

E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Carlos Rico Jiménez

Juan Ignacio Latorre Biel

Tudela, 26 Mayo 2016



Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

Resumen

El presente trabajo fin de grado tiene por objetivo el diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos autosuficiente, sin necesidad de estar conectada a la red eléctrica.

Para lograr dicha autosuficiencia, la estación estará alimentada a partir de fuentes renovables de energía (energy harvesting), en particular se valorará la posibilidad de instalar placas solares fotovoltaicas y uno o varios aerogeneradores.

De ésta manera conseguiremos que el vehículo eléctrico sea más ecológico puesto que generamos la energía que se va a consumir de manera limpia.

La autonomía energética de la estación de recarga permitirá ubicarla en lugares en los que no sea posible realizar una conexión a la red eléctrica.

La principal motivación para el desarrollo de este TFG es el incremento continuo en las ventas de vehículos híbridos enchufables y eléctricos que se está produciendo estos últimos años.

Palabras clave

Energía solar fotovoltaica, energía eólica, vehículos eléctricos, instalación de recarga eléctrica de vehículos.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

ÍNDICE

1.	Contextualización y planteamiento de la necesidad a resolver.....	6
2.	Objetivos del TFG y especificaciones. Normativa aplicable.	10
2.1.	Objetivo del TFG.....	10
2.2.	Especificaciones.....	10
2.3.	Normativa.....	11
2.3.1.	Régimen jurídico del Gestor de Carga.....	11
2.3.2.	IEC (Comisión Electrotécnica Internacional).....	11
2.3.3.	IEC 61851 Sistema conductivo de carga para VE.....	11
2.3.4.	Normativa nacional.....	12
3.	Estudio de soluciones alternativas al problema planteado.....	14
3.1.	Alternativas comerciales desarrolladas en el mismo ámbito o sector.....	14
3.1.1.	Estación eólica Sanya Skypump.....	14
3.1.2.	Electrolinera fotovoltaica “Smartflower POP-e”.....	15
3.1.3.	Estación fotovoltaica de SDK Sendekia.....	15
3.1.4.	Otros proyectos de electrolineras fotovoltaicas.....	16
3.1.5.	Estaciones de recarga TESLA.....	17
3.1.6.	Estación de energía eólica y solar.....	18
3.2.	Alternativas comerciales desarrolladas en otros sectores.....	19
3.2.1.	Instalación fotovoltaica sin conexión a red independiente.....	19
3.2.2.	Instalación fotovoltaica sin conexión a red con baterías para almacenamiento de energía.....	19
3.2.3.	Instalación fotovoltaica sin conexión a red con generador de refuerzo.....	20
3.2.4.	Instalación solar sin conexión a red combinada o híbrida.....	21
3.3.	Soluciones parciales a subproblemas concretos.....	21
3.3.1.	Soluciones para la generación.....	22
3.3.1.1.	Placa solar fotovoltaica.....	22
3.3.1.2.	Aerogenerador.....	24
3.3.2.	Soluciones de almacenamiento.....	27
3.3.3.	Soluciones de regulación y control.....	29
3.3.3.1.	Inversor de voltaje.....	29
3.3.3.2.	Regulador de carga.....	30
3.3.4.	Soluciones de recarga.....	30
3.3.4.1.	Tipos de conectores.....	31

3.3.4.2.	Tipos de recarga.....	34
3.3.4.3.	Modos de carga	37
4.	Elección justificada de una solución.....	40
5.	Desarrollo de la solución.....	42
5.1.	Sistema mecánico y diseño estético.	42
5.1.1.	Estudio estructural	47
5.2.	Sistema eléctrico	49
5.2.1.	Selección de los distintos elementos eléctricos.....	49
5.2.2.	Cálculos.....	55
5.2.3.	Conexión de los distintos componentes	57
5.2.4.	Instalación de luminarias.....	60
6.	Modelo de negocio.	64
6.1.	Presupuesto.....	64
7.	Conclusiones.....	66
8.	Bibliografía y webgrafía.....	68
9.	Anexos.....	70
9.1.	Planos.....	70

1. Contextualización y planteamiento de la necesidad a resolver.

En la actualidad estamos experimentando un gran desarrollo en el sector de los vehículos eléctricos, tanto es así que la comercialización y venta de dichos vehículos está experimentando un crecimiento exponencial.

A continuación podemos observar una publicación de “The Economist” sobre la previsión de stock de coches eléctricos que estiman los distintos países del mundo para los próximos años:

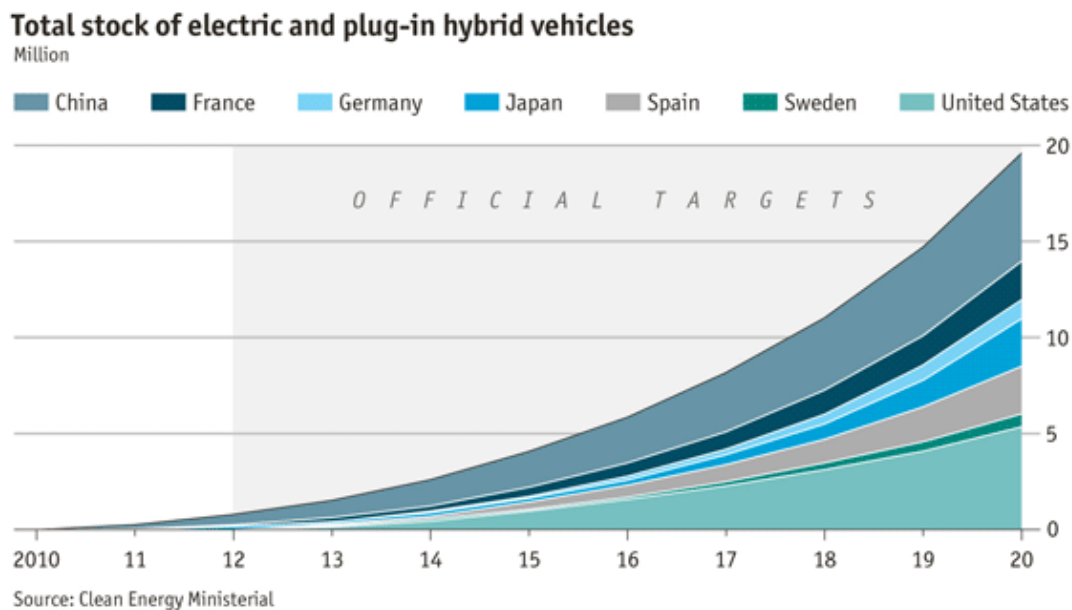


Figura1. Gráfica sobre el stock de vehículos eléctricos.

Y es que, según estudios realizados a nivel internacional, los vehículos eléctricos son altamente valorados por los usuarios ya que cubren una serie de necesidades como, por ejemplo, que no emiten gases contaminantes y su fabricación suele ser más respetuosa con el medio ambiente.

El coste de utilización de un vehículo 100% eléctrico es muy bajo. Ofrece ventajas en el mantenimiento, suponiendo un ahorro al prescindir en gran medida, de cambios de aceite, líquidos y filtros.

Además, con los vehículos de movilidad eléctrica está permitido circular por la mayor parte de las zonas limitadas al tráfico rodado por motivos de contaminación.

También ofrece ventajas en confort debido al bajo nivel de ruido, vibraciones prácticamente imperceptibles y emisiones reducidas de calor.

La eficiencia energética de estos vehículos se encuentra entorno al 90% frente al 38% de un motor diésel medio. En cuanto a prestaciones, el motor eléctrico ofrece el par máximo desde el inicio del arranque y una potencia constante.

Un estudio de mercado realizado por la compañía Accenture a siete mil personas en un total de 13 países en todo el mundo, refleja que un 30% de personas conoce bien éste tipo de vehículos como para tenerlos en cuenta a la hora de renovar su coche.

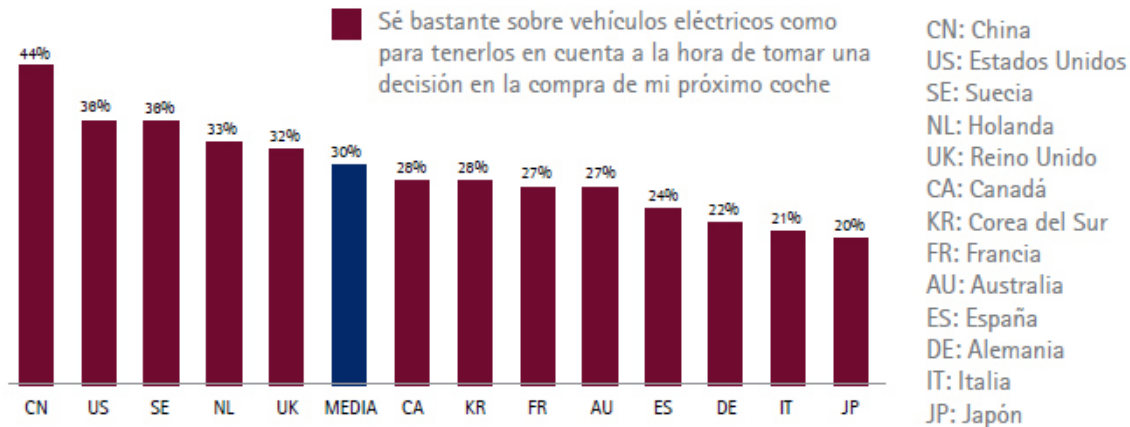


Figura 2. Conocimiento de los vehículos eléctricos por países.

Además, sobre la base de los 501 encuestados por Accenture en España, que tienen previsto comprar un coche nuevo, se ha consultado la posibilidad de adquirir un vehículo eléctrico y estos son los resultados:

- Un 52% “probablemente” tendría en cuenta los vehículos eléctricos en el momento de comprar en los próximos tres años.
- Un 66% “probablemente” lo consideraría en los próximos 3 y 5 años.
- Un 49% “probablemente” entre los próximos 5 y 10 años.

Una vez comprobado que el mercado ha asumido la llegada de los coches eléctricos debemos comentar que actualmente sigue habiendo una atmósfera de escepticismo por una parte de la sociedad que no cree que ésta tecnología tenga futuro o vaya a entrar en nuestras vidas de forma tan inminente.

Indudablemente, el coche eléctrico tiene muchas ventajas respecto al vehículo convencional, pero también es cierto que existen ciertas desventajas que se deben conocer y valorar.

Los vehículos 100% eléctricos son a día de hoy relativamente caros. Además, los tiempos de recarga son por el momento altos, aproximadamente de 8 horas para una carga completa.

Las plazas con puntos de recarga son muy limitadas, puesto que es una tecnología novedosa que se está desarrollando. También la escasa autonomía de los coches eléctricos o el desgaste de las baterías con el paso del tiempo y ciclos de carga y descarga son algunos de los problemas que presentan.

Debemos destacar que, de los encuestados españoles, un 70% prefiere un vehículo híbrido enchufable, mientras que un 30% prefiere un vehículo totalmente eléctrico. Las preferencias de los encuestados a la hora de elegir un vehículo híbrido eléctrico enchufable en lugar de un vehículo totalmente eléctrico se distribuyen de la siguiente forma:

- 87%: Rango de la batería insuficiente de la tecnología de vehículos totalmente eléctricos para cubrir sus necesidades de conducción diarias.
- 84%: Disponibilidad insuficiente de puntos de carga.
- 72% El tiempo de carga de los vehículos totalmente eléctricos es demasiado extenso.
- 56% Preocupaciones por la fiabilidad de la tecnología de vehículos totalmente eléctricos.

Es por ésta razón que creemos que realizar el diseño de una estación de carga es un trabajo interesante, puesto que una de las principales preocupaciones de los posibles compradores de coches eléctricos es la disponibilidad insuficiente de puntos de carga, hecho que produce cierto rechazo a la hora de comprar un vehículo de éste tipo.

Con la realización de éste trabajo podemos dar solución a este problema, no solo en ciudades y carreteras, sino también en lugares en los que no sea posible realizar una conexión a la red eléctrica, que puede ser debido, por ejemplo, a la distancia respecto a una central o a la calidad de la red. Y no menos importante el hecho de que la producción y obtención de energía se realiza de forma ecológica.

Según los proyectos de infraestructuras que se están viendo en la actualidad, parece que el futuro de las electrolineras se enfoca el abastecimiento y carga de vehículos por energías renovables, sobre todo la fotovoltaica.

Deducimos, que a la vez que va aumentando la cantidad de coches eléctricos en las carreteras, aumentarán este tipo de infraestructuras. Sin embargo, resulta interesante el hecho de desarrollar una estación de carga autosuficiente, que pueda funcionar sin necesidad de depender de una red eléctrica que le suministre energía. Haciendo del vehículo eléctrico un medio aún más ecológico.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

2. Objetivos del TFG y especificaciones. Normativa aplicable.

2.1. Objetivo del TFG

El objetivo del presente TFG es realizar el diseño de una estación de carga para vehículos híbridos enchufables y eléctricos. Lo que se pretende hacer es dotar a la estación de autosuficiencia eléctrica. Es decir, como hemos comentado anteriormente, que no tenga conexión a la red.

Lo que se conseguiría es cubrir la necesidad de disponibilidad de instalaciones de éste tipo, incluso en lugares donde no haya red eléctrica (porque el área esté muy alejada de las centrales eléctricas), lugares donde la red eléctrica no sea fiable (por los posibles cortes de energía ante una emergencia), o lugares donde la conexión a la red sea demasiado cara (debido al precio de la extensión de las líneas).

Además, en la actualidad, la electricidad se produce en parte con combustibles fósiles. Así lo recuerda un reciente estudio publicado en la revista científica 'Journal of Industrial Ecology'. Sus autores, de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, comparan los ciclos de vida de ambos tipos de vehículos. La conclusión: los coches eléctricos pueden contaminar el doble que los "convencionales", si la electricidad sigue procediendo de combustibles fósiles. El estudio recuerda también que la producción de baterías y motores eléctricos supone un importante impacto ambiental.

Las electrolineras que funcionan con energías renovables, pueden ser una posible solución para lograr que los coches eléctricos sean más ecológicos.

Pretendemos realizar un diseño de la instalación agradable y funcional, y que ésta sea respetuosa con el medio ambiente y pueda dar servicio a varios vehículos.

2.2. Especificaciones

En cuanto a las especificaciones, sabemos que estará alimentada a partir de fuentes renovables de energía (energy harvesting). Trataremos de implementar una serie de placas solares fotovoltaicas y uno o más aerogeneradores.

Antes de concretar cantidades y tamaños debemos valorar el diseño y estudiar las distintas opciones que podemos encontrar en el mercado.

Dependiendo de la cantidad de energía que podamos obtener, daremos servicio simultaneo a más o menos coches, en principio la cifra de vehículos estará entre un mínimo de 2 y un máximo de 4.

Serán necesarios unos acumuladores para el almacenamiento de la energía producida, para abastecer a vehículos incluso cuando las condiciones meteorológicas no permitan generar electricidad durante varios días.

Estimamos que una estructura de éste tipo ocupará una superficie de 60 a 80 m², queremos que no sea demasiado extensa para facilitar la instalación en distintas ubicaciones.

Además de todo esto, se valorará la opción de incorporar un pequeño grupo electrógeno que, en caso de no poder dar servicio debido a las condiciones climatológicas durante un tiempo prolongado, pueda utilizarse para realizar alguna carga.

En referencia a la iluminación de la instalación, estará alimentada por la propia estación y será de tipo led, puesto que necesitamos bajos consumos.

Implementaremos todos éstos elementos en una estructura con un diseño agradable y una estética cuidada.

2.3. Normativa

En cuanto a la normativa encontramos diversas normas y R.D. que controlan y regulan aspectos de la instalación y carga del vehículo eléctrico (VE) además de incluir una nueva figura, la del Gestor de Carga, al que se le reserva la actividad de prestación de servicios de recarga.

2.3.1. Régimen jurídico del Gestor de Carga

En abril de 2010 se incluyó la nueva figura del Gestor de Carga del Sistema dentro de la Ley 54/1997, del 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, dotando así de una solución adecuada para la prestación de los servicios de recarga de electricidad necesarios para un rápido desarrollo del vehículo eléctrico. Dicha modificación de la citada Ley se recoge en el artículo 23 del R.D.-ley 6/2010, de 9 de abril, de medidas para el impulso de la recuperación económica y el empleo.

Los derechos y deberes de los gestores de cargas fueron regulados posteriormente en el Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo, en el que se define su actividad como la realización de servicios de recarga energética para vehículos eléctricos. Dicho decreto regula además, el procedimiento y los requisitos necesarios para el ejercicio de esta actividad.

En abril de 2012 el despacho Uría Menéndez elaboró un informe sobre el régimen jurídico de los gestores de cargas. Dentro de dicho informe se encuentran una serie de conclusiones entre las que destaca la siguiente: La recarga del vehículo eléctrico en instalaciones abiertas al público en general, tales como "electrolineras", grandes superficies, parking públicos, etc., es siempre una actividad reservada a los gestores de cargas.

2.3.2. IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)

La IEC es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de CEI). El objetivo de CEI es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, CEI publica Normas Internacionales. Varias de estas normas son de aplicación en el mercado del VE.

2.3.3. IEC 61851 Sistema conductivo de carga para VE

IEC 61851-1: Requisitos generales

Esta parte de la Norma CEI 61851 se aplica a equipos para cargar vehículos de carretera eléctricos a tensiones de alimentación de corriente alterna normalizada de hasta 690 V y a tensiones de corriente continua de hasta 1 000 V, y para proporcionar potencia eléctrica a cualquiera de los servicios adicionales en el vehículo si se requieren cuando esté conectado a la red de alimentación.

IEC 61851-21: Requisitos de VE para conexión conductora a red en C.A. /C.C.

Esta parte de la Norma CEI 61851 junto con la parte 1 proporciona los requisitos del vehículo eléctrico para la conexión conductora en corriente alterna o corriente continua., para tensiones de corriente alterna según la Norma CEI 60038 de hasta 690 V y tensiones de corriente continua de hasta 1000 V, cuando el vehículo esté conectado a la red de alimentación.

IEC 61851-22: Estación de carga en C.A. para VE

Esta parte de la Norma CEI 61851, junto con la parte 1, proporciona los requisitos de las estaciones de carga del vehículo eléctrico en corriente alterna para la conexión conductiva a un vehículo eléctrico, para tensiones de alimentación de corriente alterna según la Norma CEI 60038 de hasta 690 V.

IEC 61851-23: Estación de carga en C.C. para VE

Esta parte de la Norma CEI 61851, junto con la parte 1, proporciona los requisitos de las estaciones de carga del vehículo eléctrico en corriente continua, referidas también a partir de ahora como “cargador en c.c.”, para la conexión conductiva a un vehículo eléctrico, para tensiones de alimentación de corriente alterna o continua de hasta 1000V en c.a. y hasta 1500V en c.c. según la Norma CEI 60038.

IEC 62196: Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos.

Estándar internacional para conectores y modos de recarga de vehículo eléctrico:

- IEC 62196- 1: Requerimientos generales
- IEC 62196-2: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para los accesorios de espigas y alvéolos en corriente alterna.

2.3.4. Normativa nacional

Esta es la normativa aplicable a las instalaciones para la recarga del VE.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT, es un reglamento de obligado cumplimiento que prescribe las condiciones de montaje, explotación y mantenimiento de instalaciones de baja tensión. Las sucesivas mejoras del REBT se establecen con Instrucciones Técnicas Complementarias, dedicadas a diferentes aplicaciones eléctricas. La ITC dedicada a la recarga del VE es la ITC BT-52.

ITC BT-52: Instalaciones con fines especiales (Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos). Establece las prescripciones aplicables a las instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos por conducción, no siendo aplicable para las recargas por inducción. Actualmente está en fase de borrador pero IBIL la está utilizando como referencia en sus instalaciones.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

3. Estudio de soluciones alternativas al problema planteado

Las estaciones de carga autónomas, en la actualidad, son difíciles de ver en nuestro entorno. Pero, a pesar de ser una tecnología en desarrollo no significa que no podamos encontrarlas ya en el mercado, e incluso en las calles.

3.1. Alternativas comerciales desarrolladas en el mismo ámbito o sector

3.1.1. Estación eólica Sanya Skypump.

Es la primera estación de recarga eólica para automóviles eléctricos. La Sanya Skypump, está desarrollada por Urban Green Energy con la colaboración de General Electric, influye el elegante aerogenerador el UGE-4Kw y una avanzada estación de carga de vehículos eléctricos de GE con el objetivo de ser una excelente aportación a la necesaria infraestructura de apoyo al vehículo eléctrico; y un claro ejemplo de viabilidad, hacia el cambio del actual modelo energético.



Figura 3. Estación de recarga Sanya skypump.

La Sanya Skypump está situada en el parking de CESPA en zona franca de Barcelona, destinada a suministrar la flota de Vehículos eléctricos que la empresa dispone para realizar sus trabajos y servicios.

Está compuesta por una turbina eólica UGE 4kw de eje vertical, especial para entornos urbanos, montada sobre un mástil a 13 metros de altura, capaz de generar energía con bajas velocidades de viento (a partir de 10 km/h), en la parte inferior se alojan el resto de componentes, un inversor, el sistema de frenado y la caja de control que actúa permanentemente sobre la turbina para proteger todo el conjunto, por último una novedosa estación de recarga para vehículos eléctricos de General Electric, capaz de suministrar “combustible ecológico” para la nueva generación de vehículos eléctricos.

3.1.2. Electrolinera fotovoltaica “Smartflower POP-e”

De fácil instalación, con sus 18 metros cuadrados de paneles solares en movimiento, la plataforma, con forma de girasol, es capaz de generar hasta 6.200 kilovatios hora (kWh) al año, muy por encima de los 4.000 kWh que necesita una vivienda media.

Además, este nuevo sistema permite obtener hasta un 40% más de rendimiento en la producción de energía gracias a sus funciones inteligentes.



Figura 4. Electrolinera fotovoltaica “Smartflower POP-e”.

‘Smartflower POP’ es capaz de captar la máxima energía solar gracias a sus paneles monocristalinos y a un circuito de conexión inteligente, que abarca todas las superficies de los paneles y módulos solares.

El sistema produce energía, incluso en las horas marginales del día, lo que aumenta su rendimiento. La instalación suministra energía limpia desde que despunta el día hasta el crepúsculo. Con la puesta del sol, la central solar se pliega automáticamente volviendo a la posición de reposo.

3.1.3. Estación fotovoltaica de SDK Sendekia

El Real Jardín Botánico Juan Carlos I, en la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid), cuenta desde finales del año 2011 con la primera “fotolinera” de España. A simple vista, parece la típica estructura metálica con tejado para aparcar coches, pero va más allá. En ella se pueden recargar hasta cuatro vehículos y cinco bicicletas eléctricas. El puesto de recarga dispone de una aplicación para teléfono móvil que señala el tiempo de recarga y la hora de retirada del vehículo. En función del sistema de recarga y la capacidad de almacenaje de la batería, el proceso puede durar de ocho horas a diez minutos.



Figura 5. Fotolinera de SDK Sendekia.

3.1.4. Otros proyectos de electrolineras fotovoltaicas.

El Centro de Innovación Empresarial de la Cámara de Comercio de Lanzarote, en las Islas Canarias, cuenta desde el verano de 2012 con una fotolinera. Diseñada por la empresa Suntelco, tiene tres paneles fotovoltaicos. El sistema permite enviar la energía sobrante al edificio de la Cámara de Comercio y, en caso de que las condiciones atmosféricas impidan la recarga, se puede abastecer de la red eléctrica.



Figura 6. Electrolinera diseñada por Suntelco.

En la plaza del Milenio de Valladolid se ha instalado una fotolinera con ocho puntos de recarga. Su responsable es la empresa vallisoletana Emerix, que desarrolla desde 2008 infraestructuras para vehículos eléctricos. Ellos fueron quienes instalaron en Madrid el primer punto de recarga de coches eléctricos del Plan Movele.



Figura 7. Electrolinera de la empresa Emerix

Barakaldo (Vizcaya) tendrá una fotolinera gracias a un proyecto de colaboración en el que participa la Agencia de Desarrollo de esta localidad y cuatro empresas vizcaínas. La fotolinera ocupará una superficie total de 400 metros cuadrados y su cubierta necesitará paneles fotovoltaicos de 130 metros cuadrados.

3.1.5. Estaciones de recarga TESLA

La marca Tesla está extendiendo por muchos países del mundo tanto la comercialización de sus vehículos eléctricos como la instalación de sus estaciones de carga. En muchas de las estaciones Tesla podemos encontrar los tejados con paneles solares fotovoltaicos. Por tanto se comprueba que una de las marcas más punteras de coches eléctricos apuesta por las energías renovables como fuente de abastecimiento.

A continuación podemos ver la cantidad de estaciones instaladas y la ubicación de éstas, quedando España prácticamente desierta por el momento:

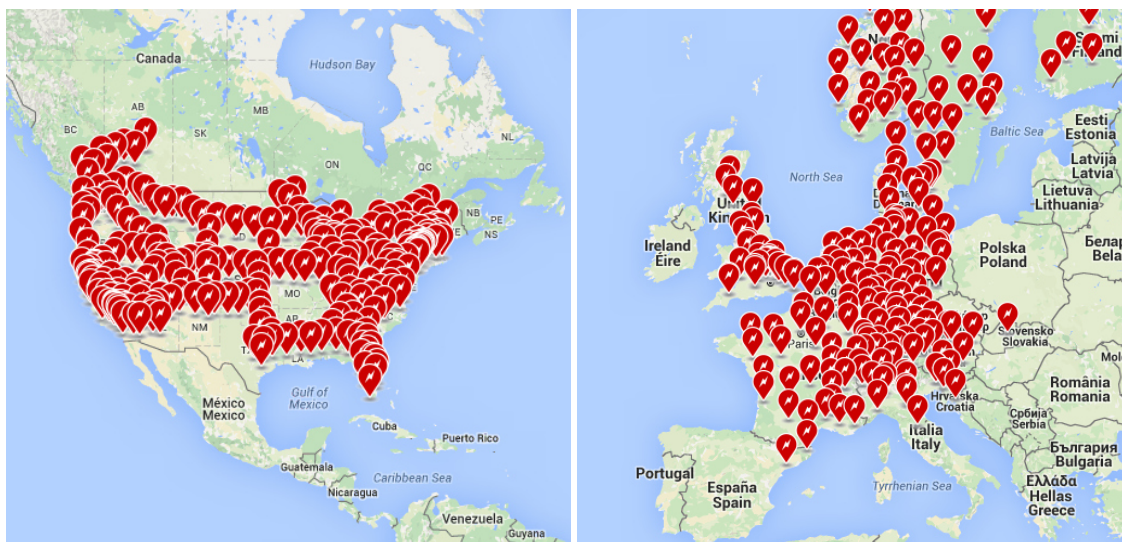


Figura 8. Ubicación de las estaciones de carga Tesla.

La marca Tesla comercializa coches eléctricos como el Model S, el Tesla Roadster o el Model X y es un referente en el sector. Esto hace que se confirme que el camino de ésta tecnología se dirige hacia las estaciones de carga ecológicas.



Figura 9. Estación de carga Tesla.

Además la marca Tesla presume de tener los mejores VE y estaciones que consiguen realizar las recargas más rápidas hasta el momento, con potencias de 120 KW dotando al vehículo de una autonomía de 270 Km en apenas 30 minutos.

3.1.6. Estación de energía eólica y solar

Es el caso de Ecotricity ubicado en Reading Inglaterra, este nuevo cargador es capaz de recargar dos coches eléctricos al mismo tiempo y utiliza la energía eólica y la solar para poder proveer esa energía.



Figura 10. Estación de carga de Ecotricity.

Así se convierte en el primer cargador de coches eléctricos en utilizar las energías renovables en dicho país, para utilizarlo no hay que pagar nada y tan solo se necesita de aproximadamente dos horas para cargar el vehículo.

3.2. Alternativas comerciales desarrolladas en otros sectores

Este mismo tipo de tecnología lo podemos encontrar en viviendas situadas en zonas aisladas y en casas o casetas de campo. Se utiliza para dotar de energía eléctrica a la edificación. Se observa que la instalación para la generación de energía es prácticamente idéntica cambiando únicamente el elemento que la consume.

3.2.1. Instalación fotovoltaica sin conexión a red independiente

Las instalaciones de energía solar más sencillas son las que generan electricidad continua, que puede ser utilizada en el momento, por lo que no son necesarios el cableado, almacenamiento y los sistemas de control. Estas instalaciones fotovoltaicas sencillas son muy fáciles de instalar y transportar.



Figura 11. Placa fotovoltaica en tejado de vivienda.

3.2.2. Instalación fotovoltaica sin conexión a red con baterías para almacenamiento de energía

Las instalaciones de energía solar sin conexión a red con baterías para almacenamiento de energía son excelentes para producir electricidad en cualquier lugar, por remoto que sea, y a cualquier hora. Estas instalaciones son especialmente convenientes en áreas donde no hay red eléctrica o la conexión a la red es demasiado cara.

La capacidad de almacenar la energía eléctrica fotovoltaica convierte a la energía solar en una fuente de electricidad fiable de día y de noche, con lluvia o sol. Las instalaciones de energía solar con almacenamiento en baterías se utilizan en todo el mundo para proporcionar la electricidad necesaria para luces, sensores, equipos de grabación, interruptores, electrodomésticos, teléfonos, televisiones y cualquier instrumento que funcione con electricidad.



Figura 12. Sistema de almacenamiento con baterías.

Las instalaciones de energía solar con baterías funcionan conectando paneles fotovoltaicos a una o varias baterías, y las baterías, a su vez, al cableado eléctrico. Durante el día, los paneles fotovoltaicos cargan las baterías, y éstas proveen de energía a la instalación eléctrica según se necesite. El dispositivo eléctrico llamado regulador de la carga hace que las baterías se carguen correctamente y ayuda a prolongar su vida protegiéndolas de cargas excesivas y de descargas completas.

Las baterías que se utilizan en las instalaciones de energía solar son similares a las baterías de coche, pero permiten utilizar más cantidad de la energía almacenada. Las baterías para energía solar necesitan el mismo mantenimiento que las baterías para coche: comprobar el líquido periódicamente, y protegerlas contra el frío extremo.

La cantidad de electricidad que se puede utilizar después de la puesta de sol o en días nublados está determinada por la cantidad de paneles fotovoltaicos y por el número de baterías que tenga la instalación.

3.2.3. Instalación fotovoltaica sin conexión a red con generador de refuerzo

Si no existe posibilidad de conexión a la red eléctrica o es muy cara y se necesita electricidad de forma continua, o en ocasiones se necesita mayor cantidad de energía de la que la instalación fotovoltaica puede proveer por sí sola, en esos casos, la energía fotovoltaica sigue siendo una opción práctica. Sólo es necesario añadir un generador eléctrico de refuerzo que trabaja en conjunto con el sistema fotovoltaico para proveer la electricidad óptima en cada momento.

Durante el día, los paneles fotovoltaicos se encargan de las necesidades energéticas diarias y cargan las baterías. Si las baterías empiezan a agotarse, el generador se pone en marcha para cargar las baterías.



Figura 13. Generador de refuerzo.

Puesto que las instalaciones fotovoltaicas con generador de refuerzo generan energía de varias formas, tienen las ventajas de cada sistema. Los generadores pueden producir electricidad en cualquier momento, siendo un complemento excelente de energía durante la noche o en los días nublados de los paneles solares, que producen energía durante las horas de luz.

3.2.4. Instalación solar sin conexión a red combinada o híbrida

Las instalaciones solares híbridas son ideales para casas o pueblos aislados y rurales.

Las instalaciones de energía híbridas combinan un número de elementos de producción de electricidad y de almacenamiento para resolver la demanda energética de una casa aislada o incluso de toda una comunidad.



Figura 14. Instalación híbrida de placas fotovoltaicas y aerogenerador.

En las instalaciones híbridas, además de una instalación de energía solar, se pueden agregar generadores a motor, generadores eólicos, plantas hidráulicas pequeñas, y otras fuentes de energía eléctrica necesarias para resolver la demanda energética.

3.3. Soluciones parciales a subproblemas concretos

Acabamos de comprobar que el principal problema de la energía solar o eólica, es el clima, si no hay un sol fuerte o viento suficiente el sistema no generará energía. Este aspecto lo podemos resolver instalando un generador de refuerzo. Además vemos que los sistemas combinados son utilizados tanto en vivienda como en electrolinerías.

También se ha podido ver cómo funciona el almacenamiento de energía en viviendas gracias a unos acumuladores. Tecnología que también implementaremos en nuestra instalación.

3.3.1. Soluciones para la generación

En este apartado tenemos claro que la energía que vamos a producir va a ser una combinación de renovables. Para ello disponemos en el mercado de gran variedad de placas solares y aerogeneradores.

3.3.1.1. Placa solar fotovoltaica.

La luz del sol (que está compuesta por fotones) incide en las células fotovoltaicas de la placa, creándose de esta forma un campo de electricidad entre las capas. Así se genera un circuito eléctrico. Cuanto más intensa sea la luz, mayor será el flujo de electricidad. Además, no es necesario que haya luz directa, ya que en días nublados también funciona.

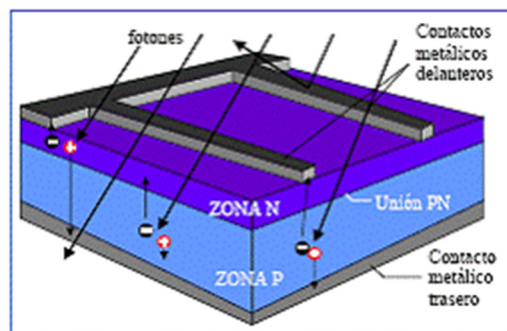


Figura 15. Célula fotoeléctrica.

Las células fotoeléctricas transforman la energía solar en electricidad en forma de corriente continua, y ésta, si es necesario, se transforma a corriente alterna para utilizar distintos equipos electrónicos que funcionan con CA.

El dispositivo que se encarga de esta transformación se denomina inversor. El inversor transforma la corriente continua en corriente alterna con las mismas características que la de la Red eléctrica a la que va a verse, controlando la uniformidad y calidad de la señal.

Las placas solares fotovoltaicas se clasifican según sus celdas, principalmente se encuentran celdas de silicio que pueden ser monocristalinas o policristalinas, en la práctica la diferencia entre ambas es mínima. La mayor eficiencia de las monocristalinas puede tener importancia cuando el espacio disponible es reducido. Frecuentemente con paneles policristalinos se puede conseguir más energía por el mismo precio, además con temperaturas elevadas, la pérdida de eficiencia es menor que en paneles de celdas monocristalinas.

También podemos ver placas solares de capa fina, paneles con celdas flexibles o paneles con celdas orgánicas. Son tecnologías que están en desarrollo, su fiabilidad puede originar dudas a la hora de apostar por ellas y tienen un coste más elevado.

Dentro de las placas con celdas de silicio podemos encontrar muchísimos paneles solares de distintos tamaños y potencias que nos podrían resultar útiles, el que mostramos a continuación es un módulo fotovoltaico A-300P, de fabricación española, policristalino 300W 24V, que tiene las siguientes características:

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C y AM 1,5)*	
A-300P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	300 W
Eficiencia del módulo	15,42%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,21 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	36,52 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,89 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	44,97 V
Parámetros térmicos	
Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C
Características físicas	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (kg)	24
Área (m ²)	1,95
Tipo de célula	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4 mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones / Opcional	QUAD IP54 / QUAD IP65
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1250 mm
Conectores	MC4 o combinable MC4
Rango de funcionamiento	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A
*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).	

Tabla 1. Características panel A-300P.



Figura 16. Panel fotovoltaico A-300P.

3.3.1.2. Aerogenerador

Un aerogenerador aprovecha la fuerza del viento para hacer girar sus aspas y producir electricidad gracias a su alternador interno.

Las palas o aspas del aerogenerador están conectadas a un eje el cual transmite los giros al alternador, el cual con los movimientos de los giros produce electricidad.

Cuando más rápido gire el molino, más electricidad se va a producir.

Un aerogenerador está formado por las hélices o aspas (B) que pueden ser de 2 a 6 hélices, de forma aerodinámica para favorecer al máximo el aprovechamiento del viento. También está formado por el eje (C), el cual recoge la fuerza de las aspas y la transmite al alternador (D), que transforma el movimiento en energía eléctrica en continua (12, 24 o 48V). El regulador (G), controla la electricidad producida y regula la carga hacia las baterías. El último elemento a destacar, es la cola (E), la función de la cual es hacer girar el aerogenerador en la orientación adecuada para que capte la máxima cantidad de viento.

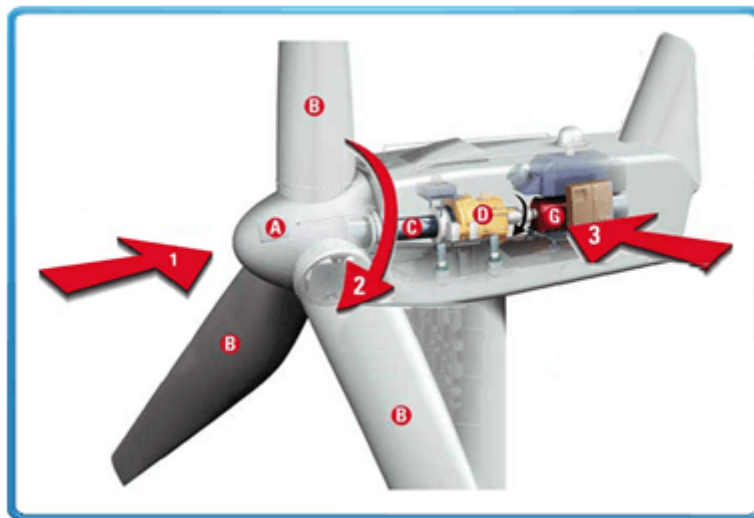


Figura 17. Partes aerogenerador.

En cuanto a la clasificación de los aerogeneradores, hay dos tipos principales: de eje vertical y de eje horizontal.

Los de eje vertical destacan por no necesitar el mecanismo de orientación y lo que es el generador eléctrico puede ir dispuesto en el suelo. Además, están diseñados para su instalación en entornos residenciales y urbanos como paseos peatonales, plazas, parques y carriles bici puesto que son totalmente silenciosos. El impacto sonoro de los aerogeneradores de eje horizontal se produce cuando la helice pasa por el mastil, por tanto en los de eje vertical este problema no existe.

También es posible la aplicación directa en edificios, comunidades de vecinos, viviendas particulares, alojamientos rurales y hoteles.

Dentro de este apartado encontramos el tipo Savonius, Giromill y Darrieus, además de otros fruto de combinaciones de éstos.



Figura 18. Generadores de eje vertical.

En cambio, los de eje horizontal, son los más usados y permiten cubrir un amplio rango de aplicaciones aisladas de pequeña potencia hasta instalaciones en grandes parques eólicos utilizando por encima de 1MW de potencia.



Figura 19. Aerogeneradores de eje horizontal.

Al igual que con las placas fotovoltaicas podemos encontrar distintos tamaños y potencias. Podría ser interesante implementar varios aerogeneradores de pequeño tamaño como puede ser el siguiente, de eje vertical 300W 24V con regulador MPPT SZ-400-V:



Figura 20. Aerogenerador eje vertical 300W 24V con regulador MPPT SZ-400-V.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Potencia nominal: 300W	Material de las palas: aleación de aluminio
Potencia máxima: 400W	Vel. de seguridad según fabricante: 25m/s
Diámetro del rotor: 1,3m	Cuerpo en aleación de aluminio
Altura del rotor: 0,606m	Carga de derivación incluida en regulador
Velocidad de arranque: 2m/s	Numero palas 3
Velocidad viento nominal: 12,5m/s	Regulador MPPT externo incluido
Inicio producción: 3m/s	Voltaje: 24Vcc
Tipo de generador: Trifásico de imanes permanentes de neodimio	Producción anual: 767kWh-2200kWh (dependiendo del viento)
Temperatura de trabajo: -20º a 60º	Certificaciones: CE, RoHS
Peso neto: 15Kg	

Tabla 2. Especificaciones técnicas aerogenerador 300W 24V.

O quizás podríamos optar por instalar un único aerogenerador de mayor tamaño. Como puede ser el aerogenerador de Eje Vertical Kliux Zebra, que encontramos funcionando entre otros lugares, en Tecnun (San Sebastián).

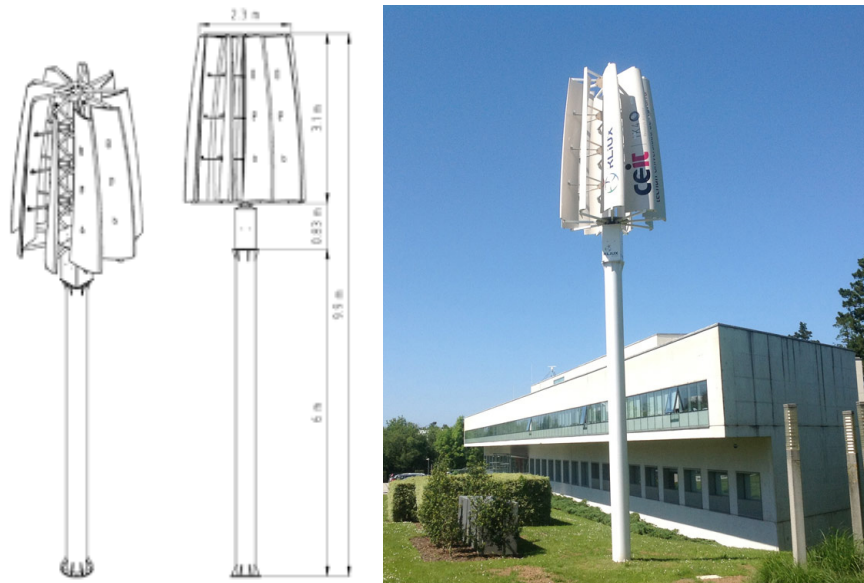


Figura 21. Aerogenerador Kliux Zebra.

A continuación mostramos una tabla con algunas de las especificaciones de dicho aerogenerador:

COMPONENTES CONJUNTO AEROTURBINA
Rotor de eje vertical Kliux Zebra (VAWT).
Caja de transmisión, generador de imanes permanentes.
Mástil de acero protegido con baño de galvanizado.
Inversor eólico Etesian Mini 2600, 2 kW, 230 Vac, 50 Hz (Santerno).
Conexión a red.
Módulo de comunicaciones GSM/Ethernet (opcional).
Estación meteorológica (opcional).
Descargadores de Tensión.
DIMENSIONES Y PESOS

Peso del rotor + generador y transmisión: 375,00 kg.
Peso de mástil: desde 351 kg.
Diámetro del rotor: 2,36 m.
Altura del rotor/ trasmisión: 3,1 m / 0,83 m.
Altura del mástil: desde 6 m.
RENDIMIENTOS
Potencia nominal del generador: 1.800 W.
Velocidad de arranque: 3 m/s.
RPM a potencia nominal: 70 RPM.
Regulación de giro por curva del inversor y sobre velocidad por resistencia.
Nivel acústico a una distancia de 10 m: 32'6 dBA.
Durabilidad: 25 años.
OTROS
Material de los álabes: Poliuretano expandido de Bayer MaterialScience.
Tensión nominal de salida: 230 Vac. (± 15%)
Certificaciones: ISO: 9001, 14001 y CE.
Certificaciones en proceso: IEC 61400 -2/ -11/ -12, AWEA 9.1, BWEA 2009 Standard.

Tabla 3. Especificaciones Kliux Zebra.

En caso de necesitar más potencia podemos encontrar aerogeneradores similares que dan una potencia nominal de hasta 10KW, como el Aeolos-V 3KW, Aeolos-V 5KW o el Aeolos-V 10KW.



Especificaciones para Aerogenerador Aeolos-V 10kw
Potencia Nominal: 10 KW
Máxima Potencia de Salida: 12 KW
Voltaje de Salida: 300/380 V
Altura del Rotor: 3.6 m
Diámetro del Rotor: 3.0 m
Velocidad de Arranque del Viento: 1.5 m/s
Velocidad Nominal del Viento: 10 m/s
Velocidad de Supervivencia del Viento: 50 m/s
Generador: Generador Magnético Permanente
Eficiencia del Generador: >0.96
Peso de Turbina: 78 kg
Ruido: <45dB(A)
Rango de Temperatura: -20°C a +50°C

Tabla 4. Especificaciones Aeolos-V 10KW.

3.3.2. Soluciones de almacenamiento

La buena elección de la batería radica siempre en tener claro cuánta energía se va a consumir diariamente, normalmente, una buena capacidad de baterías es la que puede mantener alrededor de 2 o 3 días la instalación en caso de que haya días lluviosos y sin aire.

Hemos de saber que las baterías pueden suministrar un máximo de entre un 50-60% de su capacidad, de manera que si tenemos unas baterías de 600Ah, podremos utilizar alrededor de 300Ah. Para calcular qué batería instalar, deberemos dividir la Energía Captada en un Día (...Wh día), entre el voltaje de la instalación (normalmente 12V, 24V o 48V), el resultado de esta división serán los amperios diarios que consume la infraestructura, a este dato deberemos

multiplicarle los días de autonomía que queramos tener, siempre recordando que el valor de esta operación sea el 50% de la batería, es decir, si el resultado final son 200Ah, deberemos tener una batería de 400Ah, para que cuando se descargue un 50%, cumpla con nuestros requisitos de suministrar 200Ah;

En cuanto al tipo de baterías o acumuladores, podemos encontrar en el mercado gran variedad, sin embargo consideramos que las que pueden resultar más interesantes son las AGM o las OPzS.

Acumuladores tipo AGM. En estas baterías, desarrolladas inicialmente para la aviación, el ácido está fijado en fibras de vidrio (a veces se llaman baterías 'secas' por su reducida cantidad de ácido). Se usan cada vez más en sistemas solares y eólicos. Sus ventajas son una alta resistencia en climas fríos, su auto descarga sobre el tiempo es mínimo y tiene la eficiencia más alta de todas las baterías de plomo (hasta 95%). Tienen una baja resistencia interna que permite corrientes altas. Desventaja, aparte del precio, es su vulnerabilidad más alta a descargas profundas. La vida puede variar considerablemente según calidad.

Acumuladores OPzS. Están constituidos por un conjunto de baterías de plomo ácido selladas, estacionarias, de gran capacidad y gran durabilidad. El uso de éstos acumuladores para aplicaciones solares y eólicas ofrece una excelente calidad con una vida extrema incluso usándose frecuentemente en operaciones de altas exigencias.



Figura 22. Acumuladores OPzS.

Son muy recomendables puesto que ofrecen muy buen rendimiento en cuanto a cargas y descargas lentas se refiere, pero sobre todo por la larga vida útil que presentan.

En último lugar mencionaremos el modelo TOPzS o UOPzS, las cuales son baterías como las OPzS pero fabricadas en un envase translucido más económico y en cadena de montaje automatizada, con lo cual se reducen los costes de fabricación.

Creemos que las baterías más adecuadas para nuestra instalación serán las OPzS o las TOPzS.

A continuación se muestra la conexión de las baterías para formar uno de éstos acumuladores. Es una conexión en serie típica, de esta forma se suma el voltaje de cada una de ellas y se mantiene el mismo amperaje.

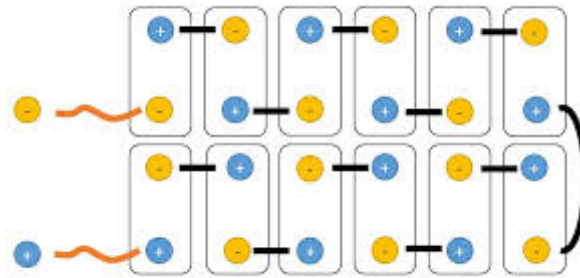


Figura 23. Conexión de las baterías.

3.3.3. Soluciones de regulación y control

Todo el sistema de generación de energía debe ser controlado y gestionado, para ello hay que disponer de elementos como un inversor de voltaje o un regulador de carga. Para instalaciones solares o de energía renovables podemos encontrar aparatos que incluyen todas estas funciones, inversor, regulador y cargador de baterías.

3.3.3.1. Inversor de voltaje

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para ordenadores, hasta aplicaciones industriales para controlar alta potencia. Los inversores también se utilizan para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc, en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.

Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual se utiliza para interrumpir la corriente entrante y generar una onda rectangular.

Esta onda rectangular alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda senoidal y produciendo el voltaje de salida necesario. La forma de onda de salida del voltaje de un inversor ideal debería ser sinusoidal. Una buena técnica para lograr esto es utilizar la técnica de PWM logrando que la componente principal senoidal sea mucho más grande que las armónicas superiores.

Los inversores más modernos han comenzado a utilizar formas más avanzadas de transistores o dispositivos similares, como los tiristores, los triac o los IGBT.

Los inversores más eficientes utilizan varios artificios electrónicos para tratar de llegar a una onda que simule razonablemente a una onda senoidal en la entrada del transformador, en vez de depender de éste para suavizar la onda.

Se pueden clasificar en general en dos tipos: 1) inversores monofásicos y 2) inversores trifásicos.

Se pueden utilizar condensadores e inductores para suavizar el flujo de corriente desde y hacia el transformador.

Además, es posible producir una llamada "onda senoidal modificada", la cual se genera a partir de tres puntos: uno positivo, uno negativo y uno de tierra. Una circuitería lógica se encarga de activar los transistores de manera que se alternen adecuadamente. Los inversores de onda

senoidal modificada pueden causar que ciertas cargas, como motores, por ejemplo; operen de manera menos eficiente.

Los inversores más avanzados utilizan la modulación por ancho de pulsos con una frecuencia portadora mucho más alta para aproximarse más a la onda seno o modulaciones por vectores de espacio mejorando la distorsión armónica de salida. También se puede predistorcionar la onda para mejorar el factor de potencia ($\cos \Phi$).

Los inversores de alta potencia, en lugar de transistores utilizan un dispositivo de conmutación llamado IGBT (Insulated Gate Bipolar transistor ó Transistor Bipolar de Puerta Aislada).

3.3.3.2. Regulador de carga

El regulador solar o regulador de carga es un dispositivo necesario en las instalaciones solares ya que se encarga de controlar la entrada a las baterías de la energía generada en los paneles solares. El regulador permite por un lado, alargar la vida de la batería y por el otro, obtener información y parámetros del funcionamiento de la instalación.

Permite alargar la vida de las baterías ya que permite el paso de la electricidad según el estado en que se encuentre la batería en cada momento. Por ejemplo, cuando esta esté a un nivel de carga inferior al 95%, permitirá el paso libre de toda la electricidad con el objetivo de cargarla cuanto antes posible. Mientras que si se encuentra en un porcentaje de carga del 95 al 99%, permitirá el paso de forma muy controlada que es lo que se llama carga de flotación, con el fin de llenar al máximo la batería. Por otra parte, si la batería se encuentra completamente cargada, cortará el paso de corriente para evitar sobrecargas o un sobrecalentamiento del acumulador. Gracias a realizar la carga de esta forma, se evitan problemas en las baterías solares y se alarga al máximo sus años de vida.

Existen 2 tipos de reguladores de carga, el PWM o convencional, y el MPPT o maximizador.

En cuanto a los reguladores PWM, están contruidos con una tecnología probada desde hace muchos años y son controladores baratos. Tienen una vida útil larga y la mayoría tienen un sistema de refrigeración de calor pasiva. Las principales desventajas son que el voltaje nominal debe ser el mismo que el del banco de baterías y que tienen una capacidad limitada para el crecimiento del sistema.

Los reguladores MPPT utilizan una tecnología más moderna, ofrecen una eficiencia de carga hasta un 30% superior al PWM. Estos controladores ofrecen la posibilidad de colocar paneles en serie a voltajes superiores al banco de baterías. Las garantías de los controladores de carga MPPT son generalmente mayores que las de unidades PWM. También ofrecen mayor capacidad para el crecimiento del sistema.

Por el contrario, los controladores de carga MPPT son más caros, costando a veces el doble que los PWM.

3.3.4. Soluciones de recarga

Ya hemos tratado de manera más o menos profunda el tema de la generación de energía y almacenamiento y las posibles soluciones. A continuación veremos cómo podemos solucionar el tema de la conexión al vehículo, tipos de conectores y modos de carga.

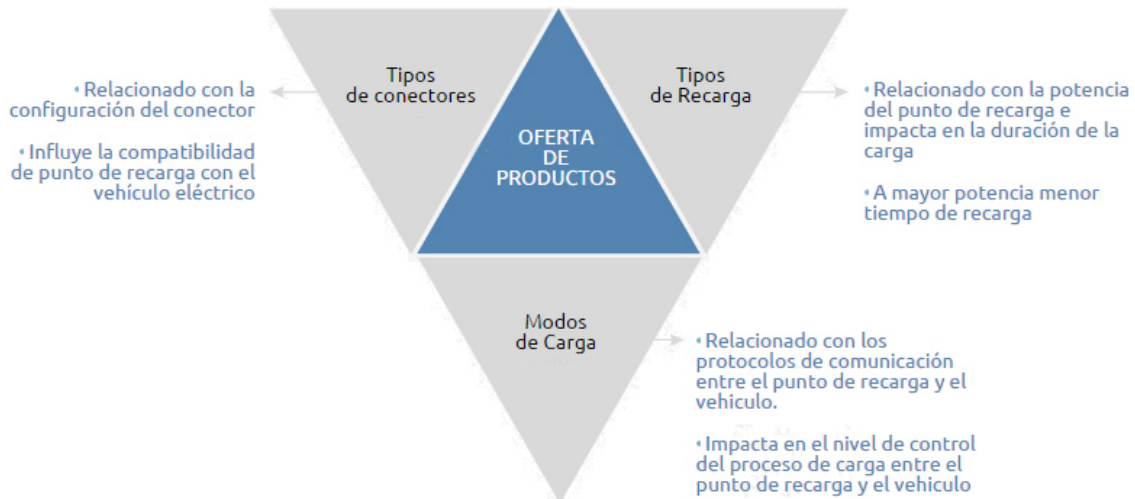


Figura 24. Esquema oferta de productos de recarga.

3.3.4.1. Tipos de conectores

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. Así que hay varios enchufes, con diferente tamaño y propiedades. Ha habido un intento de unión entre los fabricantes alemanes y los norteamericanos con el sistema combinado (combo), pero no se han puesto de acuerdo con los franceses y los japoneses.

CONECTOR SCHUKO

El conector Schuko es un estandar europeo para la conexión de aparatos eléctricos en baja tensión con corrientes monofásicas. Son los enchufes habituales que encontramos en los hogares, y constan de dos polos principales (la fase y el neutro) y un contacto adicional para la toma de tierra.

Están diseñados para soportar corrientes de hasta 16A durante periodos cortos de tiempo, por lo que si se utilizan cargadores portátiles o cables de recarga con este conector, conviene no pasar de 10A, 12A o 13A para evitar problemas de sobrecalentamiento.



Figura 25. Conector Schuko.

CONECTOR TIPO 1 (SAE J1772) YAZAKI

Este conector es el adoptado por los mercados asiáticos y americanos. Originario de Japón (donde también se le denomina Yazaki), es el conector que montan vehículos eléctricos como el Nissan Leaf, Nissan ENV200, Opel Ampera, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroën C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo 1), KIA SOUL EV, Ford Focus Electric o el Toyota Prius Plug in.

El conector de Tipo 1 dispone de los mismos contactos que una clavija schuko, típicos de un conector monofásico de baja tensión: fase, neutro y tierra. Adicionalmente, dispone de dos contactos destinados para la comunicación entre el cargador externo y el vehículo. Además dispone de un dispositivo de bloqueo que impide la desconexión del conector durante la recarga.

La máxima intensidad a la que puede operar es de 32 A en baja tensión monofásica, lo que permite una potencia máxima de recarga de 7,4 kW.



Figura 26. Conector Tipo 1 (SAE J1772).

CONECTOR TIPO 2 (IEC 62196-2) MENNEKES

Este conector es actualmente el conector homologado como standard Europeo. Se conoce también como conector Mennekes, que es el nombre del primer fabricante de este tipo de conectores.

El conector Mennekes o de tipo 2 es un conector de corriente alterna que podemos encontrar en los modelos de coches eléctricos europeos, como el Audi A3 E-tron, BMW i3, i8, Renault Zoe, Tesla Model S, Mercedes S500 plug-in, Porsche Panamera, Renault Kangoo ZE, VW Golf plug-in hybrid, VW E-up o Volvo V60 plug-in hybrid.

El conector Tipo 2 o Mennekes permite realizar cargas monofásicas desde 16 A hasta cargas trifásicas 400V y 63 A, lo que significa poder trabajar con recargas de corriente alterna en potencias desde 3,7 kW hasta 44 kW.

Dispone de 7 contactos, dos más que los disponibles en el conector Tipo 1, y corresponden a 3 contactos de fase (para cargas trifásicas), un neutro, una toma de tierra, y los dos contactos para establecer comunicaciones entre cargador y vehículo.



Figura 27. Conector Tipo 2 Mennekes.

CONECTOR TIPO 3 SCAME

Este conector apareció en 2010, una época aun de indefinición de estándares de conectividad para la recarga de vehículos eléctricos, por la asociación EV Plug Alliance. En esta asociación encontramos empresas como Schneider Electric, Scame y Legrand. Actualmente está en desuso, ya que en Europa se han impuesto los conectores estándar homologados como tipo 2 o Mennekes.

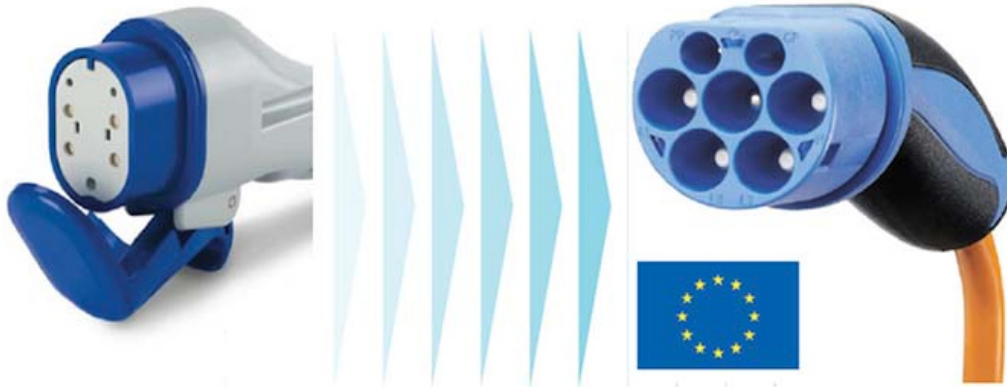


Figura 28. Conector Tipo 3 desbancado por el estándar europeo.

Este tipo de conector, para mayor confusión, dispone de dos variantes, la 3A y la 3C. La variante 3A está preparada para soportar cargas monofásicas a 16A, y dispone de 4 contactos: fase, neutro, tierra y comunicaciones. La variante 3C permite cargas monofásicas o trifásicas a 32A, y dispone de 7 contactos, al igual que el conector Mennekes: 3 fases, neutro, tierra, control y presencia. La potencia máxima a la que se puede recargar con este conector es de 22 kW.

CONECTOR CHAdeMO

Este conector fue desarrollado por una asociación de empresas japonesas entre las que encontramos a TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Mitsubishi, Nissan, Toyota y Subaru. Se trata de un conector para realizar recargas rápidas en corriente continua, diseñado para soportar hasta 50 kW de potencia y una intensidad de 125 A de corriente continua. La mayoría de vehículos eléctricos japoneses disponen de este conector para posibilitar las recargas rápidas. Los modelos que montan este conector (además del conector Tipo 1 para las recargas lentas en corriente alterna y baja tensión de 230V) son el Mitsubishi iMiev, Mitsubishi Outlander, Peugeot iON, Citroën C-Zero, KIA SOUL EV, Nissan Leaf y Nissan ENV200.



Figura 29. Conector CHAdeMO.

CONECTOR COMBO 2

En Europa se ha optado por un conector distinto para recargar en corriente continua. Se trata de un ingenioso conector combinado que está compuesto por un conector de corriente alterna Tipo 2 (Mennekes) y un conector de corriente continua con dos contactos. El conector Combo 2 permite cargar el vehículo en modos 2, 3 y 4 a través de una sola toma, lo cual es la clave del éxito de este conector. La potencia máxima a la que puede trabajar en corriente alterna es de 44 kW (63A en trifásica 400V) y de hasta 100 kW en corriente continua, aunque actualmente sólo se realizan cargas en corriente continua de 50kW. Algunos fabricantes europeos de vehículos eléctricos ya montan este conector en sus vehículos: Audi, BMW, Porsche, Daimler y Volkswagen incorporan este tipo de conector.



Figura 30. Conector Mennekes y Combo.

3.3.4.2. Tipos de recarga

Este apartado es bastante más simple. En principio se consideran cinco tipos de recarga según la velocidad de esta, es decir, cuánto tiempo lleva recargar las baterías, que depende directamente de la potencia disponible. Se suelen resumir en dos, recarga lenta y recarga rápida.

RECARGA ESTÁNDAR LENTA (3,7KW - 16A A 230V MONOFÁSICA).

La recarga estándar lenta suele ser la recarga habitual en nuestros vehículos eléctricos y suele tardar en recargar la batería del coche eléctrico por completo en unas 6 u 8 horas.

En las viviendas, ya sean unifamiliares o pisos, lo normal es tener contratado un suministro monofásico en baja tensión (230V) de como mucho 10kW de potencia. En la mayoría de puntos de recarga que se instalan en hogares y garajes privados, la potencia disponible será de 3,7kW (16A a 230V).

Un coche eléctrico medio tarda unas 6 u 8 horas en cargar la batería por completo con esa intensidad (depende de la capacidad de la batería, que habitualmente dispone de entre 20 y 27kWh de capacidad, ya que la mayoría de los coches eléctricos del mercado andan por ese rango).

Cuando la recarga se realiza con una clavija schuko, las habituales en viviendas, la intensidad de carga máxima a la que podremos cargar es de unos 10, 12 o 13A como mucho, por lo que en este caso el tiempo de recarga se alargaría hasta las 10 horas.



Figura 31. Recarga estándar lenta con conector Tipo 1 (SAE J1772).

RECARGA ESTÁNDAR RÁPIDA (7,4KW -32A Y 230V MONOFÁSICA).

La recarga estándar rápida se puede realizar en viviendas o en puntos de recarga públicos, y permite recargar por completo tu coche eléctrico en poco más de 3 horas.

Esta carga se realiza de la misma forma y en las mismas condiciones que la estándar lenta, pero doblando el amperaje de carga, y por tanto, doblando la potencia eléctrica utilizada (7,4kW en lugar de 3,7kW).

Si tu coche eléctrico permite la recarga a esta potencia y dispones de un punto de recarga o wallbox en tu vivienda u oficina (para lo cual deberás de tener contratada una potencia elevada, mayor a esos 7,4kW), esta modalidad de carga te permitirá recargar el coche mucho más rápido sin tener que utilizar instalaciones con suministro trifásico de gran potencia.

Existen vehículos eléctricos, tanto con conector Tipo 1 (SAE J1772) como con conector Tipo 2 (Mennekes) que permiten esta carga más rápida.



Figura 32. Recarga estándar rápida con conector Mennekes.

RECARGA SEMIRÁPIDA (EN VÍA PÚBLICA Y ELECTROLINERAS A 22KW).

La recarga semi-rápida sólo se puede realizar en lugares como empresas, viviendas de gran tamaño o parkings públicos, ya que son instalaciones trifásicas de gran potencia que no son las habituales en viviendas.

La gran ventaja de este tipo de recarga es que tarda sólo algo más de una 1 hora en cargar el coche por completo, reduciendo mucho el tiempo de espera para tener la batería cargada por completo. Las potencias habituales que se utilizan en este tipo de carga son de 11kW (16A a 400V) y 22kW (32A a 400V).

La recarga semi-rápida puede hacerse en corriente alterna (por ejemplo, para vehículos con conectores Tipo 2 Mennekes con posibilidad de carga trifásica) o bien en corriente continua (como todos los Tipo 1 y también la mayoría de los Tipo 2). Es algo que depende del vehículo. El Tesla S, puede hacer recarga semirápida (a 11kW o 22kW) en corriente alterna, y super rápido en corriente continua (120kW) en la red de Tesla Chargers. El Renault Zoe, puede recargar a 32A y 400V (22kW) en corriente alterna.



Figura 33. Recarga semirápida con conector Mennekes.

RECARGA RÁPIDA (EN VÍA PÚBLICA Y ELECTROLINERAS A 50KW O MÁS).

Por lo general la recarga rápida es a 50kW de potencia eléctrica, y se tarda unos 25-30 minutos en recargar hasta el 80% de la batería (cuando recargamos la batería no suele estar vacía del todo).

A partir de ese nivel de 80%, si queremos recargar el 20% restante hasta la carga completa (en caso de que estuviera completamente vacía) el proceso de recarga se ralentiza, y puede tardarse otros 20min en recargar el 20% restante.

Este tipo de recarga se realiza en corriente continua, y para ello el vehículo debe de disponer de un conector ChaDeMo o CSS Combo.



Figura 34. Conectores para recarga rápida.

En general, todos estos apartados se suelen agrupar en dos, recarga convencional o lenta y recarga rápida. El primero comprendería las recargas de unas 8 horas de duración a una potencia entre 3,7 y 7,4kW y el segundo sería para cargas de 15-30 minutos de duración y potencias de 50kW o superiores.

3.3.4.3. Modos de carga

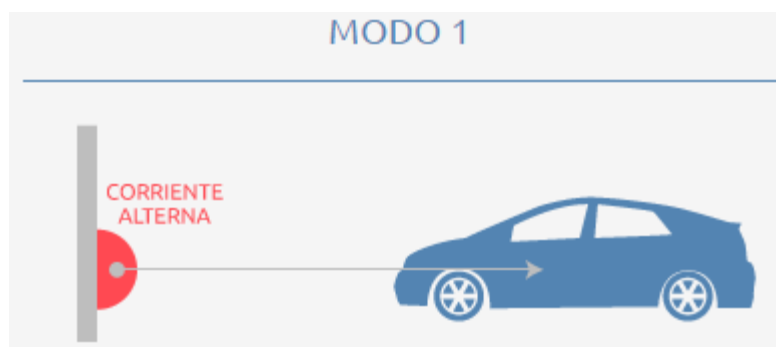
Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga (y por consiguiente la red eléctrica), y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla, o incluso volcar electricidad a la red.

Modo 1 de recarga de vehículos eléctricos.

En este modo de recarga básico la conexión entre el vehículo eléctrico y la red se realiza a través de una toma de corriente convencional tipo Schuko. Por lo tanto, no hay comunicación posible entre la red eléctrica de recarga y el vehículo eléctrico. La corriente máxima recomendada para este modo en cargas largas es de 10A (2,3kW).

Este modo de recarga está reservado para la carga de vehículos de pequeña potencia y tamaño, como pueden ser las bicicletas y motos eléctricas con consumos de potencia bajos y pequeñas capacidades de batería, aunque también puede realizarse una carga lenta de vehículos eléctricos con baterías de gran capacidad y potencia, aunque no es el modo más adecuado.

En este modo de recarga, la instalación suele incluir protección diferencial y magnetotérmica.



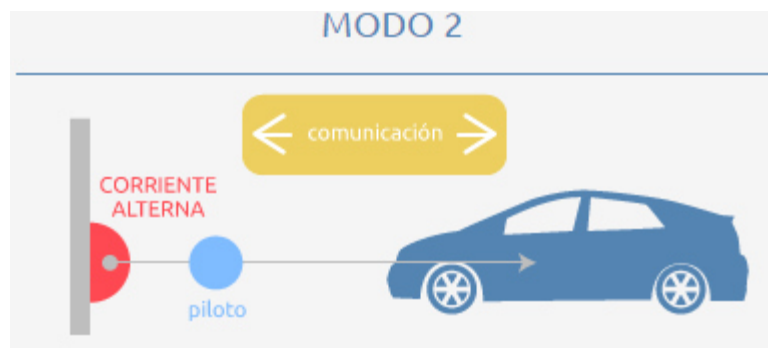
- Infraestructura de recarga en toma tipo Schuko (toma doméstica) sin comunicaciones entre infraestructura de carga y vehículo eléctrico.

Modo 2 de recarga de vehículos eléctricos.

Durante la carga en modo 2 de recarga se puede alcanzar una potencia máxima de 7,4 kW en tensión monofásica y hasta 22 kW en trifásica, con una corriente máxima de 32 A por fase.

En este caso concreto, la conexión entre el coche eléctrico y la red no es directa como en el modo 1. En modo 2 existe un sistema de seguridad en el cable que permite controlar la fiabilidad de la conexión del vehículo eléctrico, además de establecer unos parámetros de recarga.

En este modo2 de recarga es necesario disponer de protección diferencial y magnetotérmica. La conexión a la red puede realizarse con conectores de baja tensión de tipo Schuko o CEE/CETAC, de 16A o 32A.



- Infraestructura de recarga en toma tipo Schuko en pared, con sistemas de función piloto incluidos en el cable.
- El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red.

Modo 3 de recarga de vehículos eléctricos.

Durante la carga en modo 3 de recarga se puede alcanzar una potencia máxima de 7,4 kW en tensión monofásica y hasta 22 kW en trifásica, con una corriente máxima de 32 A por fase, al igual que en modo 2.

La diferencia fundamental entre modo 3 y modo 2 está en la comunicación: el modo 3 de recarga se realiza mediante un cargador específicamente diseñado para la recarga de vehículos eléctricos, el cual debe incorporar las protecciones en la propia infraestructura de carga y un conector específico (Tipo 1, Tipo 2 o Tipo 3) que permite una serie de funciones adicionales como la comprobación permanente de la toma a tierra, verificación de conexión correcta, activación y desactivación de carga, así como la posibilidad de seleccionar una potencia de recarga en función de las preferencias del usuario o las necesidades específicas del vehículo.



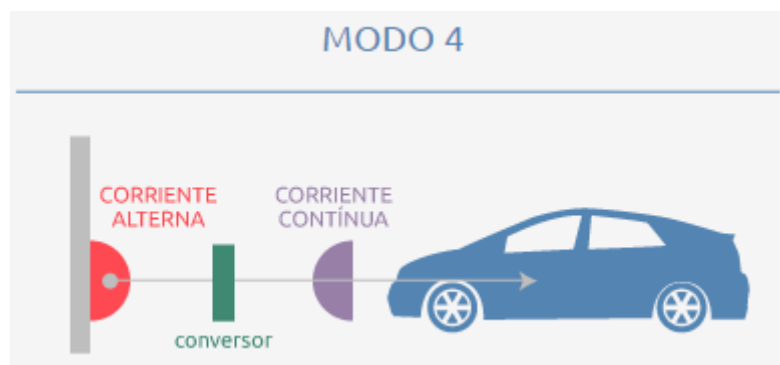
- Infraestructura de recarga en toma tipo “Mennekes” con hilo piloto de comunicación integrado.
- Los dispositivos de control y protecciones ya se encuentran dentro de propio punto de recarga.

MODO 4 DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El modo 4 de recarga ya no se realiza en corriente alterna, como así ocurre con los modos 1, 2 y 3, sino que en este caso la recarga se realiza en corriente continua, llegando a soportar actualmente potencias de recarga que oscilan entre los 22 kW y los 50 kW.

Al igual que el modo 3 de recarga, el modo 4 también incluye las protecciones necesarias en la infraestructura. También incluye las funciones adicionales de comunicación del modo 3: la comprobación permanente de la toma a tierra, verificación de conexión correcta, activación y desactivación de carga, así como la posibilidad de seleccionar una potencia de recarga en función de las preferencias del usuario o las necesidades específicas del vehículo.

Este modo de recarga se realiza en estaciones de recarga rápida en corriente continua con conectores Chademo o Combo 2.



- Infraestructura de recarga con convertidor a corriente continua.
- Sólo aplica a recarga rápida.

4. Elección justificada de una solución.

Una vez repasadas las posibles soluciones ya tenemos claros los elementos que vamos a utilizar para diseñar nuestra instalación. Haremos una selección para crear un sistema que funcione a una tensión de 48V.

Elegiremos 30 placas de celdas de silicio para cubrir la superficie total de nuestra instalación. Nos interesa que sean de 24V y den gran potencia, unos 300W, de ésta manera produciremos 9kW mediante energía solar, realizaremos una conexión serie-paralelo para que la tensión de salida sea de 48V.

El espacio que ocupan dichas placas de dimensiones 1,6m X 0.99m es de unos 50m², equivalentes a un parking para cuatro vehículos.

Para los aerogeneradores seleccionaremos un modelo de eje horizontal, puesto que la relación precio-potencia es mejor que los de eje vertical. Nos interesa que ofrezcan en torno a 9kW.

En cuanto a los conectores, una vez estudiados los tipos y los modos de carga, elegiremos el conector Mennekes, por ser el estándar europeo y el schuko y cargaremos en Modo 3 con el conector Mennekes y en Modo 2 con el Schuko.

Con la energía que producimos y las condiciones de nuestra instalación, consideramos que es lo más adecuado. Explicaremos ésta elección más adelante, en el desarrollo del sistema eléctrico.

Así consideramos que podemos ofrecer una recarga como la de los puntos de recarga públicos, a una potencia de 7,4kW y además mediante los schuko podremos ofrecer recarga para vehículos pequeños como el Renault Twizy u otros vehículos que dispongan de conector doméstico.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

5. Desarrollo de la solución.

5.1. Sistema mecánico y diseño estético.

Para el diseño de nuestra electrolinera se ha pensado en darle un carácter moderno, minimalista y elegante. Se trata de ensamblar todos los componentes de forma armoniosa y agradable.

Primeramente hemos diseñado los componentes por separado ayudándonos del software SOLIDWORKS.

Hemos modelado una placa solar fotovoltaica simplificada pero con las medidas reales de la que hemos escogido para nuestra instalación. También hemos modelado un aerogenerador, de éste no disponíamos de todas las medidas pero hemos tratado de hacerlo proporcionado y realista.

En las siguientes imágenes podemos ver dichos elementos modelados:

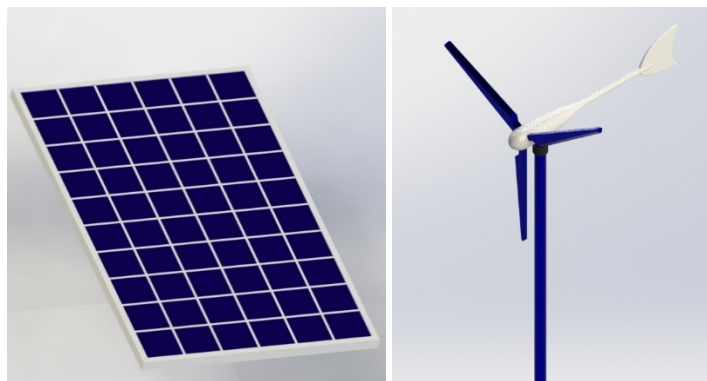


Figura 35. Render placa y aerogenerador.

Tras realizar los diseños de los elementos anteriores hemos pensado en una estructura sobre la que descansen las placas. Estará formada por una viga de hormigón armado de gran tamaño y formas curvas. Tendrá una sección aproximada de 0.8m^2 .

A la estructura principal le atravesarán unas vigas de sección también cuadrada (200x200) y de una longitud de 5 metros.

Sobre éstas vigas descansará una estructura de aluminio que formara una cuadrícula a lo largo de toda la superficie para albergar las placas solares fotovoltaicas.

Obviamente la superficie sobre la que van las placas está calculada para que éstas encajen perfectamente cubriendo todo el espacio, quedando como resultado el conjunto principal de nuestra instalación.

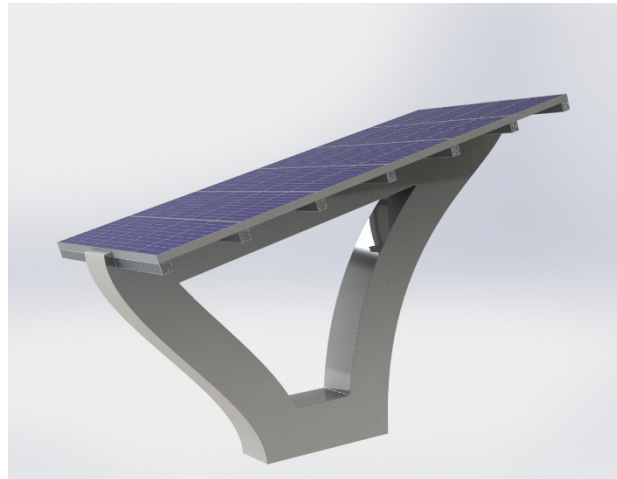


Figura 36. Estructura con placas.

Dicha estructura tiene cierta inclinación, realizada así puesto que favorece a las placas solares para obtener un buen rendimiento, está formando un ángulo de 14 grados y deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar la instalación. La orientación para que sea eficaz debe ser hacia el Sur.

Una vez realizado todo podemos combinarlo y añadir detalles estéticos para simular la electrolinera en uso, algún vehículo, asfalto y personas que nos servirán además para hacernos una idea de las dimensiones reales.



Figura 37. Instalación placas y aerogeneradores.

Una vez realizada la estructura principal, se nos plantea el inconveniente de necesitar un lugar para almacenar los acumuladores, los aparatos de control y además se puede aprovechar esta necesidad para ofrecer a los clientes una sala para descansar mientras se recarga el vehículo.

Podríamos diseñar una sala como las que podemos encontrar en pequeñas gasolineras y que cumpla con dicha función. Una opción es la que podemos ver a continuación:



Figura 38. Instalación con sala de espera.

Es uno de nuestros diseños iniciales, basándonos en la funcionalidad y un diseño sencillo. Podría servirnos puesto que de esta manera se cubre la necesidad de almacenamiento con una sala de aproximadamente 32m² y se dispone de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento y comodidad.

Sin embargo vamos a realizar un diseño más atractivo y más moderno, obviamente supondrá un aumento de los costes, en este caso supondremos, al igual que en todo el desarrollo de la instalación, que el coste no es un problema.

Para el nuevo diseño realizaremos una serie de modificaciones en la estructura principal y diseñaremos una sala con formas curvas:



Figura 39. Sala de espera y de almacenaje.

La sala dispone de una superficie de 28m², suficiente para albergar los elementos eléctricos y disponer de una pequeña sala para que los clientes descansen.

Lo que conseguimos con las columnas de los lados de la sala es poder poner la columna principal en un extremo y de esta manera la instalación cambia su aspecto y la estructura se mantiene estable.

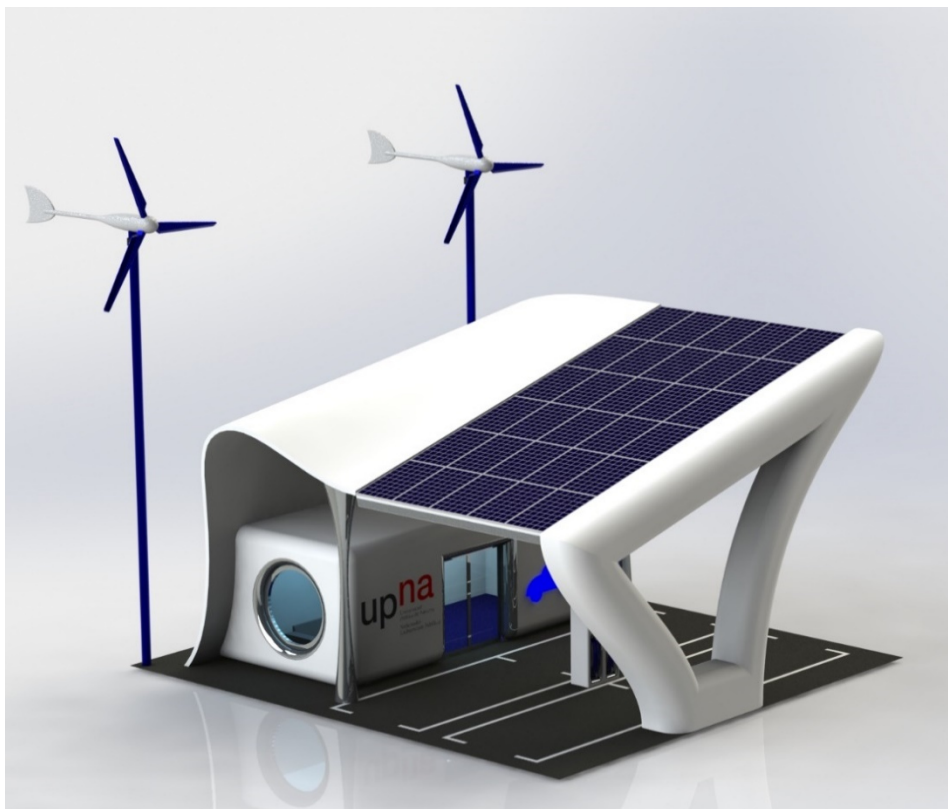


Figura 40. Diseño completo electrolinera. Vista 1.

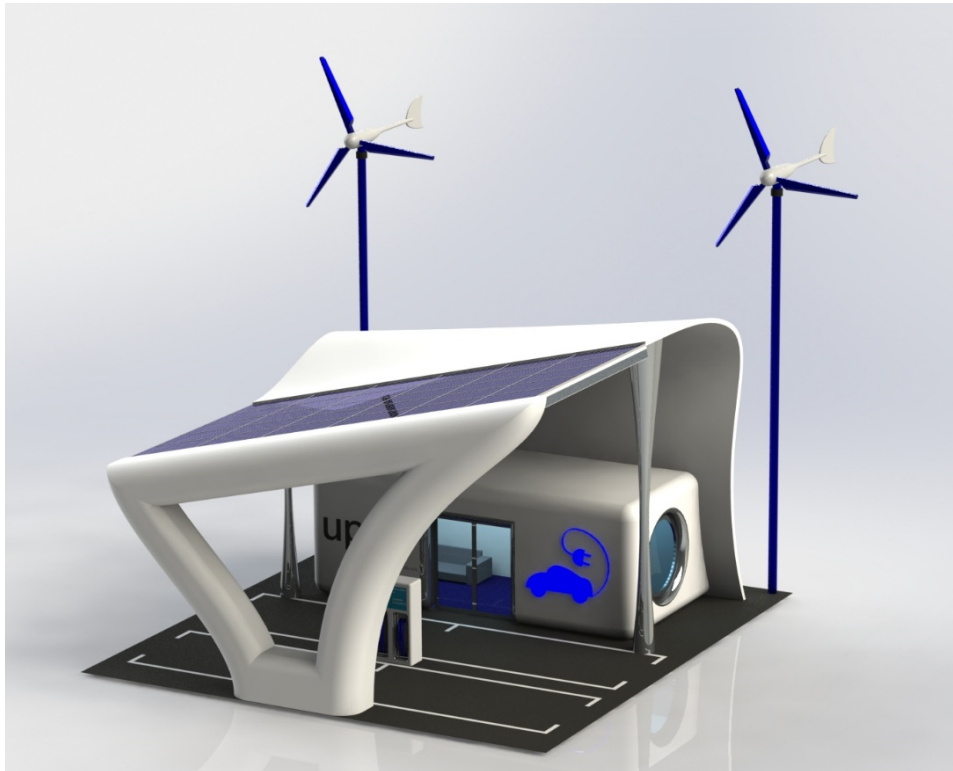


Figura 41. Diseño completo electrolinera. Vista 2.

Así pues, nuestro diseño queda más o menos definido y podemos hacernos una idea de lo que podría ser la instalación.



Figura 42. Electrolinera dando servicio.

5.1.1. Estudio estructural

Una vez realizado el diseño debemos comprobar que es resistente y que la estructura aguantará distintas cargas o fuerzas como pueden ser el peso de las placas o la fuerza del viento. Para ello nos ayudaremos del programa SolidWorks y realizaremos un análisis por elementos finitos de la estructura simplificada.

El modelo que vamos a analizar es el siguiente:

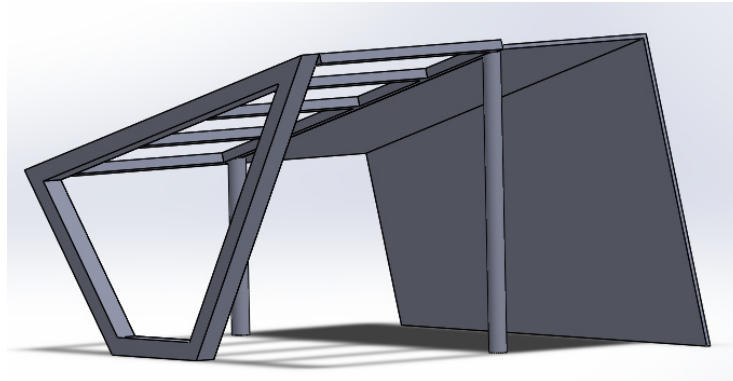


Figura 43. Estructura simplificada.

Lo someteremos a un estudio estático, primeramente se le asigna un material, en nuestro caso hemos elegido un acero 316L (inoxidable).

A continuación mostramos la tabla de características de dicho acero:

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.265	N/D
Módulo cortante	8.2e+010	N/m ²
Densidad de masa	8027	kg/m ³
Límite de tracción	485000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	170000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.65e-005	/K
Límite de tracción	485000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	170000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.65e-005	/K
Conductividad térmica	14.6	W/(m·K)
Calor específico	450	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Tabla 5. Propiedades del acero 316L.

Una vez aplicado el material toca definir las fuerzas, para ello consideraremos el peso de las placas y el viento.

En primer lugar, para el peso de las placas, se ejercerá una fuerza vertical uniforme de 176,4 N/m², esto es debido a que cada placa pesa 18 Kg y ocupa una superficie de poco más de un

metro cuadrado, no nos importa que el valor sea exacto puesto que así la carga que metemos estará ligeramente mayorada. Multiplicado por $9,8 \text{ m/s}^2$ obtenemos dicha fuerza.

La fuerza la multiplicaremos, para darle un factor de seguridad, por 1,5, por tanto la fuerza final que vamos a aplicar es de 260 N.

Para el viento aplicaremos una fuerza horizontal uniforme, perpendicular a la superficie que simula la curva de nuestro diseño de un valor de 90 N/m^2 .

Tras definir los contactos entre los distintos elementos (tejado, columnas...) ya podemos hacer el análisis. Los resultados obtenidos son los siguientes:

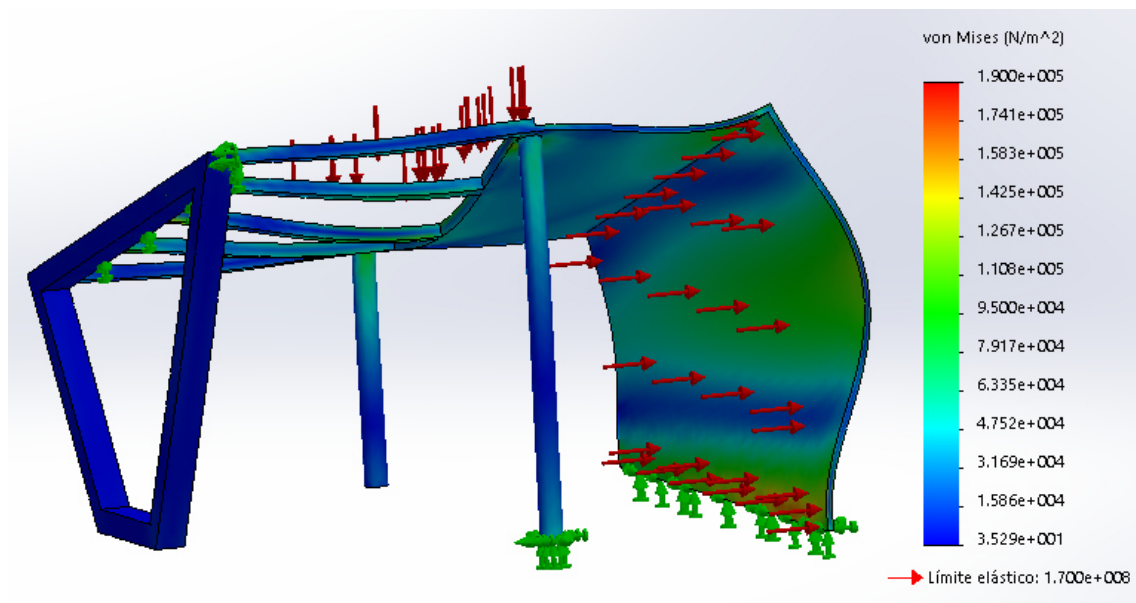


Figura 44. Análisis de tensiones.

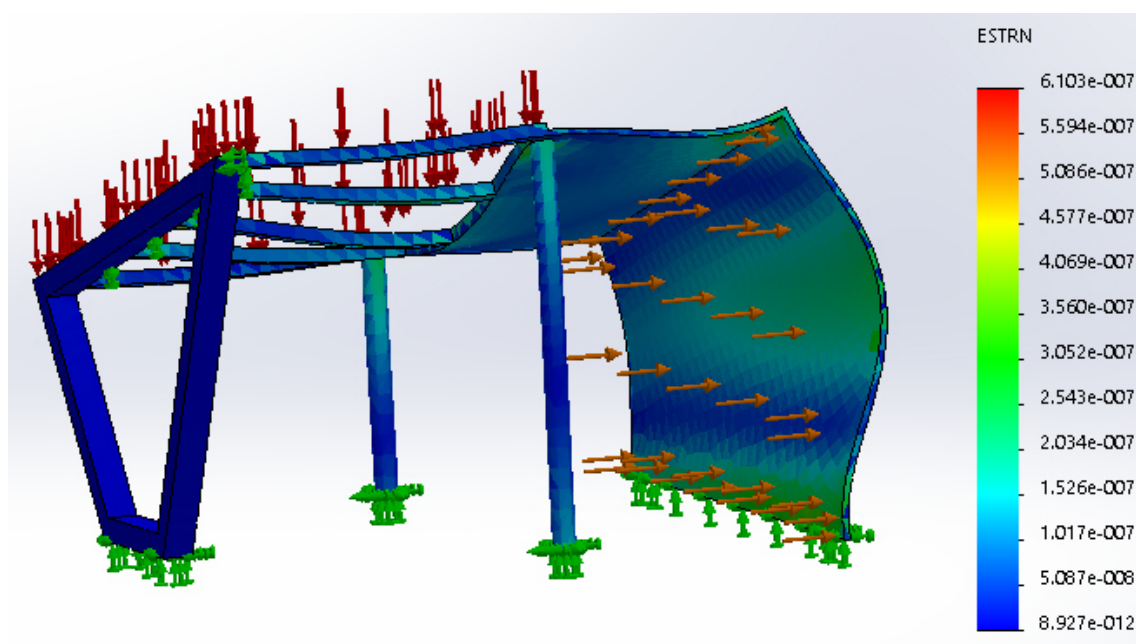


Figura 45. Análisis de deformaciones.

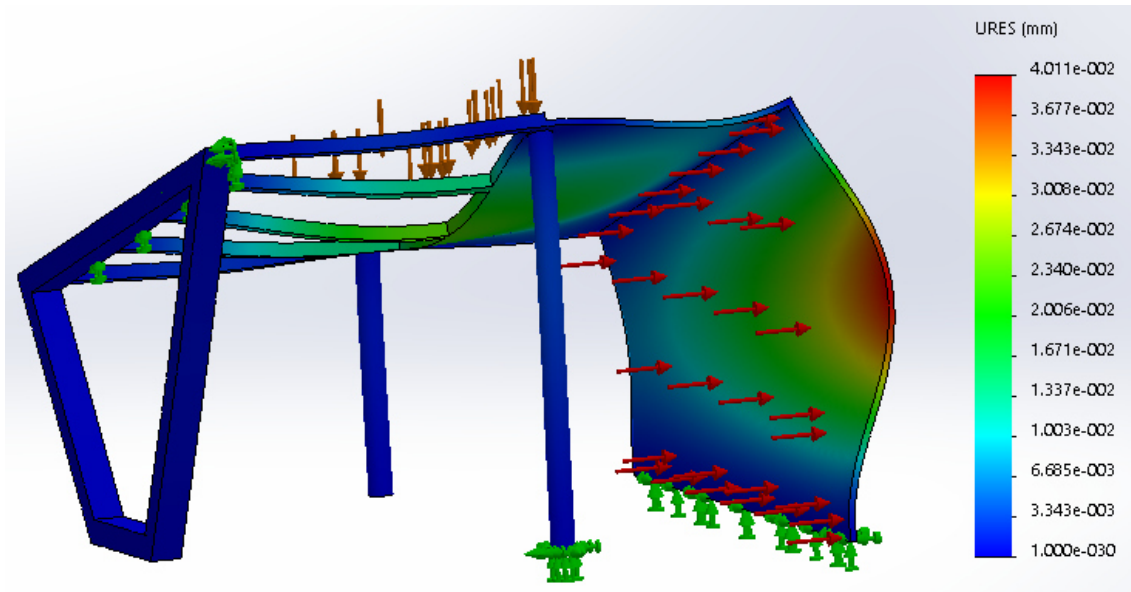


Figura 46. Análisis de desplazamientos.

Se observa que en ningún caso la tensión equivalente de von Mises alcanza el valor del límite elástico del material, esto significa que la estructura no llega a deformarse plásticamente, por tanto la estructura soportará sin problemas las distintas cargas.

En el análisis de deformaciones también obtenemos resultados óptimos, con valores muy pequeños.

En cuanto a los desplazamientos podemos observar que son mínimos (0,04 mm) y que este valor se produce en un lateral de la superficie, causado por el viento.

5.2. Sistema eléctrico

A continuación trataremos de explicar todo lo que esté relacionado con la instalación eléctrica, desde la selección de componentes, pasando por cálculos de distintos parámetros eléctricos hasta la instalación de luminarias.

5.2.1. Selección de los distintos elementos eléctricos.

En el mercado existe una amplia oferta de productos de éste tipo, una vez analizado el abanico de ofertas y las características de los productos hemos optado por un modelo de placa solar que satisface nuestras necesidades, unos aerogeneradores concretos que nos dan suficiente potencia para la instalación y un equipo de regulación y conversión que consideramos adecuado.

En primer lugar la placa solar fotovoltaica es un modelo llamado OS300M, funciona a una tensión de 24V y ofrece una potencia máxima de 300W. A continuación adjuntamos las características:

FICHA TÉCNICA	
Código del producto	OS300M
Potencia máxima (Pmax)	300W
Tolerancia de potencia	0/+5W
Tensión a Pmax (Vmp)	32V

Intensidad a Pmax (Imp)	9.40A	
Voltaje de circuito abierto (Voc)	39.8V	
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.98A	
Tensión máxima del sistema	1000	
Índice de fusión máximo	15%	
Eficiencia de celda	21.65%	
Eficiencia del módulo	18.33%	
Peso	18 Kg	

Tabla 6. Características de la placa OS300M.

Realizaremos la conexión de las placas en serie- paralelo, haciendo 15 líneas en paralelo de dos de placas en serie para obtener una salida de 48V. El esquema es el siguiente:

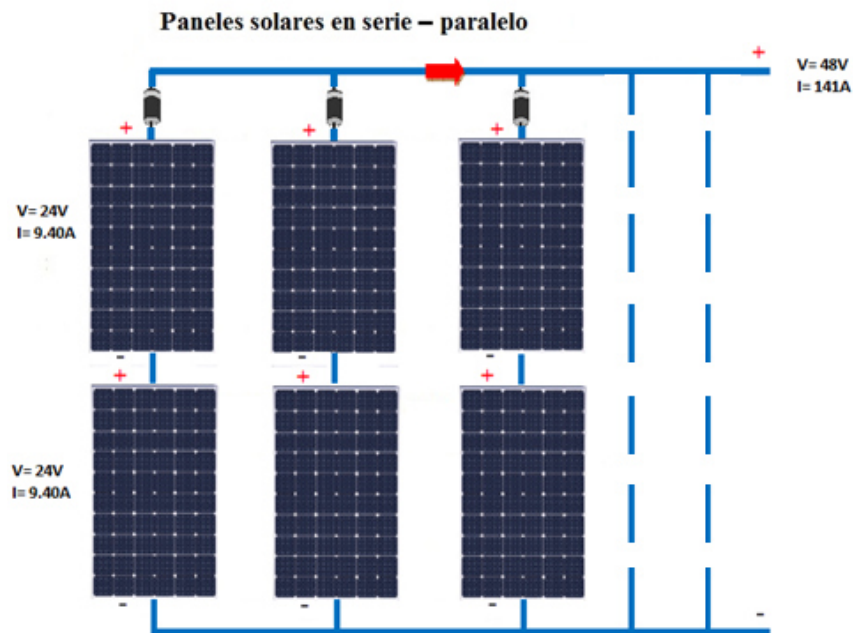


Figura 46. Conexión de placas serie-paralelo.

En cuanto al aerogenerador utilizaremos uno de eje horizontal, de tamaño considerable (torre de 8 metros), que da una potencia nominal de 3,5kW y una potencia máxima de 5,5kW. Se trata del modelo ENAIR 48V 3500W con regulador y resistencias. A continuación la tabla de características del aerogenerador en concreto:

FICHA TÉCNICA	
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 RPM 24 polos imanes de neodimio
Potencia nominal	3500 W
Potencia máxima	5500 W
Voltaje	48V
Aplicaciones	Conexiones Aisladas a Baterías Conexión a la red eléctrica
Viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Velocidad regulación del paso variable	14 m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 40 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%; algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos de metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV

Tabla 7. Ficha técnica ENAIR 48V 3500W.

Hemos preferido poner uno o varios aerogeneradores de éste tipo (3500W) antes que hacer la instalación con aerogeneradores de tamaño pequeño, puesto que la potencia que ofrecen dichos aerogeneradores es mucho menor, aproximadamente 300W, por lo que nos harían falta 12 aerogeneradores para suplir uno modelo ENAIR 48V 3500W.

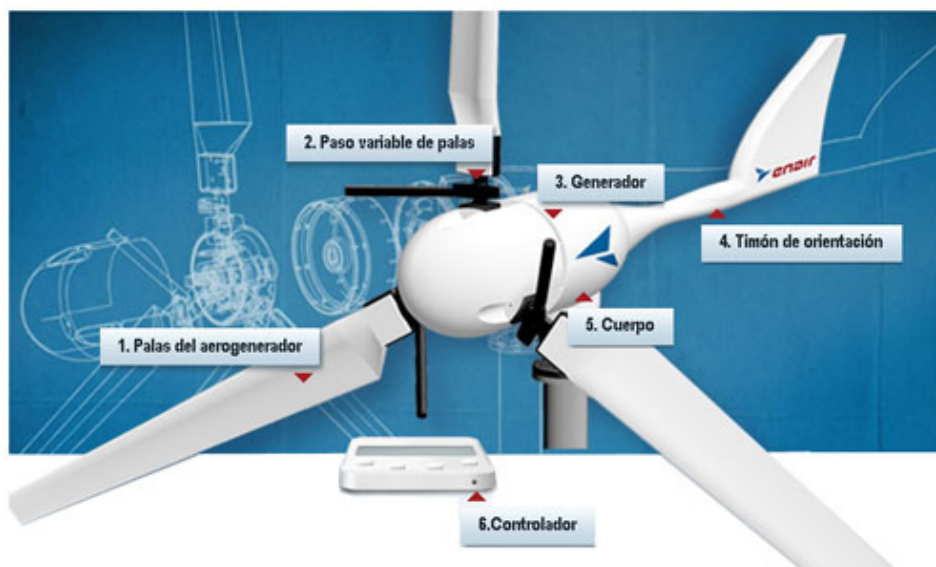


Figura 47. Aerogenerador ENAIR 48V 3500W.

Con todos estos elementos de generación, fijándonos únicamente en los valores de potencia máxima que pueden dar, obtenemos un valor total de 20kW.

Para el almacenamiento de toda esta energía que vamos a producir hemos seleccionado los acumuladores de baterías estacionarias BAE 48V 4420Ah, que tienen gran capacidad de almacenamiento. Están caracterizadas por una alta capacidad cíclica además de tener un comportamiento de recarga excelente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Voltaje de la Batería	48V
Amperios-Hora de la Batería	4420Ah
Capacidad medida de la Batería	C100
Amperaje de la Batería	Más de 4000Ah
Medidas de la Batería	105 x 580 x 420 (alto x ancho x alto). Por vaso estacionario.
Peso de la Batería	232kg por vaso estacionario
Garantía de la Batería	2 años

Tabla 8. Características baterías BAE 48V 4420Ah.



Figura 48. Baterías estacionarias BAE 48V 4420Ah.

Para la regulación y conversión hemos escogido el Multiplus Ecosolar 10Kva 8000W 48v MPPT (inversor + cargador + regulador). Equipo solar de altas prestaciones para uso en instalaciones solares fotovoltaicas a 48V. Se ha creado mediante la combinación de 2 equipos Multiplus 5Kva 48V conectados entre ellos mediante un “paralel kit” de Ecosolar formando un equipo Multiplus 10kVA 8000W 48V. Gracias a ello se obtiene el doble de potencia y prestaciones que utilizando un solo equipo multiplus. De esta forma se consigue un inversor de onda pura de 8000W (16000W pico), un regulador MPPT de 120 amperios, y un cargador de baterías de 120A para disponer de una capacidad de respuesta excepcional.



Figura 49. Multiplus Ecosolar 10Kva 8000W 48v.

Con el regulador MPPT se podrán utilizar una gran cantidad de placas solares de altas potencias y optimizar su rendimiento. Además con el cargador se podrá disponer en la instalación solar de una fuente externa de apoyo como un grupo electrógeno o la propia red eléctrica. Se aconseja el uso de este producto en grandes instalaciones solares en casas, viviendas autónomas o donde haya consumos de electricidad elevados, por lo tanto parece adecuado para nuestra instalación.

CARACTERÍSTICAS	
Potencia nominal total	10.000VA (10kVA) / 8000W.
Voltaje de entrada	48V.
Rango de voltaje seleccionable	170-280 VAC, 90-280 VAC
Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (detección automática).
Regulación del voltaje de salida (modo batería)	230 VAC +-5%
Potencia máxima (picos de arranque)	20.000VA (20kVA).
Eficiencia	93%.
Tiempo de transferencia	10 ms - 20 ms
Tipo de onda	Onda sinusoidal pura.
Tensión de la batería	48V.
Voltaje de carga en flotación	54V.
Protección por sobrecarga	60V.
Corriente de carga total de los reguladores	120A.
Corriente de carga total de los cargadores	120A.
Consumo de energía total en stand-by	4W.
Medidas de cada aparato	120 x 29,5 x 468 mm
Peso de cada aparato	9,8 Kg.

Tabla 9. Características Multiplus Ecosolar.

Por último los conectores escogidos han sido el Mennekes, estándar europeo para la recarga de vehículos y el schuko, que es el conector doméstico. Prácticamente nos lo ha seleccionado la propia instalación puesto que los puntos de recarga (aparatos que controlan y suministran la energía para la recarga) se alimentan a 230V C.A. monofásica o a 400V C.A. trifásica.

En nuestro caso producimos electricidad en C.C. y posteriormente la convertimos a C.A. monofásica.

Colocaremos un punto de recarga que perfectamente podría ser como el siguiente, con dos tomas Mennekes:



Figura 50. Punto de recarga FNCF.

Las características son las siguientes:

Outlet Sockets	2 x EV Socket, Type 2, (EN62196)
Input Voltage	1 x 230v AC (option for 2 x 230v AC)
Input Current	1 x 64Amps (option for 2 x 32Amps)
AC Charging Output	2 x 7.36kW (2 x 32Amps @ 230v) (option for 2 x 16Amps @ 230v)
Over Current Protection	2 x 32Amp fuses
Safety Protection (RCD)	2 x 30mA earth fault current detection devices
Environmental Protection	IP54 (EN60529:1991 + A2:2001)
RFID Access Tag Standard	NA
Control	'Mode 3' SELV DC & PWM control signaling, Conforming to ISO/IEC 61851-1 Annex B, Validated by Nissan, Renault, Ford, BMW, PSA and Mitsubishi
Wireless Communications	NA
Network Communications Protocol	NA
Network Security	NA
Min Operating Temperature Range	-20°C to +70°C (LCD Display remains fully operational at -20°C but may have a slower response below -10°)
Operating Humidity	To 95% RH Non-condensing
EMC Compliance	EN 61000-6-3:2007, EN 61000-6-2:2005
ESD Compliance	EN 60950
Safety Compliance	EN 61851-1:2001, EN 61851-21:2002, EN 61851-22:2002, IEC 62196-1:2003, Lpw Voltage Directive (LVD) 2006/95/EC, EN 60950-1:2006 + A11, BS 7671 (IEE 17 th Edition)
ZE READY	ZE 1.2 ready is an option
OCPP	NA
Pay As You Go Service	NA
Warranty	See the Chargemaster standard warranty statement

Tabla 10. Características del punto de recarga FNCF.

Por tanto nuestro sistema suministrará a 230V y a una intensidad máxima de 32A. El conector más estandarizado para este tipo de recarga es el Mennekes.

También se ha pensado en el conector schuko que carga a una intensidad inferior (16A máximo) ya que puede dar solución a diversos vehículos de tamaño reducido.

5.2.2. Cálculos

Vamos a tratar de estimar algunos valores, como la potencia de la instalación, los tiempos de recarga tanto de los acumuladores como de los vehículos que soliciten servicio y la cantidad de vehículos que se podrían atender.

PLACAS FOTOVOLTAICAS

La conexión de las placas en serie-paralelo nos da un sistema con una potencia (máxima) de 9kW y una tensión de salida de 48V, necesaria para conectarlas al sistema:

$$P = 300W \cdot 30 \text{ placas} = 9000W = 9kW$$

Crearemos un sistema de placas a 48V con una potencia de 9kW, esto nos da una intensidad de 187,5A.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{9000}{48} = 187,5A$$

AEROGENERADOR

Para calcular la intensidad que nos da el aerogenerador, utilizaremos la potencia nominal (3,5kW). Sabemos que con unas condiciones óptimas de viento el aerogenerador puede darnos una potencia máxima de 5,5kW, pero evidentemente no siempre vamos a alcanzar dichas condiciones, por tanto para obtener valores que se acerquen a la realidad consideraremos la potencia de 3,5kW.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3500}{48} = 72,91A$$

Una potencia de 3500W a una tensión de 48V nos da una intensidad (nominal) de 72,91A.

PLACAS + AEROGENERADORES

Supondremos distintas combinaciones variando el número de aerogeneradores y de ésta manera escoger la opción que consideremos más conveniente.

1ª Configuración: 30 placas + 1 aerogenerador: $I_t = 187,5 + 72,91 = 260,41A$.

2ª Configuración: 30 placas + 2 aerogeneradores: $I_t = 187,5 + (72,91 \cdot 2) = 333,32A$.

3ª Configuración: 30 placas + 3 aerogeneradores: $I_t = 187,5 + (72,91 \cdot 3) = 406,23A$.

TIEMPOS DE CARGA DE ACUMULADORES

Calcularemos cuanto tiempo nos cuesta cargar los acumuladores en función de los elementos instalados. Recordemos que nuestro acumulador tiene una capacidad de 4420Ah y que se carga a través de nuestro cargador (Multiplus Ecosolar) a una tensión de 48V y 120A.

$$4420Ah = 120A \cdot t \rightarrow t = 36,83 \text{ horas}$$

TIEMPOS DE RECARGA DE VEHICULOS ELÉCTRICOS

En este apartado podemos obtener tiempos de recarga muy diversos, dependiendo de la capacidad de la batería que tenga el vehículo que tome servicio. Recordemos que la toma de mayor potencia alimentará a 230V y 32A a través de un conector Mennekes.

A continuación mostramos una tabla con distintos modelos de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, en la que se refleja el tiempo de carga en función de la capacidad de la batería.

Modelo	Capacidad batería (kWh)	Tiempo de recarga
Audi A3 e-TRON	8,8	1 hora 11 min
BMW i3	22	2 horas 58 min
Ford Focus Electric	23	3 horas 6 min
Mercedes SLS e-Drive	60	8 horas
Mitsubishi iMIEV	16	2 hora 10 min
Nissan Leaf	24	3 horas 14 min
Opel Ampera	16	2 hora 10 min
Tesla Model S	85	11 horas y 28 min
Tesla Roadster	56	7 horas y 33 min
Renault Fluence	22	2 horas 58 min
Renault Zoe	22	2 horas 58 min
Toyota Prius Plug.in	4,4	35 min
Mercedes Clase A E-CELL	36	4 horas 51 min
Renault Twizy	6,1	49 min
MEDIA	28,66	3 horas 52 min

Tabla 11. Tiempos de recarga de distintos VE.

Observamos que en la mayoría de los casos son tiempos muy asumibles, incluso cargas bastante rápidas de menos de una hora y que tan solo en algunos modelos, vehículos de gama alta con baterías de gran capacidad, los tiempos se alargan a ocho o más horas.

Apuntaremos también que haciendo una media de tiempos y modelos de vehículos obtenemos un valor inferior a 4 horas.

Por ultimo decir que estos cálculos han sido realizados pensando en que los vehículos puedan cargar con éste tipo de carga (estándar rápida 7,4kW) en Modo 3 y sean compatibles con el conector que ofrece la instalación, es decir el conector Mennekes.

En el caso de que alguno de los modelos no sea compatible dispone de la opción de recarga estándar lenta, a 3,7kW en Modo 2 mediante el conector Schuko, aunque esto hace que los tiempos de carga se dupliquen.

CANTIDAD DE RECARGAS CON LA ENERGÍA ALMACENADA EN EL ACUMULADOR

En éste apartado simplemente estimaremos cuantas recargas podríamos hacer con la energía almacenada en el acumulador. Es un dato orientativo puesto que continuamente se está produciendo energía y almacenando, por lo que a la vez que se consume se genera.

Una vez más influye la capacidad que tengan las baterías de los vehículos y obtendremos valores muy distintos.

Además, como hemos comentado anteriormente, los acumuladores nunca se descargan por completo, suelen quedarse en torno a un 40% de su capacidad.

Modelo	Capacidad batería (kWh)	Capacidad acumuladores instalación (kWh)	Nº de recargas
Audi A3 e-TRON	8,8	212,16	24,11
BMW i3	22	212,16	9,64
Ford Focus Electric	23	212,16	9,22
Mercedes SLS e-Drive	60	212,16	3,54
Mitsubishi iMIEV	16	212,16	13,26
Nissan Leaf	24	212,16	8,84
Opel Ampera	16	212,16	13,26
Tesla Model S	85	212,16	2,50
Tesla Roadster	56	212,16	3,79
Renault Fluence	22	212,16	9,64
Renault Zoe	22	212,16	9,64
Toyota Prius Plug.in	4,4	212,16	48,22
Mercedes Clase A E-CELL	36	212,16	5,89
Renault Twizy	6,1	212,16	34,78
MEDIA:	28,66	212,16	7,40

Tabla 12. Número de recargas que ofrecen los acumuladores.

Siendo conscientes de lo mencionado antes de la tabla estableceremos la media en unas 5 recargas (el 60% del valor obtenido).

No obstante, como podemos observar en la tabla 6, depende muchísimo del vehículo que queramos recargar, podríamos recargar 20 Renault Twizy o 2 Tesla Model S.

5.2.3. Conexión de los distintos componentes

Como podemos ver en el siguiente esquema unifilar, la conexión de los distintos elementos es bastante sencilla, la energía que se produce en placas solares y aerogeneradores pasa por el equipo de regulación y control y es enviada a los acumuladores y al punto de recarga.

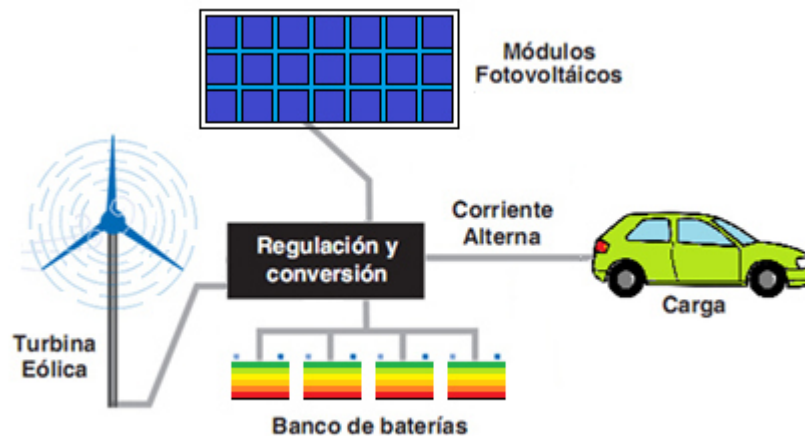


Figura 51. Esquema unifilar de la instalación.

A continuación vamos a tratar de dar luz, explicando más profundamente las tensiones e intensidades a las que trabaja cada elemento, en este caso va a tener un papel muy importante el módulo de regulación y control, recordemos que el elegido por nosotros ha sido el Multiplus Ecosolar 8000W 48V, se trata de un módulo formado por dos aparatos conectados con un kit paralelo. Es decir, emplearemos cuatro aparatos conectados.

Para nuestra instalación necesitaremos dos de estos módulos puesto que tienen limitada la corriente de entrada a 120A y en nuestro caso la entrada total es de 330A.

Repartiremos dicha intensidad en las entradas de los controladores, repartiremos las placas en dos aparatos, 8 placas a uno (75A) y 7 al otro (65,6A), los aerogeneradores irán uno a uno con una intensidad de entrada de 72A. Todas estas entradas estarán a 48V.

Con esta energía los elementos de control generan una potencia de salida de 13,67kW, a 230V. Y alimentan los acumuladores a 48V y 120A en corriente continua.

Por último saldrá hacia los puntos de recarga una potencia máxima de 16kW, que es la potencia máxima que pueden ofrecer los elementos de regulación, dicha potencia será la generada por las placas y aerogeneradores más la acumulada en las baterías.

En la siguiente figura ilustramos la explicación con un esquema:

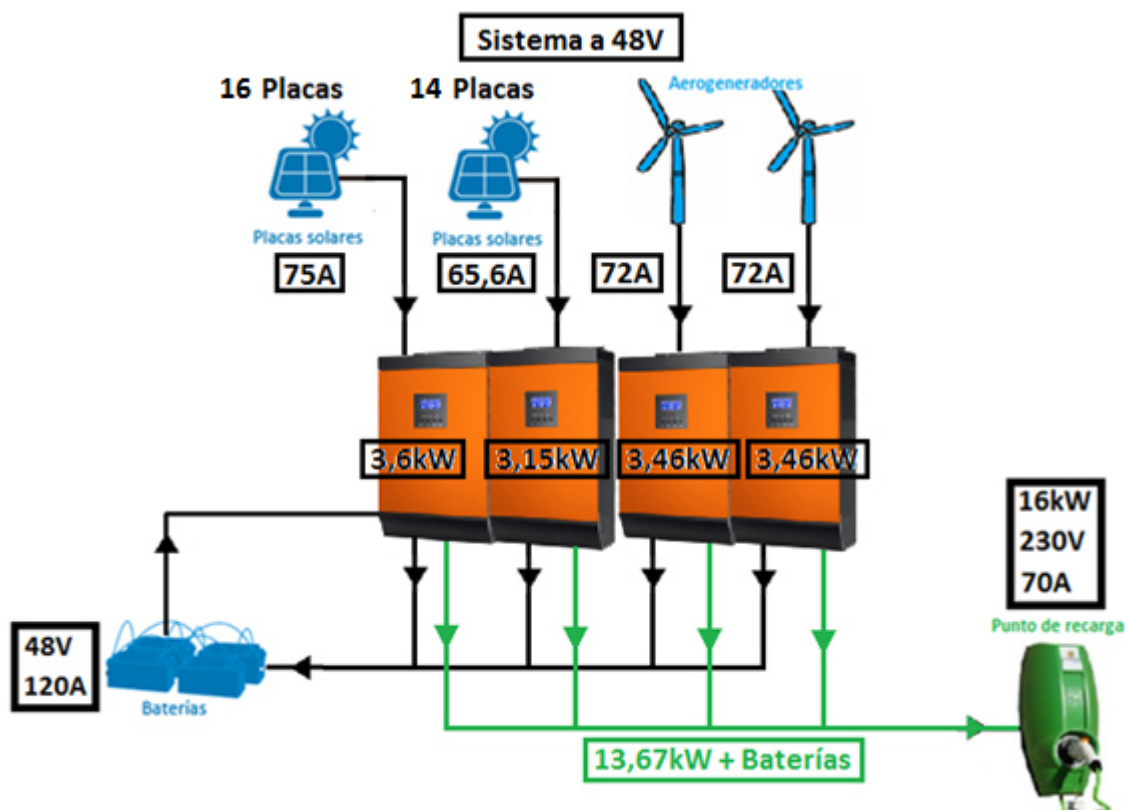


Figura 52. Esquema unifilar con valores.

Con una potencia de salida de 16kW a una tensión de 230V obtenemos una intensidad de 70A, puesto que:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{16000}{230} = 69,57A$$

Por tanto suministraremos al punto de recarga formado por dos conectores Mennekes una intensidad de 64A (32+32) y también ofreceremos cuatro tomas Schuko de 16A, obviamente con la producción de 70A no podemos alimentar todas las tomas a la vez, por lo que las opciones de servicio serán las siguientes:

- 2 cargas Mennekes: $32A \cdot 2 = 64A$
- 1 carga Mennekes y 2 cargas Schuko: $32A + (16A \cdot 2) = 64A$
- 4 cargas Schuko: $16A \cdot 4 = 64A$

Las tomas Schuko podrían no ofrecer los 16A, sino limitarse a 13A en caso de que dieran problemas de sobrecalentamiento.

Con la potencia restante podemos abastecer las luminarias e incluso alimentar aparatos eléctricos como podrían ser televisiones, cafeteras u otros servicios para los clientes.

Por último mostraremos un esquema con la distribución de los elementos y el cableado:

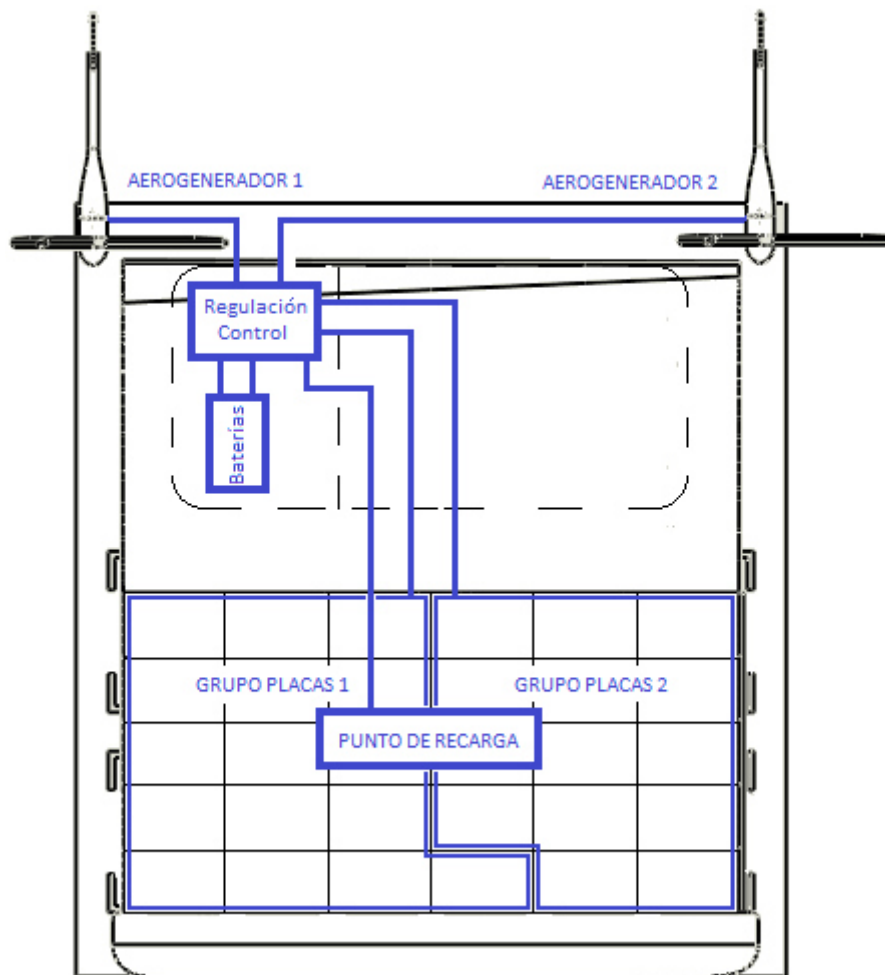


Figura 53. Esquema unifilar de la distribución de los elementos.

5.2.4. Instalación de luminarias.

Una iluminación eficiente ayudará a guiar a sus clientes en la estación de servicio garantizando la seguridad y asegurando el máximo confort visual. Los accesos y las áreas de aparcamiento deberán tener una iluminación suficiente, permitiendo dar a los conductores una primera visión general del lugar.

Para la instalación de luminarias hemos tomado como ejemplo algunas gasolineras modernas que emplean tecnología LED. Éste tipo de luminarias pueden suponer un ahorro energético del 85% con respecto a la iluminación tradicional.

Hemos escogido una gama de Proyectoros específicos para Estaciones de Servicio con la última tecnología led, fabricados por la empresa disiLED (fabricación íntegra en España), con los que se consiguen unos lumens/w de 110 y 120 lm/w.

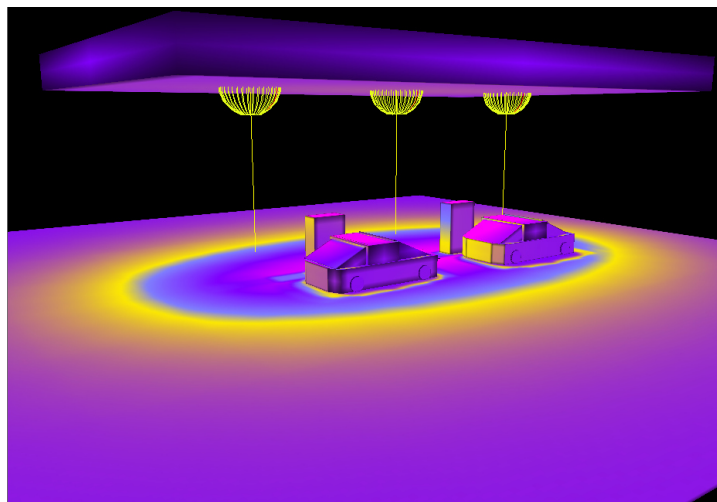


Figura 54. Escala visual analógica.

En nuestro caso el techo no es horizontal, por tanto para conseguir un alumbrado más uniforme instalaremos focos de mayor potencia en la parte alta del techo quedando la siguiente configuración:

Para la zona más baja del techo emplearemos el proyector led 80W: foco led con 8.800 lumens y una potencia de 80w consiguiendo 200 lux a una altura de 4 metros.

Para la zona más alta y la zona intermedia utilizaremos el proyector led de 120W: foco led con 14.400 lumens y una potencia de 120w consiguiendo 200 lux a una altura de 6 metros.

Como hemos podido observar en la imagen anterior, la distribución será la que vamos a ver a continuación:

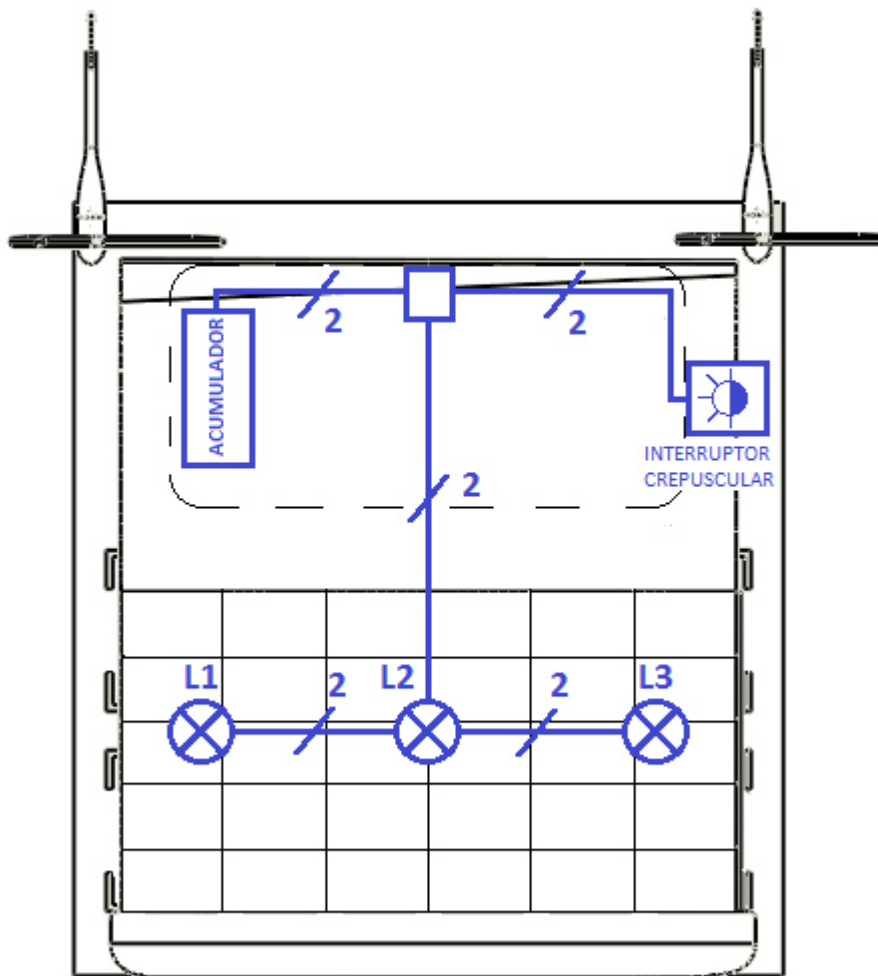


Figura 55. Esquema unifilar de distribución de las luminarias.

Los datos técnicos son los siguientes:

FICHA TÉCNICA	
Tª de funcionamiento	-30 a 70 °C
Grado de protección	IP65
Leds por luminaria	1-2
Color	6.500º K
CRI	90
Vida útil estimada	90.000 - 100.000 horas (L70)
Óptica	Reflector Aluminio con óptica prismatica.
Flujo lumínico	8.800lm/14.400lm
Medidas	21 x 21 x 16 cm
Alimentación	100 - 277 VAC, 50-60 Hz
Potencia	80/120 W

Tabla 13. Ficha técnica iluminarias.

La activación y desactivación del sistema de iluminación irá sujeto a un sensor de luz (interruptor crepuscular), para que automáticamente se enciendan al anochecer y se apaguen al amanecer.

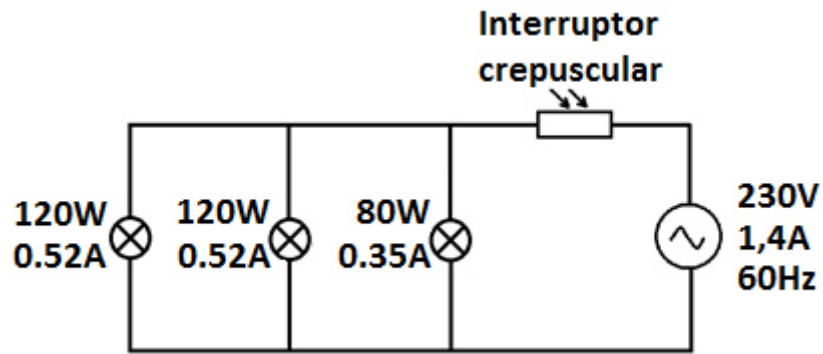


Figura 56. Esquema eléctrico iluminación.

La instalación de luminarias nos consume una potencia de 320W funcionando a 230V requerirá una intensidad de 1,4A.

Como podemos observar estos valores no suponen ningún problema frente a nuestro valor de generación eléctrica.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

6. Modelo de negocio.

Este tipo de instalación en principio no está pensada para dar un servicio comercializable y obtener rentabilidad. La idea principal de esta electrolinera es ofrecer una oportunidad de publicitarse y dar una buena imagen a grandes empresas, podría ser creada por una gran empresa eléctrica o de otro sector para potenciar su imagen y asociarla a una cultura respetuosa con el medio ambiente. Como ejemplo de empresas a las que podría interesar serían Repsol o British Petroleum.

No obstante, algún gestor de carga podría estudiar la posibilidad de obtener rentabilidad de dicha instalación.

Recordemos que el gestor de carga es aquel agente del sector eléctrico que, siendo consumidor, está habilitado para la venta de energía eléctrica destinada a la recarga de vehículos eléctricos, así como para el almacenamiento de energía eléctrica para una mejor gestión del Sistema Eléctrico.

6.1. Presupuesto.

Estimar el presupuesto de este proyecto es algo complicado puesto que requiere de una obra importante, movimiento de tierras, cimentación, construcción del edificio... no obstante existen algunos elementos de los que disponemos del precio exacto.

Artículo	Precio (€)	Cantidad	Precio (€)
Placa solar OS300M 24V	332,04	30	9.961,2
Aerogenerador ENAIR 48V 3500W	8.129	2	16.258
Multiplus Ecosolar 8000W 48V	2.380	2	4.760
Batería Estacionaria BAE 48V 4420Ah	32.050,48	1	32.050,48
TOTAL			63.029,68 €

Tabla 14. Precios de los elementos comerciales.

Solo con esto podemos observar que se trata de una instalación con un precio elevado.

También presupuestaremos lo que sería llevar a cabo la obra además de añadir el precio anterior de los elementos eléctricos:

Sistema eléctrico	63.029,68 €
Movimiento de tierras	680,00 €
Hormigones y estructura	5.834,84 €
Estructura	4.227,22 €
Albañilería	6.675 €
Cubierta	3.593,14 €
Soldados y Alicatados	964,32 €
Cerramiento y cielo raso	1.285,76 €
Vidriería	600 €
Pintura	400 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	87.289,96 €

Presupuesto de Ejecución Material	87.289,96 €
13% Gastos Generales	11.347,69 €
6% Beneficio Industrial	5.237,40 €
<hr/>	
PRESUPUESTO DE CONTRATA (PC)	103.875,05 €

Presupuesto de Contrata	103.875,05 €
IVA (21% s/PC)	21.813,76 €
Honorarios Arquitecto 9% s/PEM	7.856,10 €
IVA (21% s/Honorarios Arquitecto)	1.649,78 €
Honorarios Arquitecto Técnico 3% s/PEM	2.618,70 €
IVA (21% s/Honorarios Arquitecto Técnico)	549,93 €
Honorarios Seguridad y Salud 3% s/PEM	2.618,70 €
IVA (21% s/Honorarios Seguridad y Salud)	549,93 €
Licencia de Obra 4,5% s/PC	4.674,38 €
<hr/>	
PRESUPUESTO TOTAL (PT)	146.206,32 €

Sin saberlo a ciencia cierta, este podría ser un presupuesto para nuestra instalación, que suma un precio total de 146.206,32 €.

7. Conclusiones.

Se ha planteado la idea de hacer una instalación para cargar vehículos eléctricos alimentada a partir de fuentes renovables de energía (energy harvesting). Implementando una serie de placas solares fotovoltaicas y uno o más aerogeneradores. La cifra de vehículos a los que se pretendía dar servicio simultáneo estaba entre un mínimo de 2 y un máximo de 4.

A continuación se muestra un resumen de los principales objetivos que nos propusimos:

- Recarga sin conexión a red eléctrica.
- Uso de energías renovables, implementando placas solares y aerogeneradores.
- Capacidad de producción energética para carga simultánea de 2 a 4 vehículos.
- Autonomía para varios días incluso cuando las condiciones climáticas no permitan generar demasiada electricidad.
- Superficie reducida de unos 60 m², equivalente a parking de 4 plazas.
- Iluminación de bajo consumo y automatizada.
- Estética cuidada y diseño innovador.

En conclusión, la realización de la idea que teníamos ha sido dificultosa pero se ha conseguido. Es justo comentar que en un inicio se valoró como solución la posibilidad de alimentar los vehículos en corriente continua realizando cargas rápidas pero durante el transcurso del trabajo nos dimos cuenta de que no era viable para nuestra instalación.

No obstante se han cumplido los propósitos iniciales, que eran primeramente abastecer a vehículos eléctricos con energías renovables a través de una instalación que no se encuentra conectada a la red eléctrica. Para ello hemos empleado un conjunto de 30 placas solares y dos aerogeneradores que producen la energía necesaria.

Gracias al uso de acumuladores de gran capacidad aseguramos autonomía para varios días incluso cuando no sea posible la generación por condiciones climáticas.

En cuanto a las recargas, ofrecemos recargas estándar rápidas (7,4kW) mediante dos conectores Mennekes, como las que podemos encontrar en la vía pública y lugares públicos como centros comerciales. También ofrecemos cuatro tomas Schuko para cargas estándar lentas. De ésta manera ofrecemos dos recargas simultáneas de vehículos con Mennekes o cuatro con Schuko.

Hemos instalado luminarias de tipo led con un bajo consumo y un interruptor crepuscular de manera que se enciendan automáticamente a atardecer.

Finalmente la superficie que ocupará es de 100 m², esta ampliación de superficie con respecto a la estimación inicial es debida a la necesidad de almacenamiento de los componentes eléctricos, no obstante aprovechando esto se ha creado una sala de espera para los usuarios.

La línea futura de desarrollo de la idea presentada podría ser llevarla a cabo en la realidad, para ello sería necesario un estudio estructural más minucioso para comprobar que el diseño es resistente y viable, tras estudiar la estructura deberíamos hacer un estudio de la dinámica del viento para ver si la ubicación de los aerogeneradores es adecuada, puesto que al estar ubicados tan cerca de la estructura se podrían producir turbulencias.

Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica.

Universidad Pública de Navarra.

8. Bibliografía y webgrafía.

- LIBROS:

Castejón - Santamaría, Tecnología eléctrica, Mc graw hill 1993.

Parra V.M, Pérez A., Pastor A., Ortega J., Teoría de circuitos, tomos I y II, UNED.

Pablo Alcalde San Miguel, Electrotecnia, Paraninfo, 2010.

García Trasancos, J., Instalaciones eléctricas en media y baja tensión, Paraninfo, Madrid, 2001.

Zurita, Jesús; "Cálculo de Estructuras", Universidad Pública de Navarra.

Celigüeta, Juan Tomás, "Curso de Análisis Estructural", Eunsa.

Guía del estudiante para el aprendizaje del software SolidWorks.

Gómez González, Sergio; "El gran libro de Solidworks", Marcombo.

- FUENTES ELECTRÓNICAS:

Accenture. (2016). *Vehículos eléctricos: Cómo cambiar las percepciones y aceptar los desafíos*. Recuperado 21 Febrero 2016, desde <https://www.accenture.com/es-es/insight-changing-game-plugin-in-electric-vehicle-pilots.aspx>

Economist. (2012). *Buen inicio*. Recuperado 21 Febrero 2016, desde <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2012/05/daily-chart-3?fsrc=scn/tw/te/dc/jumpstart>

Luis Reyes. (2013). *10 razones para comprar un vehículo 100% eléctrico*. Recuperado 22 Febrero 2016, desde <http://www.autonocion.com/10-razones-para-comprar-un-vehiculo-100-electrico/#close>

Luis Reyes. (2013). *10 razones para comprar un vehículo 100% eléctrico*. Recuperado 22 Febrero 2016, desde <http://www.autonocion.com/10-razones-para-no-comprar-un-vehiculo-100-electrico/#close>

IBIL. (2010). *Legislación aplicable*. Recuperado 24 Febrero 2016, desde <https://www.ibil.es/index.php/es/movilidad-electrica/legislacion-aplicable>

Fenercom. (2012). *Guía sobre tecnología minieólica*. Recuperado 27 Febrero 2016, desde <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-tecnologia-minieolica-fenercom-2012.pdf>

Energy Spain. *Energía solar fotovoltaica sin conexión a la red eléctrica*. Recuperado 27 Febrero 2016, desde <http://www.energy-spain.com/energia-solar/fv-sin-conexion-a-red>

Solar Workcat. (2012). *La 1ª estación de recarga eólica para vehículos eléctricos*. Recuperado 28 Febrero 2016, desde <https://solarworkcat.wordpress.com/2012/09/04/smart-city-green-freestyle/>

El periódico de la energía. (2016). *Smartflower lanza la 'electrolinera fotovoltaica'*. Recuperado 28 Febrero 2016, desde <http://elperiodicodelaenergia.com/smartflower-lanza-la-electrolinera-fotovoltaica/>

Álex Fernández Muerza. (2012). *Fotolineras: energía solar para recargar coches eléctricos*. Recuperado 1 Marzo 2016, desde http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2012/10/24/213867.php

Urbener. (2015). *Las electrolineras del futuro son españolas, producen electricidad renovable y la almacenan*. Recuperado 1 Marzo 2016, desde <http://movilidadelectrica.com/electrolinera-urbener-circe/>

Endesa. (2013). *Recarga del vehículo eléctrico*. Recuperado 2 Marzo 2016, desde <https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/recarga>

AutoSolar. (2016). *Baterías*. Recuperado 2 Marzo 2016, desde <https://autosolar.es/baterias>

Agustín Payá. (2014). *¿Cómo y dónde recargar el coche eléctrico?*. Recuperado 2 Marzo 2016, desde <http://blogs.20minutos.es/coches-electricos-hibridos/2014/01/09/como-y-donde-recargar-el-coche-electrico/>

Wallbox. (2015). *Todo sobre los vehículos eléctricos*. Recuperado 2 Marzo 2016, desde <http://wallbox.eu/es/info/todo-sobre-los-vehiculos-electricos>

Delta Volt. (2016). *Paneles solares, tipos y eficiencias*. Recuperado 3 Marzo 2016, desde <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>

Manuel Ramírez. (2015). *Aerogeneradores verticales y de eje horizontal: cómo funcionan y tipos*. Recuperado 3 Marzo 2016, desde <http://www.renovablesverdes.com/aerogenerador-como-funciona-y-tipos/>

Kliux Energies. (2012). *Aerogenerador de eje vertical kliux zebra*. Recuperado 7 Marzo 2016, desde <http://www.kliux.com/productos/aerogenerador-de-eje-vertical/>

Aeolos Wind Turbine. (2011). *Aerogenerador Vertical Aeolos-V 10kw*. Recuperado 7 Marzo 2016, desde <http://www.windturbinestar.com/aerogenerador-vertical-10kw.html>

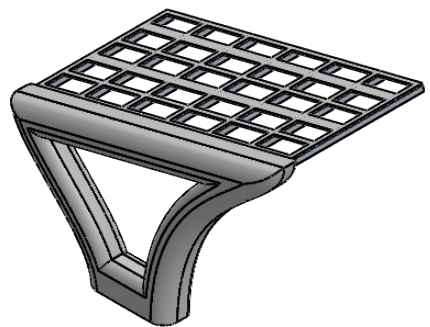
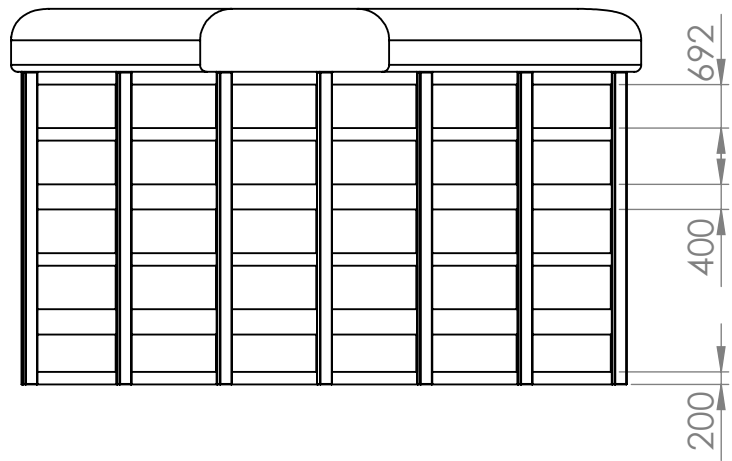
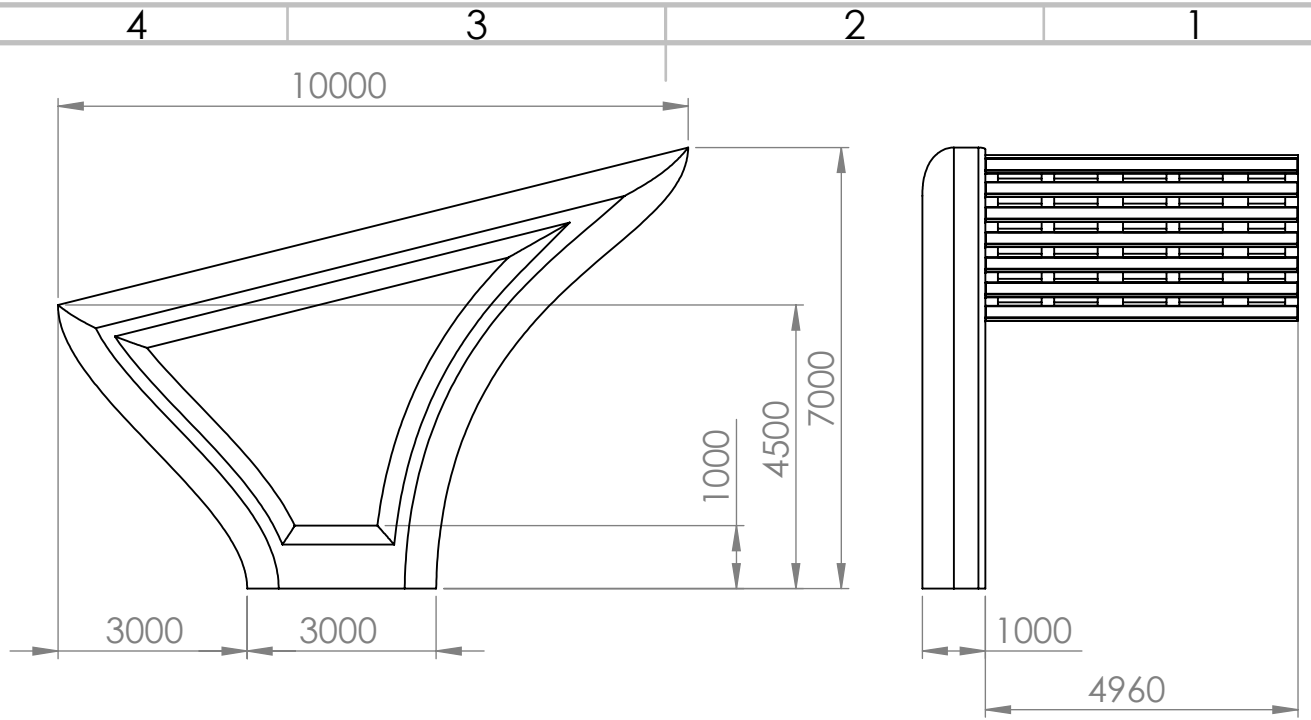
Airfal. (2013). *Consejos para la iluminación de estaciones de servicio*. Recuperado 15 Marzo 2016, desde <http://www.airfal.com/luminarias-tecnicas-noticias/iluminacion-estaciones-servicio-2482/>

MV Luz Verde. (2014). *Iluminación Led para Estaciones de Servicio*. Recuperado 15 Marzo 2016, desde <http://www.mvluzverde.com/iluminacion-led-para-estaciones-de-servicio/>

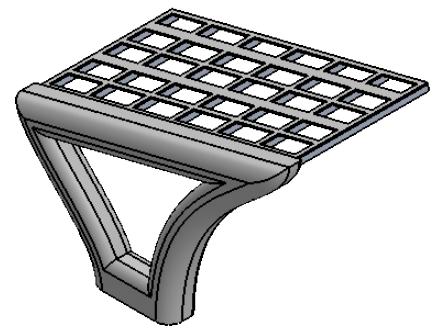
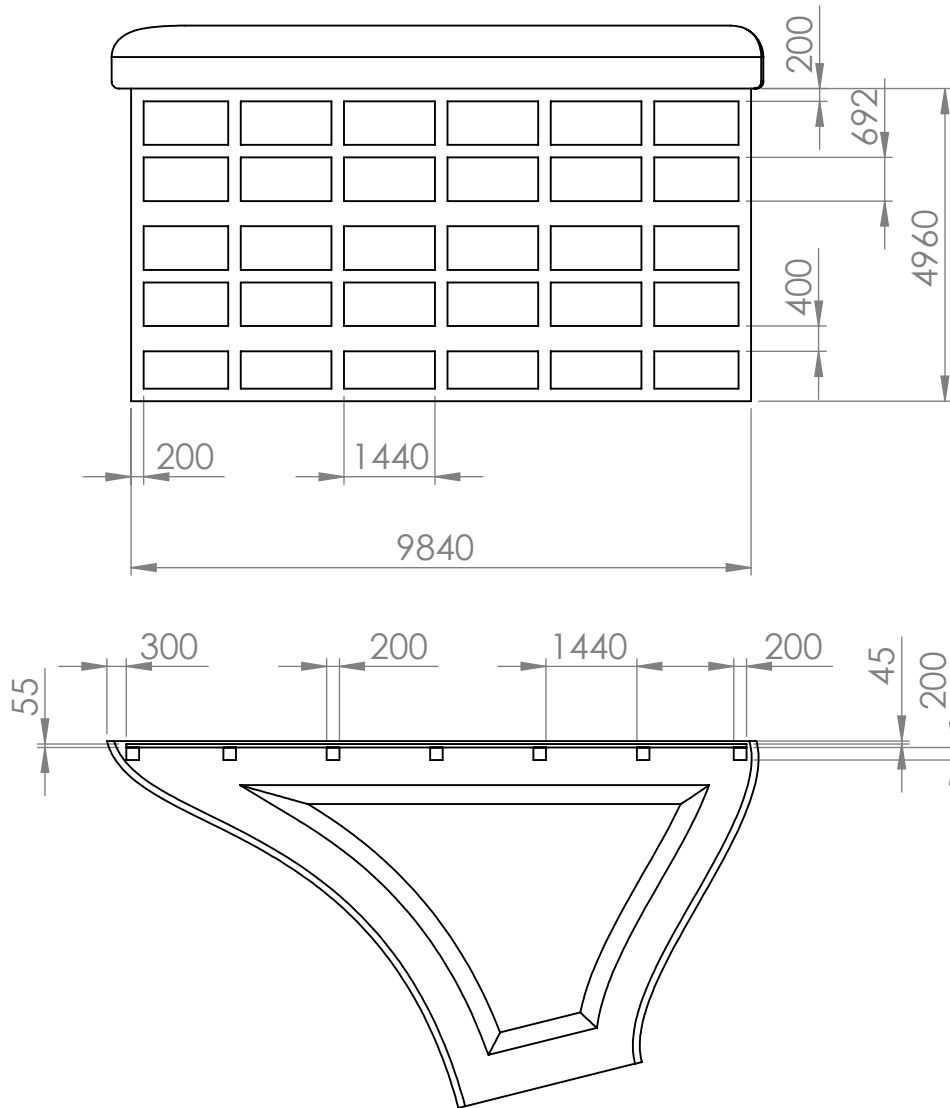
DisiLED. (2014). *Iluminación Led para Estaciones de Servicio*. Recuperado 15 Marzo 2016, desde <http://disiled.blogspot.com.es/2014/10/iluminacion-led-para-estaciones-de.html>


9. Anexos.

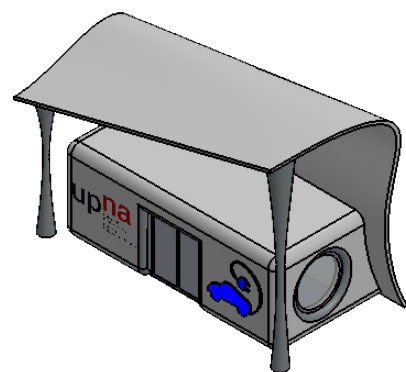
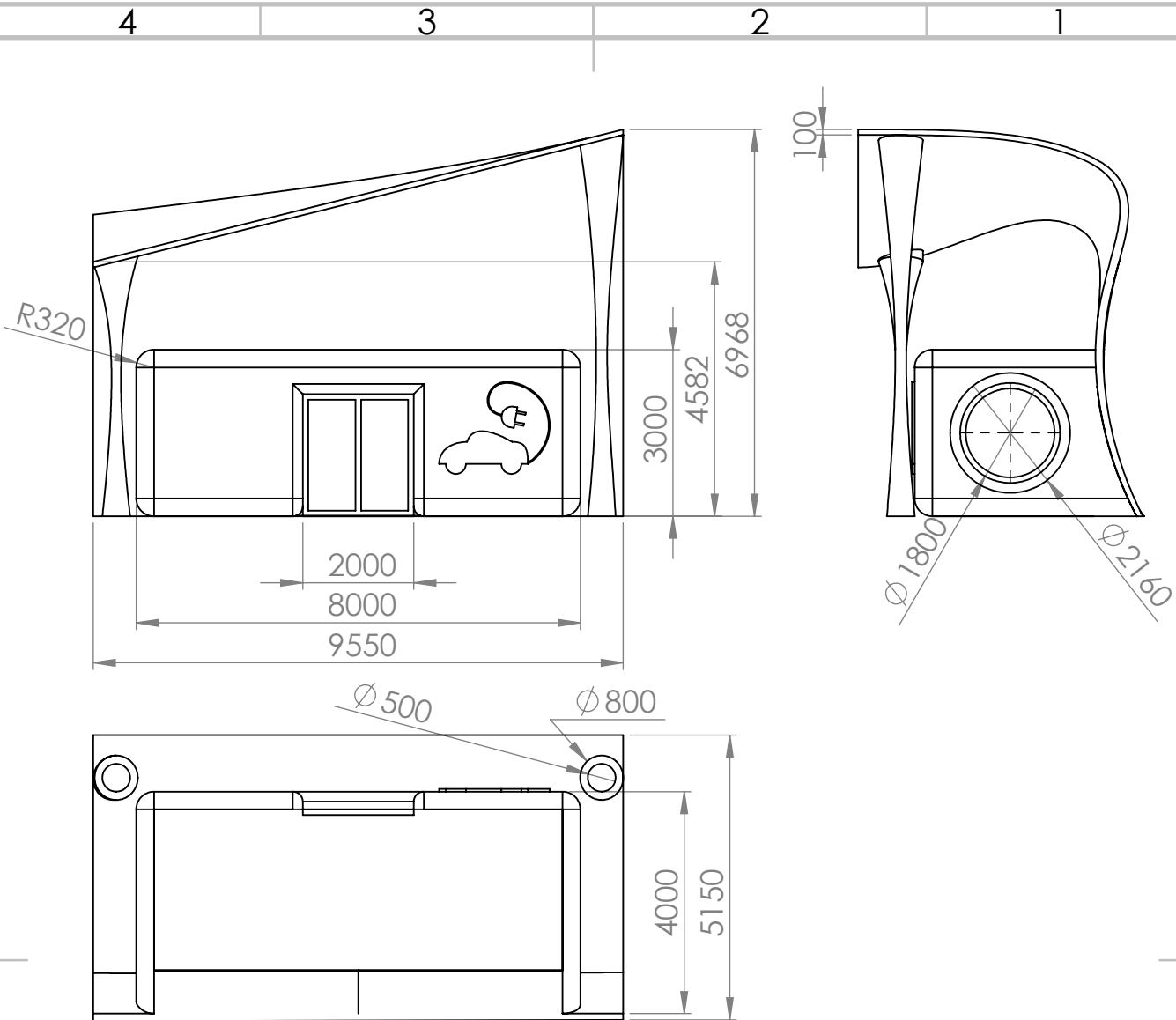
9.1. Planos.



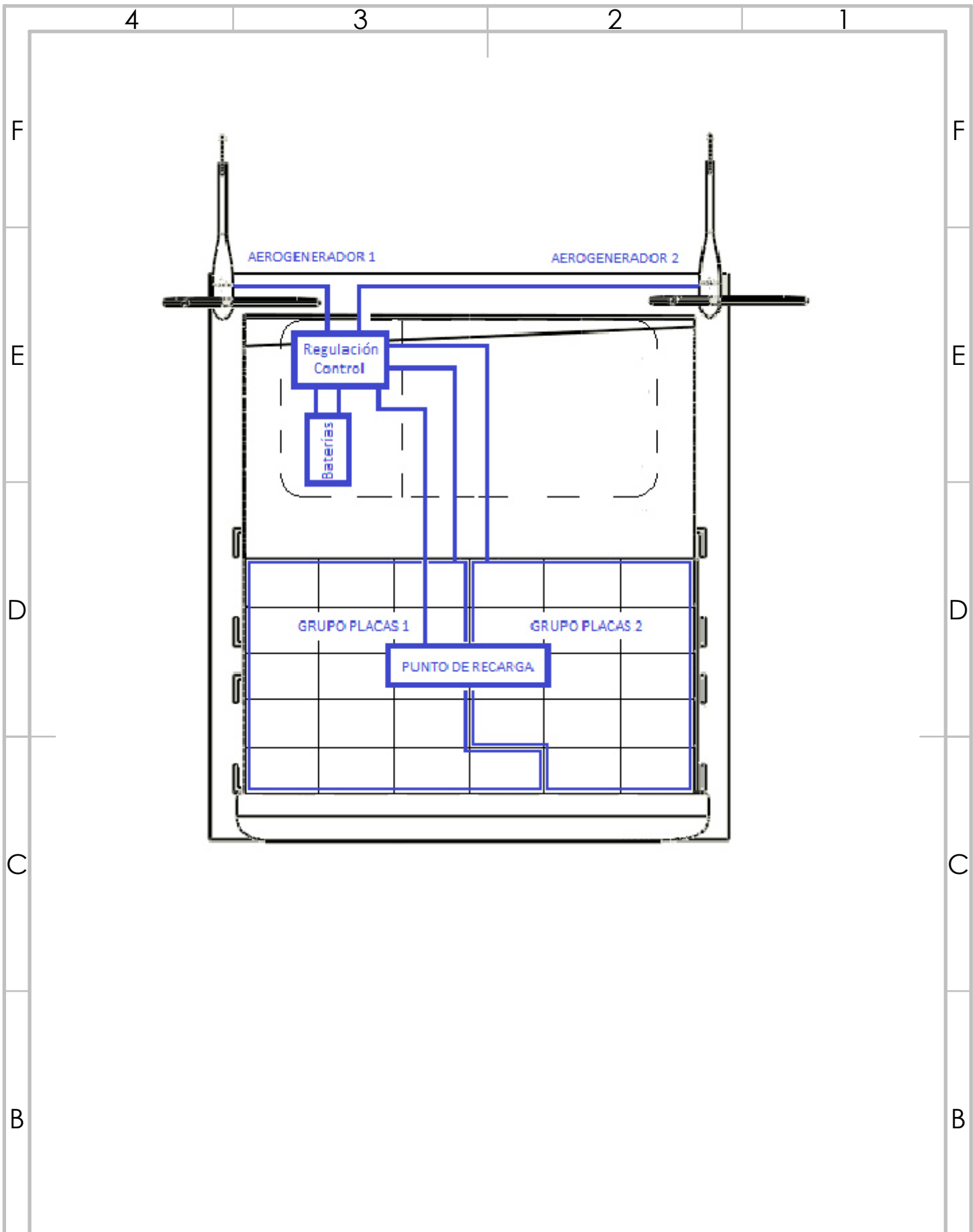
A	NOMBRE	 Universidad Pública de Navarra "Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica"	A4
	FECHA		
		ESCALA:1:200	HOJA 1 DE 2




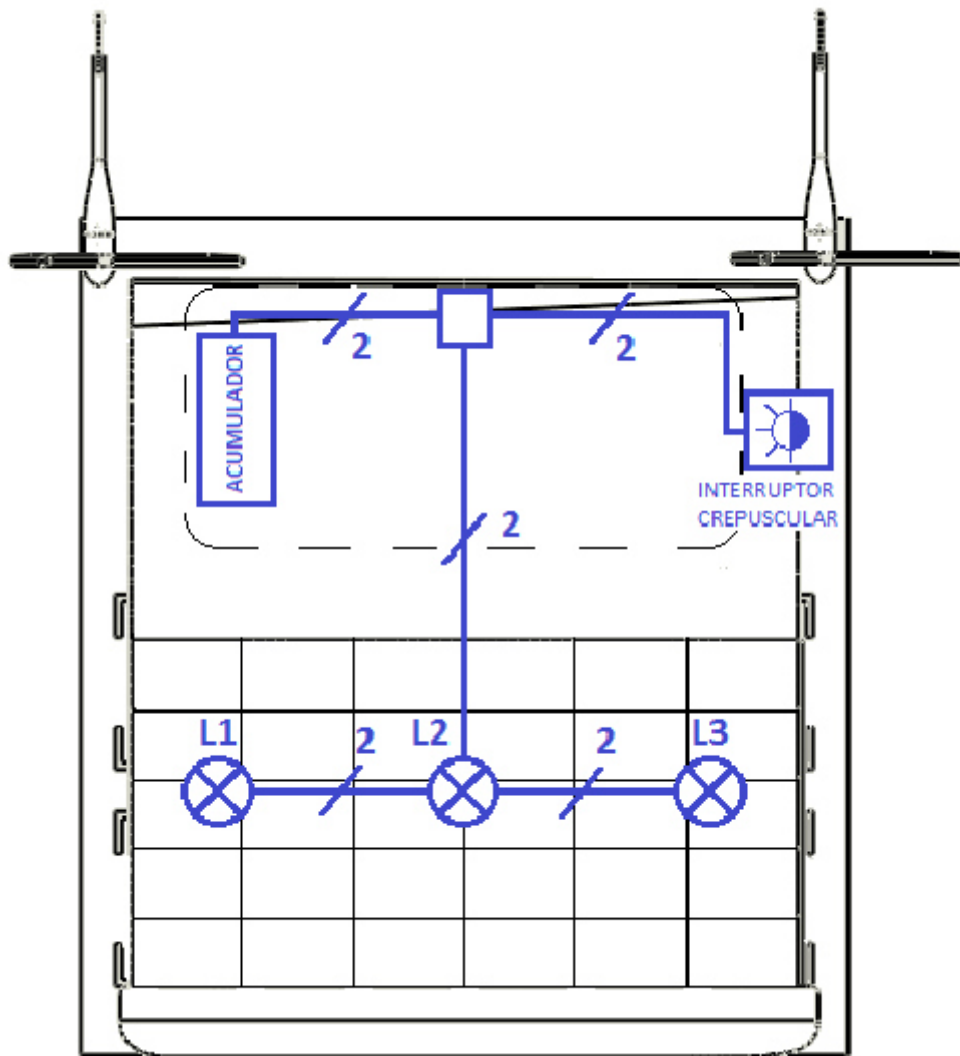
A	NOMBRE	Carlos Rico Jiménez	 Universidad Pública de Navarra	A4
	FECHA		24/04/2016	
			ESCALA:1:200	HOJA 2 DE 2



A	NOMBRE	Carlos Rico Jiménez	 Universidad Pública de Navarra	"Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica"	A4
	FECHA				
			ESCALA:1:200	HOJA 1 DE 1	



A	NOMBRE	Carlos Rico Jiménez		Universidad Pública de Navarra	A
	FECHA		24/04/2016	"Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica"	
			Esquema unifilar distribución de elementos		A4
			HOJA 1 DE 1		



NOMBRE	Carlos Rico Jiménez
FECHA	24/04/2016



Universidad Pública de Navarra

"Diseño de una instalación de carga para vehículos eléctricos sin conexión a la red eléctrica"

Esquema unifilar iluminación

A4