

SPACE LOCK

DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO

TUTOR

CARLOS RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería mecánica

SPACE LOCK. DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS

Autor:

Hernández Cortizo, Andrés

Tutor(es):

**Rodríguez Fernández, Carlos
Teoría de la Arquitectura y
Proyectos Arquitectónicos**

Valladolid, Julio de 2021.

A

PAPÁ Y MAMÁ

RICARDO Y PEPITA / JOSE Y ROSA

A MIS AMIGOS

“TANTO SI CREES QUE PUEDES COMO SI NO, TIENES RAZÓN”

– HENRY FORD

ÍNDICE

RESUMEN.....	- 3 -
PALABRAS CLAVE:.....	- 3 -
INTRODUCCIÓN.....	- 5 -
¿HACIA DONDE NOS DIRIJIMOS?.....	- 8 -
BRIEFING.....	- 15 -
ESTUDIO DE MERCADO	- 21 -
¿ES NECESARIO?.....	- 23 -
MERCADO Y PRODUCTOS EXISTENTES.....	- 25 -
TRATAMIENTO DE RESULTADOS	- 30 -
IDEAS PREVIAS.....	- 33 -
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	- 45 -
¿POR QUÉ?.....	- 47 -
CONCEPTOS BÁSICOS.....	- 48 -
ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	- 53 -
DIMENSIONADO.....	- 62 -
CÁLCULO DE LA CARGA.....	- 64 -
CÁLCULO APROXIMADO DE LA CAPACIDAD DE LOS PATINETES.....	- 69 -
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA ISF.....	- 73 -
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTACIÓN	- 99 -
DISEÑO.....	- 101 -
DIMENSIONES, COTAS y SISTEMA DE ANCLAJE DE LOS MÓDULOS DE CARGA.....	- 106 -
CÁLCULO.....	- 139 -
DISEÑO FINAL Y PLANOS.....	- 181 -
RENDERS:.....	- 183 -
PLANOS:.....	- 199 -
PRESUPUESTO.....	- 219 -
CONCLUSIÓN.....	- 227 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 231 -

ÍNDICE

RESUMEN

La transición hacia el vehículo eléctrico en todas sus variantes se ha convertido en un objetivo que avanza a marchas forzadas. Gobiernos de todas las naciones tratan de concienciar a la población e incentivar dicha transición ante los preocupantes datos sobre el daño medioambiental conocidos en los últimos años.

La realidad es que desde el año 2019 se ha observado un gran aumento en el desarrollo y la venta de vehículos de movilidad personal (VMP), en especial desde la pandemia del Covid-19.

Siendo incapaz de ignorar este significativo cambio, en el presente trabajo se pretende, de forma muy breve, exponer ciertas evidencias de dicho cambio y sus motivos y, a su vez, de manera más detallada, proponer el diseño y desarrollo de un espacio de estacionamiento y carga de VMP, en concreto para patinetes eléctricos en recintos privados al aire libre como empresas o campus universitarios.

PALABRAS CLAVE:

Patinete eléctrico, estación, carga, energía renovable.

ABSTRACT

The transition to electric vehicles in all their variants has become a goal that is advancing at a rapid pace. Governments of all nations are trying to raise public awareness and encourage such a transition in the face of the worrying data on environmental damage known in recent years.

The reality is that since 2019 there has been a large increase in the development and sale of personal mobility vehicles (PMV), especially since the Covid-19 pandemic.

Being unable to ignore this significant change, the present paper intends, in a very brief way, to expose certain evidences of such change and its reasons and, in turn, in a more detailed way, to propose the design and development of a parking and charging space for PMVs, specifically for electric scooters, in private outdoor enclosures such as companies or university campuses.

KEYWORDS:

Electric scooter, station, charge, renewable energy.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana se entiende como el conjunto de todos los desplazamientos que se producen en el interior de una ciudad. Históricamente, las ciudades se han expandido en torno al desarrollo de infraestructuras para los desplazamientos con vehículos a motor.

A pesar de la tendencia seguida históricamente, la visión de una ciudad organizada para el desplazamiento de vehículos como el coche está cambiando rápidamente en los últimos años.

El desarrollo llevado a cabo históricamente tiene cierto sentido ya que las bondades de tener una gran accesibilidad dentro de la ciudad para los vehículos a motor son muchas:

- Permite un tiempo de desplazamiento corto a lugares muy concretos, lo que resulta de vital importancia en casos de accidentes para el desplazamiento de ambulancias, policía, bomberos.
- Hace posible el crecimiento de la ciudad ya que sin estos medios no muchos ciudadanos se decantarían por alejarse de su puesto de trabajo, colegio de sus hijos, hospitales, etc.
- Gracias a esta infraestructura se pueden abastecer todo tipo de establecimientos comerciales, supermercados, centros comerciales...

En definitiva, parece ser un modelo que mejora mucho la calidad de vida de los ciudadanos y hace posible la vida en sociedad en torno a un núcleo urbano.

¿Por qué cambia esta visión?

El pasado 22 de abril del año 2016, 195 naciones firmaban en New York el llamado “Acuerdo de París” por el que las anteriores se comprometían a mantener en menos de 2 ° C el aumento de la temperatura media del planeta por medio de la drástica reducción de gases de efecto invernadero.¹

¹ No es objetivo de este trabajo entrar a valorar el estado de dicho acuerdo ni los objetivos logrados o errados hasta ahora. Este acuerdo abarca un amplio marco político y social en el que influyen muchos aspectos. Aun así, resulta interesante entender, aunque sea de manera superficial, que el cambio de la visión del desplazamiento viene dado como complemento a un gran número de medidas y cambios que se desean implementar a lo largo de este siglo.

De esta forma entran a escena los vehículos de motor de combustión interna (MCIA), sus emisiones y el lugar donde son emitidas. Hay que entender, aunque no resulte muy complejo, que los desplazamientos con vehículos a motor suponen uno de los factores principales de emisión de los gases mencionados.

De hecho, la pandemia y las restricciones de movilidad y de confinamiento han propiciado unos datos claros sobre la influencia de la movilidad en la concentración de gases en núcleos urbanos. Sin ir más lejos, se pueden ver los datos, por ejemplo, de Valladolid²:



Ilustración 1 – Dióxido de nitrógeno. Concentración media semanal en microgramos por metro cúbico en Valladolid. Fuente: (EL PAÍS, 2020)

² Se reflejan los datos de Valladolid al ser la ciudad donde se realizará el proyecto de instalación.

O, por ejemplo, en ciudades como Madrid donde la bajada de concentración resultó mucho más acusada debido a que la densidad del tráfico es ampliamente mayor que en Valladolid:



Ilustración 2 - Dióxido de nitrógeno. Concentración media semanal en microgramos por metro cúbico en Madrid. Fuente: (EL PAÍS, 2020)

A la luz de los datos se puede observar que la situación de confinamiento supuso un descenso de la concentración de dióxido de nitrógeno del 49.5% en Madrid y de un 21% en Valladolid, es decir, un descenso muy significativo.

Por otro lado, el empleo de los vehículos equipados con MCIA de una manera masiva no solo contribuye al aumento de la temperatura media global a largo plazo. Es también un factor que tiene cierta relevancia en la salud de los ciudadanos al perturbar la calidad del aire y provocar contaminación auditiva que provoca el aumento del estrés, dificultad de descanso, etc³.

A este respecto se han publicado diversos estudios que recogían las consecuencias directas de los gases de efecto invernadero sobre los humanos. Entre ellos se encuentran “An approach estimating the short-term effect of NO₂ on daily mortality in Spanish cities” y “Short-term effect of tropospheric ozone on daily mortality in Spain”⁴, que investigan los efectos del NO₂ y del ozono, respectivamente, en la salud de ciudadanos. Como

³ Fuente: (IBERDROLA, 2021)

⁴ Fuentes (Linares, C., Falcón, I., Ortiz, C., & Día, J., 2018) y (Díaz, J., Ortiz, C., Falcón, I., Salvador, C., & Linares, C., 2018).

resultado de estos estudios, se calculó de manera aproximada que los anteriores gases fueron responsables de unos 93.000 fallecimientos evitables en la última década en España.

Siendo estas las principales evidencias de la necesidad de un cambio en la manera de transporte, parece comprensible avanzar hacia un futuro próximo con un transporte sin emisiones localizadas, lo más silencioso posible y que ocupe un espacio mucho menor.

Ahora bien, ¿Cuál sería el futuro más deseable? ¿Dentro de que plazos? ¿Qué tipo de vehículos se emplearán? ¿Debe suponer el final del transporte privado urbano?

¿HACIA DONDE NOS DIRIJIMOS?

Puede resultar obvio que un cambio de esta envergadura no se puede llevar a cabo de una manera rápida y lineal. Se precisará de varios años y cientos de ramificaciones en cuanto a estudios de movilidad, experimentos sociales, implementación de una u otra tecnología, soportes e infraestructuras, etc.

Desde que comenzó la transición hacia una movilidad más sostenible, las ciudades han tratado de darle una mayor importancia al peatón y restringir el acceso de determinados vehículos al centro de las mismas. A su vez, ciudades como Valladolid han implementado progresivamente varios kilómetros de carril bici⁵ y otros tantos de un ciclocarril⁶. Además, se han instalado varios puntos del conocido como “VallaBici” donde los ciudadanos puedan alquilar bicicletas para desplazarse.

También, se ha apostado mucho por el transporte público y su adaptación a las nuevas tecnologías. Por ejemplo, también en la ciudad de Valladolid, la sociedad municipal de Autobuses Urbanos de Valladolid (AUVASA), ha optado por la implementación de vehículos eléctricos⁷ y hasta vehículos GNC⁸ que funcionan con hidrógeno.

Esta es la tendencia general en la actualidad de la mayoría de ciudades en España, cuando no, es mucho más amplia y se encuentra más avanzada como en Madrid, Barcelona, Sevilla... que hasta cuentan con empresas

⁵ Valladolid cuenta ya con unos 100 km de carril bici y unos 20 km de ciclocarril. Fuente: (GeoCyl, 2021)

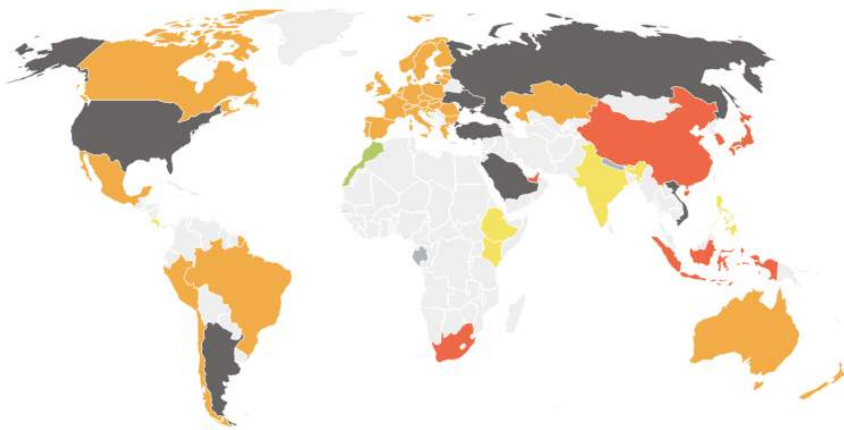
⁶ El ciclocarril no es más que un carril ordinario para todo tipo de vehículos con una limitación de velocidad de 30 km/h

⁷ Fuente: (Movilidad Eléctrica, 2019)

⁸ Fuente: (El Norte de Castilla, 2020)

privadas que se dedican al alquiler de vehículos propulsados por un motor eléctrico.

Bien, pues a pesar de estos avances, parece no ser suficiente y los científicos ya predicen que no se cumplirán los objetivos marcados en los Acuerdos de París. La página web “climateactiontracker.org” publica un mapa donde se pueden ver claramente que países va camino de cumplir estos acuerdos y cuales se encuentran muy lejos y debería redoblar esfuerzos:

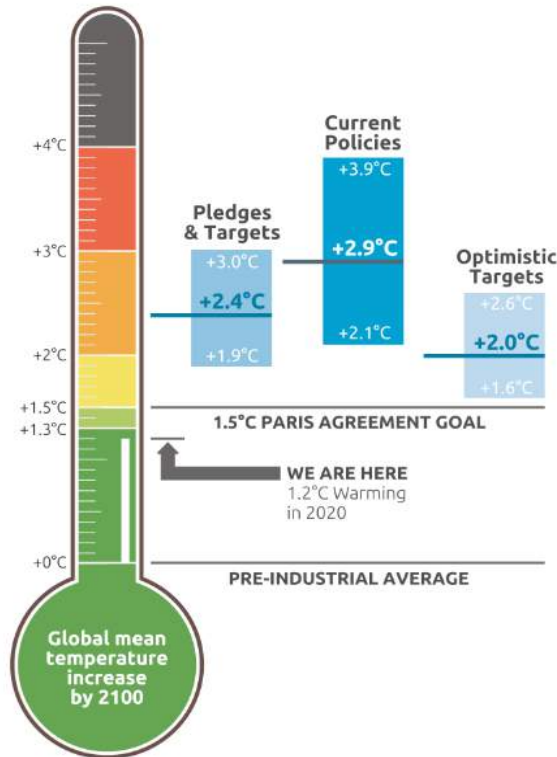


The maps displayed are for reference only.

LAST UPDATE: November 2020



Ilustración 3 – Fuente: (climateactiontracker.org, 2020)



Parece que, según la tendencia actual, no se cumplirán los objetivos marcados y estos tendrán que esperar por un periodo de tiempo más largo. Es debido a que es un cambio más profundo que una simple adaptación en el transporte. Como se ha mencionado anteriormente, es un proceso que resultará largo y complejo donde se harán múltiples pruebas y rectificaciones hasta ir avanzando de manera adecuada donde los ciudadanos tengan opciones posibles y reales de cambio de sus hábitos de vida y más concretamente de movilidad.

Ilustración 4 - (climateactiontracker.org, 2020)

¿Existe entonces, algo positivo entre todos los datos negativos? Pues sí. De hecho, este trabajo se fundamenta en una de las cosas positivas que han traído consigo tantas situaciones difíciles como las que se están viviendo.

Y es que, si alguna consecuencia ha tenido esta pandemia es el conocido como distanciamiento social. Mascarillas, guantes en ocasiones, gel hidroalcohólico, distancia de seguridad y una prudencia antes inimaginable a la hora de usar cualquier objeto que haya podido estar en manos ajenas anteriormente. Por no hablar de la evasión de aglomeraciones públicas en clases, bibliotecas, bares y, entre otros, el transporte público.

Visto así parece una idea terriblemente negativa para el fin de evitar el uso masivo de los vehículos con MCI incorporado y en parte, así es. Cualquier persona que tiene la capacidad de emplear un modo de transporte privado recurre a este a pesar de los límites de aforo y las medidas de seguridad en el transporte público.

El diario de tirada nacional “El País” se hacia eco de la crisis de este sector hace unos meses:

Diferencias de viajeros mensuales en cercanías con respecto al mismo periodo de 2019

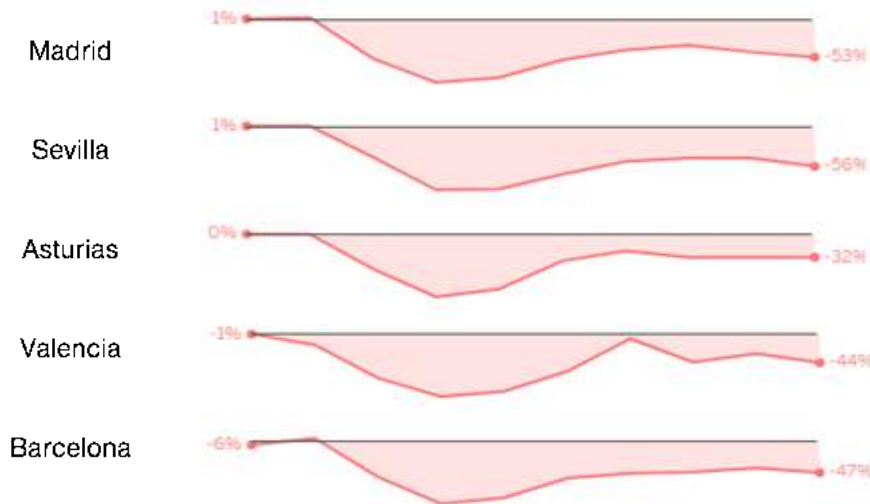


Ilustración 5 – Fuente: (El País, 2020)

De esta manera, la **pandemia ha terminado truncando de manera temporal esta forma de transporte reduciendo su empleo drásticamente. Pero no todo es siempre negativo y como se dice frecuentemente, no hay mal que por bien no venga.**

La población se encuentra cada días más concienciada e informada y sin llegar a reducir su nivel de vida de manera importante⁹, se van produciendo pequeños cambios de hábitos perjudiciales por otros mejores que hacen que la sociedad se acerque poco a poco a sus objetivos.

Uno de los cambios que se han observado no es otro que el empleo masivo, en apenas un par de años de desarrollo, de los VMP. Según la web comparadora de precios de internet IDEALO, la intención de compra de

⁹ Carecería de sentido reducir la calidad de vida hasta volver a un pasado lejano. Sin duda la mejor manera de no dañar el medio ambiente sería volver a las cavernas, olvidarnos de los avances tecnológicos que a día de hoy requieren fuentes de energía no renovables y olvidarse de llevar una dieta variada que provoca tanta deforestación, por ejemplo, pero ese no es el objetivo. Por lo que no se le puede pedir eso al ciudadano. Ahora bien, este parece responder de manera positiva cuando se le informa, se le exige un pequeño cambio y además se le dan opciones para reemplazar su hábito de vida contaminante, cosa que, aunque parezca lógica, no es para nada frecuente.

estos vehículos, en concreto de los patinetes eléctricos, se ha disparado en 2020 un 142%¹⁰.

Y no es para menos, por algo más de 300 euros, cualquier ciudadano puede disponer de un dispositivo capaz de tener una autonomía de entre 20 y 30 kilómetros, que permite una movilidad muy fluida y rápida al alcanzar velocidades superiores a los 30km/h. Para más inri, son dispositivos que, si bien no son muy ligeros, se pueden plegar e introducir en los recintos a los que acceda el usuario. A parte de estas ventajas, el patinete supone un estilo de movilidad individual que mantiene seguro al usuario del contacto con otros ciudadanos, cumpliendo así con unas medidas de seguridad necesarias en la actualidad. Y todo ello, sin necesidad de realizar esfuerzo físico, como pueda ocurrir con las bicicletas, por lo que se puede emplear para ir al puesto de trabajo con la indumentaria adecuada y de manera higiénica.

Ha resultado tal su expansión en un espacio tan corto de tiempo que se ha pasado de no ver casi ningún dispositivo a que estos copen los carriles bici, ciclocarriles y los estacionamientos para las bicicletas. Y, en consecuencia, el pasado mes de enero la Dirección General de Tráfico (DGT) incluyó por primera vez el pasado enero, de manera apresurada, la primera normativa que estos vehículos deberían cumplir, a la espera de una legislación más completa y detallada de los mismos.

A pesar de poder ser plegados, muchas instituciones, empresas, universidades, etc, no permiten la introducción de los mismos en el interior de sus edificios por motivos de seguridad ante emergencias debido al aumento del número de ellos. Y esto provoca también que el usuario que con anterioridad conectaba su patinete a la red del centro donde se encontraba para cargar batería suficiente, se haya quedado sin ese soporte y se vea obligado a planificar los trayectos y los consumos de batería que va a realizar. A menos que esté dispuesto a volver andando a su domicilio.

Como se ha explicado con anterioridad, debería ser imprescindible, para hacer esta transición de movilidad de manera correcta, proveer a aquellos que desean cambiar su vehículo contaminante por uno sostenible, de las infraestructuras necesarias para ello. Carece de total sentido restringir el uso de un vehículo, cargar de costes económicos, regulaciones de velocidad exagerados e impuestos inflados a aquellos que emplean un vehículo propulsado por un MCI. Realizar estas medidas sin antes facilitar

¹⁰ Fuente: (IDEALO, 2021)

el uso de otros modelos de movilidad no solo es injusto, sino que además no resulta muy efectivo.

Es mucho más efectivo proveer de infraestructuras y medios para la adopción de nuevos modelos, cuya adaptación aun así resultaría difícil y larga, con el objetivo de facilitar el cambio¹¹. Parece ser más efectivo promover de manera positiva un comportamiento que hostigar a aquellos que no actúen como se desea.

En base a este pensamiento, el motivo de este trabajo no es otro que el diseñar una estación de carga que abastezca los patinetes de aquellos usuarios que acudan a su puesto de trabajo, a su centro de estudios, etc. Con el ánimo de realizar un diseño que resulte útil, económico y fácil de implementar en cualquier espacio para favorecer de algún modo la transición hacia una movilidad urbana más sostenible.

¹¹ Véase el estudio realizado sobre la influencia de la creación de carriles bici temporales en el aumento del tráfico en los mismos. Se demostró, en un estudio realizado en 106 ciudades europeas que la implementación de esta infraestructura aumenta hasta en un 50% el número de usuarios. Se podrá emplear como referencia a la hora de dimensionar la estación de este trabajo, ya que se prevé que el acceso a la estación de carga aumente, en un porcentaje desconocido, la afluencia de patinetes. Fuente: (Sebastian Kraus y Nicolas Koch, 2021)



BRIEFING

BRIEFING

Con el fin de detallar en profundidad el producto que se va a diseñar se van a establecer ciertos puntos fundamentales que serán objetivos principales de este trabajo.

Esta acotación resulta imprescindible ya que en ella se define claramente la finalidad del producto en cuestión y las características del mismo para encontrar la mejor solución posible a la necesidad existente.

Estos puntos o características clave que se requieren en el producto son los siguientes:

1. FUNCIONALIDAD/RENTABILIDAD

No tendría sentido diseñar un producto que no tuviera como finalidad cierta rentabilidad económica. Este es y debe ser la principal característica de un diseño al menos si se desea que dicho producto fructifique y produzca un bien¹² a la sociedad.

Esta rentabilidad no tiene por qué ser un beneficio económico directo para el desarrollador o consumidor. Pero si debe beneficiar en algún modo al que adquiere dicho producto y de una manera significativamente superior a su competencia.

Resulta lógico entonces pensar que es necesario, para obtener esa rentabilidad mencionada, que el producto resulte útil y funcional. Para el caso expuesto en este trabajo, esto dependerá directamente del resto de puntos fundamentales que se detallarán a continuación.

2. SEGURIDAD

Este factor es clave a la hora de desarrollar este proyecto. Tratándose de un estacionamiento para patinetes eléctricos, lo que más valoran los usuarios es la seguridad. El precio de un patinete eléctrico oscila entre los 300 y 1500 euros dependiendo de la marca y su potencia. Esto hace que sea percibido como un objeto valioso que ha de ser bien resguardado.

Es por este motivo que el presente trabajo se centra en recintos privados con un mínimo de seguridad y vigilancia. Esto es un factor de seguridad

¹² Óbviese las acciones benéficas o sin ánimo de lucro que efectivamente generan un bien social y que, si bien tienen un gran valor, nunca podrían convertirse en norma.

añadido a la propia estación que, de por sí, se pretende que garantice la integridad del patinete.

3. SOSTENIBILIDAD

Uno de los puntos más importantes en el desarrollo de nuevos productos es el mensaje que pretenden difundir. Mediante este tipo de infraestructuras el objetivo es promover progresivamente el empleo de VMP impulsados por energías limpias libres de productos de combustión.

En este caso, el mensaje resultará también en un apoyo económico por parte de los gobiernos locales o nacionales que, poco a poco, pretenden promover una transición hacia vehículos libres de emisiones.

Teniendo presente esto, se diseñará la estación de modo que se alimente únicamente por energía fotovoltaica. La instalación dependerá del dimensionamiento debido al número de usuarios de cada recinto. Aun así, se prevé que no será una instalación de más de 10 KW por lo que no será una gran instalación que requiera del cumplimiento de legislación muy estricta.

De esta manera no solo se fomenta el empleo de vehículos eléctricos de movilidad personal, sino que se hace ver al usuario que la transición energética es una realidad a la que la sociedad tendrá que adaptarse en un futuro próximo.

4. ESTÉTICA

Es importante a su vez no centrarse únicamente en aspectos técnicos o económicos y poner algo más de atención al diseño de la estación. A través del diseño podremos transmitir el mensaje deseado de una manera mucho más eficaz. Se tratará de crear una estación que se adapte al espacio donde se encontrará y que armonice con el entorno.

5. INNOVACIÓN

La innovación en este trabajo es debida a que no existen muchos diseños de estaciones para patinetes eléctricos y, mucho menos, lugares que cuenten con una instalación de este tipo.

A parte se realizará un pequeño estudio de la competencia y se tratarán de implementar ciertas ventajas competitivas que provoquen que este producto resulte la mejor opción para el consumidor.

6. SENCILLEZ

Es importante no olvidar en este caso que la estación de carga debe resultar sencilla de usar. Facilitar la interacción entre el usuario y la estación hará que este se familiarice rápidamente y frecuente su uso.

7. DURABILIDAD

Es necesario que el diseño requiera de un mantenimiento mínimo y fácil de realizar. Al ser un elemento que se va a encontrar al aire libre habrá que tener especial cuidado en la elección de materiales y tratamientos posteriores.

También habrá que seleccionar correctamente aquellos elementos que procedan de la economía circular y que se reutilizarán para darles una segunda vida, siempre y cuando cumplan los requisitos mínimos de durabilidad, seguridad, etc.

8. VERSATILIDAD

Sería interesante que el diseño pudiera implementarse en distintos recintos de instituciones diferentes, adaptándose a las necesidades de cada una de estas. Consiguiendo así que sólo hubiera que regular la inclinación de las placas fotovoltaicas para cada caso y la potencia necesaria. Un sistema en cierto modo modular podría resultar útil para estos casos en los que se necesita mucha versatilidad.



ESTUDIO DE MERCADO

ESTUDIO DE MERCADO

A la hora de diseñar un producto es necesario tener en cuenta que necesidad es la que se va a cubrir y que otros productos del mercado tienen esa misma finalidad. Estudiar estos productos permitirá conocer que necesidades relacionadas no cubren y que ineficiencias tienen a la hora de realizar su función.

En base a este estudio se tendrán que fijar ciertas ventajas competitivas que harán, a priori, que el producto desarrollado resulte más interesante para el consumidor.

Para el tema que compete a este trabajo, la realidad es que no existe una gran variedad de oferta. El desarrollo de la llamada “micromovilidad” es algo que se ha dado en los últimos dos años y que ha crecido enormemente debido a la pandemia del Covid-19. Esto provoca que el desarrollo de este tipo de infraestructuras se encuentre todavía en una fase primitiva, aspecto que se debe aprovechar ya que no existe una fuerte competencia.

¿ES NECESARIO?

Que este fenómeno sea algo que todavía no está del todo implantado, hace pensar erróneamente que las infraestructuras con esta finalidad

resulten innecesarias.

Observando los datos y noticias de las que se disponen, relacionadas con la expansión de los VMP, se comprueba fácilmente cómo su implantación y desarrollo es algo inminente. A principios de 2021 se podía leer en diferentes diarios de tirada nacional noticias relacionadas con el aumento de un 31.6%¹³ en los accidentes provocados por este tipo de vehículos. Este dato, aunque es sin duda desafortunado, se convierte en un dato indiscutible del aumento de la presencia de la micromovilidad. Pero esto no es algo nuevo, ya en 2019 la fundación Línea Directa publicaba un estudio¹⁴ ante el creciente número de accidentes de los VMP. Añadía además que algo más de dos millones de ciudadanos tendría previsto adquirir un VMP próximamente.

Hay que tener en cuenta que el estudio mencionado anteriormente no tenía en cuenta, naturalmente, los efectos de la pandemia sufrida en 2020 y que continúa en la actualidad. La situación ha provocado que el ciudadano trate de mantener cierta distancia de seguridad a la hora de hacer su vida en sociedad. Se incluye también, como se indicó en la introducción, cambios en la manera de transportarse. Los vehículos de movilidad personal, como bien indica su nombre, brindan a los ciudadanos la capacidad para poder

¹³ Fuente: (El País, 2021).

¹⁴ Véase el estudio de (Línea Directa, 2019).

transportarse de manera rápida e individual hacia su destino, pudiendo abandonar el uso de unos transportes públicos abarrotados. A su vez, la pandemia ha traído consigo una profunda y previsiblemente duradera crisis económica, por lo que, es normal que el grueso de la población prefiera no transportarse en un vehículo como un coche privado ya que el coste de este transporte es muy superior al coste de un VMP.

A todo lo anterior, se le suma la idea de vivir en lugares con cada vez menos contaminación por productos de la combustión y con una calidad de aire superior, la cual se sabe que afecta de manera directa sobre la salud de las personas. Por lo que resulta idóneo el empleo de VMP para evitar las emisiones en el lugar de uso de los mismos.

Estos motivos descritos brevemente son los causantes de que se puedan leer titulares como:

“La demanda de patinetes eléctricos aumenta cerca del 150% en el último año”

Diario ABC, 6 enero 2021.

Ante las evidencias del gran aumento en el uso de este tipo de movilidad, la Dirección General de Tráfico (DGT) no tardó en pronunciarse, elaborando un documento regulatorio específico para estos vehículos. Esta regulación entró en vigor el pasado 2 de enero de 2021¹⁵ y, como indicó el director general de la DGT, se prevé que se siga profundizando en la normativa en un futuro próximo.

De esta manera, una vez que se ha demostrado brevemente la necesidad de una infraestructura adecuada para esta nueva movilidad, se pasa a estudiar los productos existentes para destacar que puntos se pueden mejorar para el diseño.

¹⁵ Fuente: (BOE, 2021)

MERCADO Y PRODUCTOS EXISTENTES

Como ya se ha mencionado, no se cuentan con muchos productos desarrollados de este tipo al ser un mercado muy reciente, por lo que no se tendrá un estudio muy extenso.

Para realizar esto, tendremos en cuenta los parámetros más relevantes a la hora de que el diseño cumpla su función. Estos parámetros son los que siguen:

- Protección del vehículo
- Fuente de alimentación
- Ergonomía y utilidad

Lo normal es que este tipo de fabricantes se dediquen a producir estaciones de carga para empresas de alquiler de vehículos estandarizados y no para vehículos privados como se pretende aquí. Es por ello que la mayoría de diseños no contarán con una protección efectiva ante los agentes climatológicos. Esto se debe a que los vehículos de alquiler estandarizados están preparados para evitar de por sí estos agentes, cosa que no ocurre con los vehículos privados. Algunos de estos fabricantes estudiados son:

- Yupcharge
- Solum
- Swiftmile
- Mylock

YUPCHARGE



Ilustración 6 – Fuente: (Yupcharge, 2021)

A nivel nacional nos encontramos con esta empresa conocida como Yupcharge. Este diseño se emplea generalmente en espacios cerrados y cubiertos como centros comerciales, en los que ya se están instalando.

- **Protección del vehículo:**

En cuanto al sistema de protección del patinete para las inclemencias climáticas se aprecia un cajón que además se emplea para poder dejar algunos objetos de pequeñas dimensiones. Aun así, debe contar con un sistema de protección ajena a la estación para evitar que la lluvia pueda estropear los componentes electrónicos del patinete o de la propia estación.

- **Fuente de alimentación:**

Es una estación de carga conectada a la red del centro comercial por lo que no es autónoma y depende en este caso de una fuente exterior de energía. Por otro lado, a menos que la energía suministrada por su fuente sea de origen renovable, lo habitual es que no lo sea y por lo tanto tenga un impacto contaminante mayor.

- **Ergonomía y utilidad:**

Parece una estación bastante intuitiva y sencilla de usar. Resulta útil el poder dejar objetos, aunque sean de pequeño tamaño, y también que cuenten con tomas USB. Es necesario que el usuario lleve su propio cargador para poder conectar su patinete a la estación ya que esta cuenta con una toma habitual de 230Vac.

SOLUM

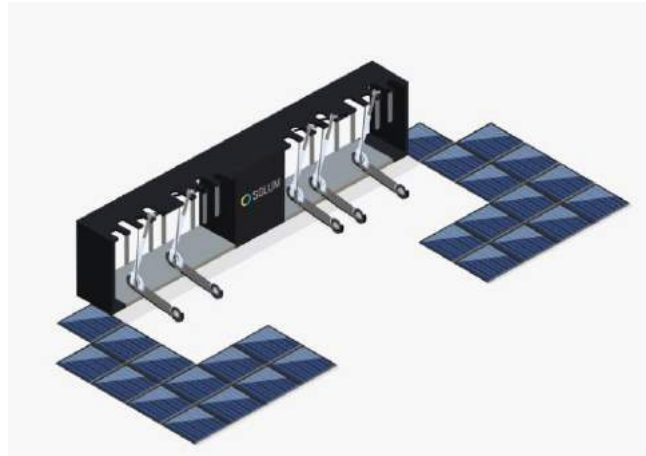


Ilustración 7 – Fuente: (Solum, 2021)

Esta pequeña empresa de ámbito nacional ha desarrollado estas nuevas estaciones para los VMP.

- **Protección del vehículo:**

No cuentan con ningún tipo de protección para los patinetes en este caso, salvo si se instalan en espacios cerrados o techados.

Los diseños que se han instalado por el momento se encuentran al aire libre en la ciudad de Sevilla.

- **Fuente de alimentación:**

Su peculiaridad reside en la forma de obtener la energía para la carga de estos vehículos. Se ha desarrollado una tecnología fotovoltaica que trata de tener un impacto visual mínimo y evitar así uno de los mayores problemas de las placas fotovoltaicas.

Esta nueva tecnología permite colocar estas placas en el suelo, sin necesidad de que sean elevadas, obteniendo igualmente energía fotovoltaica y reduciendo su impacto visual al mimetizarse con el entorno.

- **Ergonomía y utilidad:**

Al igual que la mayoría de empresas de este tipo, este diseño está concebido para empresas de alquiler que tienen sus cargadores estandarizados. Es probable que surjan problemas de suciedad de las placas y, o bien bajen su rendimiento o necesiten una limpieza constante, lo que encarecería su mantenimiento.

SWIFTMILE



Ilustración 8 – Fuente: (Swiftmile, 2021)

Swiftmile es una empresa estadounidense que se centra en el diseño y desarrollo de estaciones de carga para empresas de alquiler de patinetes.

- **Protección del vehículo:**

Este diseño no cuenta con ningún tipo de protección para el patinete salvo, obviamente, el anclaje de la estación.

- **Fuente de alimentación:**

Al igual que la mayoría de diseños, lo habitual es que la fuente de energía provenga de la red eléctrica común. En algunos casos si se ha observado que cuentan con una instalación fotovoltaica cercana para alimentar la estación, pero no es lo habitual.

- **Ergonomía y utilidad:**

Su utilidad es muy específica como se habitúa a ver en este tipo de estaciones. Al igual que Solum, no cuenta con un espacio para dejar objetos y tampoco se puede cargar un vehículo privado.

MYLOCK



Ilustración 9 – Fuente: (MyLock, 2021)

Mylock es otra alternativa para el almacenamiento de VMP en espacios interiores como hospitales, centros comerciales, etc. La empresa se encuentra en la comunidad autónoma de Cataluña y ya cuenta con varios espacios habilitados.

Si bien, la idea de esta empresa parece estar más enfocada en la creación de un espacio no solo para los patinetes eléctricos si no un espacio para dejar cualquier tipo de objeto personal.

- **Protección del vehículo:**

Observando el diseño se comprueba que la seguridad de los objetos personales y los vehículos depositados es total. El diseño cumple la función de una caja fuerte que a priori asegura completamente la integridad de los objetos depositados en su interior.

- **Fuente de alimentación:**

Al encontrarse en el interior de un edificio lo habitual es que su fuente de alimentación sea convencional. Además, no parece contar con un sistema de carga de los vehículos, por lo que la energía consumida solo se empleará en la pantalla de la que dispone y en el sistema de bloqueo mediante PIN para abrir las taquillas.

- **Ergonomía y utilidad:**

Su diseño es muy básico y no resulta ergonómico. Podrían haberse empleado taquillas convencionales, con un sistema de bloqueo mecánico independiente del sistema energético y cumpliría perfectamente su función. Ocupa un gran espacio, aunque es evidente que disponer de un espacio donde dejar objetos personales siempre es útil ante determinados imprevistos.

TRATAMIENTO DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta los parámetros anteriormente estudiados, se van a plantear que características van a diferenciar este producto de los que se han estudiado en la competencia. Como se ha realizado antes, se verá punto por punto:

- **Protección del vehículo:**

Se ha podido comprobar que casi todas las estaciones vistas no contaban con una protección adecuada para el patinete en caso de lluvia o nieve. Todos ellos estaban provistos de la protección ajena de una edificación o contaban con que el patinete estaba preparado para este tipo de inclemencias.

El objetivo de este trabajo es diseñar una estación que, encontrándose al aire libre, asegure la integridad del vehículo independientemente de cuales sean las condiciones meteorológicas.

Para cumplir este cometido, se diseñará una marquesina que proteja los componentes electrónicos de la estación y a los propios patinetes.

Además, esta estructura permitirá colocar la pequeña instalación fotovoltaica y su conexión a la estación de la manera más discreta posible.

- **Fuente de alimentación:**

Otro de los objetivos importantes de este trabajo es transmitir el mensaje de que se debe avanzar hacia una movilidad más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Es por eso que, al contrario que en la mayoría de estaciones estudiadas, se colocará una pequeña instalación de energía solar.

Los vehículos de movilidad personal no requieren altas tensiones para ser recargados y a su vez no cuentan con unas baterías excesivamente grandes. Son perfectamente recargables y se puede completar su carga sin problemas durante el horario laboral de cualquier trabajador.

También se ha advertido la incomodidad que supone que el usuario deba llevar consigo siempre su cargador para poder cargar su patinete en las situaciones de VMP privados.

Como solución se ha propuesto que el diseño de la estación de carga además de tener un conector habitual de 230Vac, cuente con varios conectores de diversos fabricantes a las diferentes tensiones que requieren.

Resulta que el grueso de los patinetes que se venden posee conectores y tensiones similares. Por lo que colocando entre 3 y 5 conectores se cubriría la mayor parte de los patinetes que poseen los usuarios.

Si algún usuario tuviera algún vehículo poco común, antiguo o con cargadores nuevos, siempre podrá conectarlo a la toma de 230 VAC, pero es predecible que esto sea una excepción.

- **Ergonomía y utilidad:**

Con respecto a este último parámetro, se cree que los dos anteriores aumentan su utilidad y ergonomía de manera notable frente a la competencia.

Aun así, solo una empresa estudiada da a los usuarios la opción de poder dejar objetos personales de manera segura en un pequeño espacio en la estación de carga. Esto es algo que resulta fundamental sobre todo en empresas o universidades, como la UVA, que no dispone en varios campus de taquillas individuales.

La estación deberá contar, en función de para que cliente sea, con un espacio suficiente para que el usuario pueda dejar objetos personales como libros, una pequeña mochila, la comida diaria, etc.

Este será otro de los puntos que diferencie el producto del resto de manera positiva para que el cliente se decante por el mismo.



IDEAS PREVIAS

IDEAS PREVIAS

Con la información recogida en el estudio de mercado y teniendo presente el briefing anterior los siguientes elementos serán clave para el diseño de esta estación:

- Se necesita que sea compacto. Al querer facilitar su instalación hay que tener en cuenta que el mayor hándicap que tienen empresas, instituciones públicas... es el espacio. Es importante tratar de reducir el espacio que ocupan los patinetes y a la vez optimizarlo para poder colocar el mayor número de ellos cumpliendo, como no puede ser de otra manera, el resto de requisitos que siguen a este.
- La presencia de una taquilla o un pequeño espacio para que el usuario pueda depositar elementos personales tales como el casco, apuntes, una pequeña bolsa con la comida, etc. Resulta muy importante para complementar estos espacios. Es un elemento que además no ofrece casi ninguna opción del mercado por lo que puede ser algo que haga que el producto destaque.
- Se desea que el espacio de los patinetes pueda ser empleado como un lugar de descanso puntual, donde poder sentarse unos minutos o hablar con un conocido mientras ancla el patinete o recoge sus pertenencias. Habrá que proponer alguna solución para el espacio que se tiene en forma de un posible banco o respaldo.
- En relación con el punto anterior, es de gran comodidad el tener alguna zona donde depositar objetos de manera temporal mientras se dejan los objetos o se ancla el vehículo.
- Otro elemento diferenciador será la instalación de un Objeto Publicitario Iluminado (OPI) que podrá ser retroiluminada o una pantalla led. En la misma la empresa o institución pública podrá publicitar sus eventos o sus datos, por ejemplo, o podrá alquilar ese espacio para publicitar otra empresa y obtener así mayor rentabilidad de la instalación. Al final, será un lugar de paso donde los usuarios podrán permanecer cierto tiempo y que tendrá una afluencia importante de personas, lo que es atractivo para la publicidad de cualquier tipo. Además, al estar en una empresa o institución pública de un sector determinado ya se tiene una segmentación de mercado interesante para la empresa que desee publicitarse¹⁶.

¹⁶ Por ejemplo, en una empresa como Michelin, podrían publicitarse empresas relacionadas con la ingeniería al tener esta fábrica gran cantidad de ingenieros. Es una segmentación de mercado que no se tiene en un lugar público aleatorio. Por otro lado, en una universidad podrían publicitarse empresas como copisterías o librerías y, de nuevo, sería muy

- Es importante poder resguardar el cargador personal de las inclemencias del tiempo. Debería poder conectarse dentro de la taquilla y que tuviera una suerte de hueco diseñado para poder extraer la parte del cable que se necesita y conectarlo al patinete.
- Con respecto a este tema de la conexión, también se tendrá una pequeña caja, incrustada a la taquilla o al elemento donde quedará fijado el vehículo, donde se encontrarán los diferentes conectores.
- En el interior de la taquilla podría ser interesante el tener dos baldas de distintos tamaños, donde poder dejar pequeños objetos distanciados de otros mayores y evitar así olvidarlos o perder mucho tiempo buscándolos.
- Al ser un elemento que se encuentra al aire libre habrá que seleccionar materiales adecuados para estas condiciones. Es probable que el material seleccionado para la estructura sea el Acero Inoxidable 316 que es especialmente resistente y se puede exponer sin problemas al agua¹⁷. Para la parte vista de la taquilla, el módulo de conexión del patinete... se empleará algún tipo de madera ya que tiene propiedades muy útiles para estos casos¹⁸. Estéticamente es idónea para elementos urbanos y es lo suficientemente resistente para la finalidad en el diseño. Además, aporta una estabilidad térmica interesante en el interior que será positivo para que las baterías no se sobrecalienten.

Con estas ideas claras, ya se pueden empezar a visualizar ciertas ideas y recogerlas en los siguientes bocetos:

atractivo para esas empresas disponer de un espacio con unos consumidores ya "filtrados".

¹⁷Fuente: (Ferrosplanes, 2021)

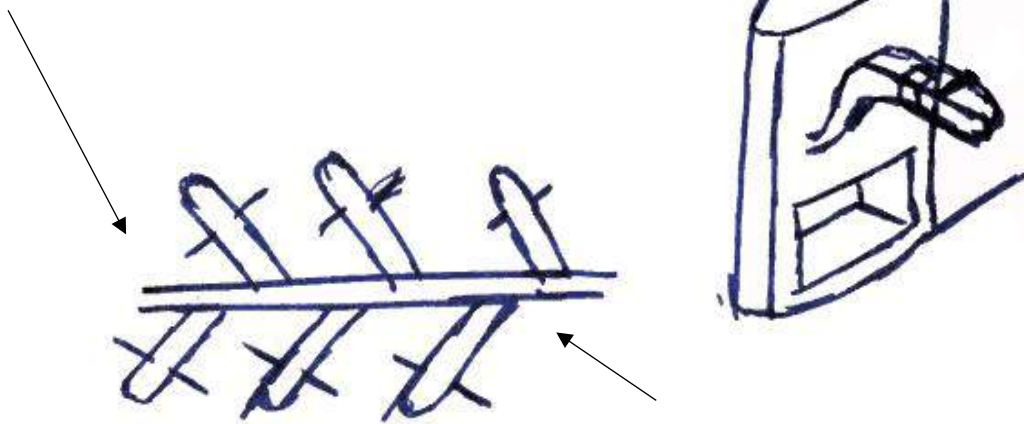
¹⁸Fuente: (Arquima, 2021)

Para este diseño se tendrían los módulos típicos que se vieron en varias empresas en el estudio de mercado. Con una diferencia, y es que este módulo incluiría una pequeña taquilla en la parte inferior.

Se ha descartado debido a que no resulta cómodo depositar objetos a esa altura y cargar el patinete, aunque siempre habrá que agacharse para cargar el patinete ya que la carga suele a la altura de las ruedas.

También obligaría a hacer el módulo de una anchura considerable para disponer de un cierto espacio para los objetos, cosa que no es muy estética.

Se entiende que se necesita un elemento de unión por donde conectar todos los elementos

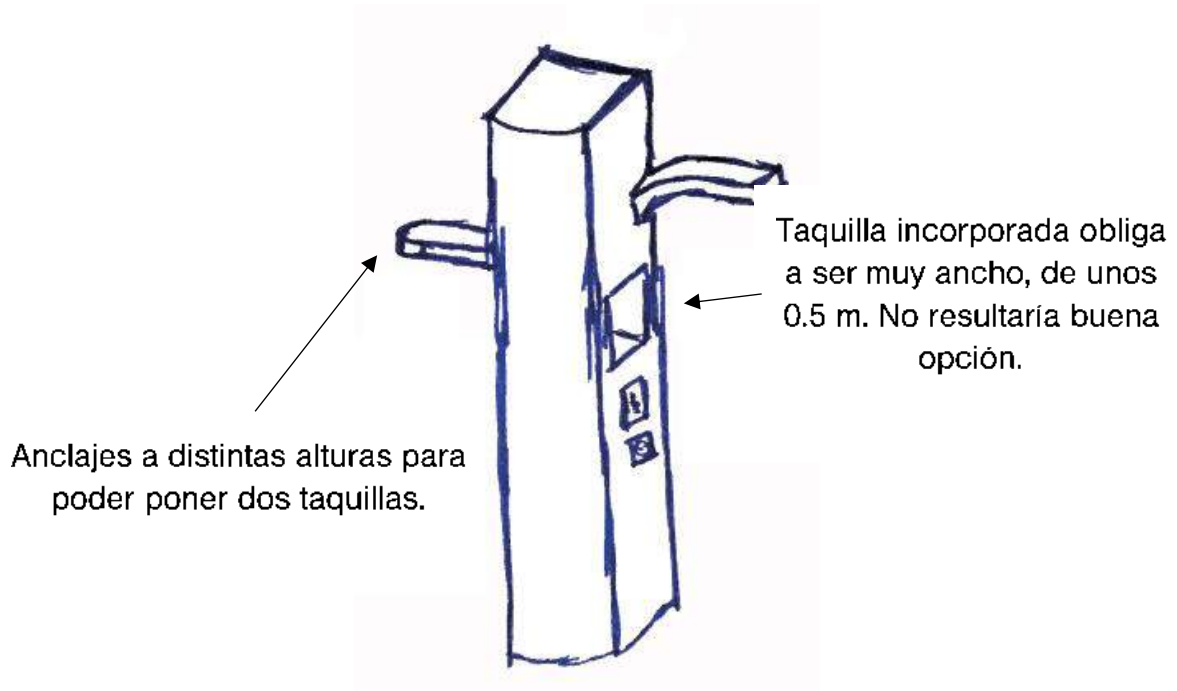


Grupos de 12 en 5 metros resultaría idóneo. Mucho almacenamiento en poco espacio. No se podrían cargar todos.

Boceto 1 – Disposición inicial. Elaboración propia.

Los módulos donde va a ir cada patinete deben de estar conectados a un elemento por donde se pueda desplazar el cableado a cada uno de ellos de manera segura y que no esté a la vista.

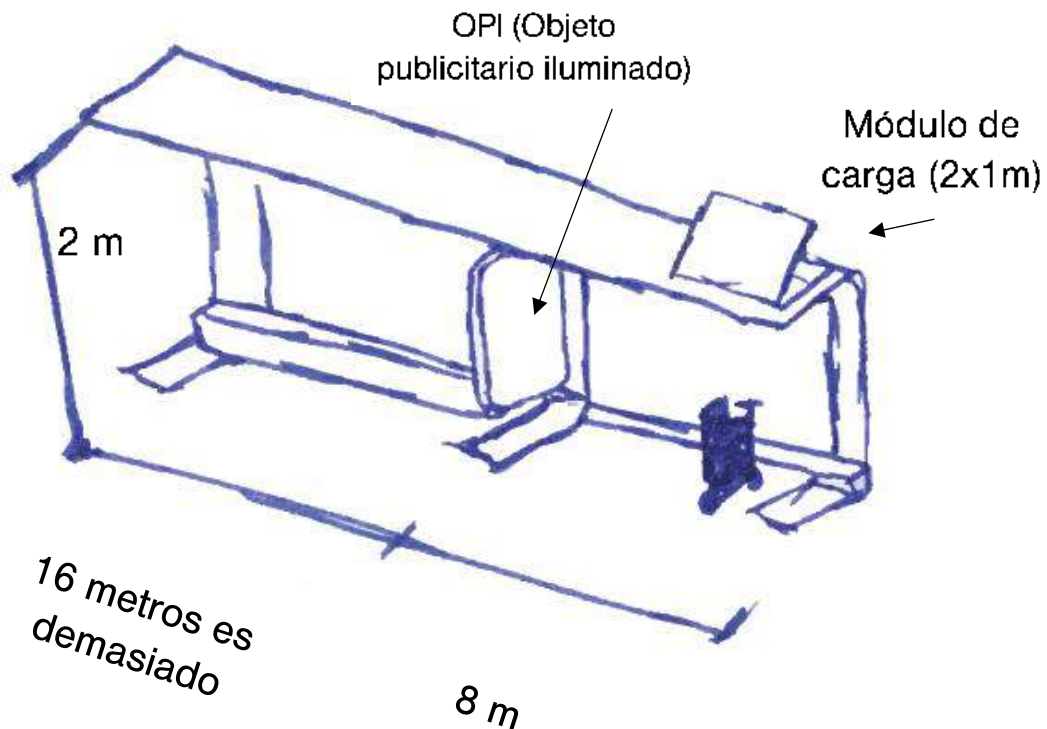
Siguiendo la línea anterior, se diseñó un módulo con anclajes a distintas alturas para poder colocar una taquilla a cada lado sin que coincidan y no tener así que doblar la anchura del módulo:



Boceto 2 - Módulo individual. Elaboración propia.

Se mejoraría así el módulo haciéndolo más esbelto y ocupando un espacio menor. Aun así, no resultaría muy cómodo y es un diseño muy típico visto en muchas empresas que producen este tipo de instalaciones.

Por otro lado, podría considerarse la estructura de la siguiente forma:



Boceto 3 – Posible diseño de estructura. Elaboración propia.

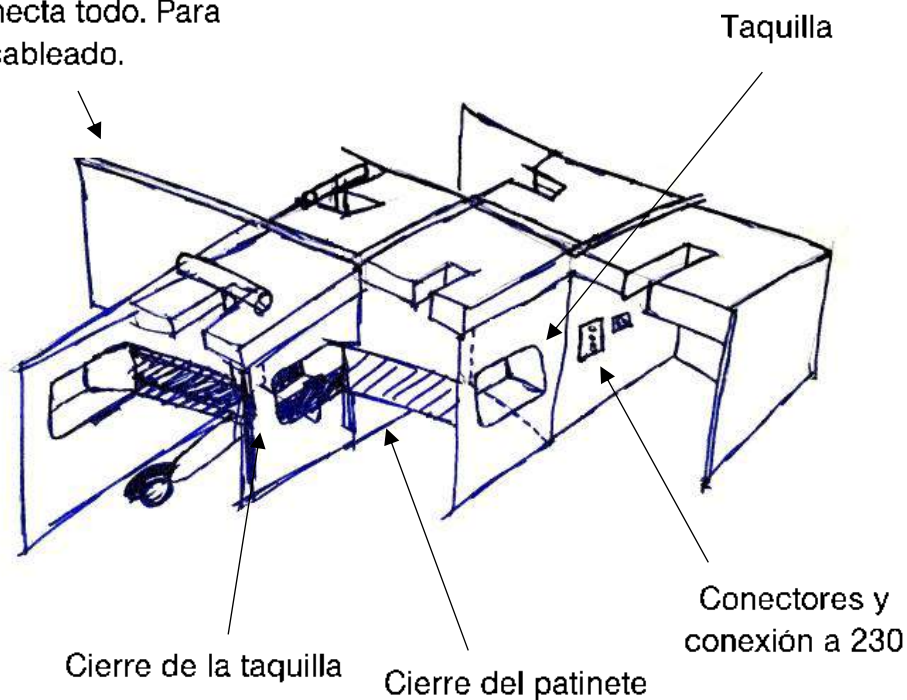
Habría que estudiar a que altura es más beneficioso colocar el elemento de conexión del módulo a la estructura. En este diseño además debería incluirse en el elemento espacio suficiente para colocar las baterías y pasar el cableado. Para este caso no habría espacio suficiente y se debería buscar alguna solución alternativa.

La idea del OPI parece ser muy útil y puede hacer que desataque el diseño. Este caso tiene un diseño de unos 16 metros, lo cual es muy largo, habría que reducir su tamaño o hacerlo por módulos de entre 4 y 6 metros aproximadamente. Aun así, se podría colocar este OPI en el centro de dos módulos distintos.

Se descarta la idea de estos módulos esbeltos ya que es un diseño muy visto y no muy innovador. No contaría además con ningún espacio para poder sentarse o apoyar algún objeto personal.

Cambiando el estilo del diseño se presenta el siguiente boceto:

Hueco intermedio que funciona como una espina que conecta todo. Para cableado.



Boceto 4 - Diseño de módulos compactos. Elaboración propia.

El diseño cumpliría casi todos los requisitos previstos que serían necesarios para el producto. Con la carcasa superior se consigue anclar el patinete como resulta evidente y disponer de un espacio donde dejar momentáneamente un objeto mientras se conecta el vehículo.

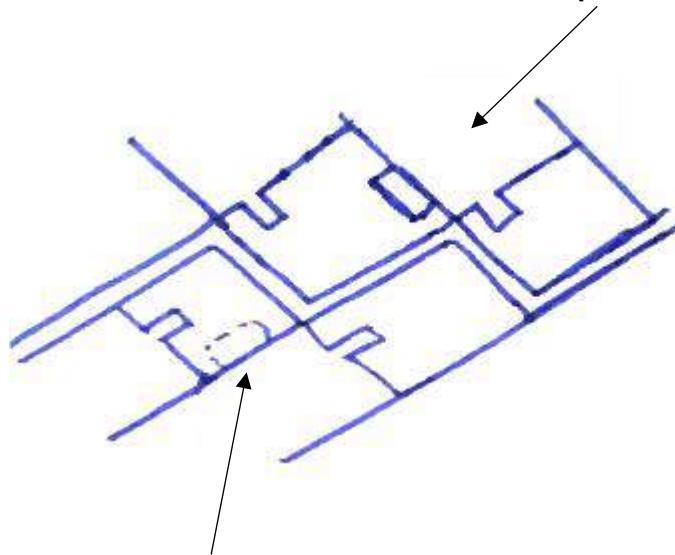
- El anclaje sería básicamente una plancha que cerraría el espacio del patinete. Es probable que el anclaje en el diseño no se encuentre donde debiera y se tuviera que colocar en la propia carcasa superior ya que la plancha dejaría demasiado espacio por debajo.
- La taquilla se alojaría en el hueco del patinete anterior. Esto hace que el diseño sea compacto y que además la taquilla quede bien resguardada de posibles robos o de las inclemencias del tiempo. Por otro lado, el cierre de la taquilla sería otra plancha que estaría incrustada en la estructura y que se deslizaría hacia arriba hasta quedar anclada con algún tipo de cierre convencional.

- Se dispone de un espacio intermedio entre los módulos por donde colocar el cableado que acabaría dando a la zona izquierda interior de cada módulo. Se necesitaría algún elemento que recogiera el posible cargador del usuario que lo necesitara para que no quedara colgando o por los suelos.

Se cree que es un diseño interesante ya que debería funcionar bastante bien, de manera segura y, además, es un diseño peculiar que no se ha encontrado en las demás propuestas estudiadas de la competencia.

La vista en planta sería algo así:

Es compacto. Tiene taquilla y la tapa sirve para apoyar objetos mientras se conecta el patinete.



La taquilla se incrusta en el hueco del patinete anterior

Boceto 5 - Vista en planta. Elaboración propia.

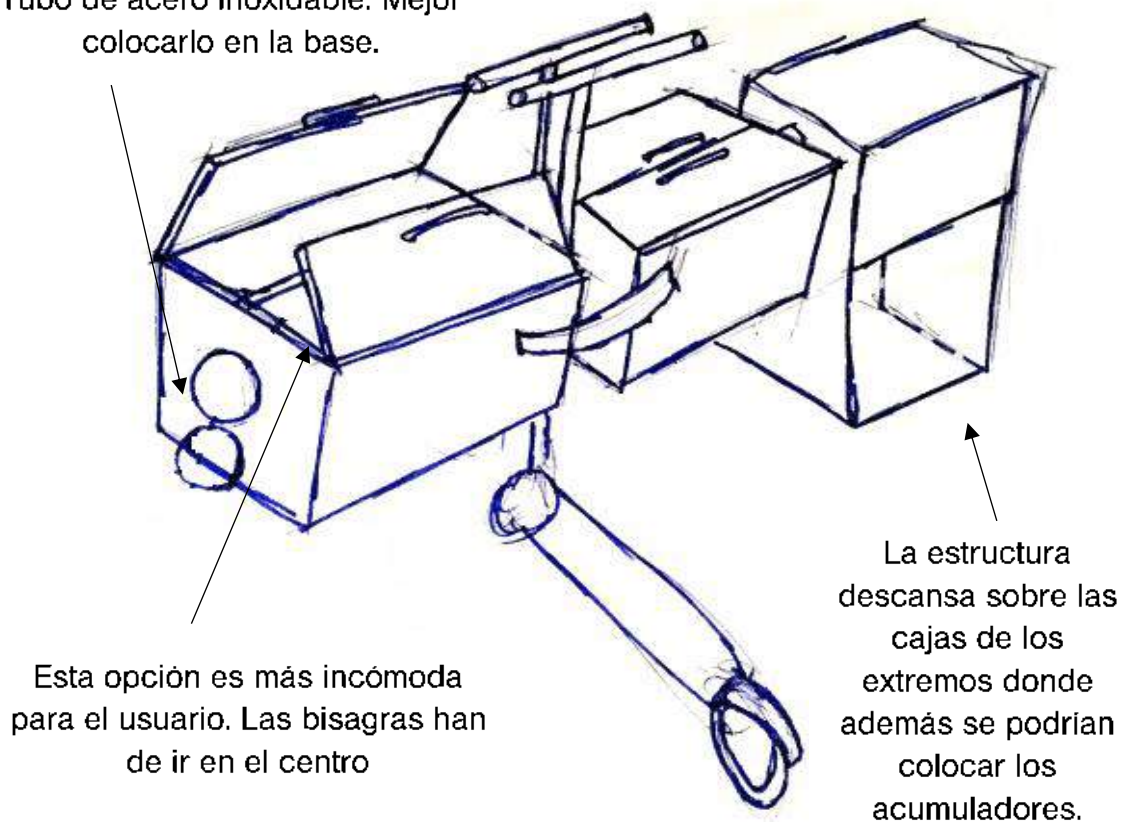
Los módulos van avanzando en forma de flecha encajando unos en otros. Quizá se podrían incluir algún patinete más por módulo para aumentar su capacidad, pero es probable que esto haga que se tenga que reducir inevitablemente el tamaño de la taquilla.

El diseño parece ir encaminado hacia el producto final que se desea. Habría que definir cómo se conectarían los módulos a la estructura ya que no resultaría sencillo. No habría espacio suficiente para las baterías y verse obligado a colocarlas en la parte superior de la estructura no resulta buena idea. Se tratará de cargar lo menos posible la estructura para evitar posibles accidentes por sobrecarga y para simplificar el diseño y los cálculos de la misma.

Ante la problemática de la conexión entre la estructura y los módulos se piensa en la instalación de un tubo que está anclado a la estructura como se da en algunas paradas de autobús. Sobre este tubo, se colocarían los módulos que podrían ser a su vez la propia taquilla. De esta manera, los módulos quedan elevados del suelo, cosa que resulta muy útil contra el agua, y solo los módulos de los extremos quedarían anclados al suelo.

Se podrían colocar en estos módulos, de manera elevada también, las baterías necesarias. De esta forma no estarían muy alejadas de los paneles fotovoltaicos y tampoco lo estarían de los módulos de carga. Podría ser como el siguiente boceto:

Tubo de acero inoxidable. Mejor colocarlo en la base.



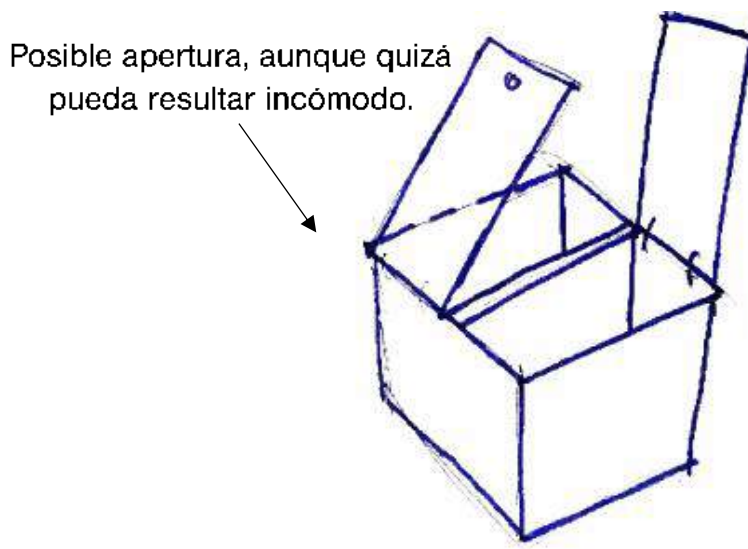
Boceto 6 – Nueva distribución. Elaboración propia.

Se observa cómo las taquillas descansan sobre el tubo que se ancla a su vez en las cajas de los extremos que formarían parte de la estructura. El peso de baterías y los anclajes al suelo en los elementos de los extremos debería resultar suficientes para asegurar la instalación.

Las cajas se podrían colocar a unos 80 cm del suelo para que puedan ser usadas como un banco por los usuarios de los patinetes. También esa superficie podría ser usada para apoyar algún objeto como una mochila, unos apuntes... mientras se ancla el vehículo.

Habría que rediseñar las cajas para que resultara cómodo usarlas como asiento, y colocarlas a una altura correcta.

Se podrían anclar dos vehículos enfrentados, colocando así el doble de patinetes en el mismo espacio. A pesar de no poder alimentar a todos los patinetes, al menos servirían como un anclaje seguro, diseñado específicamente para estos vehículos. Es por este motivo que las cajas estarían divididas en dos compartimentos, uno por cada usuario. Un compartimento tendría los conectores necesarios para la carga del patinete y el otro un espacio mayor para depositar sus objetos personales.



Boceto 7 - Posible tipo de apertura de la caja.
Elaboración propia.

Se podría tener este tipo de apertura para las taquillas, aunque resultaría algo incómodo. Se piensa que sería mejor que pivotaran desde la placa central que sirve como separación entre compartimentos.

Vistos de manera superficial los posibles diseños que se podrían implementar, se va a calcular la instalación fotovoltaica necesaria para el caso que se propondrá en el siguiente punto. Así, una vez conocidas las medidas y los pesos de los elementos que se necesitan como los paneles solares, baterías, regulador, inverso... se podrá realizar el diseño final cumpliendo los requisitos vistos en este apartado y cumpliendo además las exigencias mecánicas a las que estarán sometidos los módulos de carga y la estructura.



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

¿POR QUÉ?

Repasando brevemente el briefing y las conclusiones del estudio de mercado realizado al inicio de este trabajo, se puede observar una breve justificación de por qué se desea implementar una instalación fotovoltaica para la estación.

En el briefing se desgrana que uno de los principales objetivos de este tipo de infraestructuras es el de mandar un mensaje relacionado con la sostenibilidad al consumidor. Esta es la tendencia que se va a seguir en adelante a la hora de diseñar cualquier tipo de elemento que requiera una fuente energética y se pretende que la población se adecúe a ello lo más rápidamente posible. La concienciación sobre el cambio resultará esencial a corto-medio plazo, por lo que se piensa que es una idea acertada la de emplear este tipo de fuente de energía.

Por otro lado, en las conclusiones del estudio de mercado, se demostraba que, a la hora de buscar ventajas competitivas sobre la competencia, el empleo de energía fotovoltaica sería una de las de mayor calado. Tan sólo las empresas Solum y Swiftmile en pocas ocasiones, contaban con una tecnología de alimentación solar. En el caso de Solum, su nueva tecnología de placas en el suelo presentaba algunos problemas que fueron señalados en dicho estudio¹⁹. La utilización de placas solares para este diseño supondrá una ventaja con respecto al resto de la competencia y proveerá a la estación de energía limpia y de bajo coste. A su vez, el empleo de energías renovables servirá de mensaje publicitario para la compañía, la cual demostraría su compromiso con el medio ambiente y su avance hacia un futuro próximo libre de emisiones.

Por último, existiría la opción de conectar la estación a la red y tener asegurado el suministro eléctrico. Por lo anteriormente mencionado se ha descartado esta posibilidad y también debido a que la carga de patinetes no se presenta como algo completamente esencial que necesite energía 100% asegurada.

¹⁹ Las placas al estar en el suelo serían más propensas a acumular suciedad, lo que siempre reduce la capacidad de las placas solares. Si no se quisiera acumular la suciedad, la estación debería tener un mantenimiento continuo, lo que aumentaría considerablemente el coste de la misma. Además, a ese nivel de altura, cualquier sombra de algún objeto o de los mismos usuarios, bajarían también el rendimiento de los módulos.

CONCEPTOS BÁSICOS

ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar es la fuente energética que más abunda en nuestro planeta. Se encuentra en la actualidad entre las tres principales fuentes de energía renovable en cuanto a capacidad instalada se refiere. Dicha energía se basa en el efecto fotovoltaico que es producido al incidir los rayos solares en los materiales semiconductores de las placas. Esto produce una diferencia de potencial que se podrá aprovechar para la generación de energía²⁰.

Con el objetivo de poder aprovechar esta fuente de energía, se deberán tener claros ciertos principios eléctricos en los que se basará la instalación. Por ello, estos conocimientos, los cuales resultan muy importantes y básicos a su vez, serán descritos a continuación.

PRINCIPIOS ELÉCTRICOS

La electricidad resulta de los fenómenos físicos relacionados con la atracción de cargas negativas y positivas que poseen los cuerpos. Se presenta de múltiples formas, lo cual hace que sea muy versátil y nos permita utilizarla para incontables aplicaciones²¹.

Unidades eléctricas básicas de la electricidad:

- **Voltaje:** Es la tensión o presión que ejerce una fuente de energía eléctrica. Es producido por la diferencia de potencial entre dos puntos. Se emplea el Voltio (V) como unidad de medida.
- **Amperaje:** Cantidad de corriente eléctrica que atraviesa un conducto. A mayor carga más alta será la intensidad por dicho conducto. El Amperio (A) es su unidad de medida.
- **Intensidad:** Cuando se relaciona la carga eléctrica y el tiempo obtenemos esta unidad de medida eléctrica que se mide en Amperios hora (Ah).

²⁰ Fuente: (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, 2021)

²¹ Fuente: (Foro Nuclear, 2021)

- **Resistencia:** Es la oposición al flujo de corriente que ofrece un conductor. A menor resistencia mayor flujo de corriente y a mayor resistencia menos flujo. Se mide en Ohmios (Ω)²².

Ley de Ohm:

Esta ley describe la relación existente entre las medidas anteriormente mencionadas de la siguiente manera:

$$V = I \cdot R$$

POTENCIA Y ENERGÍA

Por potencia se entiende que es la cantidad de energía consumida por unidad de tiempo. La potencia es medida en Watts (W).

La potencia puede ser calculada empleando el voltaje y amperaje a través de la siguiente fórmula:

$$W = V \cdot A$$

Por otro lado, la energía será la cantidad de potencia consumida por todos los elementos que requieran dicho consumo multiplicado por el tiempo que esta energía es consumida. La energía se mide en Watt-Hora (Wh) y se puede calcular como:

$$Wh = W \cdot h$$

Conociendo esto, bastaría con saber la potencia de cada elemento conectado a la red y el tiempo que van a estar conectados para saber la capacidad que se necesitará en la instalación.

²² Fuente: (BOYLESTAD, 2003)

TIPOS DE CORRIENTE

Corriente Alterna: Es un tipo de corriente que cambia constantemente de polaridad. Es la que se emplea normalmente en los domicilios para el funcionamiento de electrodomésticos.

Corriente Continua: Esta corriente mantiene siempre su polaridad. Es empleada en el uso de pilas o baterías.

CIRCUITOS BÁSICOS

En último lugar se describe qué es un circuito y que distribución se pueden hacer de sus elementos para conseguir un resultado distinto.

Un circuito eléctrico está conformado por varios componentes que ordenados adecuadamente permiten el paso de la corriente²³.

Los componentes de un circuito son:

- Una **fuerza de energía** que pueda dar una corriente eléctrica a través de un circuito. Puede ser la red eléctrica o una batería, como resultará ser en este caso.
- **Conductores** por donde circulará la corriente.
- Un **controlador** que permita conectar o desconectar la carga, como un interruptor.
- Por último, la **carga** que serán aquellos equipos conectados al circuito que consuman dicha energía.

Existen dos tipos de circuitos eléctricos básicos en función a la distribución de sus elementos.

Por un lado, se tienen los circuitos eléctricos **en serie**. En este tipo de circuitos el polo positivo de un panel está conectado al polo negativo de otro panel.

²³ Fuente: (Cooperación Alemana al Desarrollo GIZ, 2021)

Con este circuito se consigue que el voltaje total que circula por los conectores es la suma de todas las fuentes de voltaje, permaneciendo constante la intensidad.

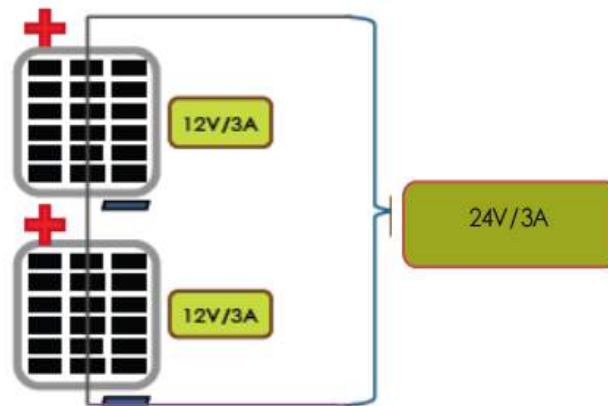


Ilustración 10 – Fuente: (Cooperación Alemana al Desarrollo GIZ, 2021)

Si, por el contrario, lo que se desea es aumentar la intensidad de la instalación, se cuenta con los circuitos en **paralelo**. Esta disposición se caracteriza por conectar los polos positivos de las fuentes de voltaje. En este caso es la tensión la que permanecerá constante y será la intensidad la que sea el resultado de la suma de intensidades de las fuentes.

En la práctica, la mayoría de los artefactos se encuentran conectados a la red en circuitos paralelos.

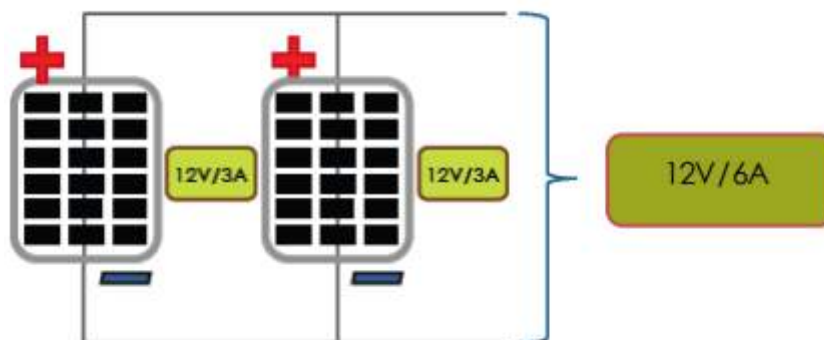


Ilustración 11 – Fuente: (Cooperación Alemana al Desarrollo GIZ, 2021)

Una vez aclarados los principios básicos eléctricos, los circuitos y sus componentes, se puede exponer con mayor detenimiento cómo funcionará la estación.

INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar se puede aprovechar de diversas formas. En concreto se puede distinguir dos métodos:

- **Métodos indirectos:** La energía solar se aprovecha para calentar un fluido que, al convertirse en vapor, hará girar un alternador que producirá la energía.

Este método es empleado a modo de central térmica. No resultará de utilidad en este caso.

- **Métodos directos:** La energía se convierte en electricidad directamente mediante el uso de las células solares. Estos sistemas pueden estar conectados a la red eléctrica o bien encontrarse aislados.

De entre estos dos métodos se puede presuponer que se empleará el método directo y de manera aislada al ser una instalación de poca potencia.

Este método es el empleado comúnmente en propiedades privadas donde los propietarios pueden estar conectados o no a la red en función de la localización de su vivienda. El modelo de Sistema Fotovoltaico Aislado (SFA) se emplea en zonas de difícil acceso donde no llega la red eléctrica. Por esto, y por su sencillez en la instalación y el mantenimiento, es que se instala cada vez más en países en vías en desarrollo donde mucha gente no tiene acceso a otra fuente de energía.

En España, un SFA ha de cumplir la normativa adjunta en el Real Decreto 244/2019 del 5 de abril de 2019 donde se modificó parte de la regulación de todo lo relacionado con las instalaciones para autoconsumo²⁴. En concreto, se deberá seguir la normativa ITC-BT-40²⁵ publicada en el Real Decreto 842/2002, en este caso concreto, para instalaciones de baja tensión.

²⁴ Fuente: (BOE Real Decreto 244/2019, 2019)

²⁵ Fuente: (BOE Real Decreto 842/2002, 2002)

ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Generalmente, una instalación solar fotovoltaica (ISF) se compone de los elementos representados en el siguiente esquema:

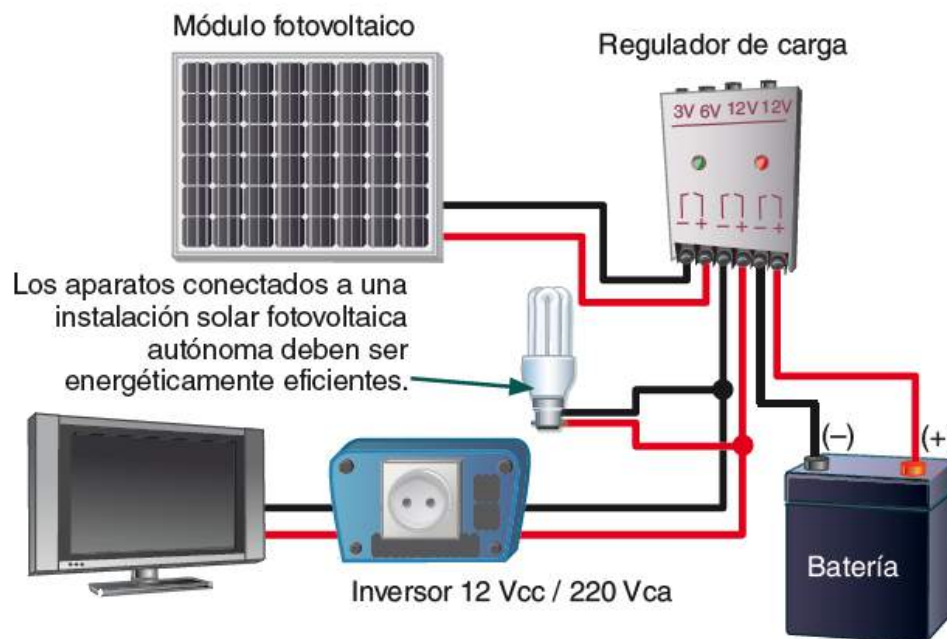


Ilustración 12 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

MÓDULO FOTOVOLTAICO

El componente principal de la instalación es el generador, el cual se conoce como célula solar. Su funcionamiento se basa en el efecto fotovoltaico convirtiendo los fotones directamente en electricidad.

Esta célula actúa como un diodo. La capa iluminada posee un semiconductor tipo N y la capa situada en la zona de oscuridad uno tipo P²⁶. Esta zona de oscuridad se encuentra metalizada por completo con el objetivo de no recibir luz. En cambio, en la zona del semiconductor tipo N, la parte metalizada tiene forma de peine para permitir que la luz incida y llegue al semiconductor.

²⁶ Véase un breve resumen sobre la diferencia entre estos dos tipos de semiconductores: (Transistores.info, 2021)

Es este contacto entre las zonas metalizadas la que hace posible obtener tensión e intensidad que la célula será capaz de producir en función de la radiación que sea recibida.

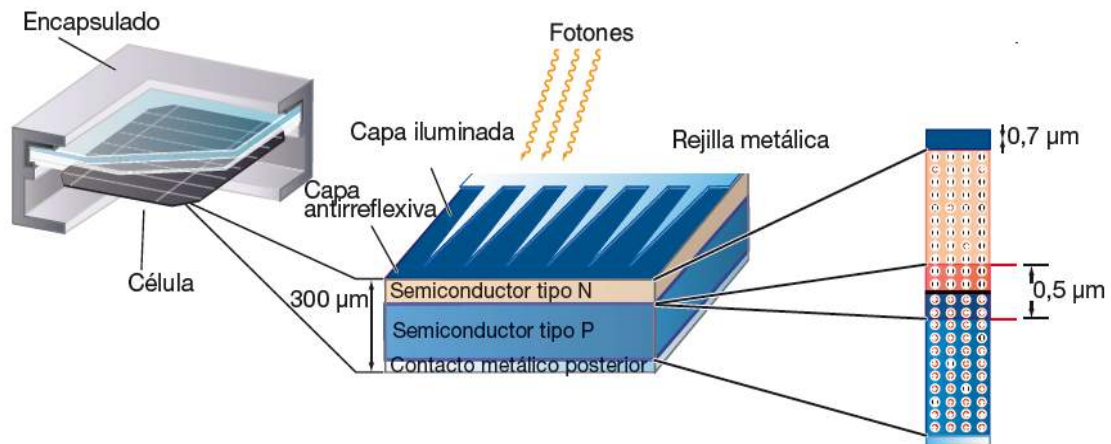


Ilustración 13 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

PARÁMETROS FUNDAMENTALES

Tensión en circuito abierto (V_{OC}): Esta es la tensión máxima que se obtiene de la célula cuando no está conectada a ninguna carga. Esta depende del material que conforma la célula solar.

Corriente de cortocircuito (I_{SC}): Es el máximo valor de la corriente que circula por la célula. Esta corriente se da cuando los terminales están cortocircuitados.

Al estar conectada la célula a una carga los valores de intensidad y tensión variarán. Habrá dos valores de tensión e intensidad máximos (V_m , I_m) que serán siempre menores a los parámetros definidos anteriormente.

La máxima potencia será:

$$P_m = V_m \cdot I_m$$

Con esta potencia se obtendrá el factor de forma (FF) de las células solares. Este factor de forma se encuentra habitualmente entre 0.7 y 0.8 y responde a la siguiente fórmula:

$$FF = \frac{P_m}{V_{OC} \cdot I_{SC}}$$

PANEL SOLAR

Un panel solar no es más que una agrupación de las células solares conectadas eléctricamente y colocadas sobre un marco. A su salida proporciona una tensión continua y están diseñadas para una tensión de salida concreta.

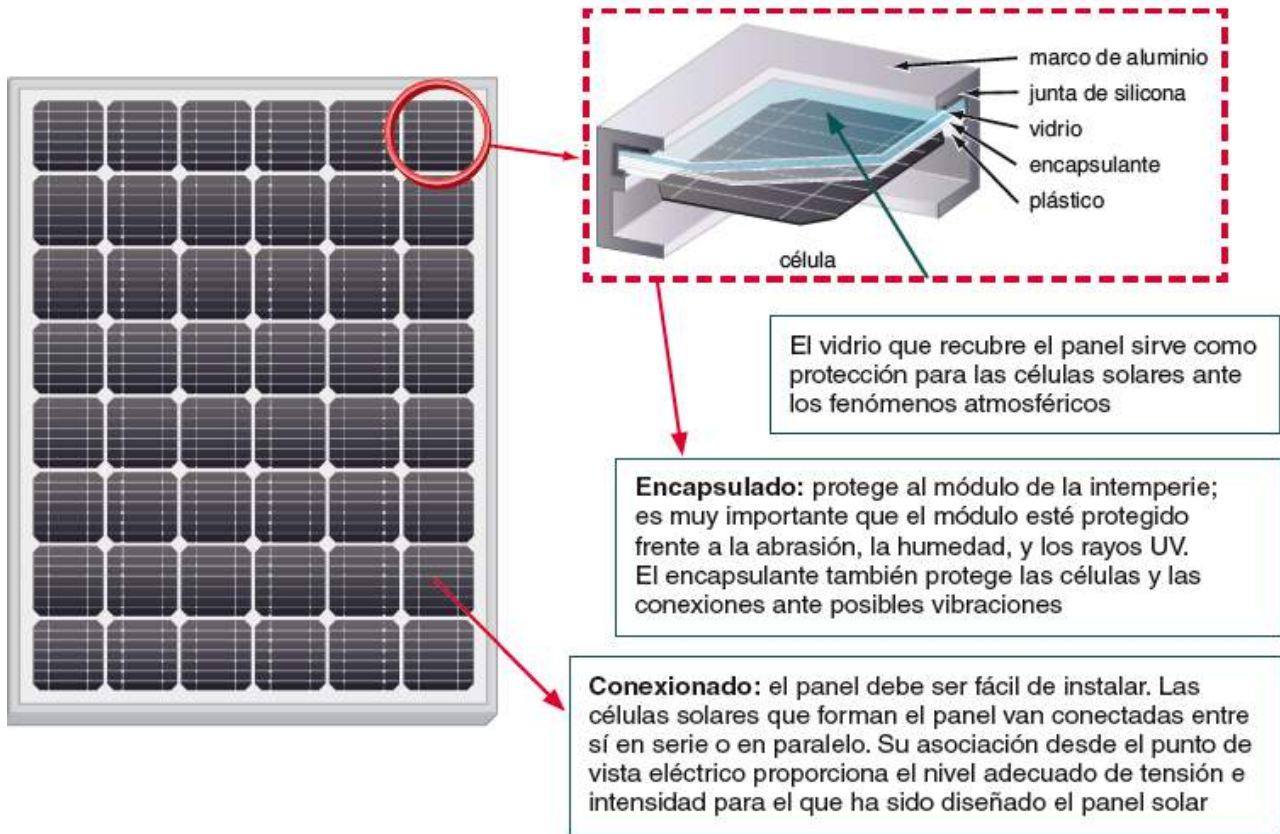


Ilustración 14 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

Los paneles solares difieren unos de otros debido a las diferentes tecnologías de fabricación de sus células. En base a esta diferencia, existen los siguientes tipos de paneles solares:

- Silicio amorfo
- Silicio cristalino (monocristalino o policristalino)

En la siguiente tabla se pueden observar las diferencias entre estos distintos tipos de fabricación:

SILICIO	RENDIMIENTO LABORATORIO	RENDIMIENTO DIRECTO	FABRICACIÓN
MONOCRISTALINO	24%	15-18%	Silicio puro fundido y dopado con boro
POLICRISTALINO	19-20%	12-14%	Similar, pero se disminuye el número de fases de cristalización
AMORFO	16%	<10%	Se deposita en forma de lámina sobre un sustrato como el vidrio

Tabla 1 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

Una vez se decide que panel implantar en función de las condiciones de la estación/domicilio en el que se van a encontrar, se necesitará dimensionar la instalación para saber qué cantidad de paneles se utilizarán.

En aplicaciones de poca potencia, como la recarga de un dispositivo móvil o un ordenador portátil, se podrá emplear un solo panel y este podrá ser hasta flexible. En cambio, cuando se necesite una potencia mayor, como resulta ser el caso de este trabajo, se necesitará una agrupación de paneles o paneles rígidos de mayor potencia.

Para el agrupamiento de paneles se debe contar con una caja de conexiones que está preparada para esa finalidad. La caja cuenta con unos diodos de protección, también conocidos como diodos de bypass, los cuales impiden que la corriente se propague en ambos sentidos y sólo se dirija en el sentido del acumulador. A parte de evitar que se descargue el acumulador, los diodos consiguen que no se invierta el flujo de corriente entre paneles conectados cuando uno de ellos reciba una radiación menor.

REGULADOR

El regulador se emplea entre los paneles de solares y el acumulador. El objetivo de este regulador no es otro más que evitar las situaciones de sobrecarga y sobredescarga del acumulador para aumentar su vida útil.

Sin regulador entre los paneles y el acumulador, al tener los paneles una tensión nominal mayor, podría producir sobrecargas.

El dimensionado de estas instalaciones suele tener en cuenta los valores de irradiación del invierno, para asegurar la disponibilidad eléctrica aun en las peores condiciones. Es por esto que en verano es probable que la energía aportada por los paneles al acumulador en verano sea el doble en algunos casos. Esta sobrecarga supondría un problema de seguridad importante si no se instalara un regulador.

Posible clasificación de los reguladores:

SEGÚN	RENDIMIENTO LABORATORIO
TECNOLOGÍA INTERRUPTOR	Relé electromecánico Estado sólido
ESTRATEGIA DE DESCONEXIÓN DEL CONSUMO	Por tensión Por algoritmos de cálculo del estado de carga Por otros algoritmos de gestión de la energía
POSICIÓN DEL INTERRUPTOR DE CONTROL DE GENERACIÓN	Serie Paralelo

Tabla 2 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

ACUMULADOR

Los acumuladores o baterías son los componentes que nos permiten almacenar la energía producida por los paneles. Como se podrá suponer, la energía producida por este tipo de sistemas no es constante ni lineal. Se dan ciertos picos de producción alta, producción baja o directamente nula por la noche. Para evitar depender de que el sol irradie energía en el momento en el que se necesita, se colocarán los acumuladores para tener una cierta capacidad energética siempre disponible.

Este dispositivo permite convertir la energía eléctrica que se genera en energía química que permanece almacenada y posteriormente, permite su conversión de nuevo en energía eléctrica que será consumida por las cargas de la instalación.

Entre los elementos a considerar para la elección de los acumuladores se encuentran:

- **Capacidad:** Cantidad de electricidad que se puede lograr en una descarga completa del componente partiendo desde una situación de carga completa.

Se calcula como el producto de la intensidad de descarga por el tiempo en el que está actuando esta intensidad:

$$C = I * t$$

- **Eficiencia de carga:** Relación entre la energía que se usa para recargar la batería y la realmente acumulada. Es importante que este factor sea muy próximo al 100%.
- **Autodescarga:** Tendencia del acumulador a descargarse sin estar en uso.
- **Profundidad de descarga:** Energía obtenida del acumulador durante una determinada descarga, partiendo desde una situación de acumulador totalmente cargado. Si los ciclos de descarga son más cortos aumenta la duración de este componente, por lo que se tratará de reducir esta profundidad de descarga.

Según del material del que se componen, se pueden encontrar diversos tipos de acumuladores:

TIPO	TENSIÓN (V)	TIEMPO RECARGA (H)	AUTODESCARGA/MES	Nº CILOS	CAPACIDAD	PRECIO
PLOMO-ÁCIDO	2	8-16	< 5 %	Medio	30-50 Wh/kg	Bajo
Ni-Cd	1,2	1	20 %	Elevado	50-80 Wh/kg	Medio
Ni-Mh	1,2	2-4	20 %	Medio	60-120 Wh/kg	Medio
LI ION	3,6	2-4	6 %	Medio-Bajo	110-160 Wh/kg	Medio

Tabla 3 – Fuente: (Corcobado & Carmona Rubio, 2010)

Al igual que para los paneles solares y los reguladores, las características físicas, eléctricas y la normativa que cumple el producto será proporcionada por el fabricante. Es de relevancia tener en cuenta estas especificaciones a la hora de instalar unos componentes adecuados y evitar de esta manera problemas de dimensionado y de seguridad para aquellos encargados de instalar y mantener la instalación.

A su vez se ha de prestar atención a las temperaturas a las que trabajarán estos componentes. Se deberán encontrar entre el rango de temperaturas de trabajo especificadas por el fabricante y tratar de evitar, en la medida de lo posible, salirse del mismo.

Para el caso de los acumuladores, al aumentar la temperatura de trabajo aumenta también su capacidad y al revés, al bajar la temperatura baja su capacidad. Se tendrá en cuenta la posibilidad de sobredimensionar el acumulador con el objetivo de contar con la capacidad necesaria si se prevé que la instalación trabajará en condiciones de temperaturas bajo cero.

INVERSOR

El inversor es un componente que se emplea en instalaciones fotovoltaicas que trabajan proporcionando energía a una vivienda. Se encarga de convertir la corriente continua que proporciona el acumulador en corriente alterna, similar a la que proporciona la red eléctrica, y proporcionar la frecuencia determinada para poder conectar aparatos eléctricos que funcionan con este tipo de corriente. Es de vital importancia en estos casos ya que la mayoría de aparatos conectados a la red trabajan con esta corriente.

Las características deseables de un inversor DC-AC se pueden resumir como:

- Alta eficiencia: Rango amplio de potencia.
- Bajo consumo en vacío.
- Fiabilidad Alta: Resistencia a los picos de arranque
- Regulación de tensión y frecuencia compatibles con el sistema.

Por lo que a la hora de dimensionarlos se tendrá que tener en cuenta la potencia máxima con la que podrá trabajar el inversor y su tensión de trabajo.

Se instalará debido a que se quiere colocar una toma de corriente en cada módulo. Esto se debe a que no todos los usuarios podrán emplear los conectores más habituales que estarán disponibles en la instalación y por ello deberán llevar su propio cargador. Para poder emplear, es necesario tener una toma de corriente a 230VAC como en cualquier vivienda y por ello es necesario el inversor.



ELVADOR DE TENSIÓN:

El elevador de tensión se emplea, como su propio nombre indica, para elevar la tensión a la salida y conseguir la tensión de trabajo deseada en el conductor.

En este caso es necesario un elevador tipo DC/DC para subir la tensión de trabajo de 24V a la salida del regulador hasta los 42V que se necesita en los conectores de los patinetes eléctricos.

DIMENSIONADO

Con el objetivo de hacer posible un dimensionado de la ISF, se deberá conocer qué necesidad de energía aproximada ha de proporcionar. Para poder hacer un cálculo de esto se podría suponer un lugar como una facultad de universidad o empresa privada para el que se recogerán datos de la influencia de VMP y con ellos, se calculará una necesidad energética hipotética. En base a estos datos se dimensionará la capacidad necesaria de la ISF.

Como ejemplo, se ha escogido que la empresa que albergaría esta ISF sea la fábrica de Michelin en Valladolid. Con una capacidad de producción aproximada de 94.600 toneladas cada año, Michelin cuenta con algo más de 1700 empleados. La mayoría de ellos se desplazan en coche hacia su puesto de trabajo, aunque cada vez son más los que realizan este trayecto en bicicletas o VMP.



Ilustración 15 - Fuente: (Michelin, 2021)

Esta fábrica prohíbe el acceso de cualquier tipo de vehículo personal en el interior de su recinto, incluyendo los VMP. Aunque sí cuenta con un gran espacio de estacionamiento para vehículos convencionales como los coches, motos o bicicletas, no existe un lugar para dejar un patinete eléctrico de manera segura contra robos o contra las inclemencias del tiempo.

Las instalaciones cuentan con dos estacionamientos de bicicleta de unos 20 metros de longitud donde se apostan a su libre albedrío todo tipo de VMP. Uno de ellos se encuentra en la entrada principal de la fábrica, junto a los aparcamientos generales. El otro se encuentra a unos 600 metros, en unos accesos secundarios.

Para este estudio se han recogido datos²⁷ del estacionamiento cercano al acceso principal de la fábrica ya que se ha supuesto que es el que tendrá mayor afluencia de VMP. Resultaría inútil hacer un estudio de ambos estacionamientos para desarrollar un único espacio de carga para los VMP ya que ningún trabajador dejaría estacionado su vehículo para tener que caminar esa gran distancia hasta llegar a su acceso.

Se han recogido tres tomas diarias, durante aproximadamente un mes, de datos de los vehículos estacionados en dicho lugar con al menos 4 horas de diferencia entre ellas para tener presente la afluencia a diversas horas y su variación entre las mismas.

La fábrica tiene tres turnos de trabajo, de 6:00 a 14:00 de 14:00 a 22:00 y de 22:00 a 6:00. Aún con las medidas recogidas a las 8:00, 13:00 y 17:00, solo se cubrirían los datos de dos turnos. El turno de noche no queda recogido dentro de las medidas, aunque no hay motivos para pensar que podría aumentar considerablemente la afluencia de VMP por la noche y se ha supuesto que la media será similar a la de los dos turnos restantes.

A su vez, también se han recabado datos de la temperatura en el horario de entrada de la fábrica para la mayoría de trabajadores, entre las 7:30 y las 8:30 de la mañana, y se ha estudiado la influencia de la lluvia en el número de usuarios que han llevado su VMP al trabajo.

²⁷ Resulta necesario aclarar que de ningún modo esta recogida de datos pretende sustituir a un estudio estadístico. Es simplemente una observación en un tiempo muy corto para poder dimensionar la instalación en base a algún dato objetivo. Para realizar un estudio estadístico completo habría que realizarlo a lo largo de un espacio de tiempo mayor y contemplar otras muchas variables que no se tienen en cuenta en el presente trabajo.

CÁLCULO DE LA CARGA

Previo al dimensionado de la capacidad de la ISF es necesario conocer cuál va a ser la carga que se conectará a esta. La energía necesaria en este caso no resulta constante si no que se ve afectada por diversas condiciones como pueden ser la temperatura ambiente, las condiciones ambientales, el aumento progresivo del empleo de estos vehículos, etc.

Con el objetivo de realizar una aproximación válida, y como se ha indicado con anterioridad, se han recogido datos de la afluencia de VMP en la zona de estacionamiento durante un mes.

Se ha podido observar la variación del uso de estos vehículos con la temperatura y la lluvia, así como el aumento de la frecuencia de estos cuando se sobrepasan los 10° en la temperatura ambiente al inicio de la jornada laboral.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en función de las condiciones ambientales:

Resultados en días lluviosos:

Todos los días se tomaron tres medidas de datos, al inicio de la jornada laboral entorno a las 8:00, a la hora en la que los trabajadores van a comer que es sobre las 13:00 y al finalizar dicha jornada a las 17:00.

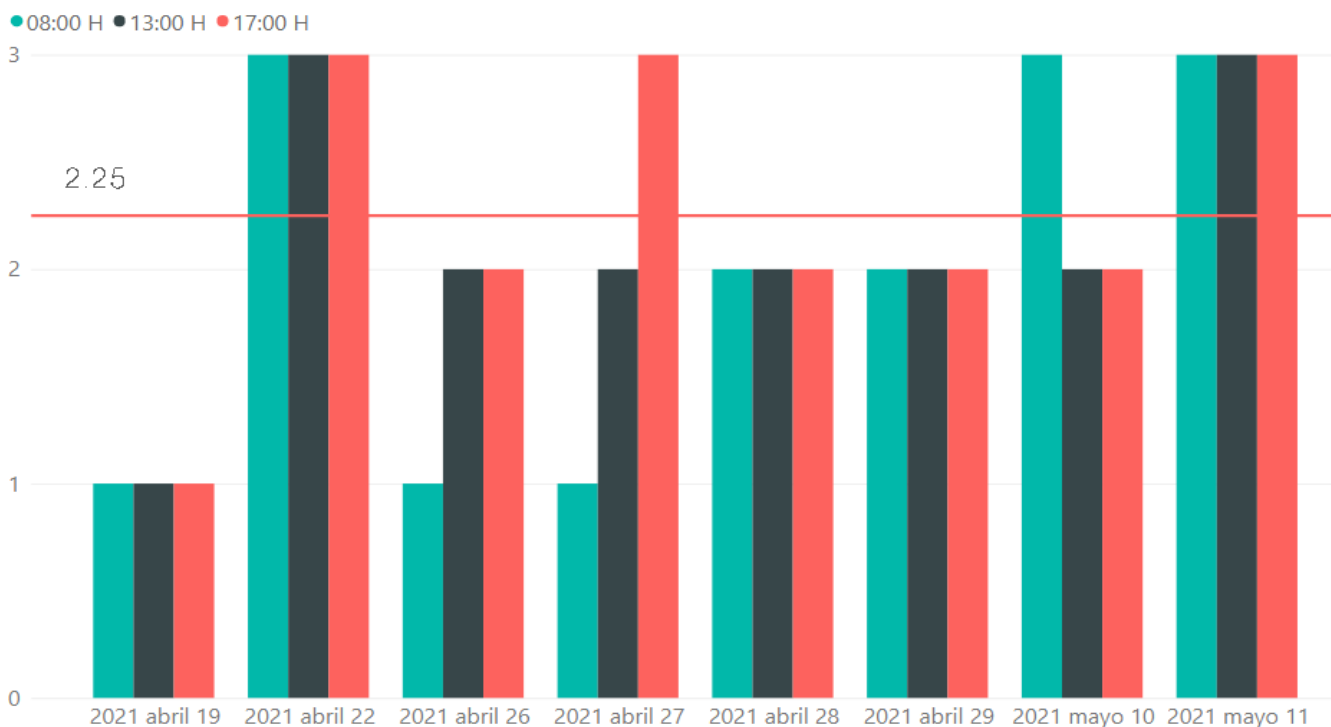


Ilustración 16 – Fuente: Elaboración propia

Se observa que la media de patinetes estacionados estos días no es muy alta. La mayor media se da a las 17:00 siendo esta de 2.25 patinetes, mientras que la media es de 2 patinetes a las 8:00 y 2.125 a las 13:00.

Resultados en días de temperatura menor a 7°:

En estos días no se incluyen los días de lluvia ya que, por norma general, los días lluviosos no son días especialmente fríos:

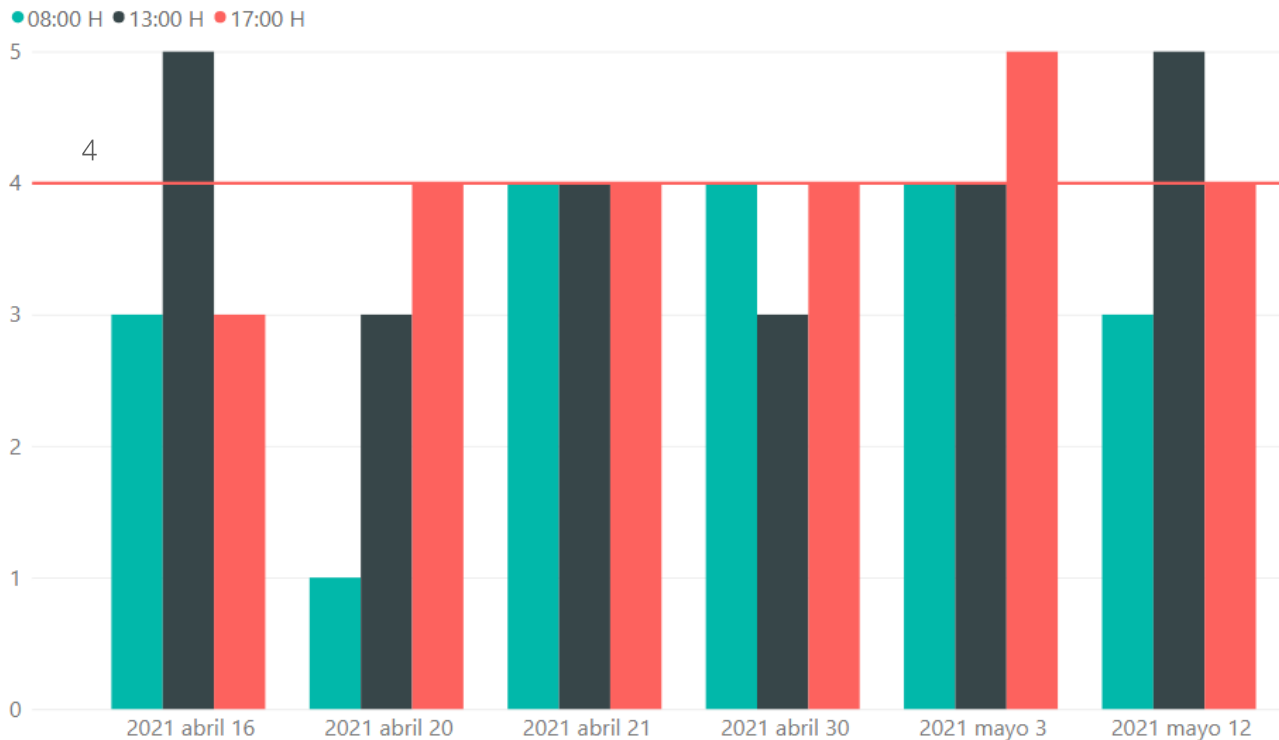


Ilustración 17 - Fuente: Elaboración propia

En los días fríos de menos de 7 grados al comienzo de la jornada laboral, la media aumenta significativamente y pasa de 2,25 patinetes en los días lluviosos, a una media de 4 patinetes. Lo que es casi un 100% más que los días lluviosos.

Esto indica que la lluvia es un factor muy importante y que influye mucho en el empleo de este tipo de movilidad, por lo que los meses de lluvias, donde la radiación que llega es inferior, al estar el cielo cubierto, no habrá problema de abastecimiento ya que habrá muchos menos vehículos estacionados.

Tiene cierto sentido que la lluvia suponga un factor determinante ya que los VMP no disponen de una cubierta o chasis con el que protegerse de la misma. Esto hace que sea muy incómodo, antihigiénico e inseguro su uso ya que además son vehículos de dos ruedas normalmente y eso los vuelve inestables con el suelo mojado.

Resultados en días de temperatura superior o igual a 7°:

Por último, se ofrecen los datos de la afluencia de patinetes en los días en los que la temperatura es agradable o el ambiente es caluroso:

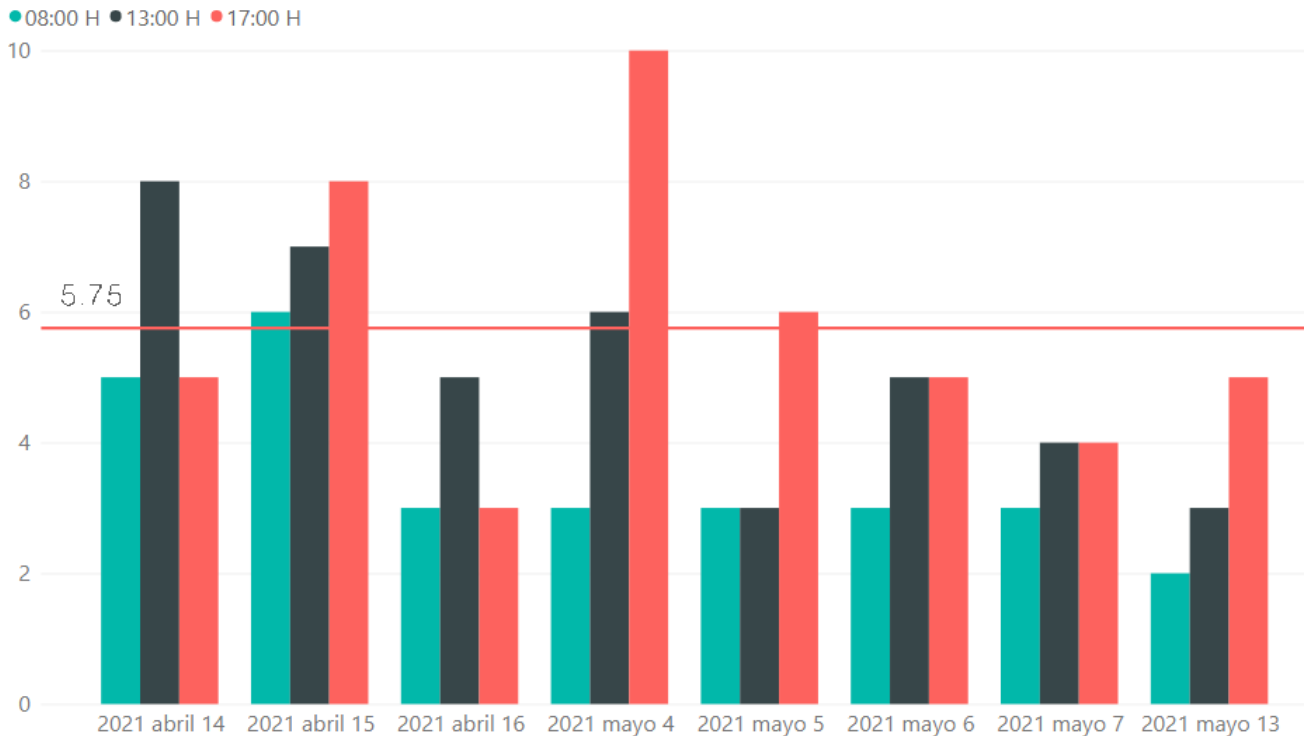


Ilustración 18 - Fuente: Elaboración propia

No se ha observado un cambio tan importante como antes entre los datos recogidos para las bajas temperaturas y para temperaturas algo más altas. Es probable que, si se observe una variación significativa entre los meses de temperaturas altas y bajas más pronunciadas, pero habría que recoger datos en tales fechas.

Independientemente de esta suposición y con los datos recogidos, se dimensionará la carga necesaria para un valor superior a las medias calculadas para evitar problemas de abastecimiento y establecer un factor de seguridad extra en este aspecto.

Puntos importantes:

A la luz de estos datos, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

- Se sabe que los días de temperaturas medias y bajas, sin llegar a estar por debajo de los 0°, tienen una media aproximada de 4 patinetes en la franja de tiempo en la que más patinetes hay.
- Los días de lluvia se reduce la media a 2,25 patinetes y el pico no supera los 3 vehículos. Esto resulta de alguna manera positivo ya que los días donde menor sea generación de energía también será significativamente menor su consumo.
- También se sabe que el pico de patinetes en una misma franja horaria es de unos 10, por lo que la estación debería ser capaz de proporcionar energía suficiente para dicho número de vehículos.
- Se debe de tener en cuenta que el objetivo es influir en los usuarios y animar al uso de estos vehículos proporcionando instalaciones adecuadas para los mismos. Por ello se puede prever que, aparte de los datos medios y pico recogidos, el número de vehículos aumentará con motivo de la propia instalación de carga. Se desconoce cuál será el porcentaje en el que la demanda aumentará ya que es algo que depende de múltiples variables como:
 - Lugar de estacionamiento.
 - Empresa/facultad donde se instale.
 - Condiciones climáticas.
 - Desarrollo de los VMP en la ciudad donde se encuentre.
 - Número de trabajadores o estudiantes con VMP.

A pesar de no poder conocer este aumento²⁸ de la demanda, se supondrá un aumento del 20% sobre el pico anteriormente mencionado. Esto hará que el número de plazas inicial de la estación sea de 12 plazas.

²⁸ Se vuelve a hacer referencia al estudio que recogía el aumento de usuarios de bicicletas que provocó la instalación de carriles bici temporales. Si bien no se puede conocer el porcentaje de aumento, si que se puede pensar en base a estudios como este que la demanda aumentará. Es otra variable que habría que tener en cuenta a la hora de realizar un estudio estadístico completo. Fuente: (Sebastian Kraus y Nicolas Koch, 2021)

Para dimensionar la estación de manera que pueda proveer de energía a todos los vehículos conectados hasta en el caso más desfavorable, se supondrán las peores condiciones de generación de energía y los datos del número de vehículos en condiciones medioambientales positivas. Por ello la estación deberá ser capaz de cargar al menos:

Clima + 7 °	Media	Pico	Sobredimensionado ²⁹
8:00	3.5	5	4.2
13:00	5	7	6
17:00	5.75	10	6.9
Total			17.1

Tabla 4 - Fuente: Elaboración propia

La ISF deberá ser capaz de cargar 17 patinetes en las condiciones de menor radiación para asegurar su capacidad durante todo el año.

²⁹ Se sobredimensiona en un 20% la media obtenida para los días en los que más vehículos se han registrado. Si la ISF es capaz de proveer de energía a este número de patinetes sobredimensionado en las condiciones más desfavorables, será capaz de hacerlo en los meses de mayor radiación.

CÁLCULO APROXIMADO DE LA CAPACIDAD DE LOS PATINETES

Una vez se conoce el número de patinetes aproximado que se quiere abastecer, es necesario aproximar que demanda energética exigen los patinetes.

Este tipo de vehículos está experimentando en la actualidad un gran crecimiento, por lo que el catálogo se amplía cada vez más. No es posible saber qué modelo exacto y que cantidad de cada uno de estos modelos son los que se van a estacionar, por lo que se debe hacer una estimación que, con un factor de seguridad, sea capaz de proporcionar energía en la gran mayoría de los casos.

Para ello, se han seleccionado los 6 modelos de patinetes más vendidos en España por una de las mayores empresas del mundo, Amazon. Teniendo en cuenta estos modelos, se cubrirá la mayor parte de tipos y capacidades de los patinetes al estar estos estandarizados.

Estos patinetes son:

Modelo	Voltaje (V)	Amperaje (A)	Capacidad (Ah)	Autonomía (Km)
Xiaomi MI 1s	42	2	7,65	30
Xiaomi M365	42	2	7,8	30
Hiboy S2 lite	42,5	2	5	17
Hiboy S2	42,5	1,5	7,5	30
Cecotec Bongo S.A	42	2	6,4	25
Zwheel E9	42	1,5	7,5	20

Tabla 5 - Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la carga conectada a la instalación se calcula comúnmente como:

Aparato 1: Número de unidades * Horas de uso * Potencia del aparato

Este cálculo nos daría la energía necesaria diaria para un aparato en Watts-hora (Wh). Realizando este cálculo para la suma de aparatos estimados que se conectarán se puede obtener una carga aproximada que tendrá que ser proporcionada por la instalación.

Como se vio en las ideas previas, la idea de que la estación no sea muy grande para poder instalarlo en la mayor parte de espacios posible es muy importante a la hora de poder comercializar la misma. Es por ello que se decidió hacer módulos de unos 5 metros que pudieran albergar a unos 6 patinetes cargando.

La necesidad de esta fábrica es de unas 17 cargas diarias y un pico máximo de 10 unidades por ahora. Debido a esto, con dos módulos de 6 patinetes tendríamos la capacidad para cargar 12 patinetes simultáneamente. Así bien, los cálculos se harán para dos módulos y no sólo para uno en este caso.

En este caso se realizará el cálculo de otra manera. Debido a que los patinetes dejan de abastecerse una vez la batería está cargada, no se puede saber con exactitud cuanto tiempo estará cada patinete cargando y por lo tanto consumiendo energía de la instalación. Además, los patinetes tampoco vendrán con la batería completamente descargada, por lo que se supondrá que los patinetes comiencen a cargar con un porcentaje de la batería disponible.

El valor medio de la autonomía de estos patinetes es de 25.3 Km aproximadamente. Teniendo esto en cuenta y encontrándose la fábrica Michelin a unos 3.5 Km de la zona céntrica, se estima que conllevaría cierto riesgo no tener al menos un 30% (7.6 Km) de la autonomía para poder volver a su hogar, incluyendo la posibilidad de algún imprevisto por el camino.

Una vez hecho esta estimación se tiene que:

Por aparato:

Media de la capacidad de los patinetes:

6.97 Ah ~ 7Ah

Capacidad que será necesario proporcionar por vehiculo:

$$7 \text{ Ah} * 70\% = 4.9 \text{ Ah}$$

Aparatos conectados:

Previamente se ha calculado la necesidad de cargar al menos 17 VMP por día, por lo que la energía total necesaria diaria será de al menos:

$$17 \text{ VMP} * 4.9 \text{ Ah/Aparato} = 83.3 \text{ Ah-día}$$

Esto equivaldría a:

$$83.3 \text{ Ah/día} * 42\text{V} = 3498.6 \text{ Wh-día}$$

Tras conocer el valor de la demanda de los patinetes, se debe sumar al mismo la demanda del sistema de iluminación LED que alumbrará este espacio en las horas en las que no haya luz natural.

Teniendo en cuenta que los horarios de línea de los trabajadores las luces estarán activas una media aproximada de 4 horas al día. Sólo alumbrarán desde las 6 AM hasta las 8:30 AM y desde las 21:30 PM hasta las 23:00 PM que es la franja horaria en la que se accede al puesto de trabajo y se encuentra en ausencia de luz natural³⁰.

El sistema contará con unos 15 metros de tira de LEDs que se instalarán en cada poste de la estructura y en un Objeto Publicitario Iluminado (OPI) que se encontrará en el centro de la estructura.

Con el objetivo de obtener una buena iluminación se seleccionan los siguientes LEDs:

- 5 tiras de 5 metros cada una de tipo WS2811 5050SMD que cuenta con 30 leds por metro y que pueden ser programables. Cada una de estas cintas tiene un vataje de 45W³¹.

Por lo que el cálculo del consumo diario del sistema de iluminación daría un total de:

³⁰ La franja horaria de entrada a la línea a las 14:00 no se contempla al tener en todos los casos suficiente luz natural.

³¹ Esta cinta de LEDs se puede encontrar en el enlace que acompaña a la etiqueta de (Amazon, 2021). A su vez estos leds necesitarán un controlador y un regulador de voltaje que serán añadidos al presupuesto final.

$$45 \text{ W} \cdot 5 \text{ h-día} \cdot 5 \text{ Tiras} = 1125 \text{ Wh-día}$$

Lo que arroja un valor total de la instalación de:

$$3498.6 \text{ Wh-día} + 1125 \text{ Wh-día} = 4623.6 \text{ Wh-día}$$

Y una demanda máxima (cuando están todos los aparatos conectados (12) y la iluminación está funcionando):

$$(12 \text{ Vehiculos} \cdot 42\text{V} \cdot 2\text{A}) + (5 \text{ Tiras} \cdot 45\text{W}) = 1233 \text{ W pico}$$

Conocido el valor de energía necesaria por día, se puede dimensionar la capacidad de la estación y con ello, realizar el proyecto y el presupuesto de materiales e instalación.

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA ISF

Para realizar una estimación de la carga que aproximadamente necesitará proporcionar la carga se va a seleccionar el caso más desfavorable en cuanto a generación de energía. La peor época para la generación de energía solar fotovoltaica será, evidentemente, cuanto menor radiación incida en el panel fotovoltaico.

Para la estimación de esta radiación se va a tener en cuenta la radiación que incide para un ángulo óptimo, es decir, la radiación que incidiría en el panel cuando este tiene el ángulo adecuado para la recepción de dicha radiación.

El ángulo de radiación óptima va variando con el tiempo a lo largo del año y se calcula de la siguiente manera:

Cálculo del ángulo para la estación de invierno:

El ángulo óptimo siempre dependerá de la latitud del lugar donde se instale la ISF. Para Valladolid, el valor de la latitud es igual a $41^{\circ} 39' 18.6''$ N (Geodatos, 2021). Con este valor de latitud, el ángulo se obtendrá como:

$$\text{Ángulo} = (\text{Latitud (grados)} * 0.9) + 29^{\circ}$$

Para este caso en concreto:

$$\text{Ángulo óptimo (Valladolid)} = (41^{\circ} * 0.9) + 29^{\circ} = 65.9^{\circ}$$

Cálculo del ángulo para la estación de verano:

El ángulo óptimo para esta temporada sería:

$$\text{Ángulo} = (\text{Latitud (grados)} * 0.9) - 23.5^{\circ}$$

Para este caso en concreto:

$$\text{Ángulo óptimo (Valladolid)} = (41^{\circ} * 0.9) - 23.5^{\circ} = 13.4^{\circ}$$

Cálculo del ángulo para las estaciones de primavera-otoño:

Por último, el valor del ángulo óptimo para ambas temporadas de primavera y otoño se calcula como:

$$\text{Ángulo} = \text{Latitud (grados)} - 2.5^\circ$$

Para este caso en concreto:

$$\text{Ángulo óptimo (Valladolid)} = 41^\circ - 2.5^\circ = 38.5^\circ$$

(DSenergy, 2021)

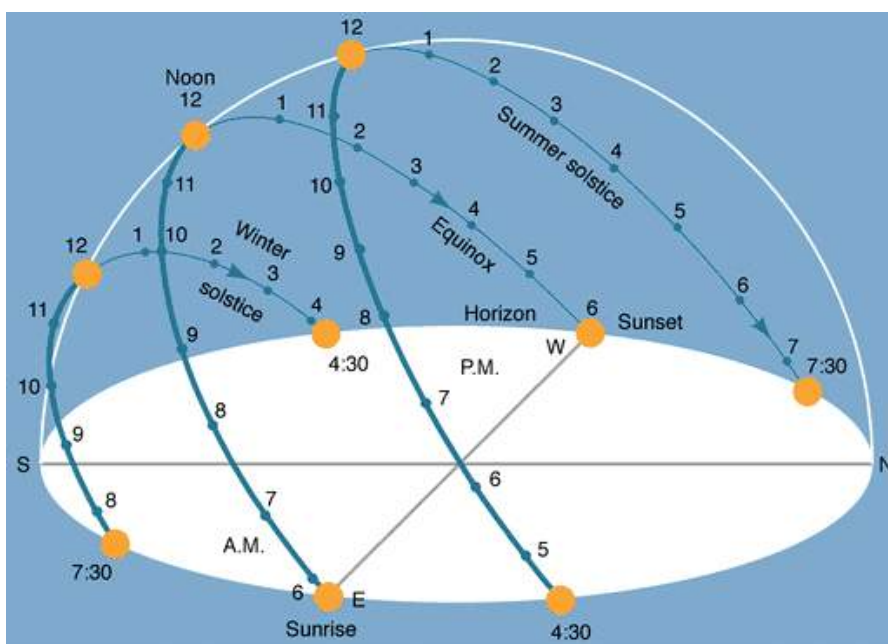


Ilustración 19 - Fuente: (DSenergy, 2021)

Evidentemente, en función del ángulo de incidencia de los rayos del sol, el valor de la inclinación de los paneles solares irá variando. Teniendo en cuenta esta problemática se plantean dos posibles soluciones:

- En primer lugar, cabría la posibilidad de instalar, junto con el marco de los paneles solares, un sistema mecánico que permitiera a un operario de mantenimiento variar de manera precisa el ángulo de las placas cada vez que se produzca un cambio de estación.
- La otra opción resulta más barata pero también menos eficiente. No es más que calcular la capacidad de la ISF para una inclinación fija determinada, para que el rendimiento sea óptimo durante ese periodo de tiempo. Es esta opción la que se seguirá por los costes y la facilidad de mantenimiento frente a un marco ajustable.

Tendría cierto sentido calcular la inclinación de los paneles para asegurar una captación de la energía óptimo en invierno, sacrificando la eficiencia en el resto de estaciones, ya que en las demás se recibirá bastante más radiación. En cambio, se ha decidido calcular esta inclinación para las estaciones de primavera y otoño.

Resulta evidente que este cálculo aseguraría un ángulo óptimo para un periodo de tiempo mucho más largo que si solo se calculara para invierno o verano. Además, en verano no será necesario un ángulo óptimo de los paneles ya que la radiación que incide es muy grande y en la época de verano el horario laboral se reduce varias horas por lo que no se le requerirá tanta energía a la ISF como en primavera u otoño. Por otro lado, es cierto que en invierno la producción de energía bajará un cierto porcentaje, pero se prevé que la estación no tenga que proporcionar mucha energía ya que bajará notablemente la demanda de VMP en dicho estacionamiento.

Tras este planteamiento, se decide establecer la inclinación de los paneles en 38.5° . Se asegura así un ángulo óptimo para un periodo de tiempo mayor y, siendo este un ángulo de valor intermedio más próximo al valor de invierno, se tratará de cubrir siempre la demanda en cualquier otra estación.

RADIACIÓN

Una vez conocido el ángulo con el que trabajará la estación, se tendrá que estudiar cuales son los peores meses, para este valor, de radiación recibida y dimensionar la ISF para que pueda cubrir la demanda en cualquier momento del año.

Se comprueban los datos disponibles de radiación incidente media que recibe la ciudad de Valladolid por mes, para el valor concreto de 38.5 °:

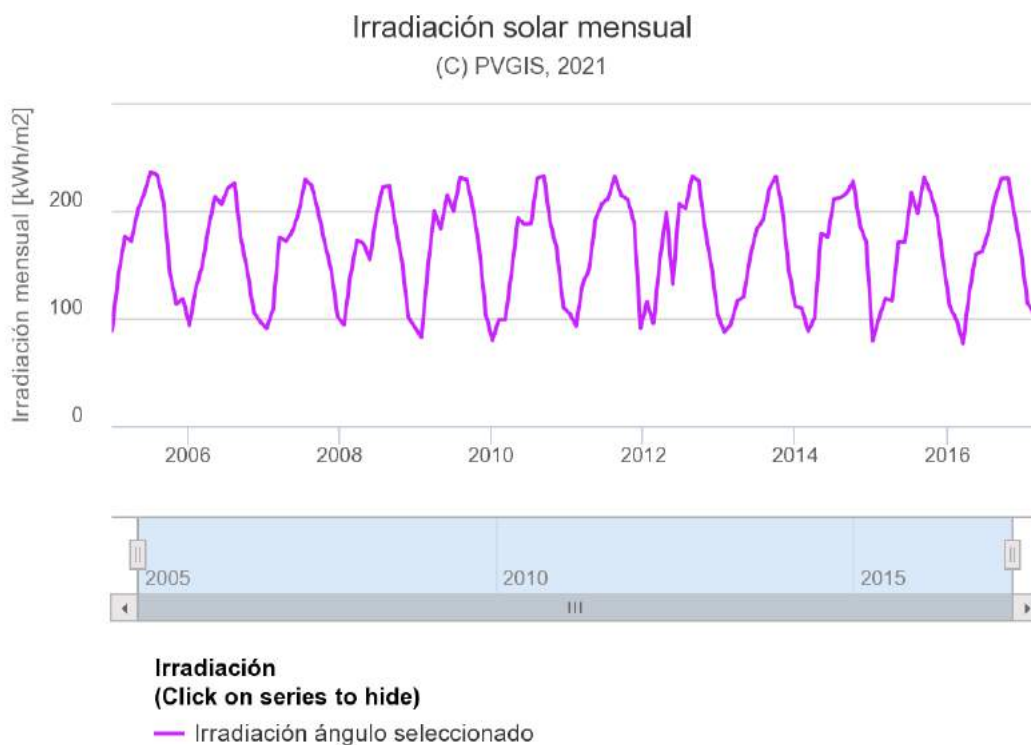


Ilustración 20 - Fuente: (Comisión Europea, 2021)

Según los datos recogidos desde el año 2005 hasta el año 2016 por la “Photovoltaic geographical information system” de la comisión europea, la menor cantidad de radiación media se da en el mes de enero. Los valores de esta radiación para este mes en los años recogidos son los siguientes:

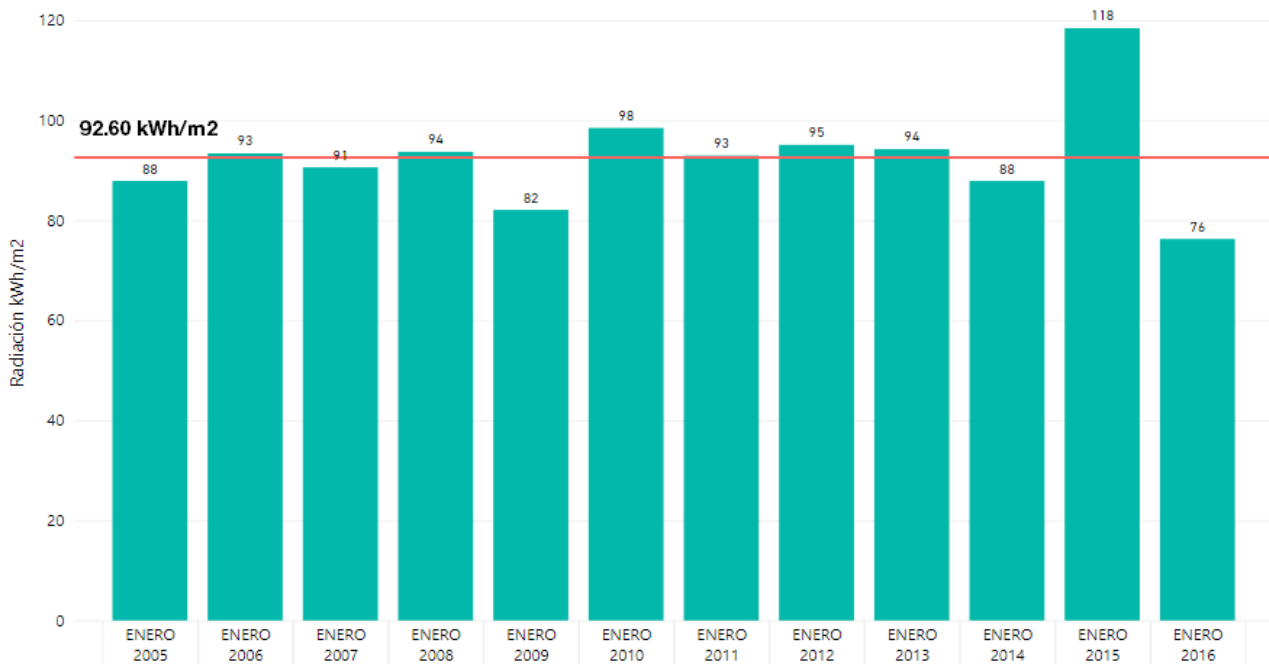


Ilustración 21 - Fuente: (Comisión Europea, 2021)

La radiación media de los meses en los que esta es la menor es de 92,60 kWh/m². Este valor es mensual por lo que se debe calcular el valor diario debido a que la carga que se conectará a la red se calculará de manera diaria.

El valor medio por día en enero es de 2,987 kWh/m².

De esta radiación, la energía transformada dependerá de los paneles que se implanten en la estación. Dos factores serán determinantes para dicha transformación:

- Eficiencia del panel solar: Es el porcentaje de radiación que es capaz de transformar el panel solar en energía.
- La superficie que tiene el panel solar.

Resulta conveniente escoger unos paneles que tengan un nivel de eficiencia aceptable, entre el 17% - 21%, y con una superficie suficiente para poder aportar la potencia que se le requerirá.

PANEL SOLAR

En cuanto al panel solar, es necesario que tengan la capacidad de cumplir la potencia de pico calculada anteriormente y además, cubrir la demanda de energía diaria.

Estos valores son respectivamente, 1233 W de potencia pico y una demanda de energía diaria de 4623.6 Wh/día.

Por motivos estéticos y por simplicidad se opta por poner el menor número de paneles solares posible, seleccionando aquellos de una potencia y superficie mayor.

Se decide, observando los datos del número de días nublados en Valladolid³², que los paneles han de ser monocristalinos. Este tipo de panel es capaz de captar más radiación en los días nublados que un panel policristalino ya que es de un color más oscuro. Los días en los que haya muchas horas de sol o no esté nublado, el rendimiento de un panel monocristalino con respecto a uno policristalino será inferior ya que su temperatura se elevará algo más y esto perjudicará a su eficiencia.

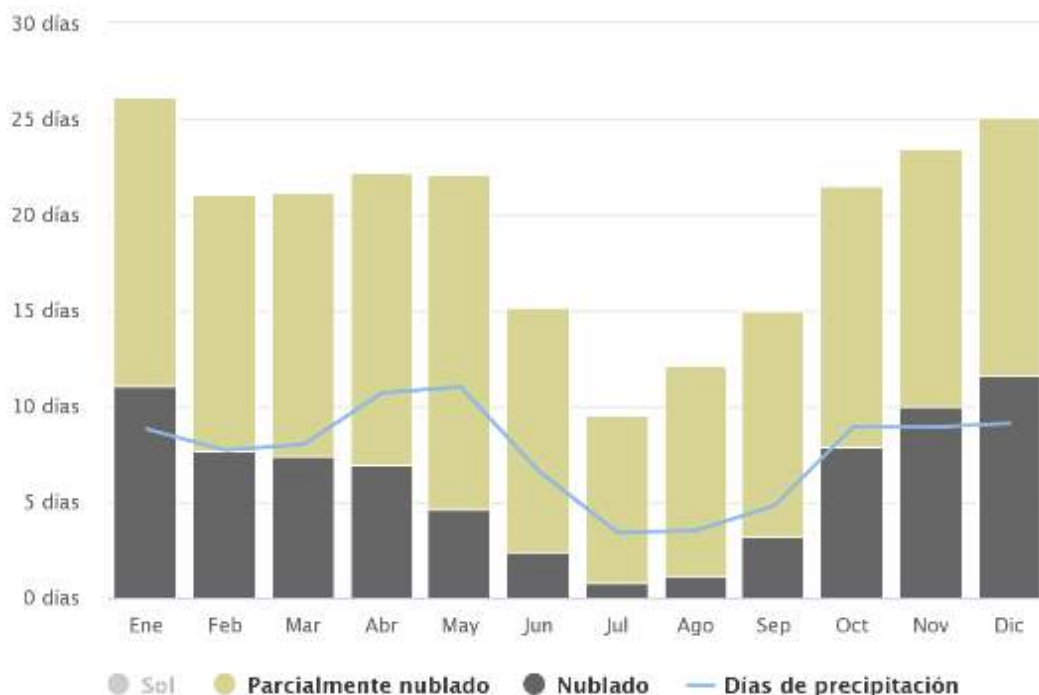


Ilustración 22 - Fuente: (Meteoblue, 2021)

³² Se puede observar como la mayoría de los días en Valladolid, según los datos recogidos por Meteoblue, son nublados. Es por ello que se piensa, es preferible instalar unos paneles orientados a un mejor rendimiento durante los días nublado o parcialmente nublados.

Los paneles solares monocristalinos se pueden encontrar a unas tensiones de trabajo de 12V o 24V. La selección depende de a que tensión trabaje el acumulador que, en este caso trabajará a 24V³³ por condiciones de diseño y costes.

Se propone entonces el que podría resultar un modelo adecuado para la necesidad de esta ISF. Es un modelo monocristalino de 400W de potencia pico con tecnología PERC que hace que su eficiencia se encuentre en torno al 20,17%:

Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA



149,97€ SIN IVA 123,94 € ★★★★★
80 Opiniones

Envío: **Gratuito** en compras superiores a 150€, inferiores 7,5€

Fabricante: ERA | Cod. Artículo: 1002119

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

Ilustración 23 - Descripción y precio del módulo. Fuente: (Auto Solar Panel, 2021)

Con este panel como ejemplo, cumpliendo los requisitos anteriormente mencionados de potencia y tipo de celdas, se va a comprobar cuántos de estos paneles se necesitarían para alimentar la ISF:

Cálculo de HSP (Hora solar pico):

$$HSP = \frac{\text{Irradiación mes crítico (Enero } 38,5^{\circ})}{1000 \frac{W}{m^2}} = \frac{2987 \frac{Wh}{m^2}}{1000 \frac{W}{m^2}} = 2,987h \cong 3 h$$

³³ En los siguientes apartados se estudiará a que se debe la tensión de trabajo seleccionada de 24 V, cuando se realice el dimensionamiento y selección del acumulador.

Potencia fotovoltaica:

$$\text{Potencia Fotovoltaica} = \frac{\text{Consumo diario}}{\text{HSP}} = \frac{4623.6 \text{ Wh} \cdot \text{día}}{3 \text{ h} \cdot \text{día}} = 1541.2 \text{ W}$$

Número de módulos necesarios:

$$\text{Módulos} = \frac{\text{Potencia Fotovoltaica}}{\text{Potencia pico Módulo} \cdot \text{PR}} = \frac{1541 \text{ W}}{400 \text{ W} \cdot 0.95} = 4 \text{ Módulos}$$

- Siendo PR el factor global de funcionamiento. Se utiliza 0.95 de manera predeterminada. A este factor se le añaden ya el sobredimensionamiento del número de cargas necesarias y el cálculo con los datos para los niveles de radiación más bajos del año.

REGULADOR

Existen dos tipos de reguladores. Los “Maximum Power Point Tracker”(MPPT) se emplean en instalaciones solares autónomas ya que pueden lidiar con picos de tensión altos ya que en estos casos se trata de mandar la electricidad a una tensión superior a los 24V en los que trabaja el sistema. Por otro lado, existen los reguladores PWM que funcionarían más como un interruptor entre los paneles y las baterías. Se podría decir que el regulador obliga a las placas a trabajar en el voltaje al que trabaja el acumulador.

Al haber seleccionado un panel de 72 células que trabaja a 24 V, el regulador recomendado será del tipo MPPT. Suelen ser reguladores de mayor capacidad que pueden descender el voltaje de entrada hasta el de trabajo del acumulador sin inconvenientes.

Los parámetros que habrá que tener en cuenta para la selección del regulador serán:

- Voltaje del sistema: 24V
- Número de módulos y su potencia pico: 4 módulos y 400W
- VOC (Voltaje en circuito abierto) = 49.8V
- ISC (Corriente en cortocircuito) = 10.36A

Se necesitará un regulador que admita al menos $4 \cdot 400W = 1600W$ que sería el pico de nuestra instalación y que pueda trabajar con una intensidad de trabajo de 24V de salida en este caso.

Una vez se encuentre un modelo que cumpla estas características, se tendrá que filtrar por el máximo valor de Intensidad y voltaje que sea capaz de gestionar el aparato.

Para la distribución de las placas, a la hora de conectarlas al regulador, se ha propuesto la siguiente disposición para tener los mínimos valores de voltaje e intensidad y tener así mayores posibilidades de elección del regulador:

Teniendo 4 módulos, la mejor manera de conectarlos sería:

- Crear dos grupos de dos módulos por grupo conectados en paralelo. De cada uno de estos grupos se obtendrían los siguientes valores de voltaje e intensidad: 49.8V y 20.72A (Voltaje = VOC e intensidad $2 \cdot I_{SC}$)³⁴.
- Posteriormente, unir estos grupos en serie para obtener los siguientes valores de voltaje e intensidad: 99.6V y 20.72A.

De la anterior asociación, se tienen los valores con los que el regulador debe ser capaz de trabajar: 99.6V y 20.72A.

Para trabajar en estas circunstancias se propone el siguiente regulador:

 Regulador MPPT 250V 85A LCD 12/24/48V



526,35€ SIN IVA
435,00 € ☆☆☆☆☆

Envío: Entrega gratuita en España!

Fabricante: SRNE | Cod. Artículo: 2006044

AÑADIR AL CARRITO
COMPRAR

Ilustración 24 - Regulador de carga. Fuente: (Auto Solar Regulador, 2021)

³⁴ La asociación en paralelo produce un aumento de la intensidad igual a la suma de las intensidades de los aparatos conectados mientras que la tensión permanece constante. En cambio, en serie se suman las tensiones y es la intensidad la que permanece constante. (Recordatorio del apartado: Principios eléctricos/Circuitos básicos).

Se trata de un regulador de la marca SRNE que presenta las siguientes características:

Product Parameters

Model	SR-MC4885N15	SR-MC48100N15	SR-MC4885N25	SR-MC48100N25
System voltage	12V/24/36/48V			
Static power consumption	0.54W			
Maximum input voltage of solar energy (25°C)	150V		250V	
Voltage Range at MPP (Maximum Power Point)	Battery voltage +2~ 120V		Battery voltage +2~ 180V	
Charging current	85A	100A	85A	100A
Solar panel power (12V battery)	1100W	1300W	1100W	1300W
Solar panel power (24V battery)	2200W	2600W	2200W	2600W
Solar panel power (48V battery)	4400W	5200W	4400W	5200W

Tabla 6 - Especificaciones del regulador. Fuente: (Auto Solar Regulador, 2021)

El modelo es el SR-MC4885N25 y soportaría un voltaje de entrada de 250V. Este valor es más del doble del necesario por lo que sí podría trabajar en esta ISF.

Por otro lado, se tiene que puede trabajar con una intensidad de hasta 85 A mientras que los grupos de módulos producirían 20.72 A. Es nuevamente un valor muy superior al requerido por lo que cumpliría con este requisito.

En último lugar, se puede comprobar que el aparato acepta hasta 2200W de potencia trabajando a 24V. Nuestro grupo proporcionará como máximo 1600W así que, como el resto de parámetros, entrarían todos en el rango de trabajo del regulador.

Se ha sobredimensionado este aparato intencionadamente como resulta evidente a la vista de sus características. El motivo de esto no es otro que la posible expansión de la capacidad de la estación. Es cierto que no resultaría suficiente para colocar de nuevo otro grupo de 4 módulos de 400W pero se orienta más a la idea de realizar una ampliación que pudiera incorporar al menos dos nuevos paneles de unos 300W cada uno.

A su vez, se ha escogido dicho modelo ya que entre este regulador y uno de una capacidad de casi la mitad de voltaje admitido (150V), existía una diferencia en su coste despreciable de menos de 30 euros.

INVERSOR

Para el cálculo del inversor, en caso de querer poner una conexión a 230VAC para que los usuarios lleven su propio cargador, habrá que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Voltaje de trabajo de la instalación: 24V
- Demanda de potencia máxima de la carga: 1233 W

El inversor debe trabajar a este voltaje y debe tener la capacidad de gestionar esa demanda máxima de potencia.

Cumpliendo estos requisitos se propone como una posible opción el siguiente inversor de la marca Voltronic:

Inversor Híbrido 3000W 24V Voltronic Axpert VMIII



Ilustración 25 - Inversor. Fuente: (Auto Solar Inversor, 2021)

Es un aparato soportaría hasta más del doble de la demanda pico y trabaja al voltaje de los acumuladores. Como el regulador, se ha seleccionado un inversor algo sobredimensionado pensando en una posible ampliación de la estación en un futuro, por lo que el inversor podría trabajar con una demanda de energía de hasta otros 12 patinetes más.

Con respecto a las especificaciones de este inversor de la gama Axpert cumple las siguientes características:

Axpert VM III Off-Grid Inverter Selection Guide

MODEL	Axpert VM III-1500-24	Axpert VM III-3000-24	Axpert VM III 5000-48
Rated Power	1500VA/1500W	3000VA/3000W	5000VA/5000W
INPUT			
Voltage	230 VAC		
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) 90-280 VAC (For Home Appliances)		
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)		
OUTPUT			
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC \pm 5%		
Surge Power	3000VA	6000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	90% – 93%		
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) 20 ms (For Home Appliances)		
Waveform	Pure sine wave		
BATTERY			
Battery Voltage	24 VDC		48 VDC
Floating Charge Voltage	27 VDC		54 VDC
Overcharge Protection	33 VDC		63 VDC

Tabla 7 - Especificaciones del inversor. Fuente: (Auto Solar Inversor, 2021)

Como se puede comprobar, trabaja a 24 VDC y soporta una potencia de hasta 3000W. Ofrece además 230VAC a la salida, que es el voltaje empleado en España para las conexiones típicas. Además tiene una eficiencia elevada de entre el 90% y el 93% lo que no resultará muy perjudicial para la eficiencia global de la instalación. El valor de la eficiencia se necesitará para el cálculo de las baterías.

ACUMULADORES

En el dimensionamiento de los acumuladores, el primer cálculo que se ha de realizar es el del número de Ah (Amperios-hora) por día que se le requiere a la ISF. Para ello se emplearán los datos calculados anteriormente de:

- Voltaje del sistema: 24V
- Consumo diario: 4212 Wh
- Eficiencia del inversor: 91.5%

La cantidad de Amperios hora diarios serán:

$$\text{Ah} \cdot \text{día} = \frac{\frac{\text{Consumo diario}}{\text{Eficiencia}}}{\text{Voltaje}} = \frac{\frac{4623.6}{0.915}}{24} = \mathbf{210.54 \text{ Ah} \cdot \text{día}}$$

Una vez conocido este dato se va a calcular el tipo y el número de baterías que se necesitarían para abastecer la demanda. Se va a suponer que se desea tener un día de autonomía, lo que significa que la estación podría abastecer la demanda durante un día adicional si no hubiera sol.

Con respecto a los días de autonomía, se suelen emplear muchos más días de autonomía ya que las ISF proveen de energía a un hogar y es importante que tengan suficiente margen. En este caso será sólo de un día ya que no es una actividad totalmente imprescindible y además se han seleccionado los paneles fotovoltaicos que mejor funcionan en condiciones de radiación baja, por lo que con un día de autonomía debería ser, a priori, suficiente.

Por otro lado, habrá que tener en cuenta cual será la profundidad de descarga máxima que se aplicará a los acumuladores. Esta es la energía obtenida del acumulador durante una descarga³⁵. A mayor profundidad de descarga más sufrirá la batería y menor periodo de vida útil tendrá la misma.

³⁵ Véase los Elementos fundamentales de una instalación solar fotovoltaica, punto del acumulador, definido previamente en este mismo trabajo.

A fin de evitar el desgaste del acumulador, se pondrá el límite de profundidad de descarga en un 50%, es decir, los acumuladores nunca bajarán de la mitad de su capacidad para evitar problemas.

Inciendiendo nuevamente, uno de los objetivos de este proyecto es, entre otros y como se comentó en el inicio, la reutilización de materiales y promover de algún modo la conocida como “economía circular”. Debido a esto se ha decidido emplear baterías reutilizadas de camión o coche, ya que muchas de estas se encuentran en perfectas condiciones tras un siniestro en el cual no se puede reutilizar el vehículo accidentado.

Las baterías de los vehículos están diseñadas para soportar un nivel de exigencia alto. En cambio, en una ISF su trabajo será mucho menos exigente y estos acumuladores deberían dar un buen rendimiento en estos casos.

Se seleccionan pues las siguientes baterías que son vendidas por una pequeña empresa que se dedica a reciclarlas y a reacondicionarlas:



Ilustración 26 - Baterías reacondicionadas. Fuente: (Recicla Baterías, 2021)

Se trata de unos acumuladores de 225Ah que presumiblemente, por su enorme capacidad, han sido reciclados de grandes vehículos como camiones. Estas baterías suelen trabajar a 24V por lo que coincide con el voltaje de trabajo de la ISF.

Una vez explicado lo anterior, se procede al cálculo del número de acumuladores y su disposición:

- Ah-día: 210.54 Ah
- Dias de autonomía: 1
- Profundidad descarga: 50%
- Capacidad de la batería: 225Ah

$$\text{Baterías} = \frac{\frac{\text{Ah} \cdot \text{dias de autonomía}}{\text{Profundidad de descarga}}}{\text{Capacidad}} = \frac{\frac{210.54 \cdot 1}{0.5}}{225} = 1.87 \cong \mathbf{2 \text{ Baterías}}$$

ELEVADOR DE TENSIÓN

Como se ha visto previamente en el análisis de los patinetes más vendidos en España por la empresa Amazon, los 6 patinetes con mayor éxito de ventas cargan en unas condiciones muy similares. Todos emplean una intensidad de carga de entre 1.5 y 2 A y una tensión de 42 V.

La tensión de trabajo de la ISF es de 24 V por lo que se tendrá que elevar esa tensión a los 42V necesarios para cargar estos patinetes. Para ello se emplea un elevador de tensión, que se colocará entre el regulador y los conectores que estarán ya en cada módulo, elevando así la tensión que llega al conector que finalmente enchufará el usuario.

El regulador debe, evidentemente, tener la capacidad para trabajar con la intensidad que se requiere, en este caso 2 A, y, a su vez, ser capaz de proporcionar una tensión de salida de 42V.

El regulador empleado podría ser el siguiente:

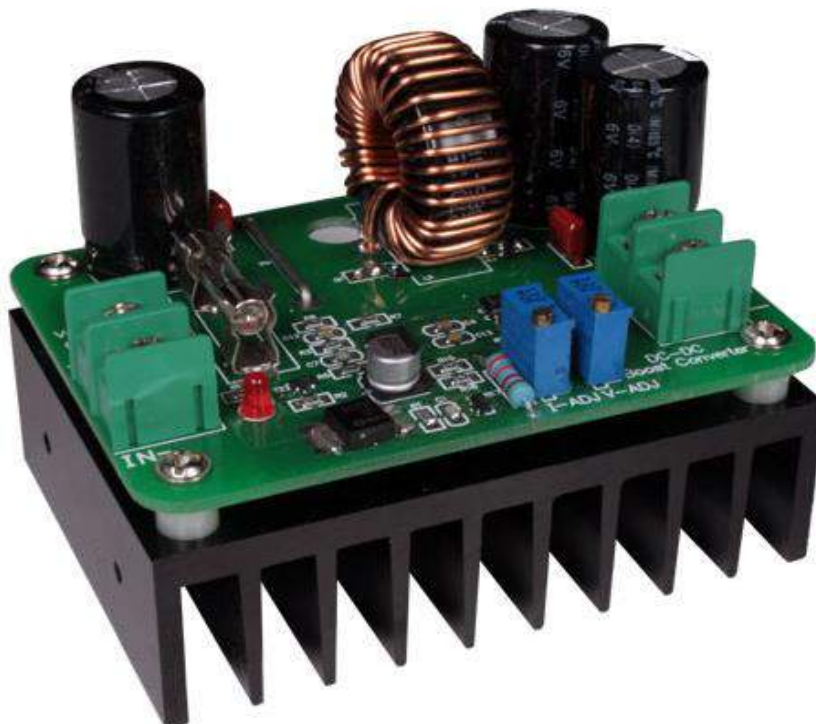


Ilustración 27 - Elevador de potencia. Fuente: (Electrónica Embajadores, 2021)



Se trata de un regulador de voltaje DC/DC que acepta una tensión de entrada entre 12V y 60V. La tensión de trabajo es 24V así que cumpliría este requisito. Además, ofrece la posibilidad de regular el voltaje de salida entre 12V y 80V, por lo que es más que suficiente para elevar la tensión a 42V.

Con respecto a la intensidad, este regulador es capaz de trabajar hasta con 10 A a la salida. Este valor es muy superior a la intensidad necesaria para este tramo que será de 2 A.

Se observa pues que este regulador cumple todos los requisitos necesarios y por lo tanto se seleccionará para formar parte de la ISF.

CABLEADO

Para el cálculo de los cables de la instalación se sigue el reglamento electrotécnico para instalaciones de baja tensión publicado en el BOE ITC-BT-40.

A este respecto, el ITC recoge que los cables han de estar sobredimensionados para soportar un 125% de la máxima intensidad del generador y tener como máximo un 1,5% de caída de tensión para el punto de interconexión a la red pública o a la instalación interior.

La sección de los cables por cada tramo se calculará con la siguiente expresión:

$$s = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U}^{36}$$

Siendo:

S: Sección mínima del conductor [mm²]

L: longitud del tramo [m]

I: Intensidad nominal [A]

γ : Conductividad del cobre 70º: 48 [m/Ω·mm²]

ΔU : Caída de tensión máxima en el tramo [V]

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 8 - Conductividad de distintos materiales conductores para diferentes temperaturas de trabajo.

³⁶ Cálculo por método de caída de tensión máxima.

- Tramo del módulo fotovoltaico al regulador:

Para este tramo, los valores aproximados serán los siguientes:

- Longitud del tramo máximo: 6 m
- Intensidad nominal: 20.72 A³⁷
- La caída máxima debe ser de 1,5% así que la variación de voltaje seleccionada será de un 0.5% será:

$$2 \text{ paneles} \cdot V \text{ punto de máx. potencia} = 2 \cdot 49.7 \text{ V} = 99.4 \text{ V}$$

$$\text{Caída máxima} = 99.4 \text{ V} \cdot \frac{0.5}{100} = \mathbf{0.497 \text{ V}}$$

Con estos datos, la sección del cableado será:

$$s = \frac{2 \cdot 20.72 \cdot 6}{48 \cdot 0.497} = 10.5 \text{ mm}^2 \cdot 1.25 = 13.12 \text{ mm}^2$$

³⁷ Intensidad del tramo tras la unión de los dos grupos de módulos fotovoltaicos en serie.

	mm ²
Cobre	1,5
	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
240	
300	

Tabla 9 - Secciones normalizadas para el cableado de cobre.

Es decir, el valor del cableado será de **16 mm²** ya que es el valor superior estandarizado más próximo al valor obtenido con la formula anterior, sobredimensionado según el ITC-BT-40.

- **Tramo del regulador a los acumuladores:**

Para este tramo, los valores aproximados serán los siguientes:

- Longitud del tramo: 0.5 m
- Intensidad nominal: 22.5 A
- La caída máxima debe ser de 1,5% así que la variación de voltaje seleccionada será de un 0.5% será:

$$\text{Caída máxima} = 24 \text{ V} \cdot \frac{0.5}{100} = \mathbf{0.12 \text{ V}}$$

Con estos datos, la sección del cableado será:

$$s = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 22.5}{48 \cdot 0.12} = 3.90 \text{ mm}^2 \cdot 1.25 = 4.882 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, el valor del cableado será de **6 mm²** ya que es el valor superior estandarizado más próximo al valor obtenido con la formula anterior, sobredimensionado según el ITC-BT-40.

- **Tramo del regulador al inversor:**

Para este tramo, los valores aproximados serán los siguientes:

- Longitud del tramo: 0.5 m
- Intensidad nominal: 51.375 A
- La caída máxima debe ser de 1,5% así que la variación de voltaje seleccionada será de un 0.5% será:

$$\text{Caída máxima} = 24 \text{ V} \cdot \frac{0.5}{100} = \mathbf{0.12 \text{ V}}$$

Con estos datos, la sección del cableado será:

$$s = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 51.375}{48 \cdot 0.12} = 8.92 \text{ mm}^2 \cdot 1.25 = 11.14 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, el valor del cableado será de **16 mm²** ya que es el valor superior estandarizado más próximo al valor obtenido con la formula anterior, sobredimensionado según el ITC-BT-40.

- Tramo del regulador al elevador:

Para este tramo, los valores aproximados serán los siguientes:

- Longitud del tramo: 0.5 m
- Intensidad nominal: 10 A
- La caída máxima debe ser de 1,5% así que la variación de voltaje seleccionada será de un 0.5% será:

$$\text{Caída máxima} = 24 \text{ V} \cdot \frac{0.5}{100} = \mathbf{0.12 \text{ V}}$$

Con estos datos, la sección del cableado será:

$$s = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 10}{48 \cdot 0.12} = 1.736 \text{ mm}^2 \cdot 1.25 = 2.170 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, el valor del cableado será de **2.5 mm²** ya que es el valor superior estandarizado más próximo al valor obtenido con la formula anterior, sobredimensionado según el ITC-BT-40.

- Tramo del elevador a los conectores:

Para este tramo, los valores aproximados serán los siguientes:

- Longitud del tramo: 5 m
- Intensidad nominal: 2 A
- La caída máxima debe ser de 1,5% así que la variación de voltaje seleccionada será de un 0.5% será:

$$\text{Caída máxima} = 42 \text{ V} \cdot \frac{0.5}{100} = \mathbf{0.21 \text{ V}}$$

Con estos datos, la sección del cableado será:

$$s = \frac{2 \cdot 5 \cdot 2}{48 \cdot 0.21} = 1.984 \text{ mm}^2 \cdot 1.25 = 2.480 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, el valor del cableado será de **2.5 mm²** ya que es el valor superior estandarizado más próximo al valor obtenido con la formula anterior, sobredimensionado según el ITC-BT-40.

CONECTORES

En cuanto al apartado de los conectores que estarán disponibles en cada módulo, estos dependen directamente de los patinetes estudiados previamente. Los vehículos recogidos serían los más frecuentes en la estación y por ello se colocarán los conectores que empleen estos.

Se pueden diferenciar dos conectores distintos para los vehículos estudiados:

Conector Xiaomi – Para Xiaomi 1s y 365s:



Ilustración 28 - Conector Xiaomi 1s
y 365s.

En este caso el conector tendrá las siguientes características:

- Longitud de la interfaz de la cabeza de CC y diámetro exterior: aprox. 10mm*8mm
- Interfaz de la cabeza de CC diámetro interior: aprox. 5.5mm

Conector para Hiboy S2, Zweel y Cecotec:

Para los modelos de las marcas Hiboy, Zweel y Cecotec vistos en el apartado del dimensionamiento de la ISF, el conector que se empleará es el mismo. Esto simplifica bastante el diseño al solo necesitar dos conectores distintos en cada módulo. El conector que usan estos modelos es el siguiente:



Ilustración 29 - Conector para Hiboy, Zweel y Cecotec.

Este tipo de conector es muy frecuente y su uso está ampliamente extendido para múltiples de aparatos electrónicos. Es de un cabezal de 5.5mm de diámetro y resultará fácil y económico adquirirlos para la estación.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTACIÓN

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTACIÓN

DISEÑO

Siguiendo la tendencia trazada en los bocetos de las ideas previas y conociendo la demanda de energía se puede diseñar, de manera más acertada, un producto que cumpla con todos los requisitos de seguridad estructurales y que cumpla también aquellas características que se vieron fundamentales para el usuario.

Del briefing, del estudio de mercado y de los bocetos previos se han recogido las siguientes necesidades que el diseño definitivo debe cubrir:

- La estación debe tener una capacidad para 12 patinetes conectados. Existe el problema de que, si se pretenden diseñar módulos compactos de unos 5 metros, no se tendría la superficie suficiente para los paneles necesarios para cubrir la demanda de energía.

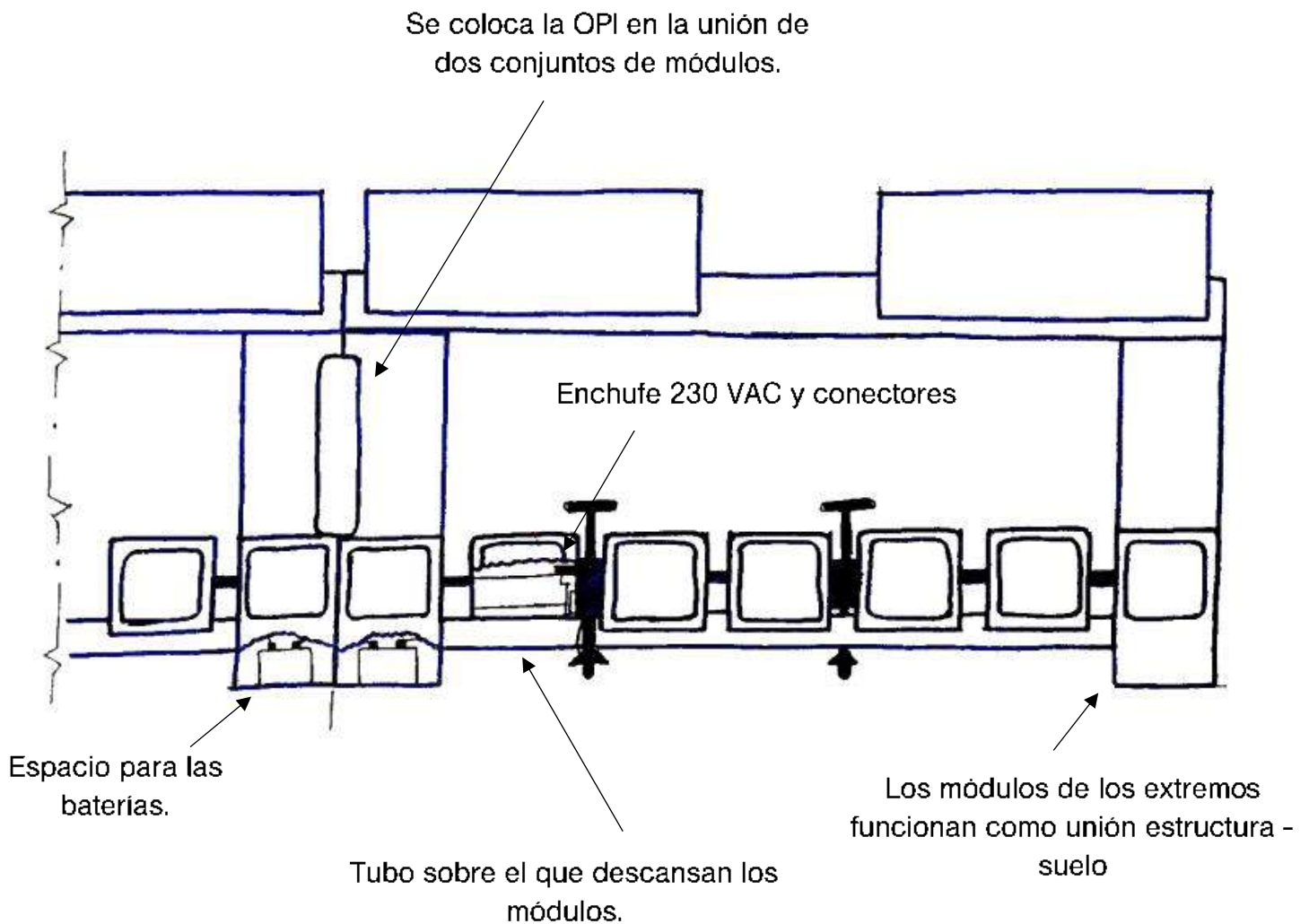
Como solución a esto se propone la unión de dos módulos³⁸ de 5 metros con capacidad para cargar 6 unidades. Para optimizar el espacio, estos módulos podrán albergar otros 6 patinetes de manera segura, pero sin conectores de carga disponibles.

- Cada módulo debe contar con una pequeña taquilla donde tener espacio para depositar objetos personales. Los módulos de carga deben contar con una pequeña caja para los conectores y con un enchufe de 230VAC por si algún usuario lo necesitara.
- La persona que utilice este espacio debe tener un objeto que le permita depositar objetos mientras ancla el vehículo y ciertos elementos que actúen como un banco donde poder sentarse.
- Al ser un espacio que tendrá una afluencia importante de personas, al ser un lugar de paso, se instalará un objeto publicitario iluminado. Tendría sentido aprovechar la unión entre los dos módulos para colocar este OPI.
- Los módulos de carga han de estar de alguna manera conectados con la estructura que carga con los paneles y protege a estos módulos. Debe dar sensación de unidad ya que no se entendería la estructura sin los módulos y viceversa.

³⁸ De esta solución se habla en el apartado del dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

- Es importante situar la altura de cada módulo de carga a una altura a la que los usuarios puedan apoyarse o tomar asiento. A su vez la altura de la estructura ha de tener las dimensiones correctas al contar con un pequeño ángulo de inclinación que será aprovechado también por los módulos solares.

Respondiendo a todo esto, se propone un diseño parecido al último detallado en las ideas previas en el siguiente boceto:



Boceto 8 – Vista en alzado. Elaboración propia.

En el anterior boceto se representa un módulo de carga y la unión con otro de esos módulos. No se representan ambos debido a que son idénticos.

En la unión de ambas partes se colocarán los elementos de la instalación fotovoltaica asociada a la estación. Es el mejor lugar para colocar el regulador, el inversor, los acumuladores... ya que resulta conveniente que se encuentren lo más próximos posible para evitar tener un cableado muy grueso. Es decir, los paneles llevarán la corriente a la unión de ambos módulos y de allí se distribuirá hacia los puntos de recarga. Los acumuladores al ser partes muy pesadas de la instalación se situarán en el interior de la parte baja de las cajas del centro. Así se aprovechará de algún modo este peso para mejorar la fijación de la estructura al suelo y se evitará que en modo alguno la estructura cargue con este peso extra que podría llegar a ser de 400 Kg³⁹.

Este espacio de unión se empleará también para colocar un objeto publicitario que estará iluminado. Parece ser un buen lugar ya que se encuentra en un lugar donde todos los usuarios podrán verlo sin dificultad y se ocupa un espacio que, de otra manera, no se aprovecharía.

Tanto en las cajas del centro como en las de los extremos, descansará el tubo de acero inoxidable que soportará⁴⁰ los puntos de carga. Es decir, servirán de apoyo de la estructura de los módulos de carga y a su vez, servirán de apoyo para la estructura superior que solo tendrá que soportar el peso de los paneles y de la estructura de fijación de los mismos.

Como se ha indicado, sobre el tubo que recorre de punta a punta la instalación se encontrarán apoyados los módulos de carga. Estos se fijarán mediante el uso de abrazaderas a través de una unión mecánica. En este diseño resultará de vital importancia el cálculo de esta fijación para evitar que los módulos giren alrededor del tubo al que se encuentran conectados.

Con respecto a estas cajas, en el diseño preliminar se ha supuesto que tendrán un tamaño de unos 0.6 x 0.6 x 0.6 metros⁴¹. Cada módulo estaría compuesto a priori de una estructura de perfil de acero en L. Para completar el cuerpo exterior del módulo se emplearía algún tipo de madera o

³⁹ El peso es una estimación obtenida de un ejemplo de batería de camión similar a las empleadas en este caso. (Baterías y Amperios, 2021)

⁴⁰ En el próximo apartado de cálculos será donde se estudiarán y definirán los tipos de materiales, su resistencia, grosor... para los requerimientos mecánicos de cada parte de la estación.

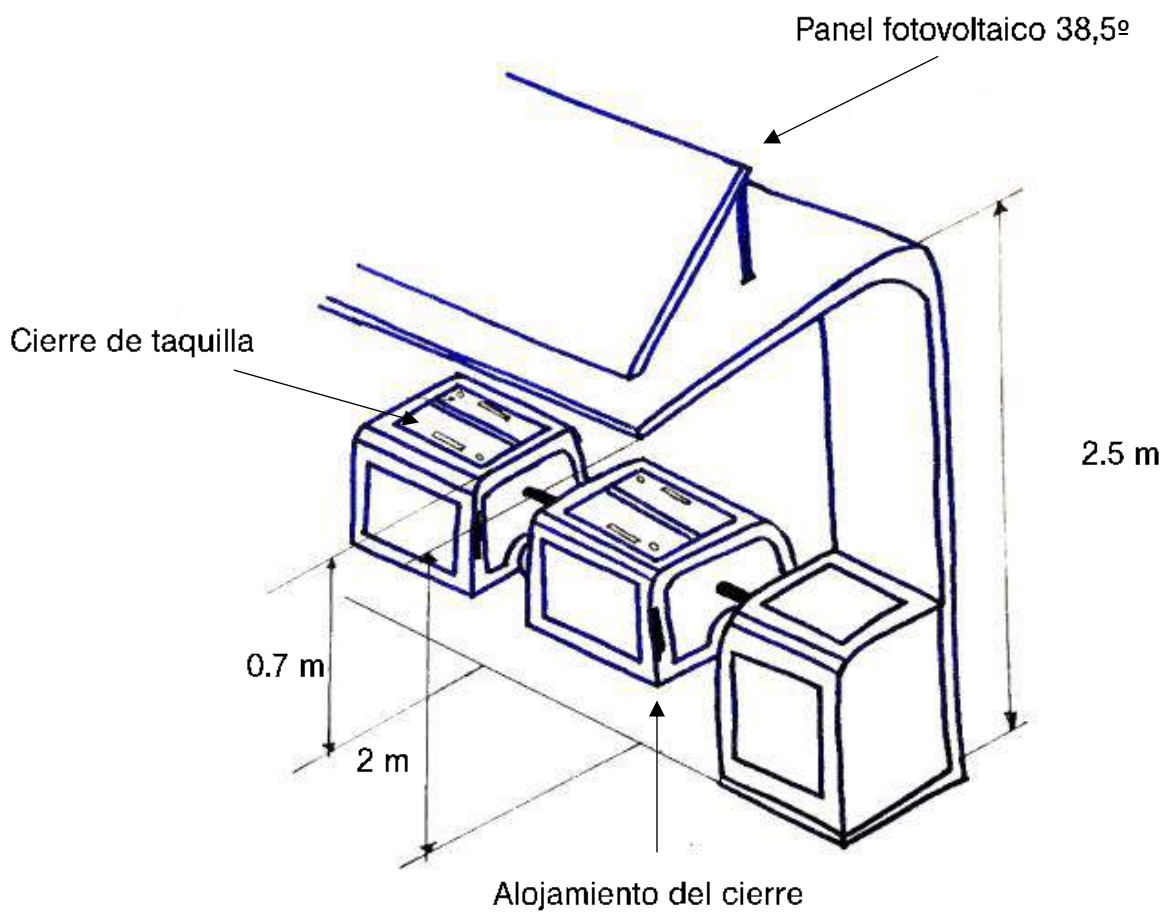
⁴¹ Todas las dimensiones serán estudiadas y fijadas definitivamente en el apartado de cálculos y en los planos finales del proyecto. Hasta ahora lo único que se da es una estimación próxima al valor que finalmente tendrán.

conglomerado adecuado para situarse en el exterior. La madera suele ser un buen material en general. Posee cierta resistencia mecánica, funciona como buen aislante de la temperatura y la electricidad y además resulta bonito y no muy caro, por lo que es idóneo para el diseño de la estación. Además, es un material biodegradable que se puede cambiar con facilidad y se pueden realizar diseños de la marca o la empresa con pirograbado sobre la madera. En definitiva, da muchas posibilidades de diseño y prestaciones por lo que se piensa que es una buena opción.

Se cree que en el espacio aproximado anteriormente se podrán colocar todos los elementos de los que deberá disponer cada módulo que serán los que siguen:

- Se deben implementar los elementos propios del módulo de carga. El cableado, una toma de corriente e 230VAC, un pequeño panel con salida al exterior con los conectores de los patinetes y como no puede ser de otra manera, el sistema de fijación del patinete a la estación.
- También debe contar con una separación en el centro del módulo ya que estará diseñado para dos usuarios. Un usuario podrá disponer de la carga del patinete y el otro sólo podrá anclarlo a la estación. Esta decisión se debe a motivos ya comentados previamente, por la superficie disponible de la estructura superior. Cada parte solo dispone de espacio suficiente para dos placas solares de 2x1m. Por lo que cada parte sólo puede alimentar 6 vehículos. En cambio, como se disponía de un espacio idéntico al de los patinetes con alimentación de forma simétrica, resultaría un error no usarlo como una opción de anclaje más.
- Cada una de las dos partes en las que se dividirá la caja contará con dos baldas. Una de una pequeña anchura en la parte superior y otra que actuará como suelo y se encontrará sobre el tubo. Por debajo de esta se tendrá espacio suficiente para pasar el cableado de cada módulo. Además, se realizarán aperturas a ambos lados del tubo para los cables por si en un futuro se decide aumentar los módulos con alimentación al ampliar la estructura y colocar algún otro panel solar.

La estación en una vista isométrica, debería resultar algo parecido al siguiente boceto:



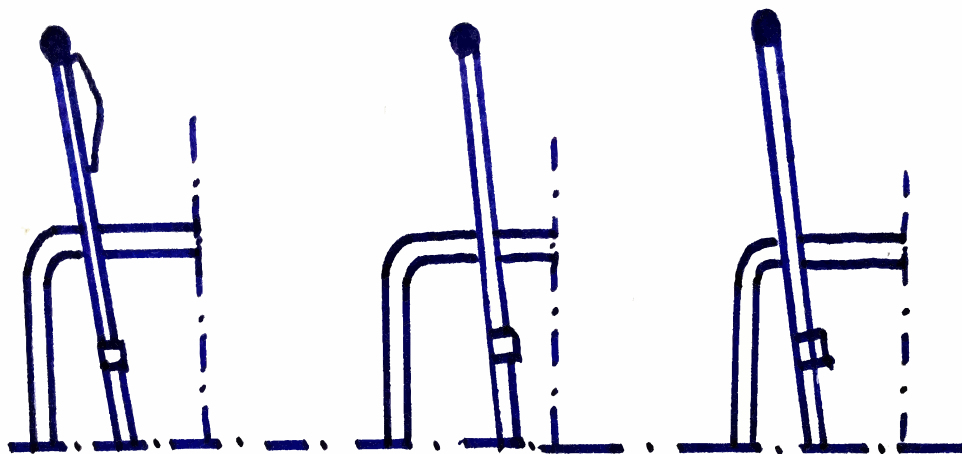
Boceto 9 - Vista Isométrica. Elaboración propia.

DIMENSIONES, COTAS y SISTEMA DE ANCLAJE DE LOS MÓDULOS DE CARGA

Dimensiones exteriores del módulo, cotas, cerradura de la taquilla y anclaje del patinete:

Para dimensionar estos módulos es necesario tener en cuenta las dimensiones de los vehículos. Esto supone un pequeño problema ya que las dimensiones de los patinetes no están estandarizadas. Para cada uno de ellos, en función de las marcas y modelos, se tienen diferentes alturas de manillar, diferentes diámetros de ruedas, diferentes grosores y anchuras del chasis. Para solucionar esto, se tratará de reducir la cota de los módulos para que todos los vehículos, independientemente de la marca superen con su manillar esta cota. A su vez, se sobredimensionará la anchura del espacio donde queda fijado el patinete para que aquellos que tienen un mástil de mayor grosor quepan adecuadamente en dicho espacio.

Habrà que tener en cuenta también que longitud posee cada patinete y cuanta es la distancia que se desea que el vehículo penetre en la estación. Es importante tener en cuenta que algunos de los patinetes disponen de una bolsa anclada al mástil que debería quedar por encima de la altura del módulo. De no ser así, es probable que el vehículo no pueda acceder por superar el grosor del anclaje o por que la profundidad del mismo no es la suficiente. Es decir, deberían situarse de una manera parecida a los siguientes bocetos:



Boceto 10 – Vista de perfil del módulo. Altura del módulo y penetración del vehículo. Elaboración propia.

Se puede apreciar en la primera representación del boceto anterior como la bolsa que suelen llevar algunos patinetes queda por encima del módulo y, por lo tanto, no supone un impedimento para su anclaje a la estación. Es importante que el módulo no se encuentre entonces muy elevado por esta y otras razones que serán detalladas en el apartado “Altura del módulo”.

En cuanto a la profundidad a la que el patinete hace contacto con el apoyo, en el boceto se representan tres posibilidades en función de la cercanía al centro del módulo, el cual es separado por el tubo donde descansan estos. La realidad es que si se decidiera introducir muy poco el vehículo en el módulo no se tendría espacio para poner el sistema de anclaje detrás de este. Y si se decidiera introducirlo demasiado, las ruedas de los patinetes enfrentados chocarían y no habría espacio para colocar a ambos.

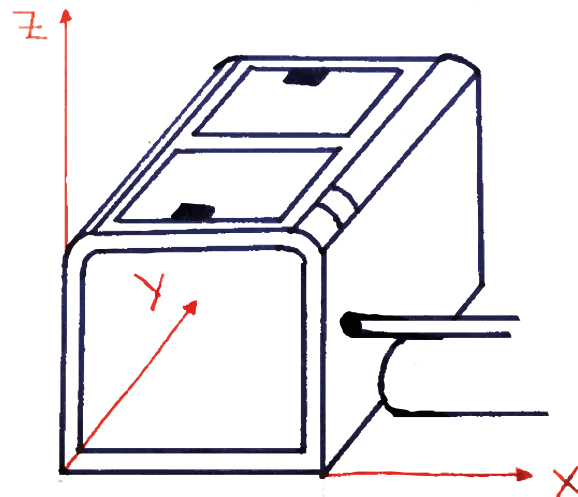
El objetivo en este caso será determinar cuál es una distancia adecuada para contar con un espacio suficiente para incluir una barra de anclaje detrás del vehículo y que además garantice que las ruedas de los patinetes no chocarán y habrá el espacio necesario para ambos vehículos. Si no, carecería de sentido tratar de tener más módulos disponibles si no fuera posible utilizarlos por falta de espacio.

Se comparan entonces, de entre los patinetes más vendidos en España, cuáles resultan tener un manillar más bajo y cuales poseen un mástil más ancho. Se presupone que de esta manera todos los patinetes del mercado podrán quedar adecuadamente fijados en esta instalación.

Altura y diámetro de mástil de los patinetes estudiados:

Modelo	Altura (mm)	Diámetro Mástil (mm)	Anchura Base (mm)	Longitud (mm)	Diámetro Ruedas (mm)
Xiaomi M1 1s	1140	40	250	1080	216
Xiaomi M365	1140	40	250	1080	216
Hiboy S2 lite	1080	50-60 ⁴²	130	1100	165
Hiboy S2	1160	50-60	130	1190	216
Cecotec Bongo S.A	1140	80	200	1080	216
Zwheel E9	1140	40	200	1000	216

Tabla 10 – Datos de los vehículos más vendidos por Amazon en España.



Boceto 11 - Esquema del módulo.

En los próximos apartados se utilizará la siguiente nomenclatura:

- X corresponde a la longitud del módulo.
- Y corresponde a la profundidad del módulo.
- Z corresponde a la altura del módulo.

⁴² No se han encontrado datos fiables de la medida de los modelos de Hiboy y Zwheel. No son marcas muy conocidas y apenas facilitan medidas de sus productos. A pesar de no tener datos no parece que su mástil sea de mayor diámetro que el del Cecotec como se explicará en el apartado de la separación entre módulos.

Altura del tubo de apoyo:

Se ha anotado en la tabla el diámetro de las ruedas de cada vehículo. Se puede apreciar que se encuentran más o menos normalizadas y eso siempre ayuda al dimensionamiento de la estación. Como el tubo donde irán fijados los módulos está elevado del suelo, habrá que cuidar de que las ruedas no choquen o golpeen el tubo, con el fin de que puedan encajar a la distancia deseada. Es decir, el tubo no debe hacer de tope a la hora de colocar el patinete.

Por este motivo se tiene en cuenta el diámetro de las ruedas. El mayor que se ha encontrado es de unos 216 mm de diámetro por lo que el tubo debe elevarse del suelo una distancia mínima igual o ligeramente superior a esa medida.

Respecto a esto no se puede olvidar que no se desea una altura muy grande de los módulos para que puedan ser empleados como asiento. Esto afectará a las dimensiones de altura de la caja, al tener que cumplir con esta elevación el tubo donde irá sujeta.

Altura del módulo:

En cuanto a la cota, como se comentaba anteriormente, se debe contar con la altura mínima del tubo y con al menos el radio del tubo ya que la cota donde comienza el módulo será el centro del tubo. Para los bocetos se ha supuesto un diámetro de tubo de 130mm, lo que hace que su radio sea de 65mm. Esta distancia sumada a los 220 mm que se ha decidido colocar como cota mínima del tubo da un valor de 285 mm.

Partiendo de esta cota la caja tendrá una altura de entre 500 y 600mm, dando lugar a un asiento situado a una altura de entre 785 y 885mm. Es una cota bastante elevada para un asiento, aunque no supondría ningún problema para todo aquel que pueda circular con un patinete eléctrico.

Los asientos altos sirven como apoyo en un momento determinado y se diseñan con el fin de evitar que las personas de edad avanzada tengan dificultades a la hora de levantarse de un banco muy bajo⁴³. Sin embargo, este asiento no se ha diseñado para personas de edad avanzada ya que para ser usuario de un patinete eléctrico se ha de tener una cierta condición física, por lo que no se prevé que una persona de edad avanzada vaya a tratar de sentarse sobre el módulo.

⁴³ Véase la siguiente noticia de El Norte de Castilla donde resume el motivo del aumento de altura de los bancos en espacios públicos. Fuente: (Norte de Castilla, 2019)



Se debe encontrar la altura óptima para que no sea demasiado baja a la hora de anclar el vehículo y que no sea demasiado alta para poder ser empleada como un asiento de manera puntual. Esa altura se cree que se encuentra entre las cotas anteriormente mencionadas y, como el objetivo principal del diseño es la carga y anclaje de vehículos, la comodidad para este uso de la instalación prevalecerá sobre la función añadida de asiento que se le desea otorgar.

Distancia entre módulos:

Al igual que la altura de los módulos, la distancia entre ellos también se encuentra entre un rango que será definido por las especificaciones de los patinetes. Las distancias entre las que se encuentra esta medida dependerán en primer lugar del ancho del mástil y, en segundo lugar, de la anchura de la base del patinete.

Con el fin de aumentar la seguridad de los patinetes frente a posibles robos, la distancia entre módulos, donde quedará fijado el vehículo, será inferior a la anchura de la base del patinete. De esta forma se evita que puedan ser de alguna manera sustraídos elevándolos y sacándolos por arriba.

Viendo las dimensiones de los patinetes se puede apreciar que los que tienen una base de menor anchura son los Hiboy con una distancia de 130 mm. La distancia marcada por este patinete será la distancia máxima que existirá entre módulos.

En cambio, para determinar la menor distancia necesaria hay que fijarse en la anchura del mástil de los patinetes y ver cuál es la de mayor diámetro. El objetivo es que se puedan anclar todos los vehículos sin problemas de espacio por un mástil muy ancho. Es por ello que la distancia mínima que tendrá será algo superior al mástil más ancho de los patinetes estudiados. En este caso es el patinete de la marca Cecotec el que presenta un mástil de un diámetro bastante superior al resto. Esto es así debido a que esta marca coloca sus baterías en el mango en lugar de hacerlo en la parte inferior de la base del patinete como hacen casi todas las marcas.

A priori, no muchas marcas instalan sus baterías en el mástil por lo que resultaría excepcional que un patinete no pudiera anclarse a la estación por el diámetro de su mástil si lo puede hacer un Cecotec.

La medida del diámetro del mástil es de unos 80 mm por lo que ya se tendría el rango necesario para esta dimensión. El espacio debe tener al menos 80-90 mm y como máximo unos 130mm.

Por este motivo se decide dimensionar este espacio en 110 mm. Se aseguraría así a todos los patinetes ya que todas las bases son más anchas y también podrían anclar el vehículo sin problema todos aquellos que han sido analizados sin problemas de espacio.

Longitud de los módulos:

En el apartado anterior se ha reducido la distancia entre módulos con respecto a la estimación que se hacía en los bocetos que era de unos 150 mm. Se ha bajado unos 40 mm por espacio, lo que ha reducido la longitud total de la estación en 240 mm. La reducción de espacio es algo positiva ya que se desea que cada grupo de módulos no ocupe más de 5 metros de longitud para que se pueda colocar en el mayor número de lugares posible.

Con una dimensión de 110 mm para la separación si se mantuviera la primera distancia fijada en el boceto para cada módulo (500 mm) la longitud total de la estación sería de 4.160 mm, es decir, unos 4,2 metros. Esto cuadraría con las longitudes deseadas y, además, mantendría la longitud inicial propuesta para los módulos.

La dimensión no ha sido elegida al azar, se ha buscado un diseño que permitiera al usuario disponer de espacio suficiente para depositar objetos personales típicos, pero también se ha tenido en cuenta la funcionalidad de asiento que se le quiere otorgar. Teniendo esto presente se ha buscado⁴⁴ cuales son las medidas habituales de los asientos para una sola persona en elementos urbanos, como también se hizo previamente para su altura. Con respecto a la longitud del mismo se advierte que suele ser de unos 700 mm. El módulo en este caso será de un 500 mm para no sobrepasar los 5 metros en su totalidad y se cree que seguirá cumpliendo su función a pesar de medir 200 mm menos. La idea de estos asientos, como se ha explicado a lo largo de este trabajo, no es más que ofrecer un descanso puntual al usuario. No parece que la reducción de este espacio vaya a resultar significativa en la comodidad para una persona que estará sentada durante un corto periodo de tiempo.

⁴⁴ La longitud ideal para un asiento sin respaldo en un entorno urbano es de unos 700 mm. En este caso se ha colocado una longitud de 600 mm debido a que esta no es su función principal y a que la longitud total tiene un máximo deseado de 5 metros. Fuente: (Base Paisajismo, 2021)

Profundidad de los módulos:

Seleccionada la longitud, la única dimensión del cuerpo del módulo que habría que determinar es su profundidad.

En los bocetos del principio de este apartado se observó que posibilidades hay a la hora de anclar el patinete en cuanto a la distancia en la que el patinete quedaría dentro del módulo. Es importante establecer cuál será la distancia a la que el patinete quedará fijado para la colocación de una barra que servirá de apoyo al patinete y como elemento de seguridad para evitar su robo⁴⁵.

Para que los dos vehículos que se encuentran fijados, uno enfrente del otro, tengan espacio suficiente se decide que la parte más adelantada de los mismos quede más o menos en el centro de los módulos, es decir a unos 320 mm. Teniendo en cuenta que esta parte es evidentemente la rueda delantera y que el mástil comienza en la altura del centro de la misma, habrá que tomar esos 320 mm donde queda el centro y restarle la distancia del inicio de la rueda al mástil, es decir, su radio.

Seleccionando el radio más grande que se ha analizado, para que sirva a todos los vehículos analizados, es de $216/2 = 108$ mm, por lo que la barra de seguridad deberá colocarse al menos a esta distancia del centro.

Hay que tener en cuenta que los mástiles tienen una inclinación de unos grados con respecto a la perpendicular del eje de rotación de la rueda. Por lo que a la altura de anclaje del patinete la distancia donde se encontrará el mástil del centro no será la distancia a la que está el centro de la rueda delantera. Resultará ser una distancia mayor donde el patinete apoyará el mástil sobre una pequeña barra para mantener una estabilidad mayor.

⁴⁵ El sistema de bloqueo de los módulos se verá con mayor detalle un apartado a continuación.

La distancia a la que se colocará dicha barra se calcula de la siguiente manera:



Ilustración 30 - Patinete Xiaomi MI 1s

Se selecciona el patinete⁴⁶ más vendido para realizar este cálculo y ver a que distancia habría que colocar el elemento donde apoyará el mástil. Conociendo la distancia de la hipotenusa del triángulo formado y su altura se pueden obtener los datos deseados.

La barra de apoyo se va a instalar a la mitad de la altura de los módulos, es decir, a unos 240 mm de la base del módulo o lo que es lo mismo, a 530 mm del suelo. Para ver a que distancia de centro (en el eje Y) haría contacto el mástil habría que calcular la distancia en el eje Z teniendo en cuenta que se encuentra en el eje Z a 422mm desde centro de la rueda delantera.

⁴⁶ Repare en la evidencia de no poder diseñar los módulos para cada patinete en específico debido a la gran variedad de marcas y modelos. El grado de inclinación varía para cada modelo de patinetes, pero su variación es bastante pequeña y haciendo una estimación para un patinete común debería resultar funcional para todos los patinetes, aun no teniendo inclinación.

Sabiendo que el ángulo es de unos 11° la distancia obtenida, en el eje Y, desde el centro de la rueda al apoyo es de 80 mm aproximadamente.

A la distancia obtenida habría que sumarle el radio de la rueda (108 mm), ya que como se ha explicado previamente, la rueda debería posicionarse en el centro del módulo. Por lo tanto, la barra se encontrará a unos 188 mm del centro. Ahí será donde haga contacto el mástil con la barra que se diseñará con el objetivo de que resulte ergonómica para el vehículo.

Teniendo en cuenta estos cálculos, y sabiendo que se necesitan al menos 50-60 mm para colocar una barra detrás del patinete que lo ancle a los módulos, se podrá estimar un valor de profundidad para el módulo.

El espacio ocupado desde el centro del módulo a lo largo del eje y será igual a:

$$188 \text{ mm (barra de apoyo del mástil) + Diámetro del mástil}$$

Colocando el mástil con el mayor diámetro analizado, para estudiar así el caso que más espacio ocupa, se obtendría un total de:

$$188 \text{ mm} + 80 \text{ mm} = 268 \text{ mm}$$

Esta es la cota que ocuparía el patinete apoyado en la barra. Es decir, a partir de esta cota, habría que añadir el espacio suficiente, anteriormente comentado, para colocar una barra que, conectando los dos módulos entre sí fije el patinete de manera segura. El espacio se había estimado en unos 50-60 mm, por lo que la profundidad desde el centro que ha de tener el módulo será de aproximadamente:

$$268 \text{ mm} + 50 \text{ mm} = 318 \text{ mm}$$

Al menos tendrá que tener una profundidad hasta el centro de 318 mm⁴⁷. En el próximo apartado de “Sistema de Anclaje” se diseñará y definirá como se fijará el patinete y, una vez conocidas las dimensiones exactas de este sistema, se terminará por dimensionar esta cota en el eje y para cada módulo.

⁴⁷ Recuerde que esta cota es sólo desde el centro del módulo. Cada módulo acoge a dos vehículos por lo que la caja tendrá una dimensión en el eje y de dos veces esta cota.

Sistema de anclaje:

Cada módulo dispondrá de dos sistemas de fijación. Uno para fijar el patinete entre los dos módulos y otro para fijar la puerta de la taquilla a la estructura del módulo y evitar así que se pueda acceder a los objetos personales depositados en su interior.

Anclaje de la puerta de la taquilla:

Antes de definir el anclaje de la taquilla se debe suponer un contexto en el que la empresa, universidad... empleará esta estación.

Depende de cómo entienda su uso el propietario de la estación el anclaje podrá ser uno u otro. Por ejemplo, si el dueño decide otorgar cada módulo a un trabajador determinado que lo solicite, como ocurre en las empresas donde cada trabajador tiene su taquilla propia, el sistema de anclaje podría ser uno con un código numérico personal que sólo cambie cuando se cambie de trabajador. De este modo, cada usuario mantendría su plaza durante el tiempo que permanezca en la empresa propietaria de la estación. Este encuadre podría darse en empresas privadas o públicas, pero de una plantilla no muy grande, a menos que se deseen poner muchos grupos de módulos.

En estos casos también se podría poner un sistema que funcionara como una cerradura típica de estas taquillas que abrieran con una llave distinta para cada taquilla. Sin duda la opción más elegante para este escenario es la colocación de un panel numérico con una cerradura típica como la siguiente:



Ilustración 31 - Cerradura electrónica con código numérico. Fuente: (Inlock, 2021)

Otra opción sería habilitar los módulos para cualquier usuario que decida utilizar la estación. Al no ser siempre el mismo usuario el que ocupa cada plaza, el sistema de anclaje de la puerta de la taquilla debe, forzosamente, de variar para cada usuario.

Una opción podría ser el diseño de una pestaña que fije la puerta a la estructura y que cada usuario, con su propio candado cierre la puerta. Esta opción no parecer ser muy buena ya que obligaría a traer a cada usuario su propio candado y, además, podría retener siempre la misma plaza simplemente dejando el candado puesto cuando no fuera usada esa plaza. Por esto se descartará esta idea.

Colocar por otro lado un sistema de cerradura con llave tampoco resultaría buena idea. Los usuarios deberían solicitar una llave al llegar y dejarla de vuelta al marchar del recinto. Esta opción resulta pesada e ineficiente, pero puede ser una buena solución para cuando se desea controlar de algún modo que personas usan cada plaza y durante cuánto tiempo, en el caso de que ocurran problemas de desperfectos con la instalación.



Ilustración 32 - Cerradura con llave. Fuente:
(Inlock, 2021)

Otra opción es la de la implantación de una cerradura que funcione con la inserción de una moneda que será devuelta al retirar el vehículo. Como en el caso del candado, esto obligaría al usuario a tener siempre disponible una moneda de un valor determinado para poder anclar el patinete. Esto supone un problema ya que se desea que su uso sea muy sencillo y sea lo más cómodo para el que lo usa. Así pues, se descarta esta opción que se cree que no es muy eficiente y desde luego, no resulta nada elegante.



Ilustración 33 - Cerradura con inserción de moneda. Fuente: (Inlock, 2021)

Para este caso se podría rescatar la opción de una cerradura con un código numérico que se planteó para el caso anterior. Esta cerradura ofrece la opción de introducir un código al anclar el vehículo que será el que sirva para abrir la misma al llevarse el patinete. Cuando se desancla, el código se borra y entonces un nuevo usuario puede usar esa misma plaza con su código personal. Esta parece ser una muy buena opción en este caso ya que la cerradura con código evita los posibles problemas de pérdida de la llave, no tener candado o moneda, etc. Además, resulta muy cómodo y aporta una mayor sensación de seguridad y calidad para aquel que deja sus objetos personales en el interior del módulo.

La cerradura tiene un problema y es que funciona con 4 pilas AA y, aunque tiene aviso de batería baja antes de que se agote, supondría un gasto a mayores en mantenimiento, que tendría que encargarse de controlar continuamente la batería de los dispositivos.

La solución a esto parece ser el empleo de una cerradura con código numérico que no emplee energía eléctrica para su funcionamiento. La cerradura que cumpliría estos requisitos podría ser la siguiente:



Ilustración 34 - Cerradura con código numérico manual. Fuente: (Inlock, 2021)

La cerradura incluye la posibilidad de colocar un código manualmente, sin consumo de energía eléctrica y además presenta la posibilidad de cambiar este código para cada usuario que emplee la estación. A su vez cuenta con una ranura para una llave que podría abrir la taquilla en caso de emergencia. Esto resulta más asequible ya que cualquier empleado podría tener esta llave y encargarse de abrir en caso de emergencia sin necesidad de estar comprobando las cerraduras periódicamente.

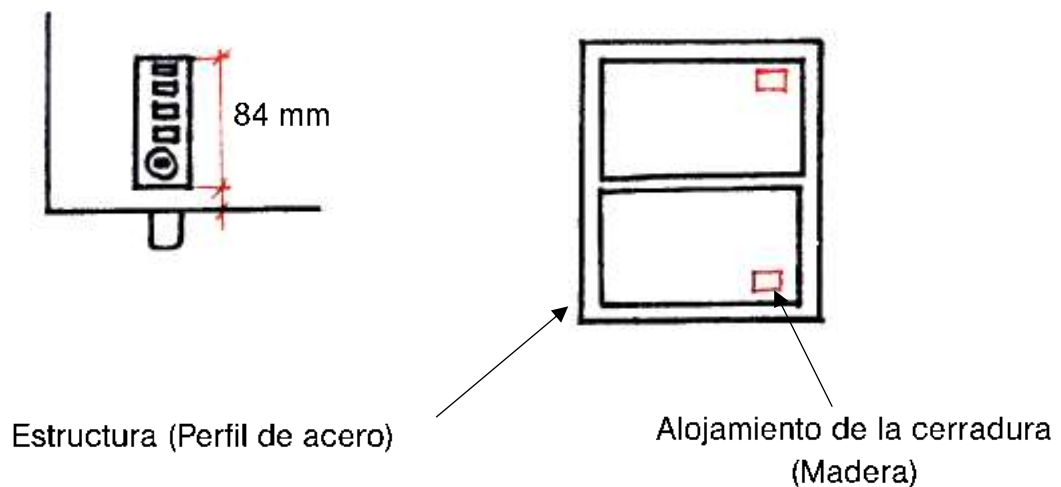
En conclusión, dependiendo del uso que se le dé a la estación se podrá adquirir una cerradura u otra. En el caso que concierne a este trabajo, se diseña para la opción multiusuario donde cualquiera podría utilizar la estación sin necesidad de solicitarlo previamente al dueño de la misma.

Y para la opción elegida, se tiene la posibilidad de escoger entre una cerradura con código numérico que funcione con o sin energía eléctrica. Debido a esta característica, se decidirá el empleo de la cerradura que no necesita fuente de alimentación. Así se ahorrará energía para poder dedicar su mayoría en la función principal de la estación (cargar patinetes) y no otros aspectos como este que, además, supondrán también causas de ineficiencias energéticas.

Es cierto que esta cerradura es menos elegante y parece, a priori, menos segura que la cerradura eléctrica. Pero no es así. Además, tal y como indica

el fabricante⁴⁸, es una cerradura que se adapta bien a la madera y el metal que son los materiales empleados para esta puerta y para la estructura a la cual se fijará, respectivamente.

Esta cerradura estará incrustada en la puerta en la zona que se muestra en el siguiente boceto. El alojamiento que necesita, según el fabricante⁴⁹ es de 34x74.3 mm y el espesor máximo de la placa a la cual puede incrustarse es de 20 mm⁵⁰. A su vez, la longitud de la pestaña que sobresale y quedará fijada a la estructura es de unos 25 mm, por lo que se colocará como máximo a 15-20 mm de distancia del borde:



Boceto 12 - Vista en planta del módulo. Colocación de la cerradura de la puerta. Elaboración propia.

⁴⁸ Todos los datos e imágenes ofrecidos en este apartado se encuentran detallados en la web del proveedor de cerraduras industriales InLock. Fuente: (Inlock, 2021)

⁴⁹ La ficha técnica de la cerradura junto con sus planos se encuentran aquí - Fuente: (Inlock ficha técnica, 2021)

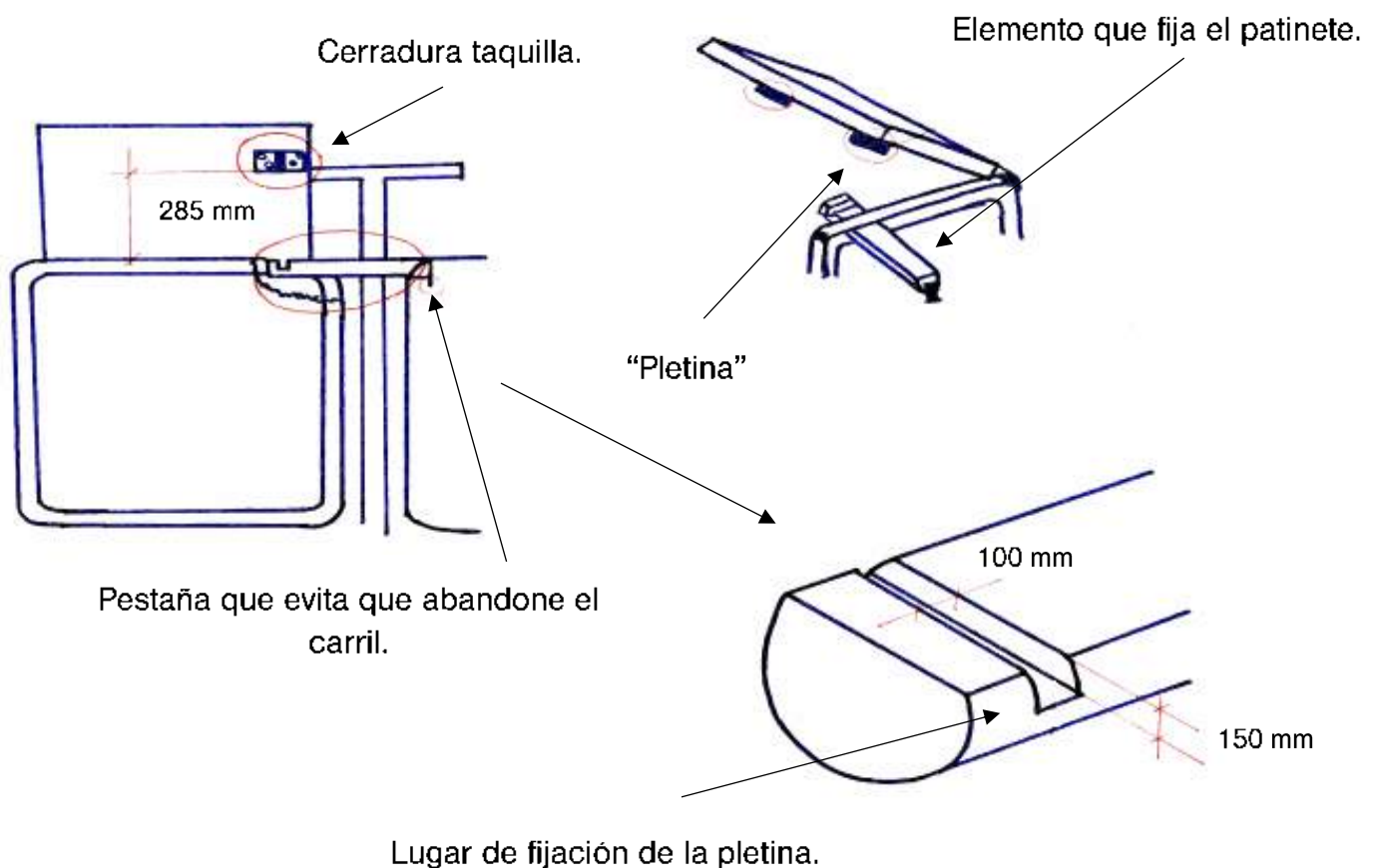
⁵⁰ Por ello la plancha de madera que hará de puerta de la taquilla no tendrá más de 20 mm de espesor.

Anclaje del patinete entre módulos:

La fijación del patinete que quedará anclado entre los módulos se realizará mediante una pequeña barra cilíndrica incrustada en el módulo de la derecha de cada vehículo. Esta barra se situará a la altura del perfil superior del módulo, es decir, a la altura de la puerta de la taquilla.

El mecanismo resulta muy sencillo. La barra, incrustada en dicho módulo, se desplaza y se adentra en el módulo de la izquierda. En el extremo de la barra habrá un pequeño hueco donde encajará una pestaña que estará anclada a la puerta de la taquilla. Así el patinete quedará fijado y seguro en el momento en el que se cierre la taquilla.

Como se ha comentado en varias ocasiones, se busca que la instalación sea lo más sencillo posible de usar. Hacer que la puerta encaje una pestaña y que, simplemente con bajar la puerta y bloquear la taquilla con un código hace que con una sola cerradura queden fijados con seguridad los objetos personales en el interior del módulo y, además, el vehículo.



Boceto 13 - Descripción del sistema de anclaje. Elaboración propia.

Esta barra tendrá una longitud superior a la suma de la separación entre los módulos, que es 110 mm, y la anchura del perfil, que tiene un valor de 40 mm. El valor de esta distancia debe ser 150 mm más el espacio necesario de barra que ocupará el hueco que alojará luego la pestaña de la puerta. En los siguientes bocetos se puede apreciar de forma más precisa:

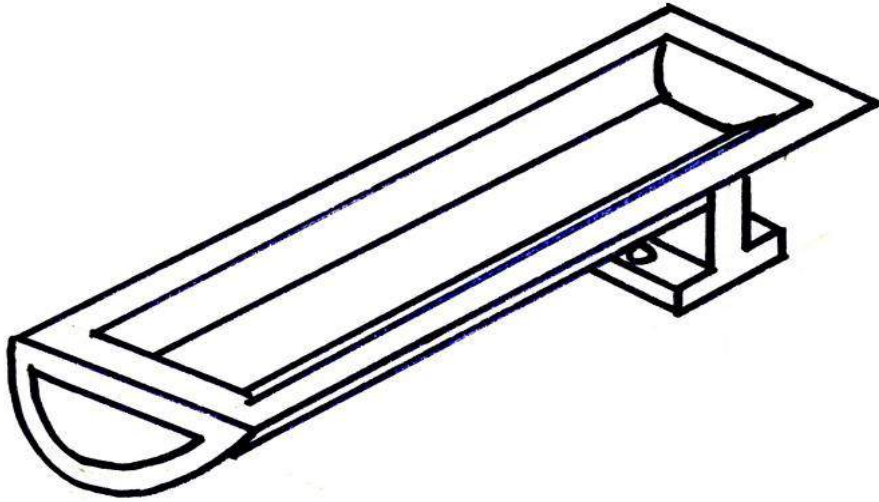
En el boceto anterior se ve claramente donde irá colocado el elemento de fijación de un módulo a otro. En el extremo del mismo se colocará un pequeño hueco que será una suerte de chavetero de unos 10 mm de anchura y 15 mm de profundidad hacia el centro del cilindro. Desde el extremo del cilindro hasta el comienzo de este chavetero se dejará un margen de 15 mm y desde el final del chavetero hasta el otro extremo del cilindro habrá 180 mm. Se sobredimensiona 20 mm en su extremo derecho para que, al estar en voladizo evitar que se venza o tenga un juego en el eje z no deseado.

El cilindro tendrá 50 mm de diámetro y será de acero inoxidable. Cabrá la posibilidad de otorgarle algún recubrimiento con un color distinto o con logotipos corporativos del propietario, etc.

Para que cuadre con el espesor del perfil se le retirará material de la parte superior. En concreto se le retirarán 10 mm que además hará que quede con una parte superior plana. Esto mejora la introducción de la pestaña que haría de chaveta y permite colocarlo al mismo nivel que el perfil de acero de los módulos.

Por otro lado, en el extremo del cilindro que quedará en el interior del módulo de la derecha del patinete se colocará otra pestaña que actuará como tope con el perfil de este módulo para evitar que el cilindro pueda salirse de su lugar. La pestaña se ha representado en posición vertical en este caso y para esta posición el tope lo haría con la plancha de madera del módulo.

El sistema de sujeción del cilindro consistirá en una pequeña estructura de metal en voladizo soldada al perfil del módulo. Se aprecia mejor en el siguiente boceto:



Boceto 14 - Sujeción del cilindro de anclaje. Elaboración propia.

Dimensiones del cuerpo y elementos interiores del módulo:

El cuerpo de cada módulo lo conformarán las panchas de madera y acero que se fijarán al perfil en L que conforma el esqueleto de cada módulo. La sujeción se realizará mediante una unión mecánica que contendrá varios elementos de tornillería por cada plancha.

Para estos tableros se usarán dos tipos de madera. Para las puertas de las taquillas, que servirán a su vez de asiento cuando estén cerradas, se necesitará una madera algo más gruesa y resistente. Es por ello que se empleará un tablero de contrachapado de abedul claro de 6.5 mm de grosor⁵¹.

El resto de tableros al no tener, previsiblemente, que soportar ningún esfuerzo mecánico serán de un espesor bastante menor. Concretamente serán de tablero contrachapado de roble⁵² de 4 mm de grosor⁵³. Ambas opciones resultan económicas y en principio se ajustarían sin problema a las exigencias mecánicas a las que serán sometidas.

Planchas colocadas a lo largo del eje X:

Estos elementos serán los más sencillos ya que solo constan del tablero y un pequeño saliente donde más tarde se anclará una plancha que separará los cables del suelo del módulo de los objetos personales del usuario. Esta tabla tendrá unas dimensiones aproximadas de 430 x 420 mm.

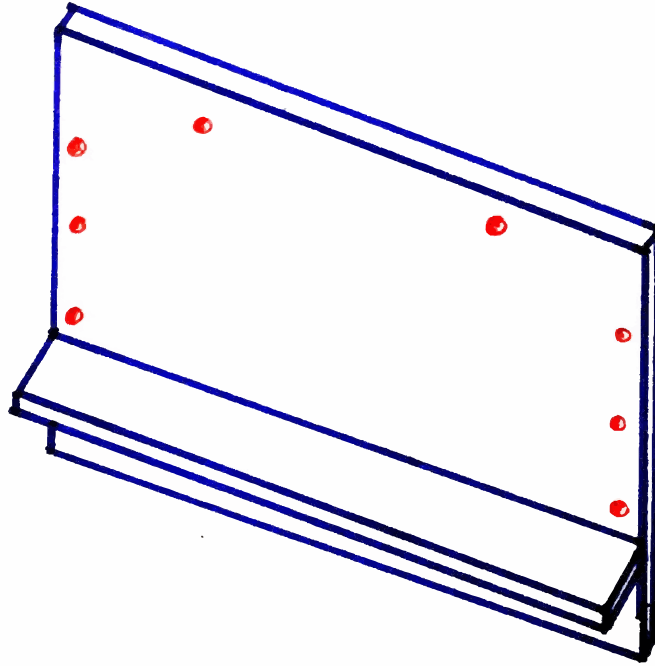
En cuanto a su fijación, se emplearán 12 tornillos del tipo DIN 7505 de cabeza avellanada y de acero inoxidable de Ø3,5x16 mm. Este tornillo se elige porque es idóneo para usarlo en madera. Para mejorar el contacto al metal se empleará una arandela de Ø3 mm.

⁵¹ Fuente: (Bedia y Cabarga, 2021)

⁵² Fuente: (Grupo Cámara, 2021)

⁵³ Los tipos de madera escogidos son simplemente una opción posible de las muchas que existen. En función de la necesidad del cliente o del diseño que se desee, se pueden modificar para cumplir dichos requisitos.

El siguiente boceto representa como sería este tablero:



Boceto 15 - Plancha colocada a lo largo del eje X.
Elaboración propia.

Planchas colocadas a lo largo del eje Y:

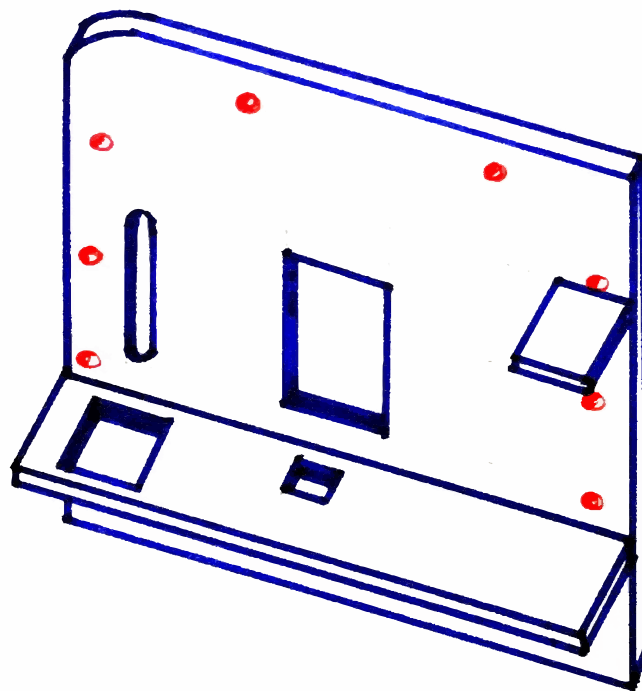
Las planchas del eje Y serán algo más complejas ya que deberán alojar varios huecos. En concreto uno para la caja con los conectores de los patinetes y otro para poder pasar el extremo del cargador personal del usuario, en caso de que lo necesite.

Por otro lado, el tablero deberá tener un saliente donde apoyará una plancha que hará de balda para los objetos y donde además se incluirán el alojamiento de la toma de corriente y un hueco para pasar el cableado hacia la caja de conectores.

Las medidas aproximadas del tablero serán de 580 x 460 mm para cada compartimento. Es decir, se necesitarán dos por cada lado.

Las medidas de los tableros están diseñadas para que entre los dos tableros exista un espacio determinado donde se encajará posteriormente la plancha que servirá de separación entre compartimentos. Para estos tableros también se empleará una fijación mediante 12 tornillos como en el caso anterior de tipo DIN 7505 de cabeza avellanada y de acero inoxidable de $\text{Ø}3,5 \times 16$ mm. A su vez también se emplearán arandelas de $\text{Ø}3$ mm por tornillo.

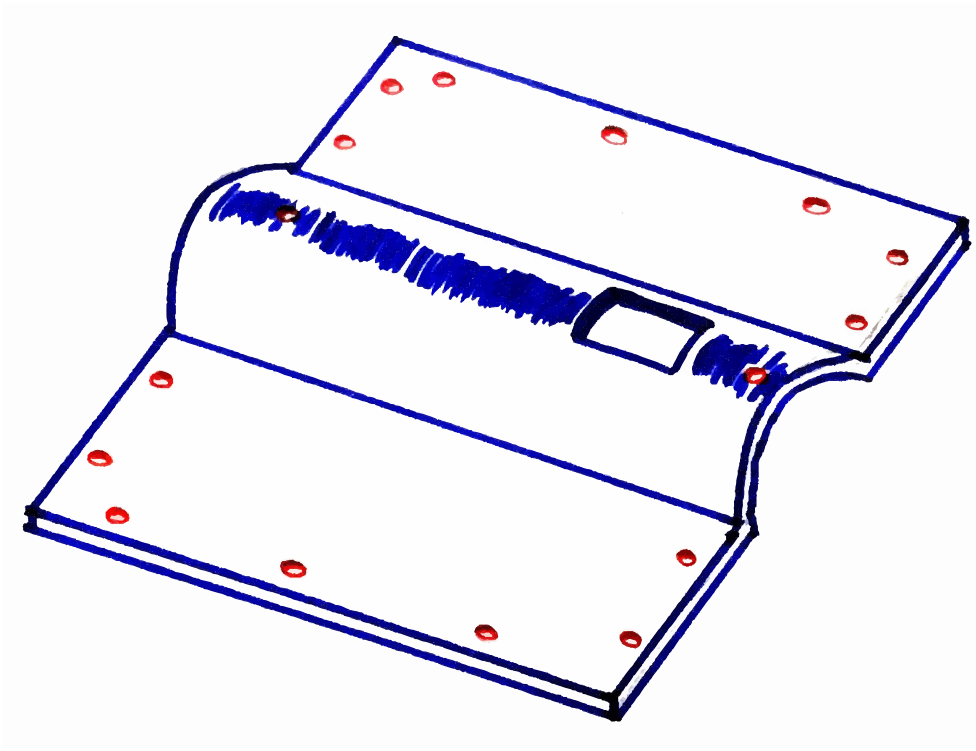
Se aprecia con más detalle en el siguiente boceto:



Boceto 16 - Plancha colocada a lo largo del eje Y.
Elaboración propia.

Suelo del módulo:

Al contrario que el resto de partes que conforman el cuerpo del módulo, esta parte será una plancha de aluminio. Es así porque la plancha no será una placa plana, si no que tendrá en el centro la forma del tubo y resultará más sencillo y económico conformar una plancha fina de aluminio que de madera. Este elemento se fijará al tubo mediante tornillería y al perfil atornillando pletinas que los unan entre sí⁵⁴:



Boceto 17 - Suelo del módulo. Elaboración propia.

Esta se fijará al perfil del módulo mediante una unión mecánica. La fijación se realizará con 16 tornillos tipo DIN 7981 con cabeza alomada de Ø3,9x9,5 mm con un recubrimiento de cincado contra el óxido y la corrosión. La elección se debe a que es un tipo de tornillo adecuado para las uniones entre chapas y que cuenta con el recubrimiento anteriormente mencionado.

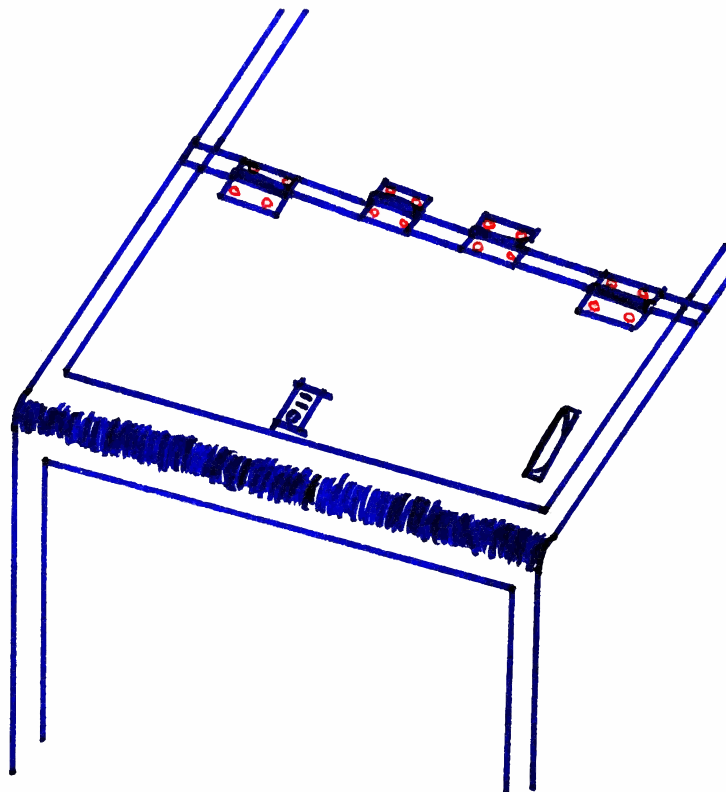
⁵⁴ Este suelo representa el fondo del módulo. No soportará ningún esfuerzo ya que este espacio se reserva para el cableado. El esfuerzo se repartirá entre las placas apoyadas a las planchas laterales y estas serán las que, por medio del perfil, transmitan esa fuerza al tubo.

Puertas del módulo:

Como se definió al inicio de este apartado, las puertas de la taquilla son algo más pesadas por tener un grosor mayor que el resto del cuerpo del módulo. Esto, y el peso que deberá soportar, obligará a emplear un saliente en el interior del perfil donde la puerta apoyará cuando esté cerrada. Así se evita que las bisagras soporten el peso de la puerta y de los posibles usuarios que opten por usarlo como asiento.

Cada plancha de la puerta tendrá unas medidas aproximadas de 420 x 330 mm. La plancha deberá contar con un alojamiento para incluir la cerradura de la taquilla y otro pequeño hueco incrustado en la madera que actúe de agarre para poder levantar la puerta.

Se puede observar el diseño en el siguiente boceto:



Boceto 18 - Puerta del módulo y situación de las bisagras.
Elaboración propia.

Bisagras:

Como se ha comentado, las bisagras no tendrán que soportar el peso sobre la puerta. Así pues, se emplearán dos bisagras continuas de piano de hierro niquelado de 100 mm de longitud. Su espesor será de 1 mm y serán del fabricante de bisagras Franz Holz⁵⁵.

Su anchura con las alas abiertas es de 25 mm por lo que la separación entre compartimentos tendrá que ser como mínimo de 12.5 mm para poder anclar la bisagra.

⁵⁵ Fuente: (Franz Holz, 2021)

Espacio interior:

Con respecto a la distribución del espacio de los compartimentos personales, el objetivo será obtener un espacio donde poder colocar el cableado que pasará por el tubo central y que a la vez pueda ser un espacio usado por los consumidores para depositar objetos personales de manera segura durante el tiempo que permanezcan en el recinto.

La cota 0 en el eje Z de cada módulo equivale a la cota, en el mismo eje, del centro del tubo. Es decir, el tubo alojará la mitad de su volumen en el interior de los módulos lo que significa que este elemento sustraerá cierto espacio de cada compartimento. Es algo que se busca para poder colocar abrazaderas a los módulos y que así quede sujeto al tubo.

En el interior de cada módulo, el tubo tendrá una sección rectangular por donde se podrán sacar los cables para llevarlos a la toma de corriente y a los conectores.

Teniendo esto presente, y sin olvidar que cada módulo ha de llevar dos compartimentos simétricos separados, se deberán diseñar en primer lugar los elementos que separen los objetos de la parte reservada para el cableado, situada en el fondo del módulo.

Baldas para los objetos:

Las baldas serán del contrachapado de roble de 4 mm que se escogió para el cuerpo del módulo. El espacio que tiene el compartimento, si bien es suficiente para objetos personales, no tiene capacidad para objetos muy grandes y por lo tanto pesados. Es por ello que con este material y grosor debería funcionar correctamente para los objetos que se piensa que se depositarán en el interior del compartimento.

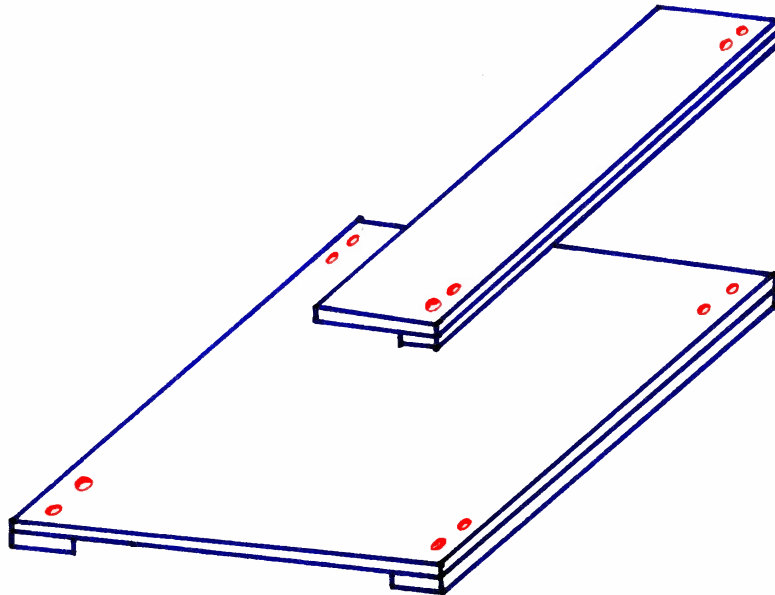
Como quedó definido al inicio del apartado de diseño, cada compartimento contará con dos baldas. Una de ellas se situará justo por encima del tubo por donde pasará el cableado para separar los objetos de la zona utilizada para esto.

La balda inferior será entonces de la anchura completa del módulo y descansará sobre los salientes de la plancha que separa los módulos y de la colocada a lo largo del eje X. Hará pues la función del suelo del módulo.

A una altura mayor, se colocará otra balda de una anchura menor de unos 100 mm. El objetivo de la balda superior es depositar objetos de pequeñas dimensiones para evitar que cueste encontrarlos o puedan olvidarse si se colocan en la balda inferior que es más grande y su acceso es algo más costoso.

El diseño de las baldas es muy sencillo, pues se trata solamente de dos piezas rectangulares las siguientes medidas:

- Balda superior: 488 x 100 x 4 mm.
- Balda inferior: 488 x 300 x 4 mm.



Boceto 19 - Baldas del interior del módulo. Elaboración propia.

En los Bocetos previos como el anterior se ha incluido un pequeño saliente adosado a la plancha exterior donde se atornillarían las baldas. Este diseño tiene el inconveniente de que aumentaría de una manera inútil el peso de cada módulo y con ello, la carga que debe soportar el tubo. Se ha pensado que tendría mucho más sentido colocar unas pequeñas escuadras de metal donde de igual forma quedarían las baldas atornilladas y ocuparían menos espacio y se reduciría bastante el peso y el coste de la fijación de las mismas.

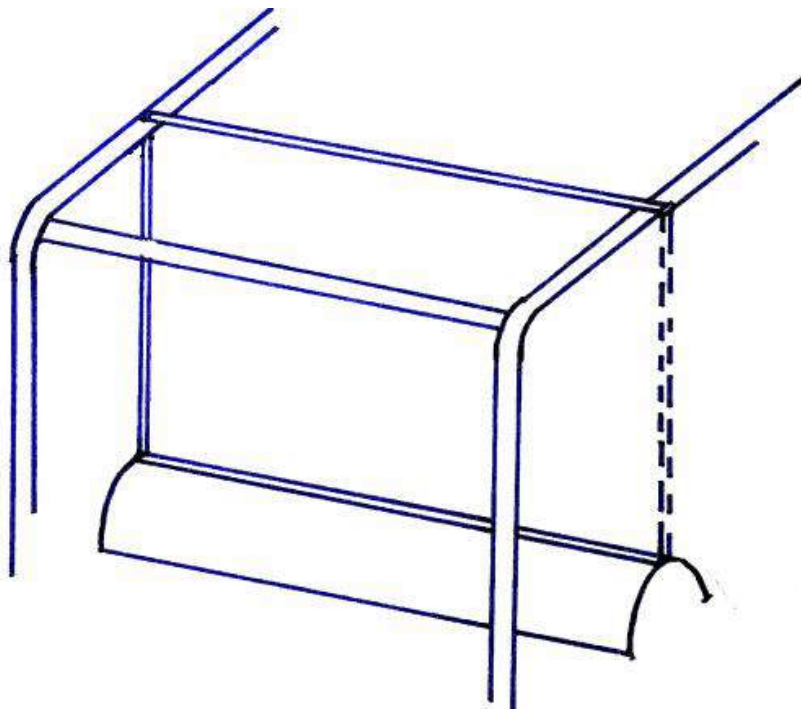
Para la balda inferior que será la que más peso tendrá que soportar, se colocarán en total 4 escuadras de 90 x 90 mm reforzadas.

En el caso de la balda superior serán colocadas otras 4 escuadras de 70 x 70 mm también reforzadas. El objetivo de colocar varias escuadras en la balda superior es que no se incline con el uso y se mantenga horizontal, al encontrarse esta en voladizo.

Elemento separador de los compartimentos:

En cuanto a la plancha que dividirá el módulo en dos, no es más que un tablero del mismo material. Su espesor igualmente será de 4 mm ya que se puede prever que no tendrá apenas requerimiento mecánico, salvo sostener parte del peso de las baldas, el cual no será muy elevado. Este tablero se encajará entre los tableros colocados en el eje Y y con la placa superior de acero donde se atornillarán las bisagras.

En su parte inferior al tablero se le dará una pequeña curvatura para que encaje con el cilindro inferior donde irá apoyado. De esta manera el tablero quedará fijado sin necesidad de atornillarlo al cilindro inferior.



Boceto 20 - Tablero que separa los compartimentos. Elaboración propia.

Diseño y dimensiones de la estructura y del apoyo del tubo a los elementos de los extremos:

En último lugar se definirá la estructura que dará cobijo a la estación y que soportará los paneles solares. Se recuerda que cada grupo de módulos tendrá una longitud aproximada de unos 5 metros y, por lo tanto, acogerán dos paneles cada uno.

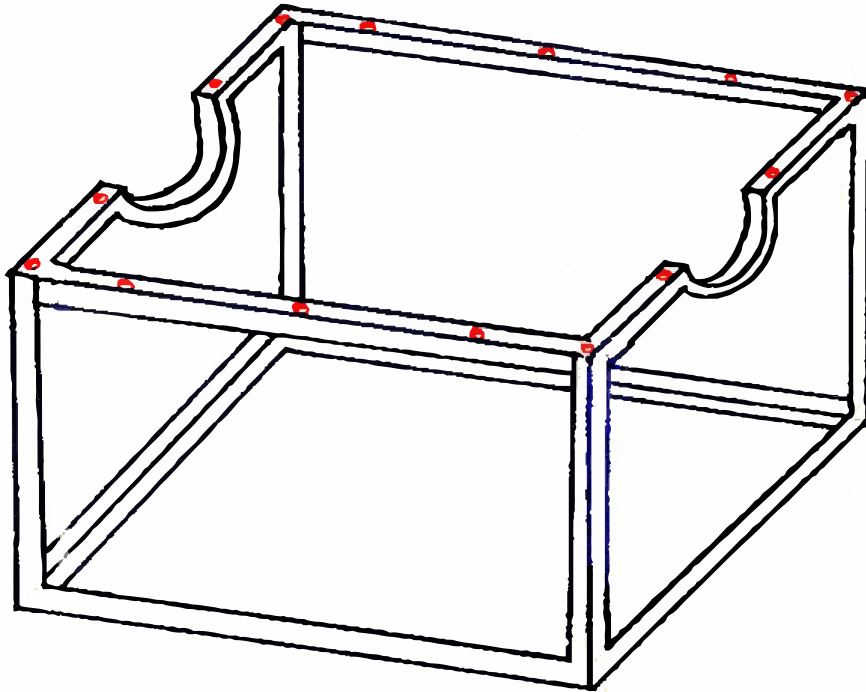
También se definirán los apoyos en los módulos de los extremos donde el tubo descansará y que transmitirá las fuerzas al suelo.

Módulos de los extremos:

Los módulos que se encuentran en ambos extremos de cada grupo de módulos serán los que estén anclados a la estructura y al suelo. Estarán compuestos por dos piezas separadas que se unirán mecánicamente. La parte superior será la caja que se ha definido a lo largo de todo el apartado anterior⁵⁶. Esta parte se atornillará a la parte baja, que será la que se ancle al suelo. Por otro lado, la parte inferior será una continuación de las cajas, siendo un cubo formado por el perfil en L de 40 mm. A su vez, tendrá los apoyos necesarios para que se pueda colocar el tubo de manera adecuada.

⁵⁶ Los patinetes se cargan desde el módulo de la izquierda y se anclan con una barra que se aloja en el módulo de su derecha. Es por esto que el módulo exterior izquierdo tendrá que tener cableado, pero no una barra de anclaje. En cambio, el módulo del extremo derecho solo tendrá que tener una barra de anclaje y no cableado. De esta forma se consigue evitar llevar el cableado más lejos de lo necesario y evitar así más pérdidas.

El cubo inferior será algo parecido al siguiente boceto:



Boceto 21 - Cajón inferior. Elaboración propia.

En este caso el cubo tendrá una plancha en la parte inferior que hará de suelo donde se colocarán, por ejemplo, las baterías en el caso de los cubos centrales. Los cubos de los extremos irán completamente vacíos y solo servirán para transmitir las fuerzas recogidas por el tubo al suelo.

El cuerpo del cajón inferior estará compuesto como el de todos los módulos. Se le atornillarán las planchas de contrachapado de roble de 4 mm de espesor.

Diseño de la marquesina:

La marquesina en este caso es de una importancia vital para cumplir los objetivos que se marca el trabajo actual. Su funcionalidad será doble. Por un lado, protegerá de las inclemencias del tiempo a los patinetes y a los módulos de carga, con los efectos personales de los usuarios recogidos dentro. Con esto se evita el desgaste de los materiales como la madera o el acero por efectos como la corrosión u oxidación provocadas por la lluvia, el sol... y se consigue reducir la necesidad de mantenimiento de esta parte de la instalación.

Y, por otro lado, servirá de soporte para la colocación de los paneles fotovoltaicos que proveerán de energía a cada grupo de módulos de carga.

El diseño de la estructura de la marquesina será algo distinto de lo que resulta una marquesina habitual. La marquesina contará con dos cubiertas con un grado de inclinación propio y una unión reticulada entre dinteles y pilares.

La vista de perfil de la estructura sería semejante al siguiente boceto:

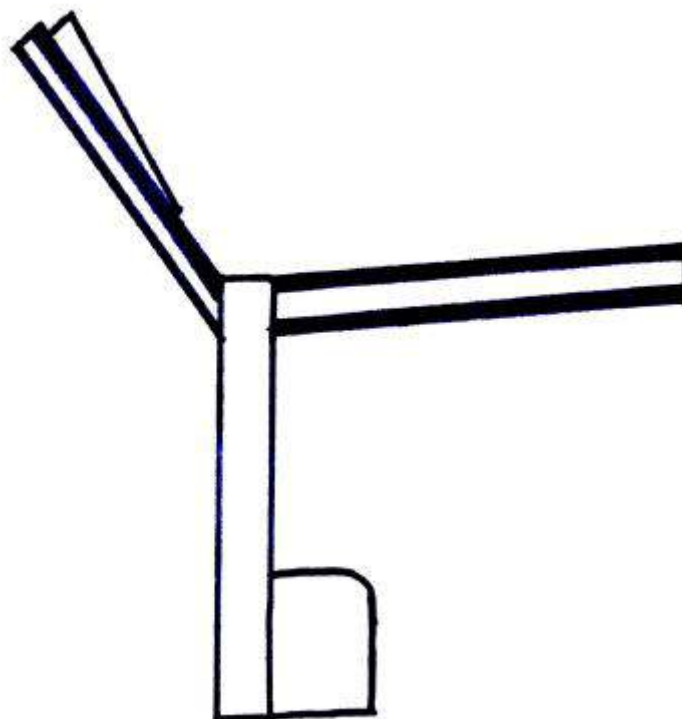


Ilustración 35 - Vista de perfil de la estructura.
Elaboración propia.

Al realizar el diseño de la cubierta se deseaba que los módulos fotovoltaicos llamaran la atención lo mínimo posible. Evitando que las placas solares sean las protagonistas del diseño, se consigue que el usuario pueda centrar su atención en lo realmente importante, como son las taquillas, el anclaje o el objeto publicitario iluminado.

Con una única cubierta, como se ha propuesto anteriormente en este trabajo, los paneles tendrían mucho protagonismo, como se ve en este boceto:

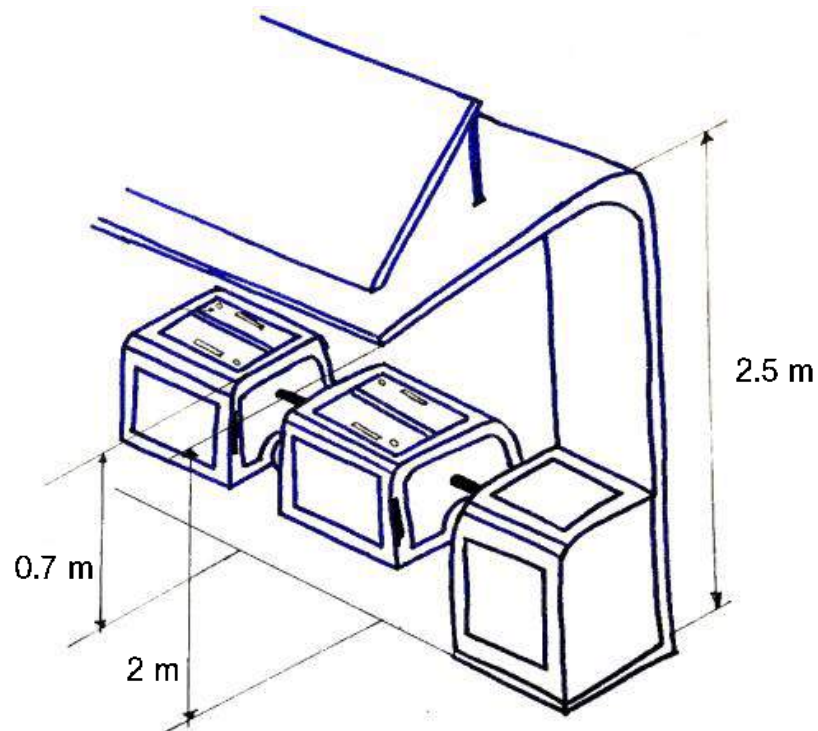


Ilustración 36 - Boceto previo con un diseño preliminar de la estructura. Elaboración propia.

Sin embargo, se ha añadido una segunda cubierta, que además sirve para proteger a los patinetes anclados sin carga⁵⁷, con una inclinación de 30° para incluir en esta los módulos fotovoltaicos prácticamente con la inclinación que necesitan según los cálculos realizados previamente.

De esta manera, los paneles pasan desapercibido con la estructura, sobresaliendo tan solo 8,5° de la misma.

⁵⁷ En los bocetos previos no se contemplaba una cubierta para la fila de patinetes que simplemente estuvieran fijados a la estación. Esto queda solucionado con el nuevo diseño.

Se tendría finalmente una estructura como la siguiente:

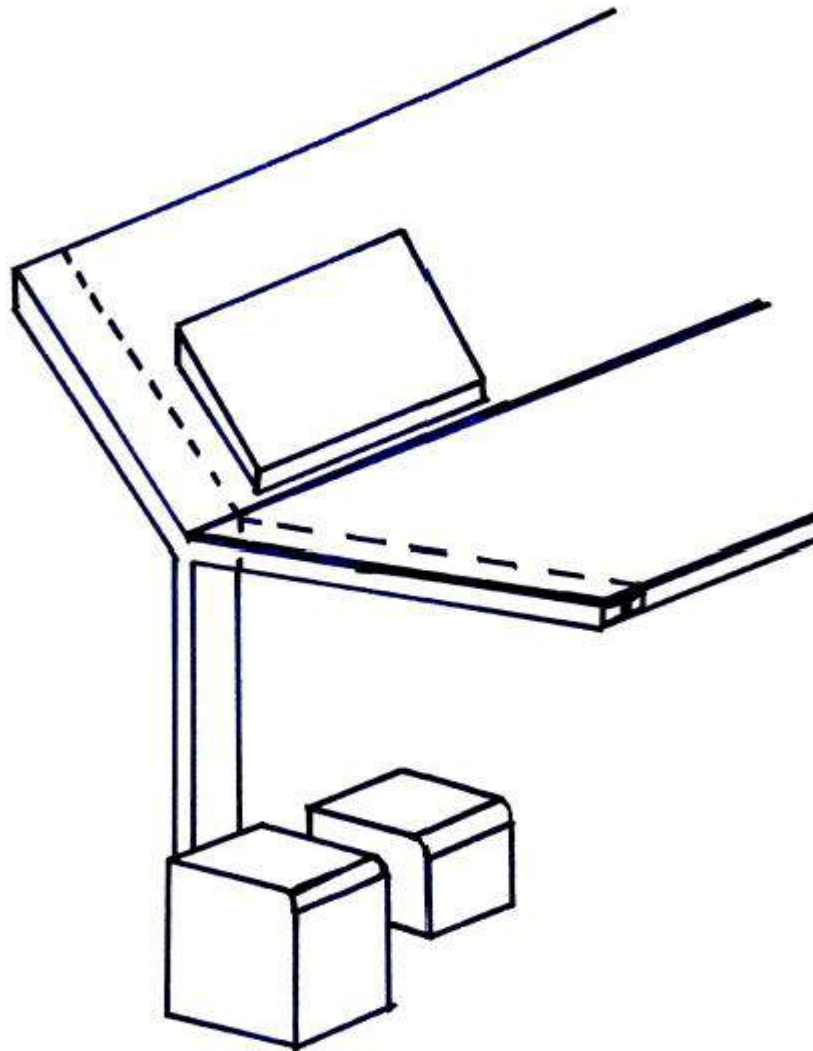


Ilustración 37 - Estructura en vista isométrica.
Elaboración propia.

Obsérvese como la estructura queda dividida en dos cubiertas distintas, con distintos ángulos. La cubierta izquierda tendrá 30° de inclinación y la derecha 5° . Hay que ser cuidadoso a la hora de colocar los paneles ya que cuando los rayos del sol incidan de forma horizontal, la cubierta de la derecha podría arrojar sombra sobre las placas y hacer que estas perdieran capacidad de generación.

Para evitar esto hay que calcular la altura a la cual habrá que situar las placas. Esto se hará de la siguiente manera:

- Longitud de la cubierta de derecha:

En X el valor de su longitud se quiere que sea de 2 m. Por lo que teniendo en cuenta su inclinación de 5 ° el valor real de su longitud será:

$$\text{Longitud X} = \frac{2}{\cos(5^\circ)} = 2.0076 \text{ m}$$

Esta longitud se empleará más adelante en los cálculos de la estructura. Como antes, la longitud en el eje Z de la cubierta será:

$$\text{Longitud Z} = 2.0076 \cdot \text{sen}(5^\circ) = 0.18 \text{ m}$$

Por lo que se tendrán que situar las placas al menos a 0.2 m, por seguridad para evitar que la cubierta derecha tape a los módulos fotovoltaicos.

El valor de la longitud de la cubierta izquierda se quiere que sea de 1.5 m para poder colocar las placas de 1 m de anchura a una distancia adecuada del punto de unión. Por lo que teniendo en cuenta su inclinación de 30 ° el valor real de su longitud será:

$$\text{Longitud X} = 1.5 \cdot \cos(30) = 1.30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Z} = 1.5 \cdot \text{sen}(30) = 0.75 \text{ m}^{58}$$

Lo que supone que hay que colocar las placas a una distancia desde el punto de unión de:

$$\text{Distancia} = 0.2 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 0.4 \text{ m}$$

Esta será la distancia real de dintel que habrá que tener en cuenta para colocar las placas desde el punto de unión reticulado.

Una vez calculada la distancia a la cual deben ir los módulos fotovoltaicos, se va a calcular los dinteles y los pilares según el Código Técnico de la Edificación (CTE) para asegurar su estabilidad y seguridad.

⁵⁸ Siendo el pilar de 2 metros de altura, la altura máxima de la instalación será de 2.75 m. Resultará importante este dato para el cálculo de la estructura según CTE.

CÁLCULO

En este apartado se van a realizar los cálculos necesarios para asegurar la estabilidad de la estación. Se calculará la capacidad del tubo que sostiene los módulos y se determinará que diámetro y espesor que debe tener para poder soportar, con un factor de seguridad determinado, los requerimientos mecánicos.

A su vez, se empleará el CTE para dimensionar los pilares y los dinteles de la estructura y asegurar de esta manera su estabilidad estructural y que la instalación cuente con todas las garantías de seguridad.

Cálculo del tubo de acero:

Previo al cálculo de la sección del tubo, se tendrán que estudiar los esfuerzos a los que este se verá sometido. Es decir, a las fuerzas asociadas al peso que va a soportar.

El peso total será la suma del peso de los módulos, los cuales serán 5 módulos en este caso ya que los otros dos apoyan directamente en el suelo, y los pesos asociados a los objetos que se dejen en el interior de los módulos y a los usuarios que puedan sentarse puntualmente sobre los módulos.

Es por ello que se va a realizar una estimación de estos pesos elemento por elemento para, una vez conocidos estos datos, calcular la sección que convendría colocar para que no hubiera problemas de resistencia del material.

Peso del módulo:

Peso del perfil metálico del módulo:

El material del que está compuesto el perfil del módulo es un perfil en L de acero AISI 304. El peso por metro de este perfil y de este material es de 2.42 kg/m⁵⁹. Por lo que, conociendo las medidas del perfil, solo habrá que multiplicarlo por el peso por metro y se obtendrá el resultado:

El perfil cuenta con:

- 4 tramos de 0.450 m que equivalen a **1.8 m**.
- 2 tramos de 0.500 m que equivalen a **1 m**.
- 4 tramos de 0.480 m que equivalen a **1.92 m**.
- 2 tramos de 0.600 m que equivalen a **1.2 m**.
- 3 tramos de 0.42 m que equivalen a **1.26 m**.
- 4 tramos de 0.260 m que equivalen a **1.04 m**.
- 2 tramos de 0.250 m que equivalen a **0.5 m**.

Lo que arroja un valor total de: **8.72 m**

El cuál multiplicado por los 2.42 kg/m que pesa este perfil da un valor total de:

$$2.42 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \cdot 8.72 \text{ m} = \mathbf{21.10 \text{ Kg}}$$

⁵⁹ Dato del peso. Fuente: (Alacer Mas, 2021)

Peso del suelo del módulo:

Para el suelo se ha buscado un material más liviano, pero también que tuviera una buena resistencia. La plancha inferior es de un tamaño considerable y hacerla de acero inoxidable supondría mucho peso extra. Por ello se ha decidido colocar una chapa de aluminio de 4mm de espesor. El aluminio es un buen material para el exterior y tiene un peso de 2700⁶⁰ kg/m³ por los 7950 kg/m³ del acero inoxidable.

El suelo se divide en varias zonas. Dos zonas planas y una zona semicilíndrica. Por lo que el suelo contará con:

- 2 planchas de 0.42 x 0.211 x 0.004 m que equivale a **0.000708 m³**.
- Zona semicilíndrica - Perímetro: 0.210 x 0.42 x 0.004 m lo que equivale a **0.000352 m³**.

El volumen total será de: **0.00106 m³**.

Conocido el peso por m³ del aluminio, se obtiene que la placa inferior pesará:

$$0.00106 \text{ m}^3 \cdot 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{2.864 \text{ Kg}}$$

⁶⁰ Datos de los pesos. Fuente: (Inge Mecánica, 2021)

Peso de las planchas en el eje X e Y del módulo y elementos interiores:

Las planchas de los ejes X e Y que conforman el cuerpo del módulo serán de contrachapado de roble de 4 mm de espesor. El peso de este material es de unos 2.1 Kg por m² para este espesor⁶¹.

Se tienen 4 planchas, con las siguientes medidas:

- 2 planchas de 0.43 x 0.42 m que equivale a 0.186 m².
- 2 planchas de 0.580 x 0.460 m, a lo que restándole la zona de paso del cilindro de 0.0149 m² equivaldrá a 0.2518 m².
- 1 plancha separadora de 0.492 x 0.407 m que será 0.200 m².
- 2 baldas de 0.484 x 0.310 m que da una superficie de 0.1500 m².
- 2 baldas de 0.484 x 0.100 m que da una superficie de 0.0484 m².

Esto da un total de: 0.836 m².

Conocido el peso por m² del material, el peso será:

$$0.836 \text{ m}^2 \cdot 2.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1.755 \text{ Kg}$$

⁶¹ La plancha de 2,4 x 1,2 m tiene un peso de 6 Kg. De donde se deduce el peso por m². Fuente: (Grupo Cámara, 2021)

Peso de las puertas de la taquilla:

Para las puertas se ha escogido un material similar al contrachapado de roble que es el contrachapado de abedul. El grosor de este contrachapado será superior al del resto de tableros ya que requiere algo más de resistencia por el uso que se le va a dar. Por ello el grosor seleccionado en este caso será de 6.5 mm.

El material tiene una densidad de $\rho^{62} = 680 \text{ Kg/m}^3$.

Las puertas son de aproximadamente 0.420 x 0.305 m que equivale a 0.128 m², por lo que ambas puertas tendrán una superficie de 0.256 m².

Conocido el espesor del material, se tiene un volumen de 0.256 m² x 0.0065 = 0.001664 m³.

Por lo tanto, el peso de las puertas será de:

$$0.001664 \text{ m}^3 \cdot 680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.132 \text{ Kg}$$

Reuniendo todos estos pesos y despreciando los pesos del cableado y de algunos elementos como bisagras, tornillos, etc. Se tiene un peso total por módulo de:

$$21.10 \text{ kg} + 2.864 \text{ kg} + 1.755 \text{ kg} + 1.132 \text{ kg} = 26.85 \text{ kg}$$

⁶² Densidad de la madera de abedul. Fuente: (Wood Products, 2021)

Dimensionado:

La carga que supondrá cada módulo (5 módulos en total), será el resultado de la suma anteriormente elaborada más una estimación a mayores del peso de aquellas personas que puedan estar usando los módulos como asiento y de los objetos personales que los usuarios dejen en el interior de las taquillas.

Observando el peso medio de las personas en España se estima que el peso a mayores por cada módulo será de unos 80 kg⁶³. Se supondrá para el cálculo algo inusual como que todos los módulos estuvieran siendo usados como asiento a la vez, por lo que esta carga habrá que añadirla por cada uno de los 5 módulos que sostiene el tubo.

Además de esto, el peso estimado de los artículos personales que los usuarios pueden dejar en el interior de la taquilla se supondrá como de 5 kg. Es un valor muy alto para los enseres que se espera que se puedan almacenar en la estación, pero de nuevo se prefiere mayorar todas las cargas para asegurar la funcionalidad de la estación y su integridad estructural.

Es decir, el peso total por módulo sería de:

$$26.851 + 80 \text{ kg} + 5 \text{ kg} = 111.85 \text{ kg}$$

Contando que habrá 5 módulos en un espacio de 3.16 m de tubo y teniendo en cuenta que es simétrico y está distribuido de una manera simétrica, se puede suponer una carga continua de valor igual a:

$$\frac{111.85 \text{ kg} \cdot 5 \text{ modulos}}{3.16} \cdot 9.8 = 1734.382 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Se mayorar la carga con un factor de seguridad de 2 para asegurar la solidez del tubo:

$$1734.382 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 2 = 3468.76 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

⁶³ El peso medio en realidad es de 78,5 kg, pero se redondea por encima para añadir otro pequeño factor de seguridad a mayores. Fuente: (Web Salud, 2021)

Para el cálculo se ha de considerar que el tubo está estático y no habrá efectos de fatiga. También se considerará solo los esfuerzos de flexión y no se considerará la torsión al tener, previsiblemente, valores muy bajos.

Para obtener las tensiones de flexión del tubo se han de considerar los momentos y la gráfica de momentos para un tubo que actuará como una viga biempotrada. Las gráficas de momentos son:

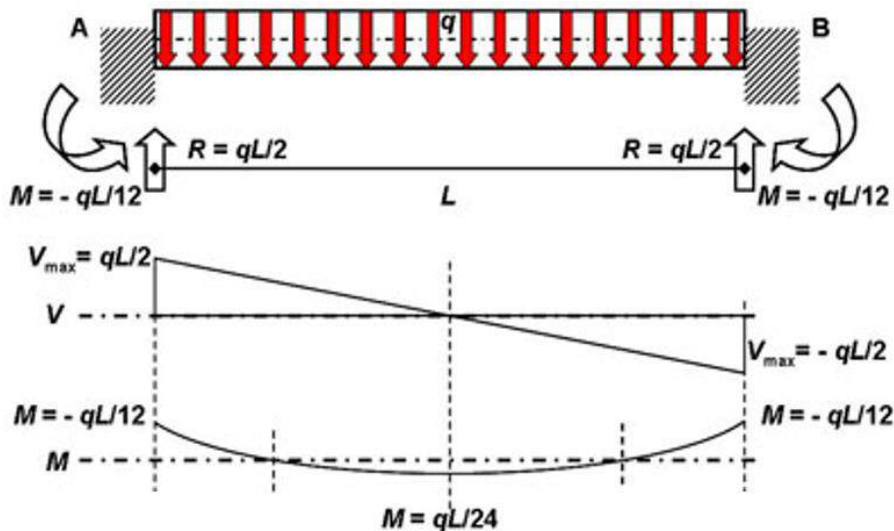


Ilustración 38 - Gráficos de cortantes y momentos. Fuente: (Web del Profesor, 2021)

Se puede observar como los momentos máximos se dan en los empotramientos y, por lo tanto, será esa sección la que habrá que calcular. En este caso la sección será siempre la misma y de un acero AISI C1144 el cual es un material dúctil.

Para estos materiales se empleará el criterio de Von-Mises que es el siguiente:

$$\sigma_{\text{Máx}}^{\text{eq}} = \frac{S_y}{n}$$

Siendo:

- $\sigma_{\text{Máx}}^{\text{eq}}$ = Tensión máxima equivalente.
- S_y = Resistencia a fluencia del material: $5835 \text{ Kg/cm}^2 = 572.218 \text{ MPa}$

- N = Factor de seguridad. En este caso se añadirá un factor de seguridad de 2, sin contar con la mayoración de la carga previamente calculada.

Para calcular $\sigma_{Máx}^{eq}$ se emplea la siguiente fórmula:

$$\sigma_{Máx} = \frac{M_{Máx} \cdot 32}{\pi \cdot d^3}$$

Siendo:

- $M_{Máx}$ = El máximo momento que sufre el tubo. En este caso se da en el empotramiento y tiene un valor de:
 - q = Carga distribuida.
 - l = Longitud del tubo.

$$M_{Máx} = \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{\left(3468.76 \frac{N}{m}\right) \cdot 3.16^2 \text{ m}^2}{12} = 2886.47 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- d = Diámetro de la sección del cilindro.

Por lo tanto, el valor del $\sigma_{Máx}$ será:

$$\sigma_{Máx} = \frac{2886.47 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 32}{\pi \cdot d^3 \text{ m}^3} = \frac{29401.34}{d^3} \cdot 10^{-6} \rightarrow \text{Para tener MPa}$$

La incógnita es el diámetro de la sección de cilindro macizo que se necesitaría para soportar estos esfuerzos. Todos los cálculos irán en función de esta variable hasta que al final, conocidos S_y y n , se obtenga este diámetro.

El valor de $\sigma_{Máx}^{eq}$ se obtiene de la siguiente manera:

- τ_{xy}^2 = Tensiones provocadas por los esfuerzos de torsión. En este caso se desprecian.

$$\sigma_{Máx}^{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_{xy}^2}$$

Por lo que:

$$\sigma_{\text{Máx}}^{\text{eq}} = \sqrt{\sigma_x^2} = \sigma_x^2 = \frac{29401.34}{d^3} \cdot 10^{-6}$$

Empleado la fórmula anteriormente mencionada de Von Mises, se obtiene el valor de d:

$$\sigma_{\text{Máx}}^{\text{eq}} = \frac{S_y}{n}$$

$$\frac{29401.34}{d^3} \cdot 10^{-6} = \frac{572.218 \text{ MPa}}{2}$$

$$d = 0.04683 \text{ m} = 46.83 \text{ mm}$$

Por lo que la sección necesaria será de:

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{0.04683}{2}\right)^2 \text{ m} = 0.001722 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta que nuestra sección será un tubo y que se ha seleccionado un diámetro externo de 0.13 m, con la sección calculada se podrá obtener un valor del diámetro interno y así un espesor⁶⁴:

$$A = \pi \cdot (r_s^2 - r_i^2) \rightarrow 0.001722 = \pi \cdot (0.065^2 - r_i^2)$$

$$r_i = 0.0606 \text{ m} = 60.63 \text{ mm} \rightarrow D_i = 121.27 \text{ mm}$$

Por lo que el espesor necesario será de aproximadamente:

$$e = 4.3627 \text{ mm}$$

64 El espesor será seleccionado como el espesor comercializado por encima del calculado más próximo a este resultado.

Con estos datos, se observa cual será el espesor comercializado más próximo para tubos de 0.13 m de diámetro:

Se seleccionará un tubo de 130 mm de diámetro con un espesor de 10 mm⁶⁵. Ampliamente superior al calculado debido a las dificultades para encontrar distintos espesores para el diámetro seleccionado.

Aun así, se prefiere colocar un espesor superior ya que no se han tenido en cuenta las reducciones de sección, agujeros en el tubo, necesarios para introducir el cableado en los módulos y que complicaría excesivamente el cálculo.

Por lo tanto, el tubo empleado será de:

$$\varnothing_{\text{Exterior}} = 130 \text{ mm} \rightarrow \varnothing_{\text{Interior}} = 110 \text{ mm} \rightarrow \text{Espesor} = 10 \text{ mm}$$

⁶⁵ Proveedor: Incafe200. Fuente: (Incafe2000, 2021)

Cálculo estructural:

Para llevar a cabo el cálculo de la estructura, en concreto de los pilares que sostendrán la cubierta, se sigue el Código Técnico de la Edificación (CTE). En concreto se usará el apartado SE-A de acciones en la edificación.

Las acciones que serán calculadas serán:

- Peso propio.
- Sobrecarga de uso.
- Sobrecarga de viento.
- Sobrecarga de nieve.

- Peso propio:

El peso que se tendrá en cuenta en este apartado será el propio peso de los elementos estructurales como los pilares, los dinteles y la cubierta y, además, los pesos de los módulos fotovoltaicos que especifica el fabricante.

Módulos fotovoltaicos:

Cada grupo de módulos cargará el peso de dos módulos de 2 m² cada uno y de un peso de 23 Kg. Es decir, 11.5 kg/m².

$$11.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 9.8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 112.7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2^{66} \text{ m} \cdot \frac{1}{1000} \left(\frac{\text{kN}}{\text{N}} \right) = \mathbf{0.2254 \text{ kN/m}}$$

⁶⁶ Cada dintel soporta el peso de un módulo fotovoltaico que tiene 2 m² de superficie.

Cubierta:

Los pilares tendrán que soportar el peso de dos cubiertas independientes. La cubierta izquierda tendrá unas dimensiones de 1.5m x 5m, lo que supone una superficie de 7.5 m². Mientras que la derecha tendrá unas dimensiones aproximadas de 2m x 5m, que equivale a una superficie de 10 m².

Para las cubiertas se ha seleccionado una chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de espesor. Se trata del modelo MT-44 Ibiza de la marca Hiansa⁶⁷.

Según fabricante, el peso de la cubierta es de 6.87kg/m², por lo que el peso total de la cubierta supondrá un total de:

$$7.5 \text{ m}^2 + 10 \text{ m}^2 = 17.5 \text{ m}^2 \rightarrow 17.5 \text{ m}^2 \cdot 6.87 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 120.22 \text{ kg}$$

Con esto se obtiene un valor de **0.235 kN/m**.

Correas:

La estructura contará con al menos 5 correas del tipo IPE 80. Sobre estas descansará la cubierta y transmitirán los esfuerzos internos a los dinteles.

El peso dado para este perfil es de 6.30 kg/m⁶⁸, por lo que se obtiene un valor de unos 157.5 kg para las correas, es decir, **0.3087 kN/m**.

Dinteles:

Se contará con cuatro dinteles que transmitirán las fuerzas a los pilares. Los dinteles serán del tipo IPE 120⁶⁹ de acero inoxidable con un peso de 10.4 kg/m.

Cada cubierta tendrá dos dinteles, siendo los de la cubierta derecha de una longitud de 2 m y los de la cubierta izquierda de 1.5 m. Teniendo en cuenta el peso por metro especificado anteriormente, el peso total de los dinteles será de 36.4 kg.

Es decir **0.2 kN/m**.

⁶⁷ Cubierta. Fuente: (Hiansa, 2021)

⁶⁸ Viga IPE. Fuente: (Incafe2000, 2021)

⁶⁹ Perfil dintel. Fuente: (Prontuarios.info, 2021)

En total se tendrá una carga permanente de:

$$G = 0.2254 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 0.235 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 0.3087 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 2^{70} \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 2.769 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

⁷⁰ En la fórmula se incluye 2 kN/m en lugar de 0.2 kN/m. Esto se debe a que en un principio se dimensionó la estructura con un perfil HEB200 y se observó que era un perfil demasiado grande. El peso del perfil bajó mucho, pero se mantuvo el valor de 2 kN/m para añadir un factor de seguridad a mayores de lo recogido por el CTE. El perfil final es un IPE120 que resiste los esfuerzos con la carga de peso propio de un perfil mayor, por lo que su carga real la soportará fácilmente.

- Sobrecarga de uso:

La estructura que se define para este trabajo entra en la categoría, según CTE, tipo G Cubiertas accesibles únicamente para conservación:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 11 - Tabla 3.1 valores característicos de sobrecarga de uso según CTE.

Según la tabla anterior, se tendrá que contar un con valor adicional de 0.4 kN/m² al contemplar que en alguna ocasión la cubierta necesitará mantenimiento. El hecho de que sea exclusivamente para su mantenimiento se reflejará posteriormente en la combinación de todas las acciones con los coeficientes de ponderación.

Como es una carga por unidad de superficie habrá que multiplicarla por la longitud que afectará a cada dintel que será la mitad de los 5 metros que ocupa la cubierta, es decir, 2.5 m.

$$Q_u = 0.4 \text{ kN/m}^2 \cdot 2.5 \text{ m} = \mathbf{1 \text{ kN/m}}$$

- Sobrecarga de viento:

La acción que realiza el viento sobre las cubiertas será una fuerza perpendicular a las mismas que responde a la siguiente fórmula:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

- q_b = Presión dinámica del viento. Función del emplazamiento geográfico.
- C_e = Coeficiente de exposición. Función de la altura del punto considerado y de la aspereza del entorno.
- C_p = Coeficiente eólico o de presión. Función de la forma y orientación de la superficie.

El valor de q_b para la ciudad de Valladolid donde se encontrará esta estructura tendrá un valor de:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot V_b^2$$

- ρ = Densidad del aire.
- V_b = Valor básico de la velocidad del viento.

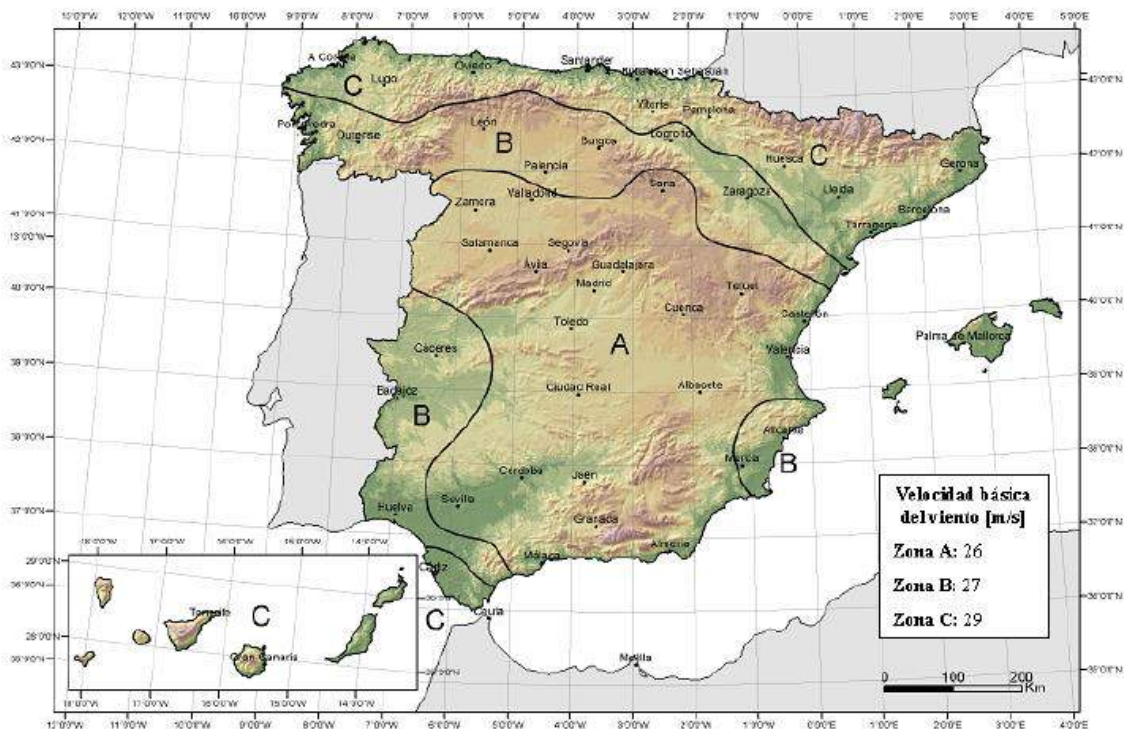


Ilustración 39 - Presión dinámica del viento en España.

Formando parte Valladolid de la zona A en el mapa, el valor del q_b será de 0.42 kN/m^2 , con una velocidad básica del viento de 26 m/s .

En cuanto al valor del coeficiente de exposición C_e , se debe consultar la tabla D.2 del CTE para, según el entorno donde se sitúe la estructura, se apliquen unos coeficientes u otros:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 12 - Coeficientes según altura para el C_e . CTE.

Se puede apreciar que, al ser una instalación pensada para funcionar en los exteriores de la fábrica Michelin Valladolid, la zona será una zona industrial. Como la estructura tendrá un valor no superior a los 3 metros, el valor para el C_e seleccionado será de:

$$C_e = 1.3$$

Por último, el coeficiente de presión C_p será distinto para cada una de las cubiertas que tiene la estructura. Por ello se calcularán de manera individual:

- Cubierta derecha:

La cubierta derecha tendrá una inclinación de 5° .

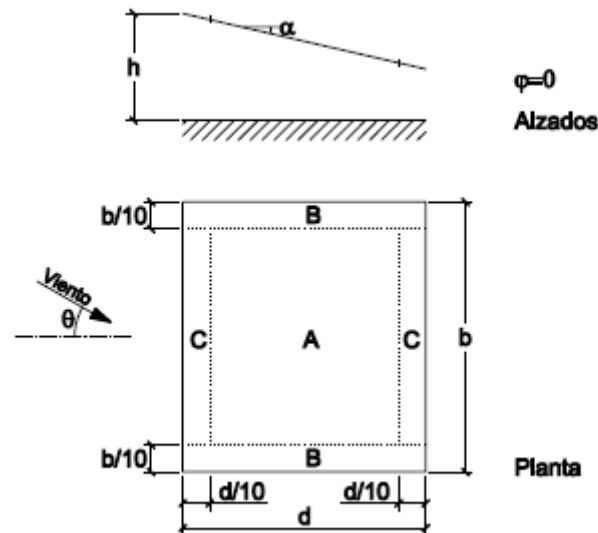


Ilustración 40 - Esquema del CTE para marquesinas a un agua.

El coeficiente de obstrucción se supondrá cero al no tener esta estructura ningún tabique que impida el paso del viento por debajo de la cubierta.

Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5

Tabla 13 - Coeficiente de presión exterior. Factor de obstrucción en 5 grados. Fuente: CTE

Según la tabla anterior, el coeficiente de presión C_p para cada caso resultará tener los siguientes valores:

$$C_p = 0.8 \text{ (Presión)}$$

$$C_p = -1.1 \text{ (Succión)}$$

Conocidos todos los valores de la fórmula de la carga de viento, se obtienen dos resultados posibles:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$$q_{v1} = 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.3 \cdot 0.8 = 0.4368 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v2} = 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.3 \cdot -1.1 = -0.6006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Como lo que resulta útil es la carga sobre los dinteles, habrá que multiplicar estos valores por los metros de cubierta que descansan sobre cada dintel:

$$q_{v1d} = 0.4368 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.5 \text{ m} = \mathbf{1.092 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}$$

$$q_{v2d} = -0.6006 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.5 \text{ m} = \mathbf{-1.5015 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}$$

- Cubierta Izquierda:

La cubierta derecha tendrá una inclinación de 30 °. Esto es debido a que es donde se colocarán los paneles que deberán tener una inclinación de 38.5 °.

Como ya se calculó anteriormente, empleando la misma tabla, se obtienen los valores para estos 30 °:

30°	Arriba	0	-2,0	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 14 -Coeficiente de presión exterior. Factor de obstrucción en 30 grados.
Fuente: CTE

Según la tabla anterior, el coeficiente de presión C_p para cada caso será:

$$C_p = 2.2 \text{ (Presión)}$$

$$C_p = -3 \text{ (Succión)}$$

Con los valores de la fórmula de la carga de viento anterior, se obtienen dos resultados posibles:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$$q_{v1} = 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.3 \cdot 2.2 = 1.20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{v2} = 0.42 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.3 \cdot -3 = -1.638 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



Como lo que resulta útil es la carga sobre los dinteles, habrá que multiplicar esto valores por los metros de cubierta que descansan sobre cada dintel:

$$qv1i = 1.20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.5 \text{ m} = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$qv2i = -1.638 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.5 \text{ m} = -4.095 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Sobrecarga de nieve:

El valor producido por la sobrecarga de nieve se puede obtener a través de la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

- μ = Coeficiente de forma de la cubierta
- S_k = Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Función de la ubicación geográfica y la altitud.

El valor de μ para este caso será igual a 1. Esto se debe a que la forma de las cubiertas impide que la nieve se deslice y por lo tanto produce su acumulación. Si esto se produce, según el CTE, este valor será igual a la unidad independientemente de la inclinación de la cubierta.

$$\mu = 1$$

Para el valor del S_k se tendrá en cuenta la localización de la instalación y su altura. En el siguiente mapa se pueden observar las distintas zonas posibles para España:



Ilustración 41 - Zonas climáticas de invierno. Fuente: CTE

La ciudad de Valladolid se encuentra en la zona 3 del mapa anterior. La altura a la que se va a encontrar la instalación es de 696 metros sobre el nivel del mar⁷¹.

Conocido esto, obtenemos el valor de S_k con la siguiente tabla:

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 15 - Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal. Fuente: CTE

$$S_K = 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Con los valores de μ y s_k obtenemos la sobrecarga de nieve:

$$q_n = 1 \cdot 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Como con las cargas de viento, obtenemos la carga por metro que soportará cada dintel:

$$q_n = 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2.5 \text{ m} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

⁷¹Altura de la fábrica Michelín Valladolid. Fuente: (Topographic-map.com, 2021)

Una vez obtenidas todas las cargas permanentes y variables, se procede a la combinación de estas acciones para establecer cuál será más desfavorable y tras esto, dimensionar los pilares para ese caso.

- Combinación de acciones:

Para realizar la combinación de las acciones se emplea la siguiente fórmula para una situación persistente o transitoria⁷²:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Para la realización de los cálculos, se tendrá que realizar el mismo n veces, siendo n el número de las diferentes cargas variables que afecten a la estructura. Esto dará lugar a un número n de hipótesis, donde en cada una de ellas se supondrá una carga variable como carga principal, y se seleccionará aquella hipótesis que resulte más desfavorable.

También se tendrá en cuenta un coeficiente simultaneidad que valorará hecho como, por ejemplo, que el día de más nieve del año no resultará ser el día con más viento.

La tabla de los coeficientes de seguridad, recogida en el CTE será:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 16 - Coeficientes de seguridad para las acciones. Fuente: CTE.

⁷² Código Técnico de la Edificación. Fuente: (CTE SE, 2021)

Entre las cargas permanentes el coeficiente varia entre 1.2 y 1.35 cuando es desfavorable. En cambio, cuando es una carga variable, la incertidumbre de estas cargas hace que el coeficiente sea de 1.5.

Las cargas pueden ser favorables o desfavorables en función de si contribuyen o no a que falle la estructura. Por ejemplo, una carga de succión de viento que funciona en contra de la carga de nieve es favorable ya que contribuye a que no falle la estructura.

Por otro lado, los coeficientes de simultaneidad se recogen en el CTE en la siguiente tabla:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes \leq 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 17 - Coeficientes de simultaneidad para las acciones. Fuente: CTE.

Se emplearán los coeficientes de la primera columna ya que son aquellos que se dan para las situaciones permanentes.

Para el caso de esta estructura, la ecuación empleada para la combinación de acciones no puede ser usada como una simple suma de esfuerzos. Esto se debe a que las sobrecargas de peso propio, uso y nieve son perpendiculares al plano horizontal, sin embargo, las sobrecargas de viento tanto de succión como de presión serán perpendiculares a la cubierta. Como los ángulos son distintos, no se podrán sumar estas cargas.

En este caso se recurre a calcular la combinación de acciones empleando los momentos flectores que actúan sobre el punto de unión entre los pilares

y los dinteles. Se ve así cuál será el mayor momento flector que afectará al pilar y se podrá dimensionar el mismo en base al resultado más desfavorable:

- Cargas inclinadas:
- Momento flector de la carga de viento (Presión):

Cubierta de la izquierda:

$$qv1i = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fuerza:

$$Fiz = 1.5 \text{ m} \cdot Qv1i \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$Miz = Fiz \cdot \frac{1.5}{2} = 1.5 \text{ m} \cdot 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1.5}{2} \text{ m} = 3.375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cubierta de la derecha:

$$qv1d = 1.092 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fuerza:

$$Fder = 2.0076 \text{ m} \cdot Qv1i \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$-Mde = Fder \cdot \frac{2.0076}{2} = 2.0076 \text{ m} \cdot 1.092 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{2.0076}{2} \text{ m} = -2.200 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Empleando el criterio de signos según la regla de la mano derecha, se tendrán dos momentos con distintos signos, por lo que el flector resultante en el punto de unión será la diferencia de estos valores:

$$M_{\text{resultante p. unión}} = 3.375 \text{ kN} \cdot \text{m} - 2.200 \text{ kN} \cdot \text{m} = 1.175 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento en el empotramiento:

$$M_{emp} = F_{Resultante} \cdot 2 \text{ m (Altura pilar)} + M_{rp}$$

$$M_{emp} = 1.5 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} + 1.175 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= 4.175 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Momento flector de la carga de viento (Succión):

Cubierta de la izquierda:

$$q_{v2i} = -4.095 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fuerza:

$$F_{iz} = 1.5 \text{ m} \cdot Q_{v2i} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$M_{iz} = F_{iz} \cdot \frac{1.5}{2} = 1.5 \text{ m} \cdot -4.095 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1.5}{2} \text{ m} = -4.606 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cubierta de la derecha:

$$q_{v2d} = -1.502 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Fuerza:

$$F_{der} = 2.0076 \text{ m} \cdot Q_{v2i} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$-M_{de} = F_{der} \cdot \frac{2.0076}{2} = 2.0076 \text{ m} \cdot -1.502 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{2.0076}{2} \text{ m} = 3.026 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Empleando el criterio de signos según la regla de la mano derecha, se tendrán dos momentos con distintos signos, por lo que el flector resultante en el punto de unión será la diferencia de estos valores:

$$M_{\text{resultante p. unión}} = -4.606 \text{ kN} \cdot \text{m} + 3.026 \text{ kN} \cdot \text{m} = \mathbf{-1.580 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Momento en el empotramiento:

$$M_{\text{emp}} = F_{\text{Resultante}} \cdot 2 \text{ m (Altura pilar)} + M_{\text{rp}}$$

$$M_{\text{emp}} = -1.915 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} - 1.580 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{-5.411 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

- Cargas perpendiculares:

Las cargas que son perpendiculares producen un momento en el punto de unión de los dinteles con los pilares que se mantendrá constante hasta el empotramiento al no tener componentes horizontales, al contrario que las cargas de viento inclinadas.

- Momento flector de la carga peso propio:

$$G = 2.769 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Cubierta de la izquierda:

Fuerza:

$$F_{iz} = 1.5 \text{ m} \cdot G \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{iz} &= F_{iz} \cdot \frac{1.5}{2} \cdot \cos(30) = 1.5 \text{ m} \cdot 2.769 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1.5}{2} \text{ m} \cdot \cos(30) \\ &= 2.698 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cubierta de la derecha:

Fuerza:

$$F_{der} = 2.0076 \text{ m} \cdot G \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{de} &= F_{der} \cdot \frac{2.0076}{2} \cdot \cos(5) = 2.0076 \text{ m} \cdot 2.769 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{2.0076}{2} \text{ m} \cdot \cos(5) \\ &= 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$



Empleando el criterio de signos según la regla de la mano derecha, se tendrán dos momentos con distintos signos, por lo que el flector resultante en el punto de unión será la diferencia de estos valores:

$$M_{\text{resultante p. unión}} = - 2.698 \text{ kN} \cdot \text{m} + 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} = \mathbf{2.860 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

- Momento flector debido a la sobrecarga de uso:

$$Q_u = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Cubierta de la izquierda:

Fuerza:

$$F_{iz} = 1.5 \text{ m} \cdot Q_u \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{iz} &= F_{iz} \cdot \frac{1.5}{2} \cdot \cos(30)^2 = 1.5 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1.5}{2} \text{ m} \cdot \cos(30)^2 \\ &= \mathbf{0.843 \text{ kN} \cdot \text{m}} \end{aligned}$$

Cubierta de la derecha:

Fuerza:

$$F_{der} = 2.0076 \text{ m} \cdot Q_u \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{de} &= F_{der} \cdot \frac{2.0076}{2} \cdot \cos(5)^2 = 2.0076 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{2.0076}{2} \text{ m} \cdot \cos(5)^2 \\ &= \mathbf{1.999 \text{ kN} \cdot \text{m}} \end{aligned}$$

Empleando el criterio de signos según la regla de la mano derecha, se tendrán dos momentos con distintos signos, por lo que el flector resultante en el punto de unión será la diferencia de estos valores:

$$M_{\text{resultante p. unión}} = -0.843 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.999 \text{ kN} \cdot \text{m} = \mathbf{1.155 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

- Momento flector debido a la sobrecarga de nieve:

$$Q_N = \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Cubierta de la izquierda:

Fuerza:

$$F_{iz} = 1.5 \text{ m} \cdot Q_N \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{iz} &= F_{iz} \cdot \frac{1.5}{2} \cdot \cos(30)^2 = 1.5 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{1.35}{2} \text{ m} \cdot \cos(30)^2 \\ &= \mathbf{0.843 \text{ kN} \cdot \text{m}} \end{aligned}$$

Cubierta de la derecha:

Fuerza:

$$F_{der} = 2.0076 \text{ m} \cdot Q_N \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momento en el punto de unión:

$$\begin{aligned} M_{iz} &= F_{der} \cdot \frac{2.0076}{2} \cdot \cos(5)^2 = 2.0076 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \frac{2.0076}{2} \text{ m} \cdot \cos(5)^2 \\ &= \mathbf{1.999 \text{ kN} \cdot \text{m}} \end{aligned}$$

Empleando el criterio de signos según la regla de la mano derecha, se tendrán dos momentos con distintos signos, por lo que el flector resultante en el pilar será la diferencia de estos valores:

$$M_{\text{resultante pilar}} = -0.843 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.999 \text{ kN} \cdot \text{m} = \mathbf{1.155 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Al tener el mismo valor la sobrecarga de uso y de nieve y estar distribuidas de la misma manera su resultado es, evidentemente, el mismo.

Una vez se tiene todos los momentos sobre el punto de unión de los dinteles con los pilares, se van a recopilar para seleccionar el de mayor valor, el cual supondrá la elección de la situación más desfavorable:

Momentos máximos sobre el dintel:

$$M_{qv_1} \text{ (presión)} = 3.375 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qv_2} \text{ (succión)} = - 4.606 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_G \text{ (Peso propio)} = 5.558 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qu} \text{ (Sobrecarga de uso)} = 1.999 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qN} \text{ (Sobrecarga de nieve)} = 1.999 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Tiene cierto sentido que el mayor momento lo provoque el peso propio al colocarse la instalación en una ubicación en la que no suele nevar prácticamente nunca y que no destaca por la velocidad del viento, siendo un entorno industrial. El peso de la cubierta de acero, las correas y toda la instalación fotovoltaica hacen del peso permanente el valor más elevado de las cargas para este caso.

Ahora que se han seleccionado los momentos más desfavorables, se pueden calcular las distintas hipótesis, usando los momentos flectores máximos anteriores, para ver cuál resultará más restrictiva para los dinteles:

- Hipótesis 1. Carga principal de uso:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qu} = 1.35 \cdot 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 1.999 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{10.503 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

En este caso el coeficiente de simultaneidad del resto de cargas es nulo al ser un caso en el cual solo se podrá acceder a la cubierta para mantenimiento. En este caso, el CTE contempla que estos coeficientes sean nulos.

- Hipótesis 2. Carga principal – Sobrecarga de nieve:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qN} + 0 \cdot 1.5 M_{qu} + 0.6 \cdot 1.5 \cdot M_{qv1} =$$

$$1.35 \cdot 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 1.999 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0 \cdot 1.5 \cdot M_{qu} + 0.6 \cdot 1.5 \cdot 3.375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{13.539 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Las cargas de viento favorables no se contarán a la hora de realizar estos cálculos, por lo que solo habrá dos cargas de viento de presión, una por cada lado de la cubierta.

- Hipótesis 3. Carga principal – Sobrecarga de viento - Presión:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qv1} + 0 \cdot 1.5 \cdot M_{qu} + 0.5 \cdot 1.5 \cdot M_{qN}^{73} =$$

$$1.35 \cdot 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 3.375 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0.5 \cdot 1.5 \cdot 1.999 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{14.065 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

⁷³ El coeficiente de simultaneidad de nieve será 0.5 al estar la instalación a una altura inferior a 1000 m sobre el nivel del mar. Según CTE.

- Hipótesis 4. Carga principal – Sobrecarga de viento - Succión:

$$0.8 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{v2} =$$

$$0.8 \cdot 5.558 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot -4.606 \text{ kN} \cdot \text{m} = -2.4626 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Se comprueba que la hipótesis más restrictiva para el dimensionamiento de los dinteles será la producida por la sobrecarga de viento de presión como carga principal con un valor de **14.065 kN·m**.

Ahora se verán los momentos máximos producidos en el empotramiento del pilar para que puedan ser dimensionados:

Momentos máximos sobre el empotramiento⁷⁴:

$$M_{qv1} \text{ (presión)} = 4.175 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qv2} \text{ (succión)} = - 5.411 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_G \text{ (Peso propio)} = 2.860 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qu} \text{ (Sobrecarga de uso)} = 1.155 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{qN} \text{ (Sobrecarga de nieve)} = 1.155 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Al igual que antes, establecemos las hipótesis de carga para seleccionar la más restrictiva y dimensionar el perfil del pilar partiendo de estas exigencias.

- Hipótesis 1. Carga principal de uso:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qu} = 1.35 \cdot 2.860 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 1.155 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= 5.593 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

⁷⁴ Sólo variarán los momentos máximos de las cargas de viento ya que son las que incluyen componentes horizontales y hacen que el momento sea mayor en el empotramiento del pilar en lugar de constante como ocurre con el resto de cargas.

En este caso el coeficiente de simultaneidad del resto de cargas es nulo al ser un caso en el cual solo se podrá acceder a la cubierta para mantenimiento. En este caso, el CTE contempla que estos coeficientes sean nulos.

- Hipótesis 2. Carga principal – Sobrecarga de nieve:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qN} + 0 \cdot 1.5 M_{qu} + 0.6 \cdot 1.5 \cdot M_{qv1} =$$

$$1.35 \cdot 2.860 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 1.155 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0 \cdot 1.5 \cdot M_{qu} + 0.6 \cdot 1.5 \cdot 4.175 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{9.351 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

Las cargas de viento favorables no se contarán a la hora de realizar estos cálculos, por lo que solo habrá dos cargas de viento de presión, una por cada lado de la cubierta.

- Hipótesis 3. Carga principal – Sobrecarga de viento - Presión:

$$1.35 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{qv1} + 0 \cdot 1.5 \cdot M_{qu} + 0.5 \cdot 1.5 \cdot M_{qN}^{75} =$$

$$1.35 \cdot 2.860 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot 4.175 \text{ kN} \cdot \text{m} + 0.5 \cdot 1.5 \cdot 1.155 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$= \mathbf{10.98 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

- Hipótesis 4. Carga principal – Sobrecarga de viento - Succión:

$$0.8 \cdot M_G + 1.5 \cdot M_{v2} =$$

$$0.8 \cdot 2.860 \text{ kN} \cdot \text{m} + 1.5 \cdot -5.411 \text{ kN} \cdot \text{m} = \mathbf{-5.8285 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

⁷⁵ El coeficiente de simultaneidad de nieve será 0.5 al estar la instalación a una altura inferior a 1000 m sobre el nivel del mar. Según CTE. (CTE-SE-AE, 2021)

Se comprueba que la hipótesis más restrictiva para el dimensionamiento de los dinteles será la producida por la sobrecarga de viento de presión como carga principal con un valor de **10.98 kN·m**.

Conocidas las hipótesis más restrictivas para los dinteles y los pilares, se procede a su dimensionamiento según CTE.

Dimensionamiento:

En este caso emplearemos un modelo simplificado para las uniones de las partes. Estas uniones serán reticuladas e idealmente no permitirán giro alguno entre estas partes.

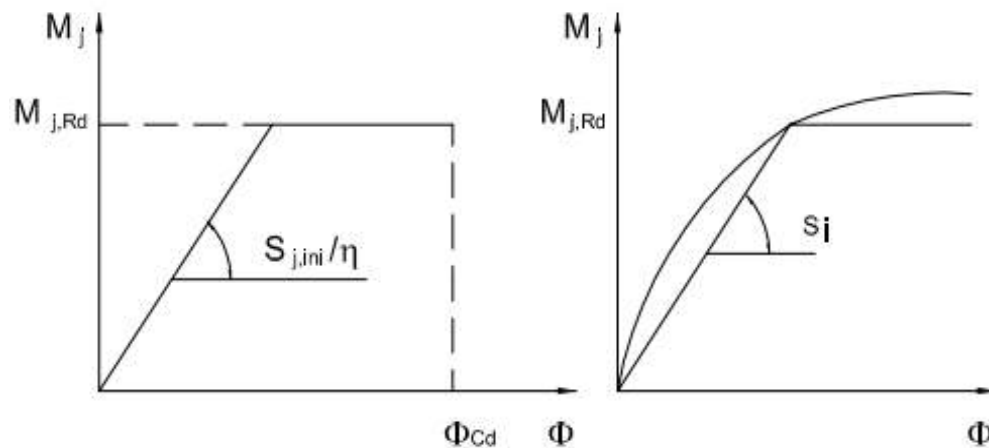


Ilustración 42 - Clasificación de uniones por rigidez simplificado. En este caso, el giro es nulo. Fuente: (CTE-DB-SE-A, 2021)

El cálculo se centrará en el estado límite último contemplando la resistencia de la sección, pandeos laterales y posibles abolladuras en las piezas.

Para ello se realizarán los cálculos para la resistencia de las secciones a cortadura, a flexión y a interacción de esfuerzos en secciones (flexión compuesta).

Se recuerda la hipótesis más crítica para el dintel que es la que tendrá que ser capaz de soportar la sección calculada:

Sobrecarga viento Presión: 14.065 kN·m

En primer lugar, el material que se empleará para las vigas será un Acero S275 con un límite elástico de 275MPa. La sección elegida será del tipo IPE120 y se comprobará si esta sección es capaz de soportar los esfuerzos requeridos. De no ser así, se comprobará otro perfil hasta encontrar el adecuado para las cargas dadas:

El perfil IPE120 ofrece las siguientes medidas:



Perfil	Alto h (mm)	Ancho b (mm)	Espesor Alma a (mm)	Espesor Ala e (mm)	Curvatura Interior r
80	80	46	3,8	5,2	5,0
100	100	55	4,1	5,7	7,0
120	120	64	4,4	6,3	7,0
140	140	73	4,7	6,9	7,0
160	160	82	5,0	7,4	9,0

Ilustración 43 - Tabla para el perfil IPE120. Fuente: (CDL, 2021)

Empleando las tablas 5.3 y 5.4 del CTE-DB-SE-A se comprueba la esbeltez de la sección:

- H = 120 mm
- B = 64 mm
- A = 4.4 mm
- E = 6.3 mm

- Clase de la sección según CTE:

Se calculan los siguientes parámetros para comprobar que el alma y las alas no sean demasiado esbeltas:

$$C = \frac{B - A}{2} = \frac{(64 \text{ mm} - 4.4 \text{ mm})}{2} = 29.8 \text{ mm}$$

$$T = E = 6.3 \text{ mm}$$

$$\frac{C}{t} = \frac{29.8 \text{ mm}}{6.3 \text{ mm}} = 4.730$$

Con la tabla 5.4 se verá si es demasiado esbelto o no. Se necesita ε que depende del acero seleccionado:

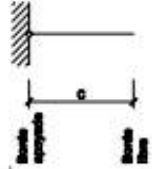

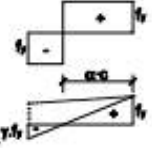
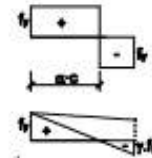
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		9ε	10ε	14ε
Flexocompresión; borde libre comprimido		$\frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma_1}}$
Flexocompresión; borde libre traccionado		$\frac{9\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma_2}}$
Coeficientes de abolladura k_{σ_1} y k_{σ_2} en función de ψ , siendo ψ la relación de las tensiones en los bordes (compresión positiva):				
$k_{\sigma_1} = 0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$ para $1 \geq \psi \geq -3$				
$k_{\sigma_2} = 0,578 / (0,34 + \psi)$ para $1 \geq \psi \geq 0$				
$k_{\sigma_2} = 1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$ para $0 \geq \psi \geq -1$				
Factor de reducción $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$				

Tabla 18 - Tabla 5.4 CTE-DB-SE-A. Fuente: (CTE-DB-SE-A, 2021)

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.924 \text{ mm}$$

El ala estará comprimida, por lo que teniendo en cuenta esto, será clase uno si c/t es menor a 9ε :

$$\frac{C}{t} = \frac{29.8 \text{ mm}}{6.3 \text{ mm}} = 4.730 \text{ mm} < 9 \cdot \varepsilon = 8.316$$

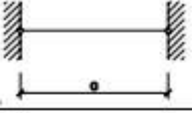
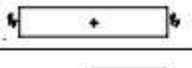
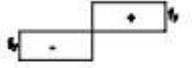

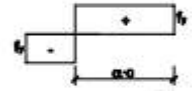
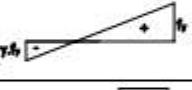
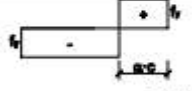
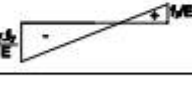
Es menor que 8.316 por lo que será de clase 1.

Ahora se comprueba el alma para comprobar que no aparecerán abolladuras en el dintel:

$$C = H - 2 \cdot E = 120 \text{ mm} - 2 \cdot 6.3 \text{ mm} = 107.4 \text{ mm}$$

$$T = A = 4.4 \text{ mm}$$

$$\frac{C}{t} = \frac{107.4 \text{ mm}}{4.4 \text{ mm}} = 24.409$$

Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión + Tracción -				
Compresión		33ε	38ε	42ε
Flexión simple		72ε	83ε	
				124ε
Flexocompresión $\psi \geq -1$		$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$	
		$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,5$	$\frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Flexotracción ¹⁾ $\psi \leq -1$		$\frac{36\varepsilon}{\alpha}$	$\frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$	
		$\alpha \leq 0,5$	$\alpha \leq 0,5$	$62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$
Caso especial: sección tubular	Compresión Flexión simple Flexocompresión	$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 70\varepsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 90\varepsilon^2$

$$\text{Factor de reducción } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

1) $\psi \leq -1$ es aplicable a los casos con deformaciones unitarias que superen las correspondientes al límite elástico

Tabla 19 - Tabla 5.3 CTE-DB-SE-A. Fuente: (CTE-DB-SE-A, 2021)

Las solicitaciones que tendrá el alma será una flexión simple por lo que para comprobar sea una sección de tipo 1 el límite será $72 \cdot \varepsilon$:

$$\frac{C}{t} = \frac{107.4 \text{ mm}}{4.4 \text{ mm}} = 24.409 < 72 \cdot \varepsilon = 66.528$$

Es menor, por lo que es de clase 1. Esto permitirá realizar los cálculos para el caso plástico.

Dimensionado a cortantes:

Para resolver este caso, el CTE emplea la siguiente fórmula:

$$V_{Pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

- A_v - Sección que trabajará a cortadura. En este caso, el alma. Se considera que las alas no colaboran.
- F_{yd} - Limite elástico ponderado.

En la hipótesis más restrictiva con la carga principal la de viento de presión, se tiene una carga de 7.005 kN/m.

$$V_{Ed} = Q_{m\acute{a}x} \cdot L = 7.005 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 2.0076 \text{ m}$$

$$= \mathbf{14.065 \text{ kN (Máximo valor del cortante)}}$$

$$A_v = h \cdot t_w = 120 \text{ mm} \cdot 4.4 \text{ mm} = \mathbf{528 \text{ mm}^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275 \text{ MPa}}{1.05} = \mathbf{261.9 \text{ MPa}}$$

$$V_{Pl,Rd} = 528 \cdot \frac{261.9}{\sqrt{3}} = 79838 \text{ N} = \mathbf{79.838 \text{ kN}}$$

$$\mathbf{V_{Ed} = 14.065 \text{ kN} < V_{Pl,Rd} = 79.83 \text{ kN}}$$

Resistirá esta sección para las exigencias a cortantes.

Dimensionado a flexión:

$$\text{Momento máximo: } 14.065 \text{ kN}\cdot\text{m} = M_{Ed}$$

Se tendrá que comparar este momento máximo en el dintel con el momento plástico que es capaz de soportar la sección:

$$M_{Pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

$$W_{pl} = b \cdot t_f \cdot (h - t_f) + \frac{1}{2} \cdot t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f)^2$$

- t_f – Ancho alas
- H – Altura
- B – Ancho
- t_w – Ancho alma

$$\begin{aligned} W_{pl} &= 64 \cdot 6.3 \cdot (120 - 6.3) + \frac{1}{2} \cdot 4.4 \cdot (120 - 6.3)^2 \\ &= 74.284 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$M_{Pl,Rd} = 74.284 \cdot 10^3 \cdot 261.9 \text{ MPa} = 20.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 14.065 \text{ kN} \cdot \text{m} < M_{Pl,Rd} = 20.45 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Resistirá esta sección para las exigencias a flectores.

Dimensionado frente a esfuerzos combinados:

En este caso para flexión y cortantes, el CTE proporciona la siguiente fórmula para el cálculo de los esfuerzos para una sección en I o en H:

$$M_{v,Rd} = \left(w_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd}$$

Siendo:

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 = \left(2 \cdot \frac{14.84}{79.83} - 1 \right)^2 = 0.395$$

Entonces, con los resultados previos se obtiene que:

$$M_{v,Rd} = \left(74.284 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 - \frac{0.395 \cdot (528 \text{ mm}^2)^2}{4 \cdot 4.4 \text{ mm}} \right) \cdot 261.9 \text{ MPa}$$

$$= 18.144 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 14.065 \text{ kN} \cdot \text{m} < M_{v,Rd} = 18.144 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Resistirá esta sección para las exigencias de los flectores y cortantes de manera combinada.

Esta sección es adecuada ya que soportará los esfuerzos en el dintel con mayor requerimiento.

Por motivos estéticos se desea que los dinteles y el pilar sean del mismo perfil para mantener cierta armonía en el diseño. Es por ello que se ha escogido el dimensionamiento del dintel con más carga, ya que el dintel restante y el pilar estarán menos cargados.

Esto significa que, si el perfil seleccionado resiste para el dintel más cargado, no debería tener problemas para soportar las cargas del pilar y el dintel menos cargado ya que estarán menos exigidos.

DISEÑO FINAL Y PLANOS

DISEÑO FINAL Y PLANOS

RENDERS:

Antes de explicar detalladamente cada parte de los módulos y de la estructura en el apartado de planos, se van a presentar una serie de visualizaciones que servirán de ejemplo para el resultado final esperado.

- Módulo superior:



Ilustración 44 - Módulo completo. Elaboración propia.

Visto el módulo completo, las partes que lo conforman serán:

- Perfil metálico (Acero inoxidable Perfil IPE 40):

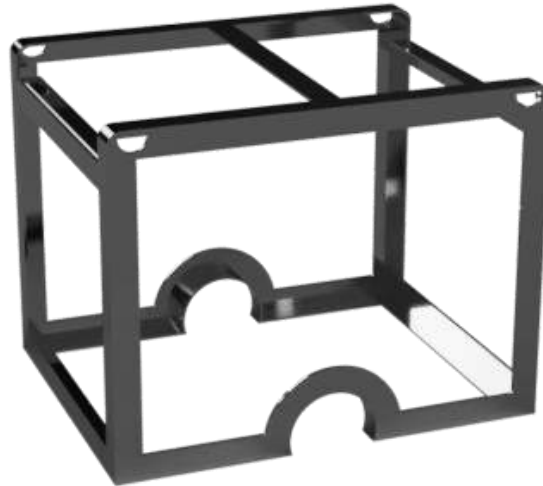


Ilustración 45 - Perfil metálico del módulo. Elaboración propia.

- Suelo del módulo (Aluminio 4 mm):

Este suelo se adapta al tubo sobre el que descansan los módulos con dos pestañas que impiden el giro relativo del módulo en torno al tubo.



Ilustración 46 - Suelo del módulo. Elaboración propia.

- Puertas de las taquillas (Madera – Abedul 6.5 mm):

La puerta cuenta con un espacio para alojar la cerradura numérica y otro para permitir su apertura de manera cómoda. Forma una curva que se ha buscado para mejorar la ergonomía del asiento que conforma.



Ilustración 47 - Puertas de las taquillas. Cubierta del módulo. Elaboración propia.

- Paneles frontales (Madera – Contrachapado de Roble 4 mm)⁷⁶:

Sobre la larga pestaña que tiene descansará parte de la balda inferior que servirá a su vez como separación entre los objetos personales del usuario y el cableado.



Ilustración 48 - Panel frontal del módulo. Elaboración propia.

⁷⁶ Para la elaboración de los renders no se ha diferenciado los tipos de madera para mantener una homogeneidad estética a la hora de ser presentado. El diseño real dependerá de la madera escogida por cada cliente.

- Paneles laterales (Madera – Contrachapado de Roble 4 mm):

Este panel alojará varias escuadras y los alojamientos de la caja de conectores, la toma de corriente y el orificio para poder sacar al exterior el cable del cargador en caso de ser necesario.



Ilustración 49 - Panel lateral del módulo. Elaboración propia.

- Panel intermedio (Madera – Contrachapado de Roble 4mm):

El panel intermedio, al igual que el resto tiene pestañas sobre las que las baldas apoyarán, mejorando así su estabilidad y seguridad. Además, sirve para la separación de compartimentos en el mismo módulo.



Ilustración 50 - Panel intermedio. Elaboración propia.

- Balda superior e inferior (Madera – Contrachapado de Roble 5 mm):

No son más que dos planchas de madera que permitirán separar los objetos personales para poder acceder a ellos de una forma más cómoda.



Ilustración 51 - Baldas superior e inferior. Elaboración propia.

- Sistema de cierre (Acero Inoxidable):

Cómo se ha podido ver a lo largo del trabajo, el sistema de cierre consiste en un cilindro que conecta los dos módulos y queda fijado al bajar la puerta de la taquilla y cerrarla.

El cilindro descansa sobre una pequeña estructura que lo mantiene a la altura deseada y que evita que se caiga de la siguiente manera:



Ilustración 52. Cilindro y estructura de anclaje. Elaboración propia.



Ilustración 53 - Cilindro de anclaje. Elaboración propia.



Ilustración 54 - Soporte del cilindro. Elaboración propia.

- Abrazadera de unión módulo – tubo (Acero Inoxidable 40 mm x 4 mm):

A pesar de contar el suelo del módulo con dos pestañas que encajan en el tubo, se añadirán dos abrazaderas por unión mecánica entre el módulo y el tubo, para mejorar su estabilidad y sujeción.

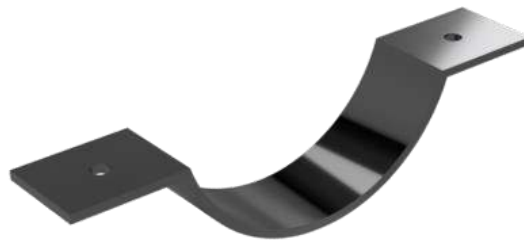


Ilustración 55 - Abrazadera de acero. Elaboración propia.

- Pestaña de cierre del módulo (Acero inoxidable):

Esta pestaña quedará encajada en el cilindro que se sitúa entre ambos módulos, haciendo así imposible retirar este cilindro a menos que se abra la puerta de la taquilla, la cual estará bloqueada por una cerradura con código numérico.



Ilustración 56 - Pestaña de anclaje al cilindro. Elaboración propia.

- Barra separadora entre módulos (Acero inoxidable):

Esta barra se encuentra entre los módulos y se coloca para que el mástil del patinete pueda apoyarse sobre algo. Además, hace que el patinete no pueda ser sacado de ninguna manera del hueco donde queda fijado:



Ilustración 57 - Barra separadora de seguridad. Elaboración propia.

- Apoyos de los módulos exteriores y de los extremos del tubo:

El tubo descansa sobre los módulos exteriores. Estos están formados por los módulos normales y una parte similar que queda anclada al suelo y transmite las cargas al mismo.

Esta parte baja es la siguiente:



Ilustración 58 - Apoyo de los módulos y el tubo. Elaboración propia.

- Estructura parte inferior (Acero inoxidable Perfil IPE 40):

Sobre esta estructura descansará el tubo sobre el que se apoyarán los módulos intermedios:



Ilustración 59 - Estructura apoyo de los módulos de los extremos. Elaboración propia.

- Paneles frontales (Madera – Contrachapado de Roble 4 mm):



Ilustración 60 - Panel frontal del apoyo. Elaboración propia.

- Paneles laterales (Madera – Contrachapado de Roble 4 mm):



Ilustración 61 - Panel lateral del apoyo. Elaboración propia.

- Módulo de extremo completo:

Los módulos de los extremos están anclados al suelo y están formados por los dos elementos anteriormente vistos. Esto arroja un resultado como el siguiente:



Ilustración 62 - Módulo de los extremos. Elaboración propia.

- Elementos estructurales:

En cuanto a los elementos estructurales, los cuales han sido calculados previamente, se tienen el tubo que soportará las cargas derivadas de los módulos intermedios y la propia estructura de la marquesina que dará cobijo a la estación y servirá de apoyo para las placas solares.

- Tubo (Acero C1144 130 MM de diámetro/ 10 mm espesor):



Ilustración 63 - Tubo Acero C1144. Elaboración propia.

- Módulos adheridos al tubo:

El resultado final de los módulos anclados en el tubo sería algo como lo siguiente:



Ilustración 64 - Ensamblado de los módulos. Elaboración propia.

- Estructura de la marquesina:



Ilustración 65 - Estructura de la marquesina. Elaboración propia.

- Resultado final:

Los módulos anclados a la estructura que sostiene los paneles solares arrojarían el siguiente resultado:

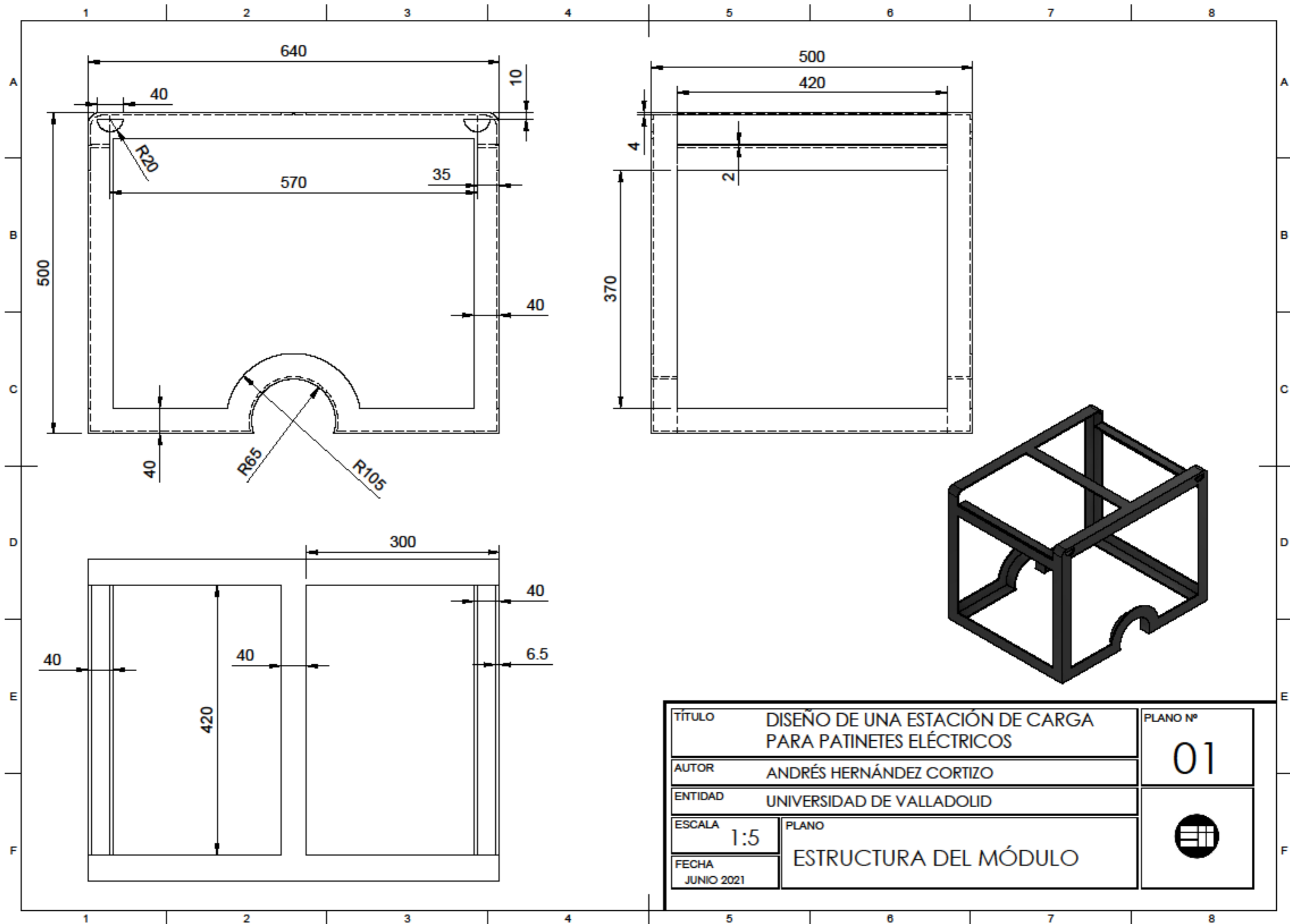


Ilustración 66 - Marquesina con el grupo de módulos. Elaboración propia.

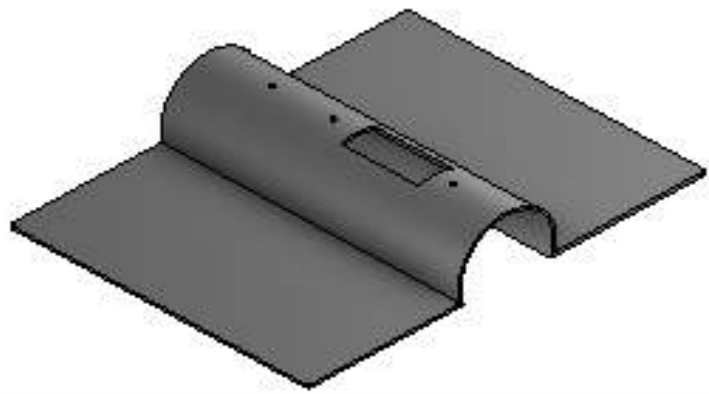
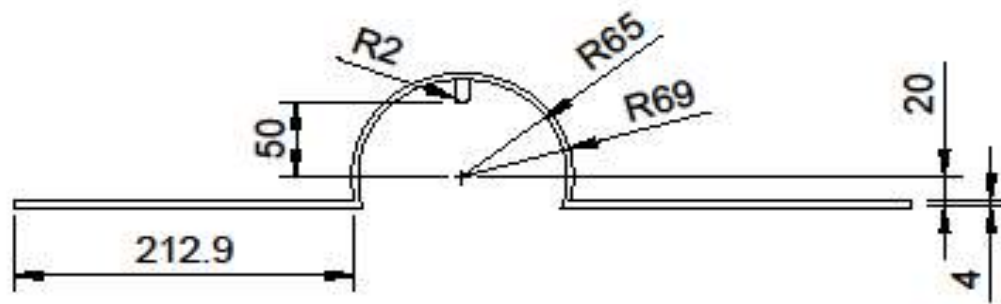
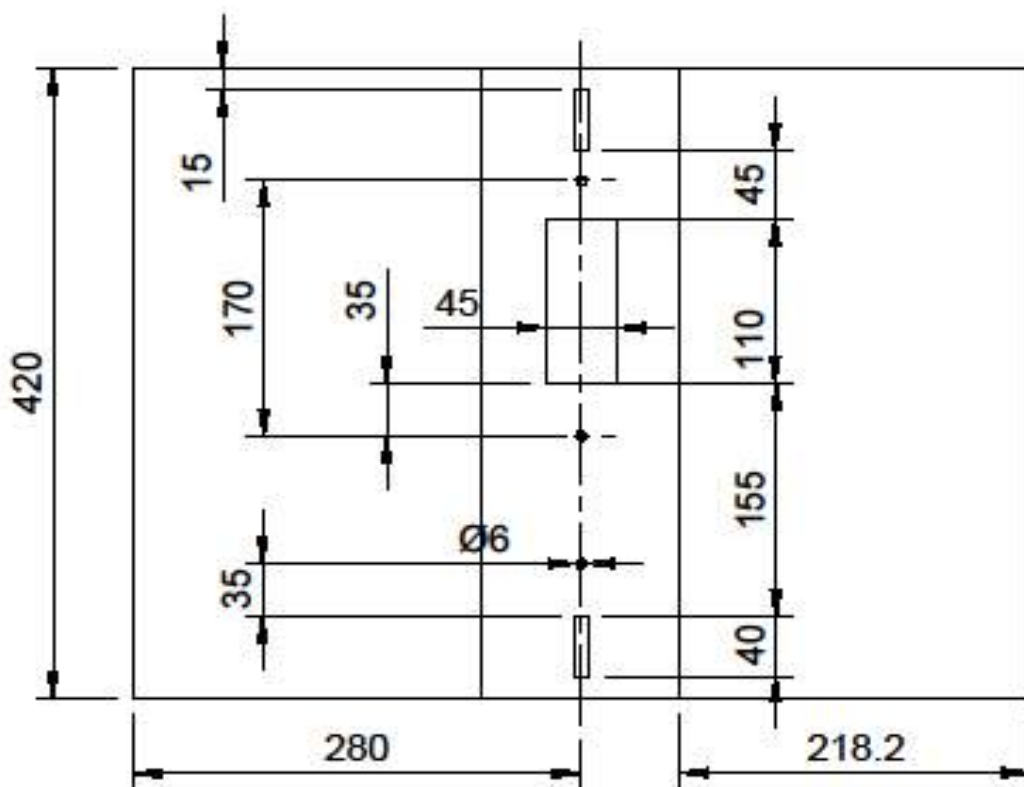


PLANOS:

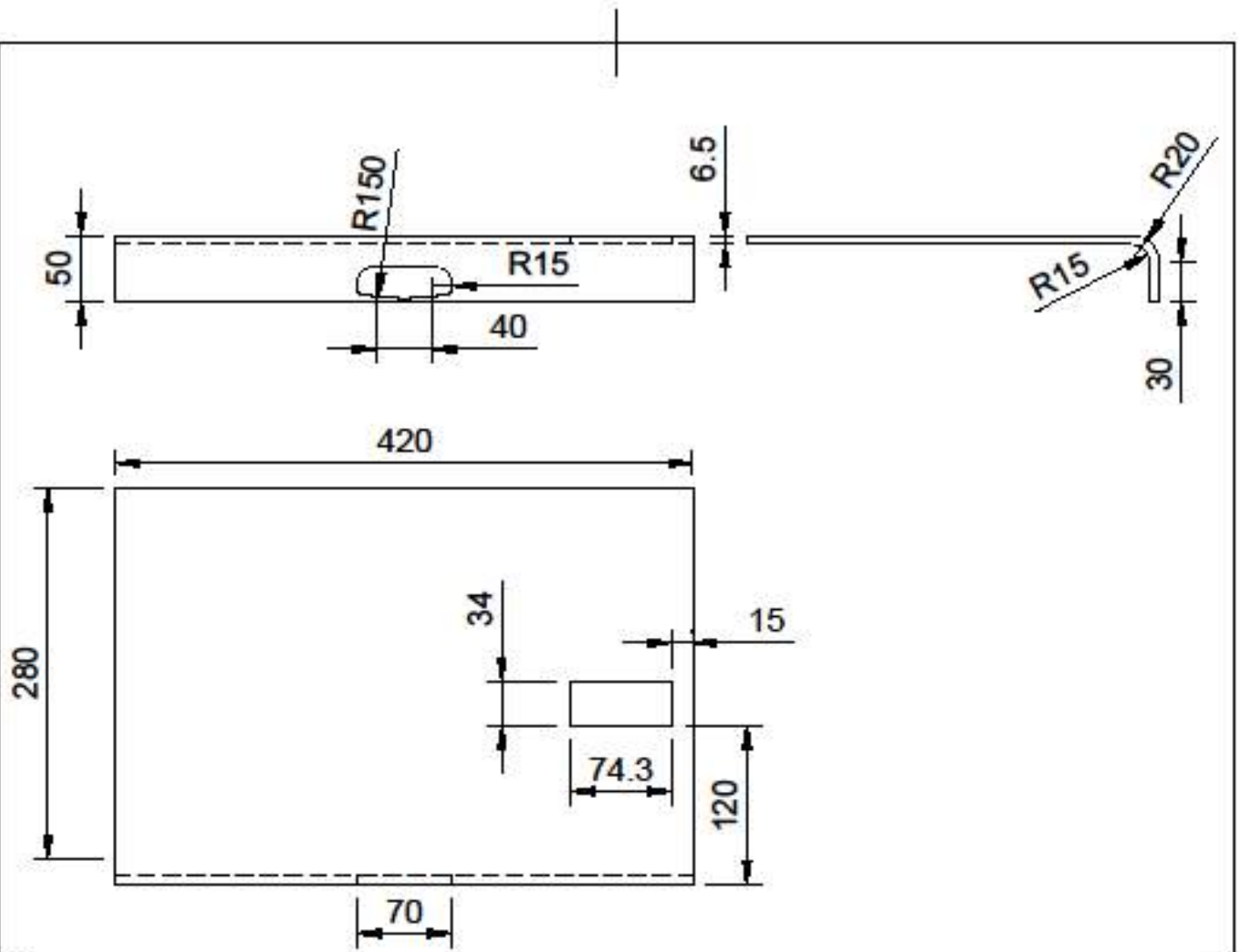
A continuación, se añaden los planos de todos los elementos que conformarán la estación:




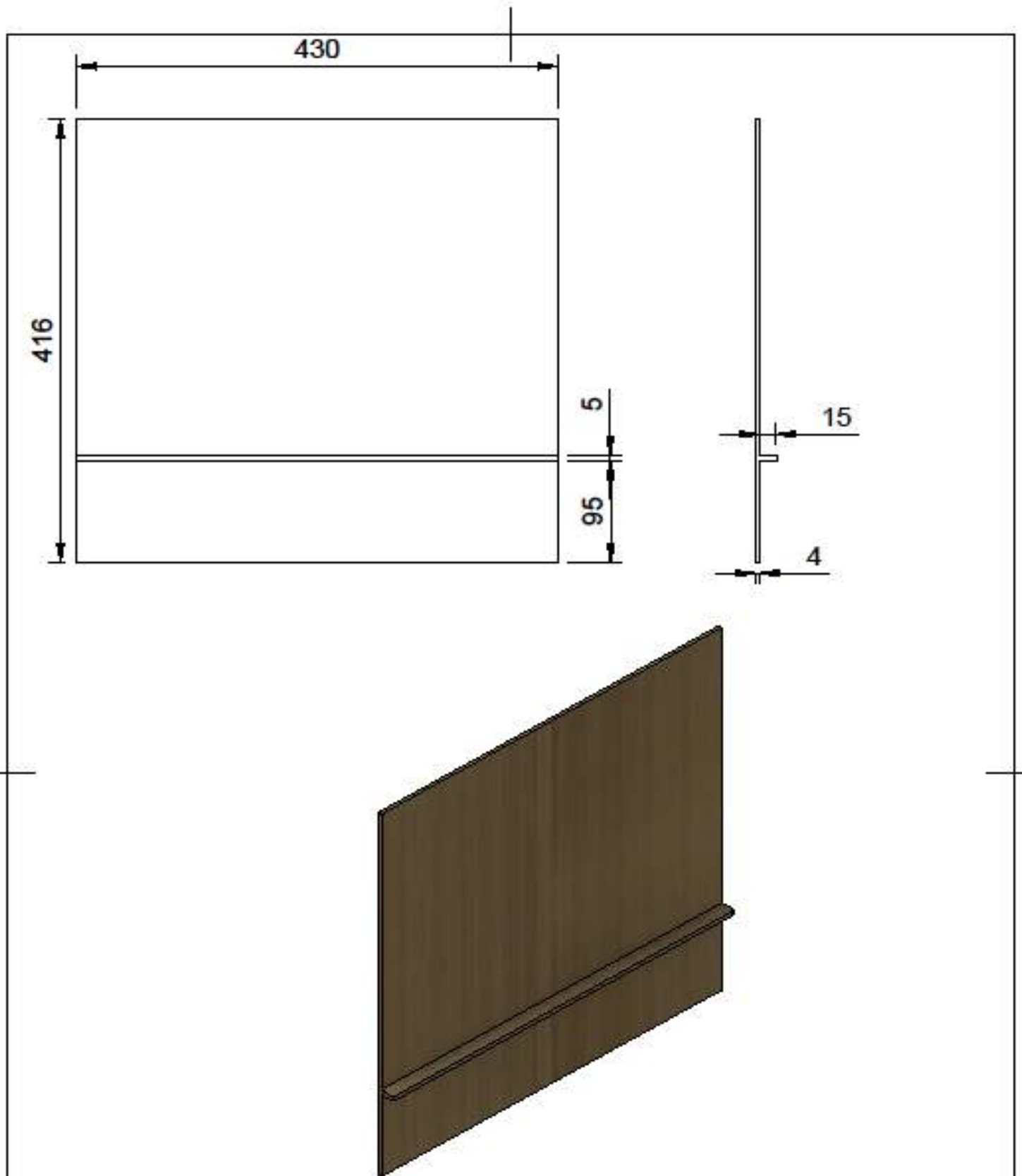
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	01
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	ESTRUCTURA DEL MÓDULO
FECHA	JUNIO 2021		



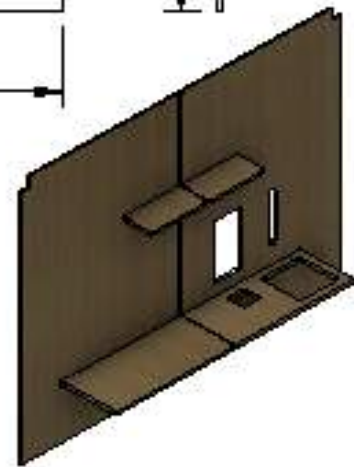
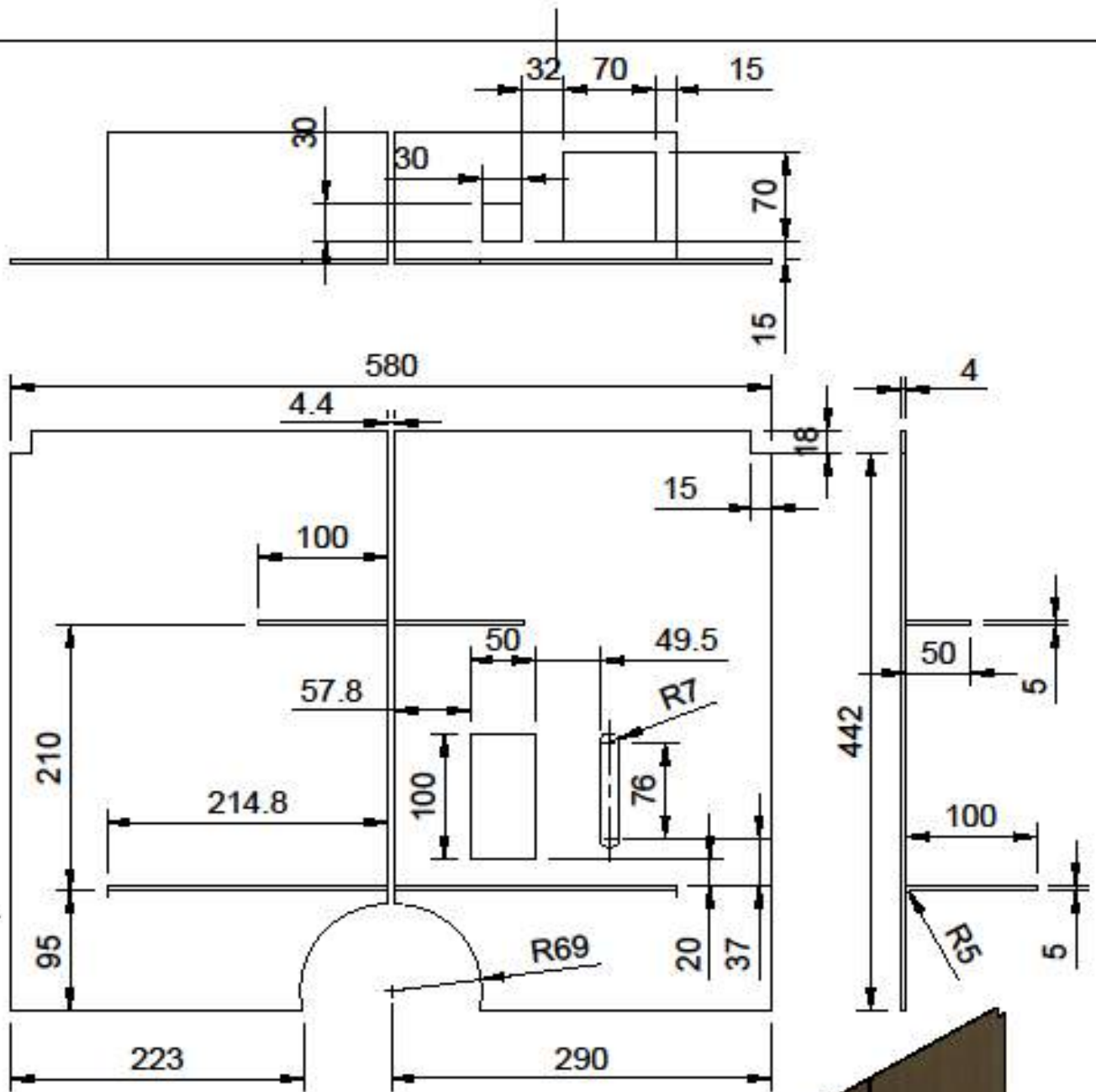
TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACION DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO	02
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	SUELO DEL MÓDULO	



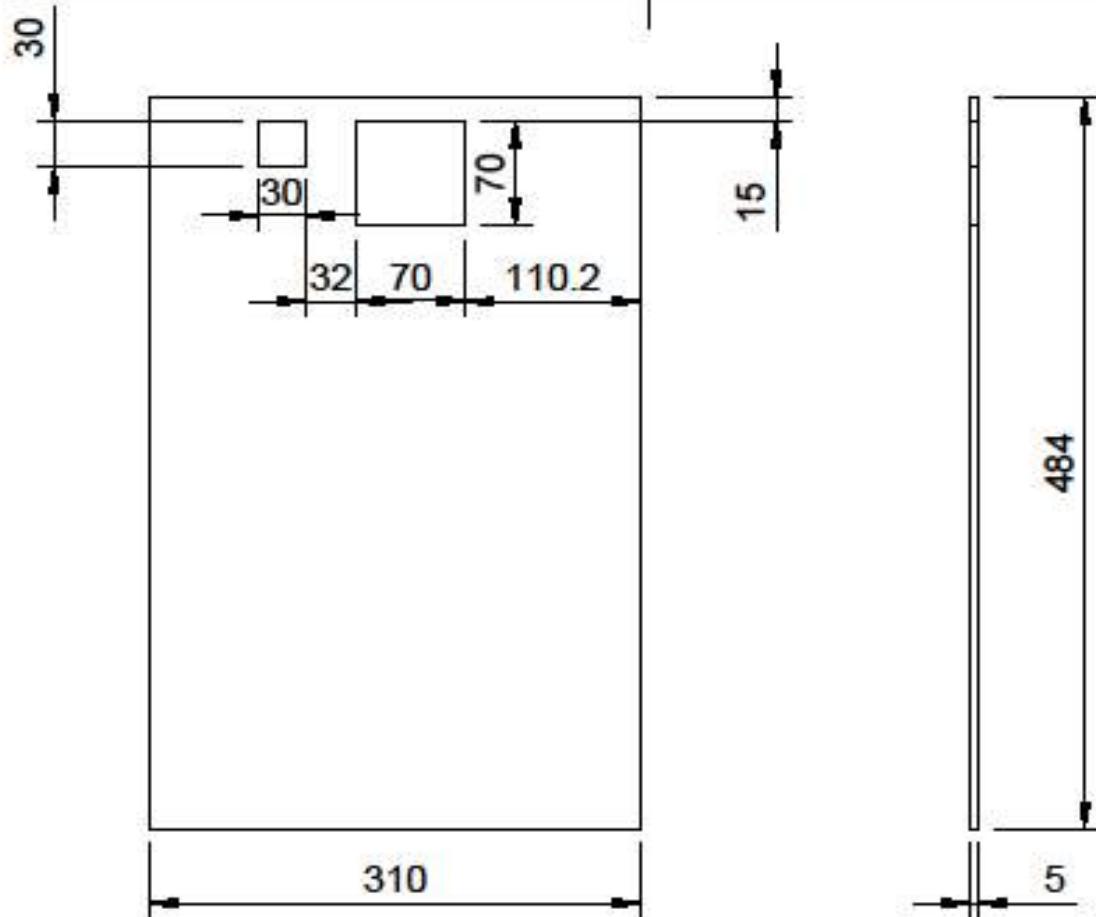
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO N°	03
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PUERTAS DE MÓDULO	



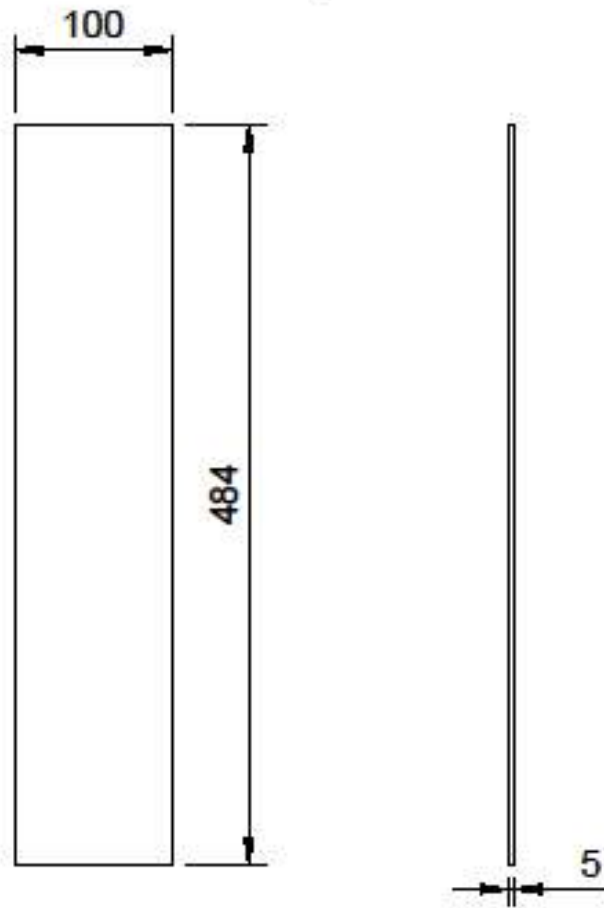
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	04
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PANEL FRONTAL	



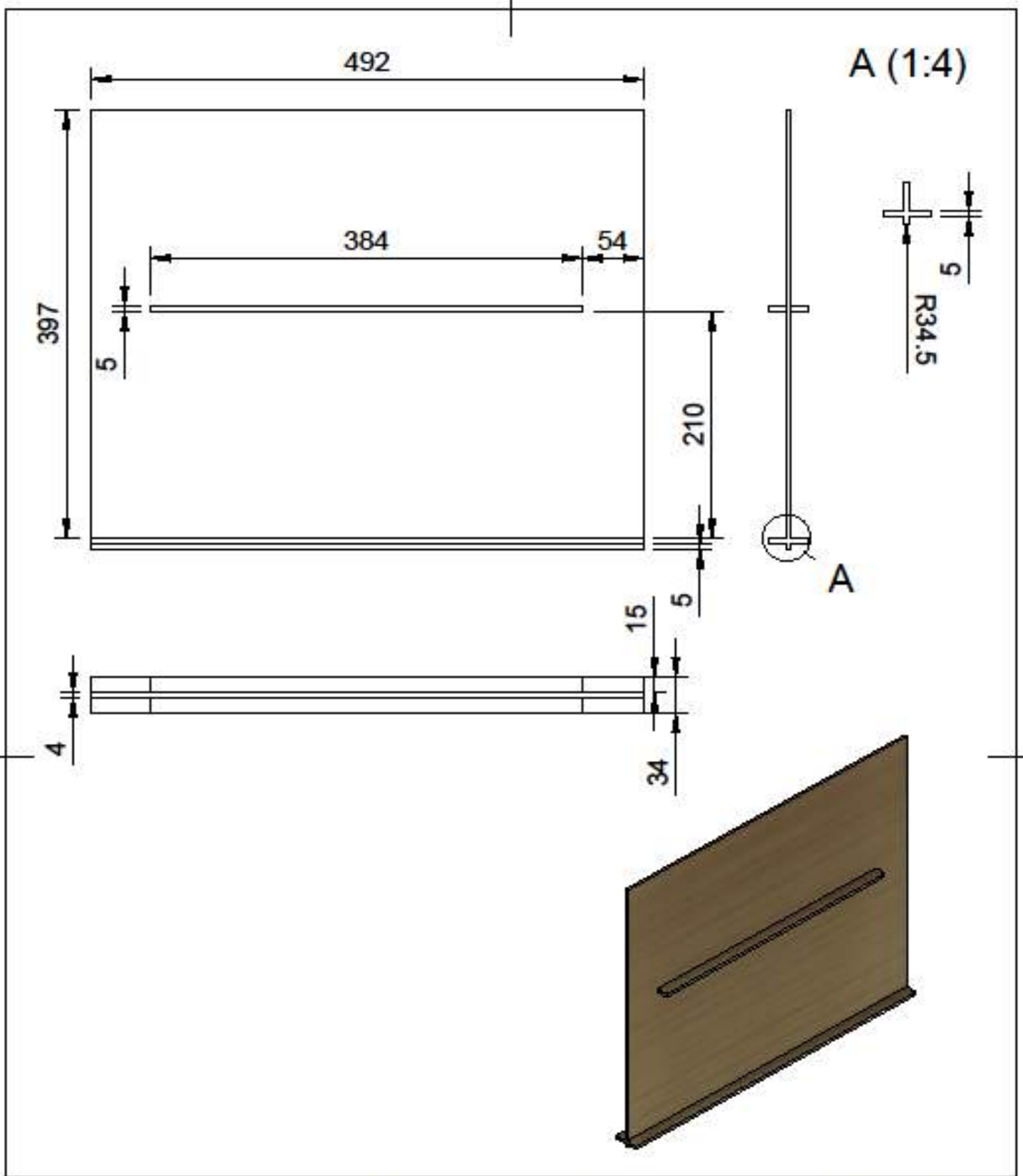
TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO	05
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PANEL LATERAL	



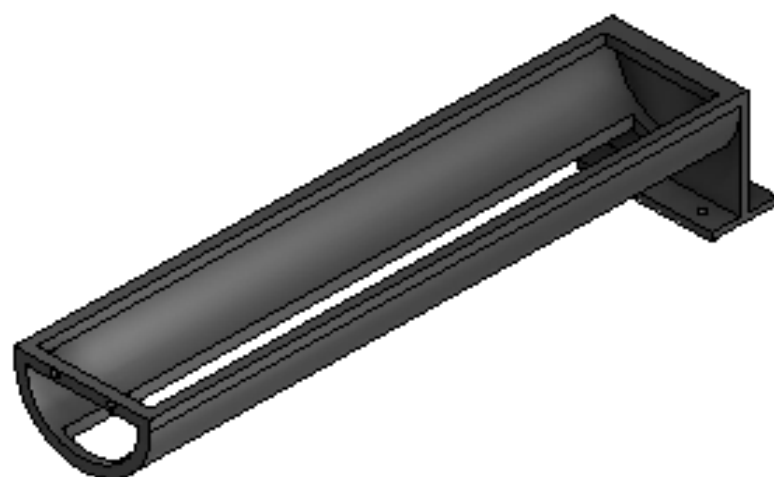
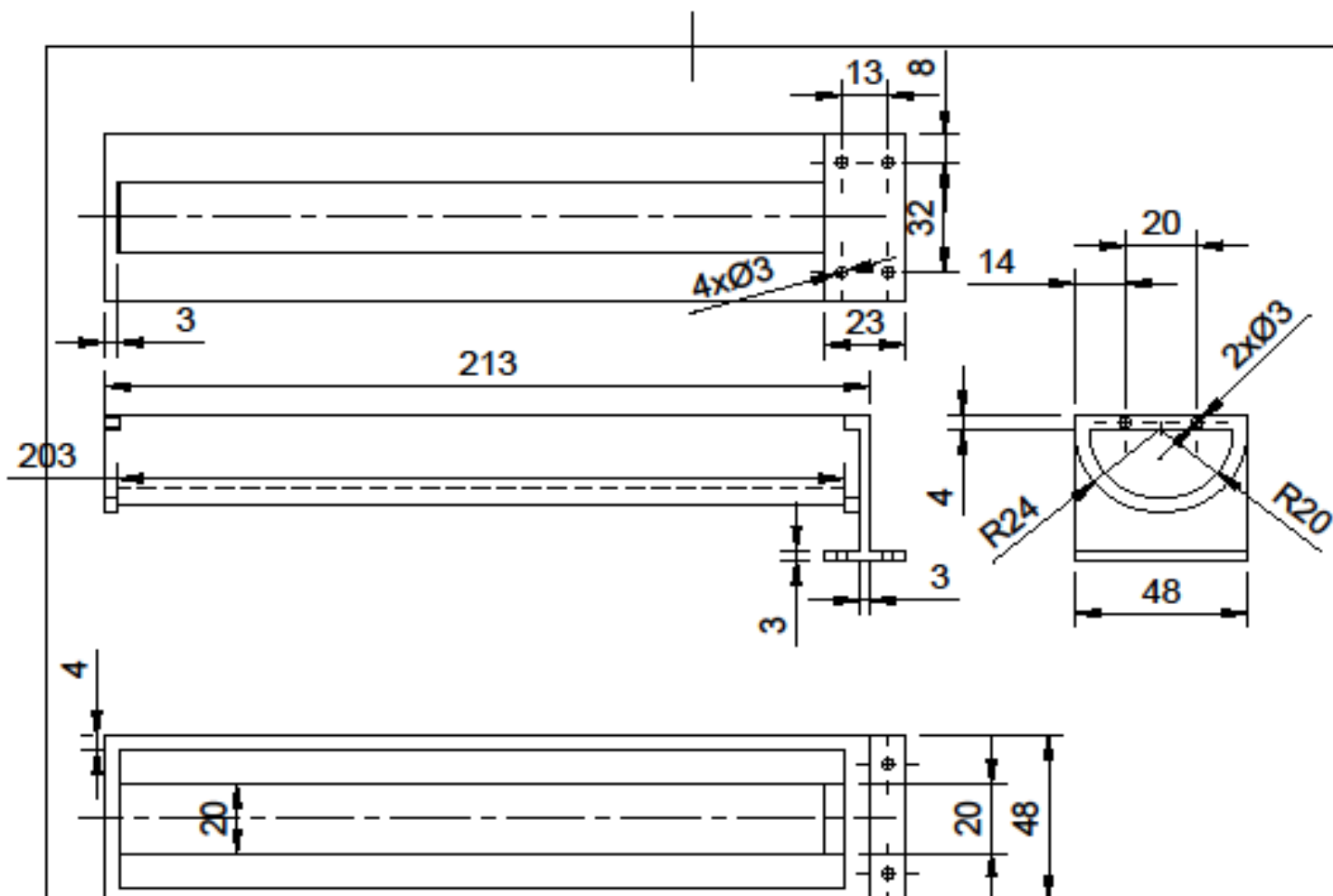
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	06
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	BALDA INFERIOR	



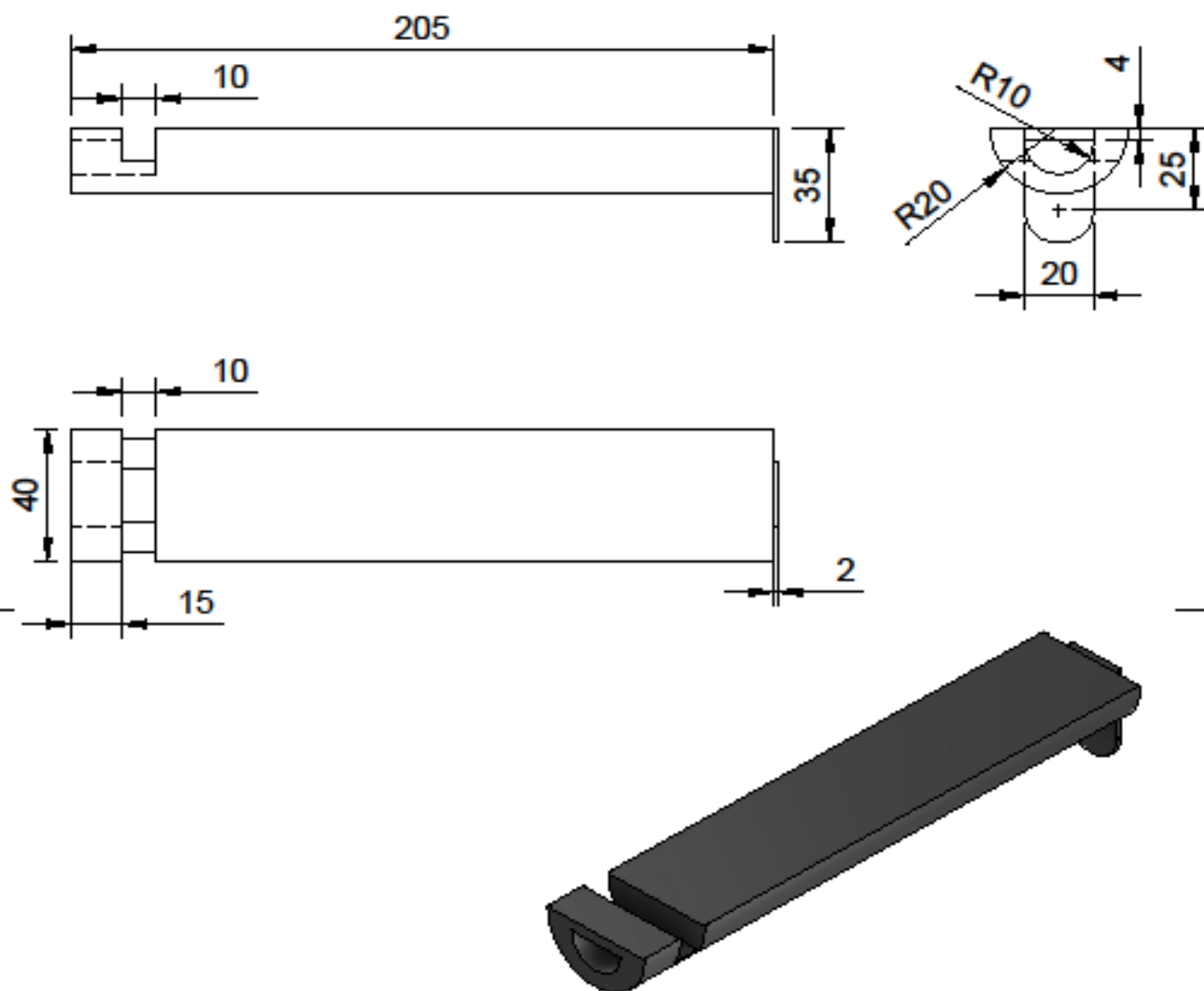
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	07
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	BALDA SUPERIOR	



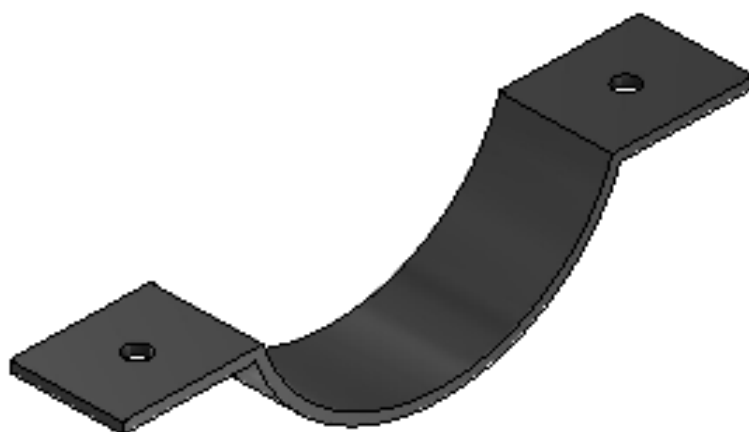
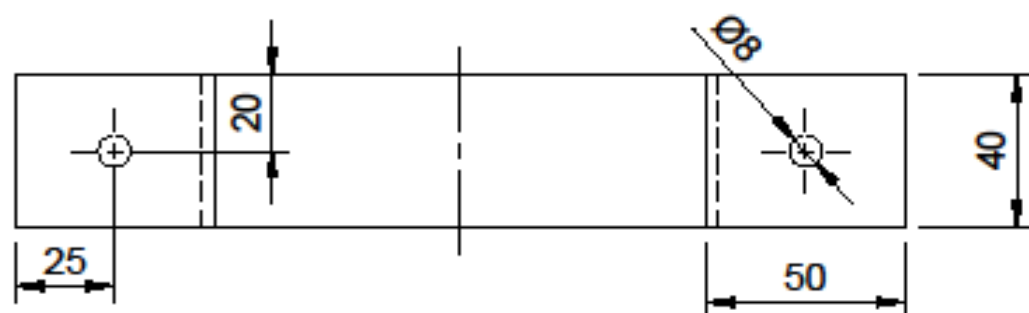
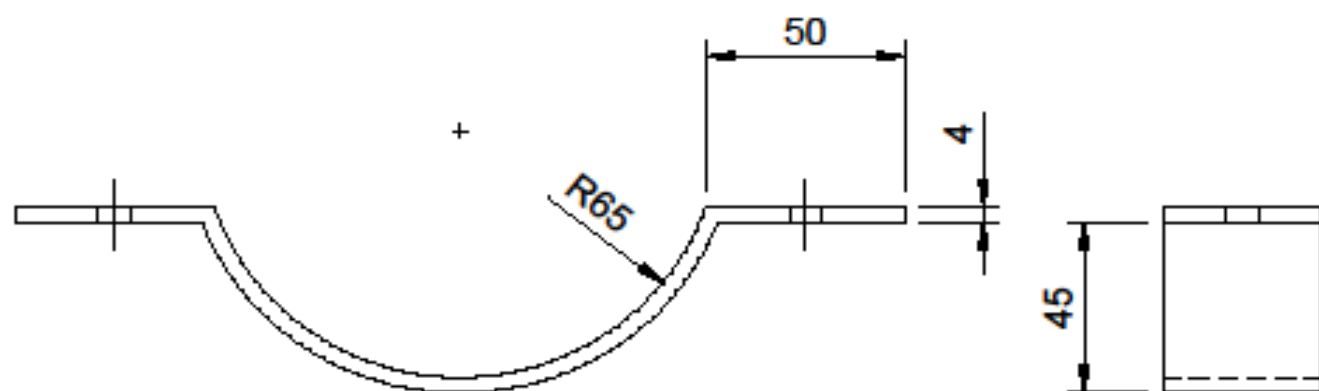
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	08
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PANEL INTERMEDIO	



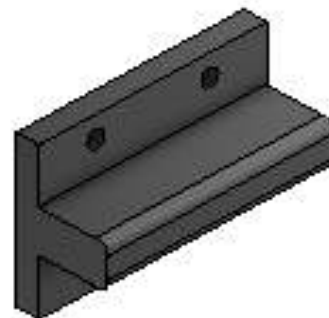
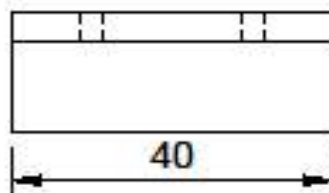
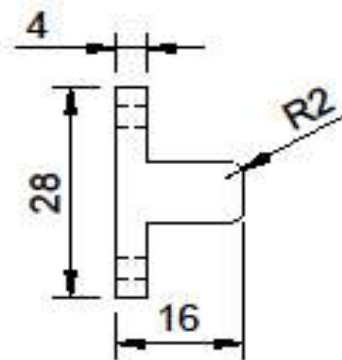
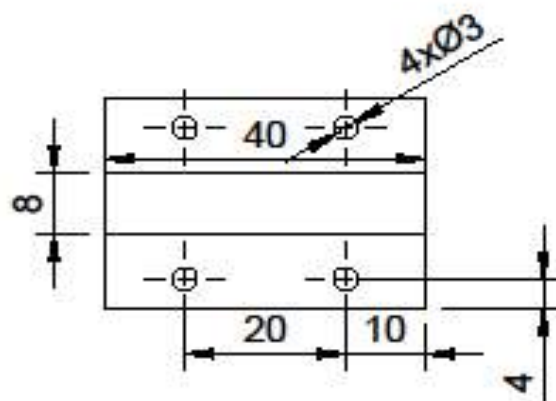
TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	09
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:2	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	SOPORTE DEL CILINDRO	



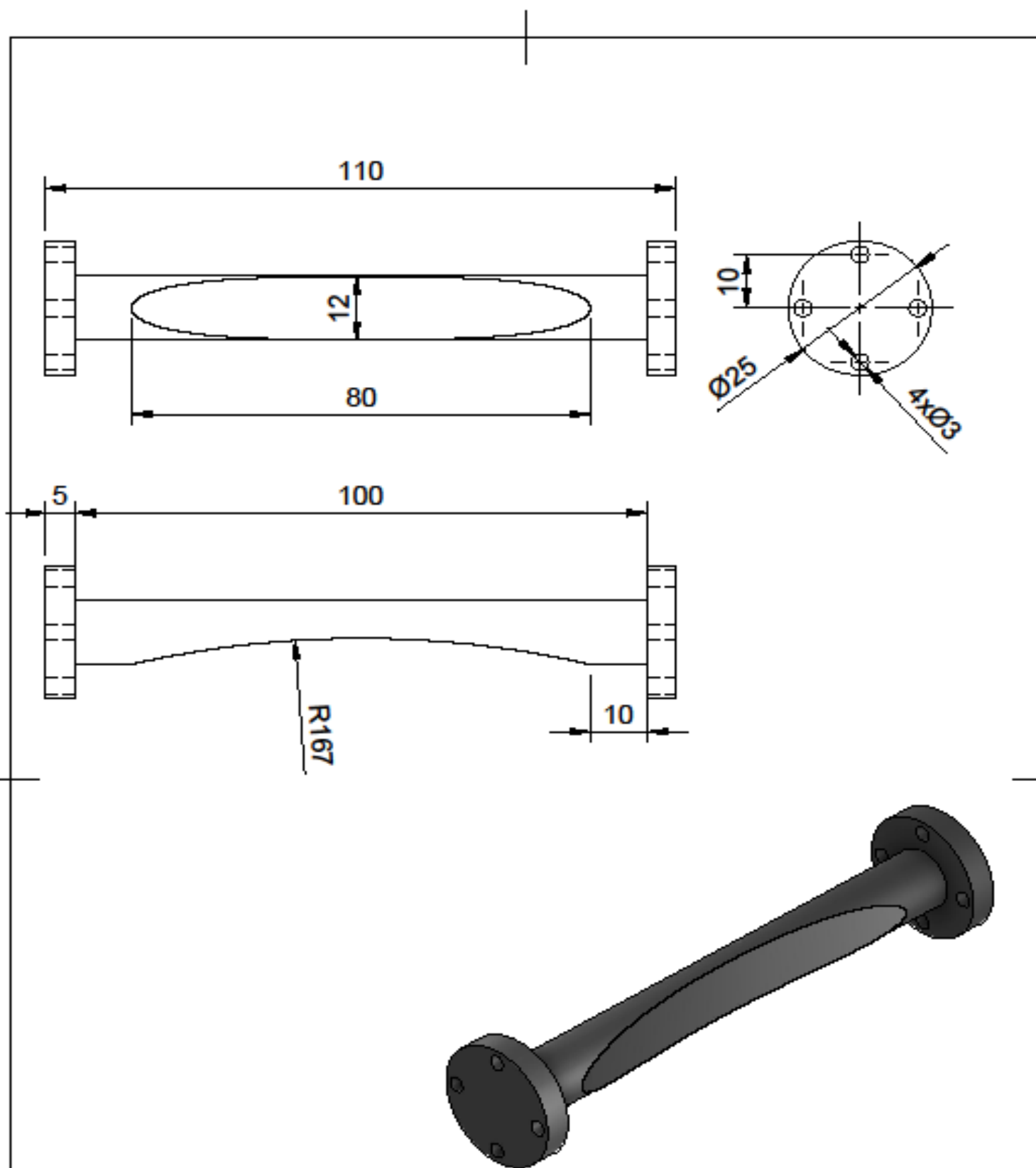
TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉTRICOS	PLANO Nº
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO	10
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCALA	PLANO		
FECHA	CILINDRO DE ANCLAJE		
1:2			
JUNIO 2021			



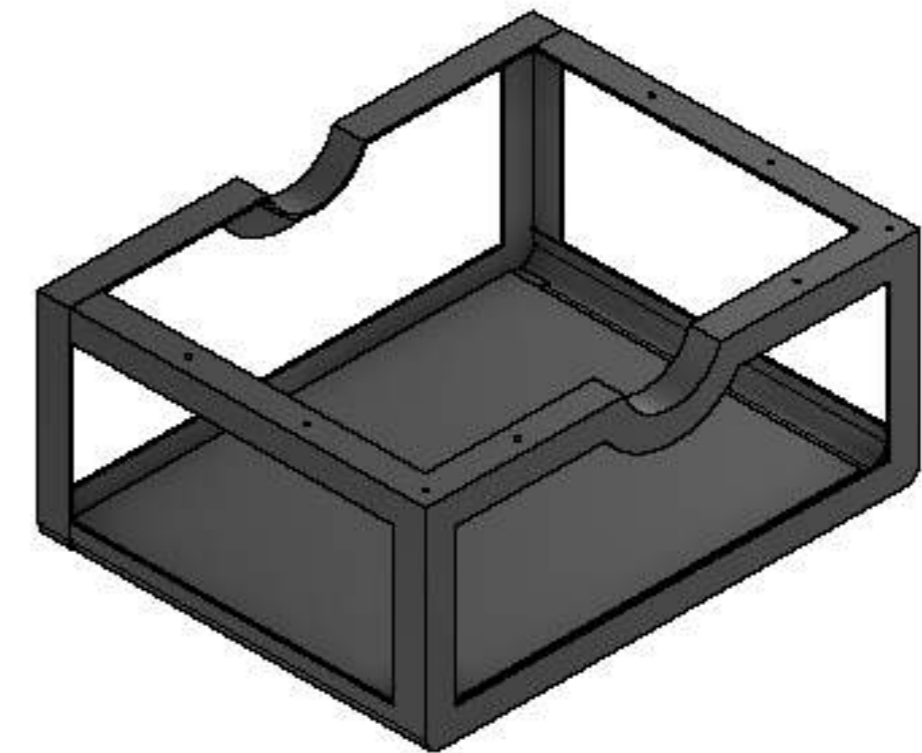
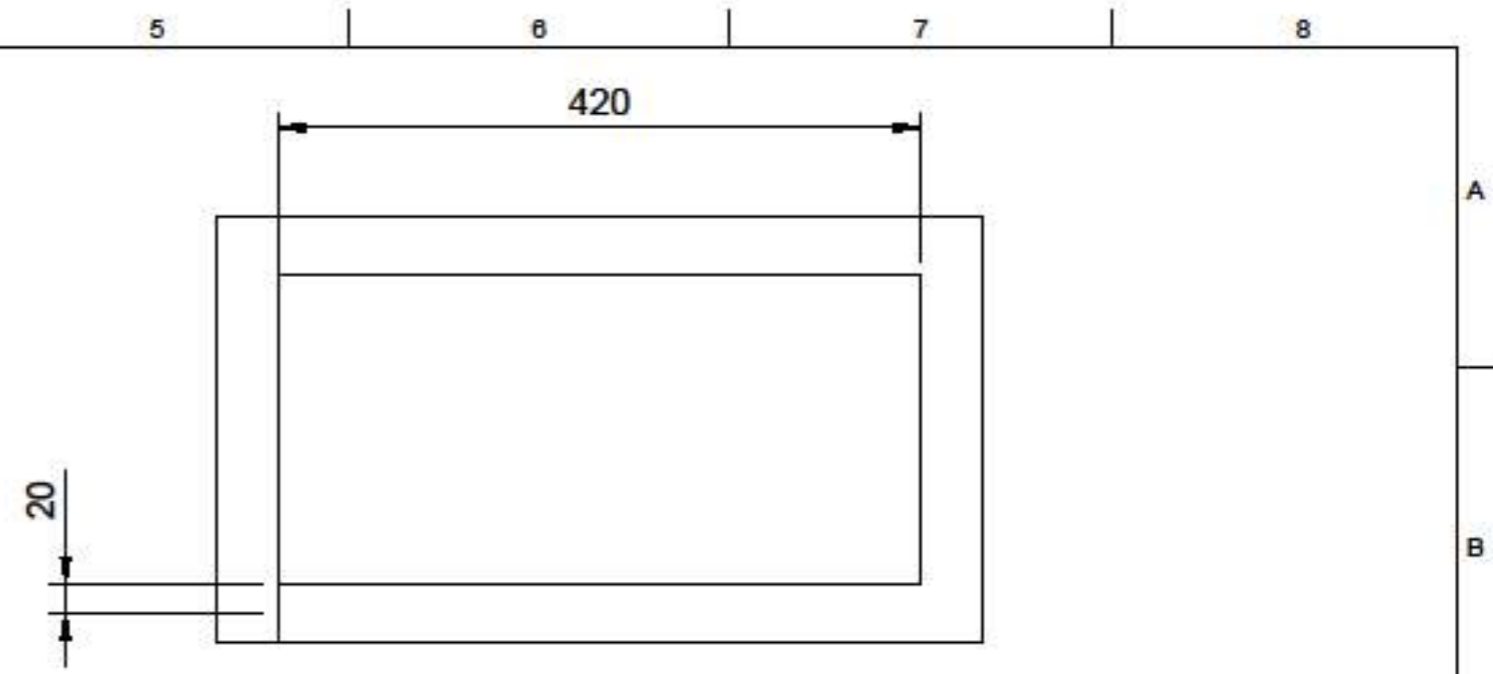
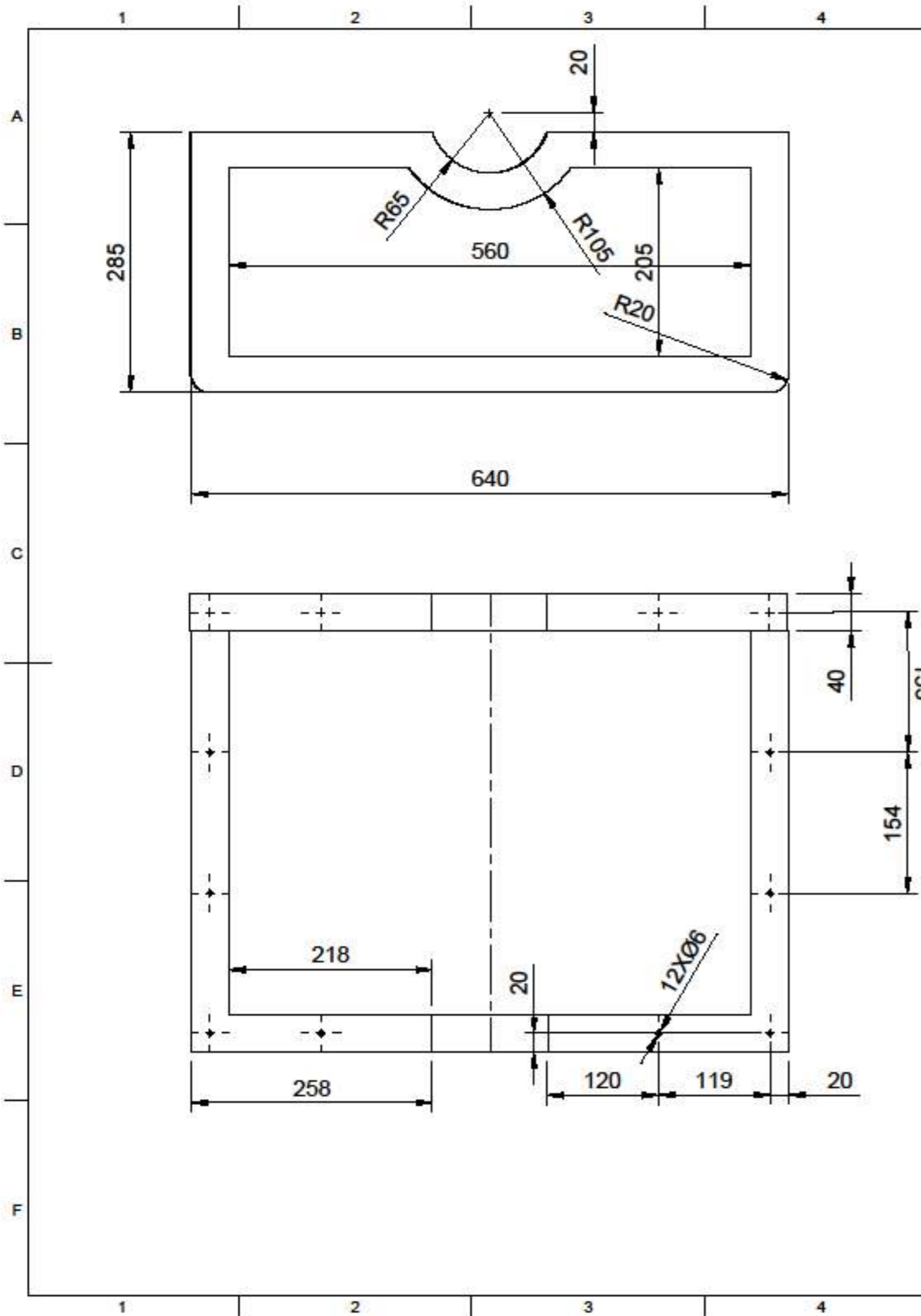
TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICO	PLANO Nº
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO	11
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCALA	1:2	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	ANCLAJE MÓDULO	



TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	12
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZCORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:1	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PESTAÑA DE ANCLAJE	

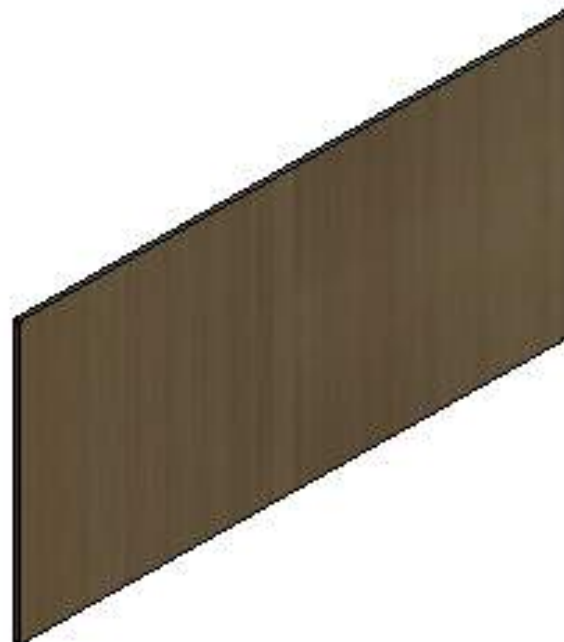
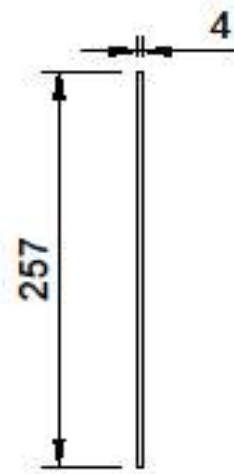
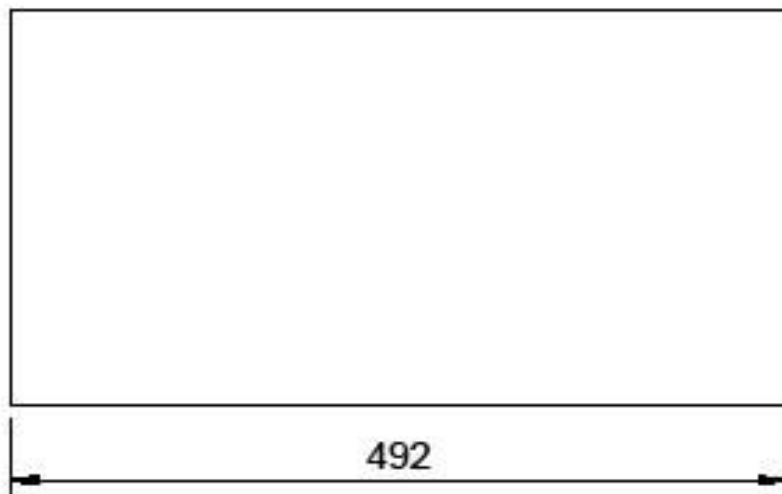


TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO	13
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
ESCALA	PLANO		
1:1	BARRA SEPARADORA		
FECHA			
JUNIO 2021			

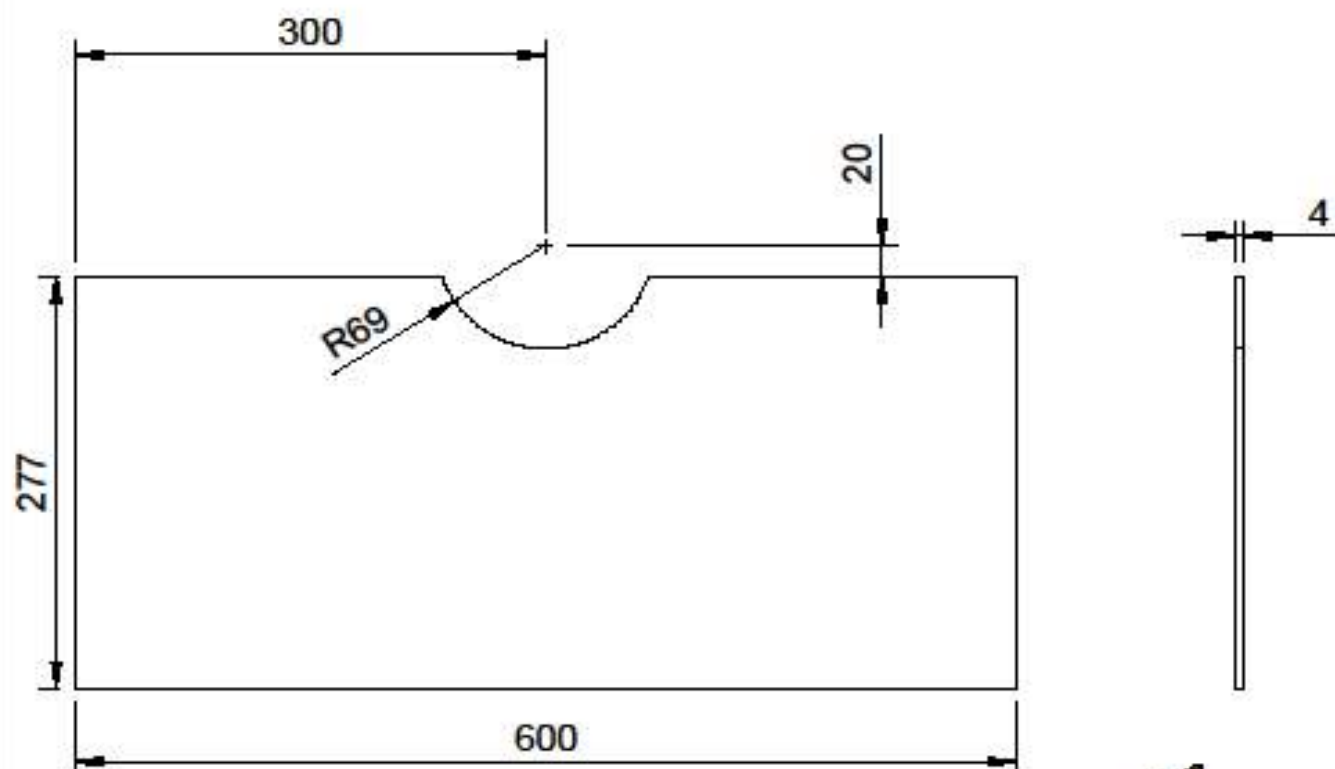


TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO N°	14
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021		
	BASE DEL MÓDULO EXTREMO		



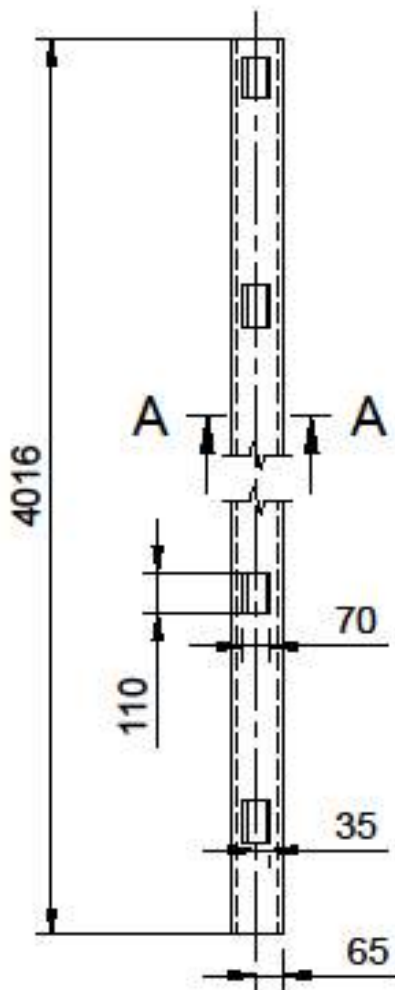
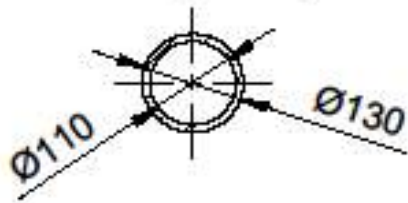


TÍTULO		DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	15
AUTOR		ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD		UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO		
FECHA	JUNIO 2021	PANEL FRONTAL INFERIOR		

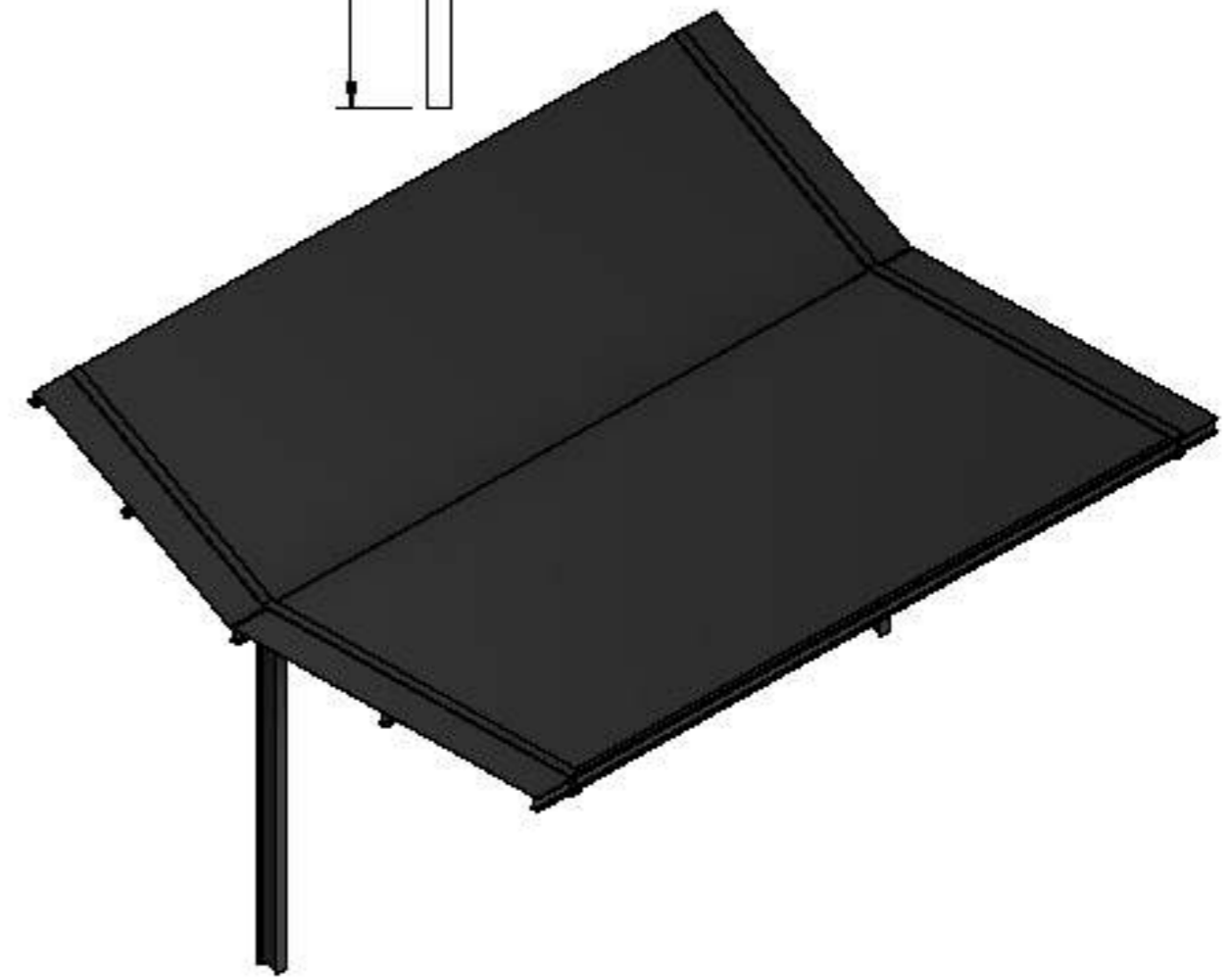
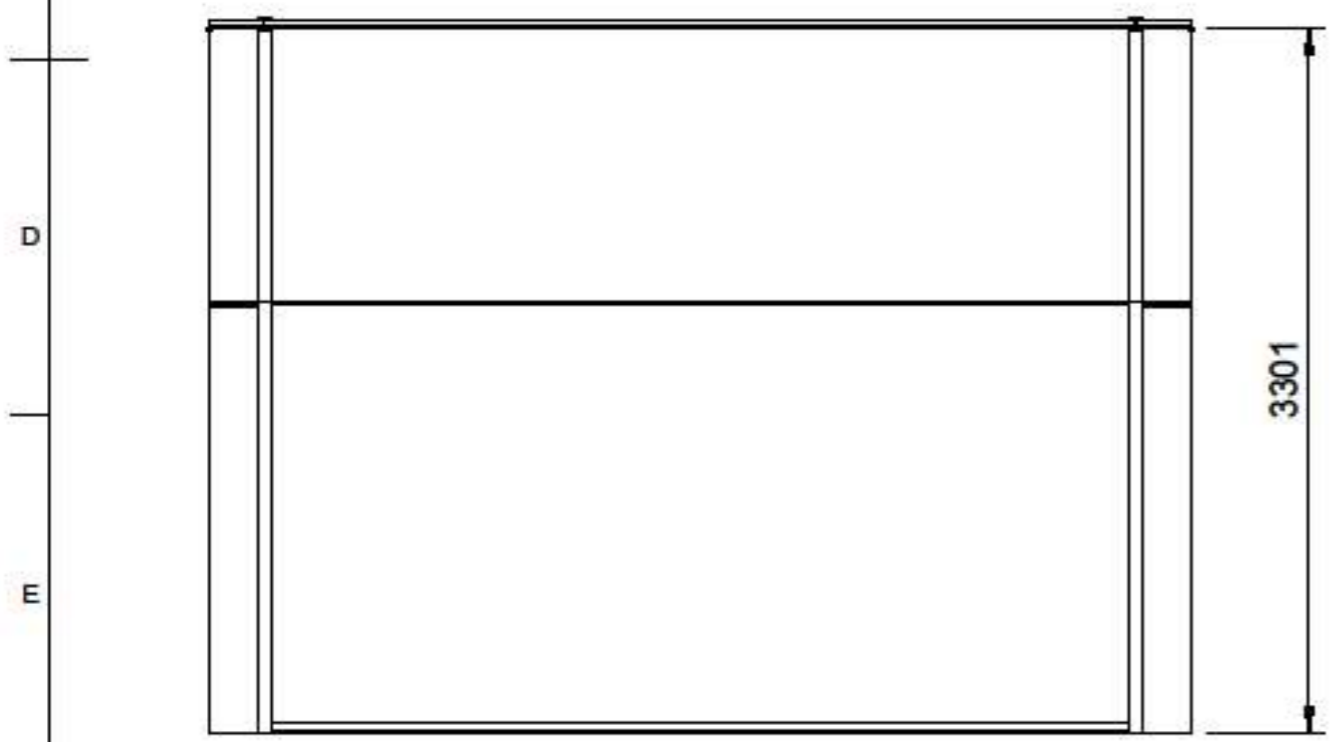
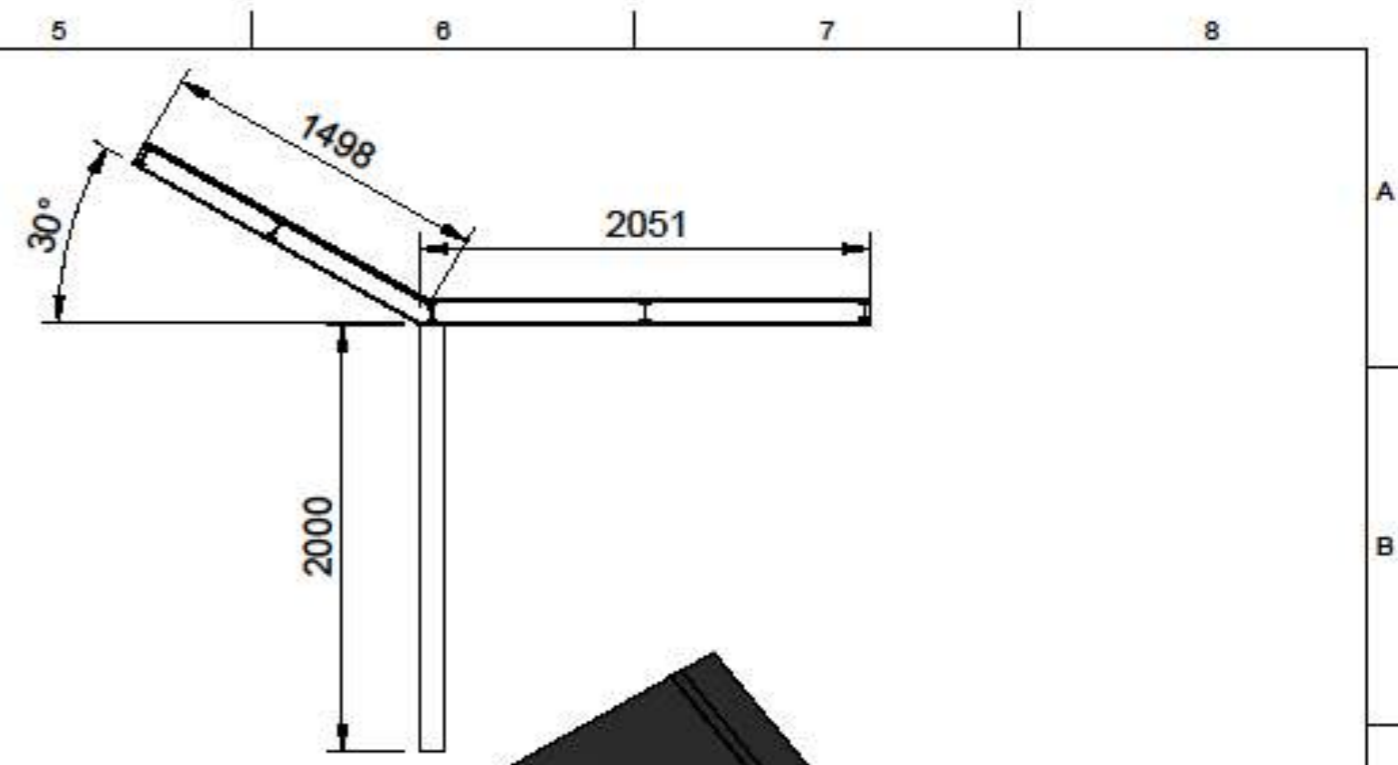
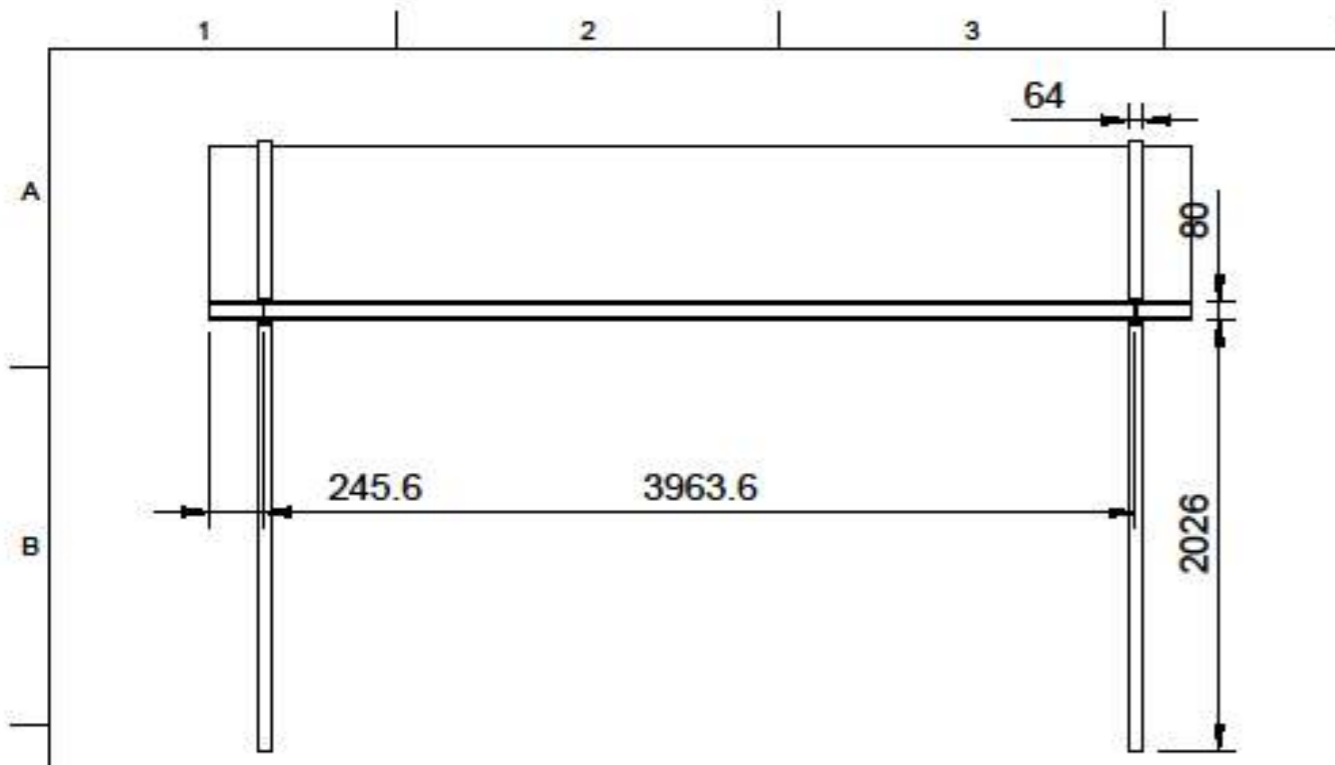


TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	16
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:5	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	PLACA LATERAL INFERIOR	

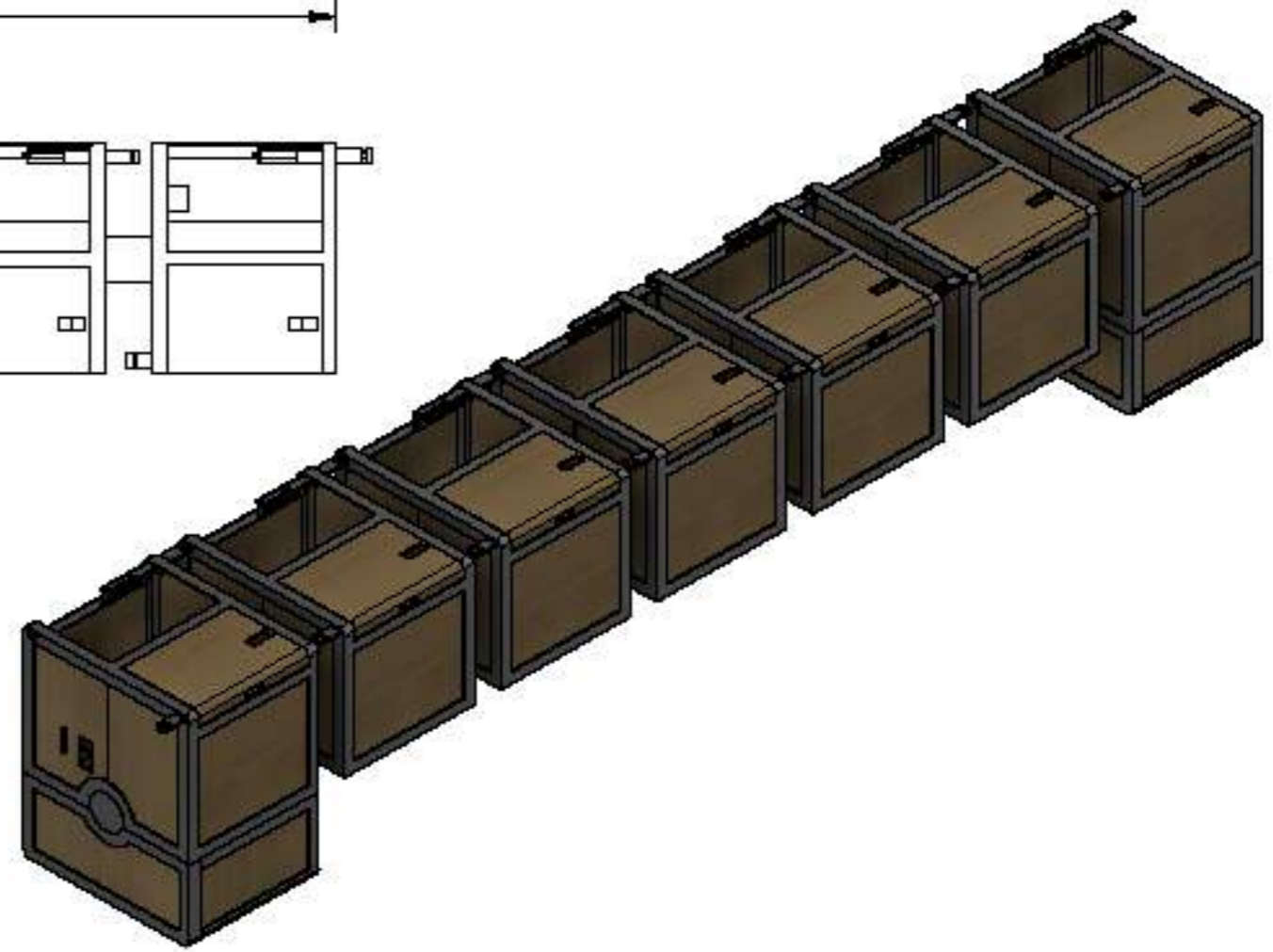
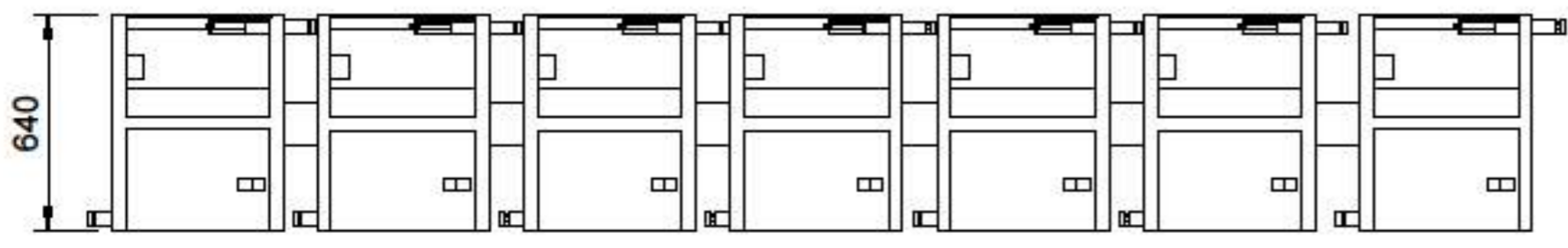
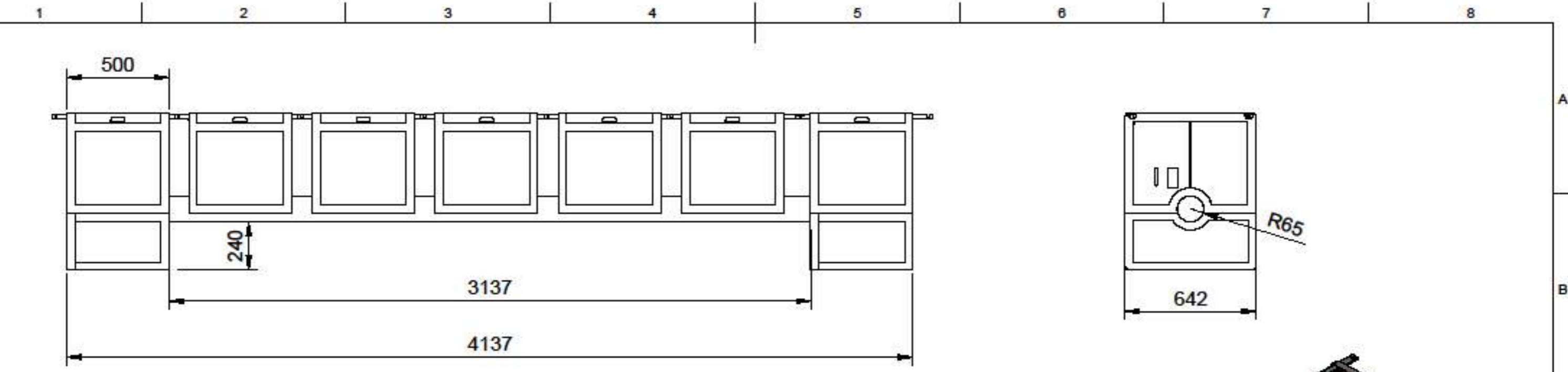
A-A (1:10)




TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO N°	17
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:20		
FECHA	JUNIO 2021		
PLANO		TUBO DE SOPORTE	



TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS	PLANO Nº	18
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:35	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	ESTRUCTURA - MARQUESINA	



TÍTULO	DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DE CARGA PARA PATINETES ELÉCTRICOS		PLANO Nº
AUTOR	ANDRÉS HERNÁNDEZ CORTIZO		19
ENTIDAD	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		
ESCALA	1:20	PLANO	
FECHA	JUNIO 2021	GRUPO DE MÓDULOS	

PRESUPUESTO



PRESUPUESTO

Con respecto al presupuesto, se va a dividir el mismo en varios grupos. El primero hará referencia a los costes asociados a los elementos estructurales. El segundo grupo recogerá el coste de la instalación solar fotovoltaica, sin contar gastos como montaje, mantenimiento, etc. Por último, se recogerá el coste de los materiales para crear cada módulo de carga y se unirán los costes para obtener un presupuesto global de la instalación.

- Costes de la estructura:

PRODUCTO	PERFIL	MATERIAL	M / M^2	CANTIDAD	PRECIO ESTIMADO UNIDAD (Euros)	PROVEEDOR	PRECIO TOTAL (Euros)
Pilares	IPE200	ACERO INOX - S275	2	2	15,57	INCAFE	62,28
Dinteles	IPE200	ACERO INOX - S275	3,5	1	15,57	INCAFE	54,495
Correas	IPE80	ACERO INOX - S275	4	5	8,99	INCAFE	179,8
Cubierta	0,7 MM	ACERO GALVANIZADO	17,5	1	6	HIANSA	105
Tubo	130 mm - Espesor: 10 mm	ACERO C1144	AISI 4,16	1	80	INCAFE	332,8
OPI		PERFIL ALUMINIO	DE 5,6	1	33,6	Brico-metal	188,16
TOTAL ESTRUCTURA							922,54

Tabla 20 - Costes de la estructura.

- Costes de los módulos:

PRODUCTO	Material	M / M ²	CANTIDAD	PRECIO ESTIMADO UNIDAD/METROS (Euros)	PROVEEDOR	PRECIO TOTAL (Euros)
Perfil metálico	Acero Inox. Perfil L 40x40	7,348	1	35	commentfer.es	257,18
Paneles de madera laterales	Contrachapado Roble 4mm	0,389	2	14,53	Grupo cámara	11,30434
Paneles de madera frontales	Contrachapado Roble 4mm	0,256	2	14,53	Grupo cámara	7,43936
Puertas de madera	Contrachapado Abedul 6,5 mm	0,139	2	23,67	Bedia y Cabarga	6,58026
Planchas de madera - Baldas	Contrachapado Roble 4mm	0,202	2	14,53	Grupo cámara	5,87012
Cerradura numérica	-		2	40	Inlock	80
Barra seguridad	Acero Inox.	0,11	1	33	commentfer	3,63
Sistema de bloqueo / Barra y Soporte	Acero Inox.	0,185	1	33	commentfer	6,105
Plancha de separación intermedia	Contrachapado Roble 4mm	0,258	1	14,53	Grupo cámara	3,74874
Suelo de la caja	Aluminio - 4 mm espesor		1	150	Brico-metal	150

TOTAL Módulo Superior	381,86
--------------------------------------	---------------

Tabla 21 - Costes de los módulos superiores.

PRODUCTO	Material	M / M ²	CANTIDAD	PRECIO ESTIMADO UNIDAD/METROS (Euros)	PROVEEDOR	PRECIO TOTAL (Euros)
Perfil metálico	Acero Inox. Perfil L 40x40	6,088	1	35	commentfer.es	240,8
Paneles de madera laterales	Contrachapado Roble 4mm	0,220	2	14,53	Grupo cámara	6,393
Paneles de madera frontales	Contrachapado Roble 4mm	0,163	2	14,53	Grupo cámara	4,737
TOTAL Módulo Interior						251,93

Tabla 22 - Costes de la parte inferior de los módulos de los extremos.

Por lo que el coste de dos grupos de 7 módulos conformado por 7 módulos superiores y 2 partes inferiores será de:

$$(381.85 \cdot 14) + (251.93 \cdot 4) = 6353.62\text{€}$$

- Costes de la ISF:

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO ESTIMADO UNIDAD (Euros)	PROVEEDOR	PRECIO TOTAL (Euros)
Módulo Fotovoltaico	4	150	Auto Solar	600
Regulador	1	526,35	Auto Solar	526,35
Inversor	1	528,65	Auto Solar	528,65
Acumuladores	2	150	Recicla baterías	300
Elevador Tensión	1	39,9	Electrónica embajadores	39,9
Iluminación Led	1	45	Amazon	45
Cableado	40 m Aprox	2,25	electricidad.tienda	90
TOTAL				2129,90

Tabla 23 - Costes de la ISF.



Es decir, el coste total de la instalación para la carga de 12 patinetes y el estacionamiento de un total de 24 vehículos será de:

$$2 \cdot \textit{Coste de la marquesina} + \textit{Coste de los 14 módulos} + \textit{Coste de la ISF}$$

$$= 2 \cdot 922.64 + 6353.62 + 2129.90 = 10328.8 \text{ €}$$



CONCLUSIÓN



CONCLUSIÓN

Con respecto a las conclusiones, se añaden los puntos más importantes a tener en cuenta de este trabajo.

- La transición en la movilidad es un acontecimiento ineludible como ha quedado demostrado a lo largo de este trabajo. Todos los gobiernos y sociedades tienden a una movilidad más sostenible y personal, acentuándose este segundo aspecto a lo largo de la pandemia del Covid-19.
Es por lo tanto un hecho objetivo que se debe abordar y preparar con antelación para asimilar los cambios que se producirán a medio-largo plazo.
- No tiene sentido tratar de realizar un cambio tan profundo como el que se trata en este trabajo sin antes ofrecer infraestructuras y facilidades a los usuarios de movilidad personal y sostenible. La creación de estaciones como esta, o para bicicletas o coches eléctricos supondrá uno de los pilares sobre los que se desarrollará el cambio que tanto se persigue en la actualidad.
- En base al primer punto, resulta evidente que cualquier empresa o institución que se haya preparado para los acontecimientos futuros sabrá adaptarse de una mejor forma a los próximos cambios. Además, podrá sacar cierto beneficio, tangible, como por ejemplo la colocación de publicidad en una OPI, o intangible, como la demostración de que la empresa está a la vanguardia de la sostenibilidad y comprometida con el entorno, mejorando mucho la imagen y aceptación de la empresa por la sociedad.
- La reducción de espacio que implica el poder anclar 24 vehículos en apenas diez metros supone también un ahorro importante. La superficie que se suele dedicar a los aparcamientos de las grandes superficies conlleva un coste del suelo y de mantenimiento muy superiores a la superficie necesaria para este tipo de movilidad.
- Por otro lado, otra de las conclusiones es que resulta de vital importancia estudiar a la competencia y tratar de estudiar sus carencias para suplirlas y ofrecer un producto que destaque por encima del resto. En este caso se vio que el resto de la oferta no poseía una fuente de energía limpia ni tenía un espacio personal a modo de taquilla para el usuario. Además, solo se encuentran orientadas para patinetes de empresas de movilidad urbana, los cuales son todos similares, y no para los consumidores privados. A este respecto se ha colocado una toma de corriente para un cargador personal o los dos conectores más empleados en los patinetes más vendidos para evitar llevar el cargador a todos lados.

- Con respecto al punto anterior, el objetivo es también ofrecer un espacio que vaya más allá de una simple estación de carga. De ahí que los usuarios puedan dejar objetos personales o emplear los módulos como asiento.
- Se busca además la generación de ingresos del exterior mediante un Objeto Publicitario Iluminado. Esto hará mucho más rentable la estación y en caso de no encontrar cliente para dicho objeto siempre podrá ser empleado para publicitar información de interés de la empresa.
- El costo completo de la instalación apenas supera los 10 mil euros. Esto puede parecer una cantidad considerable si no se tiene cierta perspectiva del dinero que puede manejar una multinacional como la empresa que se ha supuesto en este caso (Michelin), o cualquier ayuntamiento o universidad que pueda estar interesado en la instalación de esta estación. Además, no resultaría realmente un costo sino más bien una inversión ya que va a generar ciertos ingresos tangibles e intangibles mucho más valiosos que su coste monetario. Sin olvidar el pequeño detalle de la contribución a un ambiente más saludable para las personas en los núcleos urbanos y la conservación del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Alacer Mas. (Junio de 2021). *Alacer Mas*. Obtenido de <https://www.alacermas.com/productos.php?categoria=1&subcategoria=248&gama=1&producto=12>
- Amazon. (Mayo de 2021). *Amazon*. Obtenido de https://www.amazon.es/dp/B01CNL6EG2/ref=twister_B076VXRYKD?_encoding=UTF8&th=1
- Arquima. (Mayo de 2021). *Arquima*. Obtenido de <https://www.arquima.net/cuales-son-los-beneficios-del-uso-de-madera-como-material-de-construccion/?lang=en>
- Auto Solar Inversor. (Mayo de 2021). *Auto Solar*. Obtenido de <https://autosolar.es/inversores-hibridos/inversor-hibrido-3000w-24v-voltronic-axpert-vmiii>
- Auto Solar Panel. (Mayo de 2021). *Auto Solar*. Obtenido de https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era?gclid=Cj0KCQjw4cOEBhDMARIsAA3XDRgbNiY9L0p-G6gHK18RT1CBqjunrXY8FwIXiiyKu2qNszPylptGkTEaAjpXEALw_wcB
- Auto Solar Regulador. (Mayo de 2021). *Auto Solar*. Obtenido de <https://autosolar.es/reguladores-de-carga-mppt/regulador-mppt-250v-85a-lcd-122448v>
- AutoSolar. (Mayo de 2021). *AutoSolar*. Obtenido de <https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-400w-perc-monocristalino-era>
- Base Paisajismo. (Junio de 2021). *Base Paisajismo*. Obtenido de <http://basepaisajismo.blogspot.com/2011/07/bancos-y-sillas-iii.html#:~:text=La%20ideal%20est%C3%A1%20en%2045,sobre%20todo%20para%20los%20mayores.>
- Baterías y Amperios. (Junio de 2021). *Baterías y Amperios*. Obtenido de https://bateriasyamperios.com/producto/bateria-de-traspaleta-24v-250ah/?gclid=CjwKCAjwqvyFBhB7EiwAER786fJM94Kw-OcxKkMh9Ard1abc8oOl6QsL3YDYdmBlfZDyKCno4TBIEBoC3r4QAvD_BwE

- Bedia y Cabarga. (Junio de 2021). *Bedia y Cabarga*. Obtenido de https://www.bediaycabarga.com/index.php?ver_articulo=ABEDUL9C
- BOE. (Enero de 2021). Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/11/10/970>
- BOE Real Decreto 244/2019. (Abril de 2019). *BOE*. Obtenido de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244/con>
- BOE Real Decreto 842/2002. (Agosto de 2002). Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>
- BOYLESTAD, R. L. (2003). *Introducción al Análisis de Circuitos*. Pearson Education.
- CDL. (Junio de 2021). *CDL*. Obtenido de <https://www.cdl.es/productos-servicios/perfiles-estructurales/#1510847138964-fb579ea7-90eb>
- climateactiontracker.org. (Noviembre de 2020). *climateactiontracker.org*. Obtenido de <https://climateactiontracker.org/publications/global-update-climate-summit-momentum/>
- climateactiontracker.org. (Noviembre de 2020). *climateactiontracker.org*. Obtenido de <https://climateactiontracker.org/>
- Comisión Europea. (Mayo de 2021). *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. Obtenido de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR
- Cooperación Alemana al Desarrollo GIZ. (Abril de 2021). *GIZ*. Obtenido de <https://www.giz.de/en/worldwide/43292.html>
- Corcobado, T. D., & Carmona Rubio, G. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. McGraw-Hill.
- CTE SE. (Junio de 2021). *CTE SE*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>
- CTE-DB-SE-A. (Junio de 2021). *CTE*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
- CTE-SE-AE. (Junio de 2021). *CTE*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>

Díaz, J., Ortiz, C., Falcón, I., Salvador, C., & Linares, C. (2018). Short-term effect of tropospheric ozone on daily mortality in Spain. *Atmospheric Environment*, 187, 107-116.

DSenergy. (Mayo de 2021). *DS New Energy*. Obtenido de <http://www.dsisolar.com/info/how-to-figure-the-correct-angle-for-solar-pane-37641121.html#:~:text=Por%20ejemplo%3A%20si%20su%20latitud,40%20%2D%2015%20%3D%2025%20grados.&text=En%20los%20meses%20de%20invierno,y%20luego%20agregue%2029%20grados>

El Norte de Castilla. (Diciembre de 2020). *Norte de castilla*. Obtenido de <https://www.elnortedecastilla.es/valladolid/auvasa-apuesta-valladolid-20201220175807-nt.html>

EL PAÍS. (Abril de 2020). págs. <https://elpais.com/sociedad/2020-04-11/el-confinamiento-reduce-a-la-mitad-la-contaminacion-en-las-80-ciudades-mas-pobladas-de-espana.html>.

El País. (Diciembre de 2020). *El País*. Obtenido de <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2020-12-30/nueva-movilidad-y-miedo-al-contagio-el-transporte-publico-ante-la-mayor-crisis-de-su-historia.html>

El País. (Febrero de 2021). Obtenido de <https://elpais.com/espana/2021-02-17/los-accidentes-con-patinetes-electricos-se-incrementaron-en-mas-de-un-30-en-el-ultimo-ano.html>

Electrónica Embajadores. (Junio de 2021). *Electrónica Embajadores*. Obtenido de <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/SA31610/sistemas-de-alimentacion/convertidores-dc-dc-uso-general/convertidor-dc-dc-in-12-60-v-out-12-80-v-10-a-funcion-de-elevador-de-voltaje?gclid=CjwKCAjw55-HBhAHEiwARMCszslvtsZuea3HVmX9GFwcut2>

EpData. (Mayo de 2021). *EpData*. Obtenido de <https://www.epdata.es/cuantas-horas-luz-hay-provincia/207058ef-1b90-4e95-abe1-624319d83732/valladolid/355>

Ferrosplanes. (Mayo de 2021). *Ferrosplanes*. Obtenido de <https://ferrosplanes.com/inox-304-vs-inox-316-diferencias/>

Foro Nuclear. (Abril de 2021). *Foro Nuclear*. Obtenido de <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia->

nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-electricidad/

Franz Holz. (Junio de 2021). *Franz Holz*. Obtenido de https://bisagras.franz-holz.com/images/holz/catalogo_bisagra_continua_piano.pdf

GeoCyl. (Mayo de 2021). *Geocyl*. Obtenido de <https://www.geocyl.com/mapa-movilidad-ciclista-valladolid/>

Geodatos. (Mayo de 2021). *Geodatos*. Obtenido de <https://www.geodatos.net/coordenadas/espana/valladolid#:~:text=Coordenadas%20Espa%C3%B1a%20Espa%C3%B1a-,Coordenadas%20geogr%C3%A1ficas%20de%20Valladolid,latitud%2041.65518%20y%20longitud%20%2D4.72372.>

Grupo Cámara. (Junio de 2021). *Grupo Cámara*. Obtenido de <https://www.grupocamara.es/tienda/tableros-de-melaminas-diseno-innovus/15629-15629-1-MELAMINA-ROBLE-ENTABLILLADO-2440X122010MM-M004NM.html>

Grupo Cámara. (Junio de 2021). *Grupo Cámara*. Obtenido de <https://www.grupocamara.es/tienda/tableros-de-maderas-finas/15753-15753-1-TABLERO-CONTRACHAPADO-ROBLE-2440X1220-4-MM.html>

Grupo Cámara. (Junio de 2021). *Grupo Cámara*. Obtenido de <https://www.grupocamara.es/tienda/tableros-de-maderas-finas/15753-15753-1-TABLERO-CONTRACHAPADO-ROBLE-2440X1220-4-MM.html>

Hiansa. (Junio de 2021). *Hiansa*. Obtenido de <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-MT-44-IBIZA-ficha-producto.pdf>

IBERDROLA. (Mayo de 2021). *Iberdrola Contaminación Acústica*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-contaminacion-acustica-causas-efectos-soluciones>

IDEALO. (Mayo de 2021). *IDEALO*. Obtenido de <https://www.idealo.es/magazin/ocio/patinentes-circular-aceras-regulacion-ley?cmpReload=true>

ifv, P. s. (s.f.). *Panel solar ifv*. Obtenido de <https://panellisolarifv.com/construccion-de-paneles-solares/>

Incafe2000. (Junio de 2021). *Incafe2000*. Obtenido de <https://www.incafe2000.com/Esp/p/IPE-100>

- Incafe2000. (Junio de 2021). *Incafe2000*. Obtenido de <https://www.incafe2000.com/Esp/barra-perforada-acero-inoxidable>
- Inge Mecánica. (Junio de 2021). *Inge Mecánica*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html>
- Inlock. (Junio de 2021). *Inlock*. Obtenido de <https://cerradurasindustriales.com/cerraduras-para-taquillas-y-lockers/>
- Inlock ficha técnica. (Junio de 2021). *Inlock*. Obtenido de <https://www.inlok.es/wp-content/uploads/2018/07/Instrucciones-KE1-200004Duo-Derecha.pdf>
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía. (Abril de 2021). Obtenido de IDAE: <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>
- Linares, C., Falcón, I., Ortiz, C., & Día, J. (2018). An approach estimating the short-term effect of NO₂ on daily mortality in Spanish cities. *Environment international*, 116, 18-28.
- Línea Directa. (Mayo de 2019). Obtenido de <https://www.fundacionlineadirecta.org/documents/206323/436244/Estudio+VMP.pdf/521bbc78-8c48-4088-87d4-76f38e643a70?t=1549267206299?download=true>
- Meteoblue. (Mayo de 2021). *Meteoblue*. Obtenido de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodell/ed/valladolid_espa%C3%B1a_3106672
- Michelin. (Abril de 2021). *Michelin España*. Obtenido de <https://www.michelin.es/michelin-en-espana/valladolid>
- Movilidad Eléctrica. (2019). *Movilidad eléctrica*. Obtenido de <https://movilidadelectrica.com/valladolid-tendra-seis-nuevos-autobuses-electricos/>
- MyLock. (Mayo de 2021). *MyLock*. Obtenido de <https://mylock.es/>
- Norte de Castilla. (2019). *Norte de castilla*. Obtenido de <http://elnortedecastilla.es/valladolid/bancos-calle-ganan-20190422125128-nt.html>
- Prontuarios.info. (Junio de 2021). *Prontuarios.info*. Obtenido de <http://prontuarios.info/perfiles/HEB>

- Recicla Baterías. (Mayo de 2021). *Reciclabaterias.es*. Obtenido de wallapop.com: <https://es.wallapop.com/item/oferta-bateria-regenerada-camion-225ah-640595466>
- Sebastian Kraus y Nicolas Koch. (Abril de 2021). *PNAS*. Obtenido de <https://www.pnas.org/content/118/15/e2024399118>
- Solum. (Mayo de 2021). *Solum*. Obtenido de <https://www.solumpv.com/en/>
- SRNE. (2021). *FICHA REGULADOR* - <https://autosolar.es/pdf/MPPT-MC48-Ficha.pdf>.
- Swiftmile. (Mayo de 2021). Obtenido de <https://swiftmile.com/>
- Topographic-map.com. (Junio de 2021). *Topographic-map.com*. Obtenido de <https://es-es.topographic-map.com/maps/6o1u/Valladolid/>
- Transistores.info. (Mayo de 2021). *Transistories.info*. Obtenido de <https://transistores.info/diferencias-entre-semiconductores-tipo-p-y-tipo-n/>
- Web del Profesor. (Junio de 2021). *Web del Profesor*. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/argicast/materias/materia2/CLASE_VIGAS.html
- Web Salud. (Junio de 2021). *Web Salud*. Obtenido de <https://websalud.es/cual-es-el-peso-medio-de-los-espanoles/>
- Wood Products. (Junio de 2021). *Wood Products*. Obtenido de <https://www.woodproducts.fi/es/content/madera-contrachapada>
- Yupcharge. (Mayo de 2021). *Yupcharge*. Obtenido de <https://www.yupcharge.com/es/parking-patinetes/trap/>