTI (W/m2) T amb	Eficiencia	Eci (k.J/m2)	Captada TOTAL (k.J)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (k.J)	Energía aportada (kw)
Enero	31	100%	75	8	359223	8362	1,54	12821	7,6	468	12	23%	91059	59%	212168	58,94
Febrero	28	100%	75	9	316310	11268	1,37	15383	8,5	501	13	26%	110330	81%	257070	71,41
Marzo	31	100%	75	11	330745	16056	1,18	18954	9,8	539	14	28%	165896	117%	386538	91,87
Abril	30	100%	75	13	301248	21096	1,01	21322	10,0	593	17	33%	208043	161%	484741	83,68
Mayo	31	100%	75	14	301562	24048	0,91	21771	10,0	605	19	34%	231683	179%	539845	83,77
Junio	30	100%	75	15	282420	27036	0,86	23197	10,0	646	23	38%	264259	219%	616724	78,45
Julio	31	100%	75	16	282106	27288	0,88	24002	10,0	689	26	40%	299361	247%	697511	78,36
Agosto	31	100%	75	15	291834	23868	0,96	23017	10,0	640	27	40%	288292	230%	671721	81,07
Septiembre	30	100%	75	14	291834	17928	1,11	19812	9,9	554	25	37%	222278	177%	517908	81,07
Octubre	31	100%	75	13	311290	12960	1,31	16972	8,9	528	20	33%	172521	129%	401974	86,47
Noviembre	30	100%	75	11	320076	9000	1,50	13462	7,6	489	16	28%	112300	82%	261660	72,68
Diciembre	31	100%	75	8	359223	7380	1,60	11808	7,3	450	14	24%	87185	55%	203141	56,43
TOTAL	365		900	8	3749282							2253220			3327078	924,19
Tº Acumulación	45															
a0	0,8															
a1	3,143															
a2	0,023															
Superficie panel	2,33															
Litros persona	5															
Nº personas	15															
Cp Fluid	4,184															
Incidencia	0,9															
Suciedad	0,7															
Superficie Pried	1,654															
Predimensionado	0,714															
Nº captadores	1															
Superficie real	2,33															
Aportación Solar	89%															



A.2 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 2 COLECTORES.

MES	Días	Ocupación	Volumen (l)	Tx	Di (kJ)	EH (kJ/m2)	K	ETI (kJ/m2)	Horas	GTI (W/m2)	T amb	Eficiencia	Eci (kJ/m2)	Captada TOTAL (kJ)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (kJ)	Energía aportada (kW)
Enero	31	100%	75	8	35929	8352	1,54	12821	7,6	468	12	23%	91059	424337	118%	100%	35929	99,98
Febrero	28	100%	75	9	316310	11288	1,37	15383	8,5	501	13	28%	110330	514139	163%	100%	316310	87,96
Marzo	31	100%	75	11	330745	16056	1,18	18954	9,8	539	14	28%	165896	773076	234%	100%	330745	91,87
Abril	30	100%	75	13	301248	21096	1,01	21322	10,0	593	17	33%	203043	969483	322%	100%	301248	83,68
Mayo	31	100%	75	14	301562	24048	0,91	21771	10,0	605	19	34%	231683	1079690	368%	100%	301562	83,77
Junio	30	100%	75	15	282420	27036	0,86	23197	10,0	646	23	38%	264259	1231449	436%	100%	282420	78,45
Julio	31	100%	75	16	282106	27288	0,88	24002	10,0	669	26	40%	299361	1385023	485%	100%	282106	78,36
Agosto	31	100%	75	15	291834	23868	0,96	23017	10,0	640	27	40%	289292	1343441	460%	100%	291834	81,07
Septiembre	30	100%	75	14	291834	17928	1,11	19812	9,9	554	25	37%	222278	1035816	355%	100%	291834	81,07
Octubre	31	100%	75	13	311290	12960	1,31	16972	8,9	528	20	33%	175521	803949	269%	100%	311290	86,47
Noviembre	30	100%	75	11	320076	9000	1,50	13462	7,6	489	16	28%	112300	523320	163%	100%	320076	88,91
Diciembre	31	100%	75	8	35929	7380	1,60	11806	7,3	450	14	24%	87185	462883	113%	100%	35929	99,98
TOTAL			900	8	3749282								2253220	10500005			3749282	1041,47

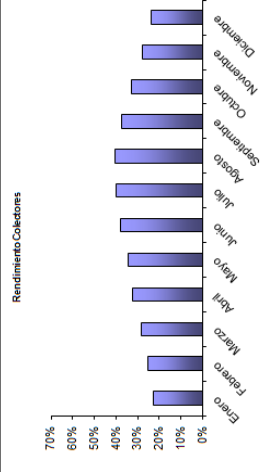
Parámetro	Valor
Tº Acumulación	45
a0	0,8
a1	3,143
a2	0,023
Superficie panel	2,33
Litros persona	5
Nº personas	15
Cp Fluid	4,184
Incidencia	0,9
Suciedad	0,7
Superficie Pred	1,664
Predimensionado	0,714
Nº captadores	2
Superficie real	4,66
Aportación Solar	100%

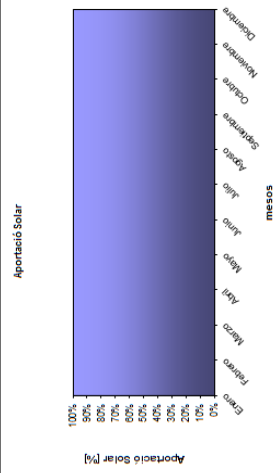
A.3 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO SOLAR TÉRMICA 3 COLECTORES.

MES	Días	Occupación	Volumen (l)	Tx	DI (kJ)	EH (kJ/m2)	K	ETI (kJ/m2)	Horas GTI	GTI (W/m2)	T amb	Eficiencia	Eg (kJ/m2)	Captada TOTAL (kJ)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (kJ)	Energía aportada (kW)
Enero	31	100%	75	8	359929	8352	1,54	12821	7,6	468	12	23%	91059	636505	177%	100%	359929	99,98
Febrero	28	100%	75	9	316310	11269	1,37	15383	6,5	501	13	26%	110330	771209	244%	100%	316310	87,86
Marzo	31	100%	75	11	330745	16565	1,18	18954	9,8	539	14	28%	165896	1159513	351%	100%	330745	91,87
Abril	30	100%	75	13	301248	21096	1,01	21322	10,0	593	17	33%	209043	1454224	483%	100%	301248	83,68
Mayo	31	100%	75	14	301562	24048	0,91	21771	10,0	605	19	34%	231693	1619536	537%	100%	301562	83,77
Junio	30	100%	75	15	292420	27036	0,86	23197	10,0	646	23	38%	264259	1847173	654%	100%	292420	78,45
Julio	31	100%	75	16	282106	27288	0,88	24002	10,0	669	26	40%	295351	2082554	742%	100%	282106	75,36
Agosto	31	100%	75	15	291834	23968	0,96	23017	10,0	640	27	40%	285252	2015162	691%	100%	291834	81,07
Septiembre	30	100%	75	14	291834	17928	1,11	16912	9,9	554	25	37%	222278	1563724	532%	100%	291834	81,07
Octubre	31	100%	75	13	311230	12960	1,31	16972	8,9	528	20	33%	172521	1205923	387%	100%	311230	86,47
Noviembre	30	100%	75	11	320076	9000	1,50	13462	7,6	489	16	28%	113300	794980	245%	100%	320076	86,91
Diciembre	31	100%	75	8	359929	7380	1,50	11806	7,3	450	14	24%	87185	609424	169%	100%	359929	99,98
TOTAL	365		900		3749282								2253220	15750007			3749282	1041,47

Parámetro	Valor
T Acumulación	45
a0	0,8
a1	3,143
a2	0,023
Superficie panel	2,33
Litros persona	5
Nº personas	15
Cp Fluid	4,184
Incidencia	0,9
Suciedad	0,7
Superficie Pred	1,664
Predimensionado	0,7141
Nº capadores	3
Superficie real	6,99
Aportación Solar	100%



Rendimiento Colectores



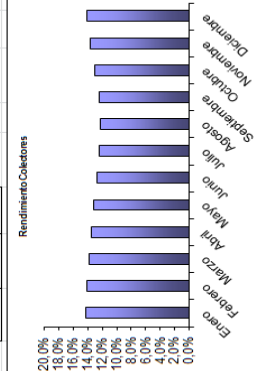
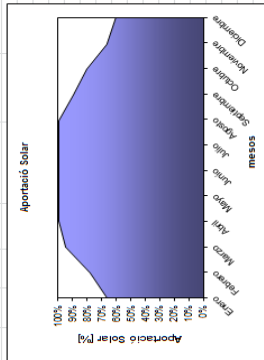
Aportación Solar

B. CÁLCULOS FOTOVOLTAICA.

B.1 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 10 PANELES CON BATERÍA.

MES	Días	ocupación	D Wh/m2	D Wh/m2	K	Kt	ET (kWh/m2)	Horas	GHI (Wh/m2)	Tamb	Kex	Tm (°C)	P termicas (W)	P panel (W)	Eficiencia	Eci (kWh/m2)	Capacidad TOTAL (kWh)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (kWh)
ENERO	31	100%	1228.9	381297	1372693	832	1.54	12821	7.6	468	12	0.96	26.6	-1.84	107.41	14.4%	57057	911425	66%	253.2
Febrero	28	100%	1228.9	344397	1238300	1126	1.37	15383	8.5	501	13	0.97	28.7	-4.10	112.99	14.1%	60833	971744	78%	268.9
Marzo	31	100%	1228.9	381297	1372693	1656	1.18	16854	9.0	539	14	0.97	30.3	-5.57	115.66	13.9%	61754	1305938	95%	362.8
Abril	30	100%	1228.9	368897	1328388	2106	1.01	21322	10.0	593	17	0.97	35.5	-11.82	127.78	13.5%	86283	1377970	104%	389.0
Mayo	31	100%	1228.9	381297	1372693	2448	0.91	21771	10.0	605	19	0.97	37.9	-14.49	128.08	13.2%	88409	1428219	104%	381.3
Junio	30	100%	1228.9	368897	1328388	2706	0.86	23197	10.0	646	23	0.98	43.2	-20.41	132.21	12.8%	88161	1424533	107%	388.0
Julio	31	100%	1228.9	381297	1372693	2868	0.88	24002	10.0	669	26	0.98	46.9	-24.58	133.73	12.5%	93113	1487389	108%	381.3
Agosto	31	100%	1228.9	381297	1372693	2868	0.96	23017	10.0	640	27	0.97	47.0	-24.70	126.55	12.4%	88259	1408845	103%	381.3
Septiembre	30	100%	1228.9	368897	1328388	1928	1.11	19812	9.9	554	25	0.97	42.3	-19.43	110.64	12.5%	74278	1188512	89%	329.6
Octubre	31	100%	1228.9	381297	1372693	1950	1.31	16972	8.9	520	20	0.97	36.5	-12.90	107.74	13.1%	59106	1103982	80%	306.6
Noviembre	30	100%	1228.9	368897	1328388	900	1.90	13462	7.6	489	16	0.96	31.3	-7.05	107.18	13.7%	59472	885156	67%	245.9
Diciembre	31	100%	1228.9	381297	1372693	780	1.60	11806	7.3	450	14	0.96	28.1	-3.43	101.33	14.1%	51620	824590	60%	229.1
TOTAL	366		44758.81	4488464	16162069											862685	14316932			

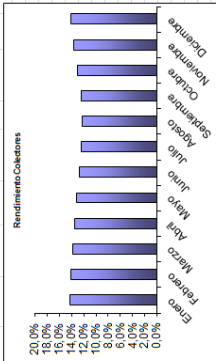
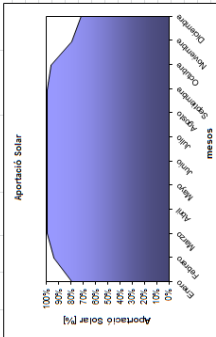
Parámetro	Valor
Demanda Min/Max	8216/9383
Resistencia	74.633
C. Baterías	0.05
C. convertidor (°C)	0.0
V. voltios (V)	0.10
R. autoconsumo (kWh)	0.00072
N. autoconsumo	0.0
Profundidad	255
Long.	1.63
Anch.	0.98
Superficie (m2)	4.5874
Eficiencia STC	15.98%
NOCT	45.0%
coef. radiac.	-0.0007
coef. térmic. P	-1.122
coef. Tm	0.03125
Pier. Opciones	1
K. regulador	1
Superficie Pied	18.0
Pier. Inclinación	11.3
Nº. baterías	10
Superficie real	15.97
Aportación Solar	36.4%

B.2 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 12 PANELES CON BATERÍA

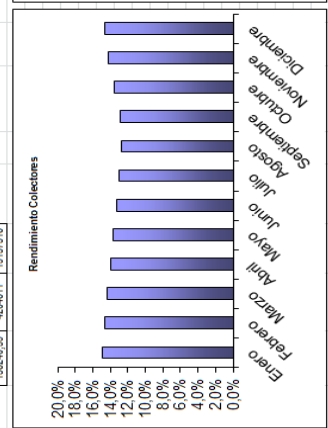
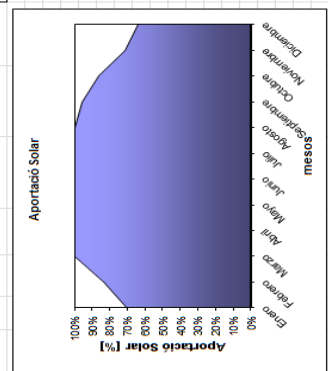
MES	Días	Incandescencia	D. Wh/m ²	D. Wh/m ²	D. Wh/m ²	D. Wh/m ²	K	ETI (Wh/m ²)	Hora	GTI (Wh/m ²)	T. (m/h)	K _{ON}	T _{amb} (°C)	P. Termica (W)	P. Panel (W)	Eficiencia	E _{el} (kWh)	Cantidad TOTAL (kWh)	Cobertura	Redundancia	Energía almacenada (kWh)	
Enero	31	100%	1229,9	31297	137269	0,52	1,54	12821	7,6	593	12	0,96	26,5	1,84	107,41	14,4%	57367	103709	80%	80%	303,8	
Febrero	28	100%	1229,9	34497	132830	1,28	1,37	15383	6,5	501	13	0,97	28,7	4,10	112,68	14,1%	60333	116832	84%	84%	323,9	
Marzo	31	100%	1229,9	38129	127669	1,65	1,78	16954	9,8	539	14	0,97	30,9	4,57	119,86	13,9%	81754	159126	714%	100%	381,3	
Abril	30	100%	1229,9	38697	128388	2,05	1,91	21522	10,0	593	17	0,97	35,5	-11,52	127,78	13,9%	86263	163564	724%	100%	369,0	
Mayo	31	100%	1229,9	38129	137669	2,04	0,91	21771	10,0	605	19	0,97	37,9	-14,49	128,08	13,2%	89409	173862	125%	100%	361,3	
Junio	30	100%	1229,9	38697	138388	2,03	0,88	23197	10,0	646	23	0,98	43,2	-20,41	132,21	12,3%	89161	179104	125%	100%	369,0	
Julio	31	100%	1229,9	38129	137669	2,78	0,88	24002	10,0	669	26	0,98	46,9	-24,58	133,73	12,5%	91113	174467	130%	100%	381,3	
Agosto	31	100%	1229,9	38697	132838	3,88	0,96	23017	10,0	640	27	0,97	47,0	-24,70	126,55	12,4%	88259	181814	123%	100%	381,3	
Septiembre	30	100%	1229,9	38129	132838	1,28	1,11	19812	9,9	554	25	0,97	42,3	-19,43	110,64	12,5%	74278	142315	107%	100%	369,0	
Octubre	31	100%	1229,9	38697	137669	1,50	1,31	16972	8,9	528	20	0,97	36,5	-12,90	110,74	13,1%	69106	134683	97%	97%	369,0	
Noviembre	30	100%	1229,9	38697	138388	9,00	1,50	13462	7,6	489	16	0,96	31,3	-7,06	107,18	13,7%	55412	106287	80%	80%	256,1	
Diciembre	31	100%	1229,9	38129	137669	7,80	1,50	11896	7,3	450	14	0,96	28,1	-3,43	101,33	14,1%	51620	98497	72%	72%	274,9	
TOTAL	365			448464	1516269																686265	1718038

Parámetro	Valor
Demanda Wh/día	8218,0333
R. Inclinación	74,83%
k. Eficiencia	0,65
k. convertidor (C)	0,10
k. Inversor (I)	0,10
k. Baterías (B)	0,00
k. Almacenamiento (A)	0,00
N. Autonomía	1
Primas	255
Log	1,63
Almac	0,00
Almac (c)	1,00
Eficiencia STC	15,86%
NOCT	45,00
coef. radiac	-0,0007
coef. firme. P	-11,22
coef. TN	0,0725
K. Inclinación	0,93
K. Inclinación	0,93
Superficie Panel	18,0
Predimensiones	11,3
W. capacitacion	15
Superficie esp	15,10
Autonomía Solar	30,00

B.3 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 10 PANELES SIN BATERÍA

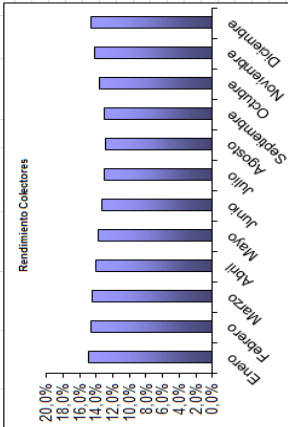
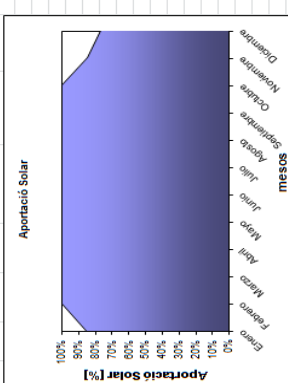
MES	Días	Ocupación	D Wh/m ²	D Wh/mes	D kWh/mes	EH (kWh/m ²)	K	ETI (kWh/m ²)	Horas	GTI (Wh/m ²)	T amb	KGa	Tfv (°C)	P permisa (W)	P panel (W)	Eficiencia	Est (kWh/m ²)	Capacidad TOTAL (kWh)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (kWh)
Enero	31	100%	11520,029	357121	1285635	6352	1,54	12821	7,6	463	12	0,95	26,5	-1,84	107,41	15,0%	5652	911245	71%	71%	253,2
Febrero	28	100%	11520,029	322951	1167219	11269	1,37	15383	8,5	501	13	0,97	28,7	-4,10	112,59	14,0%	6357	971744	84%	84%	269,9
Marzo	31	100%	11520,029	357121	1285635	16056	1,18	10854	9,8	539	14	0,97	30,3	-5,57	119,36	14,5%	6645	1306338	102%	100%	357,1
Abril	30	100%	11520,029	345601	1244163	21056	1,01	21322	10,0	593	17	0,97	35,5	-11,82	127,78	14,1%	9026	1379700	111%	100%	345,6
Mayo	31	100%	11520,029	357121	1285635	24048	0,91	21771	10,0	605	19	0,97	37,9	-14,49	128,08	13,8%	9342	1428219	111%	100%	357,1
Junio	30	100%	11520,029	345601	1244163	27036	0,86	23197	10,0	646	23	0,98	43,2	-20,41	132,21	13,4%	9313	1424253	114%	100%	345,6
Julio	31	100%	11520,029	357121	1285635	27288	0,88	24002	10,0	669	26	0,98	46,3	-24,58	133,73	13,1%	9782	1487388	116%	100%	357,1
Agosto	31	100%	11520,029	357121	1285635	28868	0,96	28017	10,0	640	27	0,97	47,0	-24,70	136,56	12,9%	9271	1406846	110%	100%	357,1
Septiembre	30	100%	11520,029	345601	1244163	17928	1,11	18812	9,9	554	25	0,97	42,3	-19,43	110,94	13,1%	77694	1168512	95%	95%	329,6
Octubre	31	100%	11520,029	357121	1285635	12960	1,31	16972	8,9	528	20	0,97	36,3	-12,90	110,74	13,7%	7200	1103802	85%	85%	306,6
Noviembre	30	100%	11520,029	345601	1244163	9000	1,50	19462	7,6	489	16	0,96	31,3	-7,05	107,18	14,3%	5083	888195	71%	71%	245,9
Diciembre	31	100%	11520,029	357121	1285635	7380	1,60	11806	7,3	450	14	0,96	28,1	-3,43	101,33	14,7%	5336	824480	64%	64%	229,1
TOTAL	365		138240,35	4204811	15137318																3753,9
Demanda Wh/día			9716,02																		
R Instalación		80,00%																			
K convertidor (cc)		0,10																			
K vivienda (W)		0,10																			
Pmax		255																			
Long		1,63																			
Amplitud		0,338																			
Superficie (m ²)		1,5284																			
Eficiencia STC		16,88%																			
NOCT		45,00																			
coef enfriado		-0,00007																			
coef termic P		-1,722																			
coef Tfv		0,03125																			
Perd Cicques		0,05																			
K regulador		1																			
Superficie Prefi		16,2																			
Fredresorcat		10,6																			
K cables		1																			
Superficie real		15,29																			
Aportación Solar		83,9%																			



B.4 PROCEDIMIENTO 1 CÁLCULO FOTOVOLTAICA 12 PANELES SIN BATERÍA

MES	Días	Occupación	D Wh/día	D Wh/mes	D kJ/mes	EH (kJ/m ²)	K	ETI (kJ/m ²)	Horas	GTI (Wh/m ²)	T amb	Kex	ITv (°C)	P Termicas (W)	P paneli (W)	Eficiencia	Eci (kJ/m ²)	Capacitat TOTAL (kJ)	Cobertura	Aportación	Energía aportada (kWh)
Enero	31	100%	11520,0291	357121	1285635	6352	1,54	12621	7,6	468	12	0,96	26,6	-1,94	107,41	15,0%	58612	1037109	85%	85%	301,8
Febrero	28	100%	11520,0291	322561	1161219	11268	1,37	15383	8,5	501	13	0,97	28,7	-4,10	112,88	14,8%	63557	1166062	100%	100%	322,6
Marzo	31	100%	11520,0291	357121	1285635	16056	1,18	18854	9,8	539	14	0,97	30,9	-6,57	119,86	14,5%	85415	1587126	122%	100%	357,1
Abril	30	100%	11520,0291	345601	1244163	21086	1,01	21322	10,0	583	17	0,97	35,5	-11,82	127,78	14,1%	90726	1635564	133%	100%	345,6
Mayo	31	100%	11520,0291	357121	1285635	24048	0,91	21771	10,0	605	19	0,97	37,9	-14,49	128,08	13,8%	92412	1713862	133%	100%	357,1
Junio	30	100%	11520,0291	345601	1244163	27036	0,86	23197	10,0	646	23	0,98	43,2	-20,41	132,21	13,4%	97282	1769164	137%	100%	345,6
Julio	31	100%	11520,0291	357121	1285635	27888	0,83	24002	10,0	659	26	0,98	46,9	-24,58	133,73	13,1%	97282	1769164	139%	100%	357,1
Agosto	31	100%	11520,0291	357121	1285635	23868	0,96	23017	10,0	640	27	0,97	47,0	-24,70	126,55	12,9%	92211	1691814	132%	100%	357,1
Septiembre	30	100%	11520,0291	345601	1244163	17928	1,11	18872	9,9	554	25	0,97	42,3	-19,43	110,84	13,1%	77604	1423815	114%	100%	345,6
Octubre	31	100%	11520,0291	357121	1285635	12660	1,31	16672	8,9	528	20	0,97	36,5	-12,90	110,74	13,7%	72200	1324633	103%	100%	357,1
Noviembre	30	100%	11520,0291	345601	1244163	9000	1,50	13462	7,6	489	16	0,96	31,3	-7,05	107,18	14,3%	57883	1062187	85%	85%	295,1
Diciembre	31	100%	11520,0291	357121	1285635	7380	1,60	11806	7,3	450	14	0,96	28,1	-3,43	101,33	14,7%	53932	984667	77%	77%	214,9
TOTAL	365		138240,498	4204811	15137318													938396	17180318		4016,7

Demanda Wh/día	92716,0225
R Instalación	80,00%
k convertidor (cc)	0,10
k vivienda (kv)	0,10
Pmax	255
Long	1,63
Ampl	0,938
Superficie (m ²)	1,52884
Eficiencia STC	16,68%
NOCT	45,00
coef radiació	-0,00007
coef Emis P	-1,122
coef TV	0,03125
Perd Obiques	0,05
K regulador	1
Superficie Pred	16,2
Predimensional	10,6
N° captores	12
Superficie real	18,35
Aportación Solar	95,6%

C. FICHAS TÉCNICAS

C.1 DEPÓSITO DAIKIN

DAIKIN • Depósito de agua caliente sanitaria • EKHWP-A

2 Especificaciones

2-1 Especificaciones técnicas				EKHWP300A	EKHWP500A	
Montaje				Suelo		
Carcase				Gris polvo (RAL7037)		
Material				Polipropileno resistente a impactos		
Dimensiones	Unidad	Altura	Depósito	1.590		
		Anchura	mm	595	790	
		Profundidad	mm	615	790	
	Unidad con embalaje	Altura	mm	1.750		
		Anchura	mm	800		
		Profundidad	mm	800		
Peso	Unidad	Vacío	kg	59	92	
		Total	kg	355	592	
	Unidad con embalaje	Vacío	kg	67	100	
		Material			Madera (paleta) / Cartón / Plástico / EPS	
Embalaje				8		
Depósito	Volumen de agua			l	300	500
	Máxima temperatura del agua			°C	85	
	Aislamiento	Pérdida de calor		kWh/24 h	1,63 (1)	1,86 (1)
	Intercambiador de calor	Agua caliente sanitaria	Material del tubo			Acero inoxidable (DIN 1,4404)
Superficie de entrada			m ²	5,7	5,9	
Volumen interno de la batería			l	27,8	28,4	
Presión de funcionamiento			bar	6		
Salida térmica específica media			W/K	2.795	2.860	
Carga		Material del tubo			Acero inoxidable (DIN 1,4404)	
		Superficie de entrada	m ²	2,5	3,7	
		Volumen interno de la batería	l	12,3	17,4	
		Salida térmica específica media	W/K	1.235	1.809	
Calefacción solar auxiliar		Material del tubo			Acero inoxidable (DIN 1,4404)	
	Superficie de entrada	m ²	-	1,0		
	Volumen interno de la batería	l	-	5		
	Salida térmica específica media	W/K	-	313		
Sensor de temperatura	Longitud de cable			m	12	
Conexiones de tubería	Diámetro del intercambiador de calor de la entrada de agua			mm	G1"	
	Diámetro del intercambiador de calor de la salida de agua			mm	G1"	
	Entrada del colector solar			pulgadas	Junta de unión hembra 1"	
	Intercambiador de calor de carga			pulgadas	G1"	
	Intercambiador de calor de calefacción auxiliar			pulgadas	G1"	
	Diferencia de nivel			Colector depósito-solar	m	12

Notas

(1) A 60°C

C.2 CAPTADOR VIESSMANN SOLAR TERMICA

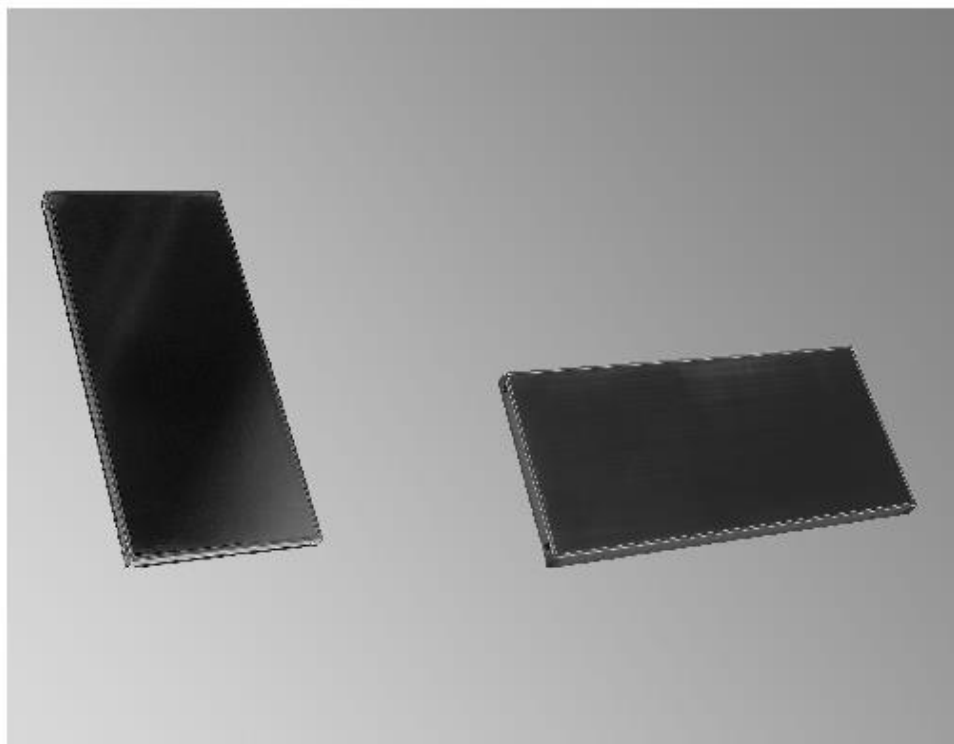
VIESSMANN

VITOSOL 300-F

Colector plano para el aprovechamiento de la energía solar

Datos técnicos

N.º de pedido y precios: consultar Lista de precios



VITOSOL 300-F Modelo SV3C y SH3C

Colector plano para montaje vertical u horizontal, para montaje sobre cubiertas planas e inclinadas, así como para integración en la cubierta y montaje sobre estructura de apoyo.

Montaje del modelo SH3C también en fachadas.

Para calentamiento de A.C.S., de agua de calefacción y de piscinas a través de un intercambiador de calor y para suministro de calor a procesos industriales.

Datos técnicos

En caso de distancia a la costa entre 100 y 1000 m, recomendamos la utilización de Vitosol 200-F, modelo SV2D.
Si la distancia a la costa es de hasta 100 m, utilizar exclusivamente Vitosol 200-F, modelo SV2D.
El Vitosol 200-F, modelo SV2D tiene un recubrimiento especial del absorbedor que permite el uso de los colectores en zonas costeras.

Indicación
Vessmann no asumirá ninguna responsabilidad si se utiliza el modelo SV3C/SH3C en estas zonas.

Modelo		SV3C	SH3C
Superficie bruta (dato necesario a la hora de solicitar subvenciones)	m ²		2,51
Superficie de absorción	m ²		2,32
Superficie de apertura	m ²		2,33
Posición de montaje (consultar la siguiente figura)		(A) (montaje sobre la cubierta e Integración en la cubierta), (C), (D)	(B) (montaje sobre la cubierta e Integración en la cubierta), (C), (D), (E)
Distancia entre colectores	mm		21
Dimensiones			
Anchura	mm	1056	2380
Altura	mm	2380	1056
Profundidad	mm	90	90
Los siguientes valores hacen referencia a la superficie de absorción:			
- Rendimiento óptico	%		86,2
- Coeficiente de pérdida de calor k_1	W/(m ² · K)		3,143
- Coeficiente de pérdida de calor k_2	W/(m ² · K ²)		0,023
Capacidad térmica	kJ/(m ² · K)	5,0	5,0
Peso	kg		41
Volumen de fluido (medio portador de calor)	Litros	1,83	2,48
Presión de servicio adm. (consultar el capítulo "Depósito de expansión solar")	bar/MPa		6/0,6
Temperatura máx. de inactividad	°C		206
Capacidad de producción de vapor			
- Posición de montaje favorable	W/m ²		60
- Posición de montaje desfavorable	W/m ²		100
Conexión	Ø mm		22

C.3 CAPTADOR SOLAR FOTOVOLTAICA

VIESSMANN

VITOVOLT 200

Módulos fotovoltaicos

Datos técnicos



VITOVOLT 200

Modelo P255BB, P260BB
Módulos fotovoltaicos policristalinos con 255/260 W_p
de potencia nominal
Para generar corriente eléctrica a partir de energía solar

Ventajas

- Rendimiento del módulo de hasta 16,1 %.
- Gran capacidad de carga mecánica para altas cargas de nieve (5400 Pa) y viento/succión (2400 Pa) gracias al marco de aluminio resistente a la corrosión.
- Uso de componentes de marca de primera calidad para una óptima protección de punto caliente, un buen funcionamiento en condiciones de poca luz y una degradación reducida.
- Con revestimiento antirreflejante para los aportes solares más elevados.
- Opcionalmente con marco negro.
- La resistencia probada contra la niebla salina y el amoníaco posibilita el uso en regiones de costa y en agricultura.
- Los certificados conforme a las normas IEC 61215 e IEC 61730 garantizan estándares de calidad internacionales.

5678 143 ES 2/2015

Viessmann, S.L.
Sociedad Unipersonal
C/ Sierra Nevada, 13
Área Empresarial Andalucía
28320 Pinto (Madrid)
Teléfono: 902 399 299
Fax: 916 497 399
www.viessmann.es

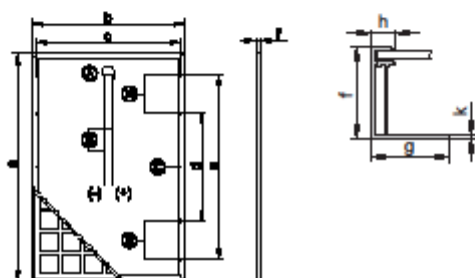
Datos técnicos

Datos técnicos

Vitovolt 200	Modelo	P255BB	P260BB
Datos de rendimiento con STC*			
Potencia nominal $P_{m\acute{a}x}$	W_p	255	260
Tolerancia en potencia	%	0/+3	0/+3
Tensión en MPP [†] U_{mpp}	V	30,2	30,3
Corriente en MPP [†] I_{mpp}	A	8,45	8,59
Tensión de circuito abierto U_{oc}	V	38,1	38,3
Corriente de cortocircuito I_{sc}	A	8,96	9,11
Rendimiento del módulo	%	15,8	16,1
Coefficientes de temperatura			
Potencia	%/K	-0,44	-0,44
Tensión de circuito abierto	%/K	-0,32	-0,32
Corriente de cortocircuito	%/K	0,04	0,04
Tensión máxima del sistema	V	1000	1000
Resistencia de corriente de retorno	A	15	15

* STC = Standard Test Conditions (condiciones de prueba estandarizadas: nivel de radiación 1000 W/m^2 , temperatura de la célula 25 °C y distribución espectral AM 1,5).

† MPP = Maximum Power Point (potencia máxima en STC).



- Ⓐ Caja de conexiones
- Ⓑ Cables de conexión
- Ⓒ 4 Conexiones para potencia de tierra (ø 4 mm)
- Ⓓ 4 Taladros de montaje (Ø x 14 mm)

Tabla de dimensiones

a mm	1839
b mm	983
c mm	938
d mm	—
e mm	983
f mm	40
g mm	32
h mm	11,5
k mm	—

Tipo de célula:	Célula policristalina de silicio 156 mm x 156 mm (6 pulgadas)
Número de células:	60 (6 x 10)
Tolerancia en la medición:	± 3 %
Encapsulado de las células (material):	etil-vinil-acetileno (EVA)
Caja de conexiones (clase de protección):	IP67
Marco:	aleación de aluminio anodizado, plata o negro
Cristal frontal:	vidrio de seguridad sencilla de 3,2 mm con revestimiento antirreflejante
Peso:	18,5 kg
Carga máx. por presión/succión:	5400 Pa/2400 Pa
Conexión:	cables de 1,0 m de longitud con una sección de hilo de 4 mm ² con conector MC4
Requisitos estáticos:	la estructura de la cubierta debe poder soportar la fuerza del viento
Clase de protección:	II
Clase de aplicación:	A
Unidad de envío:	25 unidades por palet

Garantía del producto

del fabricante según su certificado de garantía de 10 años.

Indicación

Las posibles diferencias de color de los módulos fotovoltaicos son consecuencia del proceso de producción. No constituyen un motivo de reclamación.

Garantía de rendimiento lineal

del fabricante según su certificado de garantía

- 25 años: 80 % de la potencia nominal

Indicación

Condiciones de garantía del fabricante: www.viessmann.de/Login.

La garantía de producto de Viessmann es de 5 años.

Calidad probada

Certificado conforme a: IEC 61215, IEC 61730
Producido en fábricas certificadas con la norma ISO 9001 y 14001.
Homologación CE conforme a las Directivas de la CE vigentes.

C.4 INVERSOR

INGECON

SUN STORAGE

1Play
Sin transformador

**INVERSOR
DE BATERÍAS
MONOFÁSICO SIN
TRANSFORMADOR**

3TL / 6TL

El inversor de baterías INGECON® SUN STORAGE 1Play TL es un equipo monofásico bidireccional que puede ser utilizado tanto en sistemas aislados como conectados a la red general de distribución.

Gestión de baterías

El equipo INGECON® SUN STORAGE 1Play TL dispone de una avanzada tecnología de control de carga y descarga del sistema de almacenamiento, que asegura la máxima vida útil de las baterías. La temperatura de las baterías puede ser vigilada en todo momento, asegurando su correcto funcionamiento y durabilidad. El inversor integra un sistema de precarga para evitar las sobre corrientes iniciales de precarga.

Generador auxiliar

El inversor INGECON® SUN STORAGE 1Play TL permite la conexión de un gene-

rador auxiliar si es necesario. Además, es posible encender el inversor usando este generador, para poder cargar las baterías cuando están completamente descargadas.

Entrada fotovoltaica

Opcionalmente, los nuevos inversores INGECON® SUN STORAGE 1Play TL pueden incorporar una entrada fotovoltaica. Gracias a esta entrada, el campo FV puede conectarse directamente al inversor.

Máxima compatibilidad

Este inversor es 100% compatible con los inversores INGECON® SUN e INGECON® µWIND. Además, la escala del sistema creado y gestionado por el INGECON® SUN STORAGE 1Play TL puede incrementarse conectando en paralelo a la red alterna diversos convertidores de conexión a red.

Garantía de 3 años, ampliable hasta 25 años



PROTECCIONES

- Sobretensiones AC.
- Fallos de aislamiento.
- Soporta cortocircuitos y sobrecargas en la salida.

ACCESORIOS OPCIONALES

- Comunicación entre inversores vía RS-485, Ethernet.
- Entrada FV.
- Seccionador DC para el campo FV.
- INGECON® EMS Battery Box.

ACCESORIOS INTEGRADOS

- Comunicación CAN para baterías inteligentes.
- Entrada libre de potencial configurable.
- 2 salidas libres de potencial configurables, una de ellas para conexión y desconexión del generador auxiliar.
- Sistema de precarga, tanto DC como AC.
- Medidor de temperatura de baterías PT100 de 3 hilos.

INGECON

SUN STORAGE

1Play sin transformador

	3TL	6TL
Entrada FV (DC)		
Potencia máxima del campo fotovoltaico	6,5 kWp	10 kWp
Rango de tensión MPP	300 - 450 V	300 - 450 V
Rango de tensión ⁽¹⁾	300 - 550 V	300 - 550 V
Corriente máxima	20 A	30 A
Valores de entrada	2	2
MPPT	1	1
Entrada baterías (DC)		
Tensión nominal de baterías ⁽²⁾	48 - 330 V	96 - 330 V
Voltaje de la batería extendida ⁽³⁾	48 - 420 V	96 - 420 V
Tensión mínima de trabajo ⁽²⁾	40 V	40 V
Corriente carga / descarga máxima	50 A	50 A
Tipo de batería	Lead, Ni-Cd, Li-ion	Lead, Ni-Cd, Li-ion
Entrada Generador / Red (AC)		
Tensión nominal	230 V	230 V
Rango de tensión	172 - 264 V	172 - 264 V
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Rango de frecuencia	40 - 70 Hz	40 - 70 Hz
Rango de corriente de carga	0 - 13 A	0 - 26 A
Potencia máxima generador o red	11.500 W	11.500 W
Valores de Salida (AC)		
Potencia nominal ⁽⁴⁾	3 kW	6 kW
Potencia (25 °C) 30 min, 2 min, 3 s ⁽⁵⁾	3.500 / 3.900 / 5.080 W	6.400 / 6.900 / 7.900 W
Corriente	13 A	26 A
Tensión nominal ⁽⁶⁾	220 - 240 V	220 - 240 V
Frecuencia nominal ⁽⁶⁾	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Rendimiento		
Eficiencia máxima	95,5%	96%
Datos Generales		
Consumo en stand-by	<10 W	<10 W
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +65 °C	-20 °C a +65 °C
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 95%	0 - 95%
Grado de protección	IP65	IP65

Referencias normativas: EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-12, EN 61000-3-11, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS 3100, RD1699/2011, DIN V VDE V 0126-1-1, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N 4105:2011-08, G59/2, G83/2⁽⁷⁾, AS4777.2, AS4777.3, IEC 62116, IEC 61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, South African Grid code, IEEE 929, Thailand MEA & PEA requirements

Notas: ⁽¹⁾ No superar en ningún caso. Considerar el aumento de tensión de los paneles "Voc" a bajas temperaturas ⁽²⁾ La máxima potencia del inversor será la tensión de baterías multiplicada por la máxima corriente de descarga (50 A) ⁽³⁾ Sólo permitido si la energía solar fotovoltaica no está presente ⁽⁴⁾ Potencia AC hasta 40 °C de temperatura ambiente ⁽⁵⁾ Estas potencias están disponibles solamente si la tensión de baterías multiplicada por la máxima corriente de descarga alcanza estos valores ⁽⁶⁾ Tensión configurable a través del display ⁽⁷⁾ Sólo para inversores hasta 16 A de salida.

D. BIBLIOGRAFÍA

Contribución solar. Grado en Ingeniería de Edificación.

Asignatura de Energías Renovables 2015-2016. Grado de Ingeniería Electrónica Industrial.

Asignatura de Sostenibilidad 2014-2015. Grado de Ingeniería Electrónica Industrial.

[1] Manual de Presto.

Fecha de última consulta: 01/05/2017.

<https://www.mundomanuales.com/manuales/965.pdf>

[2] Componentes instalación solar térmica

Fecha de última consulta: 20/05/2017.

<http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/como-funciona-la-energia-solar-termica/>

[3] Captadores solares Viessmann para instalación solar térmica.

Fecha de última consulta: 29/03/2017

<http://www.viessmann.es/es/edificios-de-viviendas/instalacion-fotovoltaica/modulos-fotovoltaicos/vitovolt-300.html>

[4] Atlas de radiación solar en España

Fecha de última consulta: 06/06/2017

http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar

[5] Concepto de balance neto instalación fotovoltaica.

Fecha de última consulta: 14/02/2017

https://es.wikipedia.org/wiki/Balance_neto

[6] Captadores solares Viessmann para instalación solar fotovoltaica.

Fecha de última consulta: 29/03/2017

<http://www.viessmann.es/es/edificios-de-viviendas/instalacion-fotovoltaica/modulos-fotovoltaicos/vitovolt-200.html>

[7] Baterías Fronius para instalación fotovoltaica.

Fecha de última consulta: 26/03/2017.

<http://www.teknosolar.com/fronius-solar-battery>

[8] Inversor Ingecon para instalación fotovoltaica con baterías.

Fecha de última consulta: 10/03/2017.

<http://www.teknosolar.com/inversor-ingecon-sun-storage-1-play-6kw-pv-dc-sw>

[9] Inversor Fronius Sun Storage para instalación fotovoltaica sin baterías.

Fecha de última consulta: 01/06/2017

<https://autosolar.es/inversores-de-red-monofasicos/inversor-red-fronius-ig-plus-120-v-3-10kw>

[10] Manual Philips. Luminarias de bajo consumo

Fecha de última consulta: 19/02/2017

<http://www.lighting.philips.com/main/prof/indoor-luminaires/surface-mounted/coreline-surface-mounted>

[11] Cálculo del consumo de stand by

Fecha de última consulta: 08/03/2017

<https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/nc/calculadora/consumo-en-stand-by>

[12] Sistema de información geográfica fotovoltaica

Fecha de última consulta: 13/03/2017

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>

[13] Consulta manual Vaillant.

Fecha de última consulta: 26/06/2017

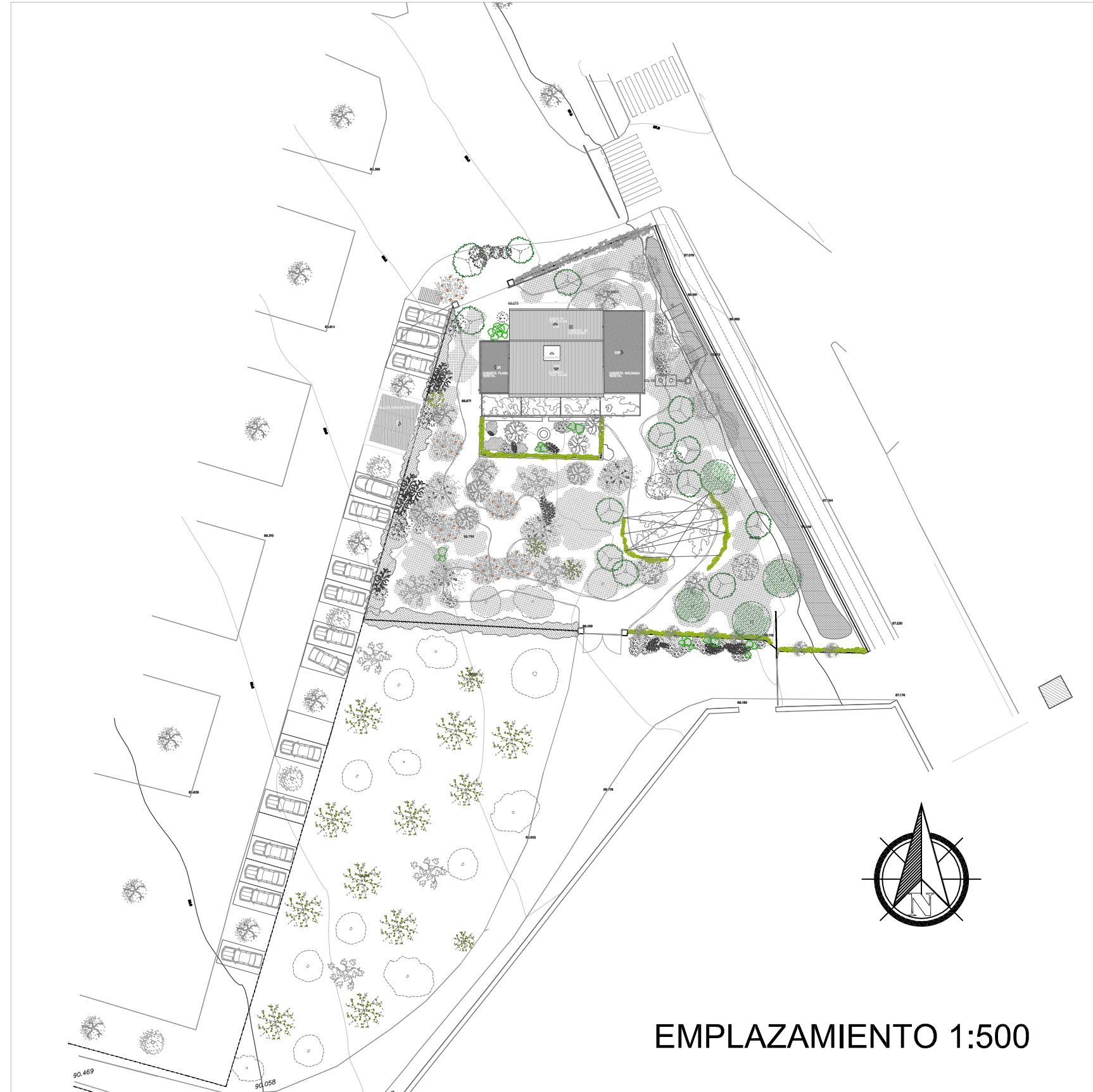
<https://www.vaillant.es/downloads/nuevos/aurotherm-vfkvtk-201005-0020054728-01-mu-256055.pdf>

[14] Consulta manual Panasonic.

Fecha de última consulta: 30/05/2017

http://www.magserveis.com/docs/marques/panasonic/SP_GENERAL_15_LR.pdf

E. PLANOS



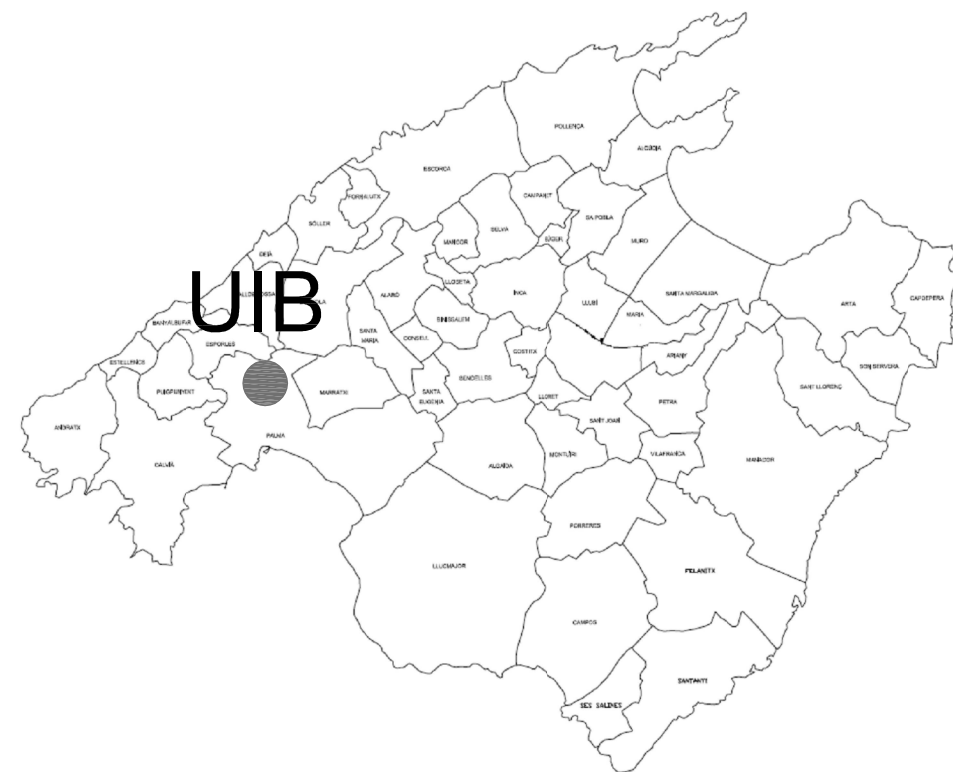
EMPLAZAMIENTO 1:500



UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES



ACCESO VIAL - ENTRADA SUR OESTE
CARRER CONILLERA



NOTA:

LOS PLANOS QUE DE EMPLAZAMIENTO Y PLANTAS DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES HAN SIDO FACILITADOS POR EL ARQUITECTO REDACTOR DEL PROYECTO RAFAEL NOTWONY.



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES
AÑO ACADÉMICO 2016 – 2017

**REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES**

PROYECTISTA:
LAURA MUÑOZ BENAVIDES
DNI : 43172026Z
CÓDIGO TFG: EPSU 0720

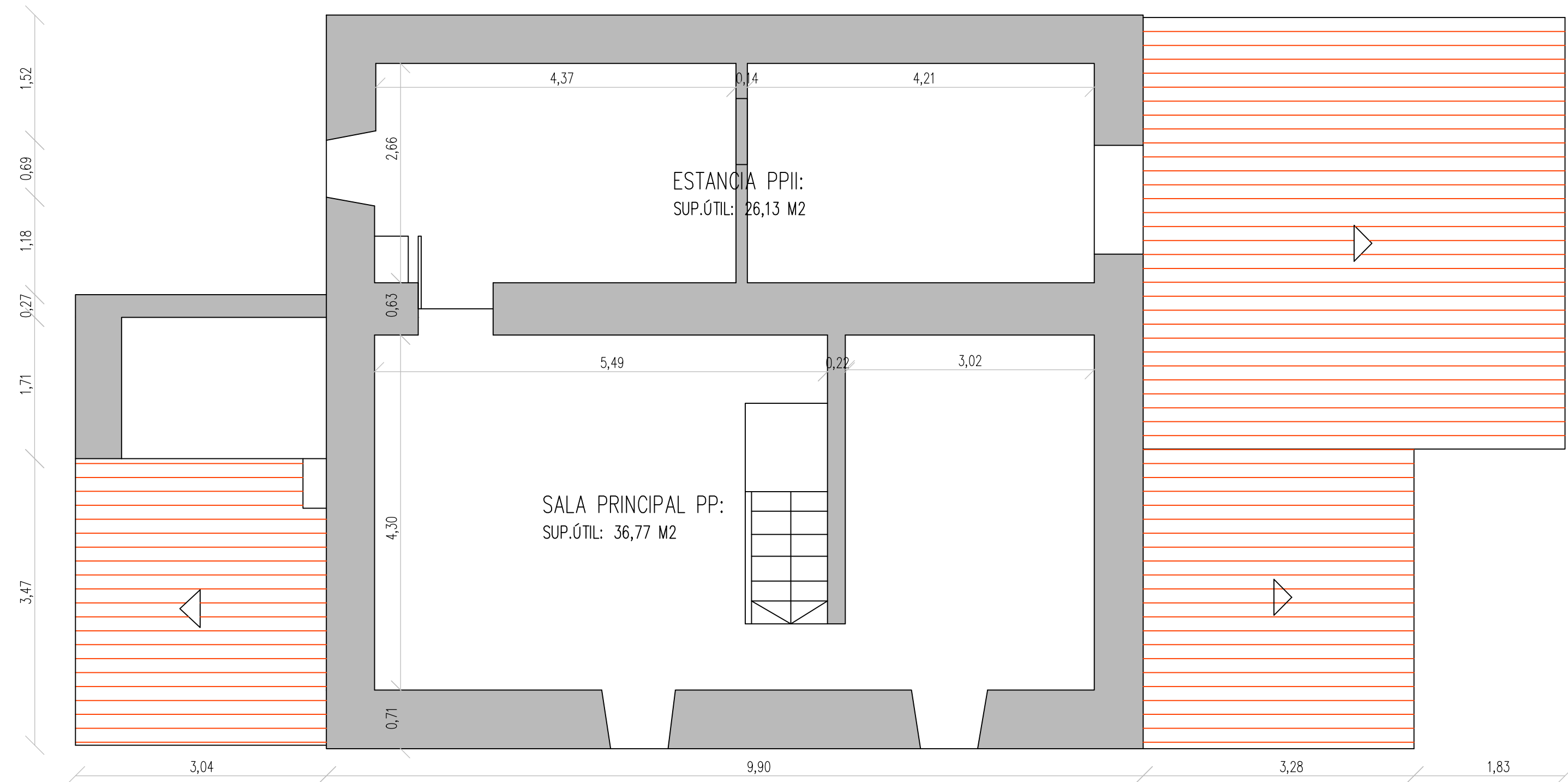
Firma:

PLANO: EMPLAZAMIENTO, SITUACIÓN Y FOTOGRAFÍAS **1**

ESCALA: 1: – DINA2

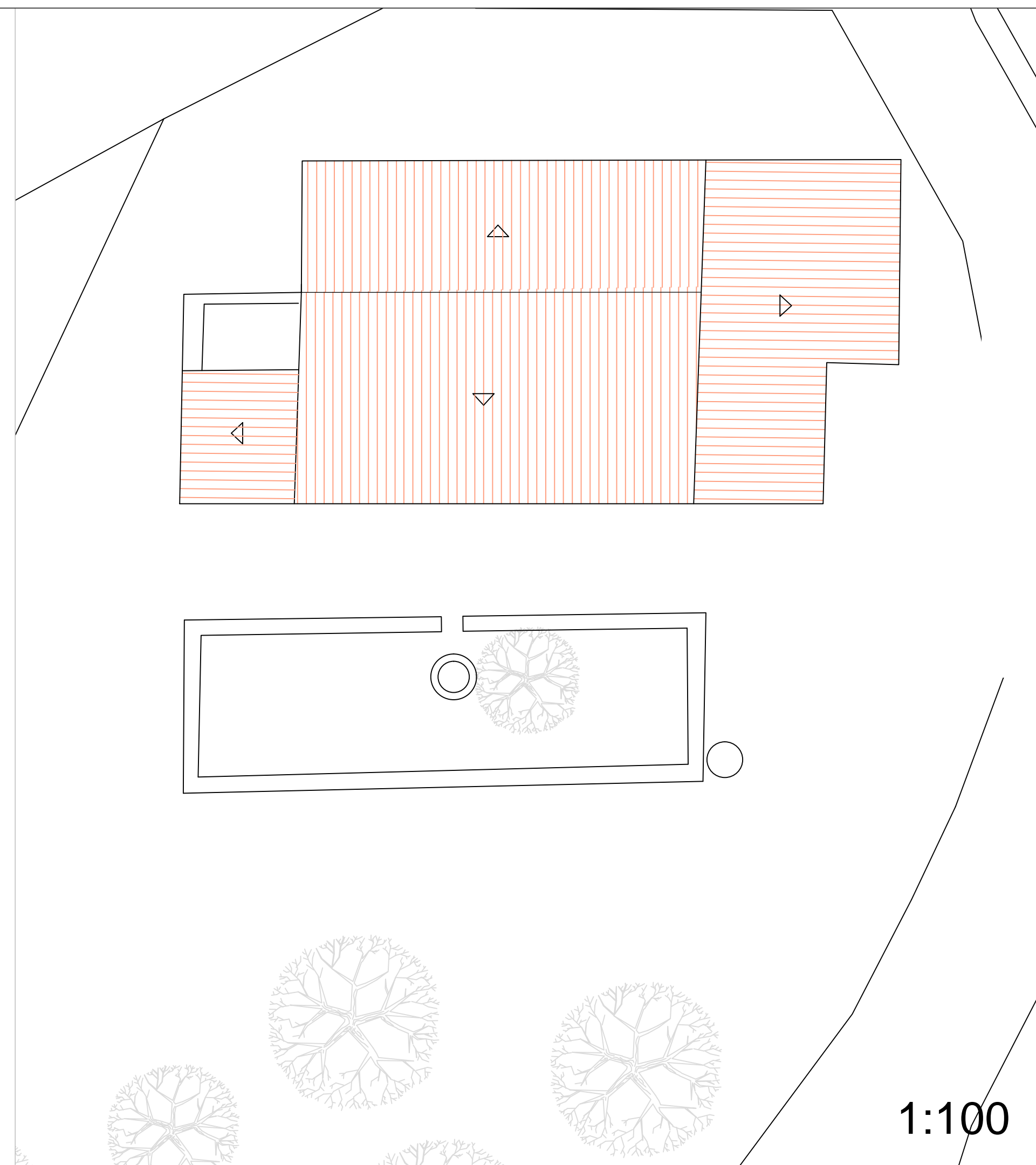
FECHA: 26/06/2017

PROMOTOR: Universidad de las Islas Baleares.
EMPLAZAMIENTO: Campus Universitario. Carretera
Valldemossa Km. 7,5. 07122.Palma

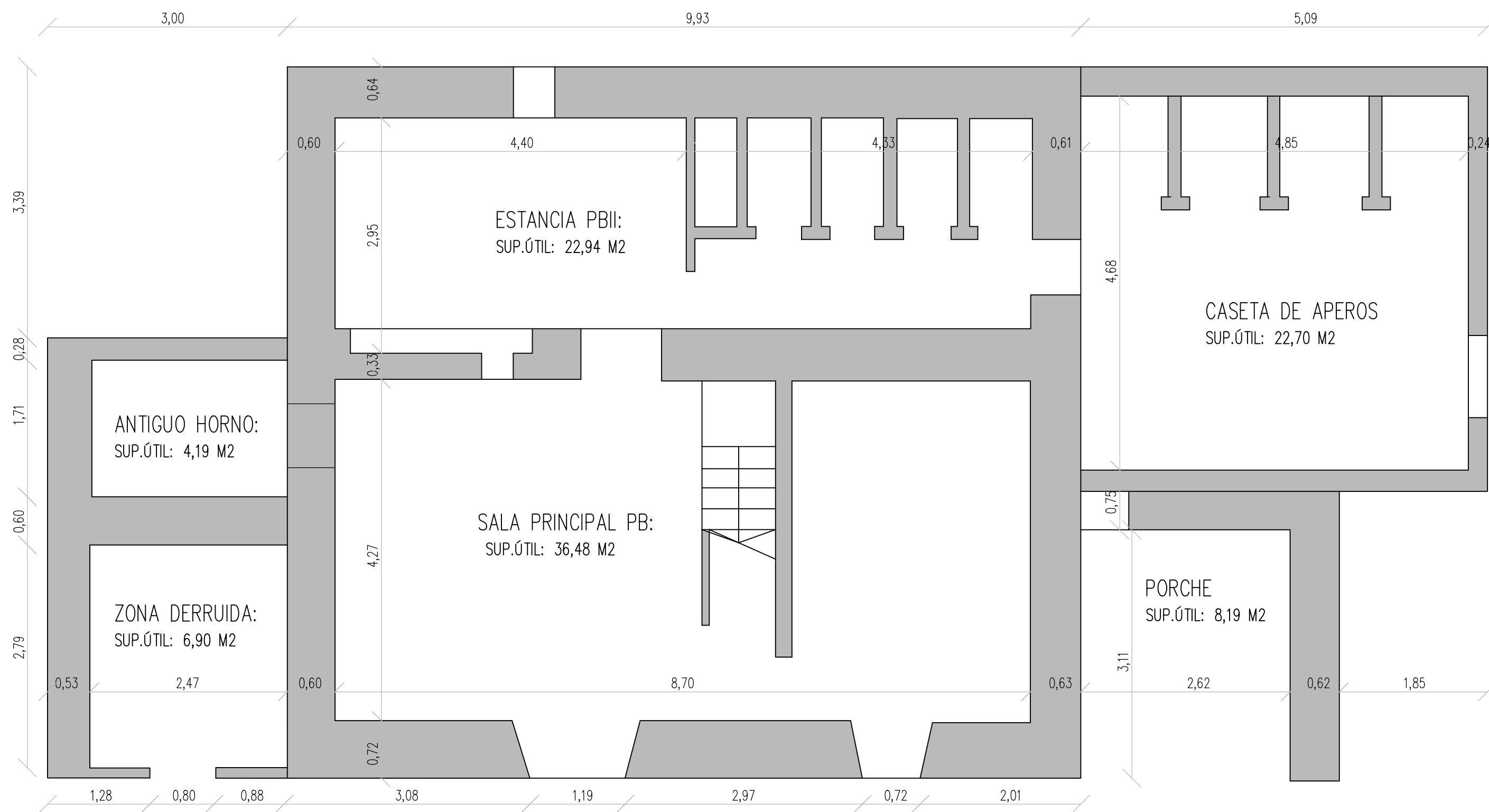


PLANTA PISO

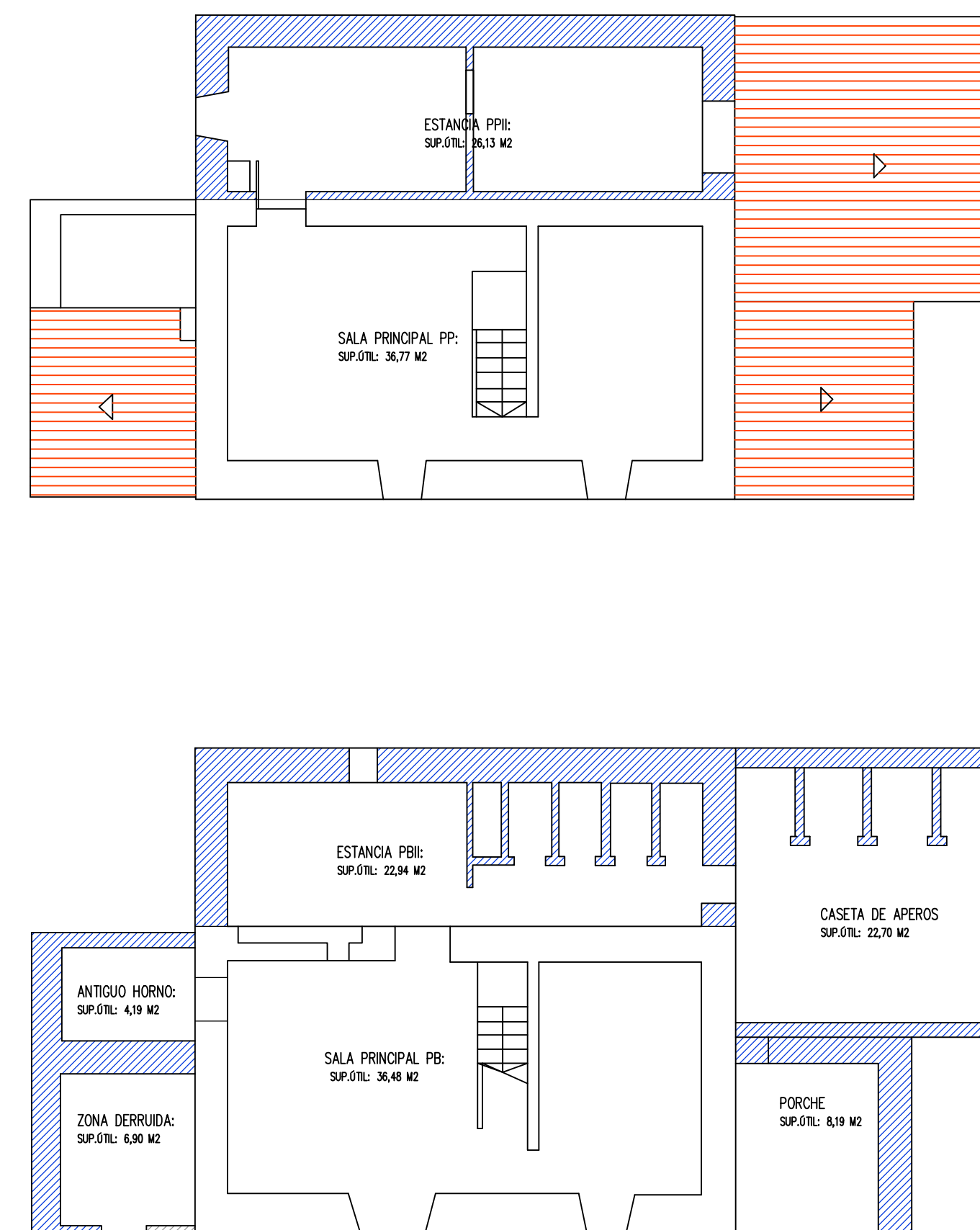
1:50



1:100



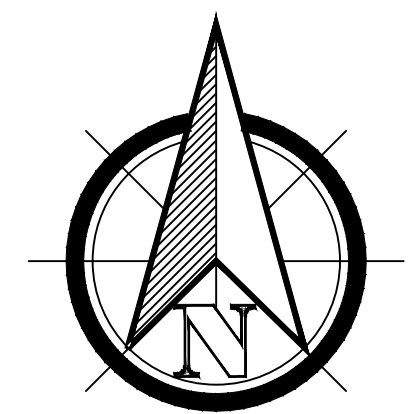
PLANTA BAJA



1:100

CUADRO DE SUPERFICIES ESTADO ACTUAL	Superficie útil m ²	Superficie Construida m ²
PLANTA BAJA:		
SALA PRINCIPAL	36,48	
ESTANCIA PBII	22,94	
CASETA DE APEROS	22,70	
PORCHE	8,19	
ANTIGUO HORNO	4,19	
ZONA DERRUIDA	6,90	
	101,40 m²	143,01 m²
PLANTA PISO:		
SALA PRINCIPAL PP	36,77	
ESTANCIA PPII	26,13	
	62,90 m²	88,01 m²
SUPERFICIE TOTAL:	164,43 m²	230,01 m²

CERRAMIENTOS A DEMOLER:
Cerramientos a demoler del estado actual.



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES
AÑO ACADÉMICO 2016 - 2017

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES

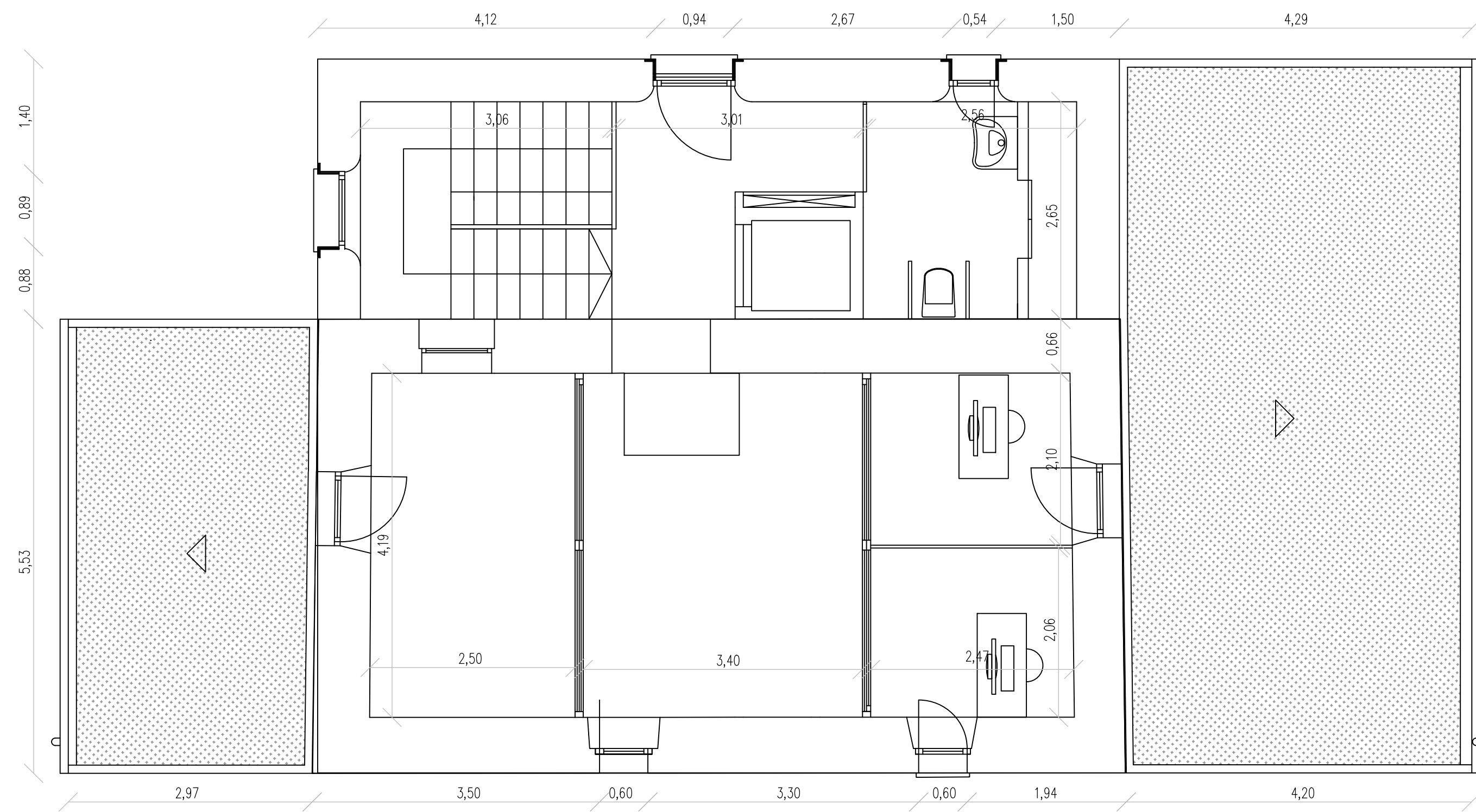
PROYECTISTA:
LAURA MUÑOZ BENAVIDES
DNI : 43172026Z
CÓDIGO TFG: EPSU 0720

Firma:
Laura Muñoz

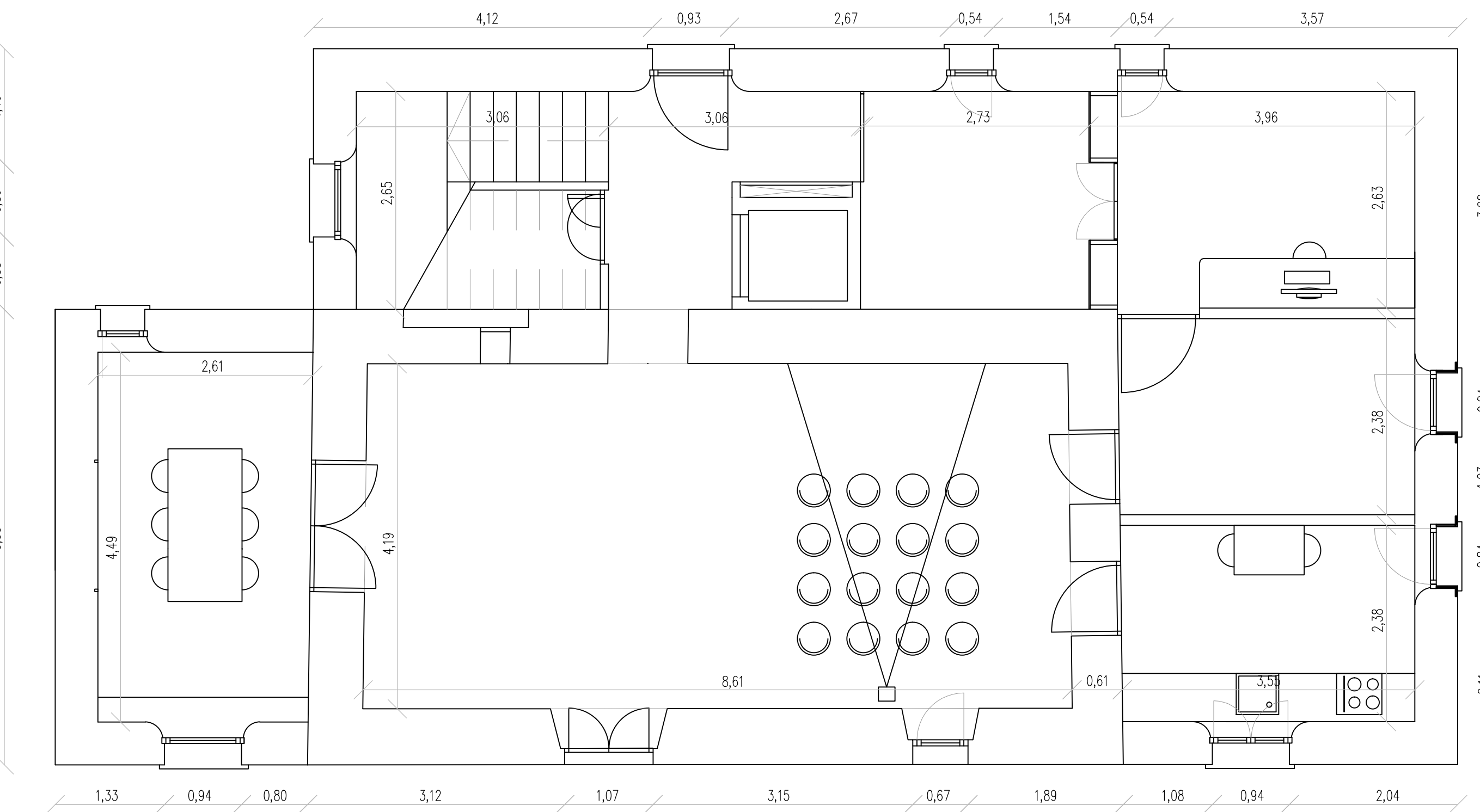
PLANO: ESTADO ACTUAL. PLANTAS Y ACTUACIONES **2**

ESCALA: 1:50/1:100 DIN A1 FECHA: 26/06/2017

PROMOTOR: Universidad de las Islas Baleares.
EMPLAZAMIENTO: Campus Universitario. Carretera
Valldemossa Km. 7,5. 07122.Palma

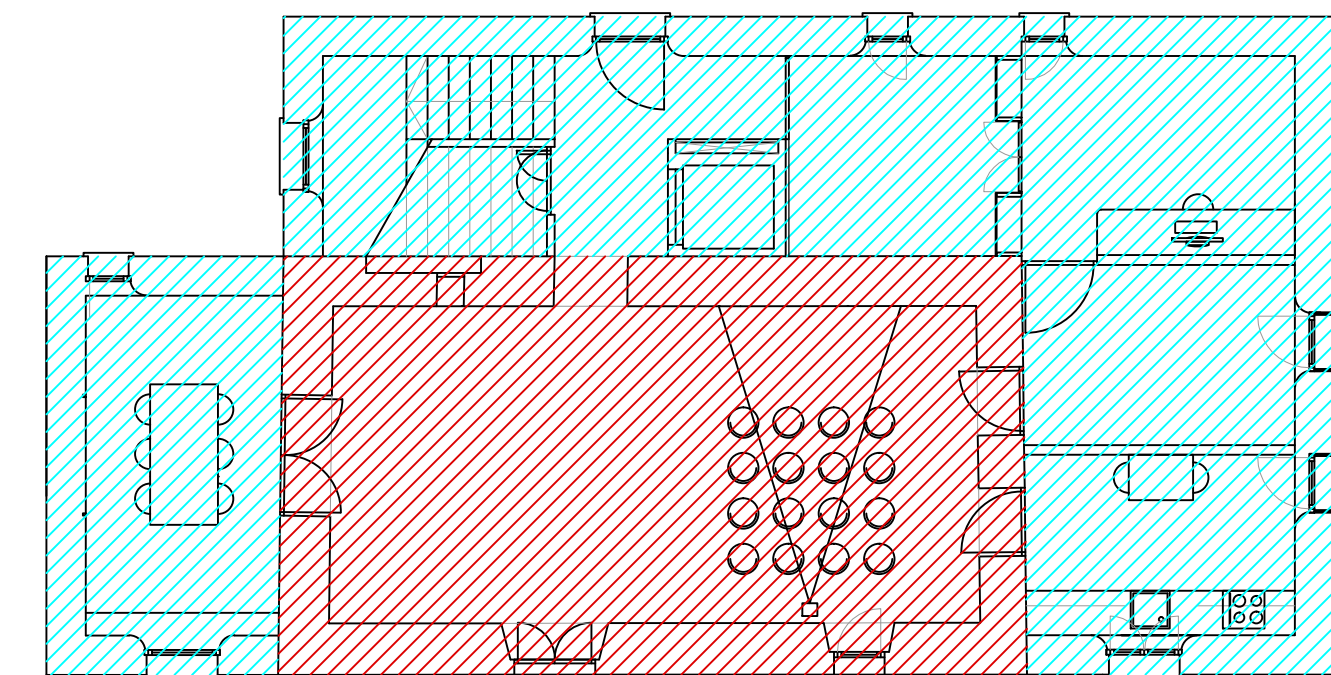
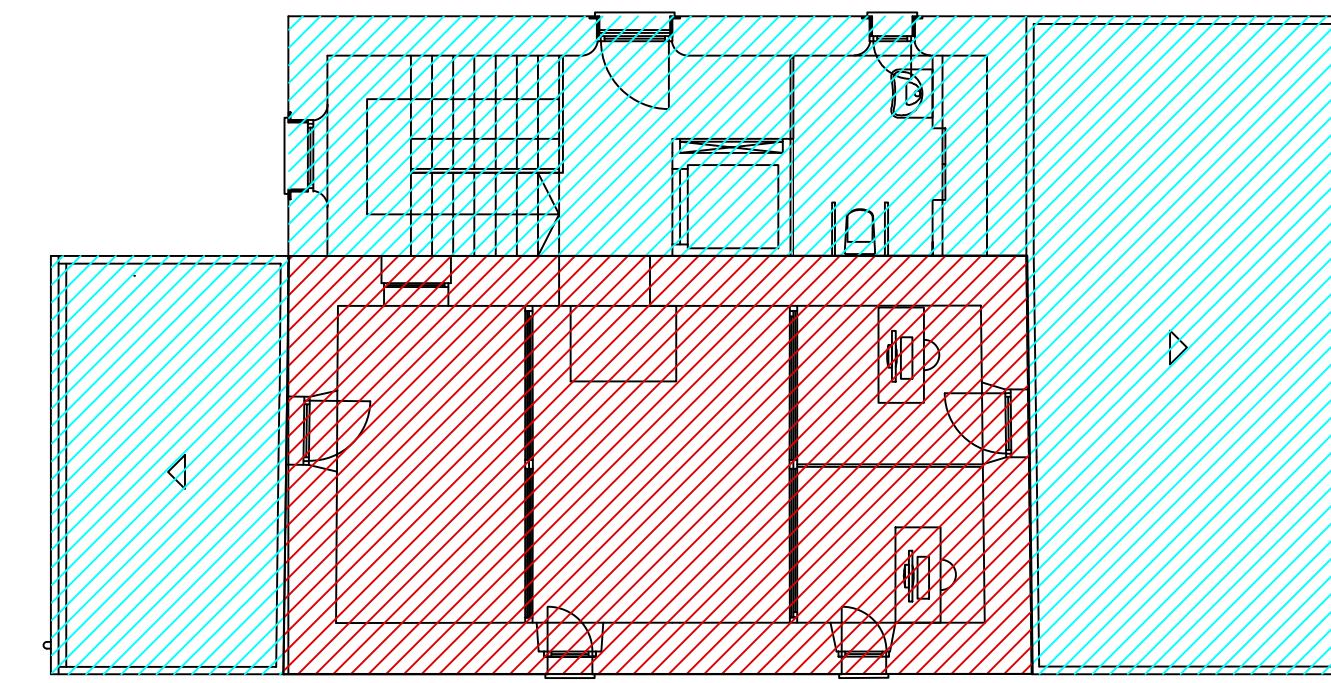


PLANTA PISO

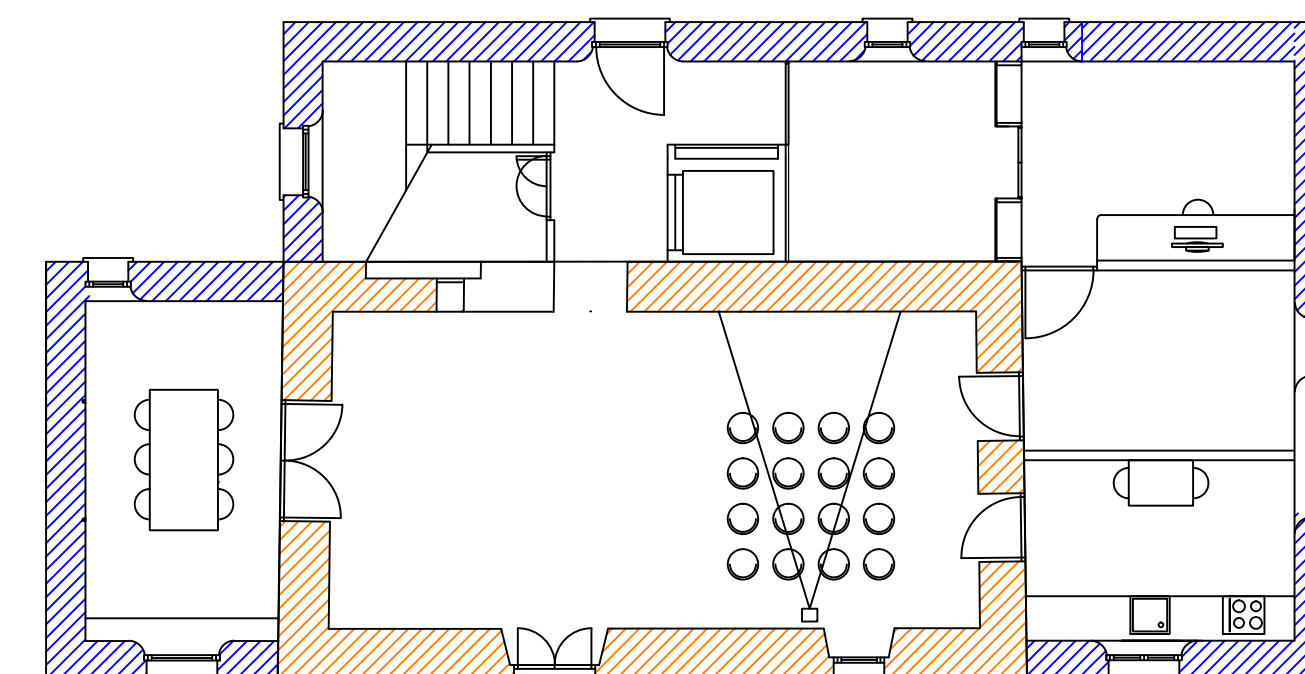
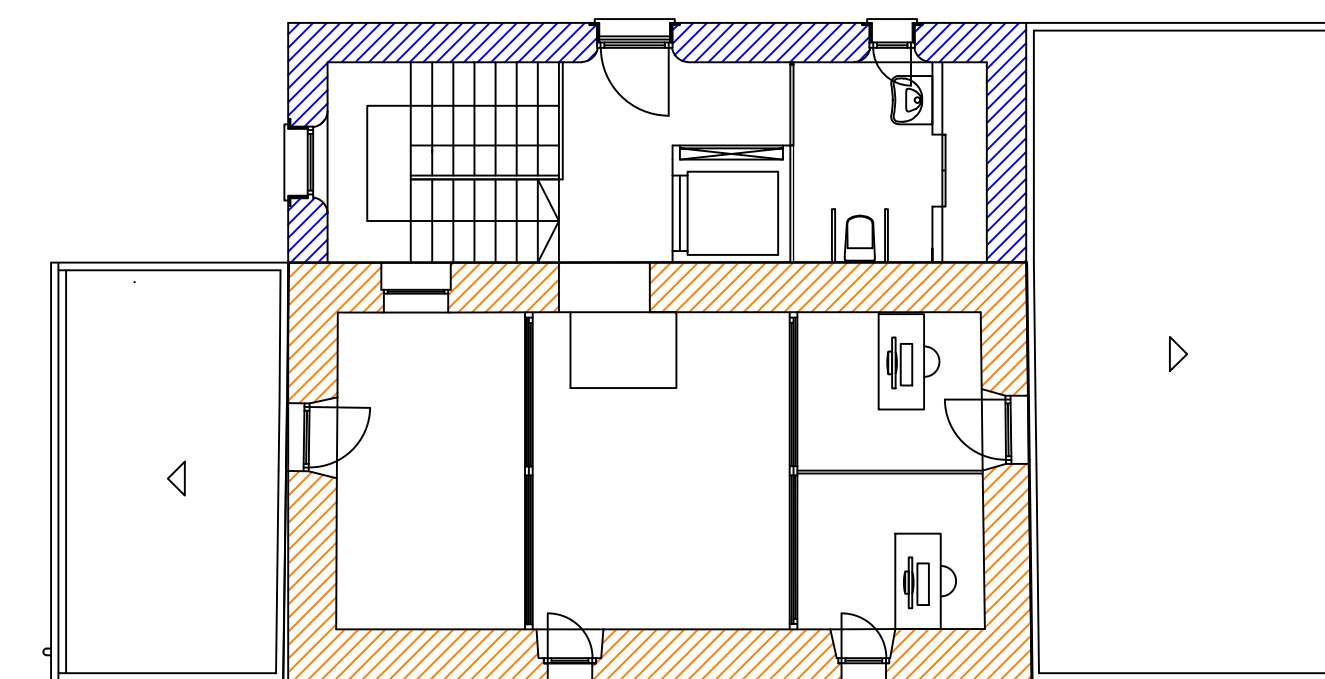


PLANTA BAJA

1:50



1:100



1:100

Estancia:	Superficie Útil (m ²)	Altura (m)
Planta Baja		
Cocina	8.50	2.65
Sala de Maquinas	7.48	2.45
Escalera	8.12	5.60
Ascensor	2.45	2.45
Sala de reuniones	11.60	2.45
Sala Telecomunicaciones	8.57	2.65
Sala Auxiliar	9.51	2.65
Sala polivalente	33.83	2.45
Total Planta Baja:	94.55	

Estancia:	Superficie Útil (m ²)	Altura (m)
Planta Primera		
Sala de Demostraciones	13.95	2.65
Sala Taller	9.14	2.65
Despacho	9.17	2.65
Distribuidor	6.46	2.85
Baño	4.37	2.85
Ascensor	2.45	2.85
Total Planta Piso:	45.54	
TOTAL:	140.09	

SUPERFICIES

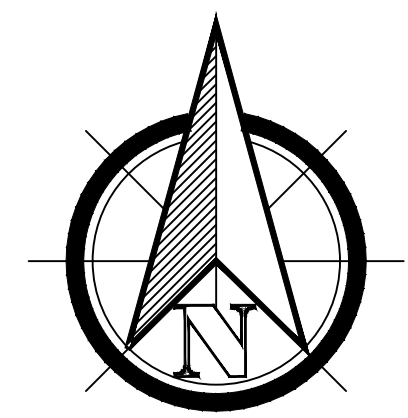
SUPERFICIE OBJETO DE AMPLIACIÓN

NÚCLEO PRINCIPAL DEL EDIFICIO
Superficies sujetas a rehabilitación y nueva construcción según proyecto.

CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS OBJETO DE ESTUDIO EN TRABAJO DE FIN DE GRADO

CERRAMIENTO A REHABILITAR:
Cerramientos que componen el núcleo principal del edificio que se mantienen.



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES
AÑO ACADÉMICO 2016 - 2017

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES

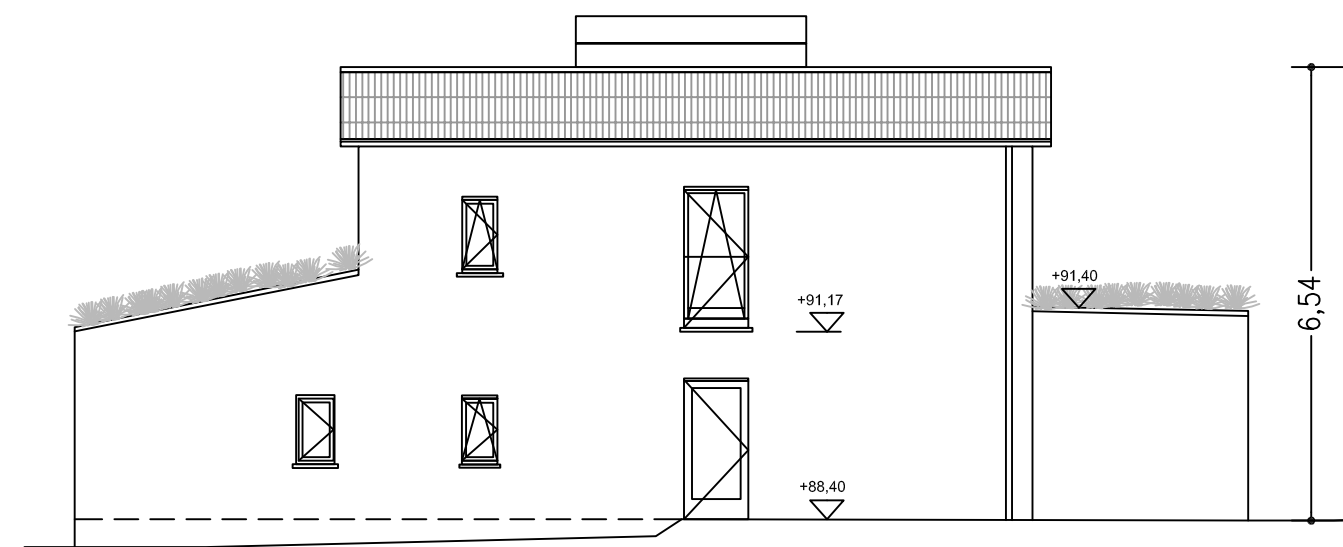
PROYECTISTA:
LAURA MUÑOZ BENAVIDES
DNI : 43172026Z
CÓDIGO TFG: EPSU 0720

Firma:

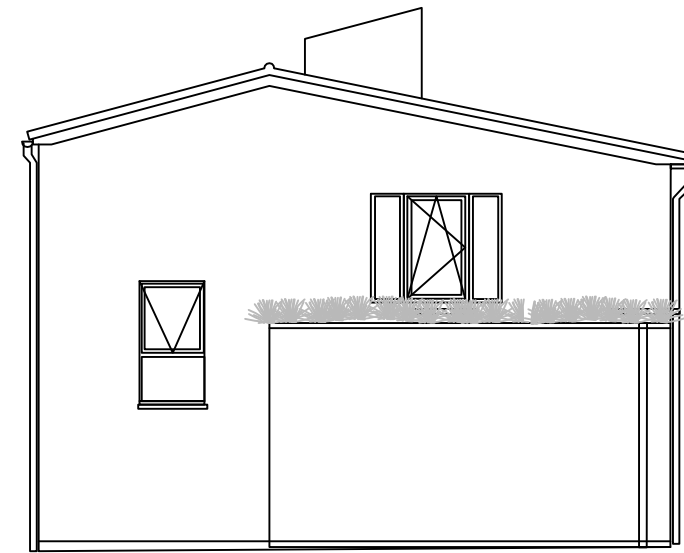
PLANO: REHABILITACIÓN. PLANTAS Y ACTUACIONES **3**

ESCALA: 1:50/1:100 DIN A1 FECHA: 26/06/2017

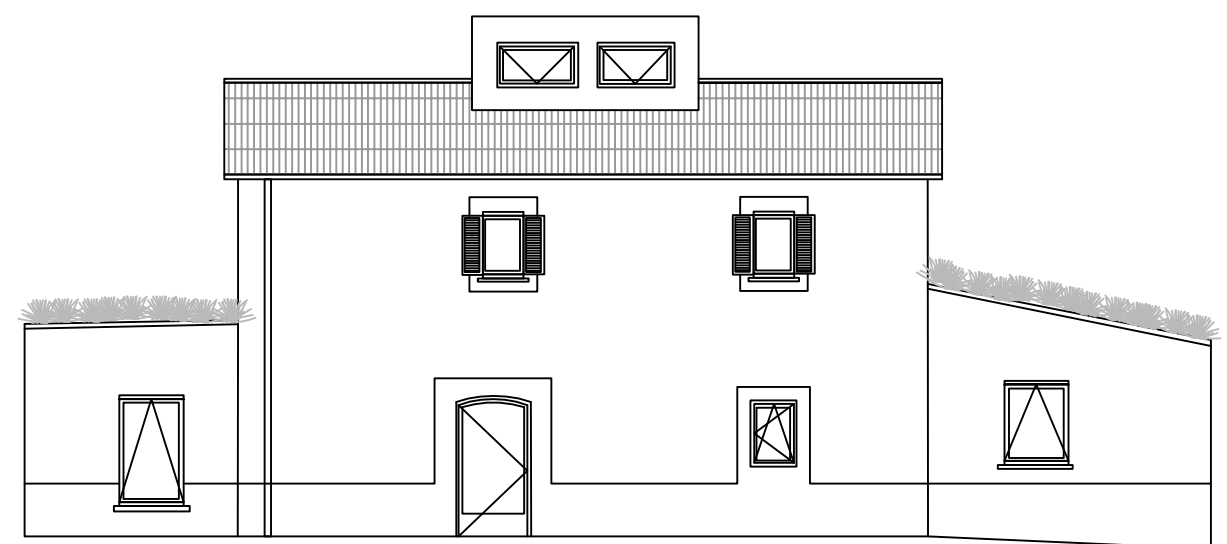
PROMOTOR: Universidad de las Islas Baleares.
EMPLAZAMIENTO: Campus Universitario. Carretera
Valldemossa Km. 7,5. 07122.Palma



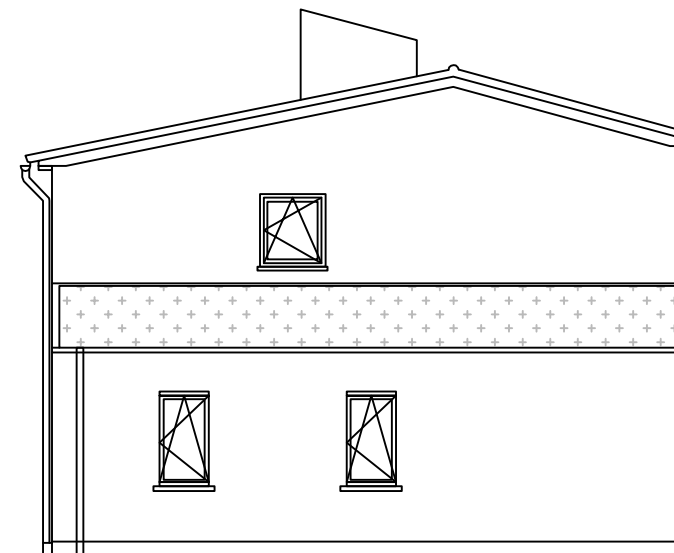
ALZADO FACHADA NORTE



ALZADO FACHADA OESTE



ALZADO FACHADA SUR



ALZADO FACHADA ESTE



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES
AÑO ACADÉMICO 2016 – 2017

**REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES**

PROYECTISTA:
LAURA MUÑOZ BENAVIDES
DNI : 43172026Z
CÓDIGO TFG: EPSU 0720

Firma:

PLANO: ALZADOS ESTADO REHABILITADO

4

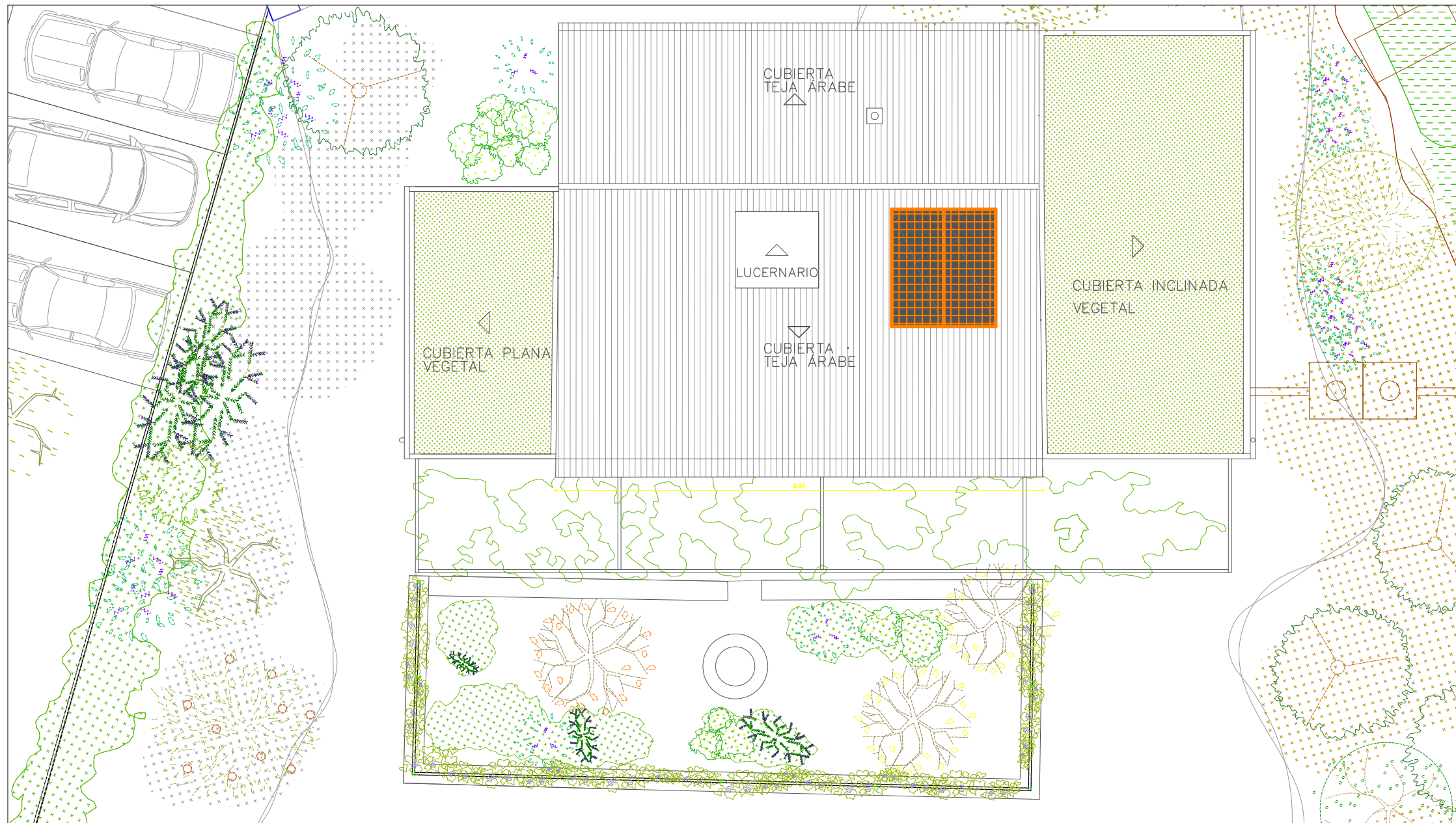
ESCALA: 1: 100 DIN A2

FECHA: 26/06/2017

PROMOTOR: Universidad de las Islas Baleares.
EMPLAZAMIENTO: Campus Universitario. Carretera
Valldemossa Km. 7,5. 07122.Palma



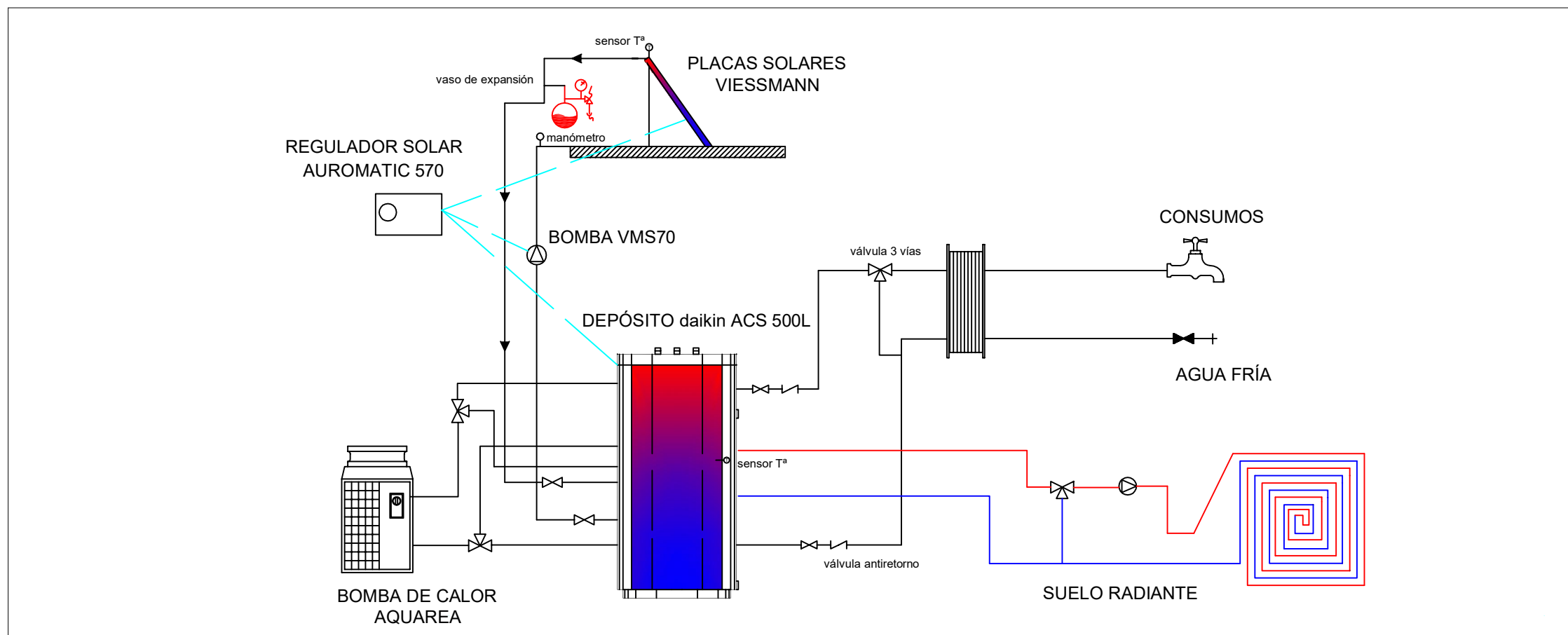
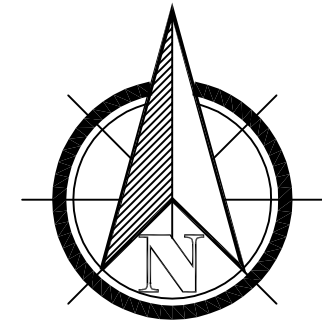
PERSPECTIVAS EDIFICIO CA SES LLÚCIES. ESTADO REFORMADO
ANTEPROYECTO. AUTOR: RAFAEL NOWOTNY



LEYENDA



Placas solares VIESSMANN-
VITOSOL 300F modelo SH3C



PROYECTO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES
2016 - 2017

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES

PROMOTOR:
Universidad de las Islas Baleares.
PROYECTISTA:
Laura Muñoz Benavides

FIRMA:

PLANO: SOLAR TÉRMICA

5

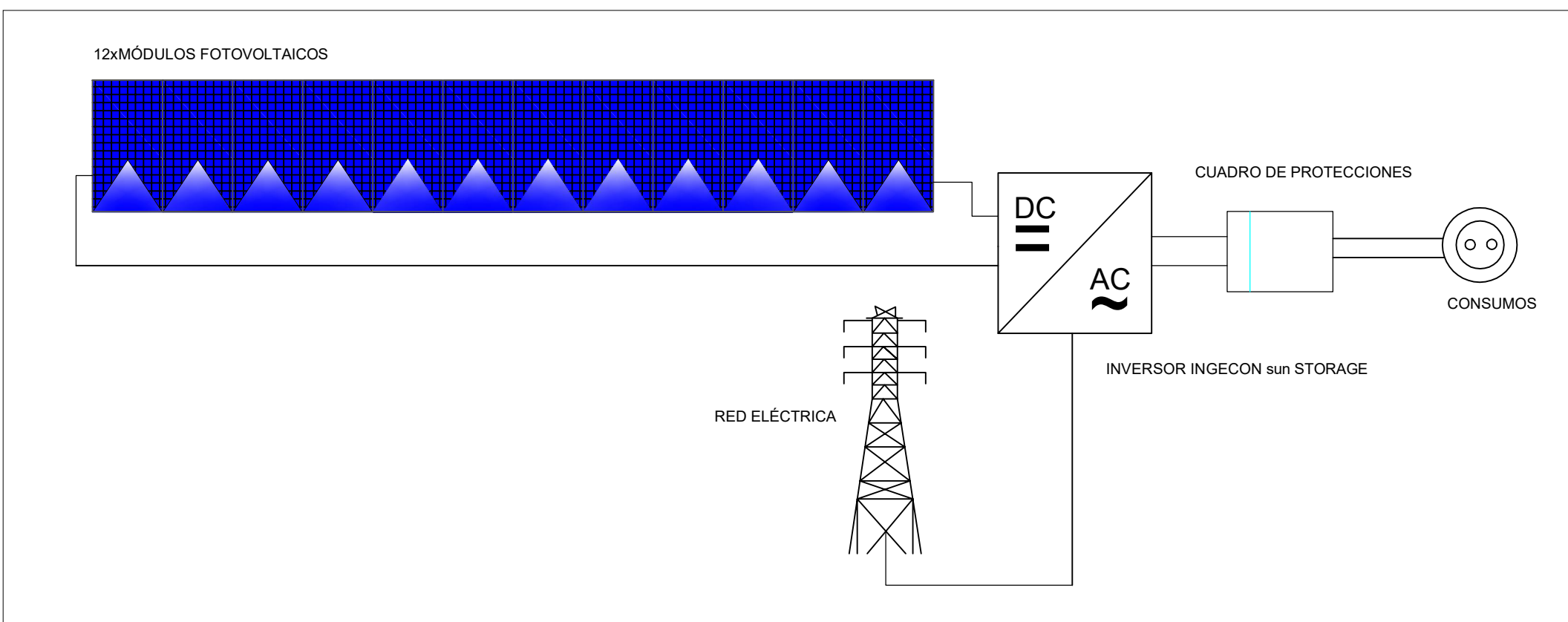
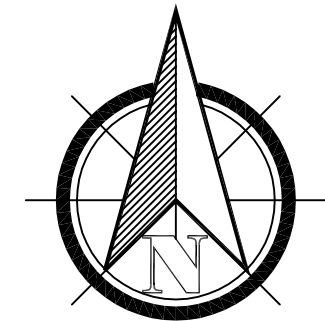
ESCALA: 1:100 DIN A3

FECHA: 26/06/2017




LEYENDA

 Paneles Fotovoltaicos
 VISSMANN-VITOSOL P255B



 Universitat de les Illes Balears	PROYECTO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LAS ISLAS BALEARES 2016 - 2017
---	---

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
 DEL EDIFICIO CA SES LLÚCIES

PROMOTOR: Universidad de las Islas Baleares. PROYECTISTA: Laura Muñoz Benavides	FIRMA: 
--	---

PLANO: SOLAR FOTOVOLTAICA 6

ESCALA: 1:150 DIN A3 FECHA: 26/06/2017