



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

---

**DISEÑO 3D Y DIMENSIONAMIENTO DE UN  
SISTEMA DE RECARGA DE BICICLETAS  
ELÉCTRICAS A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICA PARA UN APARCAMIENTO DE  
BICICLETAS DE TIPO BICIHANGAR.**

---

Autor: Celia Pérez de Zabalza Pérez-Beato

Director: Pablo Rosa Casado

Madrid, Julio 2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Diseño 3D y dimensionamiento de un sistema de recarga de bicicletas eléctricas a partir de  
energía solar fotovoltaica para un aparcamiento de bicicletas de tipo Bicihangar.

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2023/24 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Celia Pérez de Zabalza Pérez-Beato

Fecha: 23/07/2024

Autorizada la entrega del proyecto

**EL DIRECTOR DEL PROYECTO**

Fdo.: Pablo Rosa Casado

Fecha: 23/07/2024

Firmado por ROSA CASADO PABLO - 05687365V el  
día 29/07/2024 con un certificado emitido  
por AC FNMT Usuarios



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

---

DISEÑO 3D Y DIMENSIONAMIENTO DE UN  
SISTEMA DE RECARGA DE BICICLETAS  
ELÉCTRICAS A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR  
FOTOVOLTAICA PARA UN APARCAMIENTO DE  
BICICLETAS DE TIPO BICIHANGAR.

---

Autor: Celia Pérez de Zabalza Pérez-Beato

Director: Pablo Rosa Casado

Madrid, Julio 2024

# DISEÑO 3D Y DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE RECARGA DE BICICLETAS ELÉCTRICAS A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UN APARCAMIENTO DE BICICLETAS DE TIPO BICIHANGAR.

**Autor: Pérez de Zabalza Pérez-Beato, Celia.**

Director: Rosa Casado, Pablo

Entidad Colaboradora: Don Cicleteo

## RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo e implementación de un sistema de recarga fotovoltaico autónomo para bicicletas eléctricas, integrado en un aparcamiento tipo Bicihangar. A través de la optimización del diseño 3D del Bicihangar y el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se ha logrado garantizar un mínimo de dos recargas diarias por bicihangar en toda la Península Ibérica. El estudio incluye la identificación de componentes necesarios, la estimación de costes y una evaluación detallada de la viabilidad técnica y económica. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de recarga solar es eficaz y rentable, promoviendo la movilidad sostenible y reduciendo la huella de carbono. Las pruebas de irradiación solar en la región corroboran la viabilidad del sistema, mientras que la optimización del diseño del Bicihangar mejora la experiencia del usuario. La integración de estas soluciones contribuye a la expansión de la movilidad eléctrica en áreas urbanas con limitaciones de espacio.

**Palabras clave:** energía solar, bicicletas eléctricas, movilidad urbana, diseño 3D, sostenibilidad

### 1. Mercado de bicicletas eléctricas

El mercado europeo de bicicletas eléctricas ha experimentado un crecimiento significativo en la última década, con países como Alemania, los Países Bajos y Francia liderando las ventas. Este auge ha sido impulsado por la creciente conciencia ambiental, las políticas de movilidad sostenible y las mejoras tecnológicas en las baterías y motores eléctricos. En 2022, las ventas de bicicletas eléctricas en Europa superaron los 5 millones de unidades, con un crecimiento anual del 23%.

Así mismo, en España, se proyecta un crecimiento anual del 10% en el uso de bicicletas eléctricas hasta 2025, impulsado por las políticas de movilidad sostenible. En 2022, se vendieron más de 200,000 bicicletas eléctricas en el país, consolidándose como la categoría líder en facturación y representando el 45,66% del mercado en valor. En 2023, las ventas aumentaron un 2,28%, con 241,000 bicicletas vendidas, de las cuales el 45,2% fueron eléctricas.

Según la Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE), en 2024 hay aproximadamente 900.000 bicicletas eléctricas en España, lo que las sitúa como el vehículo eléctrico preferido por los españoles. Es por esto, que se necesitan más que nunca los puntos de recarga accesibles para la sociedad en las ciudades.

## **2. Energía solar**

La Península Ibérica, cuenta con uno de los mayores potenciales de energía solar en Europa debido a su alta irradiación solar. La media anual de horas de sol en España varía entre 2,500 y 3,500 horas, dependiendo de la región, lo que es significativamente superior a la media europea. Esta es una de las razones por las que España ha sido un líder en la adopción de energía solar fotovoltaica en Europa.

Además, el autoconsumo de energía solar ha incrementado notablemente desde la aprobación del Real Decreto 244/2019, que permite la compensación por excedentes y ha simplificado los trámites administrativos, fomentando así un mayor uso de la energía solar en el país.

## **3. Don Ciclete**

Don Ciclete es una empresa fundada en 2015 en el centro de Madrid con el objetivo de abordar los problemas del robo y la falta de aparcamiento seguro que han frenado el avance del ciclismo urbano en las ciudades. Su enfoque se centra en desarrollar una infraestructura inteligente escalable que pueda impactar positivamente en el futuro de las ciudades y las personas que viven en ellas.

Don Ciclete tienen varios tipos de aparcamiento de bicicletas y patinetes. Pero es de especial mención un diseño único, denominado Bicihangar Rocket. Cuenta con la capacidad de entre cuatro y seis plazas. Ocupa la mitad de una plaza de coche, por lo que el despliegue y la instalación en cualquier tipo de recinto es sencillo. Además, es autónomo y no requiere de obra civil, con lo que permite una rápida instalación, despliegue y reubicación. Dicho aparcamiento, ha sido premiado internacionalmente por las entidades más prestigiosas del mundo de la bicicleta y la micromobilidad (European Cyclist Federation, Cyclist Industries Europe, EIT Urban Mobility, Red de Ciudades por la bicicleta y Empresas de movilidad sostenible).

## **4. Diseño del Bicihangar**

El modelo del bicihangar con capacidad para recargar bicicletas eléctricas mediante la instalación de un sistema aislado de energía fotovoltaica, dispone de diferentes componentes para alcanzar el objetivo de recarga de dos bicicletas diarias en toda la península. Tras estudio de los diferentes componentes, modelos, voltajes, capacidades y características principales. Se obtiene un sistema, formado por placas solares de 250Wp y 24 V, una batería solar de litio de 24V y 2800Wh, con alta profundidad de descarga y eficiencia, un inversor y un regulador MPPT que incrementa la eficiencia del sistema.

Existe gran variedad de modelos de bicicletas eléctricas, cada uno de ellos con diferentes baterías y cargadores de diferentes voltajes. Para mitigar este obstáculo, se instala en el bicihangar un cargador ajustable multi-voltaje, adecuado para todas las químicas celulares habituales de baterías (Li-ion, LiFePO4, NiMH, NiCd o Pb). Finalmente se le conecta un adaptador con cabeza Rosenberger, compatible con el resto de cables cargadores del mercado.

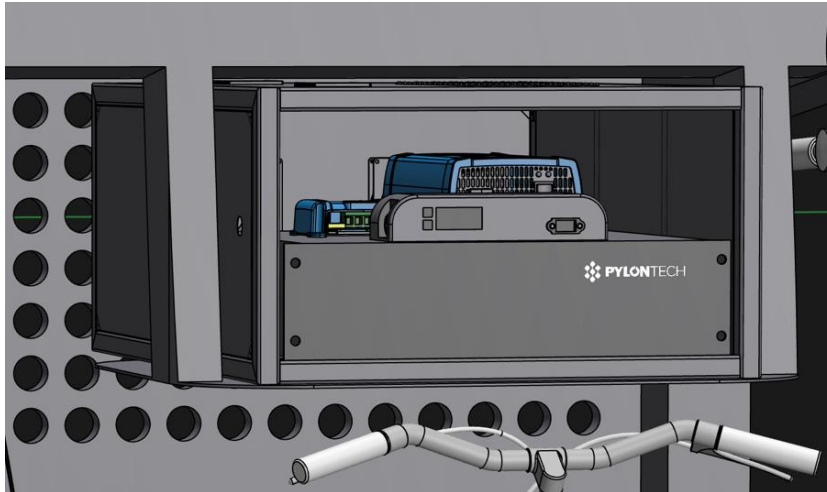
El diseño 3D, hecho desde cero presenta todas las funcionalidades del bicihangar antiguo pero con la capacidad de recargar bicicletas eléctricas de manera sostenible y sin acceso a la red eléctrica.



*Ilustración 1: Modelo 3D bicihangar*

## **5. Viabilidad Energética**

Para conocer el consumo diario mínimo requerido, es importante conocer que una bicicleta eléctrica tiene una batería de entre 400-700Wh. Se obtiene un consumo diario de 1100Wh y se calcula una energía generada por cada bicihangar de 1300Wh. Por lo tanto, obtenemos energía suficiente como para cargar las baterías de las bicicletas eléctricas con el sistema que se ha diseñado. Y la batería es capaz de almacenar hasta 2800Wh, por lo que se almacena la energía no consumida en el sistema y puede ser empleada en momentos de poca luz solar.



*Ilustración 2: Diseño compacto del sistema de energía solar*

## **6. Viabilidad Económica**

La inversión total necesaria para llevar a cabo el proyecto es de 100.032,00€, incluyendo equipos y material, trámites administrativos, personal de instalación y proyecto de ingeniería. Se estudian dos escenarios posibles, el primero en el que se obtiene financiación externa del 100% mediante un préstamo bancario. Y el segundo en el que el 70% es financiación externa y el 30% restante proviene de subvenciones europeas a proyectos de sostenibilidad y movilidad eléctrica. Para estudiar la rentabilidad de ambos, se han calculado diferentes indicadores financieros. Destaca que el Valor Actual Neto (VAN) es de 456.470€ y de 516.617€ respectivamente, siendo evaluado con una tasa de descuento del 4,42% y en ambos escenarios el periodo de recuperación descontado se alcanza antes del cuarto año (3,5 y 2,8 años respectivamente).

Además, puesto que se trata de un proyecto de innovación tecnológica, se prevé que la tecnología pueda quedar obsoleta pasados 5 años del inicio del proyecto. Por este motivo, se realiza de nuevo el estudio y se observa que el VAN sigue siendo positivo en ambos casos y la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor que la tasa de descuento por lo que el proyecto seguiría siendo rentable en 5 años.

## **7. Referencias**

[1] Challob, A. F., Bin Rahmat, N. A., A/L Ramachandaramurthy, V. K., & Humaidi, A. J. (2024). Energy and battery management systems for electrical vehicles: a comprehensive review & recommendations. *Energy Exploration & Exploitation*, 42(1), 341-372.

[2] Asociación de Marcas y Bicicletas de España. (2023, abril 17). Informe del sector de la bicicleta: AMBE presenta los principales datos de mercado del sector. Asociación de Marcas y Bicicletas de España. <https://asociacionambe.com/informe-del-sector-de-la-bicicleta-ambe-presenta-los-principales-datos-de-mercado-del-sector/>

# 3D DESIGN AND DIMENSIONING OF AN ELECTRIC BICYCLE CHARGING SYSTEM USING PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY FOR A BICYCLE PARKING AREA OF THE BICIHANGAR TYPE.

**Author: Pérez de Zabalza Pérez-Beato, Celia.**

Director: Rosa Casado, Pablo

Collaborating Entity: Don Cicleteo

## PROYECT SUMMARY

The main objective of this project is the development and implementation of an autonomous photovoltaic charging system for electric bicycles, integrated in a Bicihangar. Through the optimisation of the 3D design of the Bicihangar and the sizing of the photovoltaic system, it has been possible to guarantee a minimum of two daily recharges per bicihangar throughout the Peninsula Ibérica. The study includes the identification of necessary components, cost estimation and a detailed assessment of the technical and economic feasibility. The results obtained demonstrate that the solar charging system is efficient and cost-effective, promoting sustainable mobility and reducing the carbon footprint. Solar irradiation tests in the region corroborate the feasibility of the system, while the optimisation of the Bicihangar design improves the user experience. The integration of these solutions contributes to the expansion of electric mobility in space-constrained urban areas.

**Key words:** solar energy, electric bicycles, urban mobility, 3D design.

### 1. E-bike market

The European e-bike market has experienced significant growth over the last decade, in countries such as Germany, the Netherlands and France. This boom has been driven by growing environmental awareness, sustainable mobility policies and technological improvements in batteries and electric motors. In 2022, sales of electric bicycles in Europe exceeded 5 million units, with an annual growth of 23%.

Likewise, in Spain, the use of electric bicycles is projected to grow by 10% annually until 2025, driven by sustainable mobility policies. In 2022, more than 200,000 electric bicycles were sold in the country, consolidating its position as the leading category in terms of turnover and representing 45.66% of the market by value. In 2023, sales increased by 2.28%, with 241,000 bicycles sold, of which 45.2% were electric.

According to Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE), in 2024 there are approximately 900,000 electric bicycles in Spain, making them the electric vehicle of choice for Spanish people. This is why charging points accessible to society in cities are needed more than ever.

### 2. Solar Energy

The Península Ibérica has one of the highest solar energy potentials in Europe due to its high solar irradiation. The average annual hours of sunshine in Spain varies between 2,500 and

3,500 hours, depending on the region, which is significantly higher than the European average. This is one of the reasons why Spain has been a leader in the adoption of solar energy in Europe.

In addition, self-consumption of solar energy has increased significantly since the approval of Real Decreto 244/2019, which allows compensation for surpluses and has simplified administrative procedures, thus encouraging greater use of solar energy in the country.

### **3. Don Cicleteo**

Don Cicleteo is a company founded in 2015 in the centre of Madrid with the aim of tackling the problems of theft and lack of safe parking that have slowed down the advance of urban cycling in cities. Their focus is on developing scalable smart infrastructure that can positively impact the future of cities and the people who live in them.

Don Cicleteo have several types of bicycle and scooter parking. But of special mention is a unique design, called Bicihangar Rocket. It has the capacity of between four and six places. It takes up half the size of a car parking spot, making it easy to deploy and install in any type of venue. It is also self-contained and requires no construction, allowing for quick installation, deployment and relocation. This bicycle park has received international awards from the most prestigious organisations in the world of cycling and micro-mobility (European Cyclist Federation, Cyclist Industries Europe, EIT Urban Mobility, Red de Ciudades por la bicicleta and Empresas de movilidad sostenible).

### **4. Bicihangar Design**

The bicihangar model with the capacity to recharge electric bicycles through the installation of an isolated photovoltaic energy system, has different components to achieve the objective of recharging two bicycles a day throughout the peninsula. After studying the different components, models, voltages, capacities and main characteristics. A system is obtained, formed by solar panels of 250Wp and 24V, a lithium solar battery of 24V and 2800Wh, with high depth of discharge and efficiency, an inverter and a MPPT regulator that increases the efficiency of the system.

There are many different models of electric bicycles, each with different batteries and chargers of different voltages. To mitigate this obstacle, an adjustable multi-voltage charger, suitable for all common battery cell chemistries (Li-ion, LiFePO<sub>4</sub>, NiMH, NiCd or Pb), is installed in the bike rack. Finally, a Rosenberger head adapter is connected to the charger, which is compatible with all other charger cables on the market.

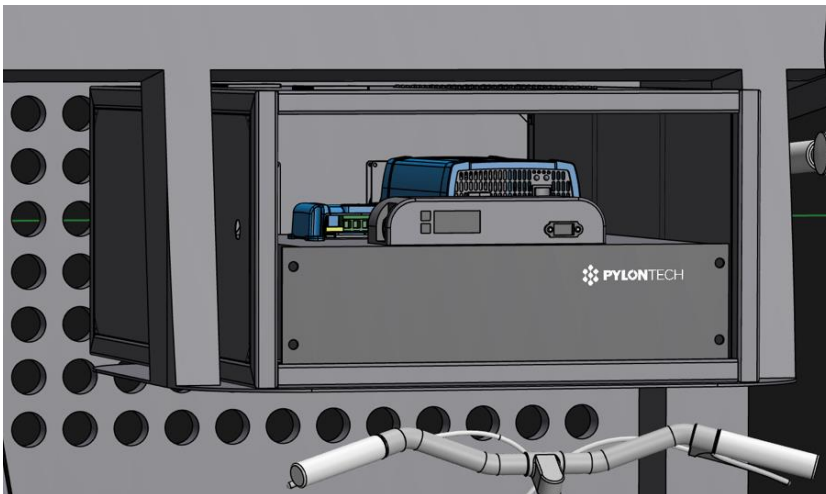
The 3D design, made from scratch, presents all the functionalities of the old bicihangar but with the capacity to recharge electric bicycles in a sustainable way and without access to the mains.



*Ilustración 3: 3D Design of the bicihangar*

## 5. Energy Feasibility

To know the minimum daily consumption required, it is important to know that an electric bicycle has a battery of between 400-700Wh. We obtain a daily consumption of 1100Wh and we calculate an energy generated by each bicihangar of 1300Wh, therefore, we obtain enough energy to charge the batteries of the electric bicycles with the system that has been designed. And the battery is capable of storing up to 2800Wh, so that the energy not consumed in the system is stored and can be used in times of low sunlight.



*Ilustración 4: Compact design of the components for the charging station*

## **6. Economical feasibility**

The total investment required to carry out the project is €100,032.00, including equipment and material, administrative procedures, installation personnel and engineering project. Two possible scenarios are studied, the first in which 100% external financing is obtained through a bank loan. And the second in which 80% is external financing and the remaining 30% comes from European subsidies for sustainability and electric mobility projects. In order to study the profitability of both, different financial indicators have been calculated. The Net Present Value (NPV) is €456,470 and €516,617 respectively, being evaluated with a discount rate of 4.42% and in both scenarios the discounted payback period is reached before the fourth year (3.5 and 2.8 years respectively).

Furthermore, since this is a technological innovation project, it is expected that the technology may become obsolete 5 years after the start of the project. For this reason, the study is carried out again and it is observed that the NPV is still positive in both cases and the Internal Rate of Return (IRR) is higher than the discount rate so that the project would still be profitable in 5 years.

## **7. References**

- [1] Challob, A. F., Bin Rahmat, N. A., A/L Ramachandaramurthy, V. K., & Humaidi, A. J. (2024). Energy and battery management systems for electrical vehicles: a comprehensive review & recommendations. *Energy Exploration & Exploitation*, 42(1), 341-372.
- [2] Asociación de Marcas y Bicicletas de España. (2023, abril 17). Informe del sector de la bicicleta: AMBE presenta los principales datos de mercado del sector. Asociación de Marcas y Bicicletas de España. <https://asociacionambe.com/informe-del-sector-de-la-bicicleta-ambe-presenta-los-principales-datos-de-mercado-del-sector/>

## *Índice de la memoria*

<i>Índice de la memoria</i> .....	<i>I</i>
<i>Índice de Ilustraciones</i> .....	<i>III</i>
<i>Índice de tablas</i> .....	<i>V</i>
<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>6</b>
1.1 Motivación del proyecto.....	6
<b>Capítulo 2. Descripción de las Tecnologías</b> .....	<b>7</b>
2.1 bicicletas eléctricas.....	7
2.2 Energía Solar .....	21
<b>Capítulo 3. Estado de la Cuestión</b> .....	<b>43</b>
<b>Capítulo 4. Definición del proyecto</b> .....	<b>46</b>
4.1 Don Cicleto .....	46
4.2 Objetivos .....	53
4.3 Metodología .....	54
4.4 Planificación.....	54
<b>Capítulo 5. Modelo Desarrollado</b> .....	<b>56</b>
5.1 Requerimientos de diseño .....	56
5.2 Diseño .....	67
<b>Capítulo 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA</b> .....	<b>77</b>
6.1 Costes iniciales.....	77
6.2 presupuesto.....	79
6.3 Financiación .....	81
6.4 flujos de caja .....	82
6.5 Rentabilidad .....	85
<b>Capítulo 7. VALIDACIÓN</b> .....	<b>88</b>
7.1 Análisis Crítico.....	89
<b>Capítulo 8. Conclusiones y Trabajos Futuros</b> .....	<b>90</b>

*Capítulo 9. Bibliografía..... 92*

*ANEXO I : 95*

*ANEXO II : 96*

*ANEXO III : ..... 98*

*ANEXO IV :..... 99*

*ANEXO V : 101*

*ANEXO VI: 102*

*ANEXO VII: ..... 107*

*ANEXO VIII: CUADROS FINANCIEROS ..... 108*

## *Índice de Ilustraciones*

Ilustración 1:Modelo 3D bicihangar .....	6
Ilustración 2: Diseño compacto del sistema de energía solar .....	7
Ilustración 3: 3D Design of the bicihangar.....	10
Ilustración 4: Compact designo of the components for the charging station .....	10
Ilustración 5:Esquema del funcionamiento de la batería de iones de litio [2].....	10
Ilustración 6: Esquema de una batería integrada típica [2] .....	11
Ilustración 7:Estructura del BMS [2].....	13
Ilustración 8: Esquema del sistema de una bicicleta eléctrica [2] .....	16
Ilustración 9: Comparación de la configuración en serie y paralelo de una bicicleta [2]....	17
Ilustración 10: Ventas de bicicletas en España [4] .....	19
Ilustración 11: volumen de ventas de bicicleta por modalidad y precio medio [4].....	20
Ilustración 12: Capacidad instalada y Generación de Energía Solar Fotovoltaica en Comunidades Autónomas de España (2023)(fuente:[7]; creación: propia) .....	22
Ilustración 13: horas solares anuales de cada ciudad y su HSP (Fuente: Selectra; creación: propia).....	23
Ilustración 14:Irradiación global media diaria en España Enero 2022 (kWh/m <sup>2</sup> ) [11] .....	24
Ilustración 15:Irradiación global media diaria en España Febrero 2022 (kWh/m <sup>2</sup> ) ( [12])	25
Ilustración 16:Irradiación global media diaria en España Marzo 2022 (kWh/m <sup>2</sup> ) ( [13])..	26
Ilustración 17:Irradiación global media diaria en España Abril 2022( kWh/m <sup>2</sup> ) ( [14])....	27
Ilustración 18:Irradiación global media diaria en España Mayo 2022( kWh/m <sup>2</sup> ) ( [15])... 28	28
Ilustración 19:Irradiación global media diaria en España Junio 2022( kWh/m <sup>2</sup> ) ({16}) ... 29	29
Ilustración 20:Irradiación global media diaria en España Julio 2022( kWh/m <sup>2</sup> ) ( [17]) .... 30	30
Ilustración 21:Irradiación global media diaria en España Agosto 2022 kWh/m <sup>2</sup> ) ( [18]) .. 31	31
Ilustración 22:Irradiación global media diaria en España Septiembre 2022 kWh/m <sup>2</sup> ) ( [19]) .....	32
Ilustración 23: Irradiación global media diaria en España Octubre 2022 kWh/m <sup>2</sup> ) ( [10])	33
Ilustración 24:Irradiación global media diaria en España Noviembre 2022 kWh/m <sup>2</sup> ) ( [9]) .....	34
Ilustración 25:Irradiacion global media diaria en España Diciembre 2022 kWh/m <sup>2</sup> ) [8] .	35
Ilustración 26: precio neto de la electricidad de uso doméstico [8] .....	37

Ilustración 27: Precio de la electricidad con tarifa PVPC por horas [9].....	38
Ilustración 28:Modelos de instalación solar fotovoltaica aislada[20] .....	41
Ilustración 29: Helios, aparcamiento creado por la empresa SOLUMPV (SOLUMPV) ....	43
Ilustración 30: MIBISI, estación de bicicletas(MOVUS) .....	44
Ilustración 31: UP AND BIKE, modelo hangar de aparcamiento (Up and Bike).....	45
Ilustración 32: Mapa de las localizaciones de aparcamientos Don Cicleteo (Don Cicleteo)..	47
Ilustración 33: Taquillas individuales (Don Cicleteo) .....	48
Ilustración 34: Mobility Cycle Hub(Don Cicleteo).....	48
Ilustración 35:Container Hub(Don Cicleteo) .....	49
Ilustración 36:Aparcamientos subterráneos (Don Cicleteo) .....	49
Ilustración 37:Cargobike (Don Cicleteo) .....	50
Ilustración 38: Bicihangar Rocket (Don Cicleteo) .....	51
Ilustración 39: Bicihangar Rocket (Don Cicleteo) .....	52
Ilustración 40: Dibujo del diseño actual (Don Cicleteo).....	52
Ilustración 41: Tarifas de uso de bicihangar Rocket (Don Cicleteo) .....	53
Ilustración 42:Cargador "universal " para baterías de bicicletas eléctricas Cycle Satiator [21] .....	64
Ilustración 43:Adaptador de XLR a Rosenberger [21].....	65
Ilustración 44: Imagen 3D del diseño.....	68
Ilustración 45:imagen 3D de la parte trasera del sistema .....	68
Ilustración 46: imagen 3D del cajetín cerrado junto con la taquilla para los cables .....	69
Ilustración 47: imagen 3D del sistema junto con la taquilla.....	69
Ilustración 48:Diseño 3D del bicihangar .....	72
Ilustración 49: imagen 3D del modelo .....	73
Ilustración 50: imagen 3D del bicihangar cerrado.....	73
Ilustración 51:Imagen 3D del bicihangar .....	74
Ilustración 52:otra vista del diseño 3D .....	74
Ilustración 53: estructura en 3D del bicihangar.....	75
Ilustración 54: imagen de la placa solar, con la estructura exterior oculta y puesta abierta	76
Ilustración 55: Close up de la imagen anterior .....	76

## *Índice de tablas*

Tabla 1:Tipos de baterías empleadas en las bicicletas eléctricas (fuente: [1] .....	8
Tabla 2: Especificaciones de batería integrada para aplicaciones de bicicletas eléctricas [2] .....	12
Tabla 3:Comparativa de los modelos líderes en el mercado español de inversores ([21];creación: propia).....	60
Tabla 4: Comparativa de los reguladores de carga de tipo MPPT líderes en el mercado([21];creación: propia) .....	61
Tabla 5: Comparación de baterías monoblock ([21];creación: propia).....	62
Tabla 6: Comparación baterias estacionarias ([21];creación: propia).....	62
Tabla 7:Comparación de baterías de gel ([21];creación: propia) .....	62
Tabla 8: Comparación de baterías de litio ([21];creación: propia).....	63
Tabla 9: Salario Medio de un técnico de energía solar (fuente: INE creación: propia) .....	78
Tabla 10: Coste de contratación de electricista (fuente: INE creación :propia).....	78
Tabla 11:Coste inicial del material del proyecto (fuente: tiendas líder del sector; creación: propia).....	79
Tabla 12: Costes de administración ( fuente: expertos en el sector; creación: propia) .....	79
Tabla 13: Presupuesto total (creación : propia).....	80
Tabla 14:Presupuesto por cada bicihangar (fuente: propia, creación: propia) .....	81
Tabla 15: Ingresos diarios, mensuales y anuales de los próximos años (creación: propia) 83	
Tabla 16: Gastos anuales y actualización anual estimada (creación: propia).....	84

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

### *1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO*

En un contexto de cambio climático y preocupación por la sostenibilidad, existe una creciente demanda de fuentes de energía renovable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los efectos del calentamiento global. La energía solar fotovoltaica representa una solución limpia y sostenible que puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de carbono.

Así mismo, el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible es una tendencia en alza en todo el mundo, ya que ofrece numerosos beneficios ambientales, económicos y de salud. Facilitar la recarga de bicicletas eléctricas con energía solar puede promover aún más su uso al eliminar las barreras relacionadas con la autonomía y la disponibilidad de puntos de recarga.

Los aparcamientos para bicicletas desempeñan un papel crucial en la promoción del ciclismo urbano al proporcionar un espacio seguro y conveniente para estacionar las bicicletas. La integración de sistemas de recarga solar en estos aparcamientos no solo mejora su funcionalidad, sino que también contribuye a la creación de una infraestructura urbana más sostenible y orientada al usuario.

Por último, el desarrollo de sistemas de recarga de bicicletas eléctricas con energía solar implica la aplicación de tecnologías avanzadas en los campos de la energía renovable, la electrónica y el diseño de productos. Este proyecto ofrece la oportunidad de explorar nuevas soluciones tecnológicas y contribuir al avance en este campo emergente.

## Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

### 2.1 BICICLETAS ELÉCTRICAS

#### 2.1.1.1 Evolución

Las primeras patentes de bicicletas eléctricas las encontramos en la década de 1890, los primeros prototipos se construyeron en Alemania en 1930, pero debido a varios factores, como la escasa potencia que proporcionaban y el considerable peso de sus baterías, no se consiguió aceptación por la población (Desjardins, 2012 ). Fue la gran empresa japonesa del sector del motor, Yamaha, que tuvieron la ambición de encontrar la manera de ayudar a las personas a pedalear para ir cuesta arriba o contra el viento. Los primeros proyectos se basaban en un prototipo de un pequeño motor de gasolina de 25cc montado sobre una bicicleta en 1973. Más tarde, en 1982, se hizo otro prototipo de un motor de 35cc montado sobre una bicicleta. El equipo de Yamaha, explica que el objetivo “era un vehículo personal que priorizará el rendimiento junto con la percepción y sensibilidad personal, y un vehículo que las personas que todavía no conducen motocicletas pudieran manejar con facilidad”. Debido al avance de las tecnologías electrónicas, la aparición de baterías y computadoras compactas y de alto rendimiento, les impulsaron a investigar sobre un nuevo concepto, en el que acoplarían la energía humana y la energía eléctrica, en el que el motor simplemente ayudara a dar potencia de pedaleo al ciclista.

En 1989 inventaron el sistema de asistencia eléctrica al pedaleo “Power Assist System”, PAS, (Yamaha), comercializando posteriormente sus primeros modelos en 1993, tras conseguir que los organismos gubernamentales aceptaran y clasificaran el vehículo como una bicicleta. En 1995 se adoptó una batería desmontable de níquel-cadmio junto con un nuevo cargador con una función de carga de mantenimiento. Debido al alto precio de la gasolina durante esos años en Japón, y el ya alto nivel de uso de las bicicletas convencionales impulsaron el éxito de estos primeros modelos, vendiéndose en 1998 más de 200000

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

bicicletas eléctricas (CETE Méditerranée, 2006). Fue desde entonces que la bicicleta con asistencia eléctrica al pedaleo se expandió velozmente por todo el mundo.

En 1999 se desarrolló el Sistema Inteligente de energía flexible (IFES). Esto permitió el intercambio de datos entre la batería, el cargador y el controlador. En 2003, se desarrolló una unidad de transmisión liviana, compacta y montada en el centro con eficiente asistencia directa a la cadena. El sensor de torque sin contacto fue desarrollado para aligerar el pedaleo cuando la batería está vacía.

A partir de la década de 2010 se incrementó considerablemente la venta de dichas bicicletas, influenciado por la irrupción de las baterías de iones de litio, más ligeras y potentes, que sustituyeron a las primeras baterías de plomo y debido al aumento de la práctica del ciclismo cotidiano en zonas urbanas. ( Bergua Jiménez, 2020 ).

#### 2.1.1.2 Tipos de baterías

Las bicicletas eléctricas utilizan diferentes tipos de baterías para almacenar la energía necesaria para impulsar el motor eléctrico. Principalmente encontramos estas diferentes baterías que podemos observar en la siguiente tabla:

Values of battery parameters										
Types of battery	Operating temperature (°C)	Nominal volt. (V)	Charging efficiency (%)	Specific power (W/kg)	Specific heat capacity (J/kg·K)	Rated capacity (Ah)	Number of cell-row	The density of energy (W·h/kg)	The density of power (W/kg)	Battery price (€)
Li-ion	33	360	80-90	250-340	795	33.1	17	100-270	250-680	300
Lead acid	50	6	50-95	180	700-900	225	6	30-50	180	500
NiMH	36	201.6	65	250-1000	677	6.5	20	60-120	250-1000	400
Ni-Cd	45	6	70-90	150	800-1100	180	6	50-80	150	147

NiMH: nickel-metal hydride; Ni-Cd: nickel-cadmium.

Tabla 1: Tipos de baterías empleadas en las bicicletas eléctricas (fuente: [1])

Las baterías de plomo-ácido, son menos comunes en las bicicletas eléctricas modernas debido al peso y tamaño relativamente grande en comparación con las baterías de iones de litio. También han sido empleadas en modelos más antiguos y de gamas más bajas. Dichas baterías emplean ácido sulfúrico como electrolito y placas de plomo sumergidas en ácido para almacenar y liberar energía. Las baterías de plomo-ácido generalmente tienen un ciclo de vida nominal de alrededor de 200 a 300 ciclos de carga y descarga completos antes de que comiencen a degradarse significativamente. En cuanto a la capacidad, las baterías de

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

ácido de plomo utilizadas en bicicletas eléctricas suelen tener una capacidad nominal de alrededor de 225 A h y una densidad energética de 30-50 W\*h/kg.

Por otro lado, las baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) también son empleadas en las bicicletas eléctricas debido a su menor impacto ambiental, son menos tóxicas que las de plomo-ácido y son más fáciles de reciclar en comparación con las baterías de iones de litio. Tienen un ciclo de vida de entre 300 a 500 ciclos de carga y descarga completos. Las baterías de NiMH pueden funcionar bien en una variedad de condiciones ambientales, incluyendo temperaturas extremas, sin sufrir una degradación significativa en su rendimiento. Esto las hace más adecuadas para ciertos entornos de uso, como climas fríos o cálidos. Dichas baterías tienen menor riesgo de incendio o explosión en comparación con las baterías de iones de litio. Por otro lado, presentan un mayor peso y tamaño que las baterías de iones de litio, así como una menor eficiencia energética y densidad de energía, una capacidad nominal de 6 A h y densidad energética de entre 60-120 W\*h/kg.

Las baterías de níquel-Cadmio (NiCd) son otro tipo de batería recargable que ha sido utilizada en el pasado en algunas aplicaciones de bicicletas eléctricas, aunque su uso ha disminuido significativamente en favor de las baterías de iones de litio. Las baterías de NiCd generalmente tienen un ciclo de vida nominal de alrededor de 500 a 1000 ciclos de carga y descarga completos. Las baterías utilizadas en las bicicletas eléctricas suelen tener una capacidad nominal de alrededor 180 A h y una densidad energética de entre 50-80 W\*h/kg. Con un cargador estándar, el tiempo de carga de una batería de NiCd podría ser de alrededor de 4 a 6 horas para cargar completamente desde vacío. Este tipo de baterías pueden experimentar “efecto memoria” si no se descargan completamente antes de recargar, lo que puede reducir la capacidad utilizable de la batería con el tiempo. Las baterías de níquel-cadmio han sido ampliamente reemplazadas por las baterías de iones de litio y, en menor medida, las baterías de níquel-metal hidruro debido a su menor eficiencia, mayor peso y mayor impacto ambiental debido al contenido de cadmio, que es un metal tóxico. Sin embargo, algunas personas aún pueden optar por las baterías de NiCd debido a su menor costo inicial o su disponibilidad en ciertos modelos de bicicletas eléctricas.

Las baterías de iones de Litio son las más empleadas en el mercado de las bicicletas eléctricas. El desarrollo de las baterías de iones de litio ha revolucionado el mercado de las

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

bicicletas eléctricas, superando a las baterías de plomo-ácido y níquel-metal hidruro en términos de densidad de energía, lo que permite una mayor autonomía y un menor peso en comparación con otros tipos de baterías.

Desde un punto de vista químico, el funcionamiento de las baterías de iones de litio se basa en una reacción redox, donde ocurre una oxidación en el ánodo y una reducción en el cátodo. Durante la descarga, los iones de litio fluyen desde el ánodo hasta el cátodo a través del electrolito, generando una corriente eléctrica. Durante la carga, el proceso se invierte y los iones de litio se desplazan desde el cátodo hasta el ánodo.

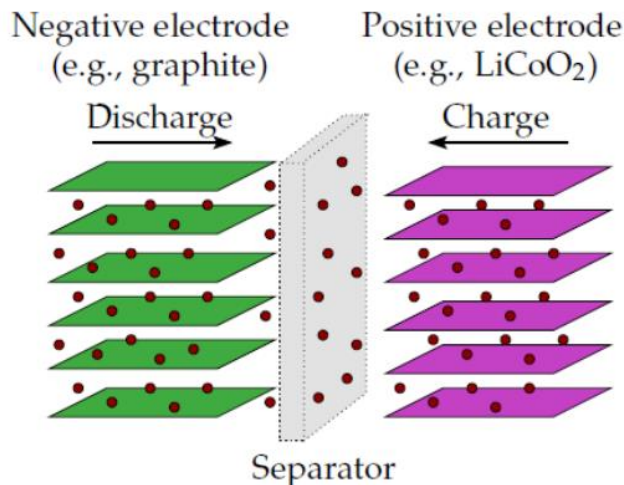


Ilustración 5: Esquema del funcionamiento de la batería de iones de litio [2]

En la aplicación de las bicicletas eléctricas, las baterías de iones de litio son esenciales para proporcionar la energía necesaria para impulsar el motor eléctrico. Estas baterías se configuran típicamente conectando varias celdas en serie para alcanzar el voltaje requerido, que suele ser de 36 V o 48 V. La integración de estas baterías en el cuadro de la bicicleta ofrece ventajas significativas, como una mayor durabilidad debido a la protección contra las inclemencias del tiempo y la suciedad.

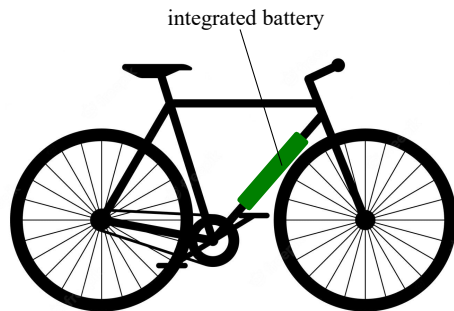
Las especificaciones típicas de una batería integrada de e-bike incluyen la capacidad de carga, que determina la cantidad de energía que puede almacenar la batería; el ciclo de vida, que indica la cantidad de cargas y descargas que puede soportar la batería antes de degradarse significativamente; el tiempo de carga, que es el tiempo necesario para cargar

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

completamente la batería desde vacío; y el peso, que afecta la maniobrabilidad y el rendimiento general de la bicicleta.



*Ilustración 6: Esquema de una batería integrada típica [2]*

Las tendencias actuales en el desarrollo de baterías de iones de litio se centran en mejorar la durabilidad, la eficiencia y la seguridad. Además, se están realizando avances en la gestión térmica y la seguridad de las baterías para prevenir el sobrecalentamiento y minimizar los riesgos de incendio o explosión. Estos esfuerzos están destinados a hacer que las e-bikes sean más confiables, seguras y convenientes para los usuarios.

En la siguiente tabla observamos las especificaciones de las baterías integradas para una bicicleta eléctrica:

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Parámetro	Valor	Unidad
Voltaje	36/48	V
Capacidad	11-20	A h
Energía	400-750	W h
Vida útil	800-1000	Ciclos
Tiempo de carga con cargador compacto	Al 50% de capacidad	2.5-4.2 h
	Al 100% de capacidad	6.5-8.8 h
Tiempo de carga con cargador estándar	Al 50% de capacidad	1.5-2.1 h
	Al 100% de capacidad	3.5-5.4 h
Tiempo de carga con cargador rápido	Al 50% de capacidad	1-1.4 h
	Al 100% de capacidad	2.5-3.7 h
Temperatura de funcionamiento	-20- 60	°C
Peso	2.9-4.3	Kg

Tabla 2: Especificaciones de batería integrada para aplicaciones de bicicletas eléctricas [2]

### 2.1.1.3 Mantenimiento de las baterías

Como ya se ha comentado anteriormente, las baterías de iones de litio tienen una alta energía específica y además las celdas de litio son muy sensibles a la temperatura. Una celda puede dañarse si se sobrecarga, por lo que precisan una gestión específica durante su operación. Con este propósito, normalmente se emplea un Sistema de Gestión de Baterías (BMS) para controlar la operación de la batería, la carga y la descarga. Este sistema resuelve muchos problemas de seguridad, como la sobrecarga, el calentamiento de la batería, etc. Además, puesto que hace que el sistema de trabajo de la batería sea eficiente, también aumenta su vida útil.

El BMS contiene una Unidad de Control Microcontrolador (MCU) central y varias Unidades de Control Electrónico (ECU) locales. Cada módulo debe comunicarse con el controlador principal que gestiona el correcto funcionamiento de todos los módulos. Se utiliza un módulo de bus CAN para la comunicación. Un módulo de memoria FLASH se utiliza para el almacenamiento de datos de medición, que pueden conservarse hasta por un mes. Un módulo

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

DC/DC se emplea para transformar la fuente de alimentación de 12 V en una fuente de 5 V. Para mejorar la capacidad de rechazo de perturbaciones, el módulo DC/DC es una fuente de alimentación aislada. El módulo de medición de corriente de la batería se usa para medir la corriente de carga y descarga de la batería. El módulo de medición de voltaje de la batería se utiliza para medir el voltaje de todas las celdas en serie y evaluar el estado de carga (SOC). El módulo de medición de temperatura se emplea para inspeccionar la superficie de todas las celdas. Además, dado que una temperatura demasiado alta en la superficie de la batería de iones de litio resultaría en problemas de seguridad, la medición de la temperatura es esencial. La ECU central monitorea constantemente el voltaje y la temperatura de las celdas y, cuando se detecta una situación de alarma, reacciona para proteger el sistema en su totalidad.

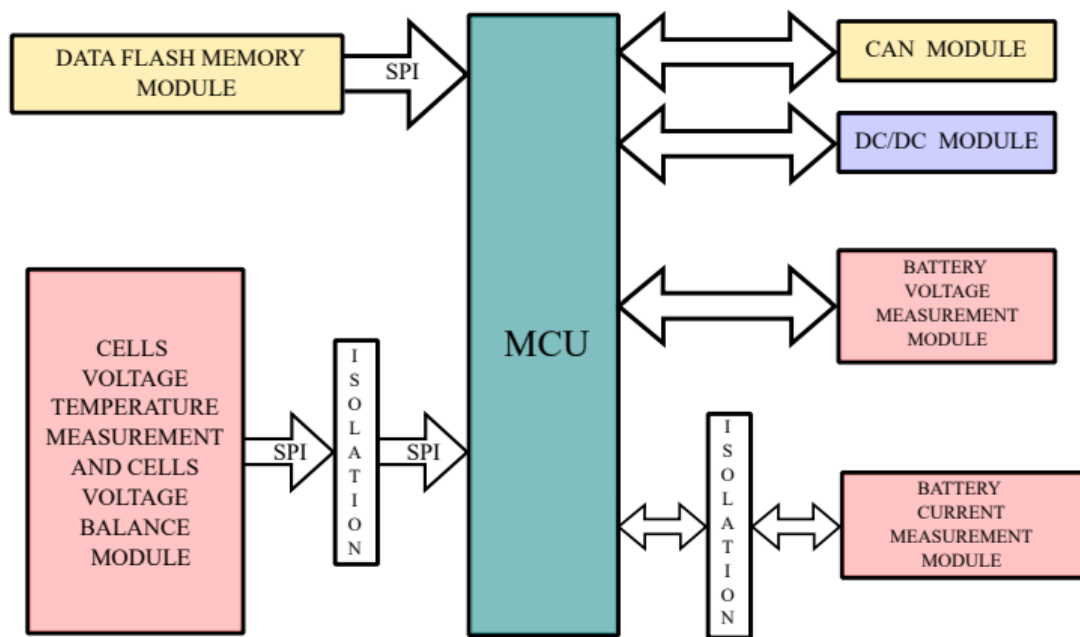


Ilustración 7: Estructura del BMS [2]

El sistema de baterías de iones de litio requiere un balance muy preciso del voltaje de las celdas. De hecho, incluso si tenemos dos celdas del mismo modelo y del mismo fabricante, no serán idénticas. Siempre existen pequeñas diferencias en el estado de carga (SOC), voltaje, corriente, impedancia y características de temperatura. Si el SOC de cada celda no se iguala o balancea periódicamente, estas celdas pueden sufrir sobrecarga o sobre descarga, lo que lleva a daños y eventualmente al fallo completo del conjunto de baterías. Aquí es

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

donde el Sistema de Gestión de Baterías (BMS) juega un papel crucial. Este sistema monitorea los parámetros y determina el SOC y el estado de salud de la batería, manteniendo el sistema en un estado preciso, fiable y equilibrado, además de determinar la vida útil de la batería.

El balanceo de las celdas de la batería se lleva a cabo mediante dos métodos: pasivo y activo. En el enfoque de balanceo pasivo, la energía excesiva de una celda se disipa a través de resistencias, convirtiéndose en calor, como se muestra en la Figura 11a. La técnica de balanceo pasivo es fácil de implementar, pero menos efectiva y no debe usarse durante la descarga. Es posible utilizar una resistencia de derivación fija, que desvía la corriente continuamente y limita el voltaje variando la resistencia. Esta es una solución simple y económica, pero solo adecuada para un pequeño número de celdas, ya que no permite una operación controlada y la disipación continua de energía aumenta la generación de calor, reduciendo la vida útil del conjunto de baterías.

Una alternativa es utilizar una resistencia de derivación controlada, como en el ejemplo de la Figura 11a. En lugar de descargar continuamente las celdas más cargadas, se utilizan interruptores o relevadores controlados. Este es un enfoque simple, más eficiente y fiable, pero también implica la disipación de energía en forma de calor, lo que reduce la vida útil de la batería, y es útil solo durante la carga.

#### **2.1.1.4 Carga**

La carga de las baterías se realiza comúnmente mediante algoritmos de corriente y tensión constantes, carga por pulsos y corriente de ondulación sinusoidal.

En el caso de corriente y tensión constantes, se aplica una corriente controlada constante para cargar la batería hasta que el voltaje de la batería alcanza un valor máximo predefinido. A continuación, la tensión de carga se mantiene constante en este nivel, y la corriente de carga se reduce exponencialmente. Cuando la corriente de carga desciende hasta un límite de corriente de corte, se interrumpe el proceso de carga. En función de la corriente de carga en el modo corriente continua, el tiempo total de carga varía de 1 h a 2,5 h. En general, cuanto menor es la corriente de carga del modo corriente continua, mayor es la eficiencia de carga y más largos son el tiempo de carga y la vida útil de la batería. Este algoritmo de carga

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

se utiliza mucho para cargar baterías de iones de litio debido a su simplicidad y facilidad de aplicación, aunque requiere un tiempo de carga largo y provoca un gran aumento térmico al aplicar una corriente de carga alta, lo que reduce el ciclo de vida de la batería.

Cuando se lleva a cabo la carga por impulsos, la tensión de la batería se mantiene constante durante todo el proceso de carga mientras se cambia la frecuencia o el ciclo de trabajo de la corriente.

Este método es más rápido y eficaz que la carga de corriente y tensión constante para baterías de ion-litio. Recientemente, también se ha implementado el algoritmo de corriente de ondulación sinusoidal para aumentar la vida útil de la batería.

La corriente de carga consta de dos componentes: un componente de corriente continua y otro de ondulación de corriente alterna.

La magnitud y la frecuencia del componente de ondulación se optimizan puntualmente para minimizar la impedancia interna de las baterías de iones de litio. En condiciones de impedancia interna mínima, se reduce la temperatura de la batería durante la carga, por lo que mejoran tanto la potencia como la eficiencia energética del proceso de carga.

Sin embargo, tanto la carga por pulsos como los algoritmos de carga por ondulación sinusoidal tienen algunas desventajas, como una implementación complicada, un tamaño voluminoso y un coste elevado. Esto hace que el método de corriente y tensión constante sea más popular en aplicaciones reales.

#### ***2.1.1.5 Sistema de las bicicletas eléctricas***

Las bicicletas eléctricas están compuestas principalmente por cuatro bloques como se puede observar en la Ilustración 7, la batería, un convertidor de potencia, un controlador y un motor eléctrico.

La batería, como mencionado anteriormente son mayoritariamente de iones de litio.

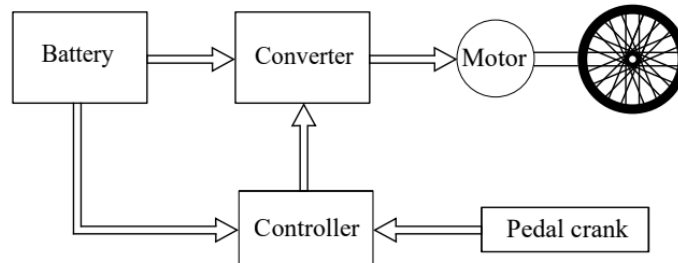
El convertidor de potencia conecta la batería con el motor y regula la corriente suministrada por el motor.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

---

El controlador gestiona el encendido basándose en el ciclo de trabajo, según la demanda del usuario y el voltaje de la batería.



*Ilustración 8: Esquema del sistema de una bicicleta eléctrica [2]*

Como se ha mencionado anteriormente, las bicicletas se eléctricas se dividen en dos grandes grupos dependiendo de la cantidad de potencia que el motor es capaz de ejercer y el Sistema de control. Encontramos las bicicletas de pedal asistido y las bicicletas que proporcionan potencia según demanda.

La bicicleta eléctrica de asistencia al pedaleo, también llamada pedelec, se caracteriza por un motor eléctrico que asiste al ciclista mientras pedalea. El valor de par adicional depende del esfuerzo del conductor y esta asistencia puede proporcionarse hasta una velocidad máxima y una potencia máxima, dependiendo de las regulaciones específicas del país. Durante períodos cortos de tiempo, se permite una mayor potencia de salida. Este tipo de sistema requiere sensores de velocidad de pedaleo y/o sensores de fuerza.

La bicicleta eléctrica de encendido a demanda tiene un motor eléctrico activado por un acelerador. Por lo tanto, no es necesario pedalear para beneficiarse de la propulsión del motor eléctrico.

Considerando el sistema general, hay dos formas de diseñar un vehículo eléctrico ligero de este tipo: en serie o paralelo.

El caso en paralelo, como se indica en la Ilustración 4a es la configuración más adoptada. El par humano y el par del motor se combinan en el dominio mecánico a través de los engranajes.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

En la configuración en serie, que se muestra en la Ilustración 4b, el par humano y el de la máquina eléctrica se acoplan en el dominio eléctrico. Por lo tanto, el vehículo en serie se caracteriza por la ausencia de una transmisión mecánica: los pedales están conectados a un generador acoplado eléctricamente a un paquete de baterías y un motor eléctrico.

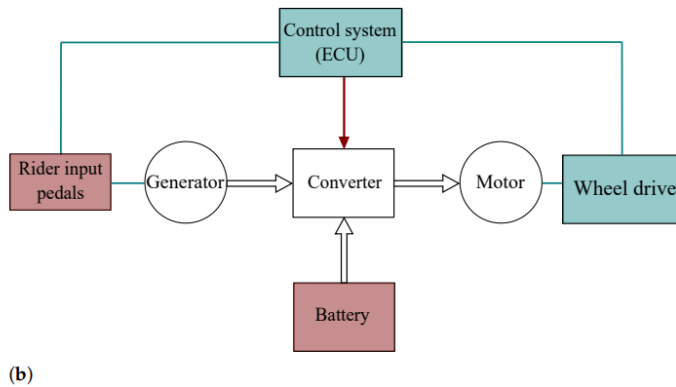
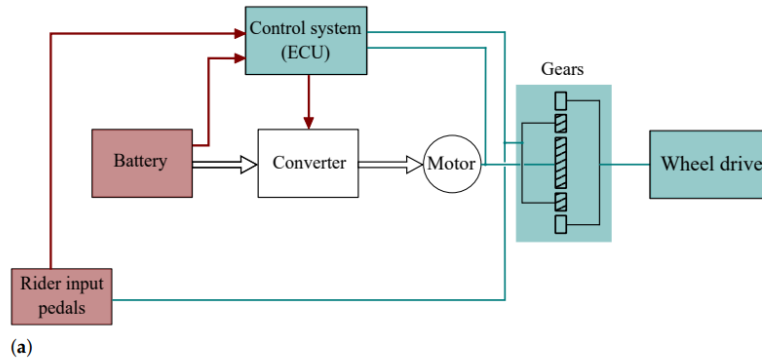


Ilustración 9: Comparación de la configuración en serie y paralelo de una bicicleta [2]

### 2.1.1.6 Mercado

#### 2.1.1.6.1 Mercado europeo

La Comisión Europea ha presentado una propuesta para una Declaración Europea de la Bicicleta, la cual reconoce el ciclismo como un medio de transporte sostenible, accesible, inclusivo, asequible y saludable. Esta Declaración establece principios destinados a promover el ciclismo en todos los Estados Miembros de la Unión Europea, como la creación de redes ciclistas seguras y coherentes en las ciudades, la mejora de las conexiones con el transporte público y la instalación de puntos de carga para bicicletas eléctricas.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

La Comisaria de Transportes, Adina Vălean, destaca la importancia de la seguridad en el fomento del ciclismo, especialmente dado que los ciclistas son vulnerables en las carreteras. La Declaración también busca estimular puestos de trabajo de alta calidad y promover el cicloturismo. Además, se ha señalado un aumento significativo en la producción de bicicletas en la Unión Europea en los últimos años.

La Declaración de la Bicicleta se ha adoptado durante los Urban Mobility Days en Sevilla, como parte de los esfuerzos más amplios en materia de seguridad vial. Los principios propuestos ayudarán a la UE a alcanzar sus objetivos en términos de movilidad sostenible, y se espera que la Comisión Europea continúe apoyando el ciclismo a través de diversos fondos.

El siguiente paso será la revisión del texto por parte del Parlamento Europeo y el Consejo, quienes podrán añadir nuevos compromisos si es necesario. La Declaración se estructura en varios capítulos, abordando áreas como el desarrollo de políticas ciclistas, la creación de infraestructuras adecuadas y el fomento de la seguridad vial.

Esta Declaración complementa los esfuerzos promovidos por varios países europeos para impulsar el uso de la bicicleta en la movilidad cotidiana, reflejando un compromiso conjunto hacia un transporte más sostenible y saludable.

#### **2.1.1.6.2 Mercado español**

Las bicicletas eléctricas en España están reguladas por la normativa europea EN 15194, que limita la potencia nominal del motor a 250W y la velocidad asistida a 25 km/h. Una vez superada esta velocidad, el motor no podrá proporcionar más asistencia. Así mismo, el motor debe activarse solo cuando el ciclista está pedaleando y debe detenerse si el ciclista deja de pedalear.

Además de la normativa técnica, el uso de bicicletas eléctricas en vías públicas está regulado por el Reglamento General de Circulación y el Código de Circulación. Igualmente, deben cumplir con los estándares de seguridad y calidad establecidos por la UE, que incluyen pruebas de resistencia, durabilidad y seguridad de los componentes eléctricos y mecánicos.

DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

El precio de las bicicletas eléctricas en España varía según la marca, modelo y características de la misma. En general las bicicletas urbanas se encuentran entre los 1500-3000 euros, las bicicletas de montaña (e-MTB) varían desde los 2000 y 6000 euros. Las bicicletas de carretera están entre los 2500 y los 7000 euros y por último las bicicletas plegables rondan los 1800-3500 euros.

Respecto al mercado español, en el periodo 2013-2018 se vendieron 275850 bicicletas eléctricas, que representa el 4,2% del total de bicicletas comercializadas. Dicho porcentaje ha ido incrementando progresivamente, siendo el 6,5% en 2017 y el 10,6% en 2018.

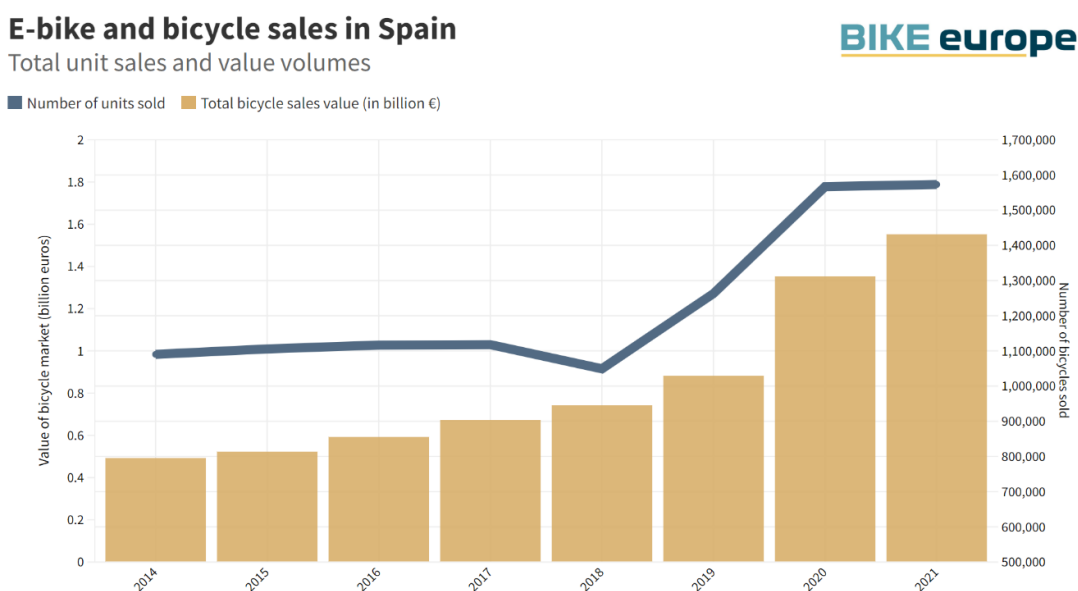


Ilustración 10: Ventas de bicicletas en España [4]

Podemos observar cómo la venta de bicicletas ha aumentado un 50% desde 2018, desde un millón de unidades hasta prácticamente un millón seiscientos mil unidades. Dicho esto, desde el 2013 la cuota de mercado sólo representa el 8% de estas. Por lo tanto, observamos que este número ha aumentado desde 4,2% al 8% pero sigue siendo relativamente bajo. Es importante mencionar que una bicicleta eléctrica cuesta de media 1237€, mientras que las bicicletas de carretera cuestan de media 647€, las de montaña 211€, las bicicletas urbanas 169€ y las bicicletas infantiles 82€ (Jack Oortwijn, 2019).

DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Según un estudio de Deloitte sobre la movilidad, se espera que el uso de bicicletas eléctricas crezca un 10% anual hasta 2025, impulsado por la urbanización y políticas de movilidad sostenible.

Además, según la Asociación de Marcas y Bicicletas de España, en 2022 se vendieron más de 200000 bicicletas eléctricas en España, un aumento significativo respecto al año anterior:

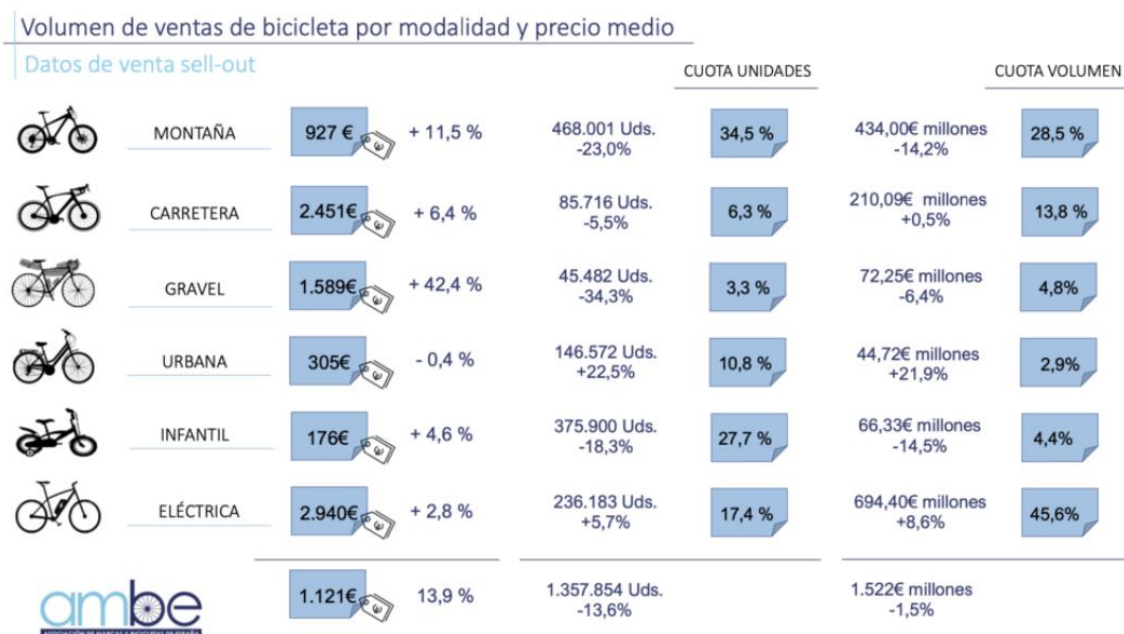


Ilustración 11: volumen de ventas de bicicleta por modalidad y precio medio [4]

En cuanto a los precios de las bicicletas, en 2022 se registró un aumento del precio medio (PVP) del 13,93%, muy ligado al aumento de los costes de las materias primas, el transporte, pero sobre todo a un mayor peso de la venta de bicicletas eléctricas.

Se observa que durante en 2022, por tercer año consecutivo, las bicicletas eléctricas se consolidan como categoría líder en facturación (45,66% de la cuota en venta de bicicletas) a pesar de representar el 17,4% de las ventas en unidades, seguidas de la bicicleta de montaña, que tradicionalmente era el segmento líder en facturación y que registran un 34,5% en la cuota de mercado en unidades vendidas frente a un 28,45% en la cuota de volumen de venta, según AMBE.

En 2023, la venta de bicicletas aumento un 2.28%, respecto a 2022, superando las 241000 bicicletas vendidas. Las bicicletas eléctricas, vuelven a ser el líder en facturación de bicicletas (45,2%). Se vendieron, 141.175 bicicletas eléctricas de montaña, 62630 eléctricas urbanas y 22.858 unidades de paseo. Destaca el aumento de venta de bicicletas eléctricas de carga (e-cargo bikes) hasta casi alcanzar las 2.500 unidades vendidas en 2023. ( Asociación de Marcas y Bicicletas de España. (2023))

## **2.2 ENERGÍA SOLAR**

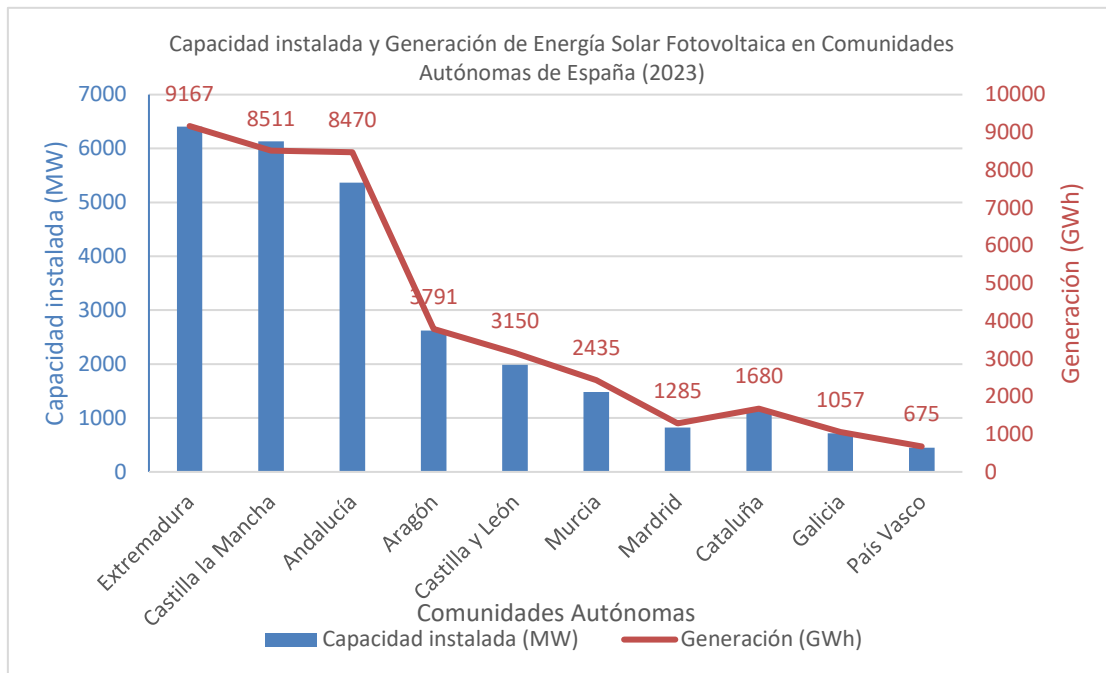
### **2.2.1.1 Energía solar en la Península Ibérica**

La Península Ibérica, cuenta con uno de los mayores potenciales de energía solar en Europa debido a su alta irradiación solar. La media anual de horas de sol en España varía entre 2,500 y 3,500 horas, dependiendo de la región, lo que es significativamente superior a la media europea.

España ha sido un líder en la adopción de energía solar fotovoltaica en Europa. En 2023, la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en España superó los 25 GW, y se espera que continúe creciendo a medida que el país avanza hacia sus objetivos de energía renovable. La Estrategia Nacional de Energía y Clima (ENIE) de España tiene como objetivo alcanzar los 39 GW de capacidad solar instalada para 2030.

El Real Decreto 244/2019 ha facilitado el autoconsumo de energía solar, permitiendo la compensación de excedentes y simplificando los trámites administrativos.

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un notable crecimiento en España, con una distribución desigual entre las distintas comunidades autónomas. A continuación, se presentan los datos de capacidad instalada (en MW) y la generación de energía (en GWh) para el año 2023 en las principales comunidades autónomas:

**TRABAJO DE FIN DE GRADO***DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

*Ilustración 12: Capacidad instalada y Generación de Energía Solar Fotovoltaica en Comunidades Autónomas de España (2023)(fuente:[7]; creación: propia)*

Según Edp, España recibe aproximadamente 2800 horas de sol al año. Como es lógico, no todas las provincias de la península reciben el mismo número de horas sol. Además, es importante conocer también la cantidad de Horas Solares Pico (HSP)<sup>1</sup>, que se observa en la siguiente tabla una media anual de 5,20 horas. Se puede observar en la siguiente tabla los datos específicos de cada ciudad, proporcionados por selectra:

<sup>1</sup> HSP: es un parámetro que define la cantidad de energía solar que recibe una superficie a una radiación de 1000W/m<sup>2</sup> durante una hora

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

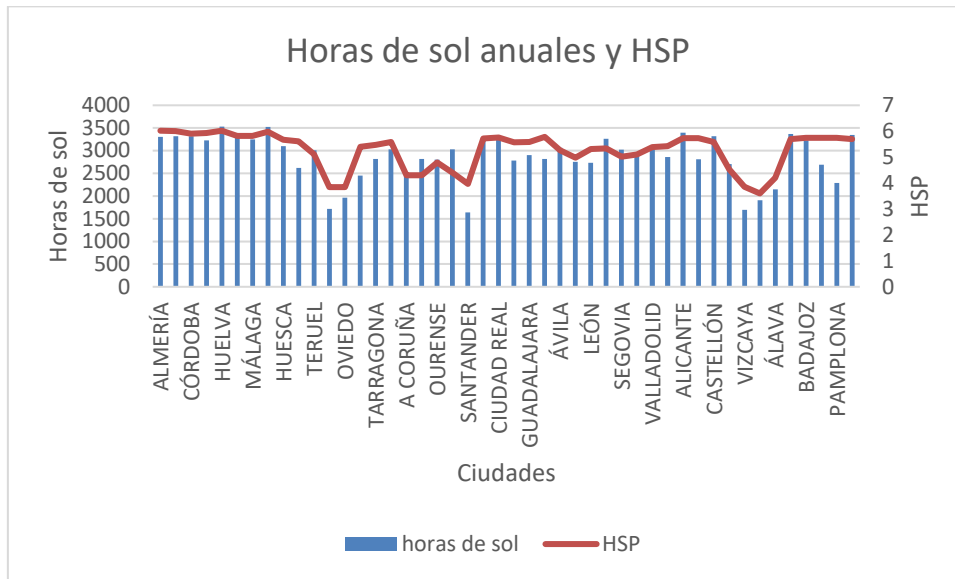


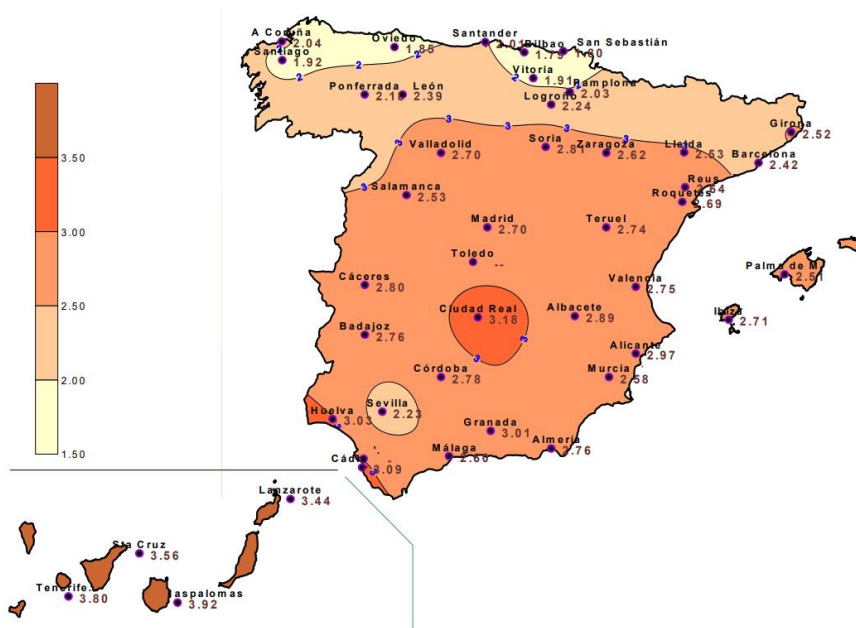
Ilustración 13: horas solares anuales de cada ciudad y su HSP (Fuente: Selectra; creación: propia)

La Irradiación solar es la radiación que incide durante un período de tiempo sobre una superficie determinada, se mide en  $\text{Wh/m}^2$  o  $\text{J/m}^2$ . Hace referencia a la energía que incide en una superficie durante un periodo de tiempo, en general un hora.

La irradiación solar está directamente relacionada con la eficiencia de los paneles solares, cuanto mayor sea la cantidad de kWh en una localidad, más producción de energía eléctrica.

A continuación, se muestran los mapas de la Península Ibérica, con la Irradiación global media diaria en cada uno de los meses del año 2022.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA ENERO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

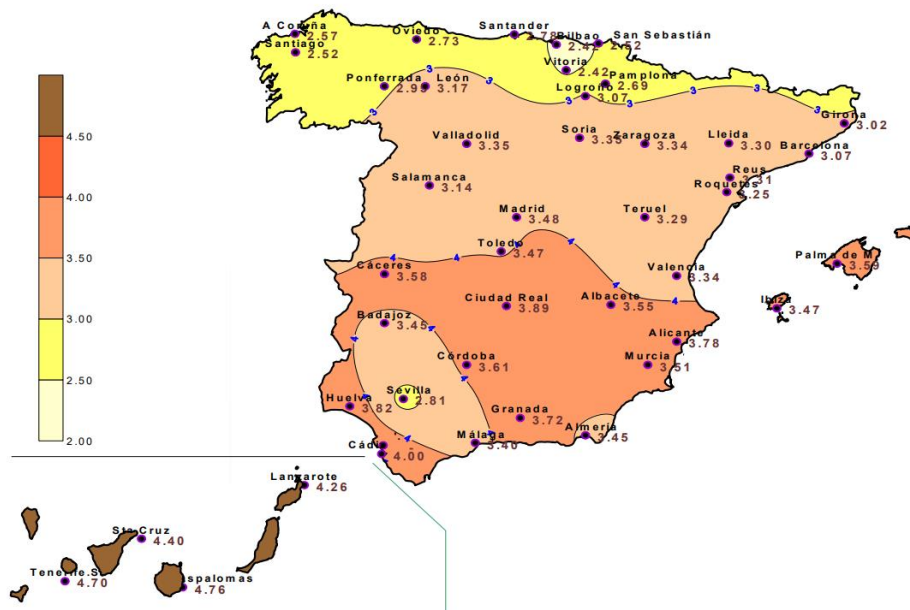


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 14: Irradiación global media diaria en España Enero 2022 (kWh/m<sup>2</sup>) [11]

Se observa que en el mes de Enero de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue en Ciudad Real con 3180 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en las zonas del País Vasco y Oviedo con 1700 Wh/m<sup>2</sup> y 18500 Wh/m<sup>2</sup> respectivamente. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
FEBRERO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

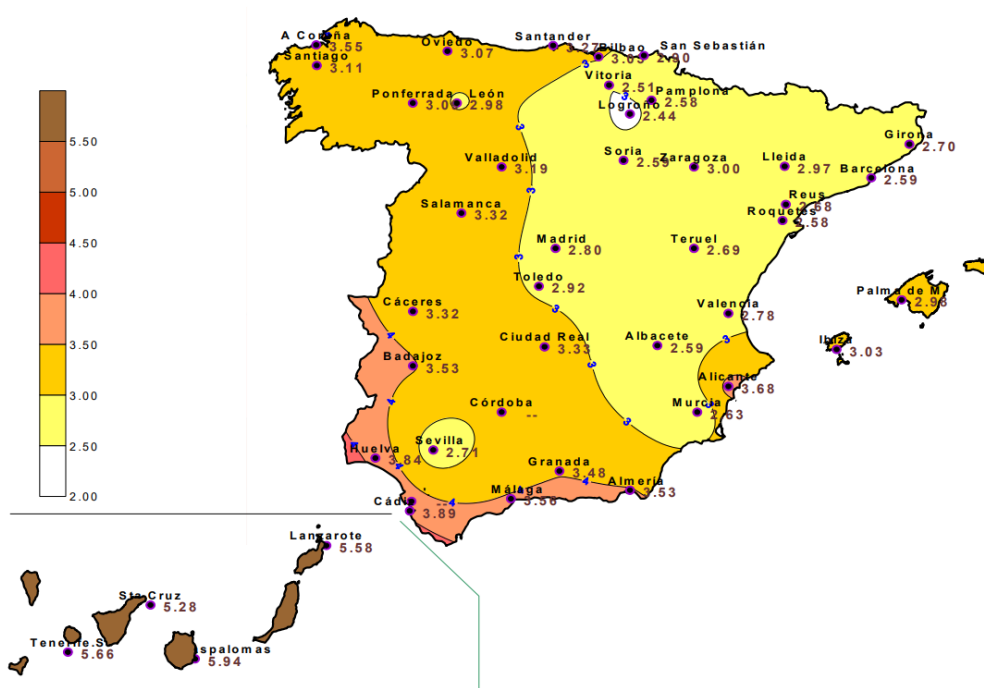


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 15: Irradiación global media diaria en España Febrero 2022 (kWh/m<sup>2</sup>) ([12])

Se observa que en el mes de Febrero de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue en la submeseta Sur de la península con datos por encima de 3550 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona de Bilbao y Vitoria con 2420 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
MARZO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

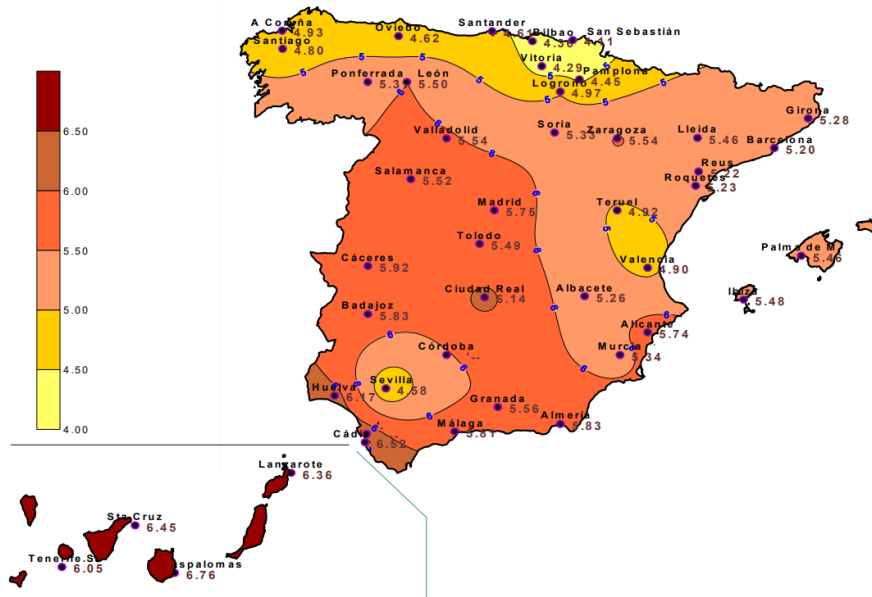


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 16: Irradiación global media diaria en España Marzo 2022 (kWh/m<sup>2</sup>) ([13])

Se observa que en el mes de Marzo de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue en la zona de Cádiz con una irradiancia de 3890 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona de Logroño con 2440 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
ABRIL-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

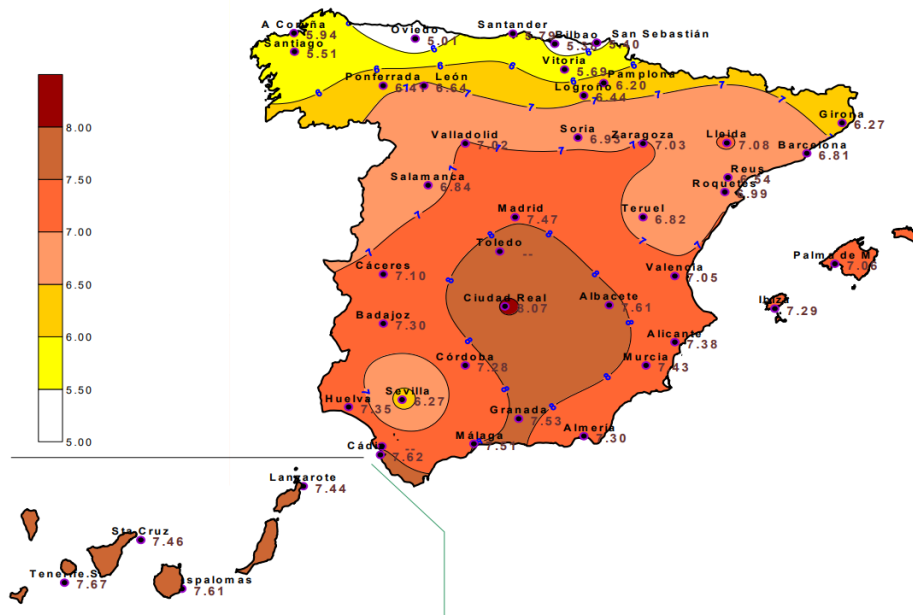


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 17: Irradiación global media diaria en España Abril 2022( kWh/m<sup>2</sup>) ( [14] )

Se observa que en el mes de Abril de 2022, la zona de mayor irradiación solar fue una vez más en la zona de Cádiz y Huelva con una irradiación de 6520 Wh/m<sup>2</sup> y 6170 Wh/m<sup>2</sup> respectivamente y la menor se dio en la zona del País Vasco con 4110 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
MAYO-2022(kWh/m<sup>2</sup>)

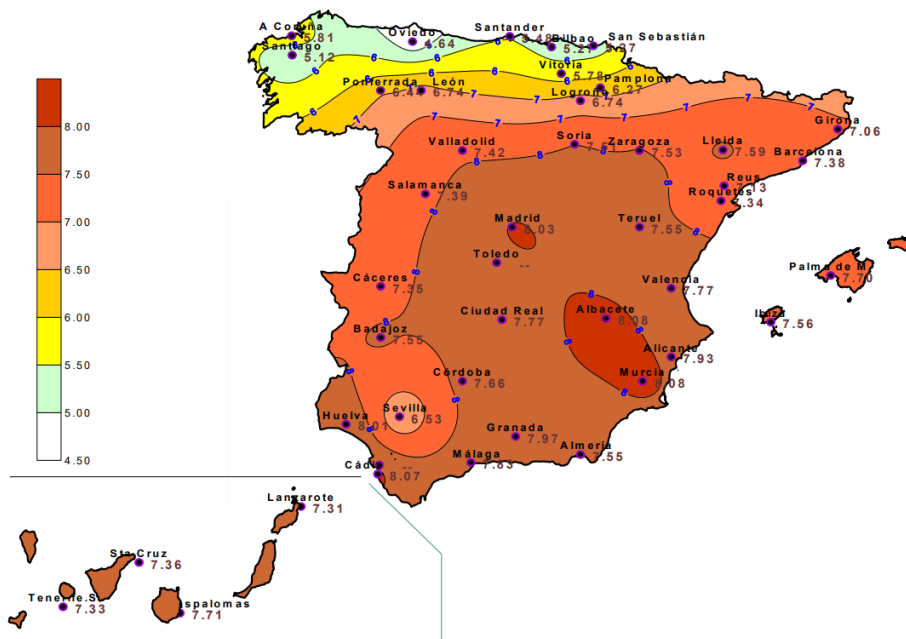


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 18: Irradiación global media diaria en España Mayo 2022( kWh/m<sup>2</sup>) ( [15])

Se observa que en el mes de Mayo de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue una vez más en la zona de Ciudad Real con una irradiancia de 8070 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona del País Vasco y Oviedo con 5300 Wh/m<sup>2</sup> y 5010 Wh/m<sup>2</sup> respectivamente. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA JUNIO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

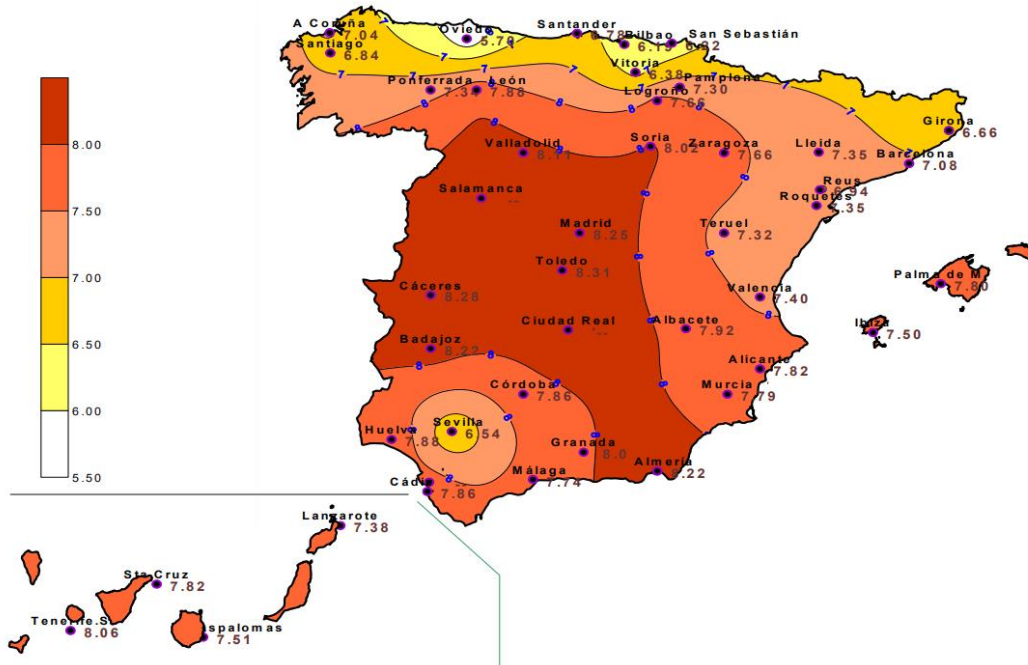


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 19: Irradiación global media diaria en España Junio 2022( kWh/m<sup>2</sup>) ({16})

Se observa que en el mes de Junio de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue en Albacete y Murcia ambas con Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona de Oviedo con 4640 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
JULIO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

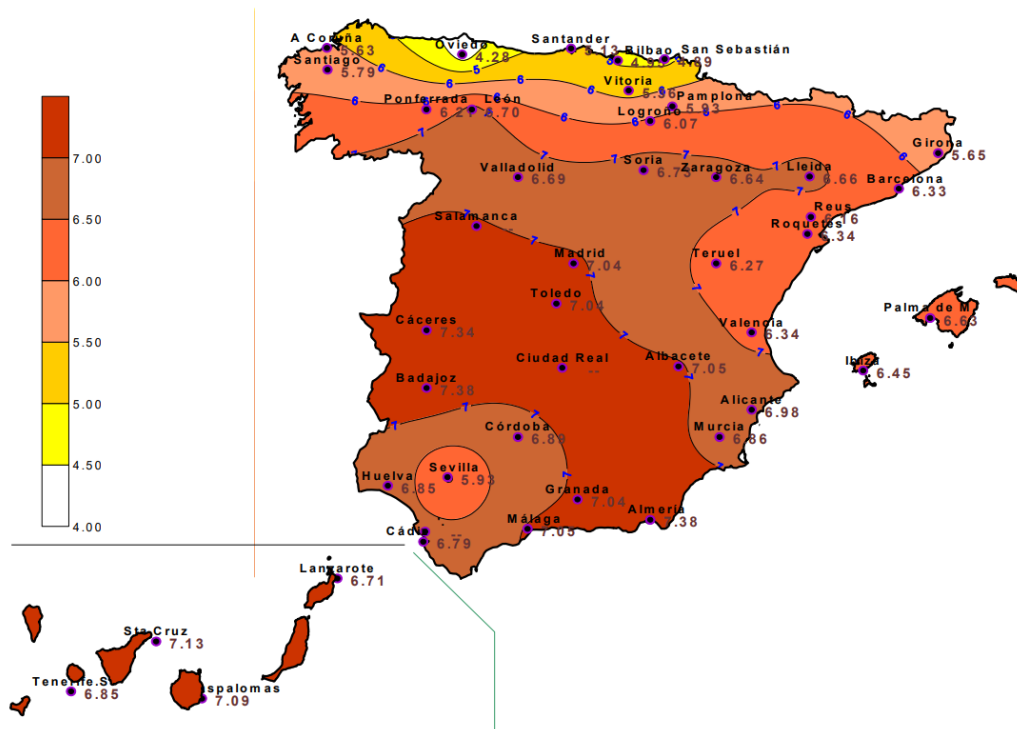


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 20: Irradiación global media diaria en España Julio 2022( kWh/m<sup>2</sup>) ( [17])

Se observa que en el mes de Julio de 2022, la zona de mayor irradiación solar tuvo lugar en Toledo con 8310 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en Oviedo con 5700 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA AGOSTO-2022( kWh/m<sup>2</sup>)



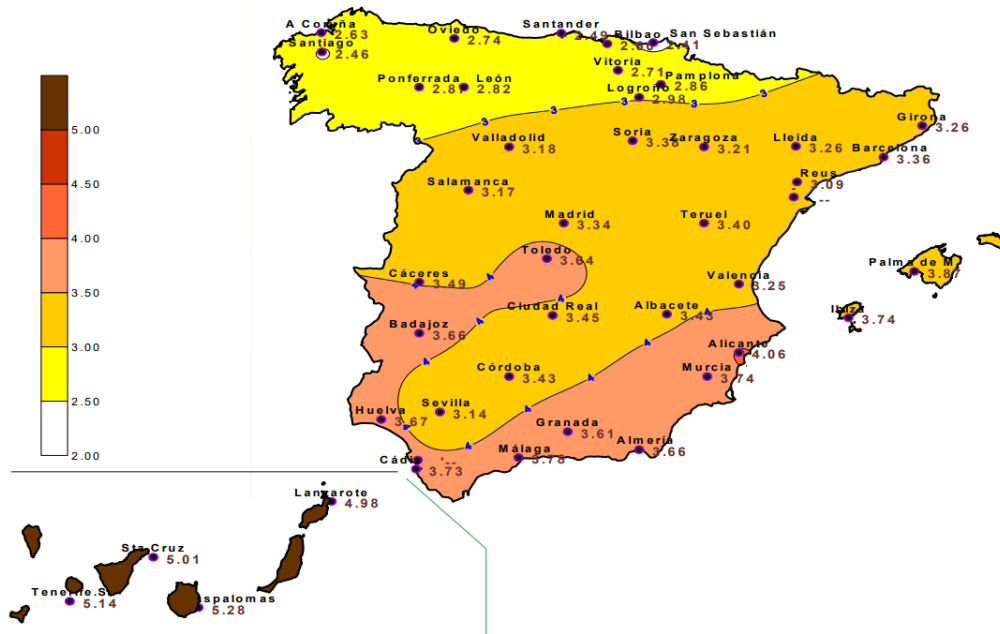
© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 21: Irradiación global media diaria en España Agosto 2022 kWh/m<sup>2</sup>) ( [18])

Se observa que en el mes de Agosto de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue en Badajoz con 7380 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en Oviedo con 4280 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.



DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
OCTUBRE-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

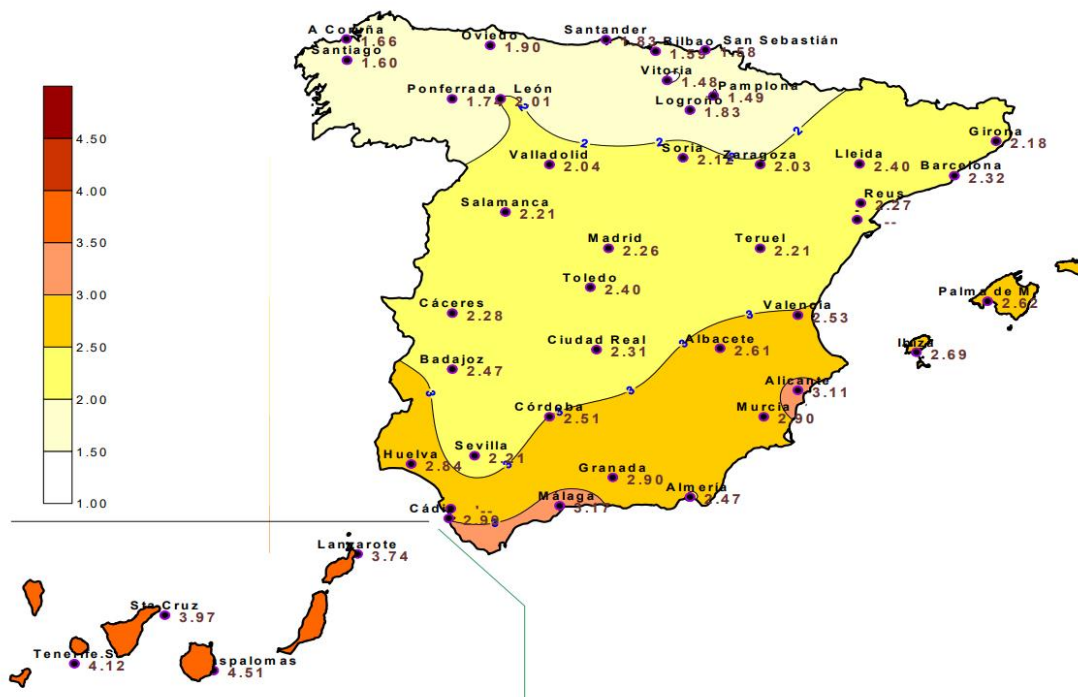


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 23: Irradiación global media diaria en España Octubre 2022 kWh/m<sup>2</sup>) ( [10])

Se observa que en el mes de Octubre de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue una vez más en la zona de Ciudad Real con una irradiancia de 3780 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona del norte con valor mínimo de 2460 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares serían capaces de cargar una batería estándar sin problema.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA  
NOVIEMBRE-2022( kWh/m<sup>2</sup>)

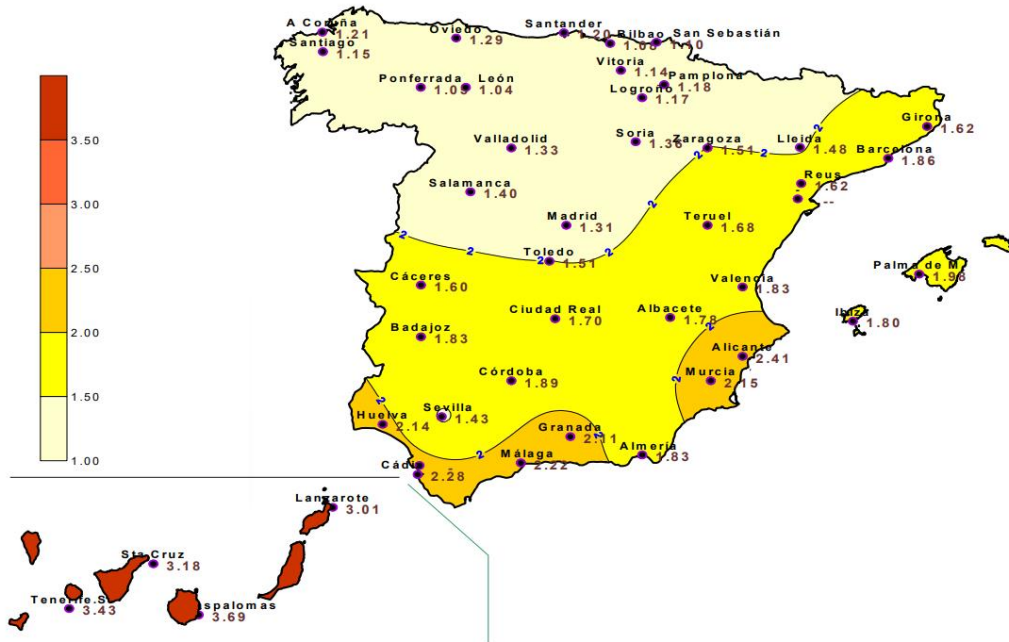


© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 24: Irradiación global media diaria en España Noviembre 2022 kWh/m<sup>2</sup>) ( [9])

Se observa que en el mes de Mayo de 2022, la zona de mayor irradiancia solar fue una vez más en la zona de Ciudad Real con una irradiancia de 3170 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en la zona norte de la península con valor mínimo de 1480 Wh/m<sup>2</sup>. De todos los meses estudiados, este es el primero que podría suponer un problema la poca cantidad de irradiación solar.

DISTRIBUCIÓN DE LA IRRADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA EN ESPAÑA DICIEMBRE-2022( kWh/m<sup>2</sup>)



© Agencia Estatal de Meteorología

Ilustración 25: Irradiación global media diaria en España Diciembre 2022 kWh/m<sup>2</sup>) [8]

Se observa que en el mes de Diciembre de 2022, la zona de mayor irradiación solar fue una vez más en la zona de Alicante con una irradiación de 2410 Wh/m<sup>2</sup> y la menor se dio en León con 1040 Wh/m<sup>2</sup>. Con estas medidas, los paneles solares podrían no tener suficiente energía solar como para cargar una batería estándar.

2.2.1.2 Producción de energía solar por un panel

Para calcular la energía producida por un panel solar, se debe tener en cuenta la potencia nominal de un panel, la cantidad exacta de horas de luz solar directa, y la eficiencia del

sistema <sup>2</sup> (en el proceso de transformación de la electricidad, de continua a alterna, se puede perder un 10% de energía solar).

$$\frac{W \text{ del panel solar } \times \text{ eficiencia del sistema } \times \text{ horas solares}}{1000} = \text{kWh/día}$$

*Ecuación 1: Cálculo de Energía en kWh/día*

### ***2.2.1.3 Coste de la electricidad en España***

El coste de la electricidad en España varía en función de varios factores, incluyendo la tarifa contratada, el momento del día y el proveedor de servicios eléctricos. Las tarifas más comunes son la PVPC (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor) y las tarifas de mercado libre. La tarifa PVPC, regulada por el gobierno, varía cada hora según el mercado mayorista, con un precio medio que oscila entre 0,15 y 0,25 euros por kWh. Las tarifas de mercado libre, ofrecidas por empresas privadas, pueden tener precios fijos que varían entre 0,20 y 0,30 euros por kWh, o precios indexados basados en el mercado mayorista, más un margen comercial fijo.

Además, existen tarifas con discriminación horaria que ofrecen precios diferentes según el momento del día. Durante las horas punta, que suelen ser entre las 10:00 y las 14:00, y entre las 18:00 y las 22:00, los precios pueden ser de 0,25 a 0,30 euros por kWh. En las horas valle, que son entre las 22:00 y las 8:00, y todo el día los fines de semana y festivos, los precios pueden bajar a 0,10 a 0,15 euros por kWh.

A estos costes variables se suman los impuestos y cargos adicionales, como el impuesto de electricidad (aproximadamente el 5,11% del coste total) y el IVA (actualmente reducido al 10%), así como los cargos regulados de distribución y transporte. También hay costes fijos basados en la potencia contratada (medida en kW).

---

<sup>2</sup> La eficiencia de los sistemas: se refiere a la cantidad de energía disponible del sol que se convierte en electricidad, ya que no toda la luz absorbida se convierte en energía eléctrica. La mayoría de

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Para ilustrar el coste de cargar una bicicleta eléctrica con una batería de 500 Wh (0,5 kWh), si se carga una vez al día, el coste mensual sin discriminación horaria, con un precio medio de 0,20 euros/kWh, sería de aproximadamente 3 euros. Sin embargo, cargando en horas valle a 0,12 euros/kWh, el coste mensual sería alrededor de 1,80 euros.

Fuentes como Red Eléctrica de España (REE), la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), y comparadores de tarifas proporcionan información detallada y herramientas útiles para comparar diferentes ofertas y optimizar el consumo eléctrico.

En las siguientes tablas, se muestra el precio por semestres de los años anteriores y el precio por horas medio de la electricidad en España.

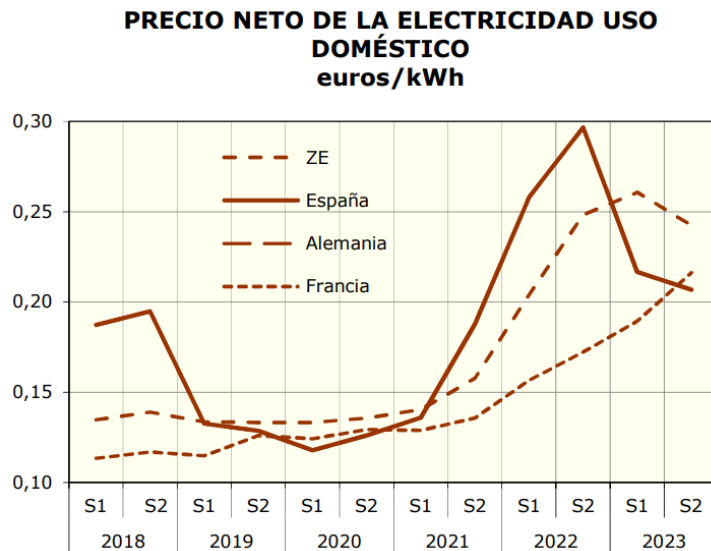


Ilustración 26: precio neto de la electricidad de uso doméstico [8]

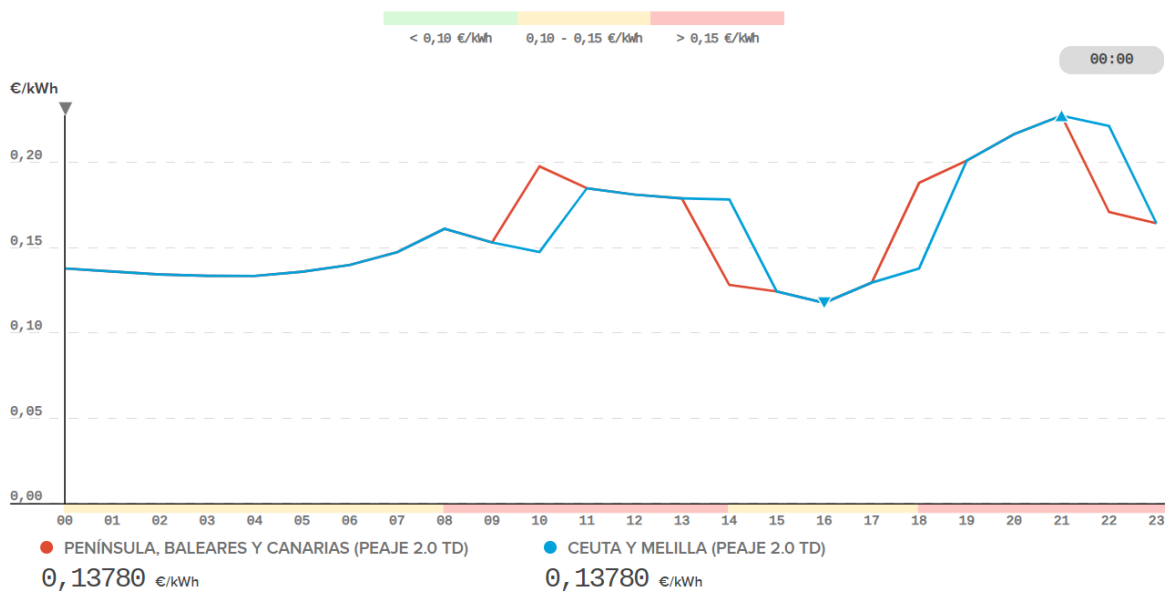


Ilustración 27: Precio de la electricidad con tarifa PVPC por horas [9]

### 2.2.1.4 Baterías solares

Las baterías solares están compuestas de celdas electroquímicas. Se encargan de transformar la energía química almacenada en electricidad. Constan de un electrodo positivo y otro negativo junto con electrolitos; que hacen que la corriente fluya y almacenen energía durante el periodo en el que el sol incide en las placas para poder utilizarse durante la noche, periodos sin sol, o cuando la radiación solar no sea suficiente.

#### 2.2.1.4.1 Batería monoblock

Las baterías monoblock son un tipo de batería recargable diseñada en un solo bloque o carcasa, que alberga varias celdas individuales conectadas en serie o paralelo, según sea necesario para proporcionar la tensión y capacidad requeridas. Están mayoritariamente basadas en plomo-ácido. Estas baterías se utilizan comúnmente en aplicaciones donde se requiere una fuente de energía portátil y compacta, como en sistemas de energía solar, sistemas de respaldo (UPS), vehículos eléctricos, y otras aplicaciones industriales y comerciales.

Son empleadas para instalaciones de autoconsumo de baja y media potencia. Tienen una duración menor, en términos de descarga profunda, y respetando las indicaciones del fabricante podrían durar entre los 4 y 10 años de vida (500-800 ciclos).

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

La estructura monoblock permite una integración de múltiples celdas dentro de una sola carcasa, facilitando la instalación y el mantenimiento. La tensión nominal de una batería monoblock puede variar, comúnmente siendo de 6V, 12V o 24V. La capacidad de estas baterías es entre 100Ah y 250Ah.

#### **2.2.1.4.2 Batería estacionaria**

Las baterías estacionarias son un tipo de batería diseñada para aplicaciones fijas y de largo plazo, donde se requiere una fuente de energía confiable y duradera. A diferencia de las baterías portátiles o monoblock, las baterías estacionarias se utilizan principalmente en sistemas de respaldo y almacenamiento de energía para instalaciones con altos requerimientos de consumo. Su construcción robusta y capacidad de soportar múltiples ciclos de descarga profunda las hace ideales para aplicaciones industriales y comerciales.

Tienen un ciclo de vida extendido, especialmente en términos de ciclos de descarga profunda. Pueden operar eficientemente durante 15 a 20 años o más (1500-3000 ciclos), dependiendo del tipo y el mantenimiento recibido. Generalmente varían entre 100Ah y 3000Ah por célula, típicamente a 2V, 6V o 12V.

#### **2.2.1.4.3 Batería de gel**

Las baterías de gel son un tipo de batería de plomo-ácido recargables y selladas. Cuentan con una tecnología VRLA, es decir, la batería de plomo ácido está regulada por una válvula que permite la recirculación de los gases.

En el caso de las baterías AGM (Absorbent Glass Mat), el electrolito es líquido. Una mezcla de agua destilada y ácido sulfúrico se encuentra en una membrana de fibra de vidrio empapada que está en contacto directo con las placas de plomo de la batería, creando electrólisis.

Para las baterías de GEL, el electrolito está en forma de gel. El ácido se mezcla con un espesante que cambia el estado del electrolito. Esta es la única diferencia con las baterías AGM ya que también tienen una membrana de fibra de vidrio en su interior.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

Esta característica le da a la batería una mayor durabilidad y permite descargas más profundas sin reducir los tiempos de ciclo, así como una mayor resistencia a vibraciones y temperaturas extremas.

La principal característica de esta tecnología es que las baterías de plomo-ácido están reguladas con válvulas de recirculación de gases, lo que hace que no sea necesario rellenarlas con agua destilada, ya que los gases que se puedan generar durante el proceso de electrólisis recirculan y mantienen el electrolito en perfecto estado. La mayoría de estas tienen una vida útil de entre 1000 y 2000 ciclos completos. Su capacidad suele variar entre 50Ah-200Ah.

#### ***2.2.1.5 Instalación solar fotovoltaica aislada***

Una instalación fotovoltaica aislada es un sistema de paneles solares totalmente independiente, que no está conectado a la red de distribución eléctrica y que genera energía.

Para pequeñas instalaciones con una potencia inferior a 10kW, simplemente es necesario presentar una memoria técnica <sup>3</sup>y CIE<sup>4</sup>.

Los componentes de una instalación fotovoltaica aislada son, en primer lugar paneles solares, baterías solares, reguladores de carga, inversores solares y por último cableado y estructura. En la siguiente ilustración se muestra el esquema de una instalación solar fotovoltaica aislada común.

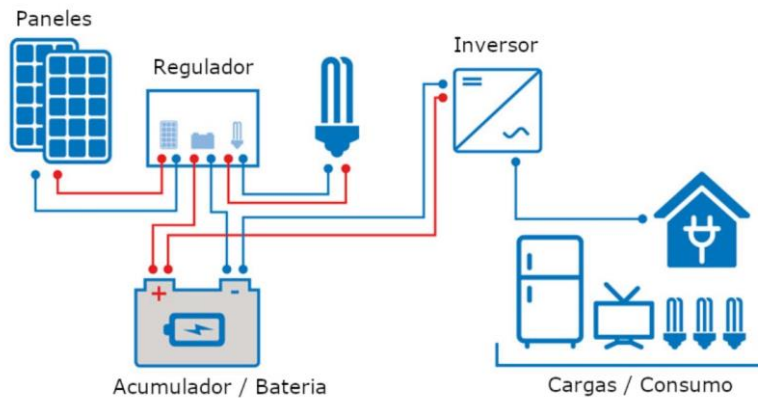
---

<sup>3</sup> Memoria técnica: documento detallado que describe todos los aspectos técnicos y de diseño de una instalación fotovoltaica.

<sup>4</sup> CIE (Certificado de Instalación Eléctrica): es un documento oficial que certifica que la instalación eléctrica ha sido realizada conforme a la normativa vigente y que es segura para su uso.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS



*Ilustración 28: Modelos de instalación solar fotovoltaica aislada[20]*

Los paneles solares, también conocidos como paneles fotovoltaicos, convierten la luz solar en electricidad. El componente principal son las células solares, fabricadas generalmente con materiales semiconductores como el silicio. Cuando la luz solar incide sobre estas células, los electrones en el material semiconductor son excitados y se mueven, generando corriente eléctrica. Este proceso se conoce como el efecto fotovoltaico.

Las baterías solares, ya comentadas anteriormente, son el componente diferenciador en una instalación aislada, ya que permite proporcionar energía durante las horas sin luz solar. Es también, la pieza más costosa de la instalación.

Los reguladores de carga, como su nombre indica, se encargan de proteger la batería del sistema, regulando la corriente y el voltaje que reciben para evitar sobrecargas y descargas profundas. Esto ayuda a prolongar la vida útil de las baterías. Es importante mencionar, que la corriente nominal debe ser mayor o igual a la corriente máxima que los paneles solares pueden producir. Existen dos tipos de reguladores; los PWM (pulse Width Modulation) y MPPT (Maximum Power Point Tracking).

Los PWM modulan el ancho de los pulsos de corriente para mantener la tensión de carga de las baterías. Son más económicos, simples y fiables. Por el contrario, son menos eficientes que los MPPT, especialmente en condiciones de baja irradiancia o temperaturas bajas.

Los MPPT rastrean el punto de máxima potencia de los paneles solares y ajusta continuamente la carga para extraer la máxima energía posible. Cuentan con hasta un 30%

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS*

---

mayor eficiencia que los PWM sobre todo en diversas condiciones de luz y temperatura, pero son más costosos y complejos.

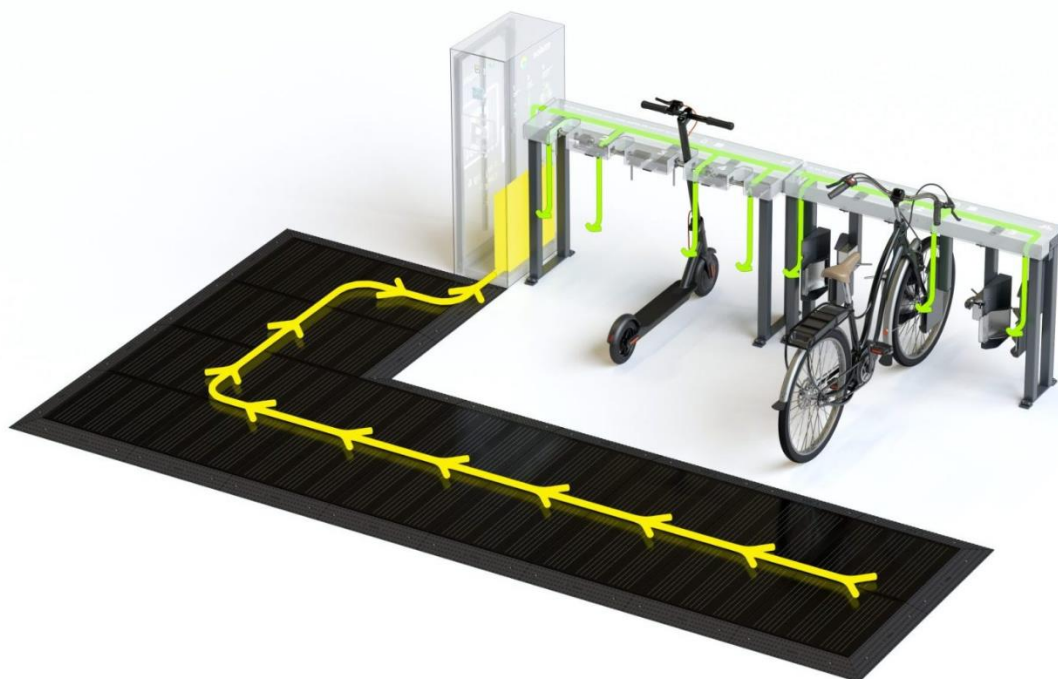
Los inversores solares se encargan de transformar la corriente continua de los paneles solares o de la propia batería en corriente alterna.

Por último, el cableado y estructura es indispensable conectar cada componente mediante cables y posicionar las placas sobre una estructura y orientarla adecuadamente.

## Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

SOLUMPV es una empresa sevillana que ha desarrollado innovadores sistemas de aparcamiento para patinetes y bicicletas, utilizando energía solar fotovoltaica. Su solución ofrece una infraestructura sostenible y eficiente para el estacionamiento y carga de vehículos de micromovilidad en entornos urbanos.

Ha implementado estaciones de aparcamiento que utilizan paneles solares para generar electricidad. Estas estaciones no solo proporcionan un espacio seguro para estacionar patinetes y bicicletas, sino que también permiten la carga de estos vehículos mientras están estacionados. La energía solar captada durante el día se almacena en baterías, asegurando un suministro constante de energía para la carga.



*Ilustración 29: Helios, aparcamiento creado por la empresa SOLUMPV (SOLUMPV)*

MOVUS es una empresa española especializada en la movilidad urbana y ofrece sistemas de aparcamiento seguro para bicicletas, incluyendo soluciones que permiten la carga de bicicletas eléctricas. Su misión es facilitar y promover el uso de medios de transporte sostenibles a través de tecnologías innovadoras y servicios de alta calidad. Sus productos

### *ESTADO DE LA CUESTIÓN*

---

están diseñados para ser fácilmente integrables en el entorno urbano y proporcionar seguridad y conveniencia a los usuarios. Esta empresa no proporciona aparcamiento de bicicletas propiedad del usuario.



*Ilustración 30: MIBISI, estación de bicicletas(MOVUS)*

NextBike es una empresa internacional con presencia en España que ofrece servicios de bicicletas compartidas. Sus estaciones no solo permiten el aparcamiento seguro de bicicletas, sino que en algunos casos también están integrando soluciones de carga para bicicletas eléctricas.

UP AND BIKE es una empresa innovadora dedicada a ofrecer soluciones de aparcamiento seguro y eficiente para bicicletas y patinetes eléctricos mediante su modelo de hangar. Estos hangares de mayor volumen ya tienen puntos de recarga para bicicletas y patinetes eléctricos, utilizando la energía renovable que proviene de paneles solares.

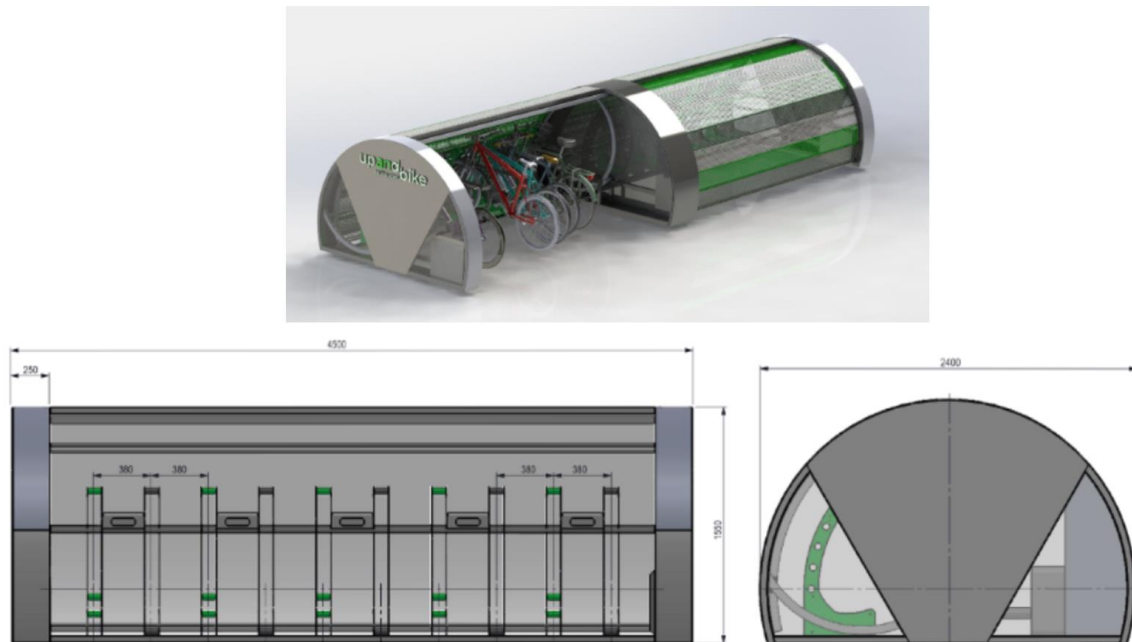


Ilustración 31: UP AND BIKE, modelo hangar de aparcamiento (Up and Bike)

## Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

### 4.1 *DON CICLETO*

#### 4.1.1.1 *¿Quiénes son?*

Don Cicleteo es una empresa fundada en 2015 en el centro de Madrid con el objetivo de abordar los problemas del robo y la falta de aparcamiento seguro que han frenado el avance del ciclismo urbano en las ciudades. Su enfoque se centra en desarrollar una infraestructura inteligente escalable que pueda impactar positivamente en el futuro de las ciudades y las personas que viven en ellas.

El equipo de Don Cicleteo está formado por profesionales excepcionales que combinan el desarrollo de productos digitales y físicos para ofrecer soluciones innovadoras que mejoren la experiencia ciclista. Utilizando tecnología de vanguardia y técnicas de fabricación avanzadas, el equipo de Don Cicleteo da vida a conceptos visionarios con una artesanía inigualable. Su experiencia y logros les han permitido ganarse la confianza de las comunidades ciclistas en todo el mundo.

En reconocimiento a su trabajo, Don Cicleteo ha recibido el Premio Nacional Bicity en España por ser el mejor proyecto en el sector del ciclismo. Este premio destaca su compromiso con la innovación y su contribución al avance del ciclismo urbano en el país.

4.1.1.2 ¿Dónde operan en la península Ibérica?

**DON CICLETO**

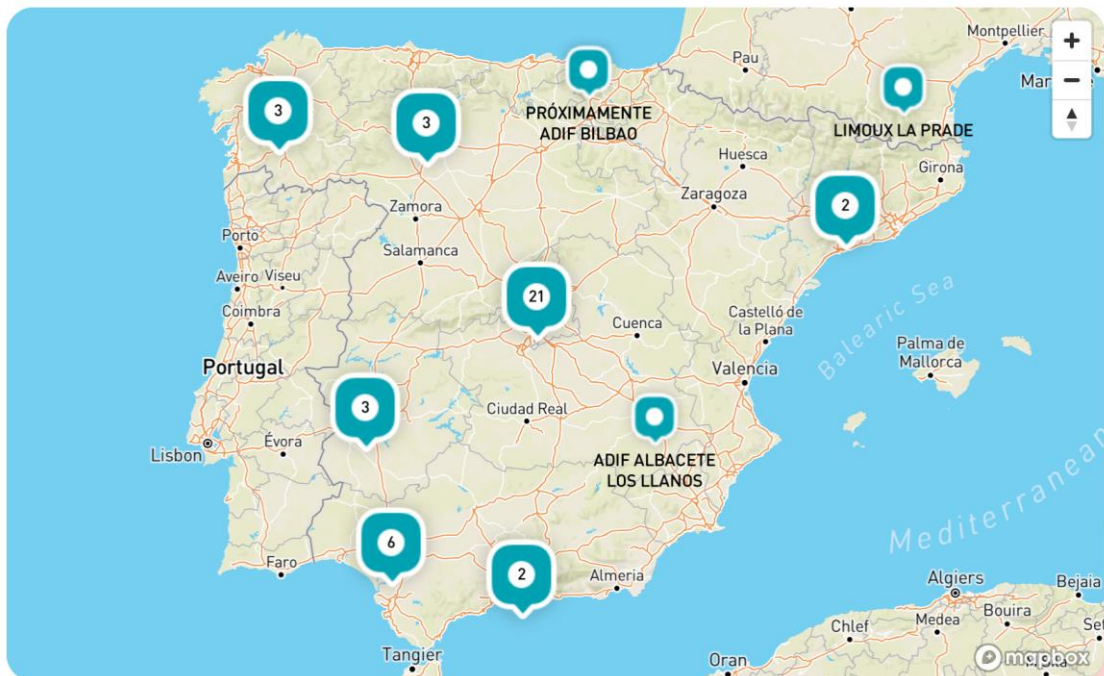


Ilustración 32: Mapa de las localizaciones de aparcamientos Don Ciclete (Don Ciclete)

4.1.1.3 Tipos de aparcamientos

Don Ciclete cuenta con diferentes modelos de aparcamiento tanto para bicicletas como de patinetes. Desde taquillas individuales que permiten dejar otros objetos como cascos, mochilas, etc. además de aparcar la bicicleta sin la necesidad que llevar un candado.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DEFINICIÓN DEL PROYECTO

---



*Ilustración 33: Taquillas individuales (Don Ciclete)*

También cuentan con los mobility cycle hub, pensados para zonas de alta densidad y tránsito como estaciones de tren, aeropuertos o nodos de transporte, en los que se pueden almacenar entre 20 y 500 bicicletas. Esta zona de aparcamiento cuenta también con estaciones de reparación y bomba, cargadores eléctricos, taquillas independientes, cámaras de seguridad (CCTV), alimentación solar, etc. Cada uno de estos aparcamientos es un tanto diferente puesto que se adaptan a las necesidades concretas de cada cliente.



*Ilustración 34: Mobility Cycle Hub(Don Ciclete)*

Así mismo, cuentan con Container Hubs, dichos aparcamientos, están contruidos a partir de contenedores marítimos reciclados con capacidad de hasta 20 bicicletas en doble altura. También cuentan con opciones de alimentación solar, diseños personalizados, taquillas,

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DEFINICIÓN DEL PROYECTO

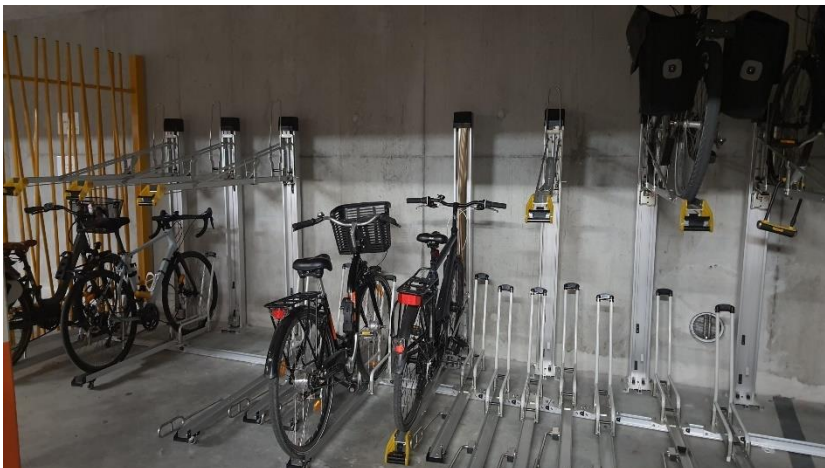
---

recarga eléctrica de vehículos. Cuenta con la ventaja que permite una rápida instalación y reubicación.



*Ilustración 35: Container Hub(Don Cicleteo)*

Además, llevan desde 2015 transformando todo tipo de espacios en aparcamientos para bicicletas y patinetes, cuentan con taquillas, bomba y estaciones de reparación, cámaras de seguridad, puertas batientes o corredera con acceso vía APP, tarjeta o llave física, con aparcamientos de suelo o pared, a doble altura y cargobikes.



*Ilustración 36: Aparcamientos subterráneos (Don Cicleteo)*

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DEFINICIÓN DEL PROYECTO*

---

Cargobikes diseñados especialmente para estacionar bicicletas tipo cargobikes o long tail, de acero galvanizado o aluminio de alta resistencia. Son módulos individuales de cuatro o cinco plazas y con la opción de recarga eléctrica de baterías.



*Ilustración 37: Cargobike (Don Cicleteo)*

Por último, cuentan con un diseño único y desarrollado por Don Cicleteo, denominado Bicihangar Rocket. Cuenta con la capacidad de entre cuatro y seis plazas. Ocupa la mitad de una plaza de coche, por lo que el despliegue y la instalación en cualquier tipo de recinto es sencillo. Además, es autónomo y no requiere de obra civil, con lo que permite una rápida instalación, despliegue y reubicación. Dicho aparcamiento, ha sido premiado internacionalmente por las entidades más prestigiosas del mundo de la bicicleta y la micromobilidad (European Cyclist Federation, Cyclist Industries Europe, EIT Urban Mobility, Red de Ciudades por la bicicleta y Empresas de movilidad sostenible).

El Bicihangar Rocket es una estructura de acero galvanizado y/o aluminio con alta resistencia al vandalismo, las puertas se bloquean mediante cierres electrónicos de alta seguridad con una resistencia total de mínimo 1200Kg y vida útil de 100.000 ciclos. Cuenta con una apertura *effortless* mediante pistones de gas con patas regulables para adaptarse a cualquier terreno.



*Ilustración 38: Bicihangar Rocket (Don Cicleta)*

#### **4.1.1.4 Tecnología**

Don Cicleta cuenta con un software que puede ser integrado en cualquier tipo de aparcamiento para bicicletas, desde soluciones modulares como el bicihangar Rocket o taquillas individuales como las mostradas anteriormente, hasta espacios subterráneos y grandes superficies.

Cuentan con una aplicación con múltiples funcionalidades como el registro y reserva de estacionamiento, comprobación de disponibilidad de plazas en tiempo real en un mapa interactivo, acceso al histórico de uso, pagos mediante pasarela segura y registro de bicicletas. Además, facilita la entrada a los aparcamientos sin necesidad de ningún objeto físico, no hace falta ninguna llave. Desde la aplicación se bloquea y desbloquea los cierres de dichos bicihangares y aparcamientos seguros.

#### **4.1.1.5 Especificaciones técnicas**

##### **4.1.1.5.1 Diseño actual**

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Actualmente el Bichangar es de acero galvanizado y/o aluminio envuelto de aluminio. Tiene un rango de operación de entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $80^{\circ}\text{C}$ . Pesa 270 kg y mide 2,5 metros de ancho, 2 metros de largo y 1,45 metros de alto. Un bichangar Rocket ocupa la mitad de una plaza estándar de aparcamiento.

Se puede observar que en la parte superior cuenta con paneles solares para la recarga eléctrica de vehículos.



Ilustración 39: Bichangar Rocket (Don Cicleteo)

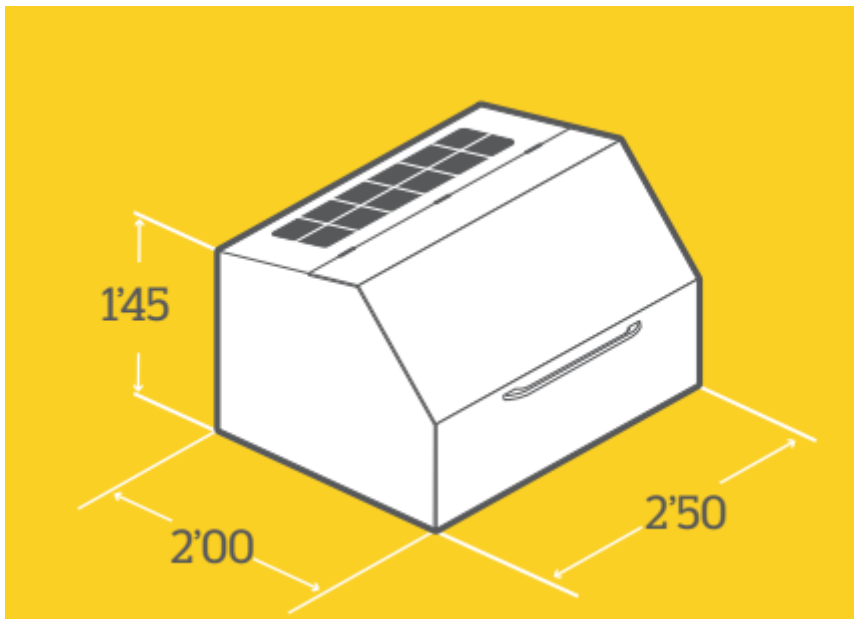


Ilustración 40: Dibujo del diseño actual (Don Cicleteo)

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

4.1.1.5.2 Precio

Don Cicleteo cuenta con un sistema de pago por tramos, es decir, se puede elegir, dependiendo del tiempo que necesite el cliente, diferentes tarifas. Se pueden observar en la siguiente imagen obtenida desde la página web de Don Cicleteo:



Ilustración 41: Tarifas de uso de bicihangar Rocket (Don Cicleteo)

4.2 OBJETIVOS

Los objetivos principales que se abordarán en el proyecto son los siguientes:

- a. Dimensionar un sistema fotovoltaico autónomo para recargar bicicletas eléctricas en aparcamientos tipo Bicihangar.
- b. Adaptar el diseño 3D del Bicihangar para incorporar la funcionalidad de recarga solar.
- c. Optimizar la experiencia del usuario en el uso del sistema de recarga.

## *DEFINICIÓN DEL PROYECTO*

---

- d. Identificar los componentes necesarios para la implementación del sistema.
- e. Estimar el coste total de la incorporación de la funcionalidad de recarga solar al Bicihangar.

### **4.3 METODOLOGÍA**

Para lograr los objetivos, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura técnica y científica relacionada con la recarga de bicicletas eléctricas con energía solar fotovoltaica y el diseño de aparcamientos para bicicletas. Se recopilarán datos relevantes sobre tecnologías disponibles, casos de estudio y mejores prácticas. Muchos de estos datos serán proporcionados por la empresa colaboradora, Don Cicleteo.

Utilizando la información recopilada, se determinarán los requisitos de energía del sistema de recarga de bicicletas eléctricas y se calculará el tamaño óptimo del sistema fotovoltaico necesario para satisfacer estas demandas. Se considerarán factores como la ubicación geográfica, la radiación solar disponible y el consumo energético estimado.

Se realizará un diseño detallado del Bicihangar que incorpore la infraestructura necesaria para la recarga de bicicletas eléctricas con energía solar. Se explorarán diferentes configuraciones y disposiciones para optimizar el espacio disponible y garantizar la accesibilidad y seguridad de los usuarios. Se utilizarán programas como Shapr3D, CAD y Solid Edge. Así mismo, se estimará el costo total de implementación del sistema de recarga solar, teniendo en cuenta los materiales, la mano de obra y otros gastos asociados.

### **4.4 PLANIFICACIÓN**

En primer lugar, tras el estudio de los posibles tipos de baterías y materiales a emplear es necesario realizar un diseño con todos los elementos para la instalación del sistema solar aislado. Para esto, se ha realizado un estudio detallado y criterios de selección para la elección de cada componente del proyecto.

En este caso, para reaprovechar los bicihangares ya puestos en marcha por Don Cicleteo, el diseño será una modificación sobre la estructura base del bicihangar Rocket. Esto permitirá ahorrar costes de fábrica y creación de los bicihangares.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *DEFINICIÓN DEL PROYECTO*

---

A continuación, hay que diseñar el modelo 3D del bicihangar incorporando la batería al modelo antiguo. Se decidirá si el modelo decidido es óptimo y encaja con la funcionalidad del aparcamiento. El siguiente paso sería implementar en la aplicación ya existente de Don Cicleteo la nueva funcionalidad, en la que el usuario será capaz de cargar su bicicleta o patinete eléctrico.

Una vez conseguida esta primera etapa, habría que hacer las primeras pruebas y los primeros prototipos.

## **Capítulo 5. MODELO DESARROLLADO**

### **5.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO**

#### **5.1.1 USABILIDAD**

Desde Don Cicleteo se ha observado un gran problema entre los usuarios que utilizan la bicicleta como método de transporte. Muchos de estos usuarios no tienen la posibilidad de cargar sus bicicletas eléctricas durante el día cuando no se encuentran en sus casas.

Para entender mejor el problema, se han realizado encuestas de valoración a sus usuarios y a posibles nuevos usuarios.

#### **5.1.2 ECONÓMICOS**

Don Cicleteo cuenta con un presupuesto limitado para la posible implementación del sistema de baterías recargables mediante paneles solares en los aparcamientos de bicicletas y patinetes de tipo Bicihangar Rocket.

La empresa, como ya se detallará a continuación, necesitará realizar la inversión con la ayuda de préstamos bancarios y/o subvenciones europeas y españolas.

Don Cicleteo cuenta con 42 bicihangares en la Península Ibérica y todos ellos ya tienen incorporados los paneles solares en su superficie. Por lo tanto, la compra de dichos paneles no forma parte de la inversión necesaria para llevar a cabo dicho proyecto.

##### **5.1.2.1 Posible monetización**

Los usuarios que opten por cargar sus bicicletas eléctricas en el bicihangar deberán abonar una tarifa suplementaria, que estará detallada más adelante. Esta tarifa adicional está destinada a cubrir los gastos de consumo de electricidad en la península ibérica, garantizando así la sostenibilidad económica del servicio y asegurando que se pueda seguir ofreciendo una infraestructura de carga eficiente y accesible para todos los ciclistas de bicicletas eléctricas.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *MODELO DESARROLLADO*

---

Dicha tarifa extra puede expresarse en términos del tiempo en el que el usuario esté utilizando el servicio de carga o bien según los kWh que necesite el usuario para cargar la bicicleta.

Parece lógico pensar que la segunda opción en la que el usuario paga por aquellos kWh consumidos sea la más razonable. Sin embargo, el cliente desea saber el precio del servicio que va a comprar antes de empezar a utilizar dicho servicio, por lo tanto, hasta que el usuario no conectara la bicicleta y/o patinete eléctrico al sistema, no sería posible deducir los kWh necesarios para cumplir con la función. Además, no cumpliría con el Real Decreto Legislativo 1/2007 de 16 de noviembre que exige que los proveedores de servicios proporcionen información clara y transparente a los consumidores sobre el precio y las condiciones del servicio.

Esto requeriría que el usuario pudiera desbloquear la puerta del bicihangar y enchufar su dispositivo antes de empezar a pagar por el servicio y antes de conocer el precio final. Siempre se podría saber una estimación suponiendo que el usuario quisiera cargar completamente la batería de su dispositivo desde la descarga completa; y una vez terminado el servicio, se calcularía la potencia suministrada.

Como se ha mencionado anteriormente, las baterías de las bicicletas eléctricas tienen una capacidad de entre 400-700Wh. Y teniendo en cuenta el precio de la electricidad indicado en la Ilustración 26 y el tiempo empleado para cargar dicha batería, indicado en la Tabla 2, se calcularía el precio final exacto.

Por ejemplo, para un usuario que se conecta al bicihangar con una bicicleta eléctrica desde la aplicación a las 10 de la mañana, haciendo una media del precio euros/kWh del 2023 (entre 0,20 y 0,25 euros/kWh, añadiendo un 10% extra, serían 0,28 euros/kWh), y con el cargador del tipo seleccionado que tarda en cargar una batería completa entre 2,5 y 5,4 horas. El importe extra máximo que se le cobraría al usuario sería 1,52 euros sin IVA.

La otra opción, más sencilla, sería añadir unas tarifas por tiempo de uso de carga predefinido por el usuario. Sería simplemente añadir un cargo extra por cada hora de carga del dispositivo.

### 5.1.3 TÉCNICOS

#### 5.1.3.1 Dimensionamiento

El territorio objetivo del proyecto se concentra en la Península Ibérica. Don Cicleteo cuenta con 42 bicihangares Rocket distribuidos por las diferentes comunidades autónomas. El objetivo es implementar el sistema de baterías en cada uno de sus aparcamientos.

#### 5.1.3.2 Número de plazas

El objetivo principal es conseguir al menos dos recargas diarias en toda la península ibérica- Para los bicihangares con 4 plazas sería interesante implementar al menos una plaza con capacidad de recarga eléctrica de bicicletas y en los bicihangares de 6 plazas, conseguir al menos dos plazas con capacidad de carga.

En un futuro, si el nivel de carga y la información obtenida por los usuarios indican que la tecnología funciona correctamente, se estudiaría la posibilidad de aumentar las plazas con recarga eléctrica.

#### 5.1.3.3 Estimación de Componentes necesarios

Para conocer el consumo diario mínimo requerido, ya se ha mencionado que una bicicleta eléctrica tiene una batería de entre 400-700Wh. (escogemos la media, 550Wh para asegurar un margen de eficiencia). Se supone la recarga mínima de dos bicicletas diarias, por o tanto el consumo diario del bicihangar sería de:

$$\text{Consumo diario} = 2 \text{ bicicletas} \times \frac{550\text{Wh}}{\text{bicicleta}} = 1100\text{Wh}$$

*Ecuación 2: Cálculo del consumo diario de cada bicihangar*

Por otro lado, la energía generada diaria por los paneles de Don Cicleteo de 250Wp, contando con una media de 5,20 horas solares diarias:

$$\text{Energía diaria generada} = 250\text{Wp} \times 5,20 \text{ h} = 1300\text{Wh}$$

*Ecuación 3: energía diaria generada por el panel*

Por lo tanto, obtenemos energía suficiente como para cargar las baterías de las bicicletas eléctricas con el sistema que se ha diseñado.

#### ***5.1.3.4 Instalación de energía renovable solar fotovoltaica aislada***

Lo más importante de este proyecto es mantener el diseño compacto, un bicihangar ocupa la mitad de una plaza de aparcamiento, el diseño de fácil movilidad y reubicación por las ciudades y, sobre todo, no requiere de obra civil. Por esto, es necesario instalar un sistema de energía renovable aislado que no esté conectado a la red.

Además, no será necesario conectarse a la red eléctrica para obtener energía, puesto que, con los paneles solares y la batería solar, se conseguirá sin problema, la recarga de al menos dos bicicletas.

Se pueden observar los niveles de irradiación en el apartado Energía solar en la Península Ibérica.

Para la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica aislada se necesita, como ya se ha explicado en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el panel solar, el regulador de carga, los inversores solares, las baterías solares y el cableado con la estructura.

Para seleccionar cada componente es importante saber, que la instalación fotovoltaica necesita generar al menos 1100Wh diarios, puesto que necesitamos cargar al menos dos baterías de bicicletas (de entre 400-700Wh).

En primer lugar, se comprobará que los paneles solares ya instalados en los bicihangares de 200-250W y 24V, no están dañados y funcionan en condiciones normales de uso.

En cuanto a los inversores de carga, para una placa solar de 24 V, el regulador solar ideal es el regulador de carga de 24 V. El inversor de onda senoidal pura es el más recomendado porque produce un corriente alterna de alta calidad, similar a la suministrada por la red eléctrica. Estos inversores son los más frecuentes en las instalaciones solares de pequeña y mediana potencia. Se elegirá un inversor, en lugar de un microinversor, puesto que, para esta instalación, sólo se requiere un panel solar, además son más económicos y se ajusta mejor al presupuesto. Se necesitará una potencia de salida de 300W aproximadamente. El precio medio de estos inversores varía entre los 80 y 245 euros.

A continuación, se muestra una tabla comparativa con los modelos líderes en el sector:

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**
**MODELO DESARROLLADO**

Marca/Modelo	Voltaje de entrada	Potencia de Salida	Eficiencia	Forma de Onda	Funciones especiales	Precio
<b>Victron Energy Phoenix 24/375</b>	24V	375W	89-94%	Onda senoidal Pura	Bluetooth opcional, control remoto	120-160€
<b>Morningstar Sure Sine 300</b>	24V	300W	90-92%	Onda senoidal Pura	Alta eficiencia, bajo auto-consumo	250-300€
<b>Renogy 300W Inverter</b>	24V	300W	90%	Onda senoidal Pura	Protección contra sobrecarga y cortocircuito	100-150€
<b>Samlex America PST-300-24</b>	24V	300W	90%	Onda senoidal Pura	Alta calidad, diseño compacto	250-300€
<b>Epever Ipower-Plus 300</b>	24V	300W	88-90%	Onda senoidal Modificada	Protección completa	80-120€

Tabla 3: Comparativa de los modelos líderes en el mercado español de inversores ([21]; creación: propia)

En primer lugar, descartamos el Epever Ipower-Plus, puesto que presenta una onda senoidal modificada que puede no ser compatible con algún dispositivo sensible de la instalación. Dado que el resto presentan prácticamente las mismas características, descartaremos el Morningstar SureSine 300 y el Samlex America PST-300-24 para ajustar lo mejor posible el presupuesto. Finalmente, se elegirá el Victron Energy Phoenix 24/375 puesto que presenta una potencia de salida de 375W, cubriendo las necesidades de la instalación y con un margen adicional para picos de potencia. En el *ANEXO II* se adjunta la ficha técnica del mismo.

En cuanto a los reguladores de carga, para esta instalación, el tipo de regulador MPPT sería el ideal debido a su mayor eficiencia y mejor rendimiento. La capacidad del regulador de carga debe ser compatible con la corriente máxima generada por los paneles solares. Para 300W y un sistema de 24V, la corriente máxima ( $I = P/V$ ) sería aproximadamente 12,5A. Es recomendable tener un margen adicional. Con estas características, el precio medio de estos reguladores varía entre los 100-700 euros, en las principales tiendas españolas de sistemas fotovoltaicos.

En la siguiente tabla, se muestra una comparación entre los reguladores de carga líderes en el mercado:

Marca/Modelo	Tipo	Voltaje	Corriente máxima	Eficiencia	Funciones especiales	Precio
<b>Victron Energy SmartSolar</b>	MPPT	12/24/48V	20-100A	>98%	Bluetooth integrado, monitorización remota	150-600€

MODELO DESARROLLADO

<b>Outback Power FLEXmax 80</b>	MPPT	12/24/36/48/60V	80A	98%	Algoritmo de seguimiento avanzado, pantalla LCD	500-700€
<b>Morningstar TriStar MPPT 60</b>	MPPT	12/24/48V	60A	99%	Ethernet integrado, compatibilidad con MODBUS	500-700€
<b>Steca Solarix MPPT 2010</b>	MPPT	12/24V	20A	>97%	Pantalla LCD, fácil configuración	150-250€
<b>Epever Tracer AN</b>	MPPT	12/24/48V	10-60A	>98%	monitorización remota, pantalla LCD opcional	100-400€

Tabla 4: Comparativa de los reguladores de carga de tipo MPPT líderes en el mercado([21];creación: propia)

Teniendo en cuenta que todos los modelos de reguladores tienen una eficiencia superior al 97%, se descartarán en primer lugar el Outback Power FLEXmax 80 y el Morningstar TriStar MPPT 60, puesto que el precio es muy superior, y las funciones especiales que presentan no son necesarias para nuestro sistema, son costes innecesarios. Descartaremos también el Epever Tracer AN, puesto que, aunque tiene opciones adecuadas de amperaje, requiere módulos adicionales para la monitorización remota del sistema. Por último, descartamos el Steca Solarix MPPT 2010, ya que tampoco presenta opciones de monitorización remota. Se escoge finalmente el Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 que tiene un coste final de 73 euros en oferta. La ficha técnica del producto se adjunta en el Anexo III.

Para elegir una batería adecuada, es importante considerar varios factores como la capacidad de almacenamiento, la profundidad de descarga (DoD), el tipo de batería y la durabilidad. Para asegurar la longevidad de la batería, se recomienda no descargarla completamente. Según los líderes del mercado español en sistemas fotovoltaicos y los modelos más vendidos y líderes en el sector, aquí se muestra una comparativa de estas:

Baterías Monoblock: Modelos: Trojan T-105, Rolls 6V 290Ah, Victron Energy 12V 220Ah AGM

Marca/Modelo	Capacidad	Ciclos de vida	Mantenimiento	Eficiencia	profundidad de descarga (DoD)	Coste por unidad	Coste total
<b>Troja T-105</b>	225Ah a 6V (x4)	1200	requiere añadir agua	media	50%	150-200€	600-800€
<b>Trolls 6V 290Ah</b>	290Ah a 6V (x4)	1500	bajo, ocasional	alta	50%	400-450€	1600-1800€

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### MODELO DESARROLLADO

<b>Victron Energy 12V 220Ah AGM</b>	220Ah a 12V (x2)	800	libre de mantenimiento	media-alta	50%	450-500€	900-1000€
-------------------------------------	------------------	-----	------------------------	------------	-----	----------	-----------

Tabla 5: Comparación de baterías monoblock ([21]; creación: propia)

Baterías Estacionarias: Modelos: Rolls Surrette S6 L16-HC, Hoppecke 5 OPzS 250, Trojan IND29-4V

Marca/Modelo	Capacidad	Ciclos de vida	Mantenimiento	Eficiencia	profundidad de descarga (DoD)	Coste por unidad	Coste total
<b>Rolls Surrette 56 L16-HC</b>	445Ah a 6V (x4)	1500+	bajo, ocasional	alta	50%	400-500€	1600-2000€
<b>Hoppecke 5 OpzS 250</b>	250Ah a 2V (x12)	3000	bajo	muy alta	50%	200-250€	2400-3000€
<b>Trojan IND29-4V</b>	1110Ah a 4V (x6)	1500	bajo	alta	50%	500-700€	3000-4200€

Tabla 6: Comparación baterías estacionarias ([21]; creación: propia)

Baterías de Gel: Modelos: Victron Energy GEL 12V 220Ah, Trojan 12V 150Ah GEL, Exide 12V 180Ah GEL

Marca/Modelo	Capacidad	Ciclos de vida	Mantenimiento	Eficiencia	profundidad de descarga (DoD)	Coste por unidad	Coste total
<b>Victron Energy -gel 12V 220Ah</b>	220Ah a 12V (x2)	1800	prácticamente libre	alta	50%	450-550€	900-110€
<b>Trojan 12V 150Ah GEL</b>	150Ah a 12V (x2)	1500	Libre de mantenimiento	alta	50%	400-500€	800-1000€
<b>Exide 12V 180Ah GEL</b>	180 Ah a 12V (x2)	1200	Libre de mantenimiento	alta	50%	450-550€	900-1100€

Tabla 7: Comparación de baterías de gel ([21]; creación: propia)

Baterías de Litio: Modelos: Pylontech US2000B Plus, LG Chem RESU 3.3, BYD B-Box 2.5

Marca/Modelo	Capacidad	Ciclos de vida	Mantenimiento	Eficiencia	profundidad de descarga (DoD)	Coste por unidad	Coste total
<b>Pulontech UP2500</b>	24V / 2.8kWh	>6000	Bajo	95-98%	80%	1000-1200€	1000-1200€
<b>Rolls S24-100LFP</b>	24V / 2.56kWh	>2000	Bajo	95-98%	100%	1500-1800€	1500-1800€
<b>LG Chem RESU</b>	24 V (o 48V) / 3.3 kWh	>6000	Bajo	95-98%	80%	2000-2500€	2000-2500€

Tabla 8: Comparación de baterías de litio ([21]; creación: propia)

Para una instalación solar fotovoltaica que genere 1100Wh de energía diaria con un sistema de 24V, las baterías de litio son recomendadas por su alta eficiencia, gran cantidad de ciclos de vida y bajo mantenimiento, aunque son más costosas inicialmente. Las baterías de gel ofrecen una buena combinación de durabilidad y bajo mantenimiento, siendo una opción intermedia en términos de costo y rendimiento. Las baterías monoblock, son más económicas, pero requieren mantenimiento y tienen una vida útil y eficiencia inferiores.

Tras analizar las ventajas y desventajas de los tipos de baterías, se descarta en primer lugar las baterías monoblock y las baterías estacionarias, puesto que no se cuenta con el espacio suficiente como para almacenar entre 4 y 6 baterías de este tipo.

Finalmente, se elegirá la batería de litio, ya que, aunque sean algo más costosas que las de gel, presentan mayor profundidad de descarga y eficiencia, prácticamente de la unidad.

Finalmente se elegirá el modelo Pylontech UP2500 ya que es la más barata de estas y con un ciclo de vida muy elevado. Ficha técnica de la batería adjuntada en el ANEXO IV.

Pr último, la estructura de la instalación será el propio bicihangar, por lo que no supondrá un coste extra. Se modificará el interior del recinto para anclar los dispositivos mencionados.

### **5.1.3.5 Tipo de cargador**

En cuanto al tipo de cargador que se utilizará, se deberá elegir entre tres posibles opciones, ya que no existe un cargador completamente universal para todas las bicicletas eléctricas que hay en el mercado. De todos modos, hay soluciones viables como cargadores multi-voltaje, adaptadores de conectores o estaciones de carga universales.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### MODELO DESARROLLADO

La empresa canadiense Grin Technologies ofrece un cargador ajustable, que puede configurarse para cargar diferentes baterías con diversos voltajes y corrientes. Es el Cycle Satiator Universalladegerät 12 bis 50,4 V. Además, es un cargador universal de alto rendimiento y es adecuado para todas las químicas celulares habituales: Baterías Li-Ion, LiFePO4, NiMH, NiCd o plomo. Contiene una pantalla OLED en la que se puede ver la información de amperios, horas de carga, voltaje, corriente de carga y temperatura del cargador. El precio de este cargador varía entre los 325\$-379\$ en la página oficial de Grin Technologies, con envío a todo el mundo (las especificaciones del modelo se adjuntan en el ANEXO V). A este cargador, habría que añadirle un adaptador de XLR a un Rosenberger, siendo así compatible con la mayoría de las bicicletas eléctricas, que cuesta alrededor de 40\$.

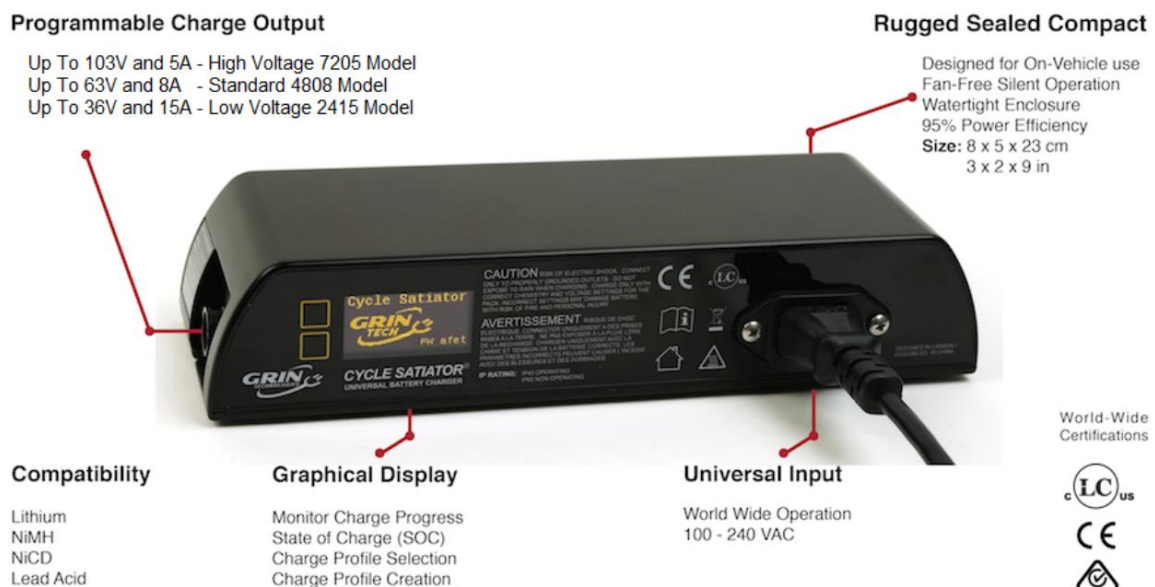


Ilustración 42: Cargador "universal" para baterías de bicicletas eléctricas Cycle Satiator [21]



*Ilustración 43: Adaptador de XLR a Rosenberger [21]*

Por último, para poder conectar el cargador a la batería de la bicicleta del usuario se barajan dos opciones diferentes.

La primera de ellas implica una mayor inversión por parte de la empresa. Esta opción consiste en adquirir los cables compatibles con las diferentes bicicletas del mercado. Se pueden encontrar hasta 34 cables diferentes para todos los tipos de bicicletas que existen en el mercado. Por este motivo, sería de gran dificultad poder tener acceso a todos los tipos de cargadores en cada aparcamiento de tipo bicihangar.

Por eso, sería necesario hacer un trabajo previo de investigación sobre los usuarios de Don Cicleteo y de sus posibles usuarios con bicicletas eléctricas. En este estudio, se conocería en cada población, qué tipos de bicicletas (entre 4 y 5) y cargadores son los más utilizados para poder obtener dichos cables.

Una vez conseguido el adaptador Rosenberger, simplemente habría que comprar cables compatibles con este. En el mercado europeo, ya existen varias empresas que venden al público cables con entrada Rosenberger para todos estos tipos de bicicletas eléctricas. Una de ellas Bike-Energy, nos muestra todas estas posibilidades a un precio de 60 euros el cable. (Catálogo añadido al ANEXO VI).

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *MODELO DESARROLLADO*

---

Si se opta por esta opción, se podría negociar con la empresa un descuento por la compra al por mayor de dichos cables.

Por otro lado, existiría la opción colaborar con dicha empresa. Esta empresa, ya cuenta con colaboraciones con diferentes empresas en diferentes países como Alemania, Francia, Suiza, Noruega, Estados Unidos, Canadá, etc. De esta manera, la empresa colaboradora se daría a conocer en España, lo que supondría una gran ventaja para esta compañía y así, Don Cicleteo no tendría que embolsar el dinero de la compra de los cables para cada tipo de bicicleta. Bike-Energy, en los aparcamientos de bicicletas ya tiene la posibilidad de que el usuario tome prestado el cable cargador para su tipo de bicicleta y se deposite de nuevo en la taquilla tras su uso.

Para evitar el robo de dichos cargadores, en las dos propuestas anteriores, haría que instalar unos sensores que detecten si el usuario ha devuelto el cable al finalizar su carga. Si el usuario no devolviera el cable, se le cobraría, desde la aplicación el importe total del cable utilizado, para poder reemplazarlo.

La última opción, sería que cada usuario trajese consigo su propio cargador y simplemente enchufase el cable a la batería.

#### ***5.1.3.6 Sistema de bloqueo***

Siguiendo con el modelo sencillo, y seguro que ya proporciona el Bicihangar Rocket, el sistema de bloqueo de las bicicletas permanecerá sin cambios. Añadir algún tipo de sistema como utilizan otras empresas de aparcamientos de bicicletas suponen un daño para las bicicletas, ya que rayan y deterioran el cuadro de esta.

En un futuro, si se realizan avances en los materiales no invasivos, se podría estudiar la posibilidad de añadir un candado electrónico, que se controle desde la aplicación y que mantenga las bicicletas intactas.

## **5.2 DISEÑO**

### **5.2.1 TIPO DE RECARGA**

Como ya se ha visto reflejado en el proyecto, el tipo de recarga que poseerá el bicihangar es mediante energía solar fotovoltaica. El panel estará anclado al bicihangar, en la parte superior.

El resto de la instalación del sistema estará metido por dentro del bicihangar, protegido de los usuarios, por golpes y robos será mediante una caja del mismo material que el bicihangar, ya bien de acero galvanizado o de aluminio. Esta caja se situará en uno de los dos extremos del bicihangar. Se Atornillará dicha caja al bicihangar y se le colocarán unos topones de embellecimiento a los tornillos, para poder acceder a los equipos que habrá en su interior.

Estará también acoplado a este el cargador de las bicicletas con el adaptador de XLR a entrada Rosenberger. Este cable tendrá una apertura en la caja de diámetro de 20 mm para poder acceder a él desde el exterior de la caja.

Además, se situará otra caja al lado de la anterior que funcionará a modo de taquilla, en la que se depositarán los cables cargadores específicos.

### **5.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RECARGA**

El diseño del sistema de recarga, como ya se ha mencionado, se encuentra todo en un cajetín dentro del bicihangar.

La batería solar tiene unas dimensiones 120 mm x44 mm 2x420 mm. El inversor es de 86 mm x 165 mm x 260 mm. El regulador mide 40mm x 113mm x 100 mm. El controlador Cycle Satiator mide 237mm x 78mm x 48mm.

MODELO DESARROLLADO

---

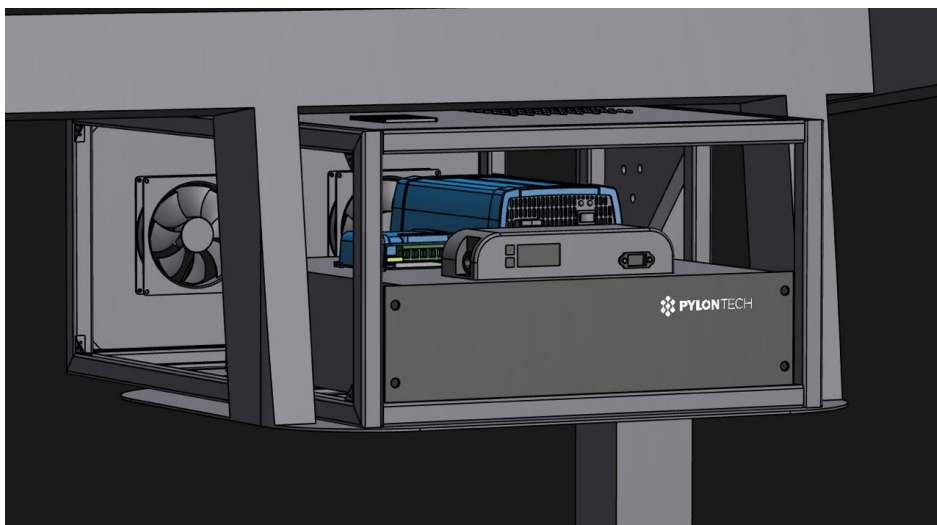


Ilustración 44: Imagen 3D del diseño

Además, la caja contiene dos ranuras de ventilación para controlar la temperatura de los sistemas. Se pueden observar en la siguiente ilustración:

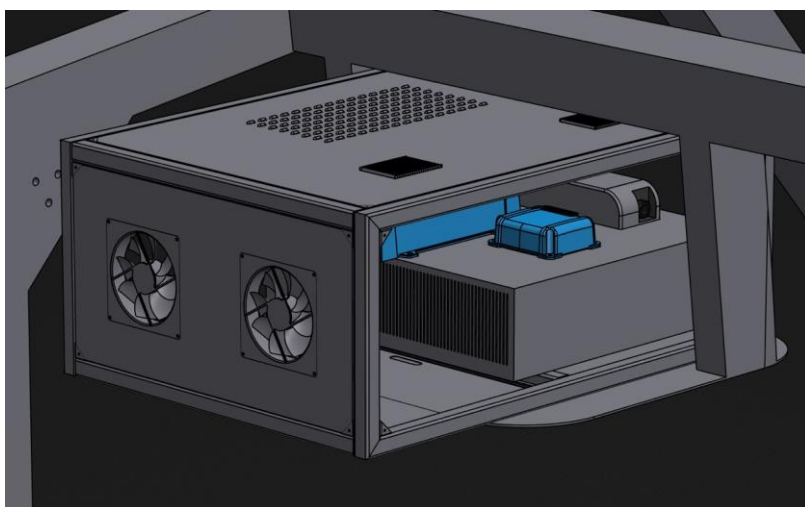
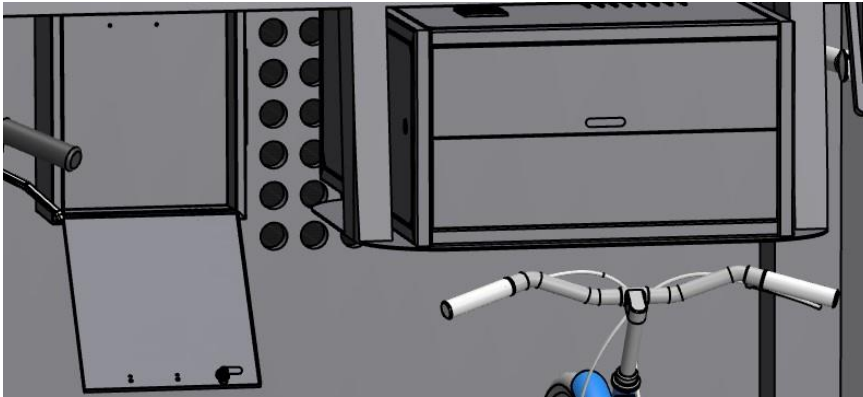


Ilustración 45: imagen 3D de la parte trasera del sistema

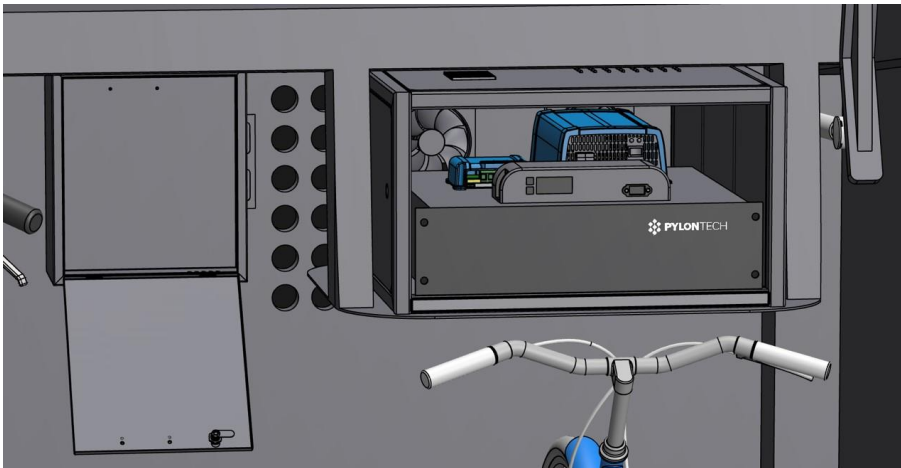
## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### MODELO DESARROLLADO

---

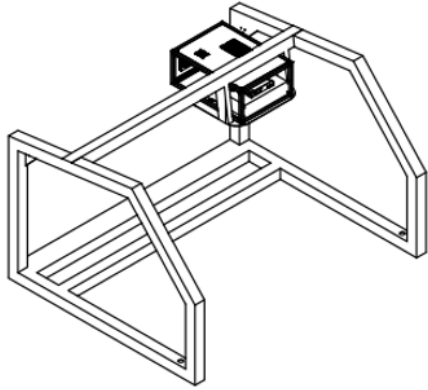
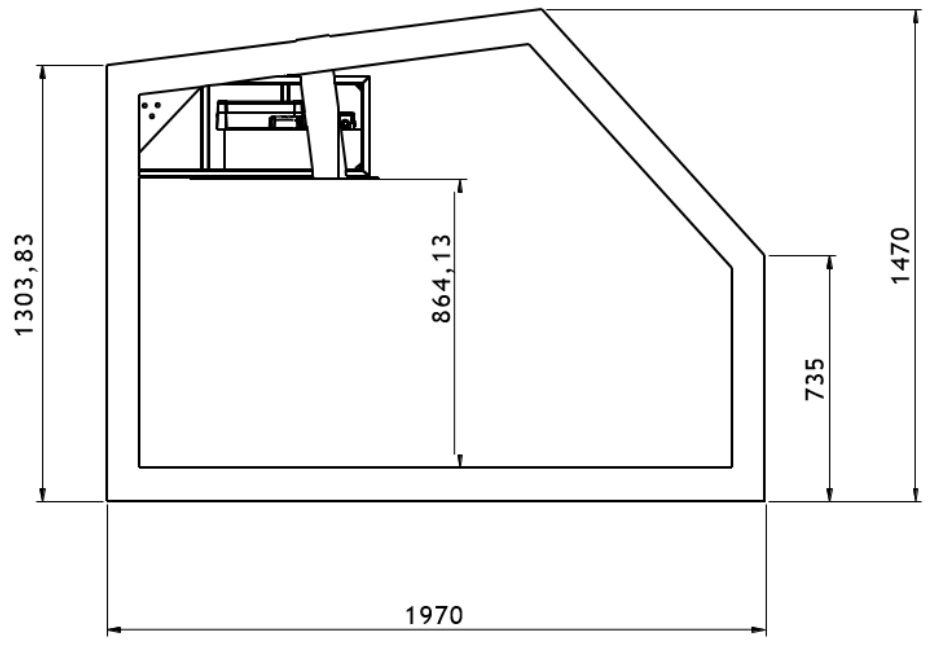
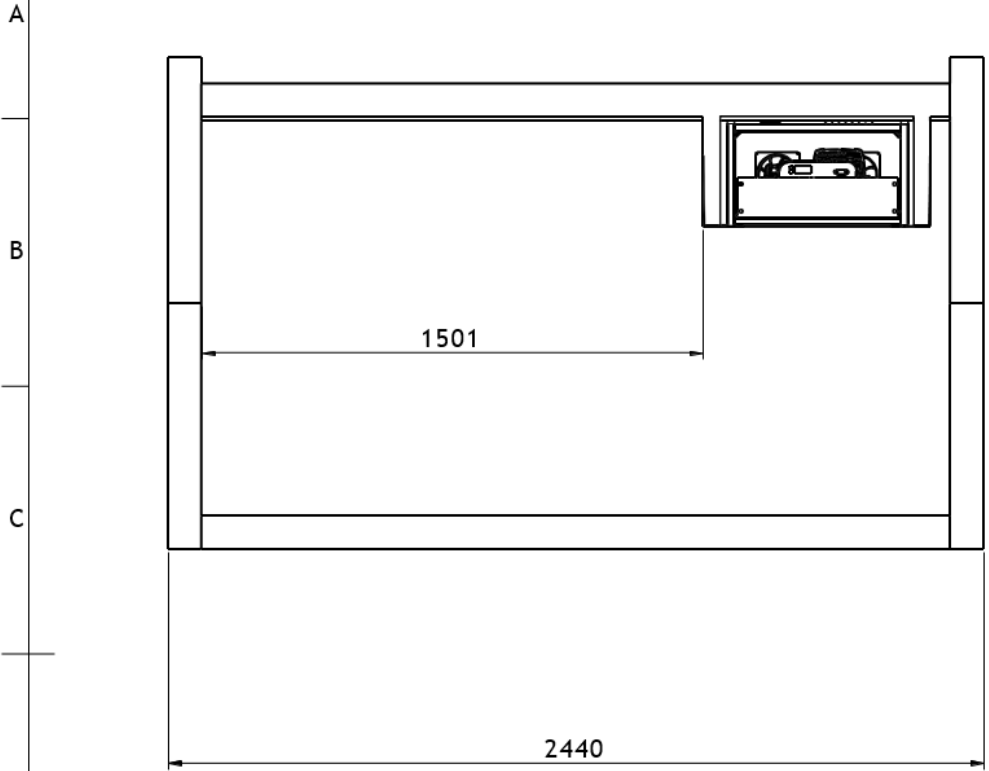


*Ilustración 46: imagen 3D del cajetín cerrado junto con la taquilla para los cables*



*Ilustración 47: imagen 3D del sistema junto con la taquilla*

El plano del bicihangar se muestra en la siguiente página:



SCALE 1:32

MATERIAL			
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	
DIBUJADO	CELIA PÉREZ DE ZABALZA		
COMPROBADO	PÉREZ-BEATO		
ESCALA:	FIRMA		
1:16			
			Nº DE LAMINA:
			1/1

1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F

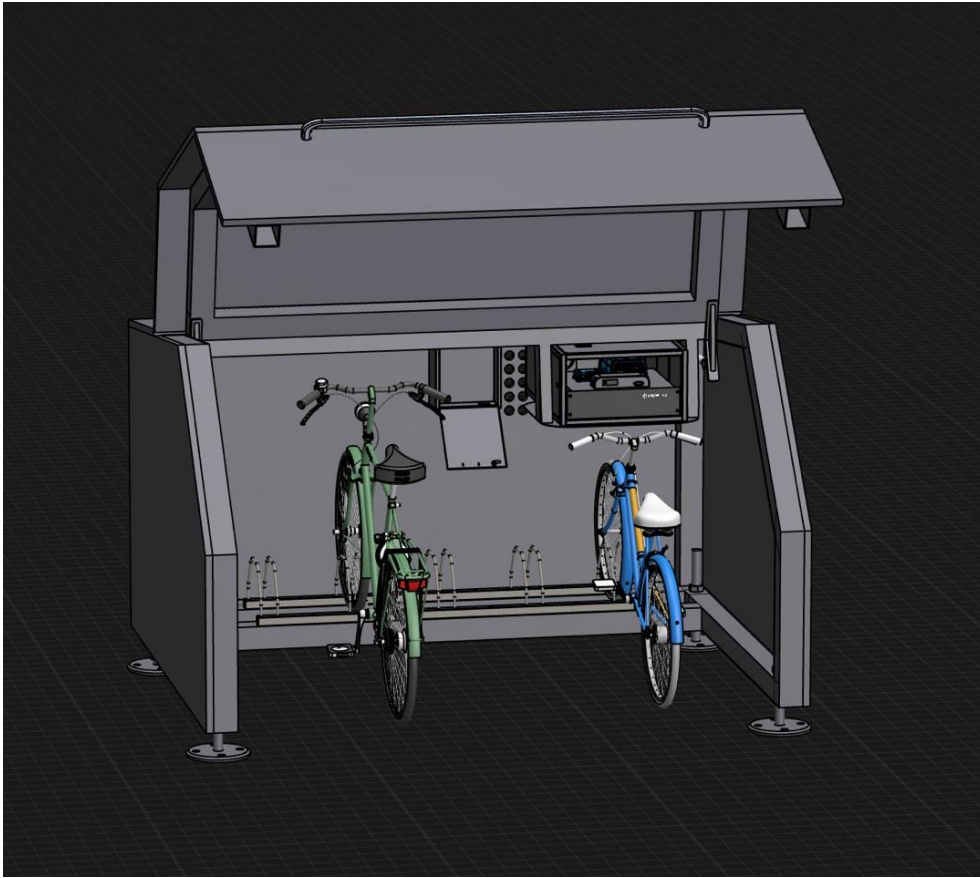
A  
B  
C  
D  
E  
F

### **5.2.3 DISEÑO 3D**

Gran parte del trabajo del TFG se ha basado en hacer el diseño 3D desde el principio del bicihangar, mediante Shapr3D. En el diseño, hay ciertos componentes que han sido obtenidos de la base de datos de CAD, realizados por otros usuarios, como el panel solar, ambas bicicletas, las bisagras, el cilindro de gas para el mecanismo de la puerta, la taquilla interior para los cables, el cajetín donde se introducen los componentes, los manillares y el porta bicicletas en forma de “u” invertida (ANEXO VII:)

En las siguientes ilustraciones del diseño 3D, se puede observar todas las vistas diferentes del bicihangar. En primer lugar las imágenes del bicihangar con todos sus elementos, estructura, el propio portabicicletas, la taquilla, el cajetín con el sistema eléctrico, la puerta, el panel solar y los soportes.

En la Ilustración 46, además se puede observar las aperturas realizadas en el bicihangar para controlar la temperatura del interior del bicihangar y de los sistemas.



*Ilustración 48: Diseño 3D del bicihangar*

MODELO DESARROLLADO

---

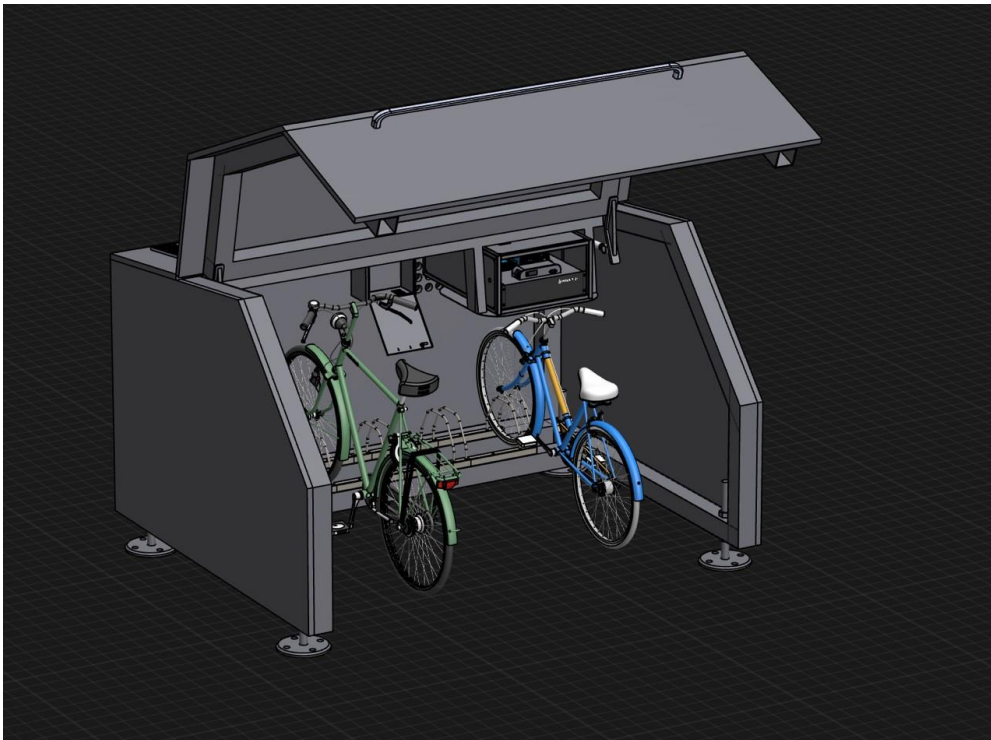


Ilustración 49: imagen 3D del modelo

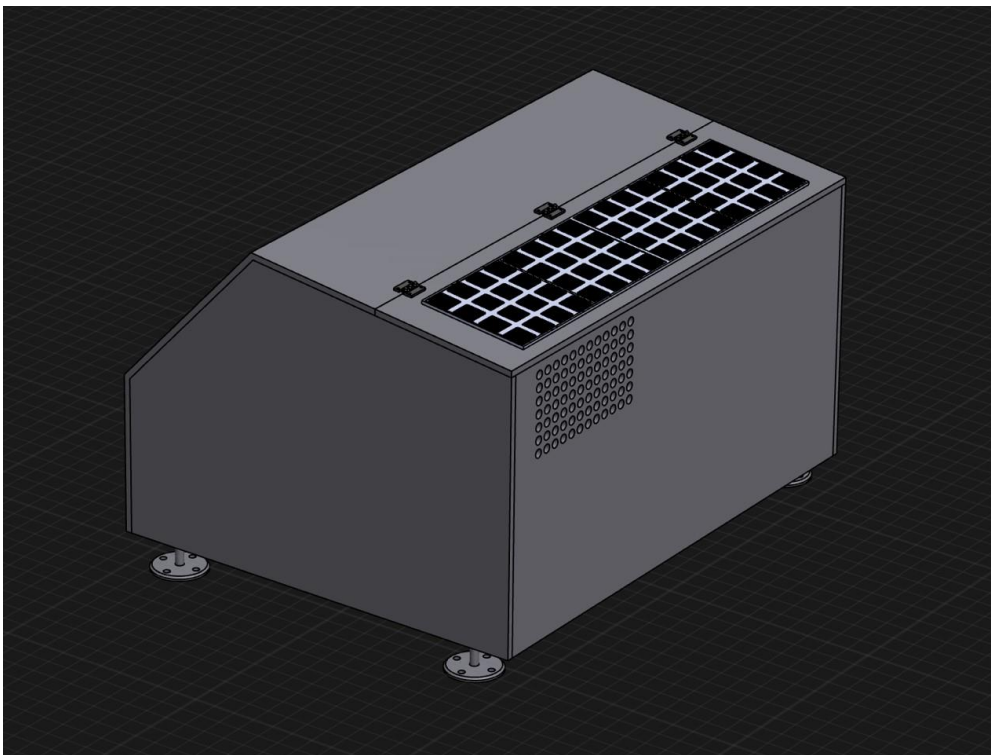
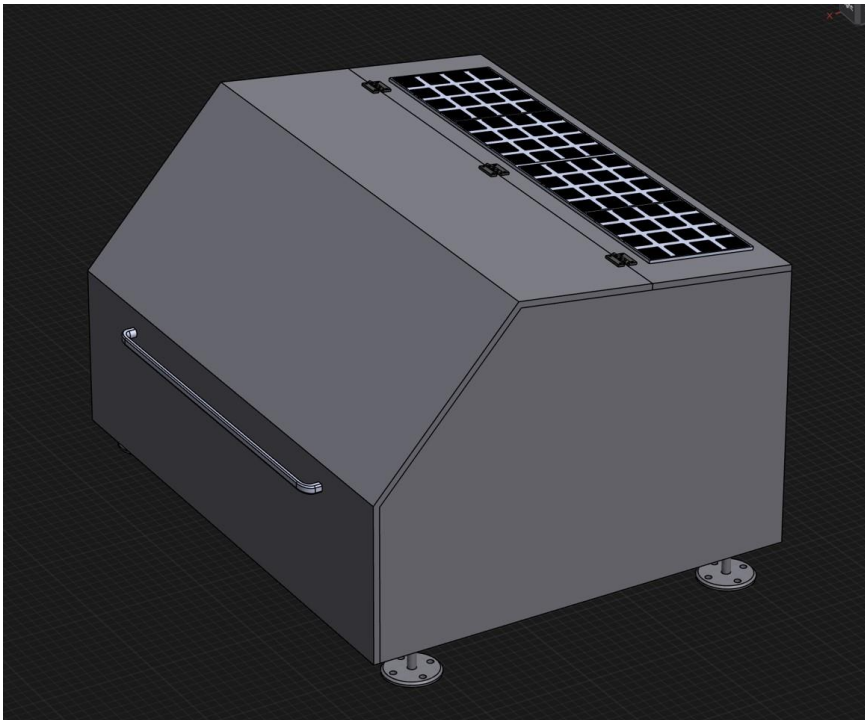


Ilustración 50: imagen 3D del bicihangar cerrado



*Ilustración 51: Imagen 3D del bicihangar*

En la siguiente ilustración, se observa el interior con dos bicicletas modelo.



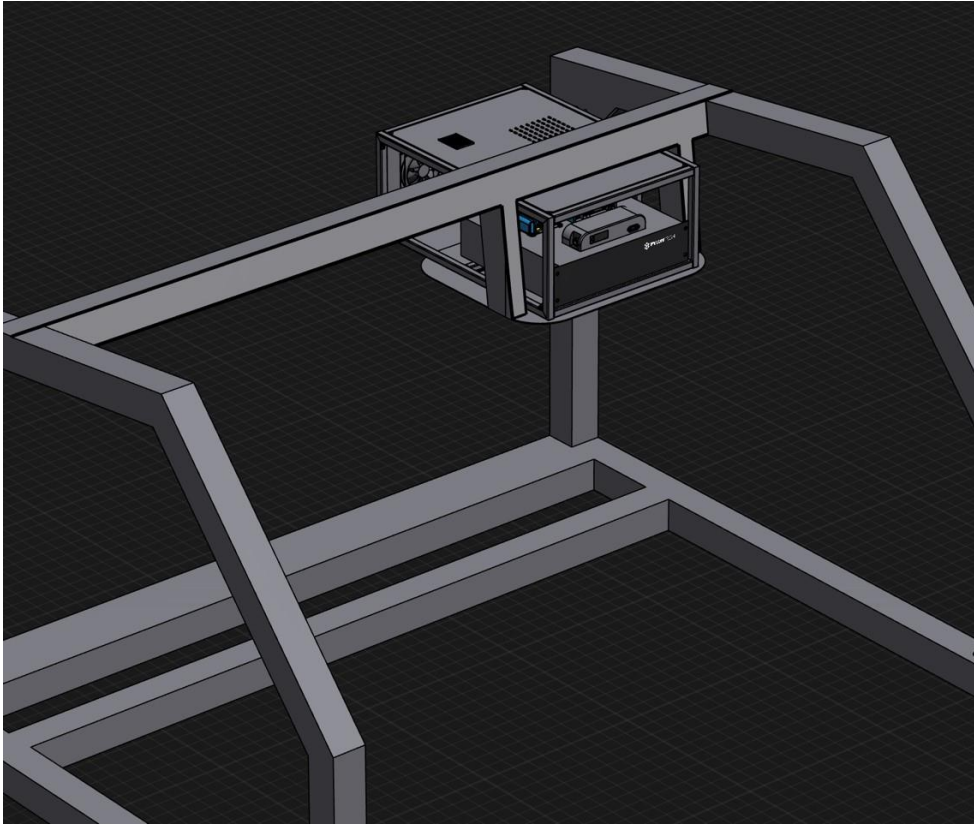
*Ilustración 52: otra vista del diseño 3D*

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *MODELO DESARROLLADO*

---

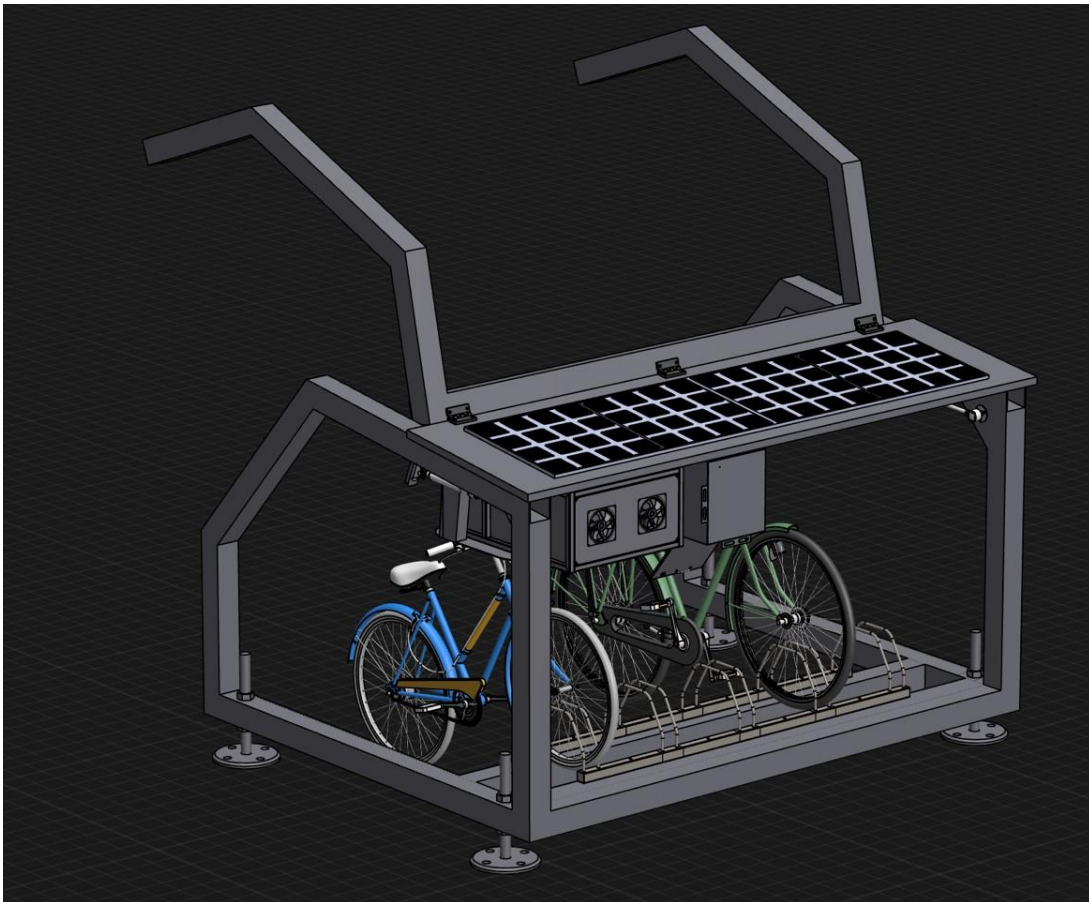
En las siguientes ilustraciones, se ha ocultado la estructura exterior del bicihangar, para poder visualizar los componentes adicionales del sistema.



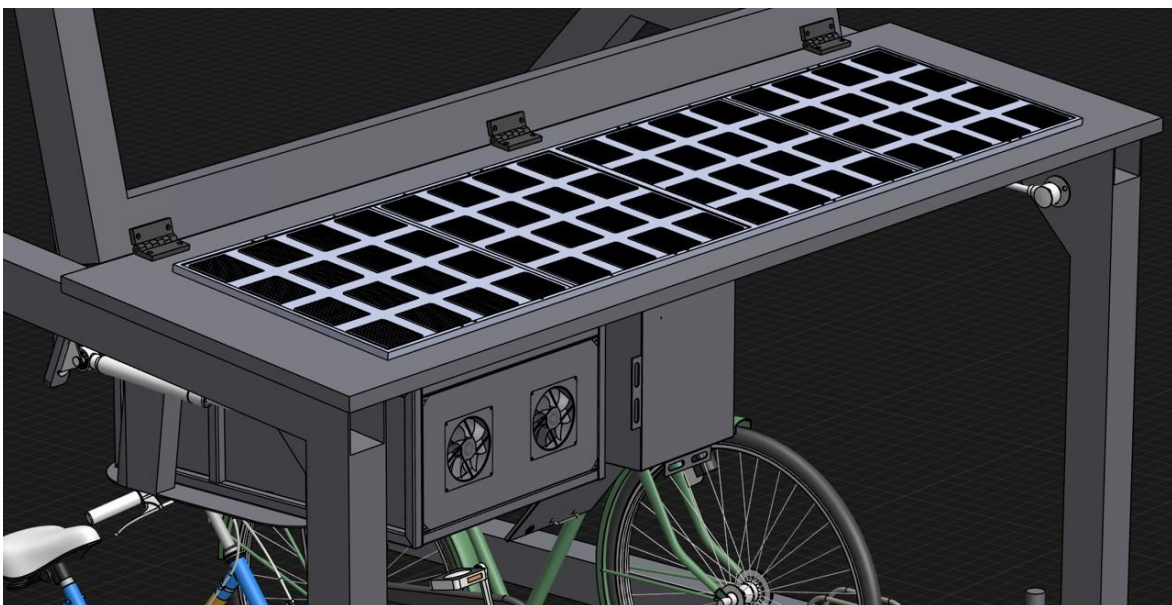
*Ilustración 53: estructura en 3D del bicihangar.*

*MODELO DESARROLLADO*

---



*Ilustración 54: imagen de la placa solar, con la estructura exterior oculta y puesta abierta*



*Ilustración 55: Close up de la imagen anterior*

## Capítulo 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 6.1 COSTES INICIALES

La empresa de Don Cicleteo, ya cuenta con la flota de 42 bicihangares distribuidos por las diferentes localidades de la Península Ibérica. Por lo tanto, el coste de fabricación de dichos aparcamientos no se considerarán para este proyecto. Por el contrario, ya que hay que modificar cada uno de los aparcamiento de tipo bicihangar, habría que tener en cuenta el coste de transporte de dichos bicihangares a las oficinas de Don Cicleteo situadas en El Escorial; o bien el coste de transporte de técnicos de Don Cicleteo hasta los puntos donde se encuentran los bicihangares e ir acoplando el nuevo sistema de recarga mediante energía solar fotovoltaica en cada localización.

#### 6.1.1 PERSONAL NECESARIO

Para la instalación de un sistema fotovoltaico aislado se necesitan una variedad de habilidades y conocimientos técnicos, que requieren generalmente un equipo multidisciplinario. El equipo de Don Cicleteo cuenta con 13 miembros, entre los que encontramos ingenieros tanto industriales, mecánicos, de telecomunicaciones, eléctricos y electrónicos y también programadores y técnicos de gestión energética y tecnologías de sistemas. Teniendo en cuenta los conocimientos del equipo que forma Don Cicleteo, simplemente sería necesario contratar externamente a un electricista especializado en instalaciones de paneles solares para llevar a cabo la instalación de los equipos en cada aparcamiento.

La instalación de los equipos en el bicihangar se estima que tendrá una duración de dos jornadas laborales por cada aparcamiento, disminuyendo notablemente una vez se hayan finalizado un cierto número bicihangares.

El coste que este especialista tendría, según estadísticas del INE de salarios medios por sector sería de:

*EVALUACIÓN ECONÓMICA*

	Salario medio anual(€)	Salario por hora (€)
Técnico en energía solar	22000	13

*Tabla 9: Salario Medio de un técnico de energía solar (fuente: INE creación: propia)*

salario medio por horas	13€
horas al día	7
días para cada bicihangar	2
nº bicihangares	42
<b>total</b>	<b>7644€</b>

*Tabla 10: Coste de contratación de electricista (fuente: INE creación :propia)*

Una vez realizada la instalación, los ingenieros y programadores de Don Ciclete se encargarían del control y puesta a punto de la aplicación web para implementar la nueva opción de recarga eléctrica para los usuarios.

### **6.1.2 PROYECTO DE INGENIERÍA**

Además, el proyecto de ingeniería se estima que requiere el trabajo de un ingeniero a tiempo completo durante un mes aproximadamente. Según el INE, un ingeniero industrial cobra anualmente un sueldo de 40000€, lo que supone un coste de proyecto de 3300€ aproximadamente.

### **6.1.3 MATERIALES NECESARIOS**

Así mismo, los bicihangares ya tienen instalados paneles solares en la estructura, por lo que no será necesario volver a comprar dichos paneles solares.

Por lo tanto, la inversión inicial de los materiales necesarios para poder llevar a cabo este proyecto se visualiza en la siguiente tabla:

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

	PVP (€)	cantidad por bicihangar	Precio total por bicihangar	sin cargadores
Inversor	133.15 €	1	133.15 €	133.15 €
Regulador de carga	73.00 €	1	73.00 €	73.00 €
Batería solar	1,100.00 €	1	1,100.00 €	1,100.00 €
Cycle Satiator	350.00 €	1	350.00 €	350.00 €
Adaptador Rosenberger	40.00 €	1	40.00 €	40.00 €
Cables cargadores	60.00 €	5	300.00 €	0
total por bicihangar			1,996.15 €	1,696.15 €
bicihangares			42	42
total final			83,838.30 €	71,238.30 €

Tabla 11: Coste inicial del material del proyecto (fuente: tiendas líder del sector; creación: propia)

La tabla 11 muestra las dos posibilidades de uso con los cargadores, tanto si Don Ciclete se hace cargo de la compra de los cables específicos para cada bicicleta (primer total), como si no se hace cargo de ellos (segundo total).

#### 6.1.4 TRÁMITES DE ADMINISTRACIÓN

Para legalizar la instalación aislada, simplemente es necesario obtener el Certificado de Instalación Eléctrico. Es un trámite administrativo, que cuesta alrededor de 300€ por instalación.

Trámite administrativo	100€-150€ (precio medio 125€)
Nº de instalaciones	42
total	4200€-6300€

Tabla 12: Costes de administración (fuente: expertos en el sector; creación: propia)

## 6.2 PRESUPUESTO

Para realizar dicho presupuesto, se tiene en cuenta que el salario de los ingenieros de Don Ciclete, que colaborarán en la elaboración de dicho proyecto, no formarán parte de los gastos

*EVALUACIÓN ECONÓMICA*

extras necesarios, puesto que ya son parte de los gastos generales de la empresa de manera regular.

Teniendo en cuenta los costes iniciales tanto de mano de obra externa, como de materiales y equipos, y teniendo en cuenta que Don Ciclete se hiciera cargo de comprar los cables específicos. Además se supone el precio medio de los trámites de administración (5250€), el presupuesto se muestra en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Mano de obra	7644€
Materiales	83.838,30 €
Proyecto de Ingeniería	3300€
Trámites de Administración	5250€
	<b>100.032,30€</b>

*Tabla 13: Presupuesto total (creación : propia)*

Por otro lado, se podría reducir la dimensión del proyecto a un solo bicihangar, una vez este tuviera éxito, se podría expandir hacia el resto de bicihangares de la península.

Concepto	Importe
Mano de obra	182€
Materiales	1996,15 €
Proyecto de ingeniería	3300€
Trámites de Administración	125€
	<b>5.603,15€</b>

*Tabla 14: Presupuesto por cada bicihangar (fuente: propia, creación: propia)*

Se observa que el proyecto de ingeniería no reduce su cantidad, puesto que el ingeniero ha tenido que realizar el proyecto tanto para un bicihangar como para la flota total.

### **6.3 FINANCIACIÓN**

En temas de financiación, se plantea los siguientes escenarios:

#### **6.3.1 ESCENARIO 1**

En este escenario, Don Ciclete dispone de suficiente flujo de caja como para realizar una inversión directa de 100.032,30€. Esta inversión supondría un desembolso íntegro del dinero, sin recurrir a fuentes externas de financiación.

#### **6.3.2 ESCENARIO 2**

En este segundo escenario, Don Ciclete optará por iniciar una ronda de inversión. Para ello, conseguirá un préstamo bancario del 100% de la inversión al 5% de interés anual y al 1% de coste de apertura a 5 años.

#### **6.3.3 ESCENARIO 3**

En el tercer escenario, Don Ciclete procederá a iniciar los trámites legales necesarios para la obtención de subvenciones europeas y nacionales de diferentes programas y fondos, no se aplican intereses, ya que se trata de una subvención.. Entre las opciones consideradas se encuentran:

1. **Programa LIFE:** Este programa europeo financia proyectos innovadores en el ámbito del medio ambiente y la acción por el clima. Desde su inicio en 1992, ha cofinanciado más de 5.500 proyectos con un presupuesto total de aproximadamente 3.400 millones de euros para el período 2014-2020 . [42]
2. **Fondos Next Generation EU:** Estos fondos, destinados a la recuperación económica post-COVID, tienen un presupuesto total de 750.000 millones de euros, de los cuales una parte significativa se dedica a la transición ecológica y digital .[43]

3. **Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE):** El IDAE ofrece subvenciones y ayudas para proyectos de eficiencia energética y energías renovables en España. En 2020, por ejemplo, se destinaron 307 millones de euros a programas de apoyo a la movilidad eléctrica, incluyendo infraestructura de recarga .[44]

La combinación de estas subvenciones y ayudas puede proporcionar un apoyo financiero significativo para la implementación del proyecto de aparcamientos para bicicletas eléctricas con energía renovable.

#### **6.3.3 ESCENARIOS FINALES ESTUDIADOS**

Hacer un híbrido entre el escenario 2 y 3. Don Cicleteo buscará el 50% de la financiación en fuentes externas, mediante un préstamo bancario, al 5% de interés anual y 1% de coste de apertura y obtendrá el otro 50% de subvenciones europeas que no tendrá que devolver.

El otro escenario a estudiar, es el escenario 2 en el que recibe financiación externa plena.

Ambos préstamos a 5 años.

### **6.4 FLUJOS DE CAJA**

#### **6.4.1 INGRESOS**

Los ingresos obtenidos provendrán de las tarifas cobradas a los usuarios por el uso de los aparcamientos y la carga de las bicicletas eléctricas. Según la Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE), en 2024 hay aproximadamente 900.000 bicicletas eléctricas en España, lo que las sitúa como el vehículo eléctrico preferido por los españoles .

Para estimar el número de usuarios potenciales de los bicihangares Rocket, se considera lo siguiente:

1. Según un estudio del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, aproximadamente el 30% de los españoles utiliza la bicicleta como medio de transporte habitual, lo que en este caso equivaldría a 270.000 usuarios de bicicletas eléctricas .

EVALUACIÓN ECONÓMICA

2. De estos usuarios, un 70% se desplaza al trabajo o a centros de estudio diariamente, lo que supone unos 189.000 usuarios diarios .
3. Además, un 40% de estos usuarios no necesita un aparcamiento específico porque teletrabaja, tiene garaje propio o utiliza otras soluciones. Esto deja un 60% que sí necesita aparcamiento, resultando en aproximadamente 113.400 usuarios potenciales de los bicihangares Rocket .

La capacidad total media de los bicihangares con una o dos plazas recargables son de 63 plazas disponibles al día.

Viendo que hay 113.400 usuarios potenciales del bicihangar Rocket, es preciso asumir que las plazas del bicihangar estarán en constante uso, pero no desde el momento de lanzamiento del proyecto. Por esto, se asumirá que el primer año se usan las plazas de recarga un 50% del tiempo disponible, el segundo un 65%, el tercero un 75% y a partir del cuarto año tiene un uso del 95% hasta el final de la vida del bicihangar.

Basándonos en el precio estipulado en el apartado de Posible monetización, de 0,28€ la hora extras por utilizar el servicio de carga, obtenemos unos ingresos que se muestra en la siguiente tabla:

	2025	2026	2027	2028
precio extra por recarga (€/h)	0,28	0,29	0,29	0,30
ingreso diario por bicihangar	3,36 €	4,47 €	5,27 €	6,83 €
nº de bicihangares	42	42	42	42
ingreso diario total	141,12 €	187,68 €	221,53 €	287,06 €
ingreso mensual	4.233,60 €	5.630,26 €	6.645,88 €	8.611,73 €
Ingreso anual	50.803,20 €	67.563,18 €	79.750,53€	103.340,74 €

*Tabla 15: Ingresos diarios, mensuales y anuales de los próximos años (creación: propia)*

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para 2025, se proyecta que el IPC en España será del 2,3% .Esta previsión se basa en el análisis de varias fuentes y refleja una tendencia de moderación en la inflación en comparación con años anteriores. Por lo tanto, cada año se subirán los precios aproximadamente 2.3%. Por eso, los precios de la tarifa aumentan cada año.

#### 6.4.2 GASTOS

Para analizar la viabilidad del proyecto, es importante abarcar los gastos de mantenimiento que incurren anualmente.

**Personal:** Para este proyecto simplemente sería necesario contratar a un trabajador que se encargue del mantenimiento de los diferentes aparcamientos. Simplemente será necesario la contratación de un hombre, puesto que el mantenimiento de los aparcamientos deberán ser mensuales o bimensuales. Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), el sueldo medio de un hombre de mantenimiento en España es de aproximadamente 21.000 euros brutos anuales .

**Gastos de mantenimiento:** Para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, se estiman, incluyendo limpieza, reparaciones menores, y ajustes técnicos, un 10% del coste de materiales de cada bicihangar, es decir, 200€ por bicihangar.

Para 2025, se proyecta que el IPC en España será del 2,3% .Esta previsión se basa en el análisis de varias fuentes y refleja una tendencia de moderación en la inflación en comparación con años anteriores.

gastos	importe el primer año	Actualizacion anual
personal	21.000	IPC(2,3%)
mantenimiento	8.400	IPC(2,3%)

*Tabla 16: Gastos anuales y actualización anual estimada (creación: propia)*

## **6.5 RENTABILIDAD**

La rentabilidad de un proyecto es una medida clave para evaluar si un proyecto es financieramente viable y si genera beneficios suficientes en comparación con el coste.

Antes de conocer la rentabilidad financiera del proyecto, es importante volver a destacar el compromiso y evolución hacia un transporte ecológico que este proyecto implica.

La rentabilidad del proyecto se estudiará basándose en la vida útil de los componentes de la instalación. La batería solar, tiene una vida útil de 6000 ciclos, es decir, entre 10 y 15 años. Siendo conservadores, se estudiará la rentabilidad a 10 años vista. Si a 10 años, el proyecto resulta rentable, para 15 años, obtendremos mayor rentabilidad.

Además, se estudiará la rentabilidad a 5 años, ya que es una tecnología en continua evolución. Para una empresa que necesita evolucionar a la par de la tecnología, es necesario conocer si, en el caso de quedar obsoleta en los próximos 5 años, si sería posible invertir en nuevos proyectos de innovación energética.

En el Anexo VIII se observan los dos cuadros financieros para el estudio de ambos escenarios elegidos y para las duraciones de 5 y 10 años.

### **6.5.1 VAN (VALOR ACTUAL NETO)**

En primer lugar, cabe destacar que todos los escenarios presentados son financieramente rentables. En todos ellos obtenemos un VAN positivo y mayor que la inversión necesaria. En el caso de los 10 años, con el 100% de financiación externa, obtenemos un VAN de 0,4 millones de euros. Y con el 70% de financiación externa y 30% de subvención, obtenemos un VAN mayor de 0,5 millones de euros.

En el segundo caso, en el que se estudia la rentabilidad a 5 años, obtenemos también un VAN positivo. En el caso de financiación externa plena, se obtiene un VAN de 90.777€ y en el caso de obtener la subvención, 150.923€.

### **6.5.2 TIR (TASA INTERNA DE RETORNO)**

Para calcular la Tasa de Retorno Interno, es importante calcular primero la tasa de rendimiento requerida  $K_e$ .

$$K_e = R_f + \beta x(R_m - R_f)$$

*Ecuación 4: Cálculo de Tasa de Rendimiento*

$K_e$ : tasa de rendimiento requerida por los inversores

$R_f$ : Tasa libre de riesgo. Es la tasa de las inversiones sin riesgo. Se mide con el rendimiento de los bonos del gobierno español a 10 años. Actualmente, (julio 2024) se encuentra en 3.228%.

$\beta$ : Volatilidad del proyecto. Para obtener la volatilidad del proyecto, se ha hecho referencia a datos sobre la volatilidad en el sector de la movilidad eléctrica, que oscila entre el 10 y el 25%.

$(R_m - R_f)$ : Prima de riesgo de mercado. Es la diferencia entre el rendimiento del mercado y la tasa libre de riesgo. Esto representa la cantidad adicional que los inversores exigen por asumir el riesgo de invertir en el momento actual del mercado. El rendimiento del mercado, según IBEX 35 históricamente ha sido entorno al 8%.

$$K_e = 0,03228 + 0,25 x (0,08 - 0,03228) = 0,042 = 4,42\%$$

Se observa, una tasa de retorno interno superior al 50% en el estudio de 10 años con financiación al 70% y un 40,9%, para la inversión al 100% de fuentes externas.

Así mismo, para el estudio con financiación 100% externa y financiación 70% externa, se observan retornos del 40,5% y de 24% respectivamente para el estudio de viabilidad a 5 años.

### **6.5.3 PAYBACK**

El payback es una métrica financiera que mide el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial de un proyecto a partir de sus flujos de caja.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *EVALUACIÓN ECONÓMICA*

---

En el primer estudio, obtenemos un periodo de retorno de 2.8 años para la opción con ayuda de subvención y 3.5 años para el que necesita financiación 100% externa de préstamo bancario.

El payback period de ambos casos (5 y 10 años) coinciden, puesto que en ambos los ingresos y gastos son los mismos durante los 5 primeros años.

## Capítulo 7. VALIDACIÓN

El resultado principal del proyecto se basa en que en la Península Ibérica se obtiene una irradiación solar suficiente como para conseguir el objetivo de la recarga de bicicletas eléctricas en un espacio muy reducido como es un bicihangar. La dificultad mayor del proyecto, es poder conseguir la energía desde fuentes renovables, sin utilizar otras fuentes y así fomentar la movilidad y la energía renovable y sin emisiones y el uso de energías limpias. Este hallazgo es fundamental porque demuestra la viabilidad del proyecto utilizando únicamente energía solar fotovoltaica. La región tiene un recurso solar abundante que puede ser aprovechado eficazmente.

Se ha demostrado que es posible instalar un sistema de recarga solar eficiente en un espacio tan limitado como un bicihangar. Este aspecto del proyecto es crucial para su implementación en áreas urbanas densamente pobladas, donde el espacio es un recurso limitado. La capacidad de integrar un sistema de recarga en estos entornos amplía su aplicabilidad y accesibilidad. Además, como ya se ha visto, el espacio tan reducido que ocupa el bicihangar (la mitad de una plaza estándar de coche), hace incluso más fácil su puesta en marcha.

Es un proyecto de gran importancia, puesto que es vital intentar reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y gases nocivos al ambiente. Si este proyecto se lleva a cabo y la población es consciente de que con cambios tan simples y fáciles como ir a trabajar en bicicleta o no depender constantemente del vehículo (coche, moto, autobús) no eléctrico, cambiaría radicalmente el escenario de cambio climático en el que nos encontramos, no solo como país, pero mundialmente.

Además de la importancia medioambiental del proyecto, se ha podido comprobar, que se trata de un proyecto económicamente viable y rentable.

## ***7.1 ANÁLISIS CRÍTICO***

Aunque la irradiación solar en la Península Ibérica es generalmente alta, puede haber variabilidad estacional y climática que afecte la generación de energía. La dependencia exclusiva de la energía solar requiere una evaluación continua de la capacidad de almacenamiento y la eficiencia de los paneles solares. Sin embargo, el aumento de las temperaturas y los patrones climáticos indican que la irradiación solar podría ser aún más abundante a largo plazo, reduciendo así este problema.

La protección de los equipos eléctricos y la seguridad de los usuarios son aspectos críticos. La instalación de la caja de protección y la gestión de los cables deben ser diseñadas meticulosamente para evitar riesgos de cortocircuitos, robos o daños. Es por esto que invertir en materiales de alta calidad y en sistemas de seguridad avanzados puede minimizar estos riesgos. Además, realizar pruebas exhaustivas y mantenimiento regular será esencial para asegurar la fiabilidad del sistema.

El éxito del proyecto depende en gran medida de la aceptación y el cambio de hábitos de la población. La concienciación sobre los beneficios de la movilidad eléctrica y las energías renovables es crucial. Es por esto, que se deberían implementar campañas educativas y promover con mayor ímpetu los programas de incentivos, como los que ya existen para la compra de vehículos eléctricos.

## Capítulo 8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS

### FUTUROS

El proyecto de bicihangar con recarga solar en la Península Ibérica se presenta como una solución innovadora y sostenible para abordar la movilidad urbana de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente. A lo largo del desarrollo del proyecto, se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis para determinar la viabilidad técnica de instalar un sistema de recarga basado en energía solar fotovoltaica en un espacio tan limitado como un bicihangar.

Después, de estudiar las características principales de las bicicletas eléctricas, las baterías, la cuota de mercado que representan, el mantenimiento que necesitan, los cargadores que se emplean y los diferentes modelos y marcas que existen, se toma la decisión de proseguir con el proyecto para alcanzar un objetivo claro: Un aparcamiento de bicicletas seguro, barato para sus usuarios, fácil de usar y que recargue baterías a partir de energía renovable.

También, se han estudiado las diferentes opciones de carga para dicho bicihangar, se evaluó la capacidad de irradiación solar de la Península Ibérica y se determinó que es suficiente para la recarga diaria de bicicletas eléctricas. optando finalmente por un sistema de energía solar fotovoltaico aislado. Este último aspecto, es de los más importantes, puesto que es uno de los principales diferenciadores de Don Cicleteo. Este aparcamiento no requiere obra civil y por eso es muy fácil de instalar y de transportar. Demostrando que es posible instalar un sistema de recarga eficiente en áreas urbanas con limitaciones de espacio.

Se diseñó el proyecto con el objetivo de sensibilizar a la población sobre los beneficios de la movilidad eléctrica y las energías renovables. Y ayudar a aquella parte de la población ya dispuesta a cambiar sus hábitos, pero sin los recursos necesarios para poder llevarlos a cabo.

El proyecto introduce un modelo de recarga de bicicletas eléctricas que será aplicado por 42 diferentes localizaciones de la Península Ibérica, promoviendo la movilidad sostenible.

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### *CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS*

---

Al fomentar el uso de bicicletas eléctricas, se contribuye a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases nocivos, mejorando la calidad del aire urbano.

El éxito del proyecto en la Península Ibérica puede servir como un modelo replicable y escalable para otras ciudades alrededor del mundo. La colaboración con autoridades locales y organizaciones comunitarias será crucial para integrar estos sistemas en planes de movilidad urbana más amplios y para sensibilizar a la población sobre la importancia de la movilidad eléctrica y las energías renovables. Con una planificación cuidadosa, un enfoque holístico y el apoyo de políticas públicas favorables, el proyecto de bicihangar con recarga solar tiene el potencial de transformar la movilidad urbana y contribuir significativamente a la sostenibilidad ambiental global.

En conclusión, el proyecto de bicihangar con recarga solar no solo cumple con sus objetivos iniciales, sino que también ofrece una solución innovadora y sostenible para los desafíos de la movilidad urbana. Con los ajustes y mejoras necesarios, este proyecto puede convertirse en una herramienta vital para promover un futuro más limpio y sostenible.

## Capítulo 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Challoob, A. F., Bin Rahmat, N. A., A/L Ramachandaramurthy, V. K., & Humaidi, A. J. (2024). Energy and battery management systems for electrical vehicles: a comprehensive review & recommendations. *Energy Exploration & Exploitation*, 42(1), 341-372.
- [2] Contò, C., & Bianchi, N. (2022). E-bike motor drive: A review of configurations and capabilities. *Energies*, 16(1), 160.
- [4] Asociación de Marcas y Bicicletas de España. (2023, abril 17). Informe del sector de la bicicleta: AMBE presenta los principales datos de mercado del sector. Asociación de Marcas y Bicicletas de España. <https://asociacionambe.com/informe-del-sector-de-la-bicicleta-ambe-presenta-los-principales-datos-de-mercado-del-sector/>
- [6] Sistema Eléctrico REE (2023) <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-de-energias-renovables/sol/potencia-instalada/solar-fotovoltaica-solpotencia>
- [7] Dirección General de Tráfico. (s.f.). CEN. (2017). \*EN 15194: Cycles - Electrically power assisted cycles - EPAC Bicycles\*. Comité Europeo de Normalización.
- [8] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_12.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_12.pdf)
- [9] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_11.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_11.pdf)
- [10] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_10.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_10.pdf)
- [11] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_01.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_01.pdf)
- [12] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_02.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_02.pdf)
- [13] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_03.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_03.pdf)
- [14] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_04.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_04.pdf)
- [15] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_05.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_05.pdf)
- [16] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_06.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_06.pdf)



## TRABAJO DE FIN DE GRADO

### BIBLIOGRAFÍA

---

- [17] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_07.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_07.pdf)
- [18] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_08.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_08.pdf)
- [19] AEMET. (2022). \*Informe de radiación solar\*. Recuperado de [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozon\\_o/radiacion\\_solar/2022/InformeRad\\_Solar\\_2022\\_09.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozon_o/radiacion_solar/2022/InformeRad_Solar_2022_09.pdf)
- [20] Satursolar. (s.f.). *Home*. Recuperado de <https://www.satursolar.com/>
- [21] AutoSolar. (s.f.). de <https://autosolar.es/> ;SFE Solar. (s.f.). de <https://www.sfe-solar.com/> ; Tienda Solar. (s.f.). de <https://tienda-solar.es/es/>
- [22] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (s.f.). *Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte*. Recuperado de [https://www.mintur.gob.es/es/IndicadoresyEstadisticas/BoletinEstadistico/Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/4\\_12.pdf](https://www.mintur.gob.es/es/IndicadoresyEstadisticas/BoletinEstadistico/Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/4_12.pdf)
- [23] Red Eléctrica de España. (s.f.). *PVPC - Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor*. Recuperado de <https://www.esios.ree.es/es/pvpc>
- [24] AMB Green Power. (s.f.). \*Instalaciones fotovoltaicas aisladas: cómo funcionan y dónde se pueden instalar\*. Recuperado de <https://www.ambgreenpower.com/instalaciones-fotovoltaicas-aisladas-como-funcionan-donde-se-pueden-instalar/>
- [25] Cambio Energético. (s.f.). \*¿Cuánto produce un panel solar?\*. Recuperado de <https://www.cambioenergetico.com/blog/cuanto-produce-panel-solar/>
- [26] Bergua Jiménez, E. (2020). La bicicleta en el país de la (auto) movilidad eléctrica. *Hábitat y Sociedad*, 13, 107-124.
- [27] Bike Europe. (s.f.). *Market reports Spain*. Recuperado de <https://www.bike-eu.com/market-reports-spain>
- [28] Yamaha Motor. (s.f.). *Our history*. Recuperado de <https://www.yamaha-motor.eu/es/es/b2b/ebike/our-history/>
- [29] Don Cicleto. (s.f.). *Tecnología*. Recuperado de <https://www.web.doncicleto.com/tecnologia/>
- [30] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (s.f.). *Declaración Europea de la Bicicleta*. Recuperado de <https://esmovilidad.transportes.gob.es/noticias/declaracion-europea-de-la-bicicleta>
- [31] Bike Europe. (2024). \*European batteries regulation: The next challenge\*. Recuperado de <https://www.bike-eu.com/45685/european-batteries-regulation-the-next-challenge>
- [32] Electric Bike Report. (s.f.). \*Electric bike battery guide\*. Recuperado de <https://electricbikereport.com/?s=Electric+Bike+Battery+Guide>
- [33] Haussermann, D. (s.f.). *E-bike: A guide to e-bike models, technology & riding essentials*.
- [34] Challoor, A. F., Rahmat, N. A. B., Kumaran, V. A. L. R., & Humaidi, A. J. (s.f.). \*Energy and battery management systems for electrical vehicles: A comprehensive review & recommendations\*
- [35] Contò, C., & Bianchi, N. (2022). E-bike motor drive: A review of configurations and capabilities. *Energies*, 16(1), 160.
- [36] Dialnet. (s.f.). \*Diseño de estaciones de carga solar para bicicletas eléctricas\*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7525708>

### BIBLIOGRAFÍA

---

- [37] Juiced Bikes. (s.f.). \*Chapter 2: Different types of electric bikes\*. Recuperado de <https://www.juicedbikes.com/pages/chapter-2-different-types-of-electric-bikes>
- [38] European Commission. (2023). \*Solar energy in Europe\*.
- [39] Red Eléctrica de España (REE). "Informe del Sistema Eléctrico Español 2023".
- [40] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). "Climatología de España".
- [41] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (s.f.). *Radiación solar y ozono*. Recuperado de [https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/radiacion\\_ozono](https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/radiacion_ozono)
- [42] "Programa LIFE." European Commission, <https://ec.europa.eu/environment/life/about/index.htm>.
- [43] "NextGenerationEU." European Commission, [https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en).
- [44] "Subvenciones y ayudas." IDAE, <https://www.idae.es/ayudas-y-programas/para-movilidad-y-vehiculos>.
- [45] "Datos del Sector 2023." Asociación de Marcas y Bicicletas de España (AMBE), <https://asociacionambe.com/datos-del-sector/>.
- [46] "Encuesta de Estructura Salarial." Instituto Nacional de Estadística (INE), <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t22/p133/a2019/10/&file=04005.px>.

ANEXO I:

# ANEXO I:

## CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN			
Espacio Reservado para identificación Corporativa del Instalador Autorizado	<b>Nº REGISTRO DE LA INSTALACIÓN (1)</b> << <input style="width: 100px;" type="text"/> >> Se	Sello oficial de la Delegación Provincial	
<b>Nº EXPEDIENTE BAJA TENSIÓN (2)</b> <input style="width: 100px;" type="text"/>			
<b>TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b>			
Nombre o Razón Social:		D.N.I. - C.I.F.:	
Domicilio:		Código Postal:	
Localidad:	Provincia:	Correo electrónico:	Teléfono:
<b>DATOS DE LA INSTALACIÓN</b>			
Emplazamiento:	Número:	Bloque:	Portal:
		Escalera:	Piso:
		Puerta:	
Localidad:		Código Postal:	
Provincia:			
Tipo de instalación (3): << Seleccionar >>		Superficie (m²):	
Uso al que se destina:			
Instalación <input type="checkbox"/> Nueva <input type="checkbox"/> Ampliación <input type="checkbox"/> Modificación			
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN</b>			
Caja General de Protección Intensidad Nominal (A):	Línea General de Alimentación: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>  Potencia prevista o instalada (kW):	Conductor de la línea general de alimentación: Nivel aislamiento: ..... Material aislamiento: ..... Material conductor: ..... Sección fase /neutro / cp conductor (mm²): .....	
Derivación individual Potencia prevista o instalada (kW):		Conductor de la derivación individual: Nivel aislamiento: ..... Material aislamiento: ..... Material conductor: ..... Sección fase /neutro / cp conductor (mm²): .....	
Tipo de suministro: <input type="checkbox"/> Monofásico <input type="checkbox"/> Trifásico Tensión suministro (V) (4): <<Seleccionar>>			
Empresa Distribuidora:			
Protecciones diferenciales instaladas: Intensidad nominal:      Sensibilidad (mA):		Protecciones contra sobrentensidades: <input type="checkbox"/> Interrup. Automático de protección contra sobrecargas y cortocircuitos <input type="checkbox"/> Fusibles calibrados de protección contra sobrecargas y cortocircuitos	
Resistencia puesta a tierra ( $\Omega$ ):		Resistencia de aislamiento de la instalación ( $\Lambda\Omega$ ):	
<b>VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>			
Director de Obra:		Titulación:	Colegio Oficial:
Nº Colegiado:			
Organismo de Control Autorizado que ha realizado la Inspección Inicial:		Nº. Notificación:	
		Referencia y fecha de la Inspección Inicial Favorable realizada:	
Instalador Autorizado (empresa):		Nº de Registro:	
Titular de Certificado de Cualificación Individual (CCI):		Nº. CCI:	
		Categoría: Básica <input type="checkbox"/>	
		Especialista <input type="checkbox"/> Modalidad (5):	
Observaciones:			
El titular del certificado de cualificación individual perteneciente a la empresa habilitada como instalador autorizado arriba indicado, Certifica haber ejecutado y verificado la instalación de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas aprobado mediante el Real Decreto 842/2002, así como con las normas particulares de la empresa distribuidora oficialmente aprobadas y con la Documentación Técnica de la instalación. En ..... a ..... de ..... de .....			
(Firma del titular del CCI y sello del Instalador Autorizado)			

# ANEXO II :

## FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR VICTRON ENERGY



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



### Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

### Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

### Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

### Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

### Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

### Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

### Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

### Disponible con tres tomas de corriente distintas



### Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

## ANEXO II:

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)						
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
Eficacia máx.	87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%	
Consumo en vacío	4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W	
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)	0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0	
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable					
Protección (2)	a - f					
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)					
Humedad (sin condensación)	máx. 95%					
<b>CARCASA</b>						
Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10mm <sup>2</sup> / AWG8	10mm <sup>2</sup> / AWG8	10mm <sup>2</sup> / AWG8	25/10/10mm <sup>2</sup> / AWG4/8/8	35/25/25 mm <sup>2</sup> / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)	
<b>ACCESORIOS</b>						
On/Off remoto	Sí					
Conmutador de transferencia automático	Filax					
<b>ESTANDARES</b>						
Seguridad	EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1					
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3					
Directiva de automoción	ECE R10-4					
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



**Alarma de batería**  
Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



**Monitor de baterías BMV**  
El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

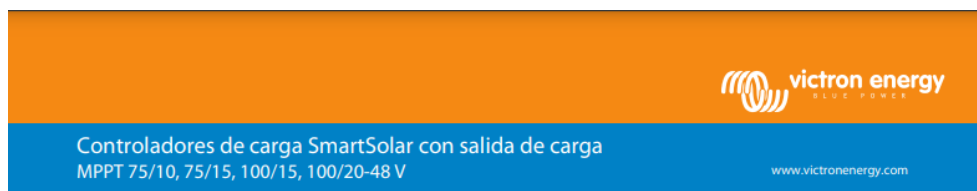


**Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart**  
(Debe pedirse por separado)

ANEXO III :

# ANEXO III :

## FICHA TÉCNICA DEL VICTRON ENERGY SMARTSOLAR MPPT 75/15



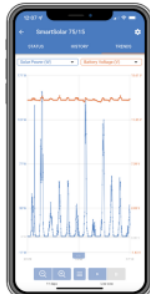
Controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15



Detección de Bluetooth Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth BMV-712 Smart Battery Monitor



**Bluetooth Smart Integrado**

La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

**VE.Direct**

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

**Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)**

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30 %, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10 % en comparación con controladores MPPT más lentos.

**Salida de carga**

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48 V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

**BatteryLife: gestión inteligente de la batería**

Si un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "final de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses. El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100 %. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100 % alrededor de una vez a la semana.

**Algoritmo de carga de batería programable**

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

**Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad**

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

**Sensor de temperatura interna**

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

**Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth**

Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMV-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

**Función de recuperación de baterías completamente descargadas**

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios. Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección auto)		12 / 24 V		12 / 24 / 48 V
Corriente de carga nominal	10 A	15 A	15 A	20 A
Potencia FV nominal, 12 V 1a) b)	145 W	220 W	220 W	290 W
Potencia FV nominal, 24 V 1a) b)	290 W	440 W	440 W	580 W
Potencia FV nominal, 48 V 1a) b)	n.a.	n.a.	n.a.	1160 W
Máx. corriente de corto circuito FV 2)	13 A	15 A	15 A	20 A
Desconexión automática de la carga		Sí		
Tensión máxima del circuito abierto FV		75 V		100 V
Eficiencia máxima		98 %		
Autoconsumo - on de la carga	12 V: 19 mA	24 V: 16 mA		26 / 20 / 19 mA
Autoconsumo - off de la carga	12 V: 10 mA	24 V: 8 mA		10 / 8 / 7 mA
Tensión de carga de "absorción"		14,4 V / 28,8 V (ajustable)		14,4 V / 28,8 V / 57,6 V (ajust.)
Tensión de carga de "flotación"		13,8 V / 27,6 V (ajustable)		13,8 V / 27,6 V / 55,2 V (ajust.)
Algoritmo de carga		adaptativo multifase		
Compensación de temperatura		-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.		
Corriente de carga continua		15 A		20 A / 20 A / 1 A
Desconexión de carga por baja tensión		11,1 V/22,2 V/44,4 V u 11,8 V/23,6 V/47,2 V o algoritmo BatteryLife		
Reconexión de carga por baja tensión		13,1 V/26,2 V/52,4 V o 14 V/28 V/56 V o algoritmo BatteryLife		
Protección		Cortocircuito de salida/Sobrecarga temperatura		
Temperatura de trabajo		De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)		
Humedad		95 %, sin condensación		
Puerto de comunicación de datos		VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)		
<b>CARCASA</b>				
Color		Azul (RAL 5012)		
Terminales de conexión		6 mm <sup>2</sup> / AWG10		
Grado de protección		IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)		
Peso		0,5 kg	0,6 kg	0,65 kg
Dimensiones (al x an x p)		100 x 113 x 40 mm	100 x 113 x 50 mm	100 x 131 x 60 mm
<b>NORMATIVAS</b>				
Seguridad		EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2		
<b>TENDENCIAS GUARDADAS</b>				
Datos guardados		Tensión, corriente y temperatura de la batería, además de corriente de salida de carga, tensión FV y corriente FV.		
Número de días durante los que se guardan los datos de tendencias		46		

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.  
1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5 V para que arranque el controlador.  
Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.  
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

## ANEXO IV :

### FICHA TÉCNICA DE LA BATERÍA PYLONTECH UP2500

---

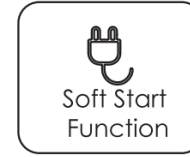
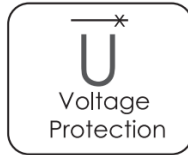
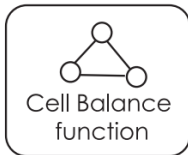
#### Application



Back-up system for office computer, data center, load and other equipments of business building, bank, hospital, school, railway station, airport, telecom..



#### Features



ANEXO IV :

## Specification

Basic Parameters	UP2500
Nominal Voltage(V)	25.6
Nominal Capacity(Wh)	2840
Usable Capacity(Wh)	2550
Dimension(W*D*H, mm)	442*420*120
Weight(Kg)	27.5
Discharge Voltage(V)	23~28.8
Charge Voltage(V)	28.2~28.8
Charge/Discharge Current(A)	56(continuous)
	100 (Peak@15s)
Communication Port	CAN,RS485
Working Temperature(°C)	0~50
Shelf Temperature(°C)	-20~60
Humidity	5%~90%
Altitude (m)	<2000
Design Life	15+Years (25 °C @77 °F)
Cycle Life	>6000, @25 °C
DOD	90%
Authentication level	IEC62619/RoHS/UN38.3

## ANEXO V :

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CYCLE SATIATOR

### UNIVERSALLADEGERAT 12 BIS 50,4V

## 7 Specifications

### 7.1.1 Electrical

<b>Input Range</b>	100-240VAC 50-60Hz
<b>Max Output Range</b>	12-63V, 0-8A, 0-360 Watts (20-103V 0-5A for 72V Model)
<b>Operating Efficiency</b>	95% @ 230V, 94% @ 120V
<b>Power Factor</b>	>99%
<b>No Load AC Power</b>	<1 Watt
<b>Input/Output Isolation</b>	Reinforced Insulation, Tested to 3.75 kV
<b>Grounding</b>	Grounded Chassis, DC Output Floating
<b>Parasitic Drain from Battery</b>	<0.1 mA (600 kΩ Impedance, less than 1Ah / year)


### 7.1.2 Mechanical

<b>Dimensions</b>	237 x 78 x 48 mm
<b>Weight</b>	1.06 kg (1.33 kg with AC-DC cords)
<b>Vibration</b>	SAE J1455-1994 Category 2, UL458 / CSA 107.2
<b>Chassis Material</b>	Powdercoated Aluminum
<b>AC Input Connector</b>	IEC320-C14
<b>AC Input Cable</b>	2m with IEC320-C13 / NEMA-15 plugs
<b>DC Output Connector</b>	10A MULTICOMP/SINGATRON 2CT3002-W03400
<b>DC Output Cable</b>	1m with 3-Pin Neutrik XLR, (1=DC+, 2=DC-, 3=Signal)

### 7.1.3 Environmental

<b>Operating Temperature</b>	-30 °C to +50 °C (Output Power Derated >30 °C)
<b>Storage Temperature</b>	-40 °C to +60 °C
<b>IP Rating</b>	IP40

### 7.1.4 Certifications

<b>Safety</b>	UL 1012, CSA - C22.2 No.107.2-01 (R2011) & UL1012 (Edition 8):2010, CE / IEC 60335-1/2-29
<b>Emissions</b>	FCC Part 15 B, EN55014, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
<b>Immunity</b>	EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11
	Labtest Certification Inc., UL/CSA/CE Grin Technologies, CEC Small Battery Charger

### 7.1.5 Protection

<b>Output Short Circuit</b>	Requires manual power reset
<b>Reverse Battery</b>	Output disabled when reverse voltage detected. Internal fuse protection if output disable overridden
<b>Over-Voltage</b>	Output disabled if battery voltage exceeds Max Setpoint
<b>Under-Voltage</b>	Output disabled if battery voltage less than Min Setpoint
<b>Over-Current</b>	Charger output disabled if current exceeds Max Setpoint
<b>Over-Temperature</b>	Output current reduced to limit internal temp to <70 °C

# ANEXO VI:

## CATÁLOGO DE CARGADORES DE BIKE ENERGY



### Ladekabel-Übersicht

bike-energy Ladekabel	Die Preise finden Sie auf Seite 5.
<p><b>BH (36 V/42 V-DC   4A)</b> Art.Nr. 100343</p> 	<p><b>Binder 3-Polig, BMZ (36 V/42 V-DC   4A)</b> Art.Nr. 100352 BMZ 30900-01/-03 /-04</p> 
<p><b>BionX-1 (24 V/28 V-DC   4A 4pol)</b> Art.Nr. 100318</p> 	<p><b>BionX-2 (37 V/41 V-DC   5A 4pol)</b> Art.Nr. 100319</p> 
<p><b>Bosch (36V/42 V-DC   5A)</b> Art.Nr. 100315</p> 	<p><b>Bosch Smart System (36 V/42 V-DC   4A)</b> Art.Nr. 100345</p> 
<p><b>Adapter-Ladekabel BOSCH</b> Art.Nr. 100431</p> 	<p><b>Coboc (36 V/42 V-DC   4A)</b> Art.Nr. 100346</p> 

bike-energy® | Stand: 30.11.2023 | Lieferung ab Werk | Lieferzeit: nach Vereinbarung | Zahlung: Vorauskasse  
 Preise: EURL zzgl. MwSt | Vertrieb: MEGAliner GmbH | A-5522 St. Martin a. Tg. | Müllerschartenweg 7 | Tel.: +43(0)6463 640 91  
 verkauf@bike-energy.com | Kontaktdaten: Volksbank Hallen | IBAN: AT38 4501 0000 2013 3435 | BIC: VBCEAT3333

[www.bike-energy.com](http://www.bike-energy.com)  
01

ANEXO VI:



Ladekabel-Übersicht

bike-energy Ladekabel		Die Preise finden Sie auf Seite 5.	
<p>E-Bike Solution Anderson Power Pole, APP, (24 V/36 V/48 V/50 V-DC   5A) Art.Nr. 100348</p> 	<p>E-Bike Solution EBS KL21 Hohlstecker (36 V/48 V-DC   3A) Art.Nr. 100349</p> 		
<p>E-Bike Solution GSA (36 V/48 V/50 V-DC   5A) Art.Nr. 100350</p> 	<p>Fazua (36 V/42 V-DC   2A) Art.Nr. 100347</p> 		
<p>Flyer-1 (36 V/42 V-DC   4A) Art.Nr. 100337</p> 	<p>Flyer-2 (46,8 V/54,6 V-DC   4A) Art.Nr. 100338</p> 		
<p>Giant-1 (36 V/42 V-DC   5A 3pol) Art.Nr. 100329</p> 	<p>Giant-2 (36 V/42 V-DC   5A 5pol) Art.Nr. 100323</p> 		

bike-energy® | Stand: 30.11.2023 | Lieferung ab Werk | Lieferzeit: nach Vereinbarung | Zahlung: Vorauskasse  
Preise: EUR zzgl. MwSt. | Vertriebs: MEGAliner GmbH | A-5522 St. Martin a. Tg. | Müllerscharfenweg 7 | Tel.: +43(0)6463 640 91  
verkauf@bike-energy.com | Kontodaten: Volksbank Hainfeld | IBAN: AT38 4521 0000 2013 9435 | BIC: VB0EATWWSGAL

[www.bike-energy.com](http://www.bike-energy.com)  
02

ANEXO VI:



### Ladekabel-Übersicht

bike-energy Ladekabel	Die Preise finden Sie auf Seite 5.
<p><b>Hawk</b> (36 V/42 V-DC   1,5A 2pol) Art. Nr. 100330</p> 	<p><b>Impulse-1</b> (36 V/42 V-DC   5,5A 4pol) Art.Nr. 100324</p> 
<p><b>Impulse-2</b> (36 V/42 V-DC   5,5A RoPD-C Stecker) Art.Nr. 100325 passend für Shimano-1, Green-Mover, Xion, Neodrive/Alber, E-Lion, Brose</p> 	<p><b>My Esel</b> (36 V/42 V-DC   3A) Art.Nr. 100324</p> 
<p><b>Rocky Mountain</b> (46,8 V/54,4 V-DC   5A 3pol) Art.Nr. 100339</p> 	<p><b>Shimano-2</b> (46,8 V/54,4 V-DC   5A 3pol) eckiger Stecker Art.Nr. 100334</p> 

bike-energy® | Stand: 30.11.2023 | Lieferung ab Werk | Lieferzeit: nach Vereinbarung | Zahlung: Vorauskasse  
 Preise: EUR zzgl. MwSt | Vertrieb: MEGAlmer GmbH | A-5522 St. Martin a. Tg. | Müllerscharnweg 7 | Tel.: +43(0)6463 640 91  
 verkauf@bike-energy.com | Kontodaten: Volksbank Helten | IBAN: AT36 4501 0000 2013 3455 | BIC: VB0EATW034

[www.bike-energy.com](http://www.bike-energy.com)  


ANEXO VI:



### Ladekabel-Übersicht

bike-energy Ladekabel	Die Preise finden Sie auf Seite 5.
<p><b>Specialized (36 V/42 V-DC   5,9A)</b> Art.Nr. 100314</p> 	<p><b>Specialized SL (46,8 V/54,6 V-DC   2,5A)</b> Art.Nr. 100342</p> <p>nur bei neuen bike-energy Ladestation (V 1.51) verwendbar</p> 
<p><b>Stromer-1 (36 V/42 V-DC   5A XLR 4pol)</b> Art.Nr. 100317</p> 	<p><b>Stromer-2 (46,8 V/54,6 V-DC   5A)</b> RoPD-C Stecker Art.Nr. 100333</p> 
<p><b>TranzX (36 V/42 V-DC   3A XLR 5pol)</b> RoPD-C Stecker Art.Nr. 100321</p> 	

bike-energy® | Stand: 30.11.2023 | Lieferung ab Werk | Lieferzeit: nach Vereinbarung | Zahlung: Vorauskasse  
Preise: EUR zzgl. MwSt | Vertrieb: MEGAlimer GmbH | A-5522 St. Martin a. Tg. | Mitterschartenweg 7 | Tel.: +43(0)6463 640 91  
verkauf@bike-energy.com | Kontaktdaten: Volksbank Hallein | IBAN: AT36 4501 0000 2013 3435 | BIC: VBCAAT3301

ANEXO VI:



Ladekabel-Übersicht

bike-energy Ladekabel Die Preise finden Sie auf Seite 5.

Yamaha-1 (36 V/42 V-DC | 5A)  
Art.Nr. 100322



Yamaha-2 (36 V/42 V-DC | 5A)  
Art.Nr. 100335



Zündapp-1  
(36 V/42 V-DC | 4,5A)  
Akku am Sattelrohr  
Art.Nr. 100326



Zündapp-2  
(36 V/42 V-DC | 5A)  
Akku am Gepäckträger  
Art.Nr. 100327



Zündapp-3  
(24 V/29,3 V-DC | 4A)  
Akku am Sattelrohr  
Art.Nr. 100328



Alle Ladekabel sind zum Preis von 71,88 € inkl. MwSt. | 59,90 € ex. MwSt., mit AUSNAHME der folgenden:  
 1. Adapter-Ladekabel BOSCH (Art.Nr. 100431) - 94,80 € inkl. MwSt. | 79,00 € ex. MwSt.  
 2. BOSCH Smart System (Art.Nr. 100345) - 95,88 € inkl. MwSt. | 79,90 € ex. MwSt.  
 3. Shimano-2 (Art.Nr. 100334) - 95,88 € inkl. MwSt. | 79,90 € ex. MwSt.

bike-energy® | Stand: 30.11.2023 | Lieferung ab Werk | Lieferzeit: nach Vereinbarung | Zahlung: Vorauskasse  
 Preise: EUR zzgl. MwSt | Vertrieb: MEGALIM GmbH | A-5022 St. Martin a. Tg. | Müllerscharlenerweg 7 | Tel.: +43(0)6463 640 91  
 verkauf@bike-energy.com | Kontodaten: Volksbank Hallein | IBAN: AT38 4501 0000 2010 3435 | BIC: VSBOD333

www.bike-energy.com  
05

---

## ANEXO VII:

### ARCHIVOS DE CAD

1. <https://grabcad.com/library/solar-panel-assembly-1>
2. <https://grabcad.com/library/male-city-bike-1>
3. <https://grabcad.com/library/ladies-bicycle-1>
4. <https://grabcad.com/library/hinges-80-x-100-1>
5. <https://grabcad.com/library/volo-200-n-gas-spring-1>
6. <https://grabcad.com/library/outdoor-cabinet-1>
7. <https://grabcad.com/library/metal-battery-box-1>
8. [https://grabcad.com/library/zwei-1-inox-handles-1/details?folder\\_id=13322519](https://grabcad.com/library/zwei-1-inox-handles-1/details?folder_id=13322519)
9. <https://grabcad.com/library/bike-rack-9>

## **ANEXO VIII: CUADROS FINANCIEROS**

Rentabilidad y cuadros financieros a 10 años

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

## ANEXO VIII: CUADROS FINANCIEROS

### Modelo Financiero Proyecto Don Ciclete

Modelo (€ miles)

#### Datos actuales

nº bicihangares	42										
capacidad de uso año 1	0,50										
capacidad de uso año 2	0,65										
capacidad de uso año 3	0,75										
capacidad máxima de uso	0,95										
tarifa extra (€/h)	0,28 €	0,29 €	0,29 €	0,30 €	0,31 €	0,31 €	0,32 €	0,33 €	0,34 €	0,34 €	
IPC	2,30%	€ 12,29									
Importe subvención	30.009,69 €										
Inversión	100.032										

### Estudio Viabilidad Económica- Escenario 1 - Inversión financiada al 70% con un tipo de interés del 5,0% anual y coste de apertura del 1% y subvención del 30%

Años	Ingreso por tarifa	Total ingresos	Coste de personal	otros mantenimientos	Coste de apertura 1%	Coste financiación	Préstamo a 5 años	Inversión	Subvención	Flujo de caja anual	Flujo de caja acumulado			
0							70.023			(100.032)	(100.032)			
1	50.803	50.803	(21.000)	(8.400)	(700)	(3.501)	(14.005)		30.010	33.207	(66.825)			
2	67.563	67.563	(21.483)	(8.593)		(2.801)	(14.005)			42.165	(24.661)			
3	79.751	79.751	(21.977)	(8.791)		(2.101)	(14.005)			54.854	30.194			
4	103.341	103.341	(22.483)	(8.993)		(1.400)	(14.005)			78.943	109.136			
5	105.718	105.718	(23.000)	(9.200)		(700)	(14.005)			81.813	190.949			
6	108.149	108.149	(23.529)	(9.411)						98.738	289.687			
7	110.637	110.637	(24.070)	(9.628)						101.009	390.696			
8	113.181	113.181	(24.623)	(9.849)						103.332	494.027			
9	115.784	115.784	(25.190)	(10.076)						105.708	599.736			
10	118.447	118.447	(25.769)	(10.308)						108.140	707.876			
										4,42%			TIR	52,7%
													VAN	516.617
													Breakeven point	2,00
													Last negative cash flow	(24.661)
													Cash flow (ln ) in next year	30.194
													Fraction year value	0,82
													payback period (years)	2,8

### Estudio Viabilidad Económica- Escenario 2 - Inversión financiada al 100% con un tipo de interés del 5,0% anual y coste de apertura del 1%

Años	Ingreso por tarifa	Total ingresos	Coste de personal	otros mantenimientos	Coste de apertura 1%	Coste financiación	Préstamo a 5 años	Inversión	Subvención	Flujo de caja anual	Flujo de caja acumulado			
0							100.032	100.032		(100.032)	(100.032)			
1	50.803	50.803	(21.000)	(8.400)	(1.000)	(5.002)	(20.006)			(4.605)	(104.637)			
2	67.563	67.563	(21.483)	(8.593)		(4.001)	(20.006)			34.962	(69.675)			
3	79.751	79.751	(21.977)	(8.791)		(4.001)	(20.006)			46.952	(22.723)			
4	103.341	103.341	(22.483)	(8.993)		(2.001)	(20.006)			72.341	49.617			
5	105.718	105.718	(23.000)	(9.200)		(700)	(20.006)			75.811	125.428			
6	108.149	108.149	(23.529)	(9.411)						98.738	224.166			
7	110.637	110.637	(24.070)	(9.628)						101.009	325.174			
8	113.181	113.181	(24.623)	(9.849)						103.332	428.506			
9	115.784	115.784	(25.190)	(10.076)						105.708	534.215			
10	118.447	118.447	(25.769)	(10.308)						108.140	642.354			
										4,42%			TIR	40,9%
													VAN	456.470
													Breakeven point	3,00
													Last negative cash flow	(22.723)
													Cash flow (ln ) in next year	49.617
													Fraction year value	0,46
													payback period (years)	3,5

En ambos escenarios el proyecto es viable dado que nos da una TIR del 52,7% y 40,9% y un VAN positivo de 0,5 y 0,4 millones respectivamente en 10 años

El VAN consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto de inversión para saber cuanto se va a ganar con la inversión.

Como puede observarse en ambos escenarios el VAN es positivo y cercano a 0,5 m y por tanto el proyecto es viable con una TIR esperada por encima de la tasa mínima requerida del 4,42%

EL payback de la inversión dependiendo del escenario se sitúa entre 2,8 y 3,5 años

*ANEXO VIII: CUADROS FINANCIEROS*

---

Rentabilidad y cuadro financiero a 5 años

ANEXO VIII: CUADROS FINANCIEROS

**Modelo Financiero Proyecto Don Ciclete**

Modelo (€ miles)

Datos actuales

nº bicihangares	42				
capacidad de uso año 1	0,50				
capacidad de uso año 2	0,65				
capacidad de uso año 3	0,75				
capacidad máxima de uso	0,95				
tarifa extra (€/h)	0,28 €	0,29 €	0,29 €	0,30 €	0,31 €
IPC	2,30%				
Importe subvención	30.009,69 €				
Inversión	100.032				

**Estudio Viabilidad Económica- Escenario 1 - Inversión financiada al 70% con un tipo de interés del 5,0% anual y coste de apertura del 1% y subvención del 30%**

Años	ingreso por tarifa	Total ingresos	Coste de personal	otros mantenimient os	Coste de apertura 1%	Coste financiación	Prestamo a 5 años	Inversión	Subvención	Flujo de caja anual	Flujo de caja acumulado
0							70.023	70.023		(100.032)	(100.032)
1	50.803	50.803	(21.000)	(8.400)	(700)	(3.501)	(14.005)		30.010	33.207	(66.825)
2	67.563	67.563	(21.483)	(8.593)		(2.801)	(14.005)			42.165	(24.661)
3	79.751	79.751	(21.977)	(8.791)		(2.101)	(14.005)			54.854	30.194
4	103.341	103.341	(22.483)	(8.993)		(1.400)	(14.005)			78.943	109.136
5	105.718	105.718	(23.000)	(9.200)		(700)	(14.005)			81.813	190.949

<b>TIR</b>	40,5%
<b>VAN</b>	150.923
<b>Breakeven point</b>	2,00
<b>Last negative cash flow</b>	(24.661)
<b>Cash flow (ln ) in next yea</b>	30.194
<b>Fraction year value</b>	0,82
<b>payback period (years)</b>	2,8

**Estudio Viabilidad Económica- Escenario 2 - Inversión financiada al 100% con un tipo de interés del 5,0% anual y coste de apertura del 1%**

Años	ingreso por tarifa	Total ingresos	Coste de personal	otros mantenimient os	Coste de apertura 1%	Coste financiación	Prestamo a 5 años	Inversión	Subvención	Flujo de caja anual	Flujo de caja acumulado
0							100.032	100.032		(100.032)	(100.032)
1	50.803	50.803	(21.000)	(8.400)	(1.000)	(5.002)	(20.006)			(4.605)	(104.637)
2	67.563	67.563	(21.483)	(8.593)		(4.001)	(20.006)			34.962	(69.675)
3	79.751	79.751	(21.977)	(8.791)		(4.001)	(20.006)			46.952	(22.723)
4	103.341	103.341	(22.483)	(8.993)		(2.001)	(20.006)			72.341	49.617
5	105.718	105.718	(23.000)	(9.200)		(700)	(20.006)			75.811	125.428

<b>TIR</b>	24,0%
<b>VAN</b>	90.777
<b>Breakeven point</b>	3,00
<b>Last negative cash flow</b>	(22.723)
<b>Cash flow (ln ) in next yea</b>	49.617
<b>Fraction year value</b>	0,46
<b>payback period (years)</b>	3,5