



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Estudio y desarrollo de un puesto de carga y
estacionamiento para patinetes eléctricos.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Nomdedeu Mira, Carmen

Tutor/a: García García, Daniel

Cotutor/a: Quiles Carrillo, Luis Jesús

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

Resumen

Título: Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos.

El principal objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado es el estudio y desarrollo de una base de carga de patinetes eléctricos para su implementación en el ámbito urbano. Durante los últimos años los patinetes eléctricos han ganado una popularidad notable en nuestra sociedad, convirtiéndose en uno de los medios de transporte más populares, principalmente en las grandes ciudades. Actualmente, en grandes capitales como Madrid, Barcelona o Valencia existen empresas de alquiler de patinetes, sin embargo, no cuentan con ningún sistema de recarga y estacionamiento público para este tipo de vehículos. Por dicho motivo, con el presente TFG se pretende llevar a cabo el desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos, con el objetivo de que los usuarios de patinetes eléctricos tengan un lugar donde poder estacionar su patinete con seguridad al mismo tiempo que se recarga. Para llevar a cabo el presente TFG se realizará un análisis estructural del estacionamiento de patinetes, teniendo en cuenta los esfuerzos a los que va a estar sometido, se seleccionarán los materiales y los procesos de fabricación más adecuadas para su desarrollo y se realizará un presupuesto detallado con el objetivo de justificar su viabilidad.

En el presente proyecto se llevarán a cabo diferentes disciplinas de la Ingeniería mecánica como: el diseño inicial con programas CAD, estudio y mejoras de diseño mediante simulaciones y análisis FEM, selección de materiales y métodos de fabricación óptimos, análisis de costes y viabilidad del producto.

Palabras Clave: Base de carga, patinete eléctrico, urbano, diseño, cálculos FEM.

Resum

Títol: Estudi i desenvolupament d'un puesto de càrrega i estacionament per a patinets elèctrics.

El principal objectiu del present Treball de Fi de Grau és l'estudi i desenvolupament d'una base de càrrega de patinets elèctrics per a la seua implementació en l'àmbit urbà. Durant els últims anys els patinets elèctrics han guanyat una popularitat notable en la nostra societat, convertint-se en un dels mitjans de transport més populars, principalment en les grans ciutats. Actualment, en grans capitals com Madrid, Barcelona o València existeixen empreses de lloguer de patinets, no obstant això, no compten amb cap sistema de recàrrega i estacionament públic per a aquesta mena de vehicles. Per aquest motiu, amb el present TFG es pretén dur a terme el desenvolupament d'un lloc de càrrega i estacionament per a patinets elèctrics, amb l'objectiu que els usuaris de patinets elèctrics tinguen un lloc on poder estacionar el seu patinet amb seguretat al mateix temps que es recarrega. Per a dur a terme el present TFG es realitzarà una anàlisi estructural de l'estacionament de patinets, tenint en compte els esforços als quals estarà sotmés, es seleccionaran els materials i els processos de fabricació més adequades per al seu desenvolupament i es realitzarà un pressupost detallat amb l'objectiu de justificar la seua viabilitat.

En el present projecte es duran a terme diferents disciplines de la Enginyeria mecànica com: El disseny inicial amb programes CAD, estudi i millores de disseny amb simulacions i anàlisis FEM , elecció de materials i mètodes de fabricació més òptims, anàlisi de costos i viabilitat del producte.

Paraules Clau: Base de càrrega, patinet elèctric, urbà, disseny, càlculs FEM.

SUMMARY

The main objective of this Final Degree Project is the study and development of a charging base for electric scooters for its implementation in the urban environment. In recent years, electric scooters have gained considerable popularity in our society, becoming one of the most popular means of transport, mainly in large cities. Currently, in large capitals such as Madrid, Barcelona or Valencia there are scooter rental companies, however, they do not have any recharging system and public parking for this type of vehicle. For this reason, with this TFG it is intended to carry out the development of a charging and parking position for electric scooters, with the aim that users of electric scooters have a place where they can park their scooter safely at the same time as it recharges. To carry out this TFG, a structural analysis of the scooter parking will be carried out, taking into account the efforts to which it will be subjected, the most appropriate materials and manufacturing processes will be selected for its development and a detailed budget will be made. in order to justify its viability.

In this project different disciplines of mechanical engineering will be developed such as: the initial design with CAD programs, study and design improvements through simulations and FEM analysis, election of materials and the most optimal manufacturing methods, cost analysis and viability of the product.

Keywords: Charging base, electric scooter, urban, design, FEM calculations.

Índice General.

Resumen.....	1
Resum.....	2
SUMMARY	3
Índice General.....	4
1.1 Introducción	9
1.1.1 Antecedentes.....	9
1.1.1.1 Historia y evolución del patinete.....	9
1.1.2 Estudio de mercado.....	12
1.1.2.1 Regulación de los puestos de estacionamiento.	12
1.1.2.2 Evolución del mercado de la movilidad eléctrica.	13
1.1.2.3 Empresas de patinetes eléctricos compartidos.	15
1.1.2.4 Tipos de aparcamientos en el mercado actual.....	19
1.1.3 Alcance del proyecto.....	22
1.2 Objetivos.....	24
1.2.1 Objetivo General.	24
1.2.2 Objetivos particulares.	24
1.3 Desarrollo Proyecto.	25
1.3.1 Requisitos de diseño.	25
1.3.1.1 Diseños ya existentes.....	25
1.3.1.2 Diseño Propuesto.....	27
1.3.1.2.1 Propuesta 1.....	27
1.3.1.2.2 Propuesta 2.....	36
1.3.1.3 Baterías.....	40
1.3.2 Funcionamiento.	42
1.3.3 Selección de materiales.	43
1.3.3.1 Parámetros del material.....	43

1.3.3.2	Selección del material mediante CES edupack.....	43
1.3.4	Emplazamiento.....	45
1.3.5	Diseño final y análisis de soluciones.....	47
1.4	Conclusiones.....	49
1.5	Normas y referencias.....	50
1.5.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	50
1.5.2	Programas de cálculo.....	50
1.5.3	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del Proyecto.	51
1.5.4	Referencias bibliográficas.....	51
1.5.5	Orden de prioridad de los documentos.....	52
1.5.6	Listado de figuras.....	53
II.	Anexos: Cálculos y simulaciones.....	58
2.1	Cálculos.....	59
2.1.1	Determinación de esfuerzos.....	59
2.1.1.1	Situación 1.....	59
2.1.1.2	Situación 2.....	61
2.1.2	Cálculos analíticos.....	62
2.1.2.1	Cálculo en la chapa que compone el cuerpo de la estructura de la propuesta 1.	62
2.1.2.2	Cálculos en el cierre.....	66
2.1.2.3	Cálculo de los pasadores.....	71
2.1.2.4	Cálculo en la chapa estructural de la propuesta 2.....	73
2.2	Simulaciones FEM.....	76
2.2.1	Caso 1: Estructura diseño 1.....	76
2.2.1.1	Selección del conjunto de piezas a estudiar.....	76
2.2.1.2	Aplicación del material.....	77
2.2.1.2.1	77

2.2.1.3	Elementos de unión y fijaciones.	77
2.2.1.4	Selección y aplicación de las cargas.....	79
2.2.1.5	Mallado del conjunto.....	79
2.2.1.6	Ejecución y análisis del estudio.	80
2.2.2	Caso 2: Cierre electrónico.....	87
2.2.2.1	Selección del conjunto de piezas a estudiar.	87
2.2.2.2	Aplicación del material.....	87
2.2.2.3	Elementos de unión y fijaciones.	88
2.2.2.4	Selección y aplicación de las cargas.....	89
2.2.2.4.1	Situación cerrada.....	89
2.2.2.4.2	Situación abierta.....	89
2.2.2.5	Mallado del conjunto.....	90
2.2.2.6	Ejecución y análisis del estudio.	91
2.2.2.6.1	Posición cerrada.	91
2.2.2.6.2	Posición abierta.	94
2.2.2.7	Rediseño cierre.....	97
2.2.3	Caso 3: Estructura diseño 2.....	100
2.2.3.1	Selección del conjunto de piezas a estudiar.	100
2.2.3.2	Aplicación del material.....	100
2.2.3.3	Selección y aplicación de las cargas.....	101
2.2.3.4	Mallado.....	101
2.2.3.5	Ejecución y análisis del estudio.	102
2.3	Procesos de fabricación.	105
2.3.1	Corte láser y plegado de chapa.....	105
2.3.1.1	Corte láser.....	105
2.3.1.2	Plegado de chapa.....	105
2.3.2	Mecanizado por fresadora.	107

2.3.3	Soldadura.....	108
2.3.3.1	Soldadura por arco de gas metálico (GMAW/MIG).....	109
2.3.3.2	Soldadura por arco de gas tungsteno (GTAW/TIG).....	109
III.	Planos.....	110
3.1	Planos de montaje despiece.....	111
3.2	Planos de fabricación.....	112
IV.	Pliego de condiciones.....	113
4.1	Pliego de condiciones para la instalación eléctrica.....	114
4.1.1	Condiciones de los materiales.....	114
4.1.1.1	Conductores eléctricos.....	114
4.1.1.2	Conductores de protección.....	114
4.1.1.3	Identificación de los conductores.....	115
4.1.1.4	Tubos de protección.....	115
4.1.1.7	Cuadros eléctricos.....	116
4.1.2	Normas de ejecución de las instalaciones.....	116
4.1.3	Pruebas reglamentarias.....	117
4.1.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	118
4.1.5	Certificados y documentación.....	118
V.	Presupuesto.....	119
5.1	Mediciones.....	120
5.2	Presupuestos parciales.....	122
5.3	Cuadro de precios.....	124
5.6	Resumen.....	126

I. Memoria

1.1 Introducció

1.1.1 Antecedentes

1.1.1.1 Historia y evolución del patinete.

El origen del patinete viene de los patines sobre hielo que datan los primeros registros desde 1760, poco a poco se fue evolucionando a las ruedas, pero no se sabe con exactitud cuándo se produjo. El patinete consiste en una tabla montada sobre dos o tres ruedas, que tiene una barra para la dirección con un manillar para la dirección de éste y es impulsado por uno de los pies del usuario. Al principio nace como entretenimiento para los niños en el siglo XIX y hasta la década de 1960 eran fabricados de madera y ruedas de goma.



Figura 1.1 Patinete antiguo. (Fuente: www.todocoleccion.net)

Tras el gran auge de los patinetes eléctricos estos últimos años se puede pensar que estos surgieron en el siglo XXI. Pero la realidad es que ya en el siglo XIX se creó la primera patente de estos vehículos, ya que los primeros motores electrostáticos fueron creados en 1740 y las baterías plomo-ácido que utilizamos hoy en día se inventaron en 1859 por el físico francés Gaston Planté. [3]

Antes del patinete eléctrico apareció la primera bicicleta eléctrica en 1896 por el fabricante británico de bicicletas Humber. Se trataba de una bicicleta tándem que llevaba baterías de plomo-ácido por lo que la hacían pesada y muy voluminosa, pero que alcanzó una velocidad de 60 km/h.

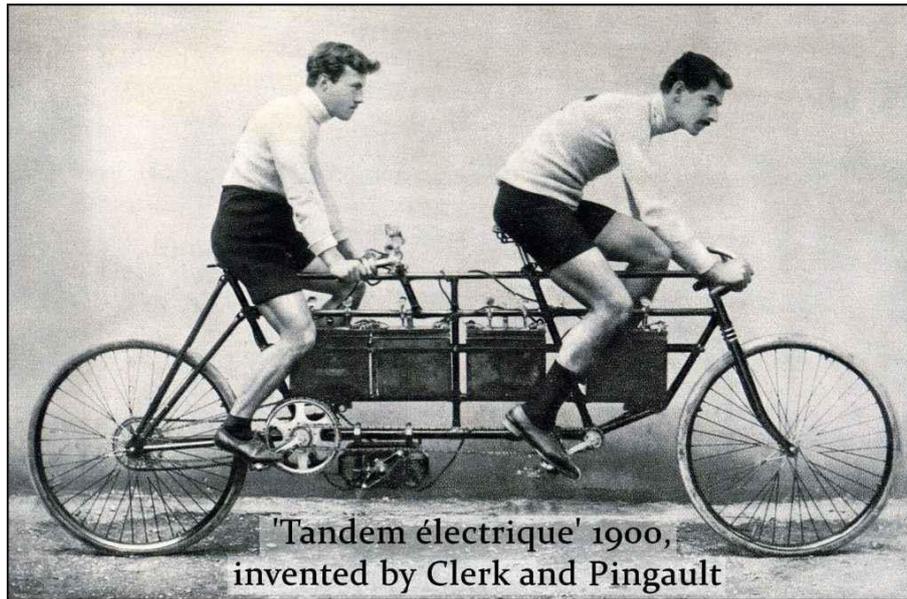


Figura 1.2 Primer Tandem eléctrico. (Fuente: www.tupatin.es)

En 1915 salió a la luz el primer patinete motorizado fabricado por la compañía Autoped, situada en Long Island City, Nueva York. Se diseñó para recorrer distancias cortas de una forma rápida y eficiente, ya que por la Primera Guerra Mundial que estaba atravesando el mundo, el combustible estaba racionado y se buscaba la mayor eficiencia de los recursos.



Figura 1.3 Primer patinete eléctrico. (Fuente: www.monopatin.com.ar)

Durante la Segunda Guerra Mundial también hubo escasez de gasolina por este motivo Merle Williams de Long Beach, California, desarrolló el patinete eléctrico con un remolque de una sola rueda. Después se asoció con otro negociante y crearon la que es ahora conocida como ParCar Corp, que sigue fabricando vehículos eléctricos.[10]

Hoy en día encontramos una variedad muy diversa de patinetes eléctricos que, con las nuevas tecnologías en baterías y motores eléctricos, más la comodidad en la

ciudad, su versatilidad y su peso reducido, han sufrido un fuerte auge en el mercado estos últimos años.



Figura 1. 4 Patinete eléctrico Xiaomi. (Fuente: www.amazon.es)

1.1.2 Estudio de mercado

Los patinetes eléctricos han ganado una popularidad notable estos últimos años, cada vez es más común ver este tipo de vehículos circulando por nuestras calles, en las grandes capitales como Madrid o Barcelona incluso tienen un sistema de alquiler de éstos.

1.1.2.1 Regulación de los puestos de estacionamiento.

Los patinetes eléctricos suponen un 60% de los vehículos de movilidad personal, pero hay que tener en cuenta que este tipo de vehículo también está sujeto a la normativa regulada por la DGT (Dirección General de Tráfico). Esta también implica el estacionamiento, donde está prohibido aparcar el patinete eléctrico en las aceras y áreas peatonales, salvo en algunas excepciones.

Si no es posible estacionar en lugares reservados para bicicletas, motos o bandas de estacionamiento de vehículos se podrá aparcar junto al bordillo el patinete en paralelo y respetando las distancias establecidas por la ley. Solo se podrá estacionar en aceras amplias que no limite el paso a personas con discapacidad y que no estén marcadas como “zonas especiales de protección para el peatón”.

También está prohibido aparcar en zonas peatonales como paradas de taxis y autobuses, y anclarlo a árboles u objetos de la vía pública como puede ser una valla, una farola o un semáforo.[11]

Por ello en este proyecto se llevará a cabo un sistema de aparcamiento que, además de estacionar el patinete en una zona legal tendrá la posibilidad de cargarlo a la vez.

1.1.2.2 Evolución del mercado de la movilidad eléctrica.

Se han invertido más de 5.700 millones de dólares en la micromovilidad desde 2015, que es el uso tanto de bicicletas, patinetes o scooters eléctricos. Este mercado ha atraído a una gran mayoría de clientes más rápido que cualquier servicio de compartir vehículos o alquiler de éstos, como pueden ser Uber o Cabify.

Hay varias circunstancias que han hecho este gran auge de este tipo de movilidad. Por ejemplo, facilita mucho el tránsito de las personas en grandes ciudades, ya que la mayoría de veces este sistema es más rápido para desplazarse de un sitio a otro que el automóvil o el transporte público, evitando así los posibles atascos que se ocasionan en ciudades de población elevada.

El diseño de éstos, compacto y ligero y su fácil manejo han hecho que muchas personas se sientan atraídos por adquirir uno de éstos.

En las grandes ciudades con más de un millón de personas la velocidad del tráfico por la urbe es aproximadamente de unos 15 km/h, esto hace que puede ocasionar diariamente situaciones frustrantes y estresantes en os habitantes.

Los vehículos personales eléctricos alcanzan mayores velocidades de desplazamiento, evita las situaciones de falta de aparcamiento de los autos y requiere un menor coste de propiedad y mantenimiento. Además, ofrece un sistema de transporte no contaminante y beneficioso, en el caso de las bicicletas, para la salud.

En la siguiente imagen se muestra el porcentaje de vehículos de movilidad personal que se tiene en los hogares españoles. [4]



Figura 1. 5 Porcentaje vehículos de movilidad personal en hogares españoles. (Fuente: www.fevemp.es)

I. Memoria

Tras este incremento, las empresas de alquiler y movilidad compartida de vehículos han visto que con este tipo de transporte ganan económicamente ya que, les resulta mucho más barato la compra de un scooter eléctrico, que vale aproximadamente sobre 400 dólares que, la compra de un automóvil el cual puede llegar a valer los miles de dólares.

También la rentabilidad de estos vehículos es mayor ya que, un scooter puede alcanzar el punto de equilibrio, donde se ha amortizado el desembolso del dinero inicial, en menos de cuatro meses.

En la siguiente tabla se puede observar la rentabilidad del sistema de alquiler de patinetes eléctricos.[5]

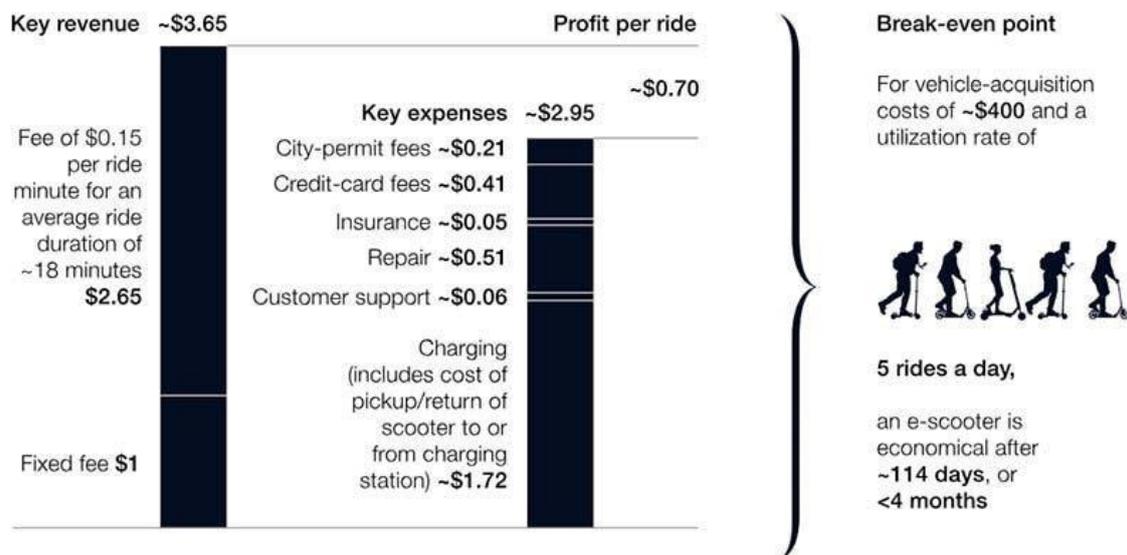


Figura 1. 6 Rentabilidad de scooters eléctricos compartidos. (Fuente: www.hibridosyelectricos.com)

1.1.2.3 Empresas de patinetes eléctricos compartidos.

Las empresas de patinetes eléctricos compartidos se han visto en una situación complicada estos dos últimos años. Al principio había gran variedad de éstas por todas las ciudades, pero a medida que va avanzado el tiempo y también debido al confinamiento por el COVID-19, se ha visto como muchas de éstas han echado el cierre o han sido absorbidas por otras más grandes. Esta tendencia se prevé que continúe durante este año.

Nuestro país cuenta con 8 compañías de este sector, pero según las predicciones éstas se reducirán hasta quedar 3 empresas grandes. Las empresas más conocidas que operan u operaban en el país son las siguientes.[1]

Lime

Fue la primera empresa en implantar patinetes eléctricos en España en verano de 2018. Desde entonces se han mantenido y han logrado ser de los más comunes en diferentes ciudades españolas. En 2020 se quedó también con la marca Jump de patinetes que pertenecía a Uber.



Figura 1. 7 Patinetes eléctricos Lime Madrid. (Fuente: www.businessinsider.es)

Bird

Bird ha tenido que hacer una serie de grandes recortes a causa de la pandemia, cerrando así su opción de bicicletas y motos eléctricas tanto en España como en el resto

del mundo, pero a pesar de ello es una empresa de las más fuertes en este sector junto con la citada anteriormente Lime.



Figura 1. 8 Patinetes eléctricos Bird. (Fuente: www.businessinsider.es)

Wheels

Esta empresa americana decidió dejar España hace poco para llevarse sus vehículos a Bruselas buscando un tipo de mercado más rentable. Esta empresa únicamente operaba en Madrid y Málaga.



Figura 1. 9 Patinetes Wheels con casco. (Fuente: www.businessinsider.es)

Wind

La empresa alemana cambió su sede de Berlín a Barcelona hace poco, pero ha ido reduciéndose hasta solo dar servicio en Canarias.



Figura 1. 10 Patinetes eléctricos Wind. (Fuente: www.businessinsider.es)

Bolt (Taxify)

Aunque ahora solo está en Madrid y en Málaga la empresa de origen estonio pretende ampliarse a más ciudades españolas.

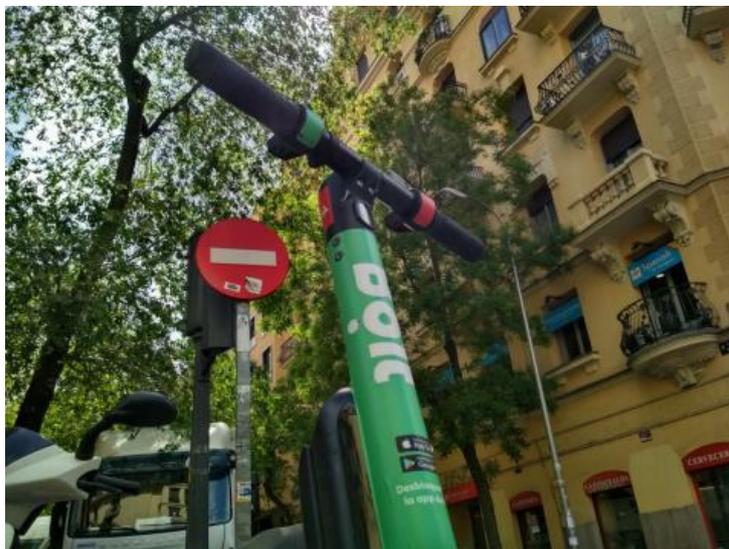


Figura 1. 11 Patinete eléctrico Bolt. (Fuente: www.businessinsider.com)

Buny

Buny, que es una de las compañías españolas en este sector se ha visto afectada por los cambios de diversos directivos, pero se ha logrado mantener y está presente en varias ciudades: Lugo, Elche, Mataró y Vitoria.



Figura 1. 12 Patinete eléctrico Buny. (Fuente: www.businessinsider.es)

Reby

Esta startup tuvo problemas en sus inicios con el ayuntamiento de Barcelona que llegó a multar y retirar decenas de patinetes suyos, insistiendo en que estos patinetes no tenían permiso para circular por sus calles. Ahora están en Gijón, Madrid y Zaragoza, y en Barcelona tienen pensado volver.



Figura 1. 13 Patinete eléctrico Ruby. (Fuente: www.businessinsider.es)

Las empresas que más predominan en España en este sector han intentado mantener convenios con las instituciones públicas para que no haya problemas como la empresa Reby en Barcelona, que el ayuntamiento multó a muchos vehículos de su marca. Así los ayuntamientos decidirán que empresas de patinetes trabajarán en la ciudad.[1]

1.1.2.4 Tipos de aparcamientos en el mercado actual.

Los diferentes tipos de aparcamiento para patinetes eléctricos que podemos encontrar actualmente son:

Soportes como los de las bicicletas donde se puede dejar anclado el patinete mediante un candado o una cadena. En centros comerciales de Barcelona se pueden encontrar estaciones de carga inteligentes que permiten aparcar el patinete y además cargarlo y dejar el casco.



Figura 1. 14 Puesto de carga TRAP Barcelona. (Fuente: www.yupcharge.com)

En Valencia han implementado un servicio de alquiler de VMP (vehículos de movilidad personal), donde puedes alquilar tanto patinetes como bicicletas mediante aparcamientos inteligentes que funcionan con una aplicación para gestionar el servicio.



Figura 1. 15 Aparcamiento de patinetes Parkinete Valencia. (Fuente: www.parkinete.com)

También dentro de la Comunidad Valenciana en Villa Real quieren implantar como prueba dos bases de carga y aparcamiento de patinetes eléctricos con espacio para guardar el casco.



Figura 1. 16 Aparcamiento piloto en Castellón. (Fuente: www.castellonplaza.com)

Una empresa americana llamada SwiftSmile ha desarrollado y ofrece un sistema de aparcamiento y carga tanto de patinetes como de bicicletas eléctricas de alquiler con una plataforma de seguimiento del estado de los vehículos y la estación de carga. Es un sistema modular por lo que se puede ajustar según las necesidades de la ciudad.



Figura 1. 17 Estación de carga SwiftSmile. (Fuente: www.swiftmile.com)

En Zaragoza también se va a hacer pruebas de un prototipo de estación para bicis y patines con un sistema que puede cargar y proteger los vehículos de movilidad personal. Se implementarán los primeros en tres centros comerciales y uno en suelo municipal, éstos tienen una capacidad para diez patinetes y seis bicicletas, pueden ser eléctricos o simplemente mecánicos. La estación funciona mediante una aplicación en donde se puede reservar el sitio donde irá estacionado el vehículo. [2]



Figura 1. 18 Prototipo estación de carga en Zaragoza. (Fuente: www.zicler.es)

1.1.3 Alcance del proyecto.

Este proyecto va enfocado tanto a los patinetes de alquiler como a los personales ya que ambos comparten la misma problemática: la del aparcamiento.

Como ya se ha visto cada municipio tiene su convenio con una empresa de alquiler de patinetes. Estas, en su aplicación para móviles, marcan los lugares correctos para estacionar los patinetes cuando ya se haya realizado el trayecto, pero suele ocurrir que las personas no los dejen de manera ordenada o los dejen en otros lugares que no deben entorpeciendo así el paso por la calzada.

Las siguientes imágenes, que se han tomado en la localidad de Alcoy como ejemplo, se muestra el problema que también ocurre en los demás municipios.



Figura 1. 19 Patinetes estacionados incorrectamente. (Fuente: Tomada por el autor).



a)

b)

Figura 1. 20 Imágenes comparativas: a) Como dejan los patinetes la empresa. b) Como acaban dejándolos algunos usuarios.

I. Memoria

En el caso de los patinetes particulares, los usuarios habitualmente utilizan este tipo de transporte para ir a trabajar, a la universidad o a algún lugar de ocio como centros comerciales. El principal problema que surge es la falta de puestos para poder dejar el patinete asegurado sin que nadie lo robe haciendo cargar con el vehículo hasta la oficina, aula o lugar seguro que consideren, pudiendo entorpecer el espacio de las demás personas.

Estos puestos se colocarán en los parkings de las empresas o cerca de los polígonos, escuelas o comercios donde la gente suele ir.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

El presente TFG tiene como objetivo realizar el diseño, análisis de esfuerzos y viabilidad de una estación de carga y aparcamiento de vehículos de movilidad personal, en este caso, patinetes eléctricos.

1.2.2 Objetivos particulares.

Para realizar el objetivo general del proyecto intervienen en él varios objetivos particulares:

- Diseñar una estación de carga para patinetes eléctricos mediante el programa CAD SolidWorks.
- Aplicar la normativa vigente para que el proyecto cumpla con las regulaciones y poderlo implementar.
- Realizar las simulaciones sobre las diferentes cargas a las que puede estar sometido el conjunto.
- Elegir el material adecuado para soportar las fuerzas y las inclemencias meteorológicas a las que se enfrenta.
- Analizar y escoger los métodos de fabricación más correctos para elaborar las diferentes piezas que forman la estación de carga con los materiales seleccionados anteriormente.
- Por último, hacer un análisis de costes para comprobar su viabilidad económica.

1.3 Desarrollo Proyecto.

1.3.1 Requisitos de diseño.

1.3.1.1 Diseños ya existentes.

Para el desarrollo del diseño del prototipo se ha buscado información de otros productos similares o de propuestas de éstos.

Como se observa en las imágenes siguientes, cada diseño es diferente y no siguen un patrón común, por lo que se deduce que no hay ningún tipo de estandarización de estas estructuras y cada empresa o municipio hace su propia propuesta de diseño.



Figura 1. 21 Estación carga y aparcamiento de Swiftmile. (Fuente: www.swiftmile.com)



Figura 1. 22 Base de carga y estacionamiento Knot. (Fuente: www.knotcity.com)



Figura 1. 23 Pàrking de patinetes elèctrics Aqua Sport Clubs. (Fuente: www.cmdsport.com)

1.3.1.2 Diseño Propuesto.

1.3.1.2.1 Propuesta 1.

Tras analizar los diferentes diseños del mercado se ha propuesto un primer diseño que cumpla con las funciones principales a las que va destinado el producto. La siguiente imagen muestra un boceto hecho a mano de la idea para llevarlo a cabo modelándolo en 3D.

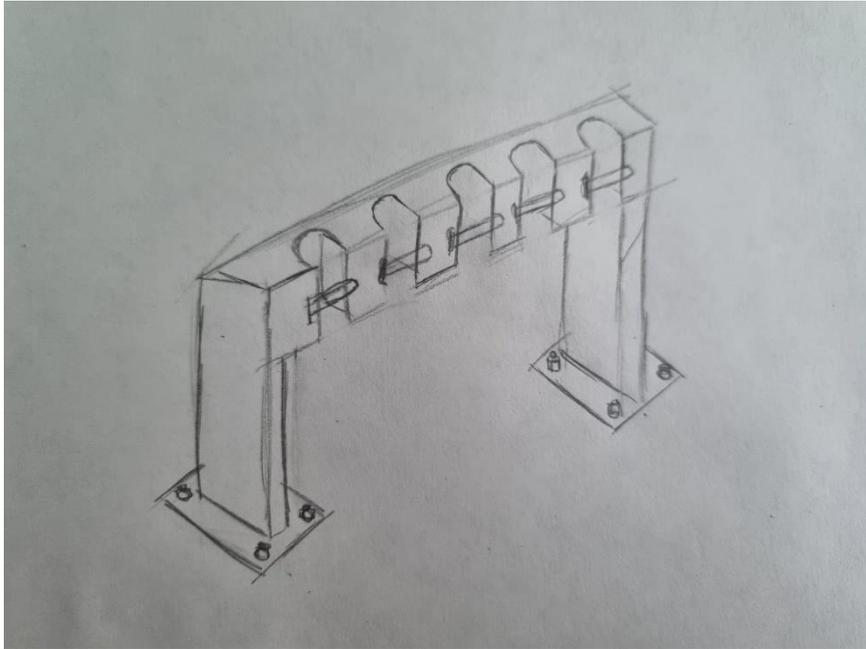


Figura 1. 24 Boceto del diseño del aparcamiento.

Para realizar el diseño del producto se ha utilizado el programa SolidWorks ya que es un software CAD para el modelado 3D.

Primero se ha buscado un patinete eléctrico común, con sus medidas generales para tener una referencia del espacio que ocupa. Después, se ha buscado un modelo en 3D para insertarlo en el programa donde se hará el diseño de la estación y así comprobar que las medidas son acordes a las dimensiones del patinete.



Figura 1. 25 Patinete eléctrico en 3D modelo Xiaomi.



Figura 1. 26 Medidas generales patinete Xiaomi (fuente: www.miaparato.com)

Para empezar con el diseño se han tomado las medidas generales del patinete y se ha estimado que en la estructura para aparcarlos puedan caber 5 de éstos porque, en el caso de los patinetes de alquiler, la aplicación que llevan, marca una serie de sitios donde poder cogerlos o dejarlos, y normalmente son grupos de 5 o más patinetes.



Figura 1. 27 Grupo de patinetes en la calle.

Primero se diseña la estructura general principal, que es la que da forma y donde van a ir apoyados los patinetes. Se compone de una chapa metálica rectangular de 213×10×20 cm y 3mm de espesor, con los huecos cortados a láser y los lados plegados. Se deja la parte posterior libre para poder insertar los componentes eléctricos y las baterías que realizarán la función de carga, se doblan los laterales que además van perforados con agujeros del tamaño del remache de tuerca que se va a insertar, en nuestro caso M8, para poder atornillar posteriormente la chapa trasera a ésta mediante esos tornillos.

Esta chapa, en los huecos para insertar el patinete, tiene unos cortes que son los huecos para montar el conjunto del cierre electrónico.

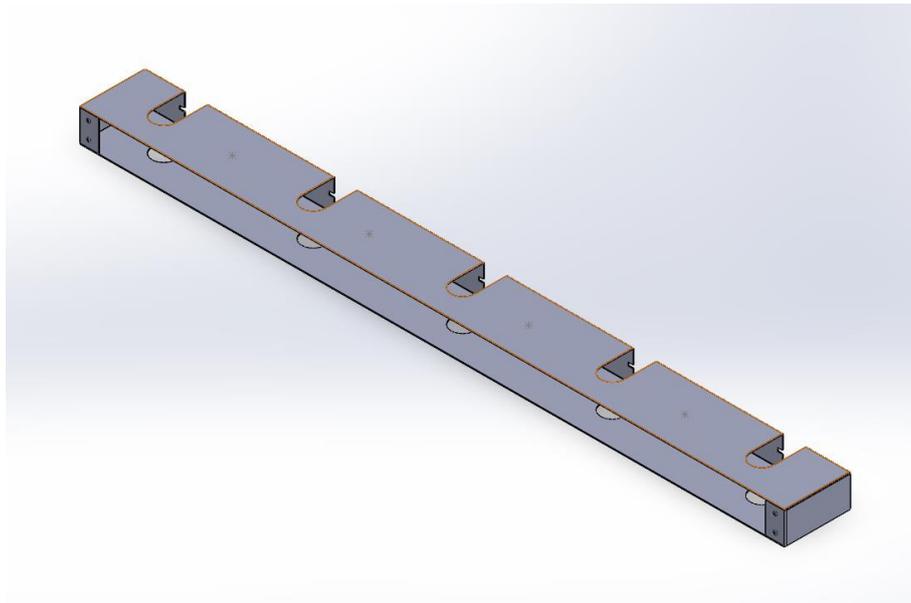


Figura 1. 28 Chapa principal cuerpo.

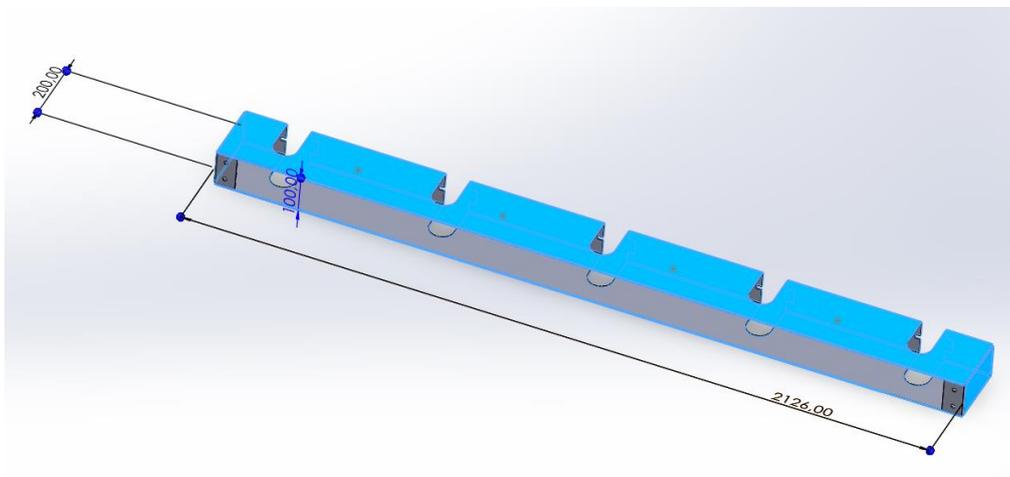


Figura 1. 29 Chapa principal cuerpo con cotas.

Se realiza también la chapa metálica posterior que servirá como tapa y se atornillará a las pestañas de la chapa principal para poder realizar tareas de mantenimiento, retirándola y accediendo al interior. Esta chapa será de longitud igual a la anterior, con los bordes redondeados evitando los cantos vivos que pueden provocar enganchones y cortes en las personas. El espesor de esta chapa será de 3mm como la anterior manteniendo así la uniformidad de la pieza conjunto.

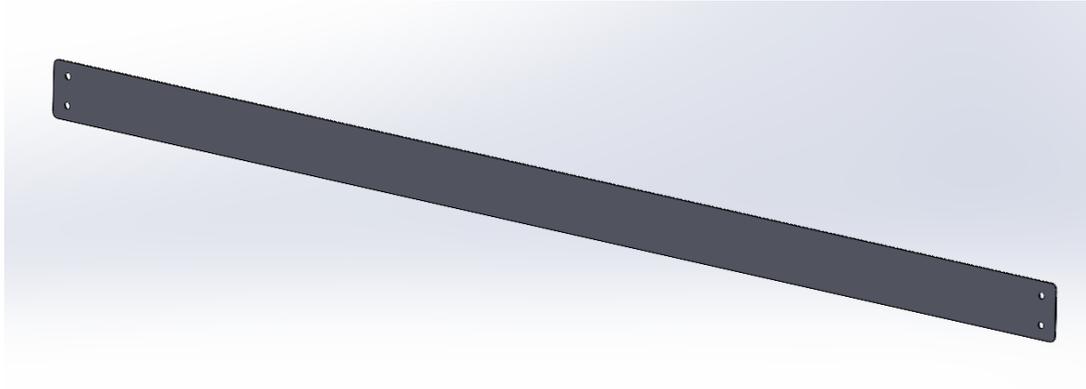


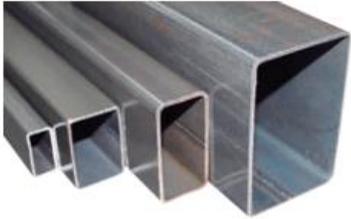
Figura 1. 30 Chapa trasera

Estas chapas irán soldadas a dos perfiles estándares rectangulares 90×50×3mm y 80 cm de longitud terminados con una pletina que serán los dos apoyos para anclar al suelo. Este perfil se selecciona del catálogo de prolians.

Tubos

RECTANGULARES
Tubos soldados

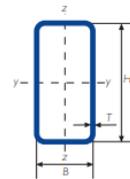
Laminados en frío, caliente, decapados, estructurales, galvanizados.
Suministro en barras de largo comercial de 6 metros.
Otras longitudes bajo pedido.



PESO EN KG/M PARA ESPEORES DE:

Gama de producto: FRÍO

GAMA DE TUBO ACABADO EN FRÍO. Medidas en milímetros



Gama perfil tubular en frío - rectangular

DIMENSIÓN ESPECÍFICA DE LADOS		ESPESOR T (mm)														
H (mm)	B (mm)	1,5	2	2,5	3	4	5	6	6,3	7	8	10	12	12,5	14,2	16
90	20															
90	30															
90	40															
90	50															
90	60															
90	70															
100	20															
100	30															

Figura 1. 31 Tabla de medidas de perfiles rectangulares (fuente: www.prolians.es)

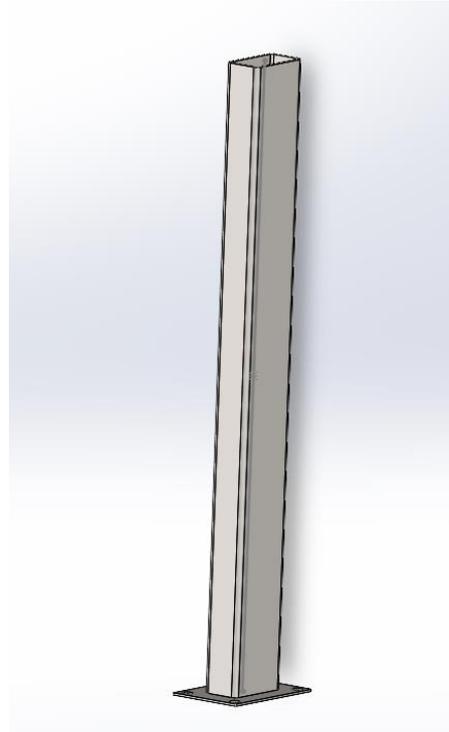


Figura 1. 32 Perfil rectangular.

El cierre está compuesto de tres elementos principales: una pieza rectangular recta que hará la función de una compuerta, un soporte que será el anclaje a la chapa central y un bulón para efectuar el movimiento tipo bisagra.

El soporte es una única pieza conformada por una base de espesor 2mm y dos salientes perpendiculares con un agujero pasante en el centro por donde se insertará el bulón. La cara interna de este soporte se soldará al interior de la chapa central, dejando sobresaliendo solo los dos salientes que sujetan el bulón.

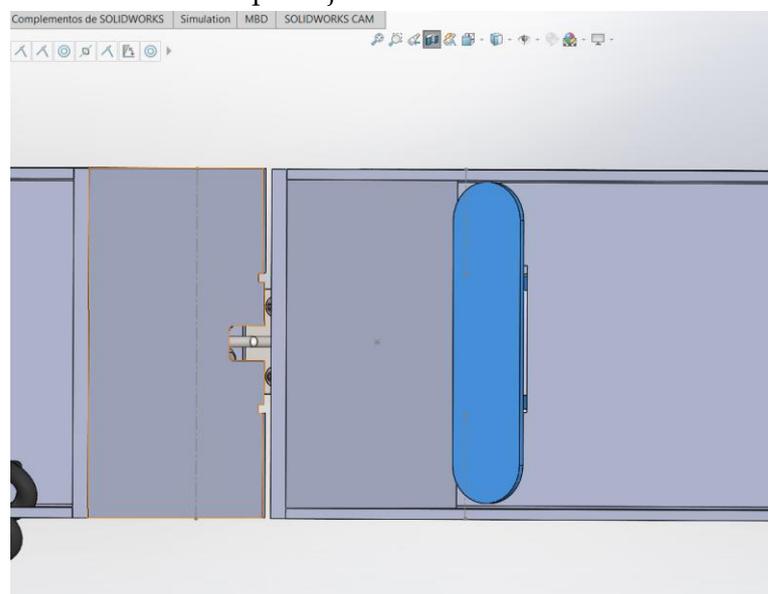


Figura 1. 33 Vista sección interior Soporte Cierre.

En la imagen anterior se muestra una vista seccionada del interior para apreciar bien cómo iría soldada la pieza.

La compuerta es una pieza maciza de 15mm de espesor con un agujero pasante en su extremo para pasar el bulón y un rebaje en el otro extremo con dos agujeros roscados donde se colocará la hebilla del cierre electrónico.

El bulón es una pieza cilíndrica maciza de 10mm de diámetro con una cara más amplia a un extremo y un taladro roscado en el extremo opuesto para su fijación en el soporte.

Se ha diseñado un cierre tipo bisagra, formado por una pletina que irá soldada por dentro a la chapa principal, un bulón para realizar el movimiento y donde se insertará la palanca que hará de puerta para que al abrirla, se pueda dejar o sacar el patinete del interior. Ésta última tendrá un gancho atornillado o soldado el cual se insertará en el cierre electrónico que irá en el interior de la chapa con el cableado.

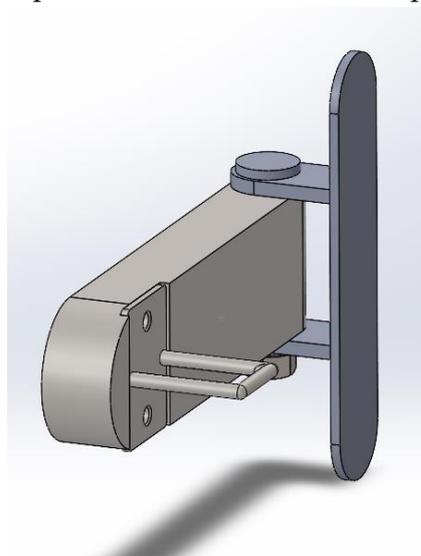


Figura 1. 34 Ensamblaje cierre.

También se ha diseñado un protector de metal para tapar los huecos donde descansarán los patinetes, ya que si estos quedarán sin protección se podría acceder fácilmente al interior, quedando los componentes electrónicos a la vista y sin ninguna protección frente a la lluvia. La sección de esta pieza es en forma de “U” e irá soldado a la chapa principal por el lateral izquierdo, ya que en esta zona se encuentra también el soporte para el cierre y no se podría insertar un remache abarcando tres chapas diferentes. En el lado opuesto sí que se perforan dos agujeros para poderlo remachar a la chapa principal. Consta de un corte en el lado izquierdo que dejará el espacio suficiente para colocar el conjunto del cierre y en el otro lado, tiene una ranura para poder dejar pasar la hebilla que se quedará fija dentro al cerrar la compuerta.

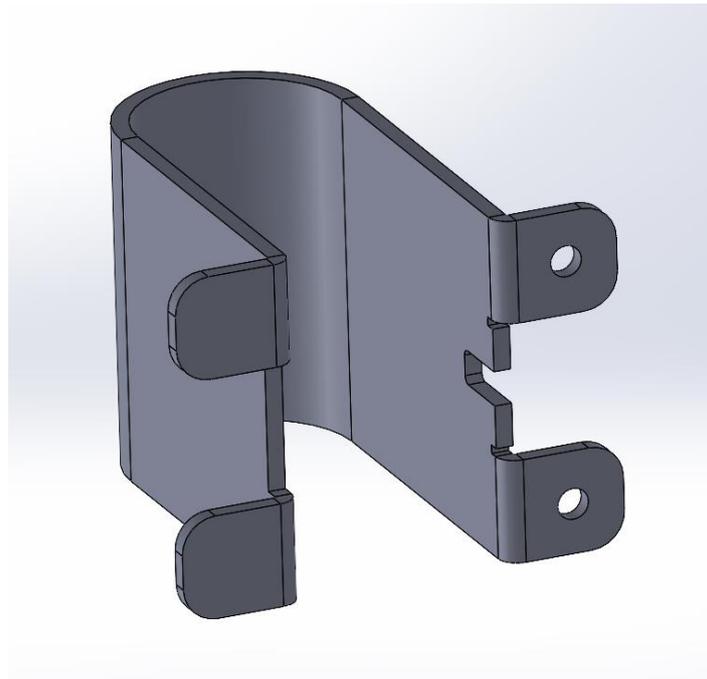


Figura 1. 35 Protección "U".

Dentro de la chapa que conforma el cuerpo se instalarán las baterías y los cierres electrónicos, más todo el cableado que deba llevar. Por ello, en la parte inferior de la chapa se ha extruido un hueco junto al perfil, para dejar pasar los cables al exterior y llevarlos al conector de la corriente. También se han cortado 5 agujeros para extraer el cable de carga al patinete.



Figura 1. 36 Detalle de los cortes en un extremo de la pieza.

Para la cerradura electrónica se ha elegido una de compra que cumple con la fuerza que puede ejercer una persona al tirar fuerte de la pieza, calculada en el anexo 1, en la parte de cálculos justificativos.



Figura 1. 37 Imagen de la cerradura electrónica. (Fuente : www.aliexpress.es)

Características:

- Material: acero al carbono.
- Seguridad: El gancho puede soportar hasta 150 kg de tracción a prueba de golpes y anti roturas.
- Diseño: compacto y fácil de instalar en diferentes posiciones. Adecuado para puerta de peso 0,5 - 3 kg.
- Señal: Es un interruptor de señal de cortocircuito. Se desconecta cuando se desbloquea y se conecta cuando está bloqueado.
- Parámetros eléctricos: CC 12V 2ª.
- Temperatura ambiente: -20 °C ~ 60 °C
- Tamaño: aprox. 53×40×13mm
- Peso del producto: 100 g
- Vida mecánica: en condiciones de carga de diseño, aproximadamente 500.000 veces.
- Vida útil del electroimán: en condiciones de trabajo clasificadas, más de 1.000.000.000 veces.

El controlador que emita las acciones a la cerradura será una placa de Arduino Uno, estos sistemas tienen muy buena compatibilidad a la hora de conectar cualquier dispositivo electrónico. También tiene la ventaja que es sencillo de programar y muy versátil.



Figura 1. 38 Placa arduino UNO.(fuente: www.store.arduino.cc)

Las características técnicas son las siguientes:

- Microcontrolador: ATmega328P.
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Voltaje de trabajo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.
- Pinout: 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.
- 1 puerto serie por hardware.
- Memoria: 32 KB Flash (0,5 para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom

1.3.1.2.2 Propuesta 2.

En esta segunda opción, el diseño de la estación de carga y aparcamiento de patinetes se ha enfocado más a los patinetes de uso particular. Las zonas donde se colocará cambian ya que en esta hipótesis no es necesario implementarla en el entorno público urbano sino, que se implantará en zonas residenciales como urbanizaciones o en parkings privados de empresas o particulares.

Este diseño parte de la misma premisa que el anterior, albergar de forma segura los patinetes y dotarles de carga, pero se han reducido el tamaño, pasando de contener cinco patinetes a cuatro. Esto es debido a la geometría del nuevo diseño y a que el número de patinetes particulares es menor que el de las empresas de alquiler.

La estructura consta de un pilar central de diámetro 60mm, longitud 800mm y espesor 2mm, que es el que sustentará las piezas de la parte superior donde se colocarán los patinetes. Se ha seleccionado con estas medidas porque es un estándar comercial, en la imagen siguiente se muestra el catálogo de donde se ha extraído.

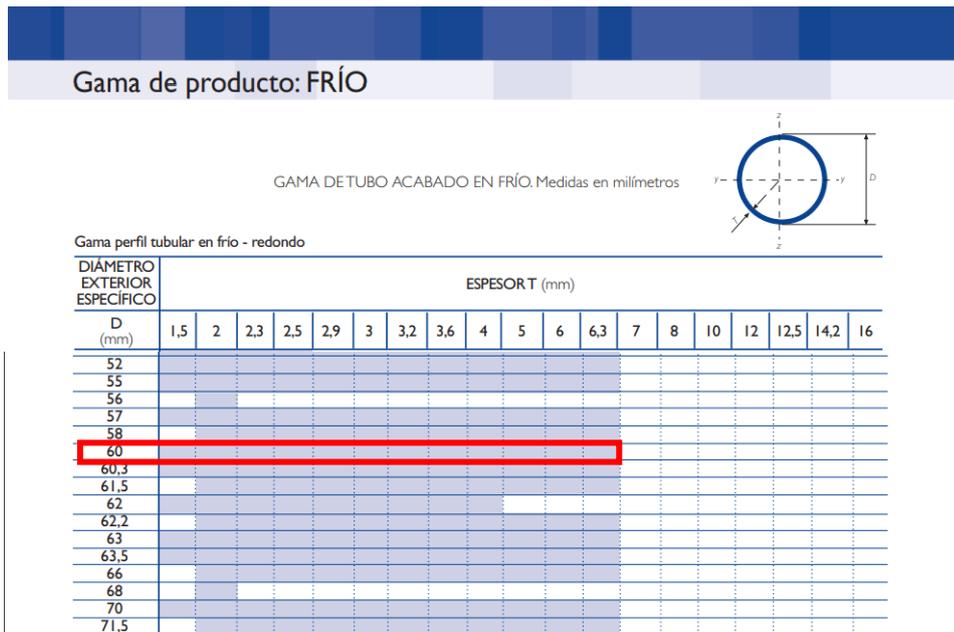


Figura 1. 39 Catálogo Perfilería Circular (fuente: www.condesa.com)

En la terminación del perfil se soldará una pletina con las mismas dimensiones que las diseñadas en la propuesta 1, donde se colocarán los pernos de expansión para la correcta instalación en el suelo.



Figura 1. 40 Perfil estructural circular.

La parte principal donde se ubicarán los patinetes se compone de un conjunto de chapas metálicas, siendo la principal la frontal. Esta se ha diseñado siguiendo los requisitos de poder contener en su interior todo el sistema de baterías y cables necesarios, con unas dimensiones de 200mm de ancho, 1.300 mm de largo , 166mm de alto y 3 mm de espesor.

Consta de una chapa plegada y curvada en su parte frontal con cuatro huecos en forma de “U” donde se introducirá el patinete. Se han taladrado los agujeros para colocar los tornillos o remaches que unirán las diferentes chapas.

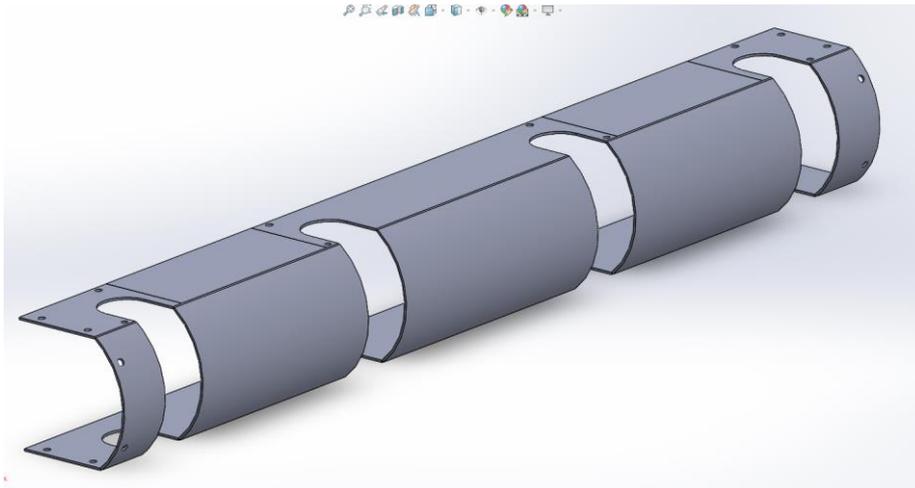


Figura 1. 41 Chapa principal propuesta 2.

Tanto las chapas laterales como la trasera seguirán la misma forma que la principal para encajar en el ensamblaje. Las laterales tendrán pliegues en su alrededor hacia el exterior, donde se harán las perforaciones para atornillarla a la placa principal.

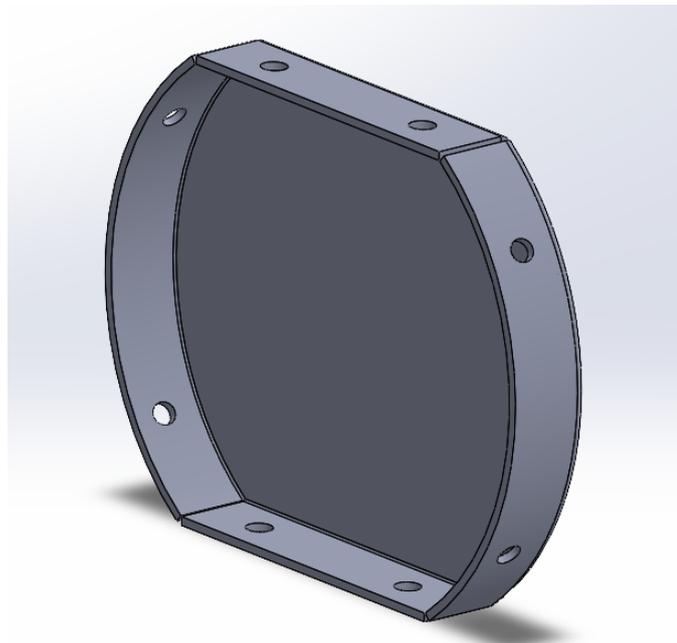


Figura 1. 42 Chapa Lateral propuesta 2.

La chapa trasera tiene una curvatura en la parte posterior de igual diámetro que la chapa principal para así seguir con la geométrica definida en la primera y asegurarse el correcto encaje de ésta con las demás. Se hacen dos pliegues en la parte superior e inferior que se introducirán en la chapa principal donde se insertarán los remaches.

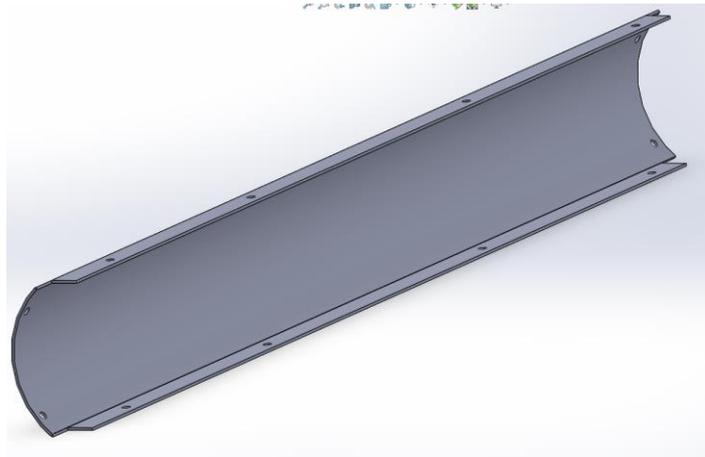


Figura 1. 43 Chapa trasera propuesta 2.

Para tapar los huecos donde se colocan los patinetes y que el interior quede sellado para que no entre agua u otras sustancias y no se pueda acceder a los componentes del interior, se diseñan unas chapas protectoras que se soldarán a la chapa principal. La apertura de estas es de 58mm, dejando holgura entre esta y el manillar del patinete para que no quede justo y pueda rozar dañando el vehículo.

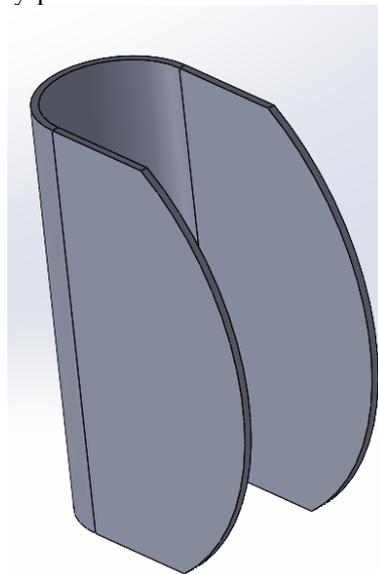


Figura 1. 44 Chapa protectora forma "U" propuesta 2.

En cuanto al cierre, este sufre un gran cambio, ya que este diseño se va a instalar en propiedades privadas, el nivel de actos vandálicos se reduce bastante y como está enfocado a patinetes particulares no se necesita tener un registro de cuántos puestos hay libres o de si está completo ya que cada usuario podrá tener su plaza fija como en un garaje.

Por lo que, teniendo en cuenta todo esto, el cierre de este diseño se ha simplificado bastante, siendo éste una chapa metálica en forma de "C" con un agujero en un extremo de la ranura de diámetro 8mm para pasar el bulón y hacer el movimiento de apertura y cierre. En el otro extremo, la chapa se dobla hacia arriba

y se perfora un agujero que será por donde pasará el enganche. Así el cierre electrónico se sustituye por un cierre mecánico mediante un candado que une la compuerta con una pletina soldada en la chapa principal provocando el bloqueo.

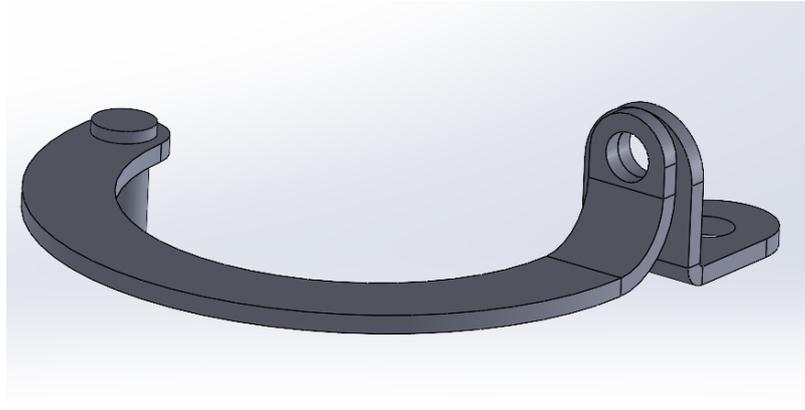


Figura 1. 45 Cierre propuesta 2.

Quedando el ensamblaje final de esta manera.



Figura 1. 46 Ensamblaje final propuesta 2.

Como se puede comprobar entre los dos diseños hay bastantes diferencias, uno podrá ser más óptimo para un sector determinado, pero lo que se busca es que el diseño final cumpla con las restricciones y necesidades requeridas en diferentes situaciones.

1.3.1.3 Baterías.

Las empresas de alquiler de patinetes no hacen públicos los datos técnicos de sus patinetes, pero se puede observar que son muy parecidos a los de la marca Xiaomi por lo que se escogerán los datos de éste para calcular la batería necesaria.

Especificaciones de la batería		Batería de iones de litio
Modelo de batería		NE1003-H
Capacidad nominal		7650 mAh/275 Wh
Tensión nominal		36 V de CC
Máxima potencia de carga		42 V de CC
Rango de temperatura de carga		0 °C ~ +40 °C
Rango de temperatura de descarga		-20 °C ~ +50 °C
Peso de la batería		1,6 kg
Vida útil cíclica		500 ciclos de carga con alimentación mantenida por encima del 70 %

Figura 1. 47 Características de la batería de xiaomi. (fuente: www.mi.com)

Especificaciones del adaptador		Potencia de salida	71 W
	Corriente de entrada		2 A máx.
	Corriente de salida		1,7 A
	Tensión de entrada		100-240 V de CA
	Tensión máx. de salida		42 V de CC
	Longitud del cable de CC		2 m
	Tipo de puerto del cable de CC		Personalizado de Φ 8 x 1,6 mm

Figura 1. 48 Especificaciones del adaptador de corriente.(fuente: www.mi.com)

Teniendo estas especificaciones en cuenta se podrán 5 adaptadores de corriente con las mismas características que las del Xiaomi para cargar los patinetes, estos estarán conectados a la red eléctrica.



Figura 1. 49 Medidas adaptador de corriente para patinetes eléctricos. (fuente: www.amazon.es)

1.3.2 Funcionamiento.

El funcionamiento del diseño realizado del aparcamiento es el siguiente:

Para patinetes de alquiler

Primero el usuario se descarga una aplicación para el móvil que, en el caso de los patinetes de alquiler puede ser la misma app, mostrando los sitios disponibles para aparcar y los más cercanos que le interesen.

El aparcamiento estará ocupado por 4 patinetes cargados de primera vez al 100% de batería para que los usuarios puedan utilizarlos y un hueco por si necesitan dejar uno en el puesto porque lo han estado utilizando.

Los huecos donde haya patinetes estacionados estarán cerrados. Para poder acceder a coger uno, el usuario, con la aplicación móvil podrá leer el código QR de cada uno de ellos y automáticamente el cierre electrónico se abrirá dejando así al usuario acceso al patinete. Cuando lo retire, éste deberá cerrar la compuerta para que el siguiente usuario pueda hacer el proceso a la inversa y dejar cargando un patinete.

El soporte tendrá una luz por cada hueco para indicar si el patinete está cargándose con una luz roja o ya está completamente cargado con una luz verde.

Cuando el usuario quiera dejar cargando un patinete solamente tiene que leer el código para que la compuerta se abra, dejar el patinete, coger el cable de la batería que está a un lateral de cada hueco y conectar al patinete en cuestión.

Para patinetes particulares

El diseño de la primera propuesta sirve también para dejar aparcados patinetes de uso particular. El funcionamiento sería idéntico al de los de alquiler, pero con la variante que la aplicación sería independiente de cualquier compañía.

Pero, en la segunda propuesta se contempla este ámbito rediseñando la estación porque quizás, en zonas privadas no se le haga tanto uso a la aplicación y solo quieran tener un lugar donde aparcar el vehículo y que esté seguro sin invertir un gran coste en su fabricación.

1.3.3 Selección de materiales.

1.3.3.1 Parámetros del material.

Para seleccionar adecuadamente el material, primero se debe saber que parámetros se quiere que el material cumpla.

En este caso la estación de carga va a estar a la intemperie por lo que se necesitará de un material que sea resistente a la corrosión o en caso contrario que pueda ser recubierto por alguna pintura que evite la oxidación.

También se estudiará que sea de fácil conformado para su posterior fabricación, que se pueda mecanizar y encontrar en forma de chapas para hacer el cuerpo de la estructura. Se requiere también que tenga buena resistencia al desgaste, buena tenacidad y admita bien la soldadura.

1.3.3.2 Selección del material mediante CES edupack.

Ya determinados los requisitos que debe cumplir el material, se procederá a la selección de éste mediante el software CES edupack.

Primero se introducen el programa todos los parámetros definidos en el apartado anterior como restricciones para que el programa, del listado tan amplio que tiene, vaya eliminando materiales que no cumplan los requisitos y así obtener un listado más compacto para poder ir eligiendo cuáles serán los que mejor se ajusten a las necesidades que se requieren.

Se obtiene una gráfica del módulo de Young respecto al precio del material ya que, al estar al exterior, una restricción será el precio porque la estructura va a sufrir desgaste y posiblemente un mal uso, por lo que un material de precio excesivo no será considerado adecuado para la aplicación.

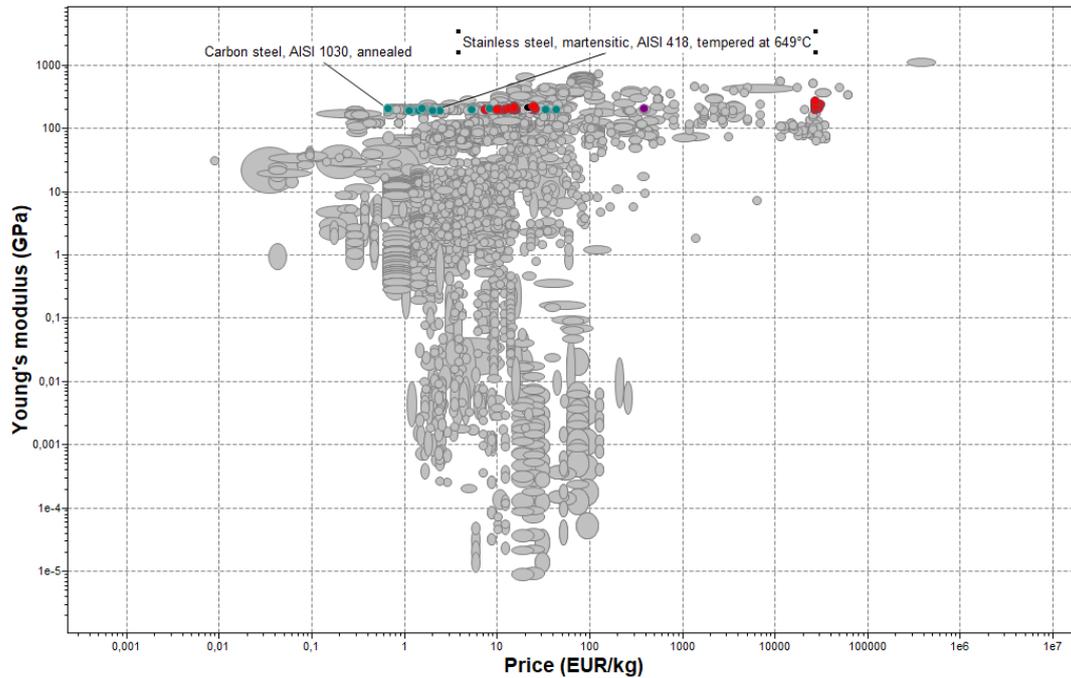


Figura 1. 50 Gráfica Modulo Young/ precio.(Fuente: CESedupack).

El gráfico muestra los materiales que según el programa son los que más se adecuan, siendo un acero al carbono AISI 1030 para uso estructural de maquinaria. Y un acero inoxidable el segundo.

El acero inoxidable se descartará porque aumenta bastante el costo de fabricación aunque las propiedades a la oxidación sean muy buenas.

Respecto al otro acero, como el programa utiliza la norma americana, se busca uno parecido que esté en la norma europea.

El material elegido es el acero S275JR, es un acero con menos carbono que el seleccionado por el programa pero que cumple con lo que se busca de ser un material común, no de precio elevado, con buena resistencia y tenacidad y un fácil conformado.

Composición química basándose en el análisis de cuchara según EN 10025-2, %

C para espesor nominal, mm			Mn	P	S	N	Cu
≤16	>16 ≤40	>40					
≤0.21	≤0.21	≤0.22	≤1.50	≤0.035	≤0.035	≤0.012	≤0.55

Propiedades mecánicas

Espesor nominal, mm	Límite elástico mínimo, MPa	Límite de resistencia, MPa
<3	275	430-580
≥3 ≤16	275	410-560
>16 ≤40	265	410-560
>40 ≤63	255	410-560
>63 ≤80	245	410-560
>80 ≤100	235	410-560
>100 ≤150	225	400-540
>150 ≤200	215	380-540
>200 ≤250	205	380-540
>250 ≤400	195	380-540

Figura 1. 51 Características acero S275JR (fuente: www.metinvestholding.com)

Para solucionar el problema a la oxidación este material se recubre de una pintura a dos capas, primero con una imprimación con resina epoxi y después aplicándole una pintura de poliéster especial para exteriores.

1.3.4 Emplazamiento.

La estructura irá sobre la vía pública o en parkings privados, pero para ello se deberá garantizar que no pueda volcar, la solución a eso es anclándola al suelo.

Las pletinas de la base de los perfiles se anclan al suelo mediante 4 tornillos en cada una. Para instalarlo se perfora el pavimento base y se inserta un perno de expansión de métrica M10 que se coloca con un destornillador de impacto.

La geometría de la rosca se ajusta al diámetro del agujero taladrado introduciéndose en el hormigón, que provoca el bloqueo mecánico.

Para que el tornillo no se pase de rosca dentro del hormigón viene indicada por una inserción mínima.

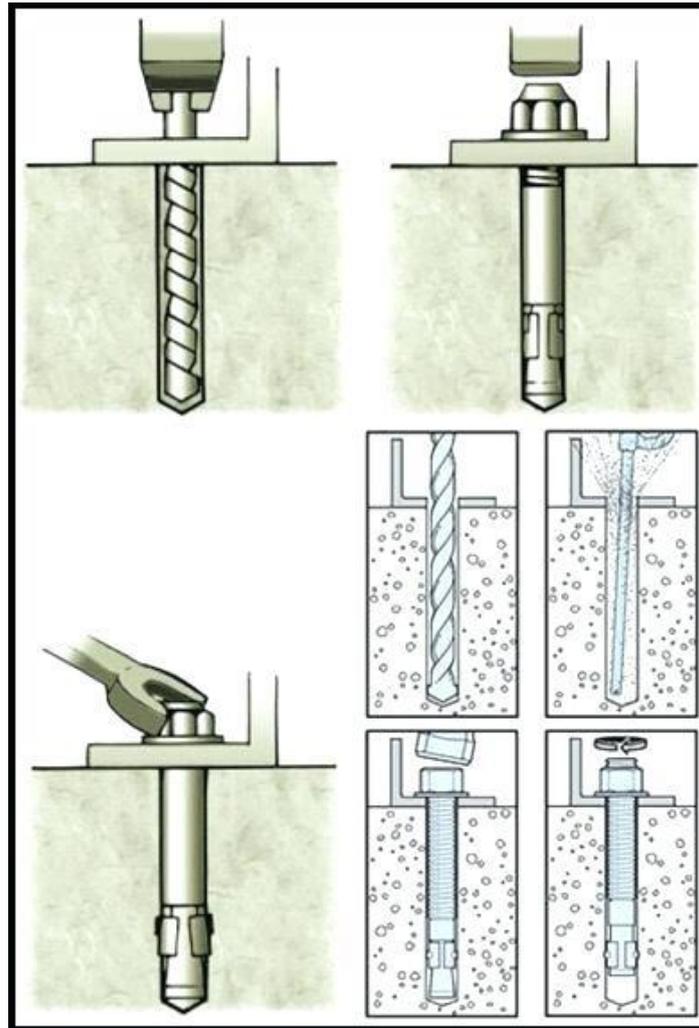


Figura 1. 52 Esquema de colocación de pernos de anclaje para hormigón. (fuente: www.Maferbul.com)

Bulones de Anclaje WA (Wedge Anchor) Zincado		
Medidas disponibles		
6x55	8x50	8x75
8x100	10x50	10x75
10x95	10x125	12x75
12x95	12x125	12x145
16x125	16x150	16x200
20x150	20x200	

Figura 1. 53 Medidas de los pernos para hormigón. (fuente: www.maferbul.com)

1.3.5 Diseño final y análisis de soluciones.

Como se ha observado los dos diseños cumplen a las restricciones y cargas aplicadas en los anexos. Los dos pueden emplearse perfectamente para la función que van a ir destinados, sin embargo, se debe elegir, de entre los dos, el que mejor se adapte en cuanto a necesidades, coste y funcionalidad.

Los dos diseños tienen en común que están formados por uno o dos pilares de apoyo y un conjunto de chapas plegadas, donde se colocarán los patinetes, quedando el interior hueco para poder albergar los componentes eléctricos.

La principal diferencia que se aprecia es el sistema de bloqueo de los patinetes. En el primer caso se incorpora un cierre electrónico con el que se podrá dar la orden de abrir o cerrar la compuerta mediante una app con el teléfono móvil. En la segunda propuesta el cierre es manual, haciendo que los usuarios utilicen un candado para producir el bloqueo, pero esto es debido a que el usuario del parking será el propietario de ese patinete y el emplazamiento será en zonas privadas donde no concurrirá tanta gente como en la vía pública y será mucho menos probable que alguien intente un robo.

Otra diferencia notable es la cantidad de patinetes y las dimensiones de cada uno. Se ha tenido que reducir las medidas en el segundo caso porque, al tener solo un apoyo central, para que el sistema esté equilibrado se colocan dos patinetes a cada lado suprimiéndose así un hueco.

En cuanto a precio de costes, la segunda propuesta saldrá más barata, debido a que en el primer caso se tiene una diferencia de tamaño, número y complejidad de las piezas.

La primera propuesta se puede adaptar mejor a cualquier situación, podría ser instalado en sitios públicos y obtener información de la disponibilidad o no de patinetes o huecos para aparcar, y también en zonas privadas que se gestionará con una app particular. Esta opción en el segundo caso no podría ser aplicable ya que, para abrir o cerrar la compuerta, no se necesita registro mediante teléfono móvil u otro aparato.

Tras esta comparativa se elige como diseño final la propuesta número 1, porque cumple con todas las características necesarias, tiene más capacidad para almacenar patinetes, ofrece la opción de un seguimiento del estado del parking mediante una app y el con móvil u otro dispositivo inteligente, que suele llevar la gente siempre encima, se puede bloquear o desbloquear el cierre, evitando llevar llaves o candados.

Se ha realizado el diseño final del conjunto del estacionamiento, con los patinetes y todos los elementos que lo forman de una forma más realista.



Figura 1. 54 Diseño final renderizado.

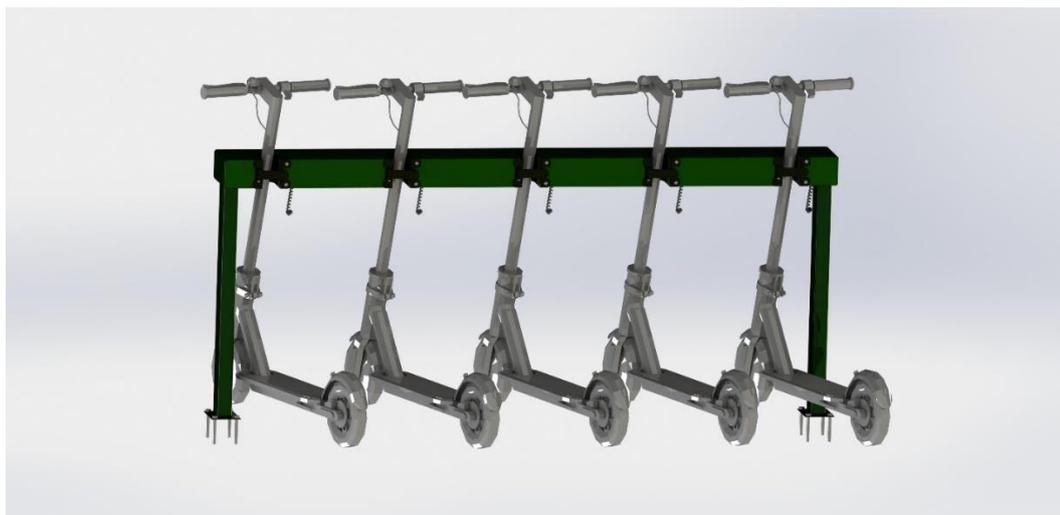


Figura 1. 55 Diseño final con patinetes.

En el proyecto se han estudiado varias situaciones diferentes de actos vandálicos que pueda sufrir la estructura al formar parte de elementos de la vía pública. Tras el estudio de estos, se han hecho las modificaciones necesarias. En la chapa principal que conforma el cuerpo se añadieron nervios de refuerzo para darle más estabilidad estructural. En el caso del sistema de cierre se redujo el material para tener un diseño más ergonómico y optimizar el gasto de material. Tras estas modificaciones se realiza el diseño final que se muestra en las dos imágenes anteriores.

Al ser de uso público y estar pensado para exterior, se seleccionó el material más barato que cumpliera las necesidades ya que, en estas condiciones es más probable que sufra daños que si fuera para una zona privada, así los costos de mantenimiento y reparación se reducirían.

Respecto a la carga, se han seleccionado un cargador universal y compatible con varias marcas de patinetes, pero dependiendo de la empresa de alquiler de patinetes se podría colocar uno determinado para estos, teniendo así la empresa el uso exclusivo de estos aparcamientos para incentivar a la gente a utilizar sus patinetes.

1.4 Conclusiones.

Después de la realización de este proyecto se puede concluir si se han logrado los objetivos definidos en un principio.

Se ha diseñado la estación de carga y estacionamiento de patinetes la cual cumple con que sea compatible con varios patinetes, ya sean particulares o de alquiler.

En este proceso de diseño no solo contempla el área estética de la estación de carga sino, que se tiene en cuenta los procesos de fabricación ya que, si se diseña una pieza, pero después es imposible llevarla a fabricación, no serviría de nada todo ese proceso.

Otro objetivo que se quería lograr era que la estación permita aparcar los patinetes sin que puedan sufrir robos, por ello se realizaron los cálculos, tanto analíticos como simulaciones por software como Solidworks. Se comprobó que la pieza diseñada para el cierre no sufriera daños aplicándole una fuerza como si una persona quisiera romperlo para abrirlo y luego se seleccionó un cierre electrónico que cumpliera también con estas fuerzas aplicadas. Así que se concluye que el cierre aguantará los posibles robos.

Este tipo de aparcamientos permitirá tener un mayor control de los patinetes y de la utilización de estos puestos por parte de las empresas privadas que gestionan el alquiler de estos. Si lo instala la administración pública, la ciudad puede tener datos de uso del transporte sostenible por parte de la población.

Los materiales empleados asegurarán una gran durabilidad y resistencia a las inclemencias climatológicas.

Con todo esto se puede concluir que el diseño realizado cumple con los objetivos, aunque, en una visión a futuro se podrían implementar varias mejoras, como que la estación tuviera placas solares para hacer la carga de estos vehículos más sostenible y también que se pueda aplicar a las bicicletas eléctricas.

1.5 Normas y referencias.

1.5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

- UNE 41500:2001 IN: Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios generales de diseño.
- UNE 178303:2015: Ciudades inteligentes. Gestión de activos de la ciudad. Especificaciones.
- UNE EN ISO 7250:1998 Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico, equivalente a la norma europea EN ISO 7250:1997.
- UNE EN 1005-3: 2002+A1:2008: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.
- REAL DECRETO 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- ORDEN de 17 de Julio de 1989, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- RESOLUCIÓN de 28 de febrero de 2007, de la Dirección General de Seguridad Industrial y Consumos por la que se modifican los anexos de las Ordenes de 17 de Julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, y de 12 de febrero de 2001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Ordenanzas Municipales.

1.5.2 Programas de cálculo.

Los programas utilizados para la realización del proyecto son los citados a continuación:

- SolidWorks.

- CES Edupack.
- MD solids.

1.5.3 Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del Proyecto.

Se ha aplicado un plan de gestión de calidad de informes y memorias según la norma UNE-EN-ISO 9001:2015 que incluye:

- La realización del proyecto de acuerdo con la norma UNE 157001:2014.
- Enumeración y clasificación de la documentación aplicada.
- Revisión de la ortografía mediante programa ofimático.

1.5.4 Referencias bibliográficas.

En este apartado se detallará el conjunto de libros, revistas u otros textos para justificar las soluciones.

- [1] Asenjo, A. (2020, 30 diciembre). Todo lo que ha pasado con las empresas de patinetes en España en 2020. Business Insider España. [Consultado 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.businessinsider.es/todo-ha-pasado-empresas-patinetes-espana-2020-776995>
- [2] Escario, I. (2020, 24 agosto). Un zaragozano crea Zicler, una estación para patinetes. heraldo.es. [Consultado 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/zaragoza/2020/08/24/un-zaragozano-crea-zicler-una-estacion-para-patinetes-1392198.html?autoref=true>
- [3] FeelNavarra, F. (2020, 2 marzo). Historia del patinete. Feel Navarra | Electric Scooters Tours. [Consultado 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://feelnavarra.com/historia-del-patinete/>

- [4] FEVEMP. (2022, 6 marzo). En España ya existen más de medio millón de patinetes eléctricos. [Consultado 4 abril 2022]. Disponible en: <https://fevemp.es/espana-existen-mas-medio-millon-vmp/>
- [5] García, G. (2019, 23 abril). El auge de la micromovilidad: patinetes, bicicletas y scooters eléctricos. Híbridos y Eléctricos. [Consultado 4 abril 2022]. Disponible en: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/auge-micromovilidad-patinetes-bicicletas-scooters-electricos/20190410141328026899.html>
- [6] K. (2014a). *Manufactura, Ing Y Tec*. Vol. 1 (7.a ed.). Pearson Educación.
- [7] K. (2014b). *Manufactura, Ing Y Tec*. Vol. 2 (7.a ed.). Pearson Educación.
- [8] Larburu, N. (2010). *Máquinas prontuario. Técnicas, máquinas, herramientas*. Paraninfo.
- [9] Universidad de Alicante. (s. f.). *prontuario de estructuras simples*. [Consultado 19 mayo 2022] Disponible en:

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/25612/1/Estructuras%20Met%C3%A1licas%20-%20Material%20apoyo.pdf>
- [10] VipStyleMagazine - revista de lujo Barcelona. (2022a, enero 18). La historia del patinete, un juego de niños y adultos. Vip Style Magazine - luxury news. [Consultado 8 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.vipstylemagazine.com/la-historia-del-patinete-un-juego-de-ninos-y-adultos/>
- [11] Ferrerons, A. (2020, 22 julio). Normativa básica para el uso del patinete eléctrico. | Parking Cargador de Patinetes | Yupcharge. yupcharge. [Consultado 15 abril 2022] Disponible en: <https://www.yupcharge.com/es/blog/normativa-uso-patinete-electrico/>

1.5.5 Orden de prioridad de los documentos.

Se indica el orden que deben seguir los documentos:

- Índice general.
- Memoria.
- Anexos.

- Planos
- Pliego de condiciones.
- Presupuestos.

1.5.6 Listado de figuras.

El siguiente listado muestra el conjunto de figuras que se han utilizado en el documento.

Figura 1.1 Patinete antiguo. (Fuente: www.todocoleccion.net).....	9
Figura 1.2 Primer Tandem eléctrico. (Fuente: www.tupatin.es).....	10
Figura 1. 3 Primer patinete eléctrico. (Fuente: www.monopatin.com.ar).....	10
Figura 1. 4 Patinete eléctrico Xiaomi. (Fuente: www.amazon.es).....	11
Figura 1. 5 Porcentaje vehículos de movilidad personal en hogares españoles. (Fuente: www.fevemp.es)	13
Figura 1. 6 Rentabilidad de scooters eléctricos compartidos. (Fuente: www.hibridosyelectricos.com)	14
Figura 1. 7 Patinetes eléctricos Lime Madrid. (Fuente: www.businessinsider.es)	15
Figura 1. 8 Patinetes eléctricos Bird. (Fuente: www.businessinsider.es).....	16
Figura 1. 9 Patinetes Wheels con casco. (Fuente: www.businessinsider.es).....	16
Figura 1. 10 Patinetes eléctricos Wind. (Fuente: www.businessinsider.es)	17
Figura 1. 11 Patinete eléctrico Bolt. (Fuente: www.businessinsider.com)	17
Figura 1. 12 Patinete eléctrico Buny. (Fuente: www.businessinsider.es).....	18
Figura 1. 13 Patinete eléctrico Ruby. (Fuente: www.businessinsider.es).....	18
Figura 1. 14 Puesto de carga TRAP Barcelona. (Fuente: www.yupcharge.com) 19	
Figura 1. 15 Aparcamiento de patinetes Parkinete Valencia. (Fuente: www.parkinete.com).....	20
Figura 1. 16 Aparcamiento piloto en Castellón. (Fuente: www.castellonplaza.com)	20
Figura 1. 17 Estación de carga SwiftSmile. (Fuente: www.swiftmile.com)	21
Figura 1. 18 Prototipo estación de carga en Zaragoza. (Fuente: www.zicler.es) 21	
Figura 1. 19 Patinetes estacionados incorrectamente. (Fuente: Tomada por el autor).	22

Figura 1. 20 Imágenes comparativas: a) Como dejan los patinetes la empresa. b) Como acaban dejándolos algunos usuarios.	22
Figura 1. 21 Estación carga y aparcamiento de Swiftmile. (Fuente: www.swiftmile.com)	25
Figura 1. 22 Base de carga y estacionamiento Knot. (Fuente: www.knotcity.com)	26
Figura 1. 23 Párking de patinetes eléctricos Aqua Sport Clubs. (Fuente: www.cmdsport.com).....	26
Figura 1. 24 Boceto del diseño del aparcamiento.....	27
Figura 1. 25 Patinete eléctrico en 3D modelo Xiaomi.....	28
Figura 1. 26 Medidas generales patinete Xiaomi (fuente: www.miaparato.com)	28
Figura 1. 27 Grupo de patinetes en la calle.	29
Figura 1. 28 Chapa principal cuerpo.	30
Figura 1. 29 Chapa principal cuerpo con cotas.	30
Figura 1. 30 Chapa trasera.....	31
Figura 1. 31 Tabla de medidas de perfiles rectangulares (fuente: www.prolians.es)	31
Figura 1. 32 Perfil rectangular.	32
Figura 1. 33 Vista sección interior Soporte Cierre.	32
Figura 1. 34 Ensamblaje cierre.	33
Figura 1. 35 Protección "U"	34
Figura 1. 36 Detalle de los cortes en un extremo de la pieza.	34
Figura 1. 37 Imagen de la cerradura electrónica. (Fuente : www.aliexpress.es).	35
Figura 1. 38 Placa arduino UNO.(fuente: www.store.arduino.cc).....	36
Figura 1. 39 Catálogo Perfilería Circular (fuente: www.condesa.com)	37
Figura 1. 40 Perfil estructural circular.	37
Figura 1. 41 Chapa principal propuesta 2.	38
Figura 1. 42 Chapa Lateral propuesta 2.....	38
Figura 1. 43 Chapa trasera propuesta 2.....	39
Figura 1. 44 Chapa protectora forma "U" propuesta 2.....	39
Figura 1. 45 Cierre propuesta 2.	40
Figura 1. 46 Ensamblaje final propuesta 2.....	40
Figura 1. 47 Características de la batería de xiaomi. (fuente: www.mi.com).....	41

Figura 1. 48 Especificaciones del adaptador de corriente.(fuente: www.mi.com)	41
Figura 1. 49 Medidas adaptador de corriente para pacientes eléctricos. (fuente: www.amazon.es).....	41
Figura 1. 50 Gráfica Modulo Young/ precio.(Fuente: CESedupack).	44
Figura 1. 51 Características acero S275JR (fuente: www.metinvestholding.com)	45
Figura 1. 52 Esquema de colocación de pernos de anclaje para hormigón. (fuente: www.Maferbul.com)	46
Figura 1. 53 Medidas de los pernos para hormigón. (fuente: www.maferbul.com)	46
Figura 1. 54 Diseño final renderizado.	48
Figura 1. 55 Diseño final con patinetes.....	48
Figura 2. 1 Tabla de parámetros de distribución F y σ . (Fuente: Norma UNE EN 1005-3: 2002+A1:2008).	60
Figura 2. 2 Datos antropométricos de la población española.(Fuente: Norma UNE EN ISO 7520:2010)	61
Figura 2. 3 Estructura simplificada.	62
Figura 2. 4 Diagrama de las fuerzas aplicadas.	63
Figura 2. 5 Esquema viga simple biapoyada.[9]	64
Figura 2. 6 Diagrama de momentos con signo utilizado.[9]	65
Figura 2. 7 Diagramas de cortantes y momentos.	65
Figura 2. 8 Diagrama de tensiones máximas en sección.	66
Figura 2. 9 Esquema de la fuerza.[9]	67
Figura 2. 10 Diagrama de la fuerza aplicada con distancias.	68
Figura 2. 11 Diagrama de cortantes.....	68
Figura 2. 12 Diagrama de momentos.	68
Figura 2. 13 Sección rectangular	69
Figura 2. 14 Diagrama de las tensiones Axil y Momento.....	70
Figura 2. 15. Esquema de esfuerzos cortantes en bulones.(Fuente: www.freepng.es).....	71
Figura 2. 16 Coeficientes parciales para la resistencia, para estados límite últimos.(Fuente: www.mitma.gob.es/recursos_mfom/capituloivborde.pdf)	72

Figura 2. 17 Esquema barra voladizo.[9]	73
Figura 2. 18 Diagram de la fuerza en voladizo.	74
Figura 2. 19 Diagrama cortantes voladizo.....	74
Figura 2. 20 Diagrama momentos voladizo.	74
Figura 2. 21 Modelo con las piezas a analizar.	76
Figura 2. 22 Datos del material seleccionado en SolidWorks.	77
Figura 2. 23 Detalle de fijación de la pletina de protección.....	78
Figura 2. 24 Dellate de los tornillos de la chapa posterior.	78
Figura 2. 25 Aplicación de cargas en el elemento.....	79
Figura 2. 26 Mallado del conjunto.	80
Figura 2. 27 Resultados Tensión de Von Mises.	80
Figura 2. 28 Detalle donde se produce mayor tensión.....	81
Figura 2. 29 Desplazamientos en el conjunto.	81
Figura 2. 30 Deformaciones unitarias en el conjunto.	82
Figura 2. 31 Detalle de las deformaciones unitarias.....	83
Figura 2. 32 Resultados a factor de seguridad.	83
Figura 2. 33 Detalle factor de seguridad mínimo.	84
Figura 2. 34 Vista de las cartelas de refuerzo.	84
Figura 2. 35 Factor de seguridad en simulación con refuerzos.....	85
Figura 2. 36 Tensiones de Von Mises. Simulación con refuerzos.....	85
Figura 2. 37 Desplazamientos. Simulación con refuerzos.	86
Figura 2. 38. Ensamblaje de la palanca de cierre.....	87
Figura 2. 39. Fijaciones de los tornillos.....	88
Figura 2. 40. Aplicación de cargas y fijaciones estado cerrado.	89
Figura 2. 41 Aplicación de las cargas y fijaciones estado abierto.....	90
Figura 2. 42. Mallado del sistema cerrado.....	90
Figura 2. 43 Mallado del sistema abierto.....	91
Figura 2. 44. Resultados tensión de Von Mises (cerrado).	91
Figura 2. 45. Resultados desplazamientos (cerrado).....	92
Figura 2. 46. Resultados deformaciones unitarias (cerrado).	93
Figura 2. 47. Resultados factor de seguridad (cerrado).....	93
Figura 2. 48 Tensión de Von Mises (abierto).....	94
Figura 2. 49. Resultados de los desplazamientos (abierto).	95
Figura 2. 50. Resultados deformaciones unitarias(abierto).	96

Figura 2. 51. Resultados factor de seguridad (abierto).....	96
Figura 2. 52 Rediseño de la pieza.	97
Figura 2. 53 Tensiones Von Mises rediseño cerrado.	98
Figura 2. 54 Tensiones Von Mises rediseño abierto.	98
Figura 2. 55 Desplazamientos rediseño cerrado.....	98
Figura 2. 56 Desplazamientos rediseño abierto.....	98
Figura 2. 57 Deformaciones unitarias rediseño cerrado.....	99
Figura 2. 58 Deformaciones unitarias rediseño abierto.....	99
Figura 2. 59 Factor de seguridad rediseño cerrado.	99
Figura 2. 60 Factor de seguridad rediseño abierto.	99
Figura 2. 61 Ensamblaje a estudiar.	100
Figura 2. 62 Aplicación de cargas y sujeciones diseño 2.	101
Figura 2. 63 Mallado estructura diseño 2.	102
Figura 2. 64 Resultados tensión de Von Mises diseño 2.....	102
Figura 2. 65 Resultados desplazamientos diseño 2.	103
Figura 2. 66 Resultados deformaciones unitarias diseño 2.	103
Figura 2. 67 Resultados factor de seguridad diseño 2.....	104
Figura 3. 1 Tipos de plegado (Fuente: www.interempresas.net).....	106
Figura 3. 2 Corte de una fresadora. (Fuente: www.casmansuministros.com)..	107
Figura 3. 3 Operaciones con el torno.(fuente: www.areatecnologia.com)	108
Figura 4. 1 Sección mínima conductores de protección.	114

II. Anexos: Cálculos y simulaciones

2.1 Cálculos.

2.1.1 Determinación de esfuerzos.

En un primer lugar se determinan los esfuerzos a los que el conjunto va a estar sometido.

Se plantean diferentes situaciones en las que las piezas estarán sometidas a las cargas.

2.1.1.1 Situación 1.

En esta primera hipótesis se estudiará que el conjunto del cierre electrónico aguante los posibles intentos de robo.

Para ello se aplicará una carga transversal en la pieza diseñada como compuerta, que es de donde se puede coger para tirar e intentar abrir la cavidad donde se aloja el patinete. También si tiran de un patinete para tumbarlo e intentar sacarlo esta pieza soportará esos esfuerzos.

Para determinar esta fuerza se utiliza la norma UNE EN 1005-3: 2002+A1:2008, que establece el comportamiento físico del ser humano y los límites de fuerza en la utilización de máquinas.

La norma contiene 3 métodos para calcular las fuerzas isométricas máximas que ejercen la población, estas dependen de la edad y el sexo de los usuarios. Como no se tienen datos específicos del tipo de personas que pueden aplicar esta fuerza en el conjunto, se utilizará el método 2 ya que este contempla la hipótesis del desconocimiento de la población que va a utilizar la máquina.

Este método permite sacar estimaciones de los límites de fuerza en ambos sexos. La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de acciones y los parámetros de la fuerza media y la desviación típica del grupo analizado.

Tabla A.1 – Selección de parámetros de distribución \bar{F} y σ
(Grupo de referencia: población femenina adulta)

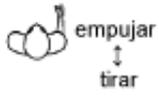
Actividad		\bar{F} [N]	σ [N]
	Trabajo con la mano (una mano): asir con toda la mano	278	62,2
dentro ↔ fuera  empujar ↓ tirar  arriba ↓ abajo	Trabajo con el brazo (posición sentada, un brazo):		
	– hacia arriba – hacia abajo – hacia fuera – hacia dentro – empujando – con apoyo del tronco – sin apoyo del tronco – tirando – con apoyo del tronco – sin apoyo del tronco	58,0 88,6 65,5 85,6 312,0 78,0 246,0 67,9	18,4 33,2 26,2 24,6 84,8 42,7 45,7 33,5
	Trabajo con el cuerpo completo (posición de pie):		
	– empujando – tirando	233,7 164,6	81,0 44,9
	Trabajo con el pie (posición sentada, con apoyo del tronco):		
	– acción del tobillo – acción de la pierna	293,4 542,5	104,7 156,2

Figura 2.1 Tabla de parámetros de distribución F y σ . (Fuente: Norma UNE EN 1005-3: 2002+A1:2008).

La actividad a la que se verá sometida la pieza será que la persona tire de ella, por lo que, de la figura anterior, se extrae el dato de la fuerza media.

$$F = 164,6 (N)$$

Como esta medida es la media de una población y es una fuerza para que no ocurran lesiones en el ámbito laboral a la hora de manipular cargas, se considera que una persona puede ejercer una mayor fuerza máxima en un tirón. Se define una carga de 500N.

2.1.1.2 Situación 2

En este caso se estudiará que se haga un mal uso del aparcamiento y la gente lo utilice como un banco sentándose encima de la chapa principal. Se aplicarán varias cargas puntuales a lo largo de la chapa para comprobar y evitar que se produzcan deformaciones o roturas.

En la norma UNE EN ISO 7520:2010 se recogen los datos antropométricos de la población española.

**Datos antropométricos de la población laboral española
(diciembre 1996 - corregidos octubre 1999)
Población: Hombres**

Nº (Refer. ISO 7250:1996)	Designación	Tamaño muestr	Media	Desv típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
1 Medidas tomadas con el sujeto de pie (mm)										
1 (4.1.1)	Masa corporal (peso, kg)	1125	75,67	11,05	0,329	52,9	58,6	75,0	95,8	104,9
2 (4.1.2)	Estatura (altura del cuerpo)	1130	1698,84	70,49	2,097	1537	1583	1698	1820	1864
3 (4.1.3)	Altura de los ojos	1130	1592,82	69,50	2,068	1438	1479	1591	1712	1755
4 (4.1.4)	Altura de los	1130	1414,6	63,6	1,894	126	130	141	152	1566

Figura 2. 2 Datos antropométricos de la población española. (Fuente: Norma UNE EN ISO 7520:2010)

Con estos datos se puede saber el peso promedio de la población española. Se han elegido la tabla de los hombres porque el peso es mayor y será la hipótesis más desfavorable.

$$P(\text{promedio}) = 75,67 \text{ (kg)}$$

En la tabla el percentil P99 marca un peso de 104,9 kg, aunque haya pocas personas en este rango se debe contemplar que haya una persona entorno a ese peso que se pueda sentar. Se redondea a 100kg para asegurarse que cumpla con las restricciones.

$$P = 100(\text{kg})$$

El peso se transforma en fuerza multiplicándolo por la gravedad.

$$F = P \cdot g = 100(\text{kg}) \cdot 9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 981 (\text{N})$$

2.1.2 Cálculos analíticos.

2.1.2.1 Cálculo en la chapa que compone el cuerpo de la estructura de la propuesta 1.

Se aplicarán las cargas puntuales del peso de 4 personas a la estructura separadas una distancia de 450 mm entre ellas y se simplifica la estructura para realizar el cálculo.

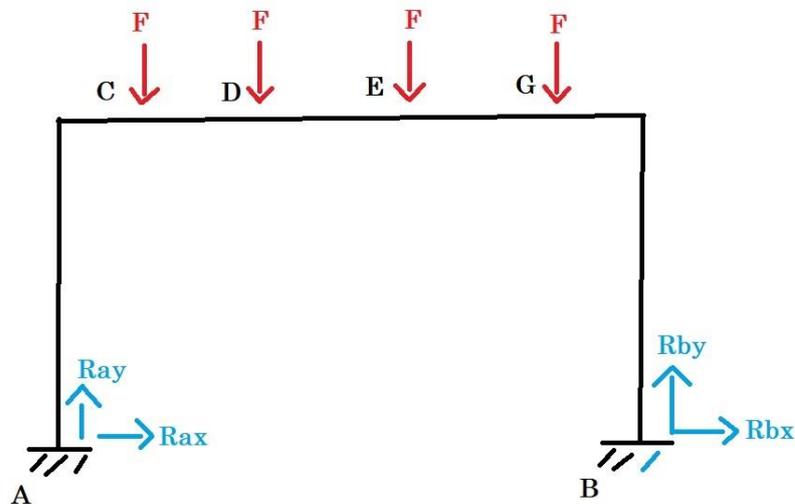


Figura 2.3 Estructura simplificada.

Datos de partida

F=Fuerza aplicada

L= Longitud de la barra

X_1 = Distancia del punto de apoyo a la fuerza.

X_2 = Distancia entre fuerzas.

F= 981 N

L= 2126 mm

X_1 = 388 mm

X_2 = 450 mm

Como no hay fuerzas en el eje x se simplifica la estructura a una viga con dos apoyos.

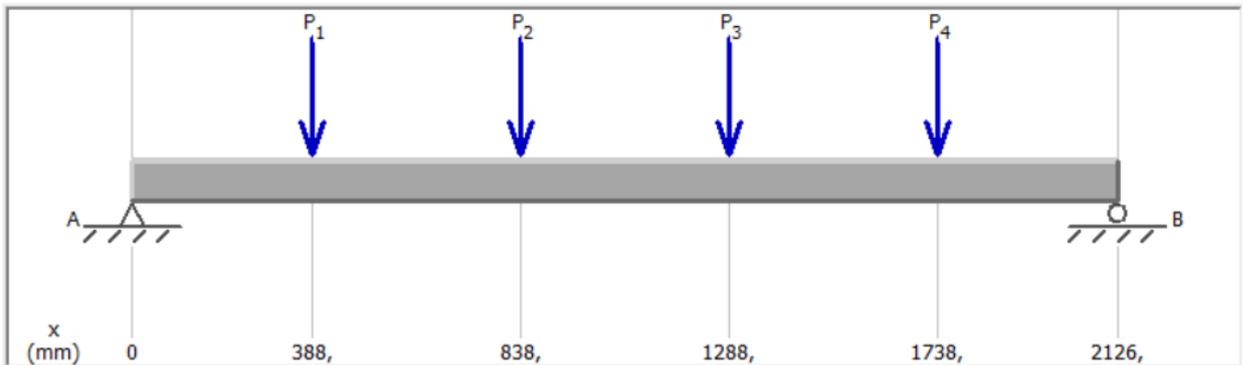


Figura 2. 4 Diagrama de las fuerzas aplicadas.

En la figura se muestra las distancias a las que se ejercen las cargas.

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = 981 \text{ (N)}$$

Cálculo de reacciones

$$\Sigma F_x = 0 \qquad R_{Ax} + R_{Bx} = 0$$

Como no hay cargas en el eje x $R_{Ax} = 0 \text{ (N)}$ $R_{Bx} = 0 \text{ (N)}$

$$\Sigma F_y = 0 \qquad R_{Ay} + R_{By} = 0$$

$$R_{Ay} = -R_{By}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_{By} \cdot 2,126(m) + 981(N) \cdot 0,388(m) + 981(N) \cdot 0,838(m) + 981(N) \cdot 1,288(m) + 981(N) \cdot 1,738(m) = 0$$

$$R_{By} = -1962 \text{ (N)}$$

$$R_{Ay} = 1962 \text{ (N)}$$

Cálculo de cortantes

$$R_{Ay} = V_{Ac} = 1962 \text{ (N)}$$

$$V_{CD} = 2158,2 - 981 = 981 \text{ (N)}$$

$$V_{DE} = 2158,2 - 981 - 981 = 0 \text{ (N)}$$

$$V_{EG} = 2158,2 - 981 - 981 - 981 = -981 \text{ (N)}$$

$$V_{GB} = 2158,2 - 981 - 981 - 981 - 981 = -1962 \text{ (N)}$$

Cálculos de momentos

x = Distancia a la que se aplica la fuerza. (m)

L = Longitud de la barra. (m)

a = Longitud de la carga al punto de apoyo A.

b = Longitud de la carga al punto de apoyo B.

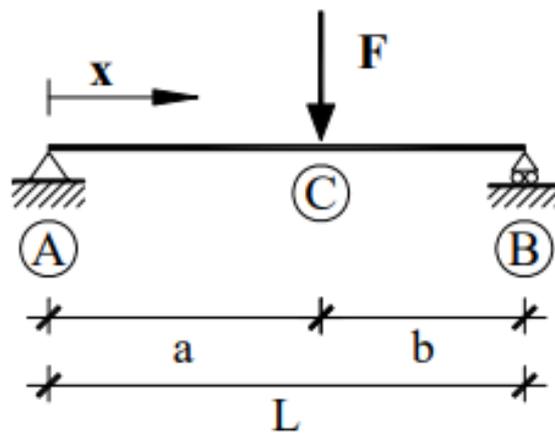


Figura 2.5 Esquema viga simple biapoyada.[9]

$$M_A = R_{Ay} \cdot (x)$$

$$M_A = 1962 \cdot 0 = 0 \text{ Nm}$$

$$M_{AC} = R_{Ay} \cdot x_1 = 1962 \cdot 0,388 = 761,26 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} M_{CD} &= R_{Ay} \cdot x_1 + R_{Ay}(x_2 - x_1) - V_{CD}(x_2 - x_1) \\ &= 761,26 + 1963 \cdot (0,838 - 0,388) - 981 \cdot (0,838 - 0,388) = 1203,16 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$M_{DE} = R_{Ay} \cdot x_1 + R_{Ay}(x_2 - x_1) - V_{CD}(x_2 - x_1) - V_{DE}(x_3 - x_2) = 1203,16 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} M_{EG} &= R_{Ay} \cdot x_1 + R_{Ay}(x_2 - x_1) - V_{CD}(x_2 - x_1) - V_{DE}(x_3 - x_1) - V_{EG}(x_4 - x_2) \\ &= 1203,16 - 981(1,2 - 0,838) = 761,26 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$M_B = R_{Ay} \cdot x_1 + R_{Ay}(x_2 - x_1) - V_{CD}(x_2 - x_1) - V_{DE}(x_3 - x_2) - V_{EG}(x_4 - x_2) - V_{GB}(x_5 - x_4) = 761,26 - 1962(2,126 - 1,738) = 0 \text{ Nm}$$

Para hacer los diagramas de esfuerzos se ha utilizado el programa MD solids. En el diagrama de momentos salen los resultados en negativo porque el programa utiliza otro sistema de signos. La siguiente figura muestra el utilizado en los cálculos manuales. Según esto, los valores del momento flector que salen negativos en el diagrama se considerarán positivos.

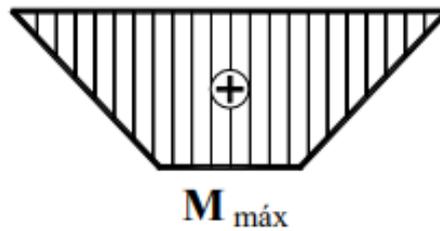


Figura 2. 6 Diagrama de momentos con signo utilizado.[9]

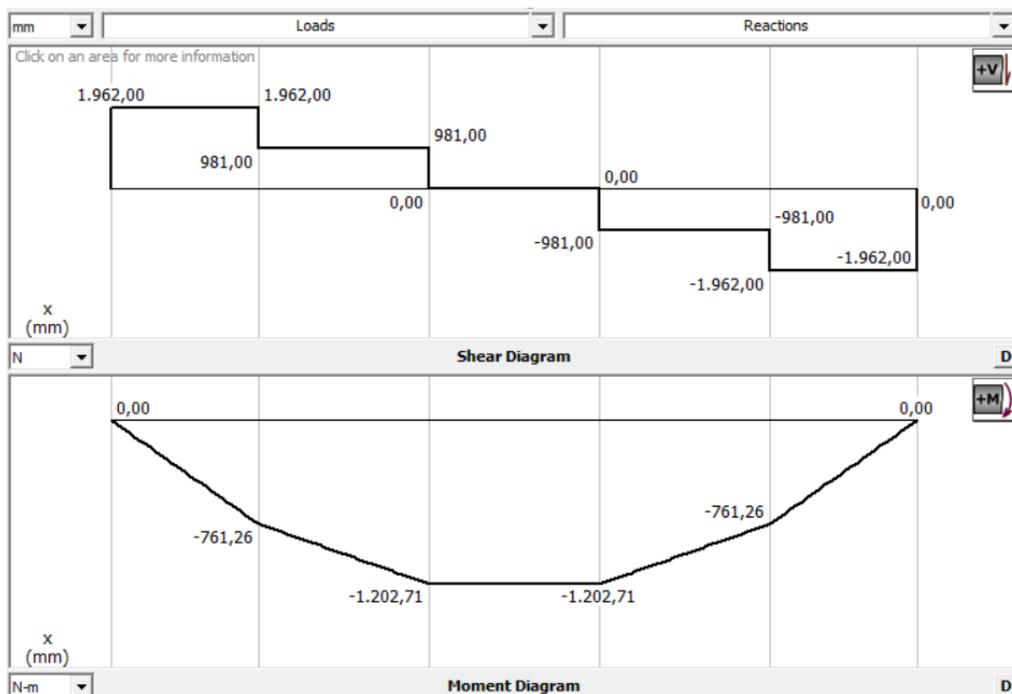


Figura 2. 7 Diagramas de cortantes y momentos.

Cálculo tensión máxima

$$\sigma_x = \frac{M_f}{W_x} + \frac{N}{A}$$

σ_x = Tensión de flexión

M_f = Momento flector = 1.203.160 Nmm

W_x = Módulo elástico en x = 64.777,84 mm³

N = Fuerza axil = 981 N

A = Área sección = 1.764 mm²

$$\sigma_x = \frac{1.203.160}{64.777,84} + \frac{981}{1.764} = 19,12 \text{ N/mm}^2$$

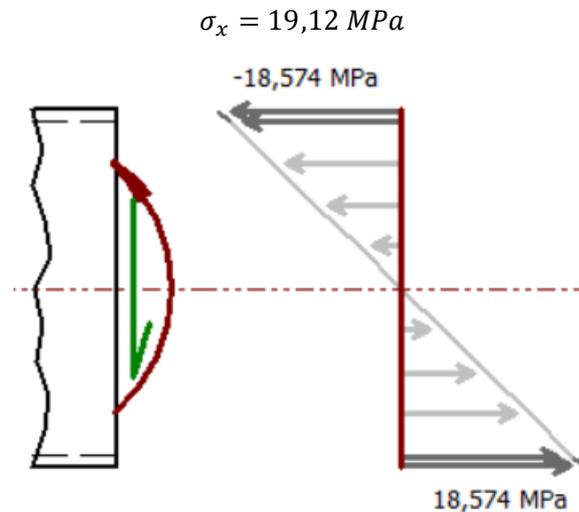


Figura 2. 8 Diagrama de tensiones máximas en sección.

Cálculo factor de seguridad

$$\lambda = \frac{\sigma_f}{\sigma_x} = \frac{275 \text{ MPa}}{19,12 \text{ MPa}} = 14,4$$

2.1.2.2 Cálculos en el cierre.

Se aplica la carga que ejerce una persona a tirar determinada en el apartado anterior.

$$F = 500 \text{ N}$$

Para realizar los cálculos manuales se simplifica el conjunto y se considera como una barra con dos apoyos y con una carga repartida en toda la longitud.

Datos de partida

q=Fuerza aplicada

L= Longitud de la barra

x= Distancia del punto de apoyo a la fuerza.

q= 5 N/mm

L= 100,5 mm

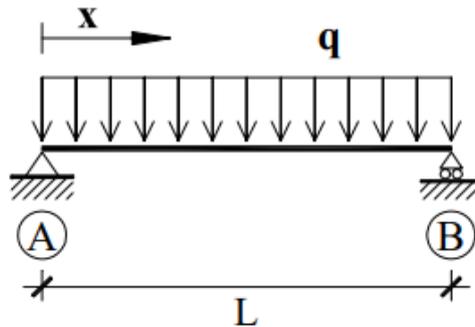


Figura 2. 9 Esquema de la fuerza.[9]

Cálculos de reacciones

$$R_A = R_B = \frac{qL}{2} = 251,25(N)$$

Cálculos de cortantes

x= 250 mm

$$V_{AB} = q \left(\frac{L}{2} - x \right) = 0 (N)$$

$$V_A = -V_b = \frac{qL}{2} = 251,25 (N)$$

$$V_b = -251,25 (N)$$

Cálculos de momentos

x=0mm

$$M_A = \frac{qx}{2}(L - x) = 0 \text{ Nmm}$$

x=100,5mm

$$M_B = \frac{qx}{2}(L - x) = 0 \text{ Nmm}$$

$$M_{AB} = \frac{qL^2}{8} = \frac{5 \cdot 100,5^2}{8} = 6312,65 \text{ Nmm}$$

$$M_{m\acute{a}x} = M_{AB} = 6312,65 \text{ Nmm}$$

Estos datos se introducen en el programa para realizar los diagramas de esfuerzos siguientes.

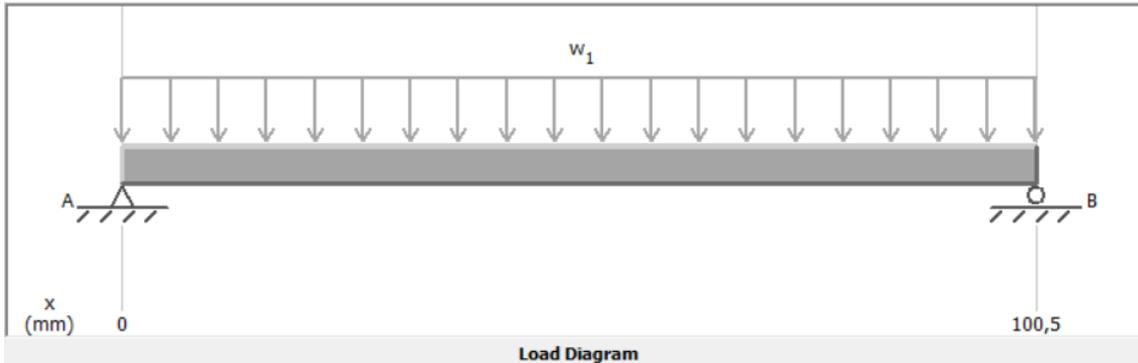


Figura 2. 10 Diagrama de la fuerza aplicada con distancias.

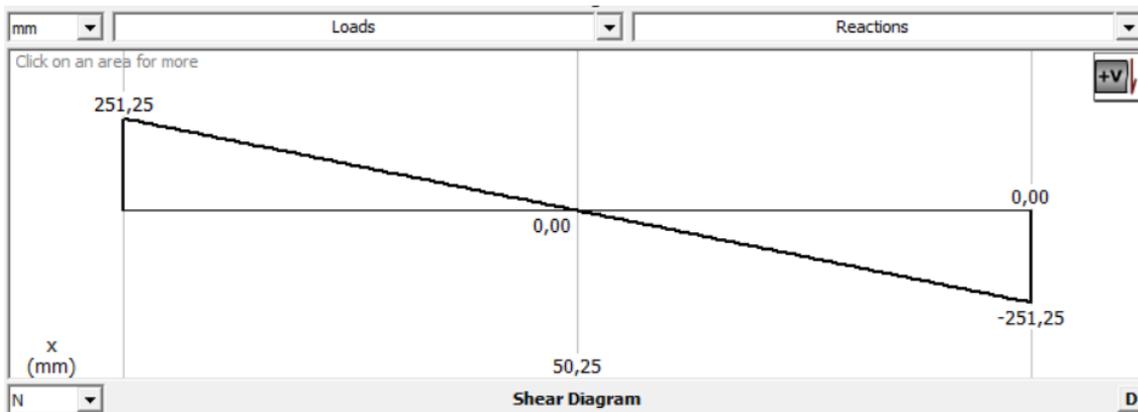


Figura 2. 11 Diagrama de cortantes.

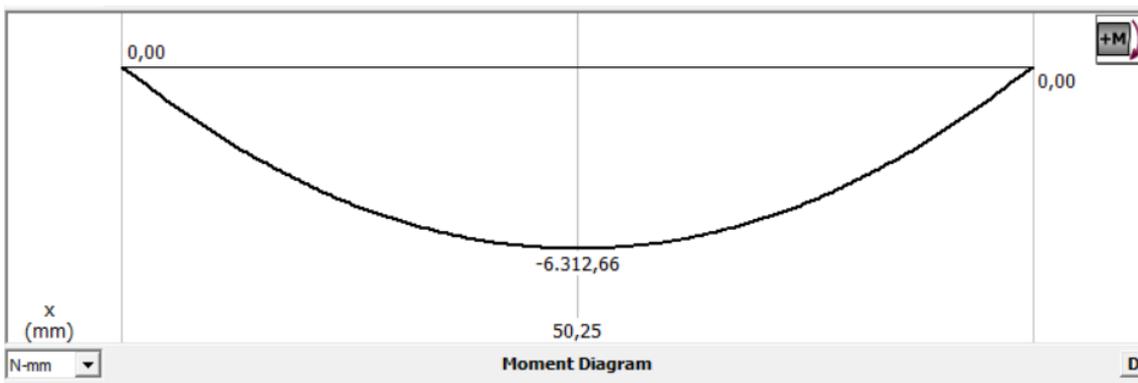


Figura 2. 12 Diagrama de momentos.

Cálculo de la flecha máxima

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{5qL^4}{348EI} = \frac{5 \cdot 5 \cdot 100,5^4}{348 \cdot 275 \cdot 33750} = 0,79 \text{ mm}$$

E= Módulo de elasticidad

E= 275 N/mm²

I= Momento de inercia.

Para calcular el momento de inercia se utiliza la sección de la barra de cierre, que resulta ser una sección rectangular.

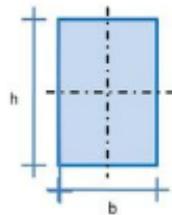


Figura 2. 13 Sección rectangular

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{15 \cdot 30^3}{12} = 33750 \text{ mm}^4$$

b= 15mm

h= 30mm

Cálculo de factor de seguridad

$$\sigma_x = \frac{M_f}{W_x} + \frac{N}{A}$$

σ_x = Tensión de flexión

M_f = Momento flector = 6.312,66 Nmm

W_x = Módulo elástico en x = 2.250 mm³

N = Fuerza axil = 500 N

A = Área sección = b · h = 450 mm²

$$\sigma_x = \frac{6.312,66}{2.250} + \frac{500}{450} = 3,9 \text{ N/mm}^2$$

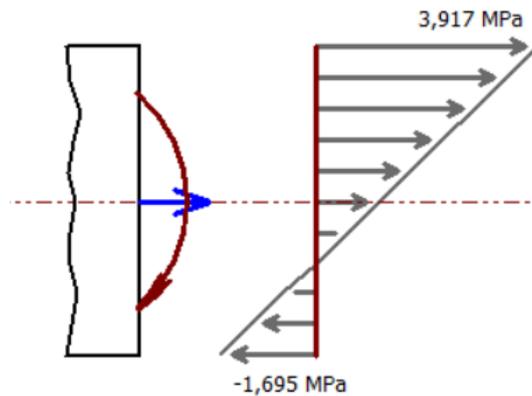


Figura 2. 14 Diagrama de las tensiones Axil y Momento.

$$\sigma_x = 3,9 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{\sigma_f}{\sigma_x} = \frac{275 \text{ MPa}}{3,9 \text{ MPa}} = 70,51$$

λ = Coeficiente de seguridad

σ_f = Límite elástico del material

Como la parte más desfavorable será la hebilla del cierre. Se realizan los cálculos como los realizados anteriormente. Aunque la carga no se aplica directamente en esta pieza se considerará como si actuara para así simplificar los cálculos manuales. Estos cálculos servirán como referencia y variarán un poco con los obtenidos en la simulación ya que esta refleja una situación más real.

Datos de la hebilla:

$$L = 19 \text{ mm}$$

$$D = 3 \text{ mm}$$

$$W_x = 2,65 \text{ mm}^3$$

$$A = \pi r^2 = \pi 1,5^2 = 7,06 \text{ mm}^2$$

$$M_{\text{máx}} = \frac{qL^2}{8} = \frac{5 \cdot 19^2}{8} = 16,15 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_f}{W_x} + \frac{N}{A}$$

$$\sigma_x = \frac{16,15}{2,65} + \frac{500}{7,05} = 77,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_x = 77,01 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{\sigma_f}{\sigma_x} = \frac{275 \text{ MPa}}{77,01 \text{ MPa}} = 3,57$$

2.1.2.3 Cálculo de los pasadores.

Para realizar la apertura y cierre de la compuerta se utilizan unos bulones que tendrán que resistir a los esfuerzos cortantes a los que se ve expuesto el conjunto. Estos bulones se fabrican del mismo acero que toda la estructura S275JR.

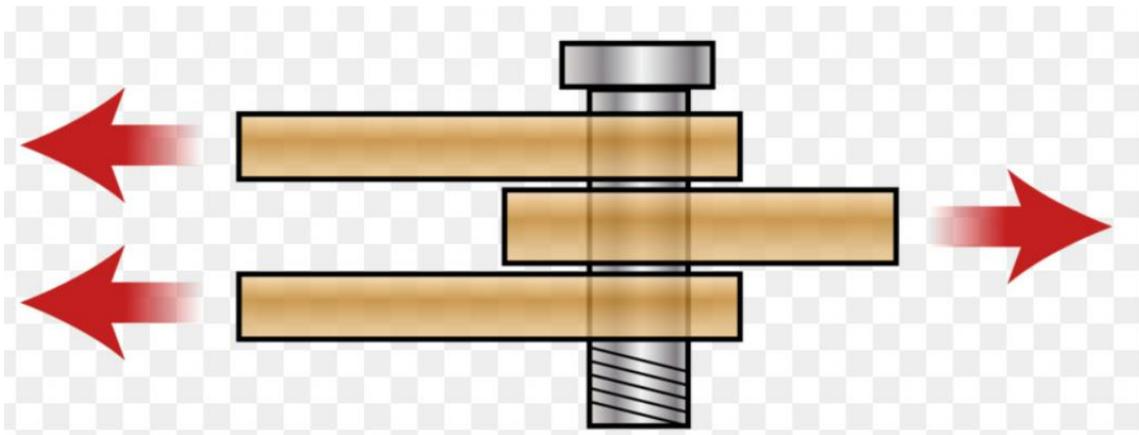


Figura 2. 15. Esquema de esfuerzos cortantes en bulones.(Fuente: www.freepng.es)

Partimos de los siguientes datos:

El diámetro de los bulones diseñados es $d=10\text{mm}$.

Fuerza aplicada $F=500\text{N}$

Límite elástico del acero $f_{yb} = 275\text{N/mm}^2$

Límite último de rotura $f_{ub} = 500\text{N/mm}^2$

Se calcula la resistencia a la fuerza cortante con la siguiente fórmula. [8]

$$F_{R,b} = 0,6 \cdot A \cdot \frac{f_{ub}}{Y_{Mb}}$$

Donde Y_{Mb} es el coeficiente parcial para la resistencia del acero del que está fabricado que se obtiene de la siguiente tabla.

Resistencia de las secciones transversales.	$\gamma_{M0} = 1,05^{(1)}$
Resistencia de elementos estructurales frente a inestabilidad.	$\gamma_{M1} = 1,05^{(1), (2)}$
Resistencia a rotura de las secciones transversales en tracción.	$\gamma_{M2} = 1,25$
Resistencia de las uniones.	$\gamma_{M2} = 1,25$
Resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados: - En estado límite último (uniones categoría C) (ver apartados 58.2 y 58.8). - En estado límite de servicio (uniones categoría B) (ver apartados 58.2 y 58.8).	$\gamma_{M3} = 1,25$ $\gamma_{M3} = 1,10$

Figura 2. 16 Coeficientes parciales para la resistencia, para estados límite últimos. (Fuente: www.mitma.gob.es/recursos_mfom/capituloivborde.pdf)

Se elige el valor de 1,25 porque es la resistencia a uniones.

El área de la sección es el área de un círculo.

$$A = \pi \cdot r^2$$

Resolviendo la ecuación:

$$F_{R,b} = 0,6 \cdot (\pi \cdot 5^2) \cdot \left(\frac{500}{1,25}\right) = 18849,5 \text{ N}$$

La fuerza que actúa sobre el bulón es inferior a su resistencia cortante por lo que soportará la carga.

$$F_{E,b} = 500 \text{ N} < F_{R,b} = 18849,5 \text{ N}$$

Se calcula el coeficiente de seguridad para la condición de trabajo del bulón.

$$\lambda = \frac{F_{R,b}}{F_{E,b}} = \frac{18849,5}{500} = 37,64 > 3$$

El factor de seguridad mínimo empleado en todos los cálculos es 3 por lo que el bulón analizado cumple con esta restricción.

Se calcula también para un bulón de $d=5\text{mm}$ para el rediseño de la pieza.

$$F_{R,b} = 0,6 \cdot (\pi \cdot 2,5^2) \cdot \left(\frac{500}{1,25}\right) = 4712,38 \text{ N}$$

$$F_{E,b} = 500 \text{ N} < F_{R,b} = 4712,38 \text{ N}$$

$$\lambda = \frac{F_{R,b}}{F_{E,b}} = \frac{4712,38}{500} = 9.4 > 3$$

Aun reduciendo el diámetro del bulón a 5mm, en los cálculos se comprueba que soporta la tensión cortante de la carga y el factor de seguridad se reduce, pero sigue estando por encima del valor mínimo que es 3.

2.1.2.4 Cálculo en la chapa estructural de la propuesta 2.

Para hacer el cálculo manual se simplifica la estructura como si fuera una viga con un apoyo en la mitad. Al ser simétrica se puede dividir por la mitad la barra y hacer el estudio de un lado que dará los mismos resultados que en el lado contrario.

Haciendo esta partición se queda una barra en voladizo como la del esquema siguiente.

Datos de partida

$$F = 981 \text{ N}$$

$$a = 270 \text{ mm}$$

$$b = 380 \text{ mm}$$

$$L = 650 \text{ mm}$$

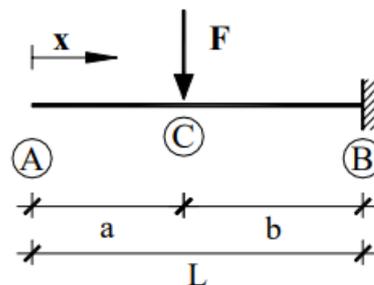


Figura 2.17 Esquema barra voladizo.[9]

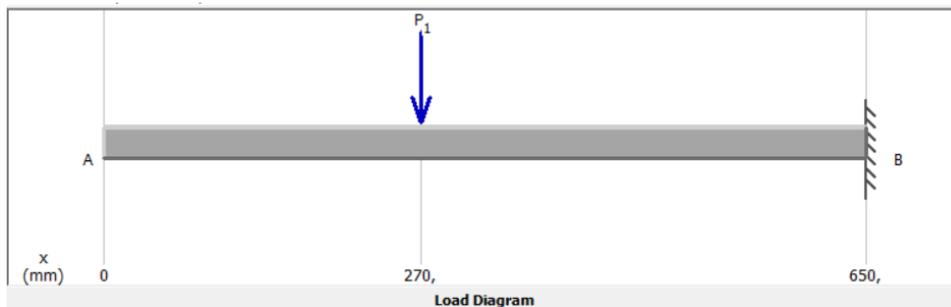


Figura 2. 18 Diagram de la fuerza en voladizo.

Cálculo de reacciones

$$R_B = F$$

$$R_B = 981 \text{ N}$$

Cálculo de cortantes

$$V_{AC} = 0$$

$$V_{CB} = -F = -981 \text{ N}$$

Cálculo de momentos

$$M_{AC} = 0$$

$$M_{CB} = -F(x - a) = 0$$

$$M_B = -Fb = -981 \cdot 380 = -372780 \text{ Nmm}$$

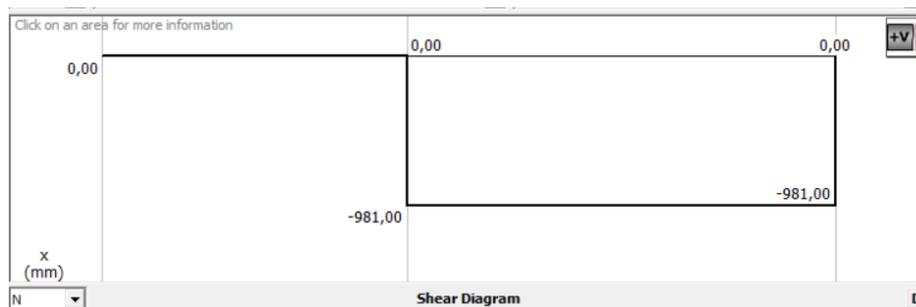


Figura 2. 19 Diagrama cortantes voladizo.

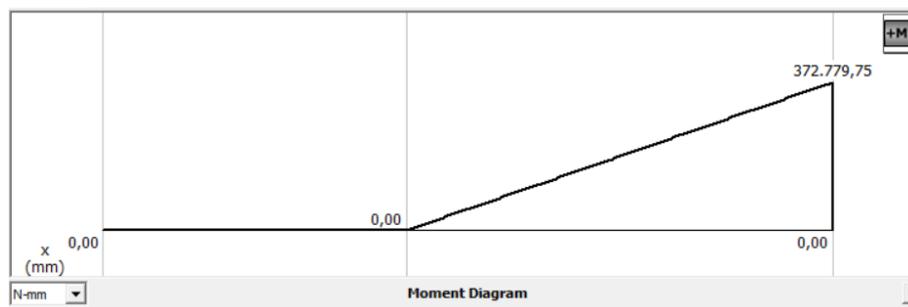


Figura 2. 20 Diagrama momentos voladizo.

II. Anexos

Cálculos tensión máxima

Para este cálculo el momento y el cortante se multiplican por dos al ser la barra simétrica.

$$\sigma_x = \frac{M_f}{W_x} + \frac{N}{A}$$

σ_x = Tensión de flexión

M_f = Momento flector = 745.560 Nmm

W_x = Módulo elástico en x = 46.074,16 mm³

N = Fuerza axil = 1962 N

A = Área sección = $\pi \cdot r^2 = 314,16$ mm²

$$\sigma_x = 22,42 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad

$$\lambda = \frac{\sigma_f}{\sigma_x} = \frac{275 \text{ MPa}}{22,42 \text{ MPa}} = 12,26$$

2.2 Simulaciones FEM.

Para realizar los cálculos de simulaciones FEM se utiliza el programa SolidWorks.

2.2.1 Caso 1: Estructura diseño 1.

2.2.1.1 Selección del conjunto de piezas a estudiar.

El ensamblaje completo se compone de varios sub-ensamblajes por lo que, para realizar las simulaciones primero se selecciona las piezas implicadas en cada caso de estudio.

En este primer caso, se estudiará la resistencia de la chapa que conforma el cuerpo de la estructura, los pilares estructurales y las pletinas de protección de los huecos de la chapa principal.

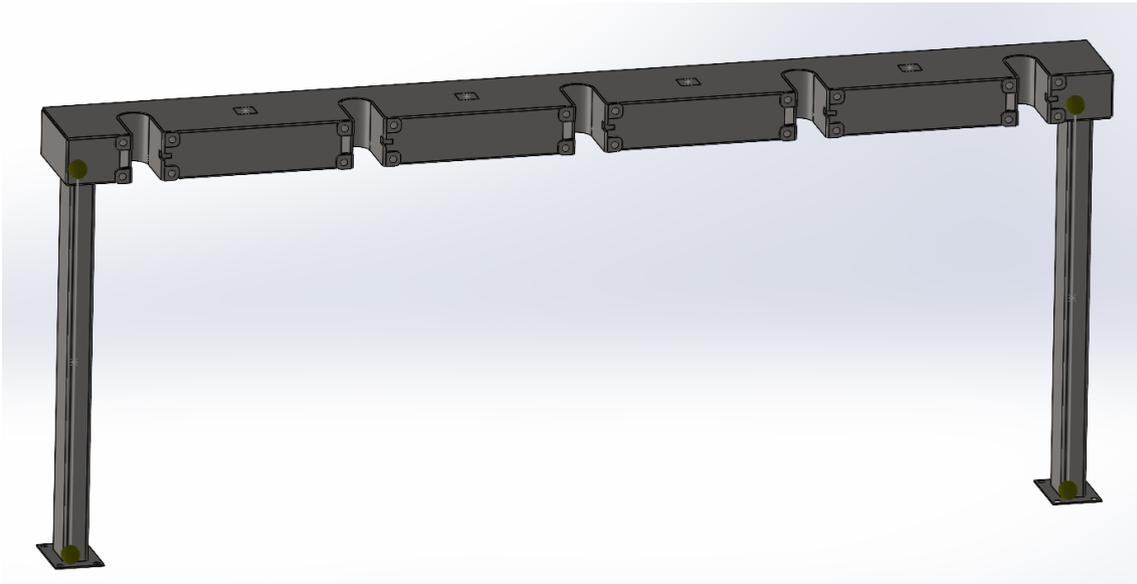
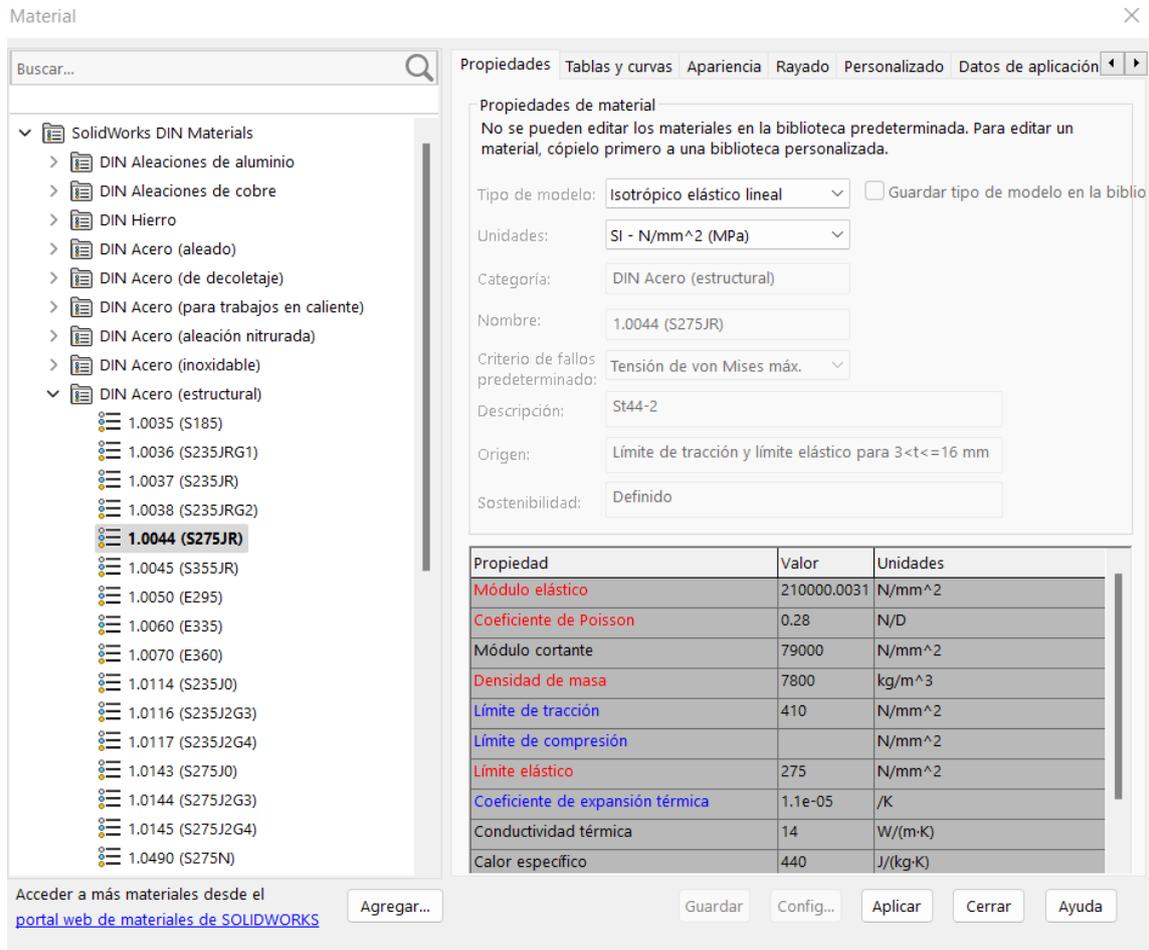


Figura 2. 21 Modelo con las piezas a analizar.

2.2.1.2 Aplicación del material.

Para realizar el primer estudio se seleccionará el material en las piezas implicadas en la simulación. El material seleccionado es el acero S275JR, se introduce desde la biblioteca de materiales predeterminada que tiene SolidWorks, donde también se muestra una tabla con los datos técnicos que el programa tiene de ese material.



Material

Buscar...

Propiedades Tablas y curvas Apariencia Rayado Personalizado Datos de aplicación

Propiedades de material
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Guardar tipo de modelo en la biblio

Unidades: SI - N/mm² (MPa)

Categoría: DIN Acero (estructural)

Nombre: 1.0044 (S275JR)

Criterio de fallos predeterminado: Tensión de von Mises máx.

Descripción: St44-2

Origen: Límite de tracción y límite elástico para 3<t<=16 mm

Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	210000.0031	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	79000	N/mm ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	410	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	275	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)
Calor específico	440	J/(kg·K)

Acceder a más materiales desde el [portal web de materiales de SOLIDWORKS](#)

Figura 2. 22 Datos del material seleccionado en SolidWorks.

2.2.1.2.1

2.2.1.3 Elementos de unión y fijaciones.

Tanto los perfiles estructurales de ambos lados como las pletinas que se anclan al suelo van unidas por cordones de soldadura a la chapa principal.

Las pletinas de protección en forma de “U” van fijadas en la parte frontal por remaches que hacen que encajen en el lugar correcto para posteriormente soldar la parte superior e inferior a la chapa, ya que así se refuerza la forma estructural de la chapa.

El programa, en los ensamblajes, no muestra gráficamente los cordones de soldadura.

La chapa posterior que sirve de tapa va unida a la chapa principal mediante tornillos M8.

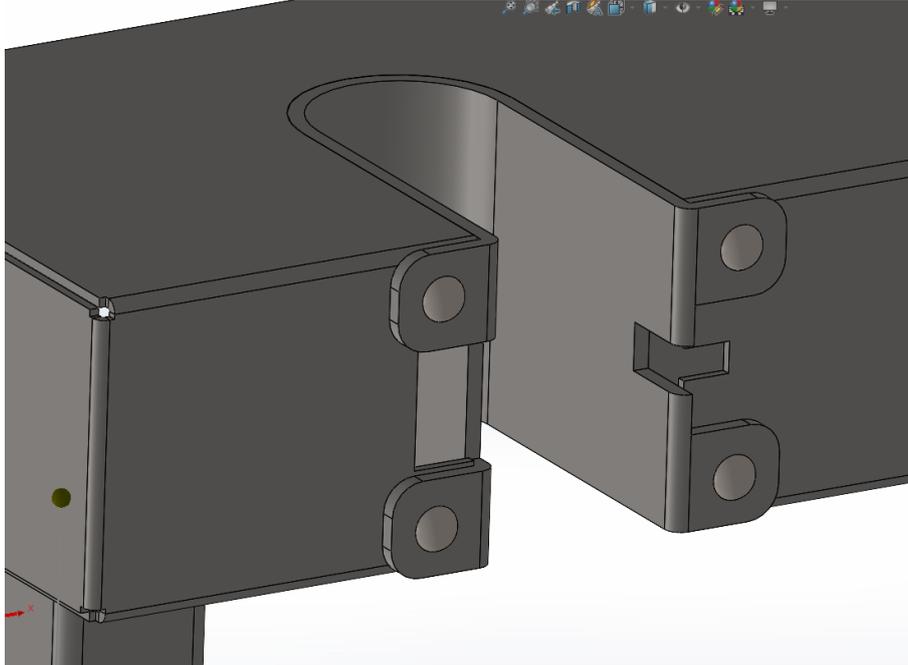


Figura 2. 23 Detalle de fijación de la pletina de protección.

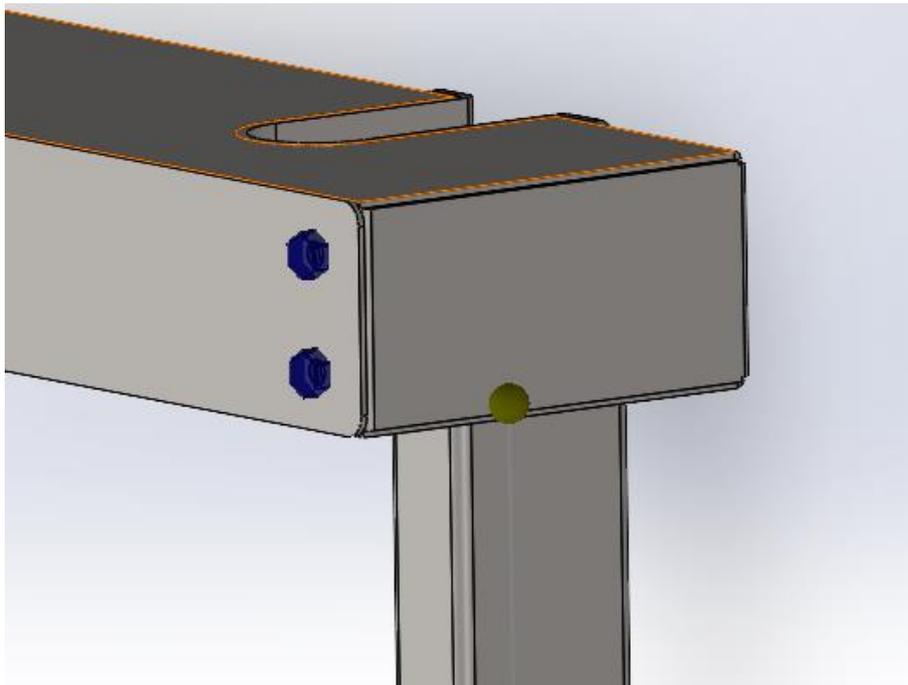


Figura 2. 24 Detalle de los tornillos de la chapa posterior.

2.2.1.4 Selección y aplicación de las cargas.

Primero se introducen las fijaciones que estarán en las bases de los perfiles que conforman las patas del ensamblaje.

A las piezas en forma de "U", que van en los huecos donde irán los patinetes, se define una conexión con la chapa de unión rígida en las caras superiores e inferiores. Así se determina que ese conjunto irá soldado.

Se realiza un croquis para situar los puntos a las distancias definidas en el Anexo 1, donde se introducirán las cargas puntuales de 981 N en sentido negativo en el eje y.

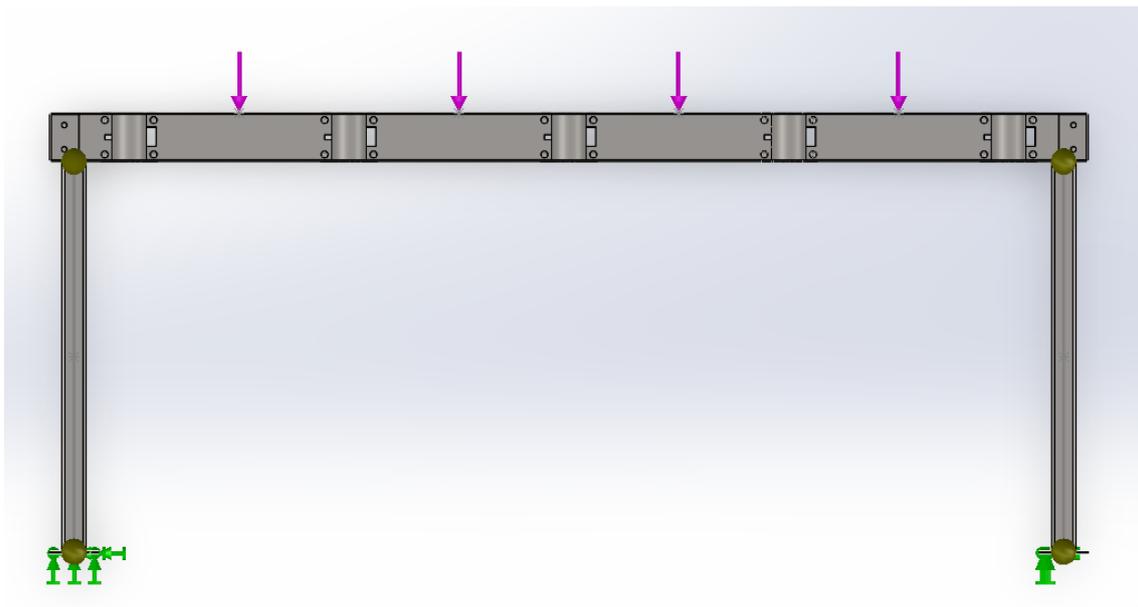


Figura 2. 25 Aplicación de cargas en el elemento.

2.2.1.5 Mallado del conjunto.

Ahora que se han definido todas las uniones, sujeciones y cargas, se procede al mallado de la pieza. En la pestaña de malla se elige la densidad y los parámetros, en este caso se establece una malla estándar con la densidad más fina posible para que dé resultados lo más ajustado posible.

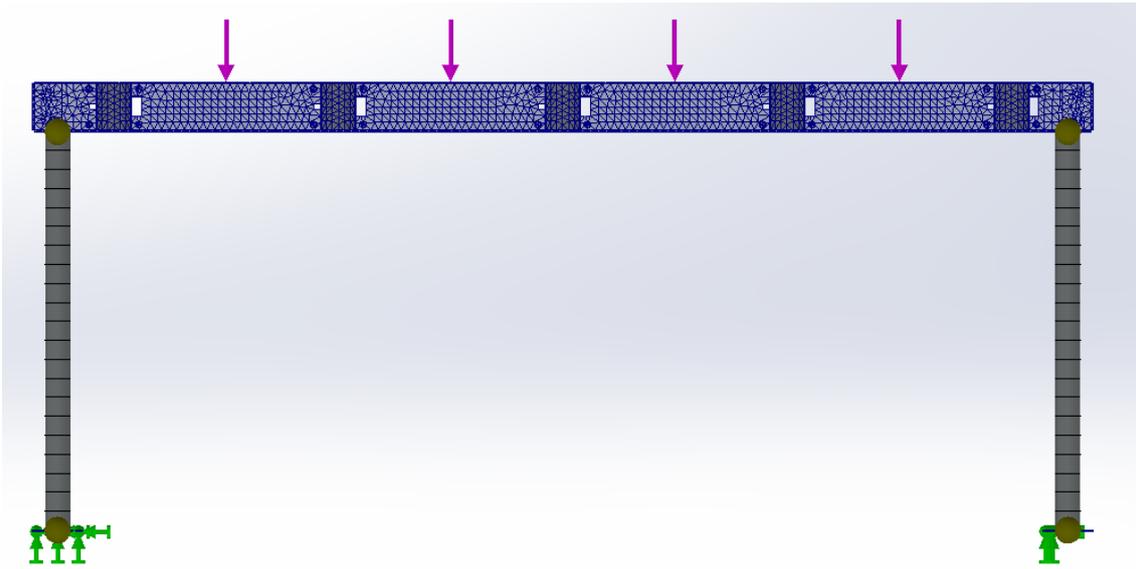


Figura 2. 26 Mallado del conjunto.

2.2.1.6 Ejecución y análisis del estudio.

Una vez definido el caso de estudio, se procede a la ejecución de la simulación, la cual nos muestra los siguientes resultados.

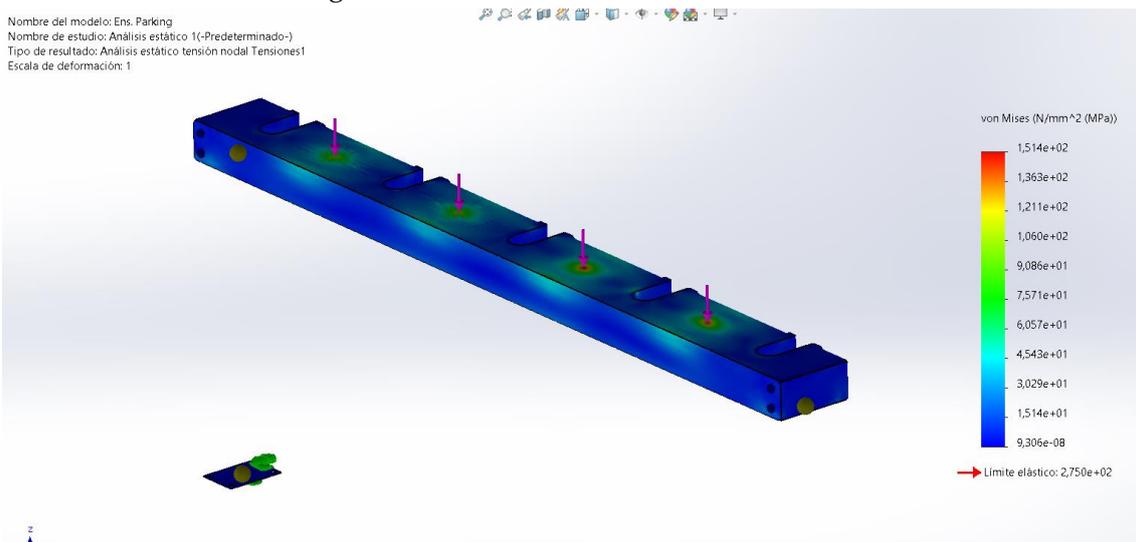


Figura 2. 27 Resultados Tensión de Von Mises.

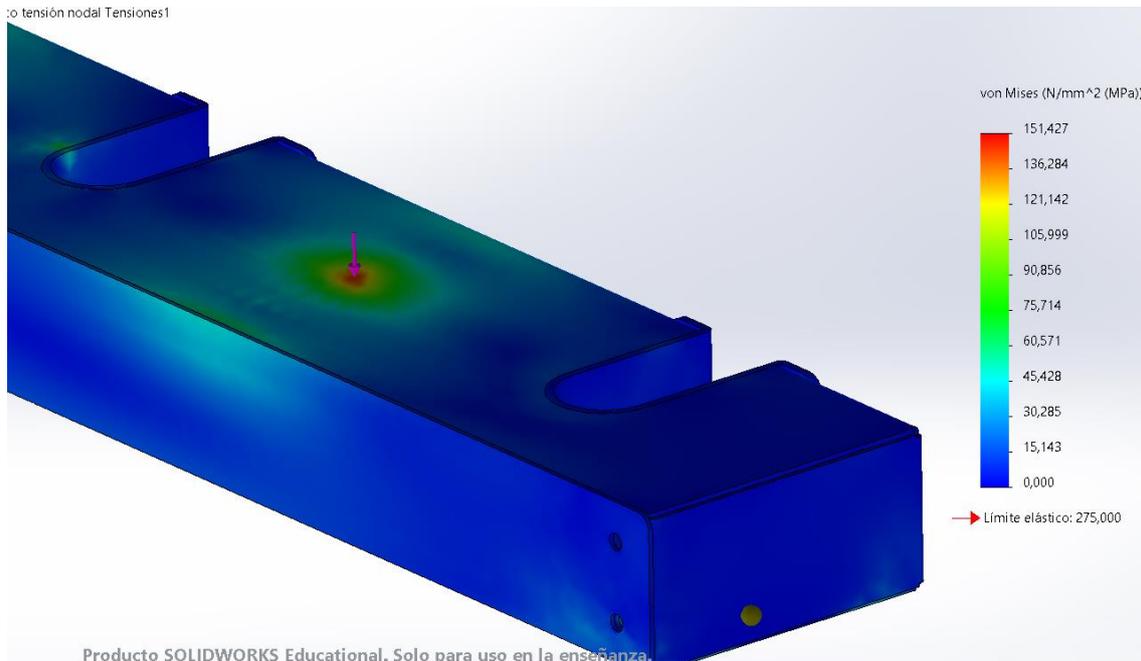


Figura 2. 28 Detalle donde se produce mayor tensión.

En las imágenes anteriores se muestra las tensiones que soporta el ensamblaje. La tensión máxima se acumula en los puntos donde están aplicándose las cargas ya que son las regiones más desfavorables, el valor máximo que se obtiene es 151,47 MPa.

Este valor es menor que el límite elástico del material que es 275 MPa, por lo que cumple con esta restricción y no habría problemas de roturas o deformaciones.

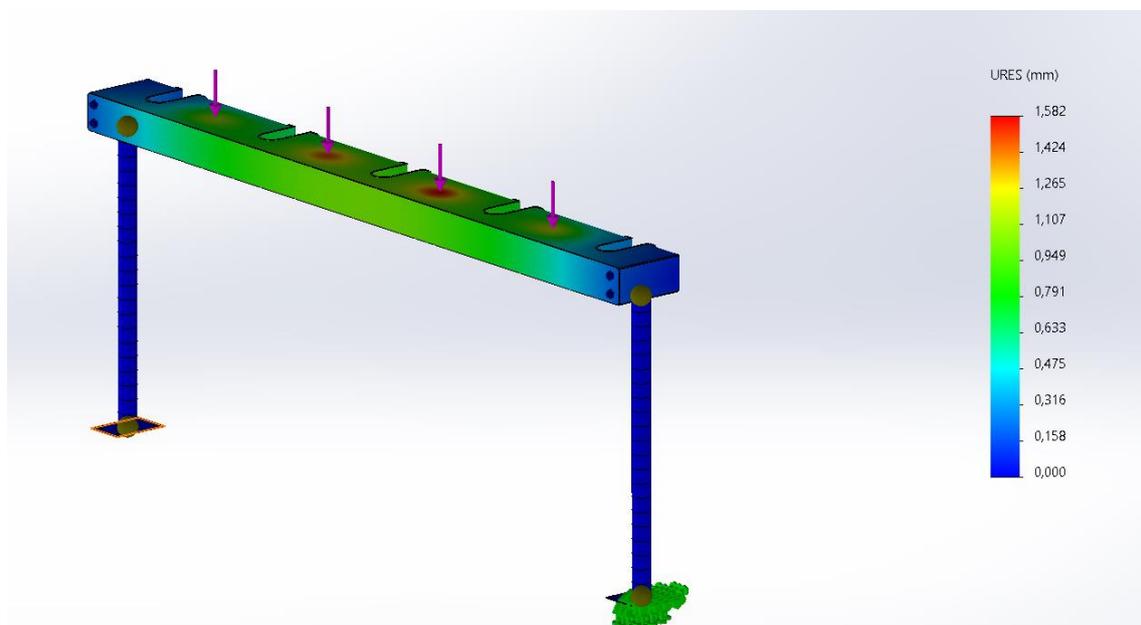


Figura 2. 29 Desplazamientos en el conjunto.

En la imagen se muestran los desplazamientos que generan las cargas en el conjunto. El desplazamiento máximo que alcanza es de 1,58 mm en las dos regiones que se aproximan a la mitad de la pieza ya que esta zona es la más alejada a los soportes y en donde habrá mayor momento que es el que origina los desplazamientos.

Estos valores no deberían suponer ningún problema ya que en la mayoría del conjunto no se alcanzan deformaciones mayores a 1mm.

En los cálculos analíticos se ha calculado la flecha máxima que podrá soportar el material, esta es superior a la deformación obtenida en la simulación por lo que se concluye que este resultado cumple.

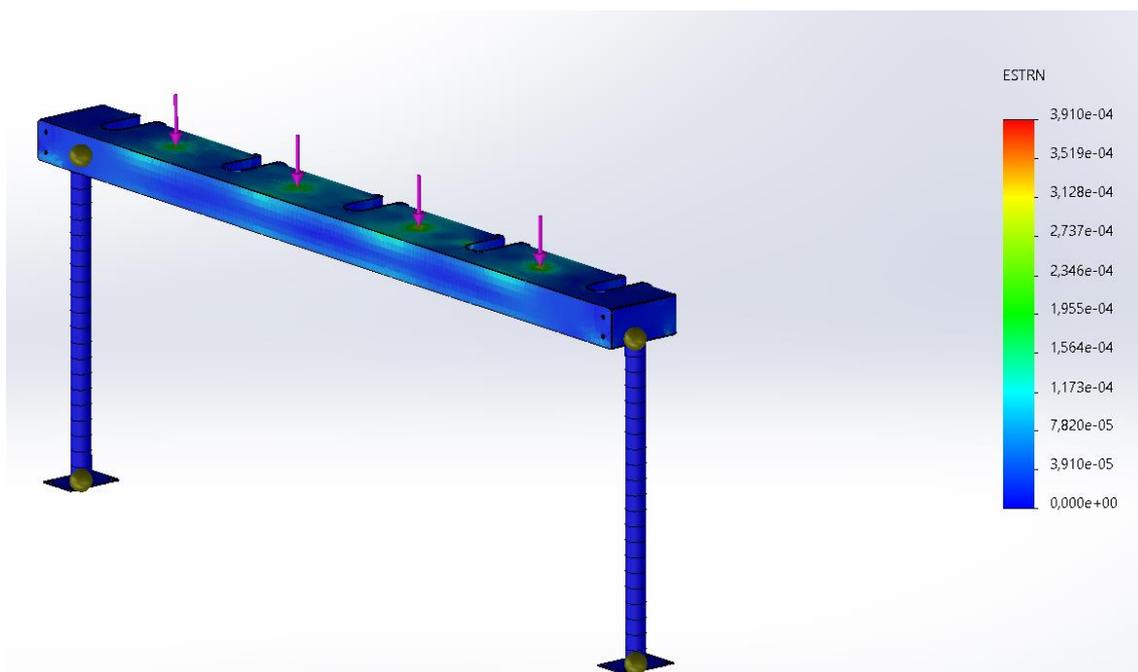


Figura 2. 30 Deformaciones unitarias en el conjunto.

La simulación también muestra las deformaciones unitarias que ocurren, estas son los desplazamientos por unidad de longitud mostrados en los triángulos de la malla.

Los resultados dan valores bajos por lo que la pieza no sufrirá grandes cambios de longitudes.

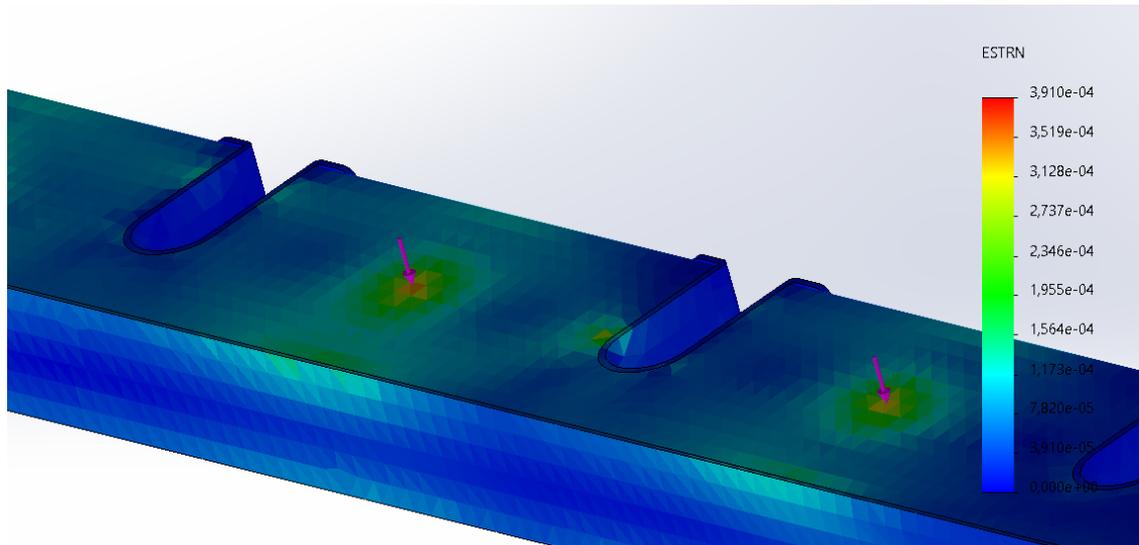


Figura 2. 31 Detalle de las deformaciones unitarias.

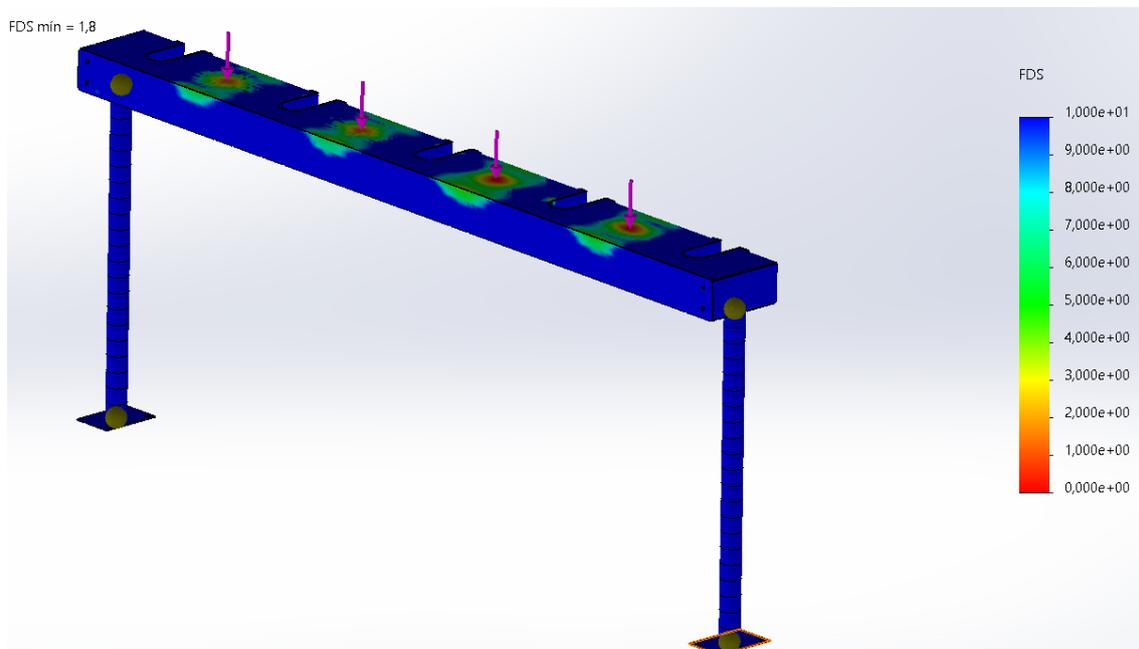


Figura 2. 32 Resultados a factor de seguridad.

En esta última simulación representa el factor de seguridad en todas las piezas del conjunto. Se ha modificado la tabla de la escala para que dé valores entre 0 y 10, porque el factor de seguridad mínimo que debe cumplir este material es de 3.

En los puntos que están marcados en rojo no está cumpliendo este requisito, obteniendo un factor de seguridad mínimo de 1,8, mostrado en la esquina superior izquierda.

Estas zonas que no cumplen se generan en las zonas donde se aplican las cargas y la zona con el mínimo factor de seguridad es aproximadamente en la mitad de la pieza, punto donde se aplica la tercera fuerza.

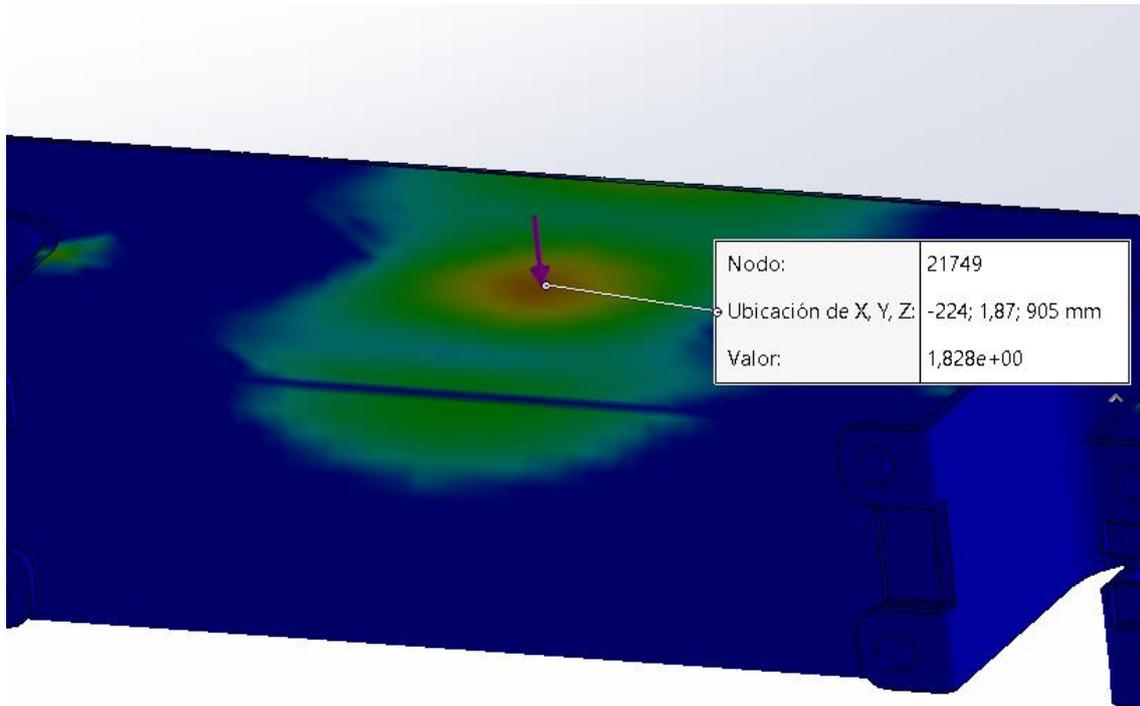


Figura 2. 33 Detalle factor de seguridad mínimo.

Para solucionar este problema hay que crear un refuerzo a la chapa. Para ello se ha diseñado un refuerzo en forma de cartela o nervio de 5mm de espesor, que se soldarán a la chapa en los puntos donde se aplican las cargas, para reforzar así toda la estructura.

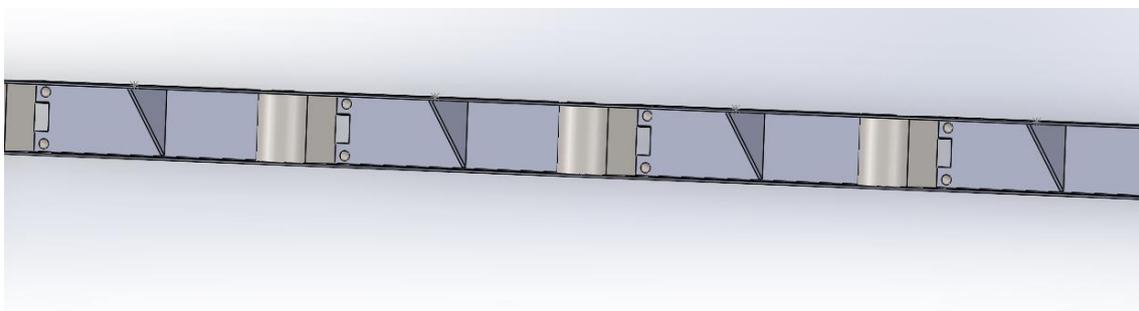


Figura 2. 34 Vista de las cartelas de refuerzo.

Se ejecuta de nuevo el estudio y se comprueba que cumpla con la restricción.

Distribución de factor de seguridad: FDS min = 2,9

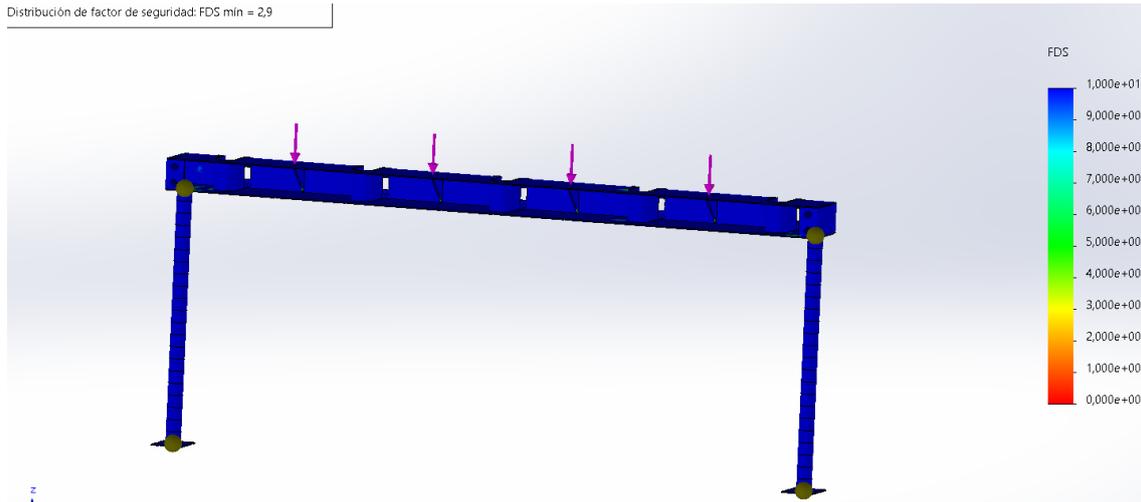


Figura 2. 35 Factor de seguridad en simulación con refuerzos.

Al volver a hacer la simulación con las cartelas de refuerzo el factor mínimo de seguridad es 2,9 que se puede aproximar a 3 porque el programa en las uniones de elementos como los perfiles no llega a ser muy preciso y crea problemas de tensiones.

El coeficiente de seguridad ha aumentado porque las tensiones en la placa han disminuido y las deformaciones también.

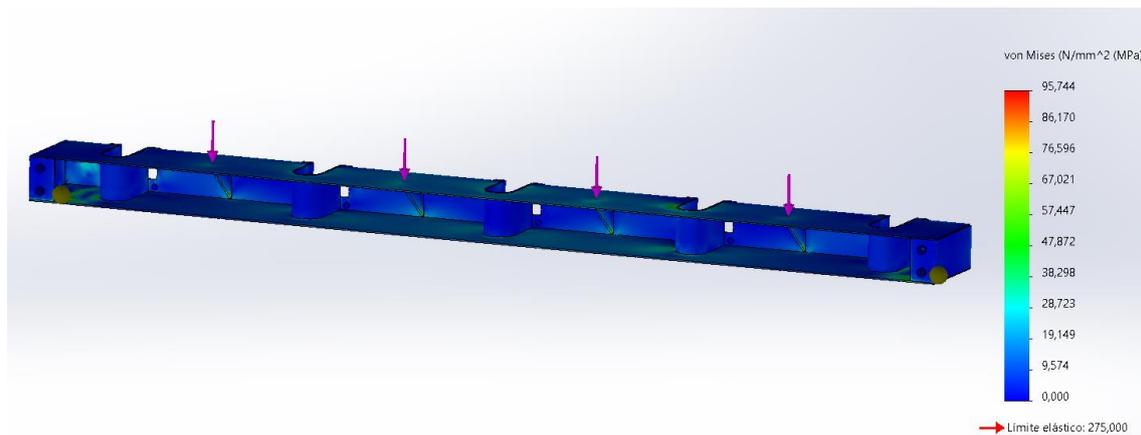


Figura 2. 36 Tensiones de Von Mises. Simulación con refuerzos.

Como se puede observar en la imagen ahora la tensión máxima que soporta el conjunto es 95,74 MPa. Al aplicar estos nervios de refuerzo se ha disminuido la tensión máxima sobre un 30%, siendo el valor de la anterior hipótesis 151,42 MPa.

Esto es debido a que los refuerzos absorben una cantidad de la carga y la reparten en toda su sección, liberando así la sobrecarga de esfuerzos en puntos determinados.

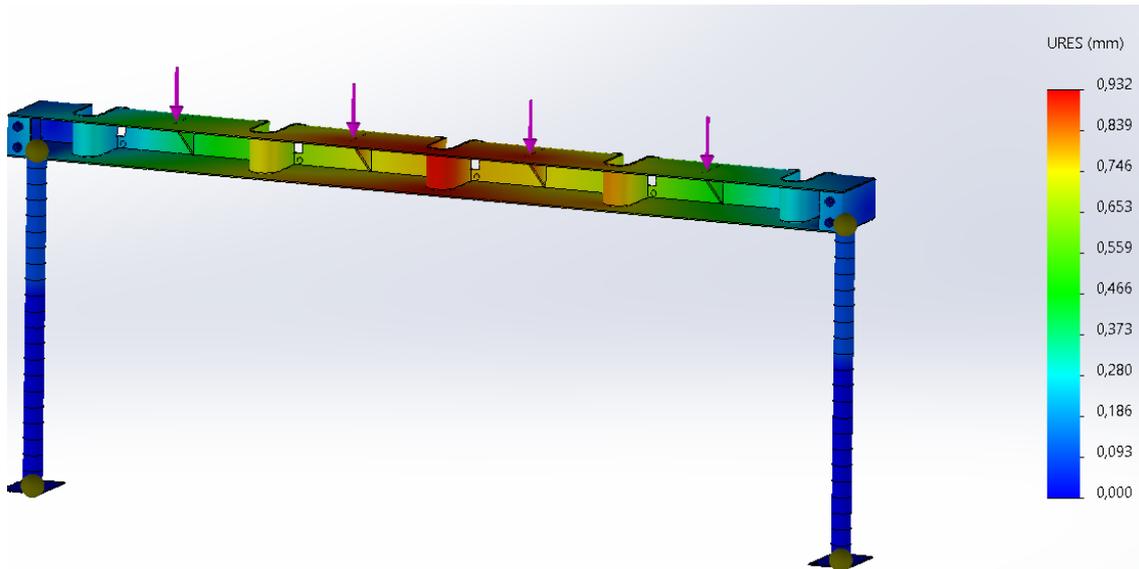


Figura 2. 37 Desplazamientos. Simulación con refuerzos.

En esta última imagen se muestra los desplazamientos del material en mm. El desplazamiento máximo se ubica en el centro de la pieza ya que aquí es donde sufrirá mayor momento flector, por lo tanto, originará la flecha o desplazamiento máximo. El valor que calcula el programa es de 0,93mm, contrastándolo con el anterior estudio sin los nervios de refuerzo, que daba un valor de 1,58 mm, se ha reducido 0,64mm de desplazamiento.

Este valor, comparándolo con la longitud de la chapa es muy bajo y no generará deformación plástica en el acero, por lo que será aceptable.

En este último diseño se ha podido comprobar que, al aplicarle varios nervios de refuerzos en los puntos donde se aplica la carga en la chapa, estos reparten esa concentración de carga por todo su contorno hacia los extremos, evitando así que la chapa sufra sobreesfuerzos en puntos clave. Al repartir más la carga se liberan tensiones y la pieza, que antes podría sufrir más deformación, ahora aguanta sin casi deformarse. Este diseño precisa de más material y por ello su peso aumentará, pero es el diseño más adecuado para soportar las cargas y que no haya problemas de flexión y deformaciones por parte del material.

Comparando estos dos análisis con los resultados obtenidos de forma manual, se comprueba que los valores varían bastante. Esto es debido a que en el cálculo manual no se tienen en cuenta todos los elementos que conforman el conjunto, en este caso la chapa se considera una barra simple con dos apoyos, con una sección en forma de "C" emulando el plegado. En cambio, en las simulaciones realizadas por el programa informático considera muchas más cosas, como las chapas que van unidas en forma de "U", los puntos de anclaje, la chapa trasera con las fijaciones de tornillos y los nervios soldados. Todos estos elementos se convierten en triángulos formando una malla y el programa en cada sección de éstas creada, realizará la simulación.

Por ello, los cálculos manuales servirán para tener una estimación de cómo se comporta la pieza, pero en el programa se extraerán datos más específicos.

2.2.2 Caso 2: Cierre electrónico.

2.2.2.1 Selección del conjunto de piezas a estudiar.

En este caso se va a estudiar cómo se comporta el conjunto de la compuerta del cierre electrónico. Este se compone de la pletina de soporte que va soldada al interior de la estructura principal, el bulón que permite el movimiento de apertura y cierre, la palanca de cierre con el enganche que se introducirá en el bloque electrónico interior.

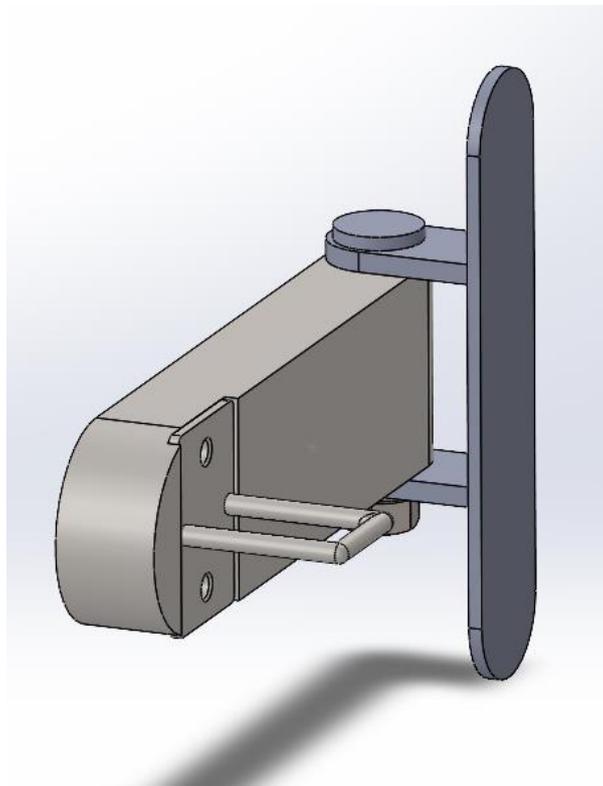


Figura 2. 38. Ensamblaje de la palanca de cierre.

2.2.2.2 Aplicación del material.

Como se ha nombrado anteriormente todas las piezas serán del mismo acero, por lo que el material será el acero S275JR.

En el apartado anterior se pueden ver las propiedades de este.

2.2.2.3 Elementos de unión y fijaciones.

La palanca del cierre va unida al soporte mediante un bulón roscado en la parte inferior en la que se insertará el tornillo de métrica 6 para fijarlo.

La hebilla del cierre va atornillada a la palanca mediante dos tornillos de métrica M3.

Todo este ensamblaje va soldado a la chapa principal por el interior del soporte para que no sobresalga.

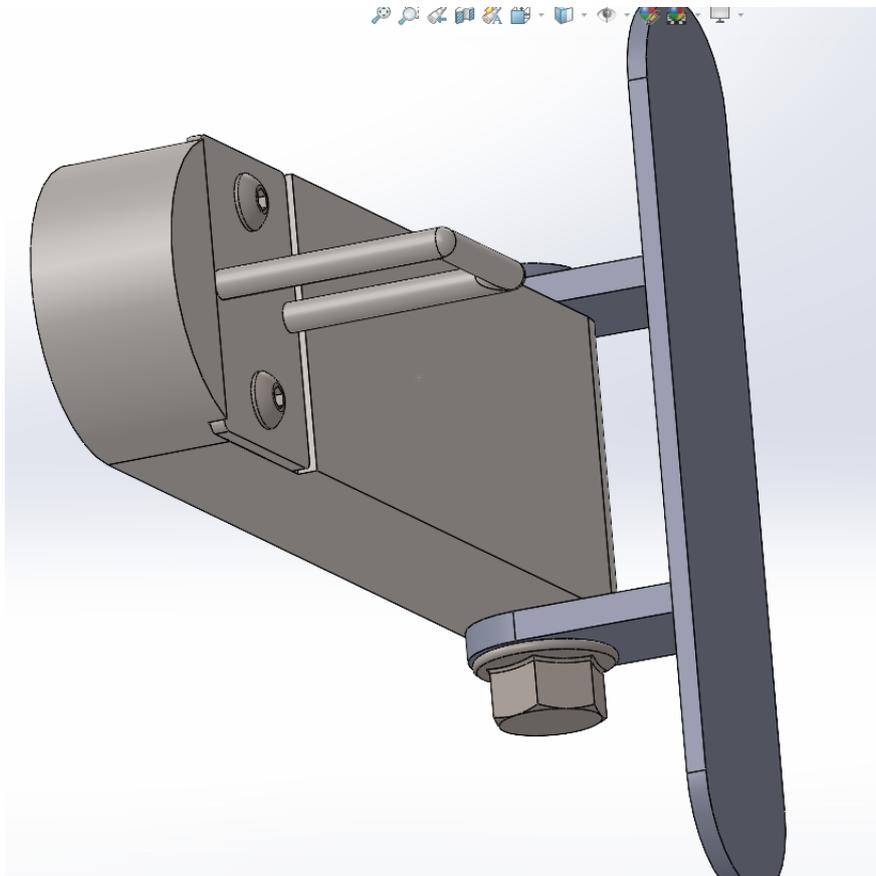


Figura 2. 39. Fijaciones de los tornillos.

2.2.2.4 Selección y aplicación de las cargas.

2.2.2.4.1 Situación cerrada.

En esta posición el ensamblaje tendrá dos uniones fijas: la cara interior del soporte ,que irá soldada a la chapa estructural, y otra en el hueco de la hebilla porque estará fijo por el cierre electrónico.

Se aplica una carga uniformemente distribuida por la parte interior de la palanca que es la zona de agarre de donde pueden tirar para intentarlo abrir.

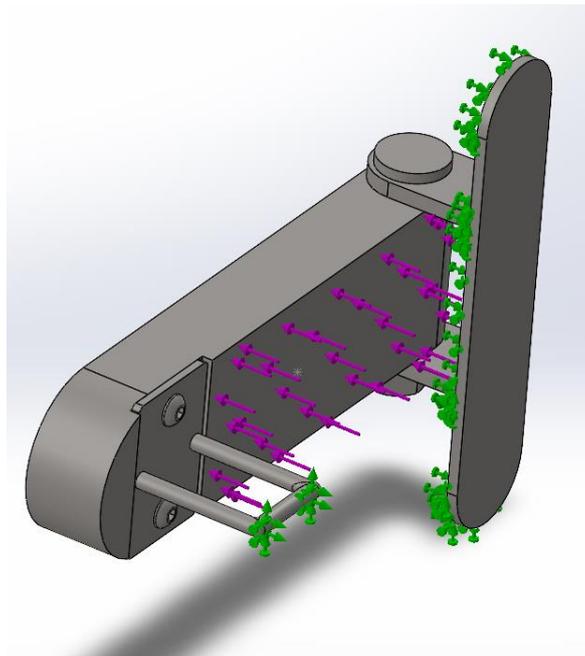


Figura 2. 40. Aplicación de cargas y fijaciones estado cerrado.

2.2.2.4.2 Situación abierta.

En la posición abierta se elimina una sujeción, la de la hebilla de cierre ya que al estar abierto el cierre electrónico no estará haciendo su función y solo se sujetará del soporte.

La posición más común es la de cerrado, pero se analiza también esta porque puede ser que la gente no lo llegue a cerrar por las prisas o el cierre electrónico falle y se quede abierto.

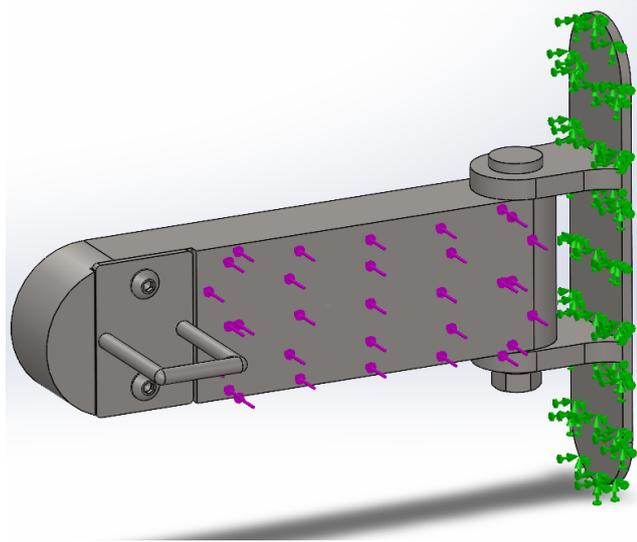


Figura 2. 41 Aplicación de las cargas y fijaciones estado abierto.

2.2.2.5 Mallado del conjunto.

Se ajustan los valores de malla en las dos opciones, para que el programa realice una malla lo más fina posible, siendo así los resultados más precisos. Ya que esta es una pieza más pequeña que la analizada anteriormente, interesa un mallado más fino porque así los puntos donde la pieza no cumpla o sufra por las cargas aplicadas estarán mejor definidos.

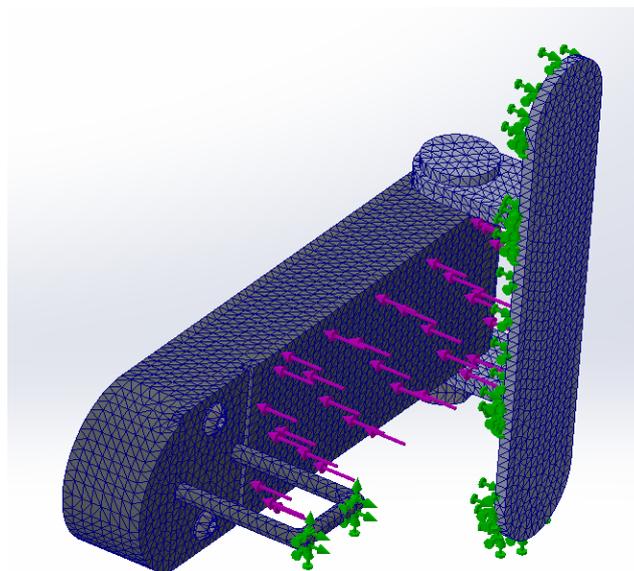


Figura 2. 42. Mallado del sistema cerrado.

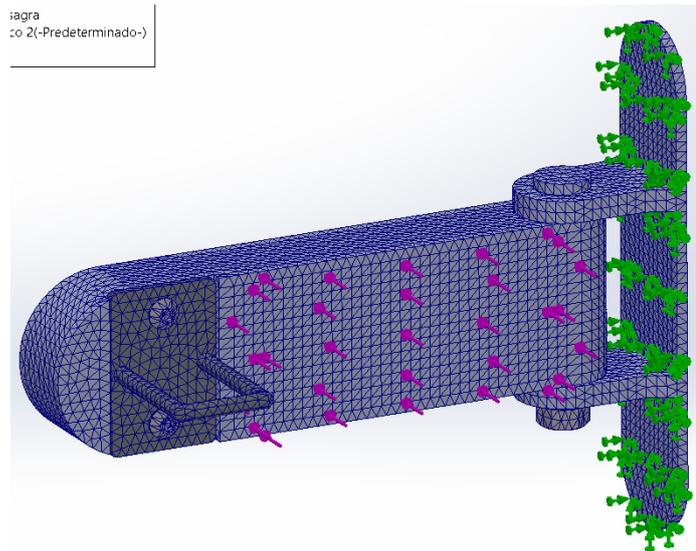


Figura 2. 43 Mallado del sistema abierto.

2.2.2.6 Ejecución y análisis del estudio.

Ya definido el estudio estático se procede a su ejecución. El programa muestra los siguientes resultados:

2.2.2.6.1 Posición cerrada.

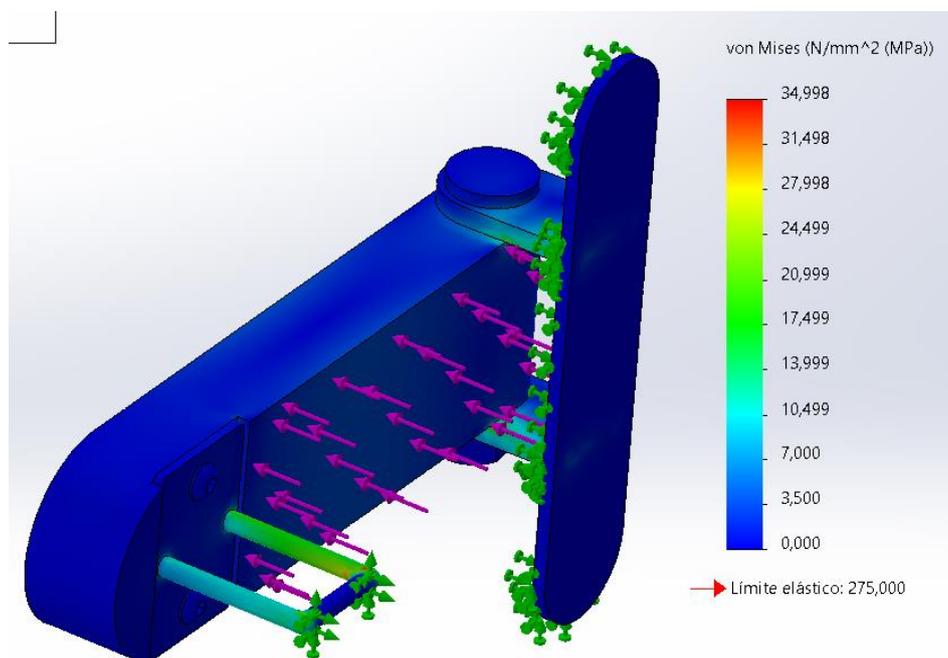


Figura 2. 44. Resultados tensión de Von Mises (cerrado).

Según la escala mostrada la tensión máxima a la que se ve sometido el conjunto da un resultado de 34,99 MPa, este valor es mucho menor que el límite elástico del material por lo que las piezas no sufrirían deformación plástica ni roturas.

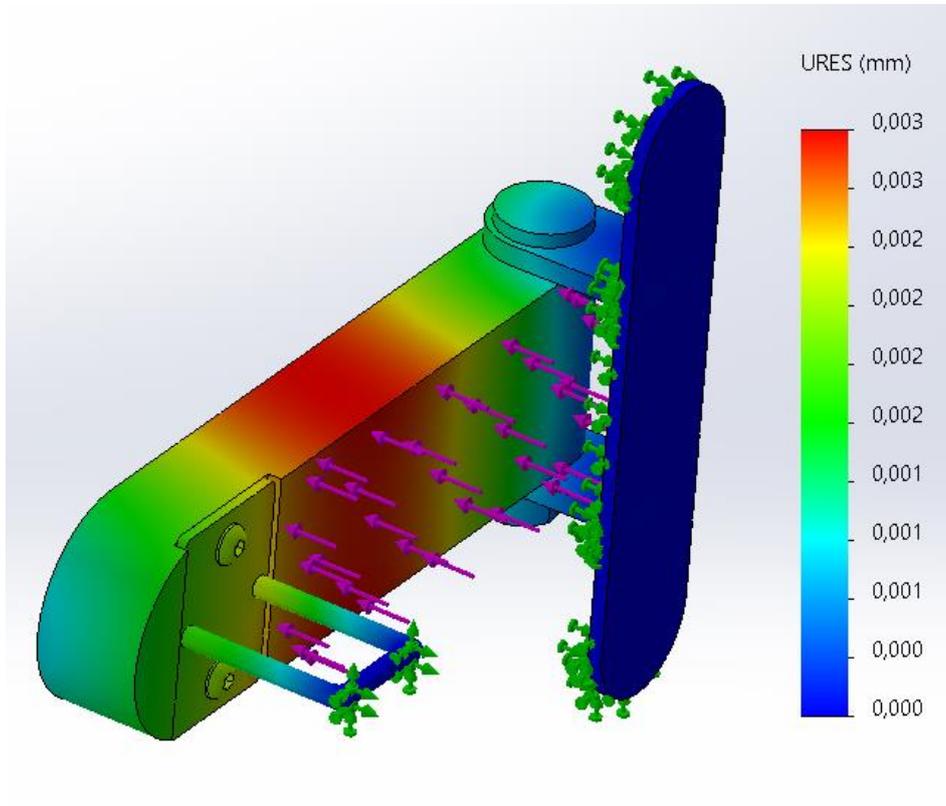


Figura 2. 45. Resultados desplazamientos (cerrado)

En la imagen se muestran los desplazamientos que se originarán en las piezas. La zona más desfavorable, en rojo, es la zona media de la palanca, esto es lógico ya que es en la posición que está más alejada de algún apoyo y además se está aplicando la carga.

Aun siendo el punto más desfavorable el desplazamiento máximo que genera es 0,003mm un valor muy bajo que a primera vista no se puede apreciar.

nitarias1

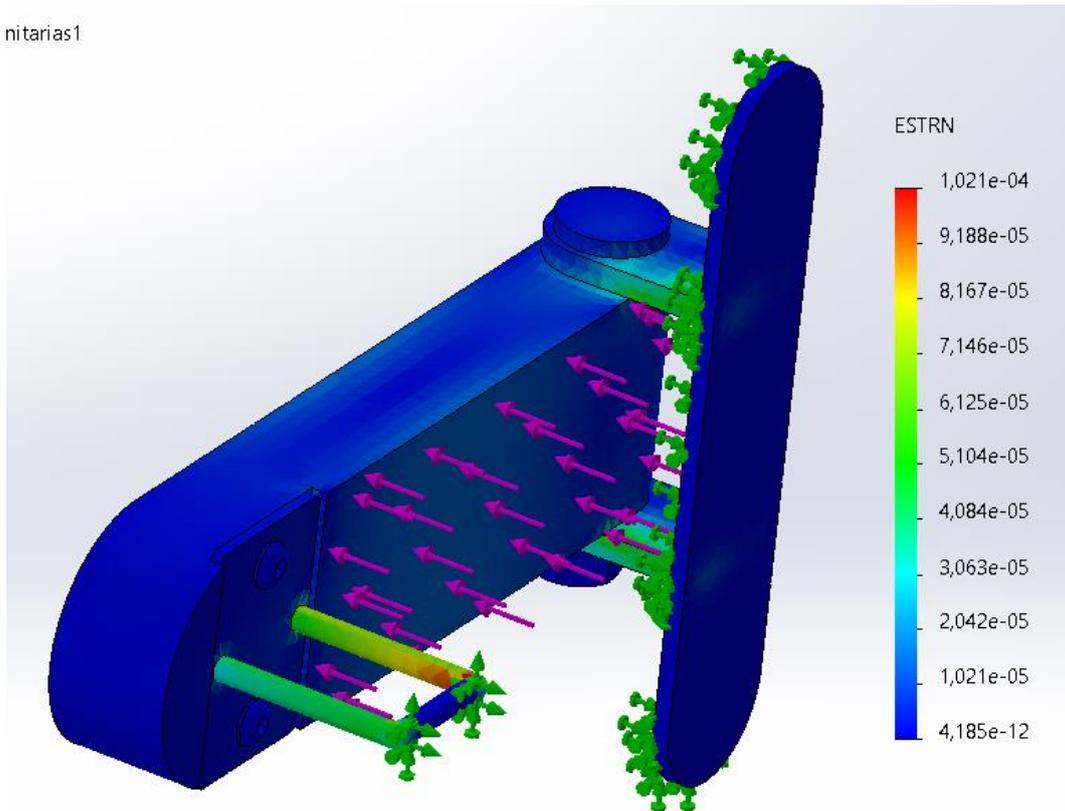


Figura 2. 46. Resultados deformaciones unitarias (cerrado).

Las deformaciones unitarias presentan valores muy bajos esto significa que la pieza no sufrirá cambios por deformación en ninguna zona.

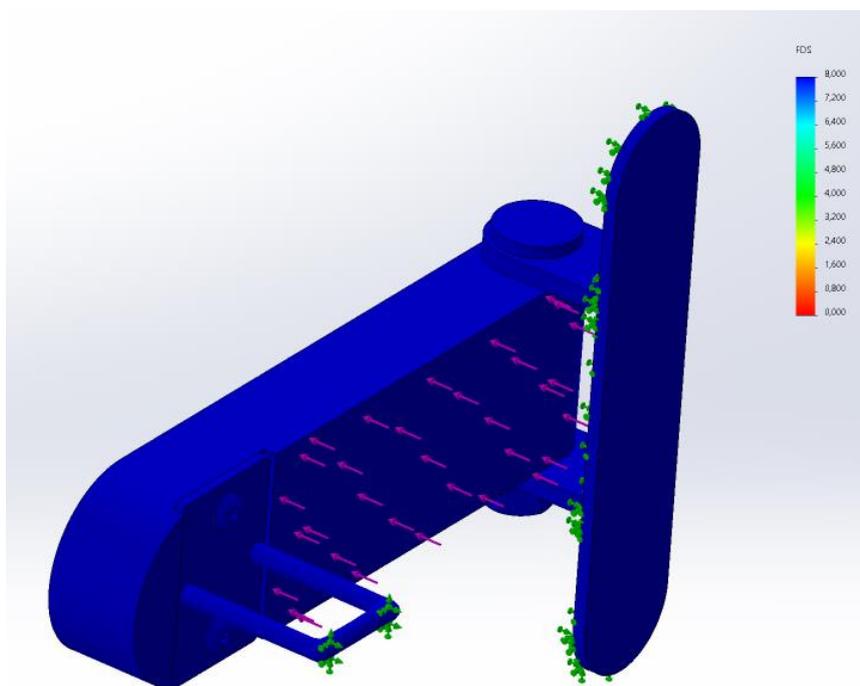


Figura 2. 47. Resultados factor de seguridad (cerrado).

Se ha ajustado la escala de colores para que el valor mínimo representado sea 0 y el máximo 8, el factor de seguridad mínimo que se debe obtener es 3. En la imagen se observa que todas las piezas obtienen un factor de seguridad igual o mayor a 8 por lo que cumple con el mínimo requerido.

2.2.2.6.2 Posición abierta.

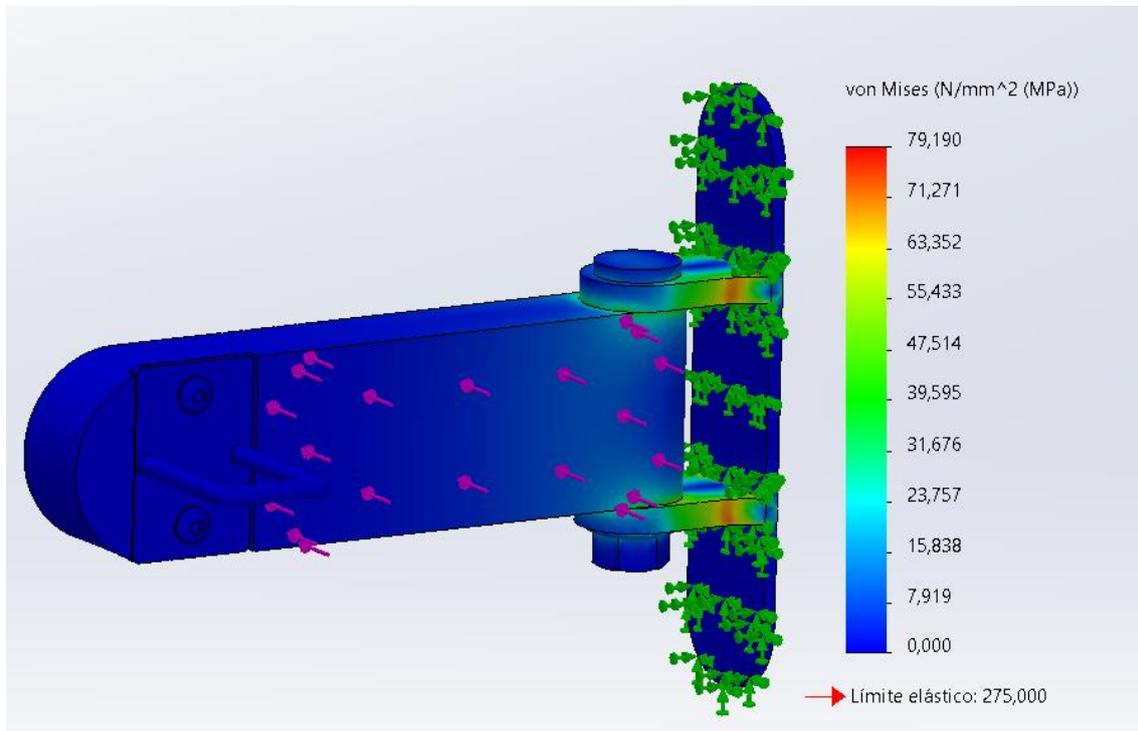


Figura 2. 48 Tensión de Von Mises (abierto)

Los resultados muestran una tensión máxima de 79,19 MPa en la zona de los agarres del bulón con el soporte, esto es lógico porque esos agarres son los que mantienen la pieza de la palanca unida al soporte por lo que se llevarán, en la sección más pequeña, la mayor tensión.

En esta posición se obtiene mayor tensión máxima que cuando está cerrado porque aquí solo tenemos un punto de apoyo, en este caso la cara interior del soporte.

En la posición de cerrado, al tener dos puntos de apoyo, el momento disminuye por lo tanto la tensión máxima también se reduce.

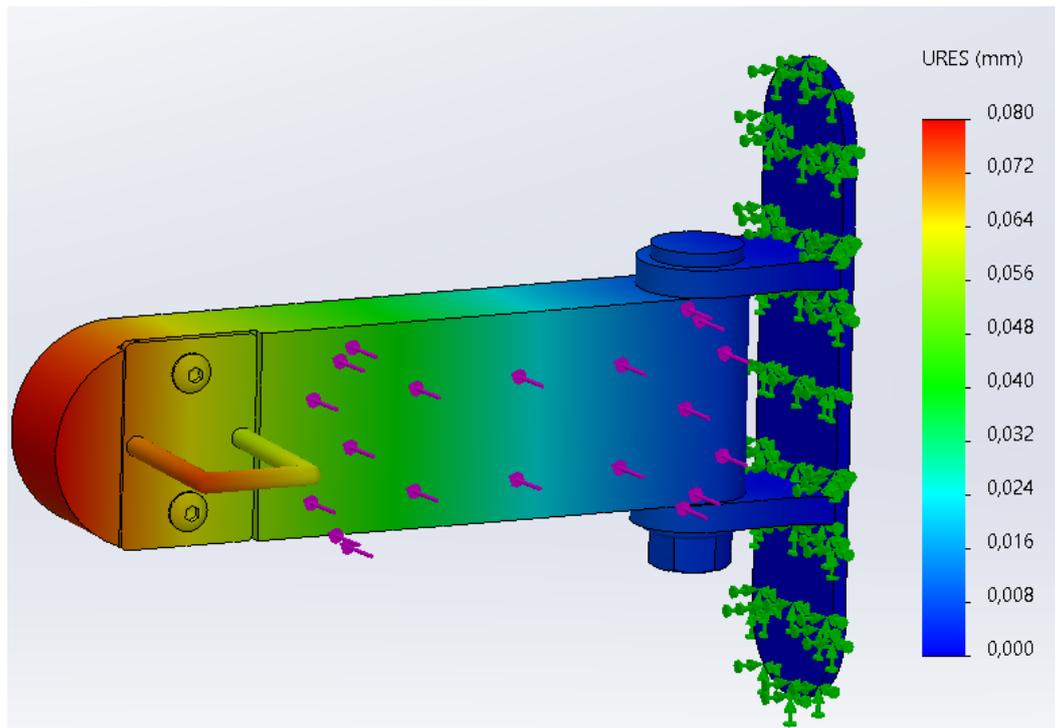


Figura 2. 49. Resultados de los desplazamientos (abierto).

El desplazamiento máximo se produce en el extremo de la palanca con un valor de 0,08 mm. Como las ecuaciones de la elástica dependen de la longitud y el momento flector, la zona donde ocurre la deflexión máxima es correcta porque es el punto más alejado del apoyo lo que significa que es el que tendrá mayor momento flector por lo que tendrá el mayor desplazamiento.

Estos valores obtenidos en la simulación son bastante pequeños por lo que los desplazamientos no serán perceptibles a primera vista.

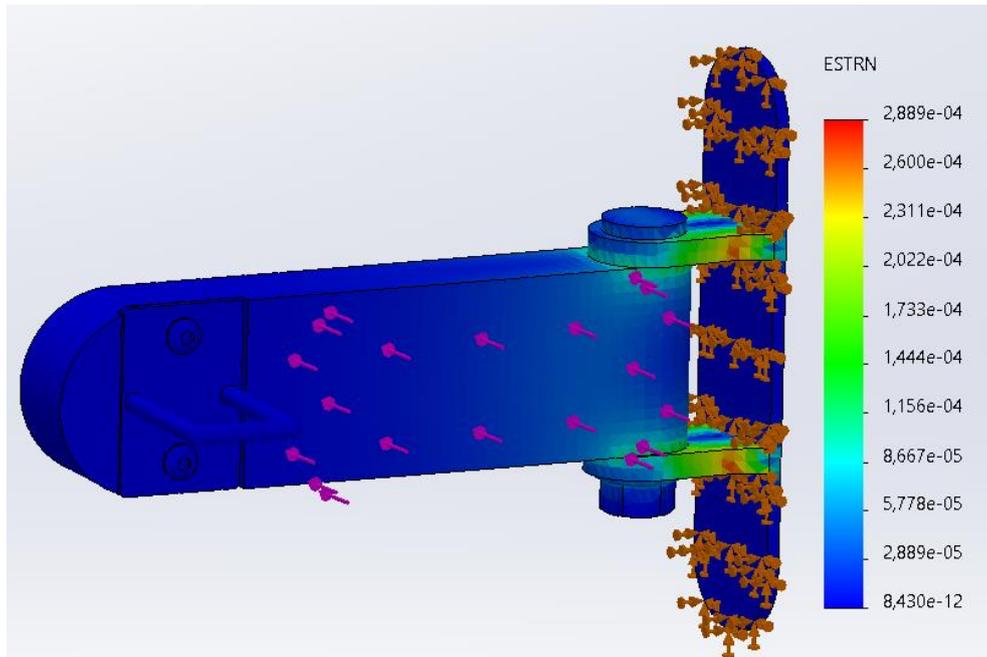


Figura 2. 50. Resultados deformaciones unitarias(abierto).

En la imagen de las deformaciones se aprecia que la escala muestra valores muy pequeños, acercándose al 0, por lo que la pieza no tendrá deformaciones.

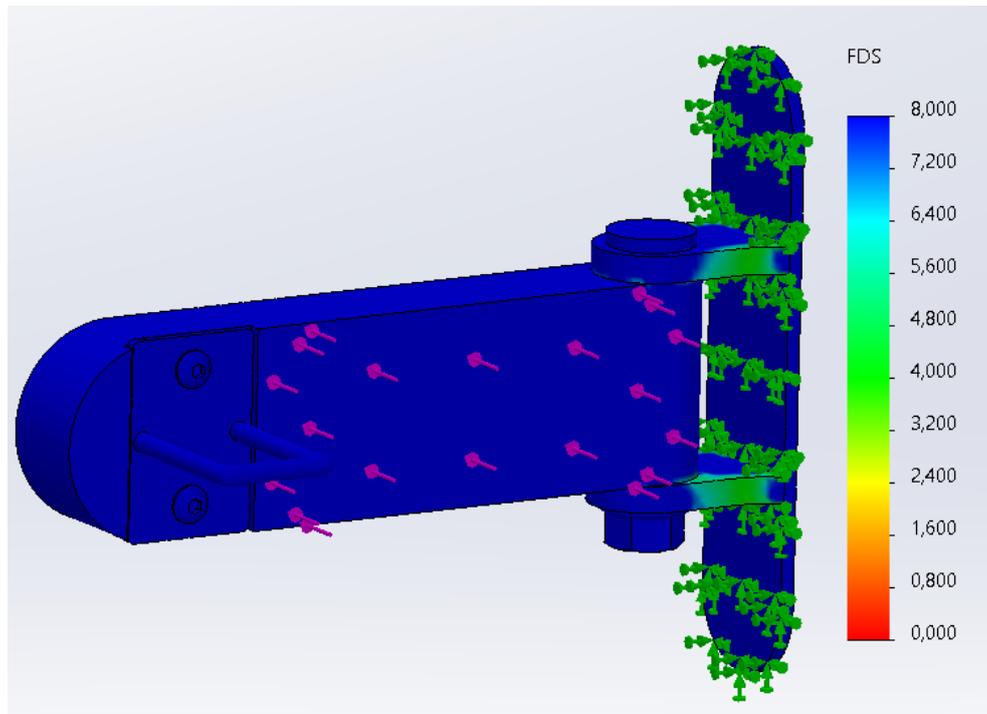


Figura 2. 51. Resultados factor de seguridad (abierto).

El programa nos da un factor de seguridad mínimo de 3,5 en las zonas de color verde, en las zonas azules sobrepasará el valor de 8, por lo que el conjunto cumple con el factor mínimo impuesto que es 3.

2.2.2.7 Rediseño cierre.

En las simulaciones anteriores se ha visto que la pieza cumple con todos los parámetros con cierto margen, esto es debido a que puede estar sobredimensionado. El sobredimensionamiento de piezas garantiza el cumplimiento de las restricciones y las cargas, pero se gasta más material, si con menos material se cumple la hipótesis se optimizará el precio de la pieza sin malgastar material de sobra.

Se rediseña la pieza de la palanca reduciendo el espesor de 15 mm a 10 mm y pasando el diámetro de los bulones de 10 mm a 6 mm. También se han extruido unos surcos para mejorar el agarre de los dedos.

Esto hará que los resultados de las simulaciones salgan más ajustados, pero se ahorra en material.

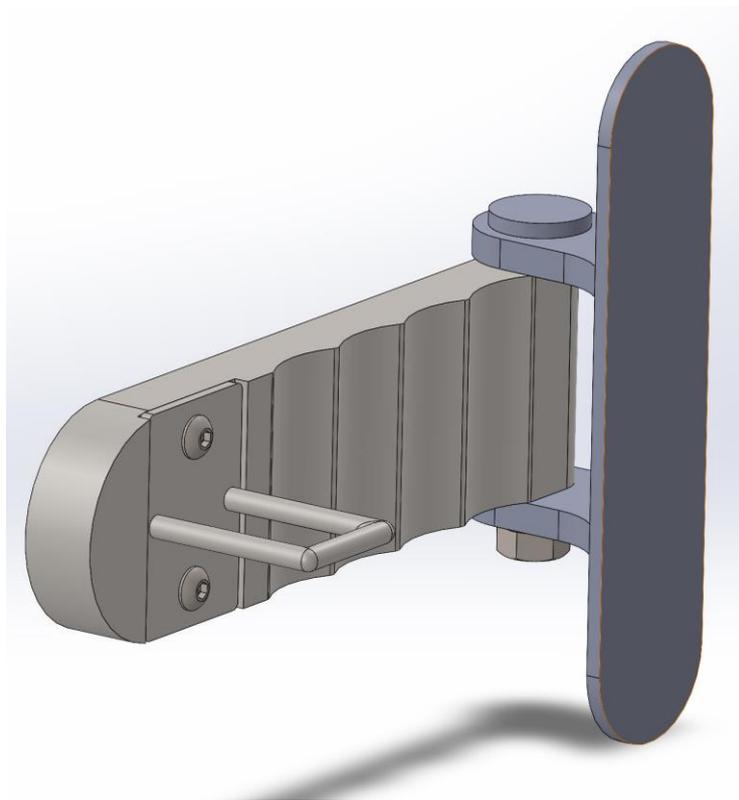


Figura 2. 52 Rediseño de la pieza.

Se introduce la misma carga que en las simulaciones anteriores y se estudia en las dos posiciones, cerrado y abierto.

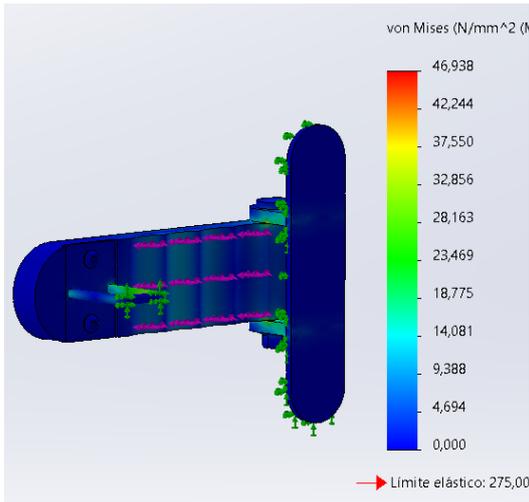


Figura 2. 53 Tensiones Von Mises rediseño cerrado.

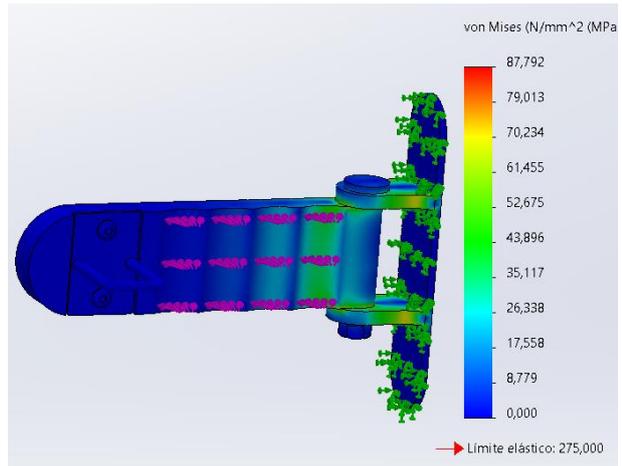


Figura 2. 54 Tensiones Von Mises rediseño abierto.

Las tensiones máximas en las dos posiciones no sobrepasan el límite elástico del material por lo que no presentarán problemas de deformación o rotura.

Siendo $\sigma_{m\acute{a}x} = 46,94 \text{ MPa}$ en la posición de cierre y $\sigma_{m\acute{a}x} = 87,79 \text{ MPa}$ en la posición abierta.

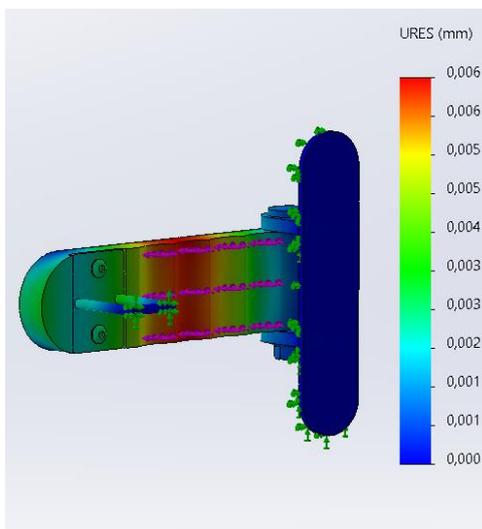


Figura 2. 55 Desplazamientos rediseño cerrado.

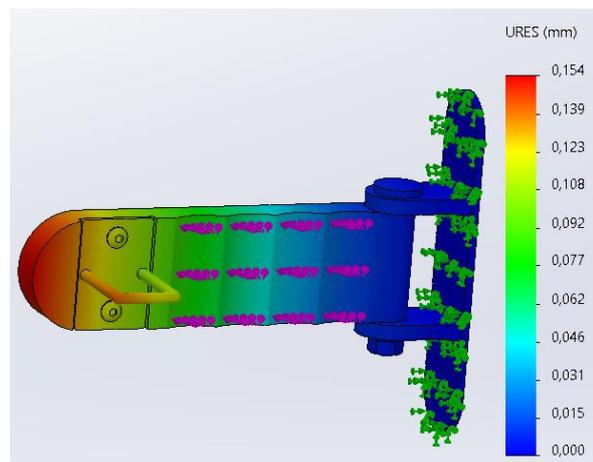


Figura 2. 56 Desplazamientos rediseño abierto.

Como se puede ver en las dos imágenes no se generan grandes desplazamientos siendo 0,154 mm el máximo desplazamiento en la posición de apertura.

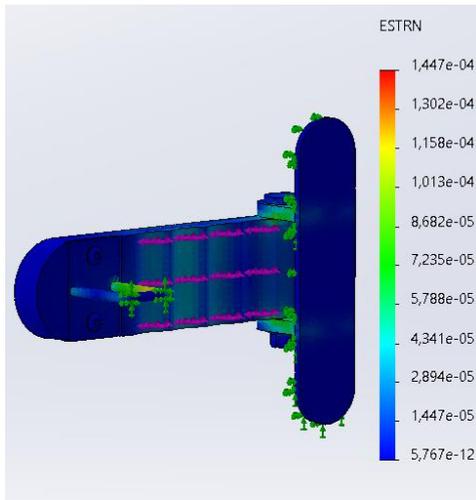


Figura 2.57 Deformaciones unitarias rediseño cerrado.

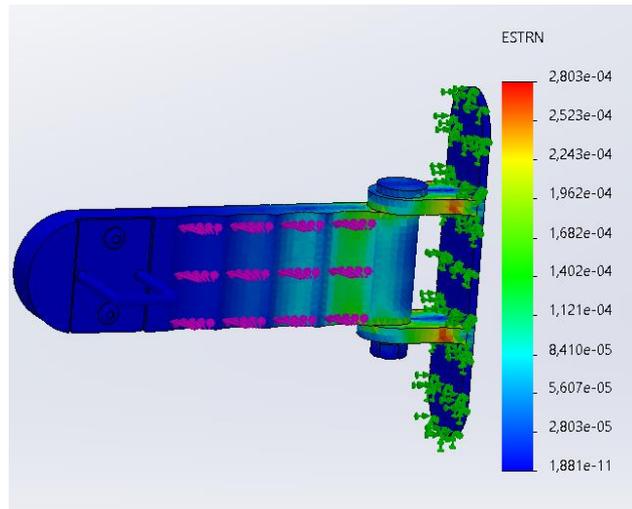


Figura 2.58 Deformaciones unitarias rediseño abierto.

La deformación del material en los dos casos tiene valores muy bajos, acercándose a 0, por lo que la pieza no sufrirá de deformaciones.

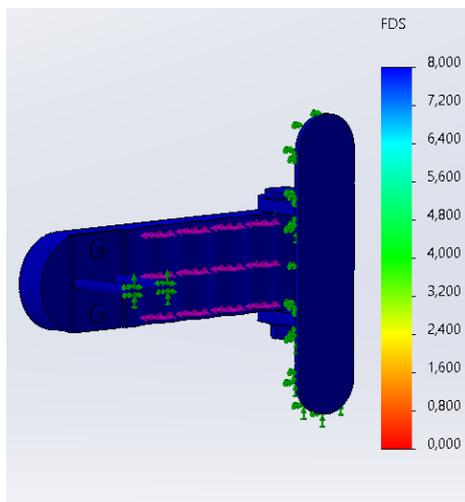


Figura 2.59 Factor de seguridad rediseño cerrado.

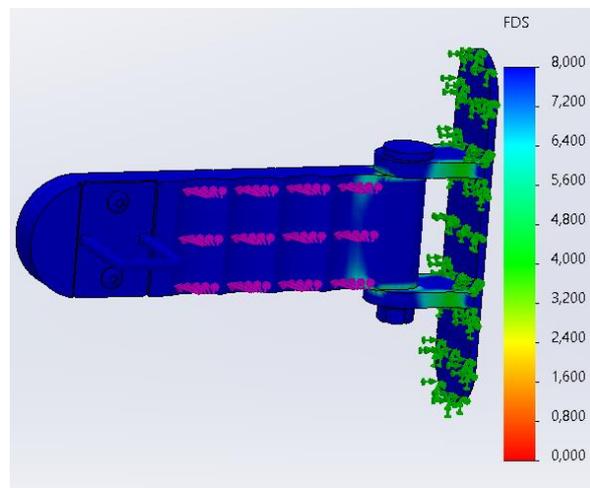


Figura 2.60 Factor de seguridad rediseño abierto.

El valor de seguridad mínima que se debe cumplir es de 3. Los resultados muestran un factor de seguridad mínimo de 5,9 cuando está en la posición de cierre y de 3,2 cuando se encuentra en posición abierta. En las dos situaciones se cumple con el mínimo requerido.

Tras el análisis de estos resultados se puede concluir que el rediseño de la pieza es más óptimo ya que cumple con todos los parámetros y se reduce el material innecesario.

2.2.3 Caso 3: Estructura diseño 2.

2.2.3.1 Selección del conjunto de piezas a estudiar.

En la propuesta 2 del diseño se estudiará el conjunto de piezas que conforman la estructura principal, definidas como:

- Chapa principal o central.
- Perfil circular.
- Pletina de anclaje al suelo.
- Chapas laterales.
- Chapa trasera.
- Chapas de protección "U".

En la siguiente imagen se muestra el ensamblaje de todas estas piezas.

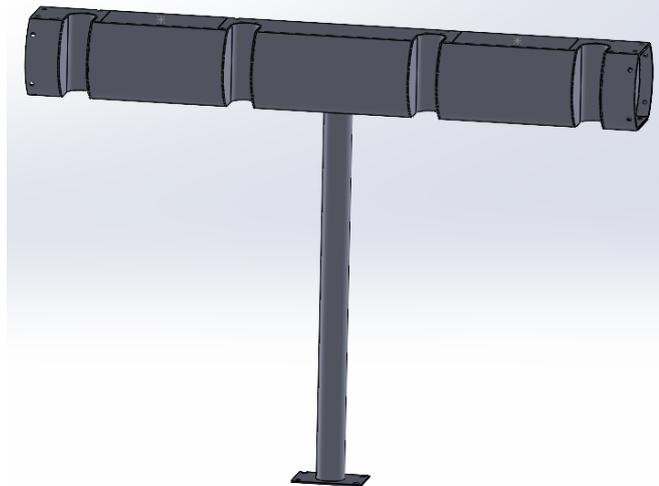


Figura 2. 61 Ensamblaje a estudiar.

2.2.3.2 Aplicación del material.

En este caso se aplicará el mismo material que en el caso anterior ya que al hacer el estudio este es el que mejor se adapta a las necesidades que se requieren, tanto por sus características mecánicas como su fácil procesado.

En el programa elegiremos el material acero S275JR dentro de la biblioteca de materiales que tiene preinstalada el Solidworks, ahí ya viene el material con todas sus características implementadas.

2.2.3.3 Selección y aplicación de las cargas.

En este caso se estudiará como responde el diseño planteado en la propuesta 2 a las cargas aplicadas. Al ser este más compacto que el estudiado en el caso 1, el número de cargas por peso de una persona se reduce a dos ya que no hay espacio suficiente para aplicar cuatro como en el anterior.

El ensamblaje es simétrico por lo que se sitúan las dos cargas una a cada lado a una distancia de 270 mm de los extremos. El valor de la carga en cada lado es 981N y se introduce en el programa aplicando las cargas en la sección plana de la chapa como se muestra en la **figura 2. 56** en color morado. Este diseño solo tiene un apoyo, siendo este el perfil circular por lo que, en la pletina de soporte se insertará una fijación rígida en la superficie de la cara inferior como se muestra en la **figura 2. 56** en color verde.

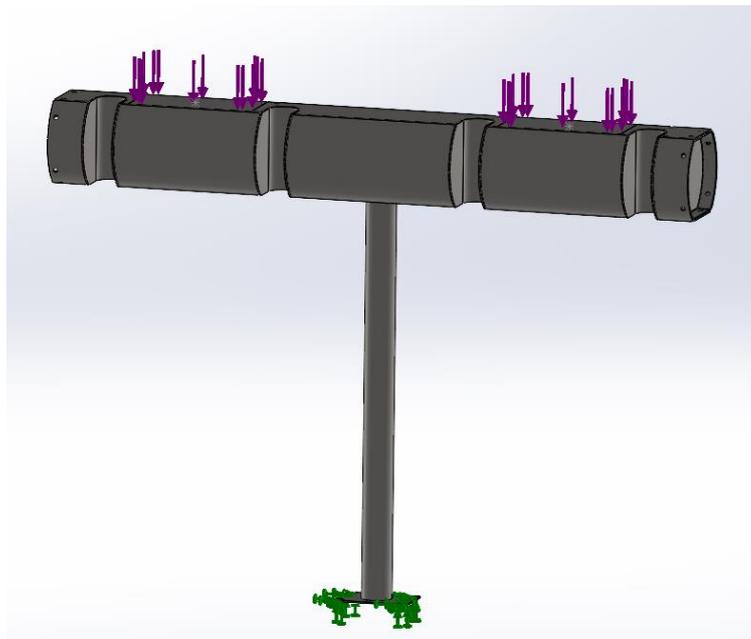


Figura 2. 62 Aplicación de cargas y sujeciones diseño 2.

2.2.3.4 Mallado.

Después de aplicar las cargas y las sujeciones se procede a crear el mallado de la pieza conjunto, este se crea lo más fino posible para que las secciones en las que divide el programa las piezas sea lo más preciso posible, a menor sección en el mallado, más polígonos crea el programa en los que realizará los cálculos por eso a mallas más finas más fiable es el resultado.

Se comprueba que el programa crea la malla sin ningún problema, eso quiere decir que las uniones de contorno de las piezas están bien definidas.

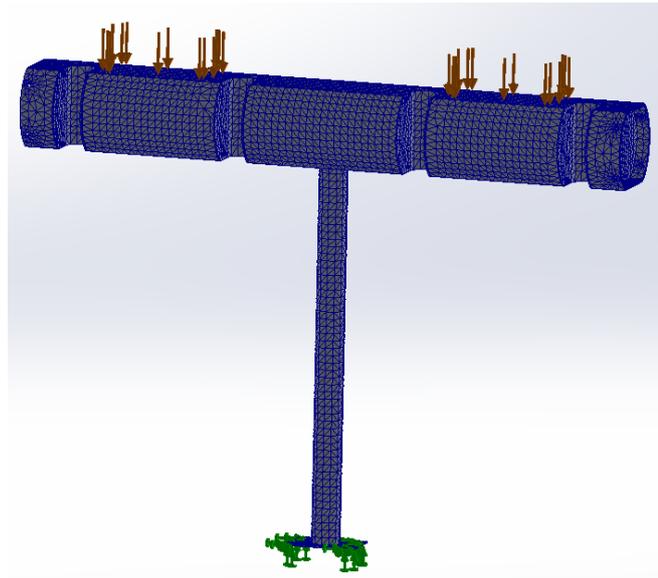


Figura 2. 63 Mallado estructura diseño 2.

2.2.3.5 Ejecución y análisis del estudio.

Tras definir todos los factores a estudiar y las situaciones de contorno, se procede a ejecutar la simulación.

El primer resultado que aporta el programa es el análisis de tensiones mediante el método de Von Mises. En este apartado se comprueba que en ningún lugar de las piezas se encuentre una tensión máxima más alta de la permisible por el material, en este caso la del acero seleccionado son 275 MPa.

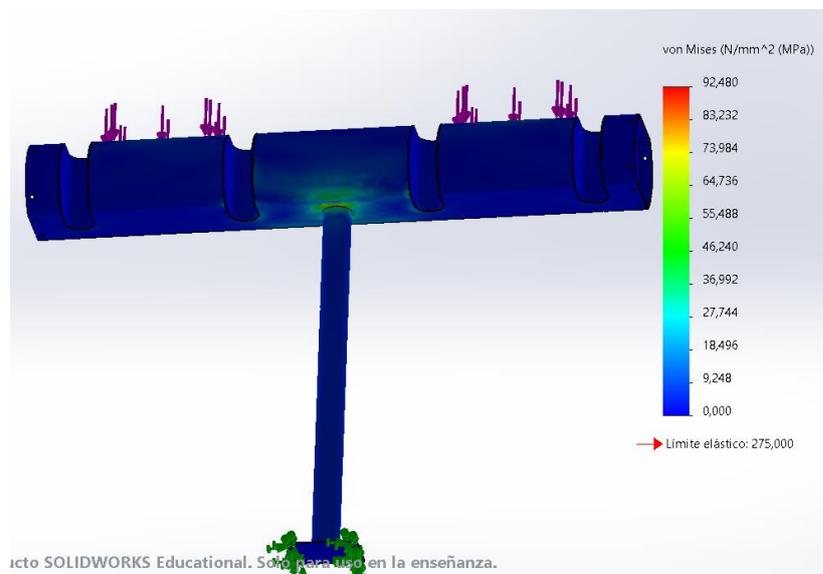


Figura 2. 64 Resultados tensión de Von Mises diseño 2.

La simulación da un valor máximo de tensión de 92,48 MPa, en el punto donde se sitúa el pilar circular, esto es debido a que al ser este el único apoyo, las cargas generan un momento flector máximo que se acumula en este punto. Pero no supera la tensión del límite elástico del material, entonces la estructura no debería sufrir daños de rotura o deformaciones.

En el segundo resultado se muestran los desplazamientos que sufrirá la pieza cuando se estén aplicando las cargas. Aquí se comprueba que ninguno de los elementos sufre desplazamientos muy grandes que puedan originar desajustes en las uniones de las piezas.

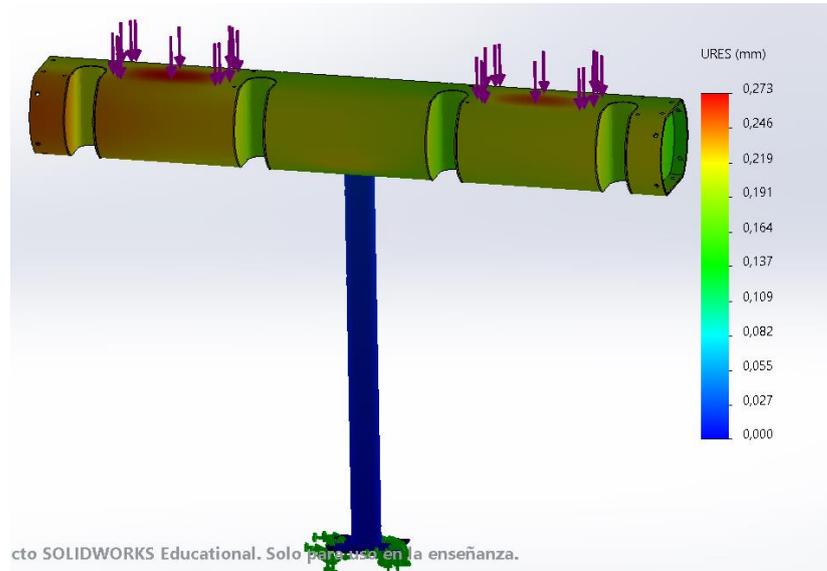


Figura 2. 65 Resultados desplazamientos diseño 2.

En los resultados obtenidos el mayor desplazamiento que sufre es de 0,273mm, este es un desplazamiento bastante bajo para la función a la cual va destinada esta estructura por lo que la estructura cumple esta condición.

El programa también nos muestra un resultado a deformaciones unitarias, estas deformaciones se representan con un mallado porque es la deformación que genera por unidad de longitud en la sección determinada.

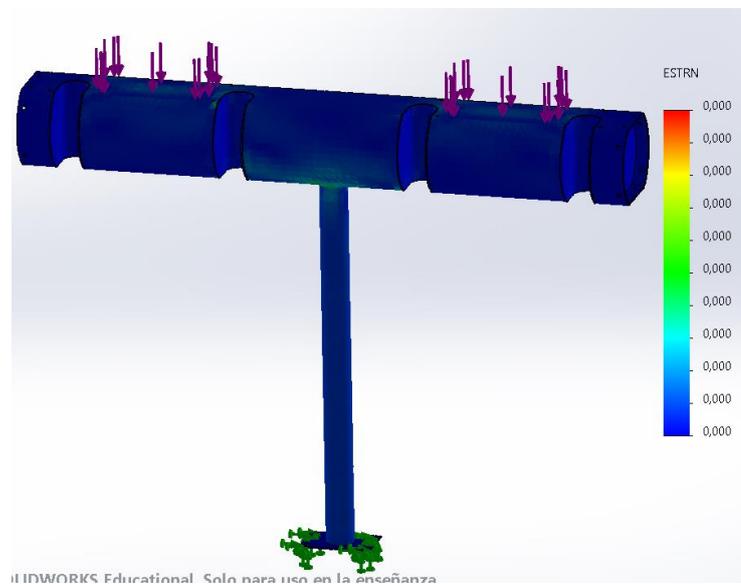


Figura 2. 66 Resultados deformaciones unitarias diseño 2.

En este caso el programa no muestra ningún valor de deformación porque saldrá un valor tan pequeño que se aproxima al 0. El conjunto no sufrirá de deformaciones elevadas en ninguna zona.

Por último, se comprueba el factor de seguridad. Se requiere un valor mínimo de 3 ya que es el valor normal que le aplica al diseño de estructuras o máquinas.

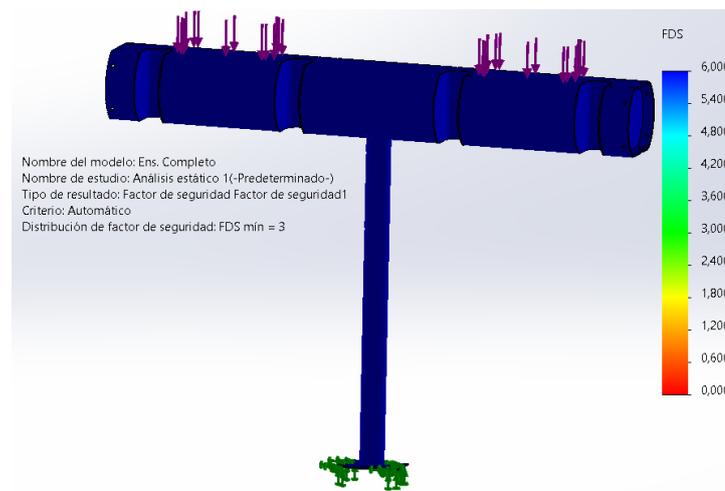


Figura 2. 67 Resultados factor de seguridad diseño 2.

La imagen nos muestra un valor mínimo de 3, localizado en la junta del perfil circular con la chapa, ya que como se ha comprobado antes este es el punto donde más tensión se acumula, pero cumple con el requisito del factor mínimo impuesto por lo que este diseño es admisible.

2.3 Procesos de fabricación.

2.3.1 Corte láser y plegado de chapa.

Para los componentes de espesores finos con huecos o pletinas de apoyo se fabrican mediante chapa metálica ya que es fácil de procesar y se ajusta al precio.

2.3.1.1 Corte láser.

El corte láser es una técnica que, mediante energía térmica, funde el metal para separarlo en piezas. Se utiliza tanto en materiales metálicos como no metálicos.

Se utiliza para hacer perforaciones, trepanar y cortar metales, no metales, materiales cerámicos y composites. Las ventajas de este proceso de fabricación son las siguientes:

- Tiene una alta precisión consiguiendo hacer cortes de diferentes geometrías con contornos complejos e irregulares.
- Se puede aplicar a multitud de materiales distintos.
- El corte láser no precisa de matrices de corte y se pueden ajustar siluetas.
- No necesita un procesamiento posterior por lo que supone velocidades de fabricación rápidas.
- Depende de la potencia del láser se pueden cortar diferentes espesores de chapa. [6]

2.3.1.2 Plegado de chapa.

El proceso de plegado es uno de los procesos de fabricación más comunes en la industria. Este proceso aparte de dar forma también mejora la rigidez de la pieza porque se aumenta el momento de inercia.

En el plegado de chapa hay que tener en cuenta el radio mínimo de plegado, este determina el radio mínimo al que el material puede ser doblado sin desarrollar grietas. Este depende del espesor y longitud de la chapa.

Tipos de plegado de chapa.

Plegado a fondo o en V.

Es el método más común utilizado. La chapa es presionada contra los lados de la matriz en V por el punzón, éste deforma la chapa en toda la sección transversal reduciendo así el retorno elástico.

Plegado al aire.

La chapa es presionada por el punzón, pero no toca la parte inferior de la matriz. Mediante este método se consiguen plegar gran variedad de materiales y espesores en diferentes ángulos, utilizando solo una combinación de herramientas. No requiere grandes cambios de herramientas por lo que, es un método muy flexible que requiere menos fuerza en el plegado, pero no tiene tanta precisión como otros procesos.

Estampado.

Este tipo de plegado tiene una gran precisión y puede trabajar a velocidades más rápidas que una plegadora CNC, pero los costes de la matricería son mucho más elevados.[6]

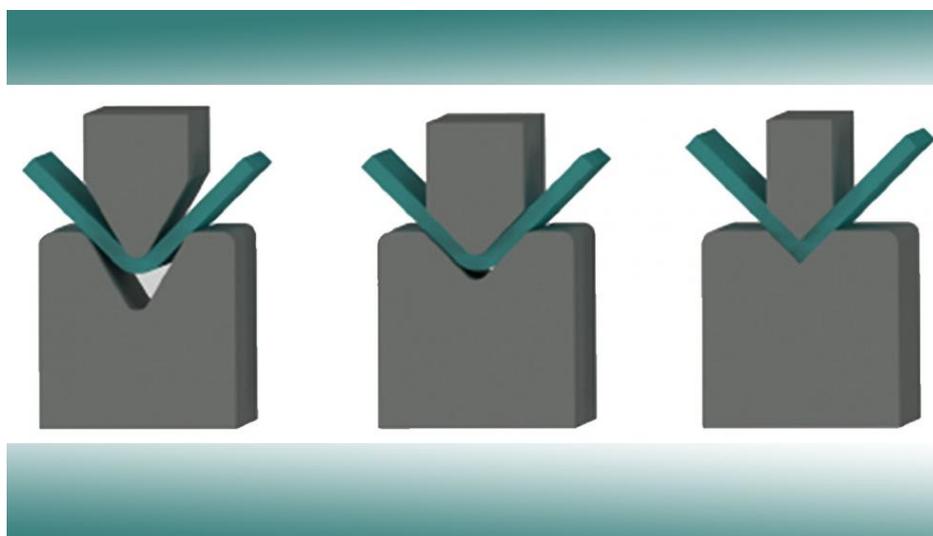


Figura 3.1 Tipos de plegado (Fuente: www.interempresas.net)

2.3.2 Mecanizado por torno y fresadora.

El fresado es un proceso de fabricación sustractiva, lo que significa que de un bloque de material la herramienta va retirando material hasta conseguir la geometría deseada.

El procedimiento consiste en cortar el material con una herramienta rotativa de uno o múltiples dientes o cuchillas desplazando la herramienta o la pieza a fabricar a lo largo de los ejes X, Y, Z. El fresado tiene una alta versatilidad de maquinado gracias a que puede una gran variedad de configuraciones.

Existen diferentes tipos de fresado, entre los más comunes se encuentran los siguientes:

- Fresado plano
- Fresado de hombro o acabado.
- Fresado de contorno.
- Fresado de ranura
- Fresado de rosca.

Para la realización de este proceso se tienen en cuenta los siguientes parámetros: La velocidad de corte, la profundidad de corte de la viruta y la velocidad de avance. [7]



Figura 3. 2 Corte de una fresadora. (Fuente: www.casmansuministros.com)

El torno es una máquina con una herramienta que realiza el conformado rápido de piezas de revolución de diferentes materiales.

También puede ser empleado para pulir piezas. Normalmente el torno suele trabajar con piezas de revolución aunque, se puede utilizar para hacer ranuras, corta o lijar y pulir piezas.

El movimiento principal de este sistema es el de rotación haciendo que la pieza gire a altas revoluciones mientras que la herramienta está en la dirección perpendicular a la pieza a tornearse.

En el torno hay que tener en cuenta 3 movimientos:

- Movimiento de rotación
- Movimiento de avance.
- Movimiento de penetración.

Con el torno se pueden realizar diferentes operaciones que darán lugar a diferentes geometrías de las piezas.[7]

OPERACIONES DEL TORNO

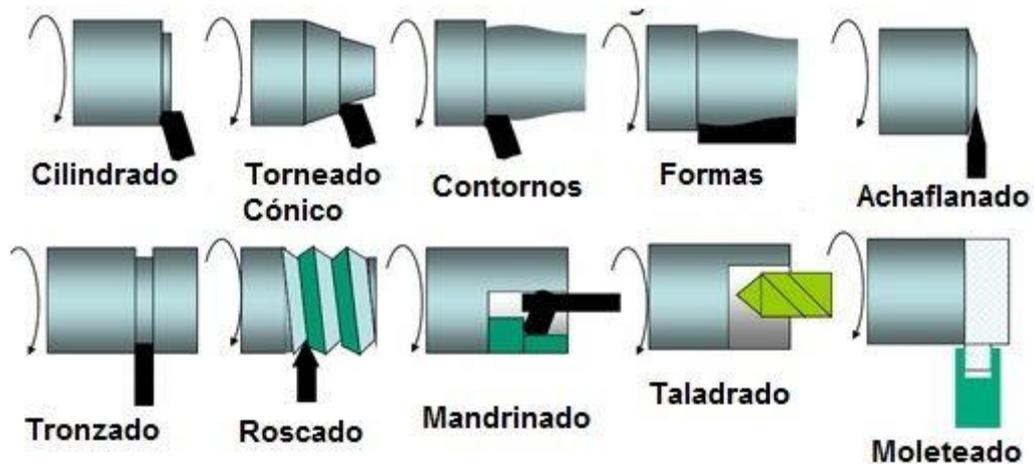


Figura 3. 3 Operaciones con el torno.(fuente: www.areatecnologia.com)

2.3.3 Soldadura.

Para unir las diferentes piezas de metal que conforman el conjunto de la estación de parking se utiliza la soldadura. Hay diferentes tipos de soldadura, pero los dos más comunes son:

2.3.3.1 Soldadura por arco de gas metálico (GMAW/MIG).

En este tipo de soldadura la zona a soldar se protege con una atmósfera inerte de argón, helio, dióxido de carbono u otras mezclas de gases. Para producir el arco se utiliza un electrodo consumible que se alimenta de forma automática a través de una boquilla en el arco mediante un motor de alimentación. En el electrodo hay antioxidantes para impedir la oxidación en la zona de soldadura.

Este proceso genera temperaturas bajas, por lo que se utiliza para soldar placas y secciones delgadas de menos de 6mm de espesor. Se pueden soldar metales ferrosos y no ferrosos, es el más común utilizado en la industria de la fabricación de metales, es la más sencilla de aprender, rápida, económica y mucho más productiva que la soldadura por arco de electrodo revestido (SMAW). Este proceso se puede automatizar fácilmente y así llevarlo a sistemas robotizados.[7]

2.3.3.2 Soldadura por arco de gas tungsteno (GTAW/TIG).

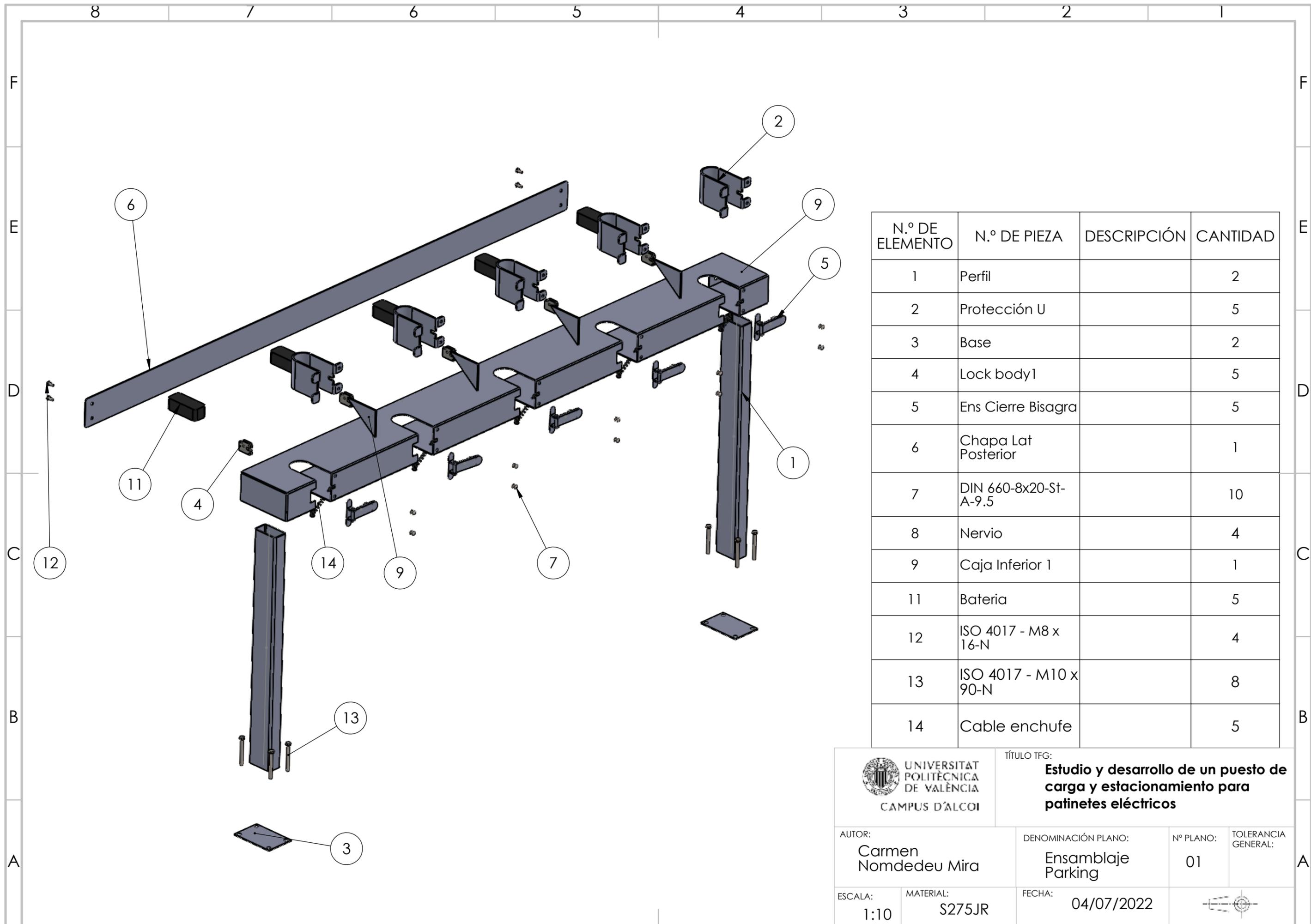
Se utiliza un electrodo permanente de tungsteno, al no consumirse este electrodo el material de aporte se suministra por un alambre de hilo externo de forma manual o mecánica. El gas protector alrededor del electrodo suele ser argón, helio o una mezcla de ambos.

En este proceso se obtienen unos cordones de soldadura de mayor calidad, más resistentes a la corrosión y más dúctiles. Se utiliza en un amplio rango de aplicaciones y metales, es el más apropiado para aluminio, magnesio, titanio y los metales refractarios. El proceso es más costoso debido al gas inerte empleado que es más caro, pero crea unas soldaduras de alta calidad y buen acabado superficial.

Se utilizará la soldadura de gas metálico ya que es la más común, más fácil de utilizar y las soldaduras a crear no necesitan de gran precisión.[7]

III. Planos

3.1 Planos de montaje despiece.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Perfil		2
2	Protección U		5
3	Base		2
4	Lock body1		5
5	Ens Cierre Bisagra		5
6	Chapa Lat Posterior		1
7	DIN 660-8x20-St-A-9.5		10
8	Nervio		4
9	Caja Inferior 1		1
11	Bateria		5
12	ISO 4017 - M8 x 16-N		4
13	ISO 4017 - M10 x 90-N		8
14	Cable enchufe		5



TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

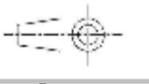
DENOMINACIÓN PLANO:
Ensamblaje Parking

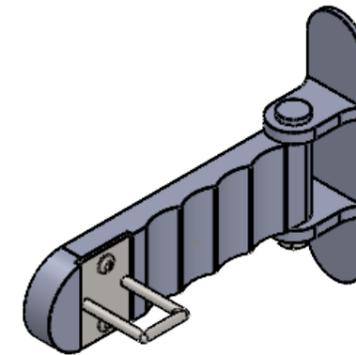
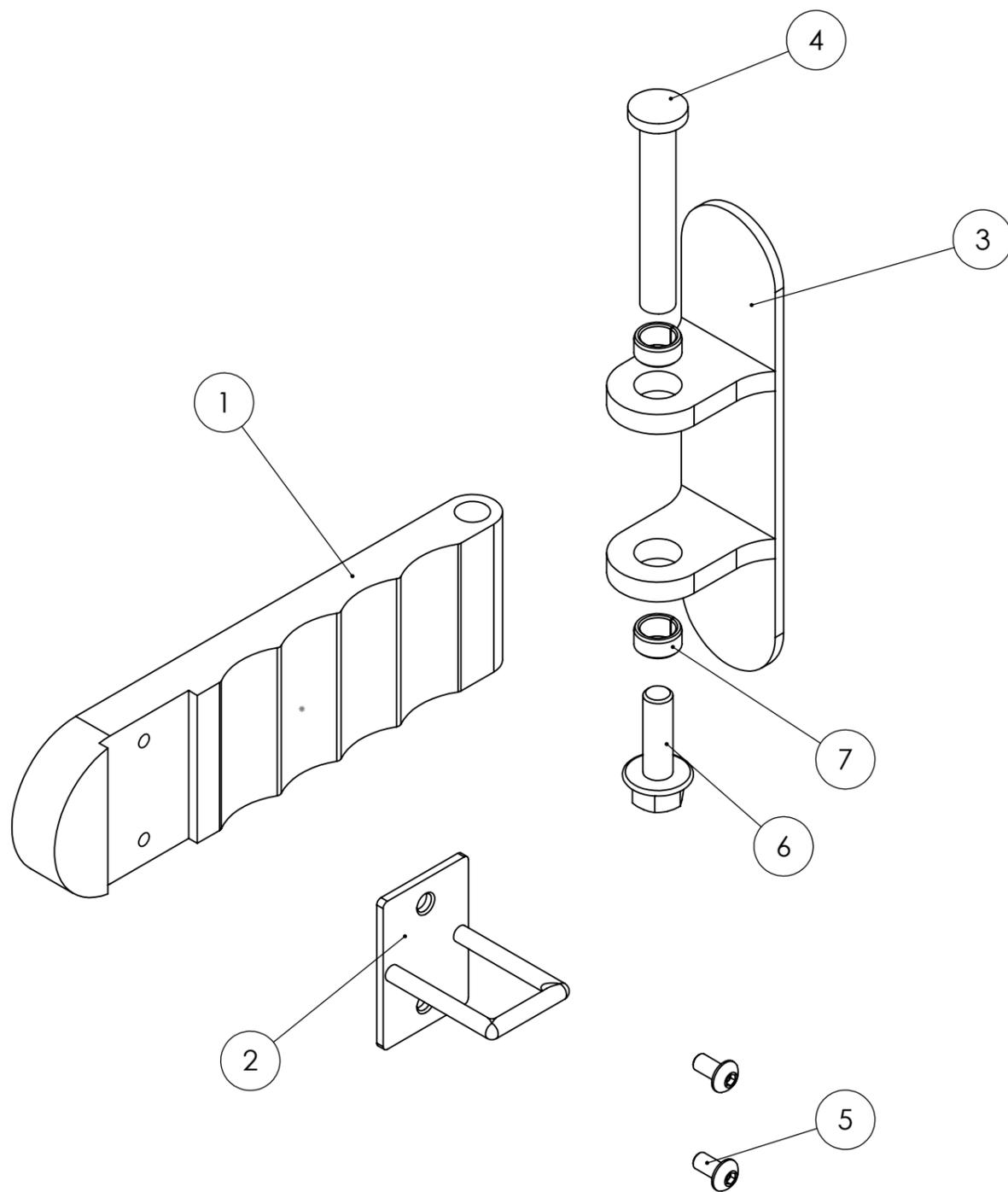
Nº PLANO:
01
 TOLERANCIA GENERAL:

ESCALA:
1:10

MATERIAL:
S275JR

FECHA:
04/07/2022





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	04	Palanca cierre	1
2	Anilla cierre		1
3	05	Soporte bulón	1
4	06	Bulón	1
5	ISO 7380 - M3 x 6 - 6N		2
6	DIN 6921 - M5 x 16 x 16-N		1
7	egb0604-e40-b	Casquillo de fricción	2



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO TFG:

Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:

Carmen
Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:

Montaje Cierre

Nº PLANO:

02

TOLERANCIA GENERAL:

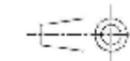
ESCALA:
1:1

MATERIAL:

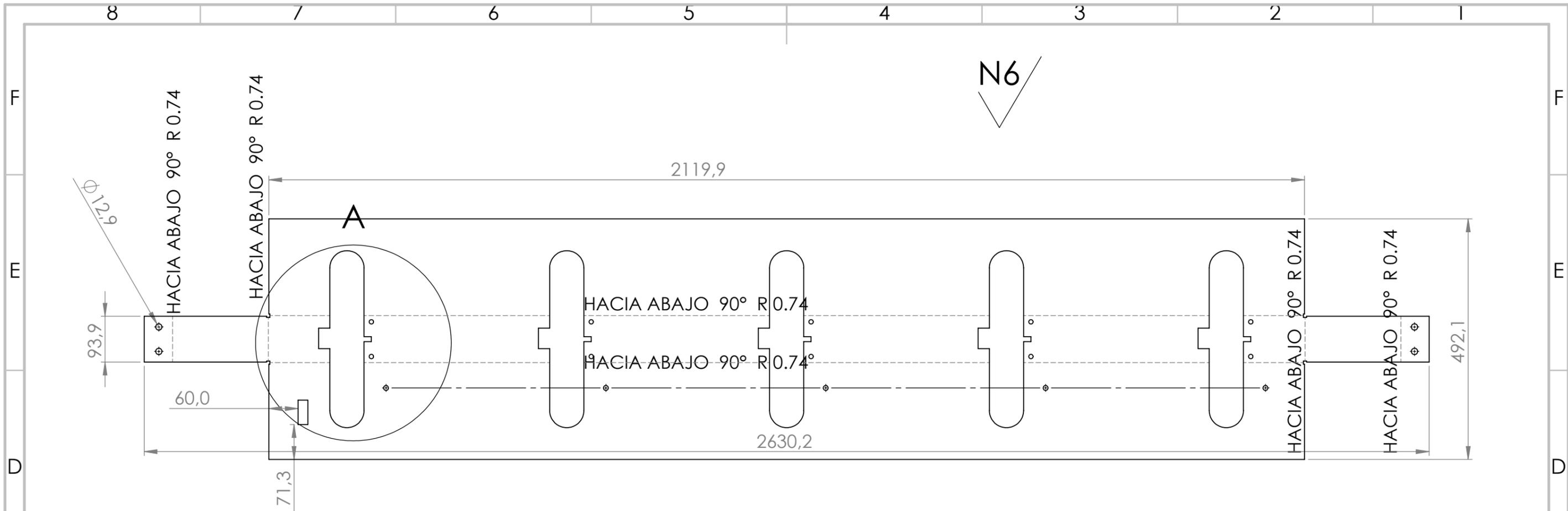
S275JR

FECHA:

04/07/2022



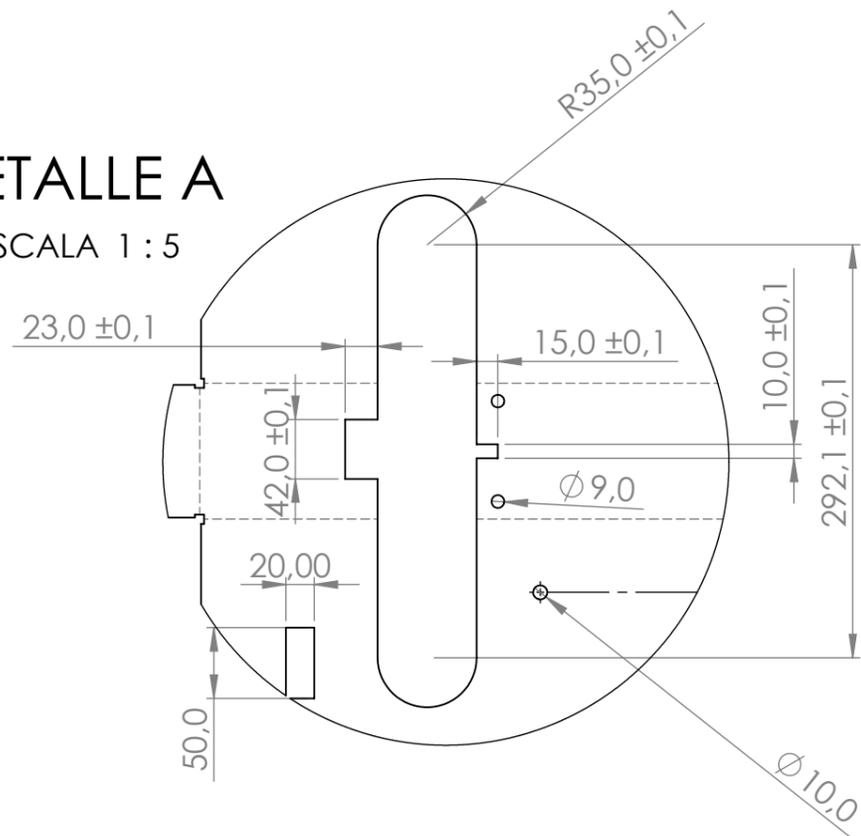
3.2 Planos de fabricación.



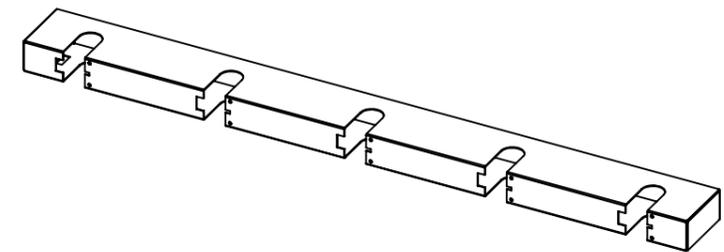
Espesor = 3mm

DETALLE A

ESCALA 1 : 5



Resultado plegado



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO TFG:

**Estudio y desarrollo de un puesto de
carga y estacionamiento para
patinetes eléctricos**

AUTOR:

Carmen
Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:

Chapa Cuerpo

Nº PLANO:

03

TOLERANCIA
GENERAL:

±0.2

ESCALA:

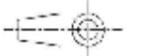
1:8

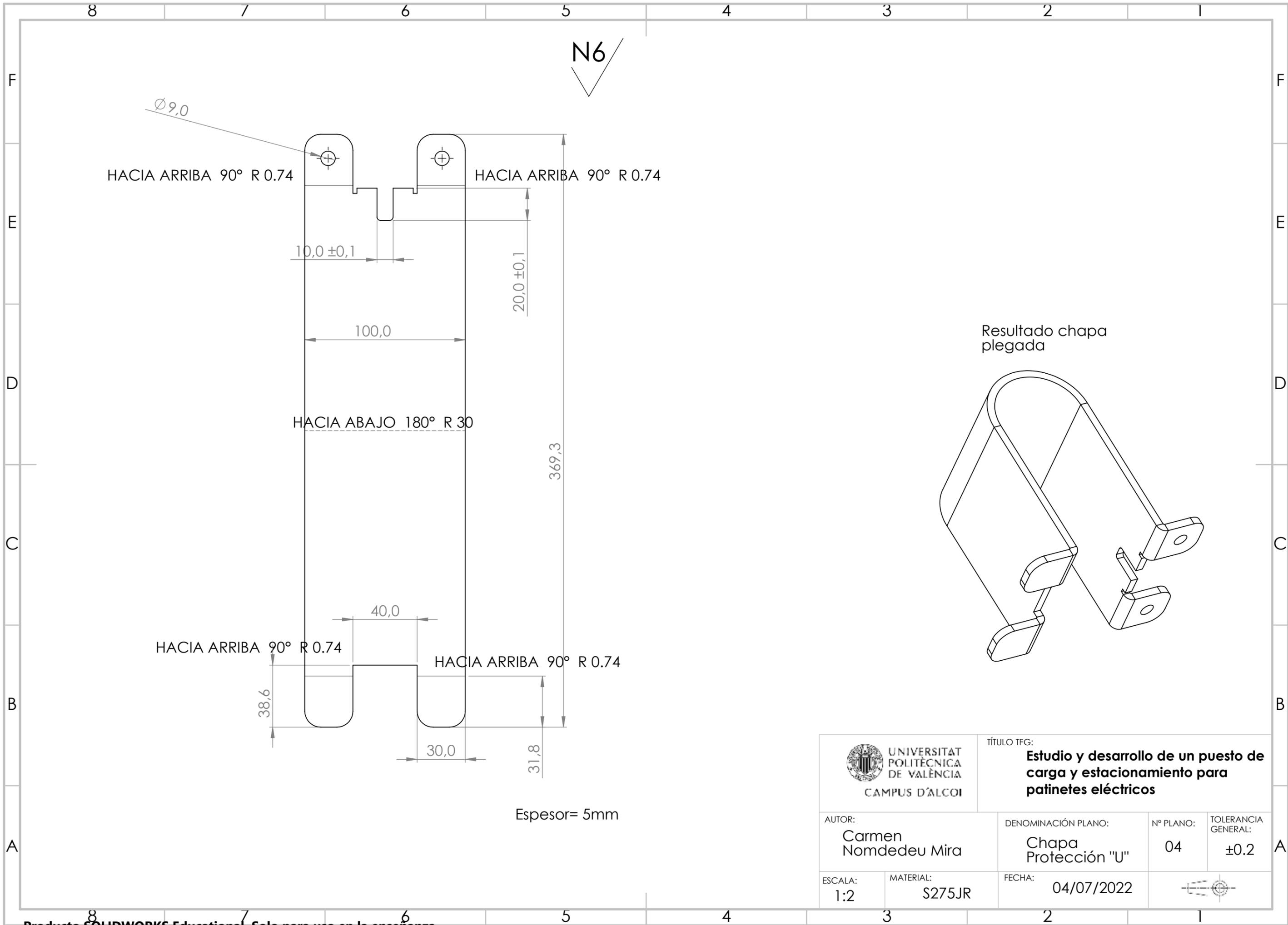
MATERIAL:

S275JR

FECHA:

04/07/2022



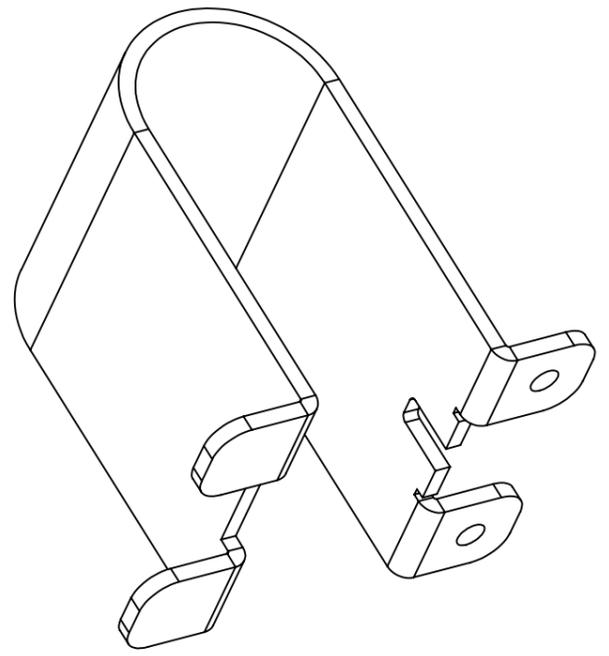


N6

$\phi 9,0$
 HACIA ARRIBA 90° R 0.74
 HACIA ARRIBA 90° R 0.74
 10,0 ±0,1
 20,0 ±0,1
 100,0
 HACIA ABAJO 180° R 30
 369,3
 40,0
 HACIA ARRIBA 90° R 0.74
 HACIA ARRIBA 90° R 0.74
 38,6
 30,0
 31,8

Espesor= 5mm

Resultado chapa plegada



TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:
Chapa Protección "U"

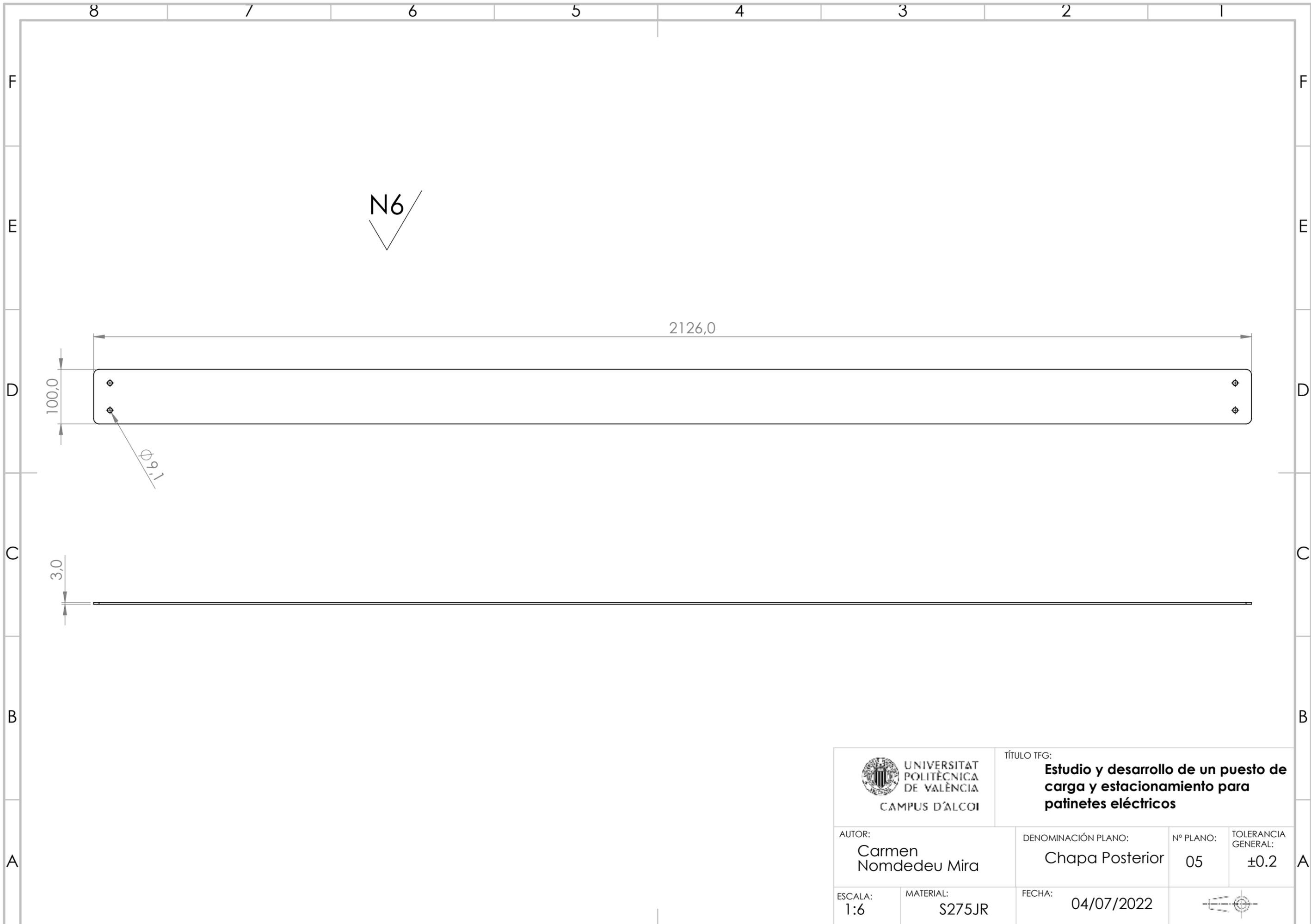
Nº PLANO:
04
 TOLERANCIA GENERAL:
±0.2

ESCALA:
1:2

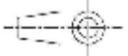
MATERIAL:
S275JR

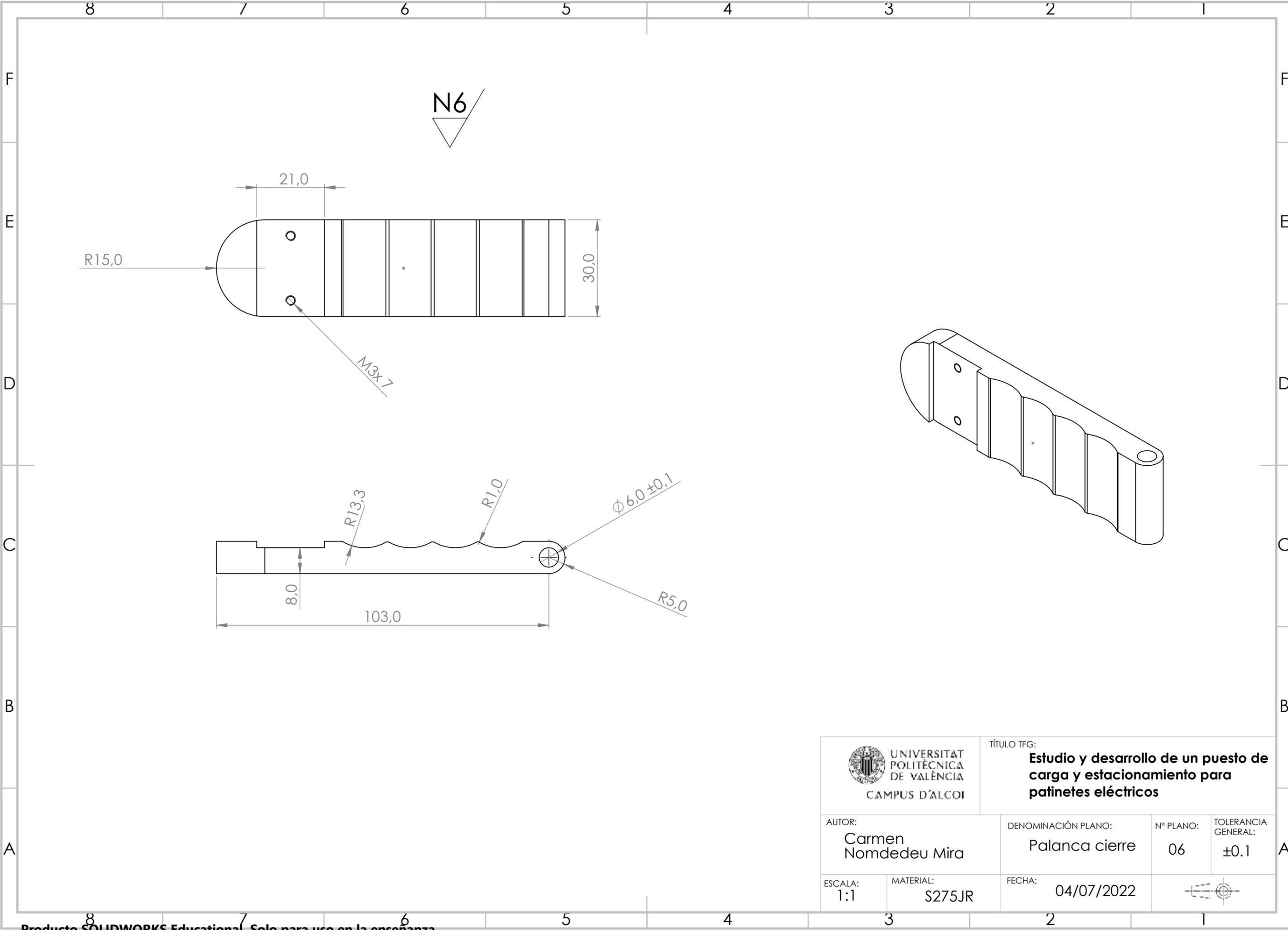
FECHA:
04/07/2022





TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR: Carmen Nomdedeu Mira		DENOMINACIÓN PLANO: Chapa Posterior	Nº PLANO: 05	TOLERANCIA GENERAL: ±0.2
ESCALA: 1:6	MATERIAL: S275JR	FECHA: 04/07/2022		



TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:
Palanca cierre

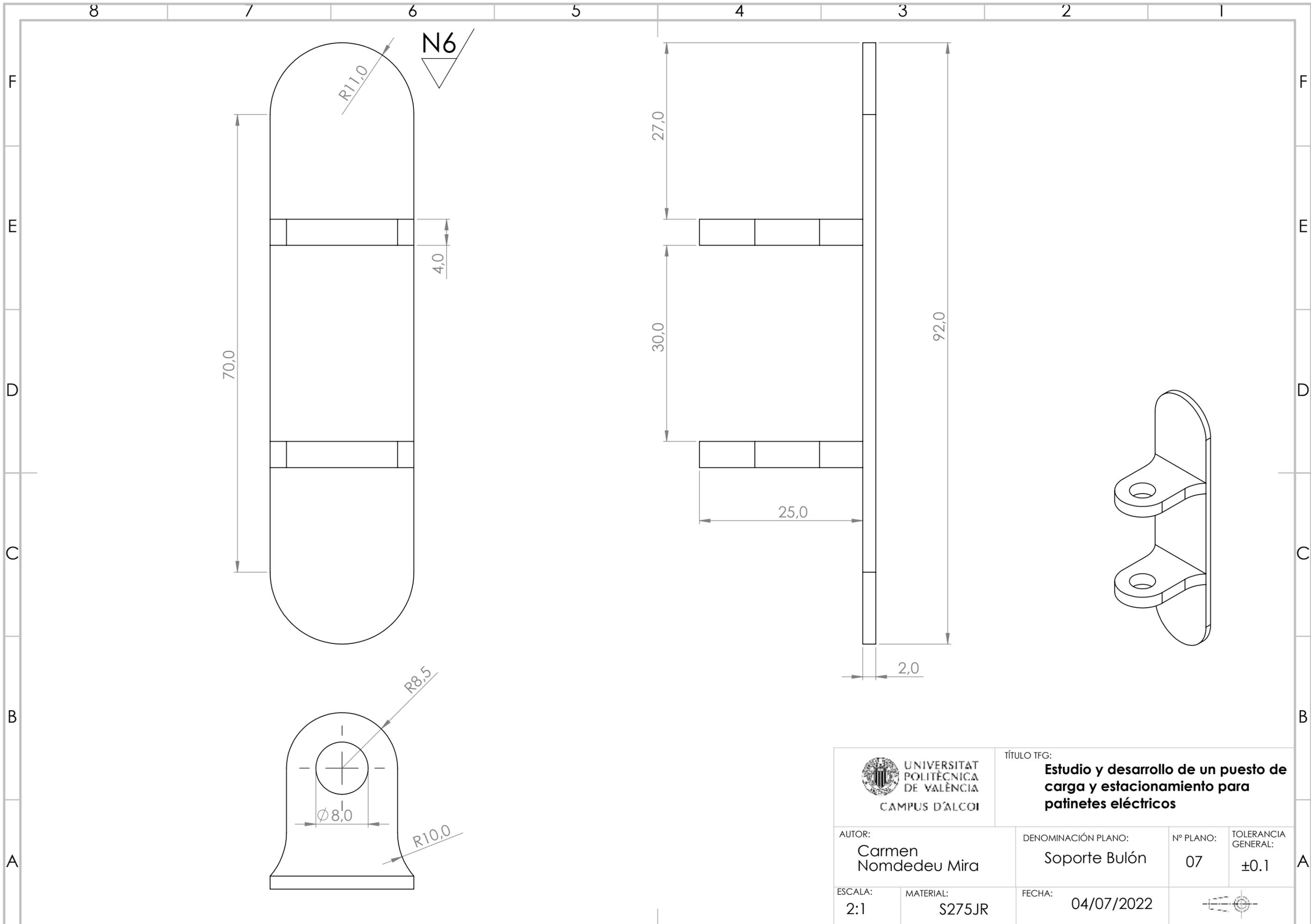
Nº PLANO:
06
 TOLERANCIA GENERAL:
±0.1

ESCALA:
1:1

MATERIAL:
S275JR

FECHA:
04/07/2022





TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

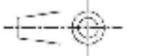
DENOMINACIÓN PLANO:
Soporte Bulón

Nº PLANO:
07
 TOLERANCIA GENERAL:
±0.1

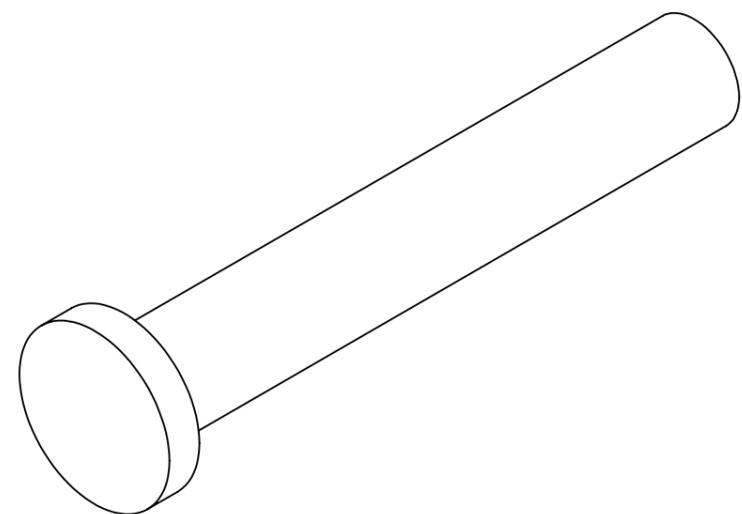
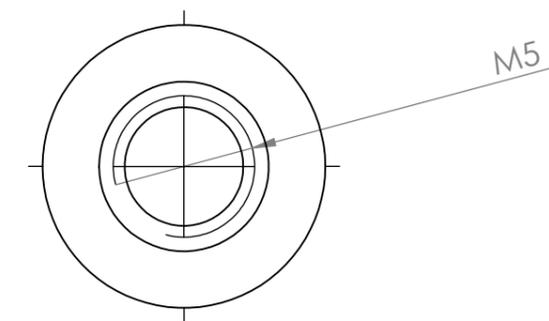
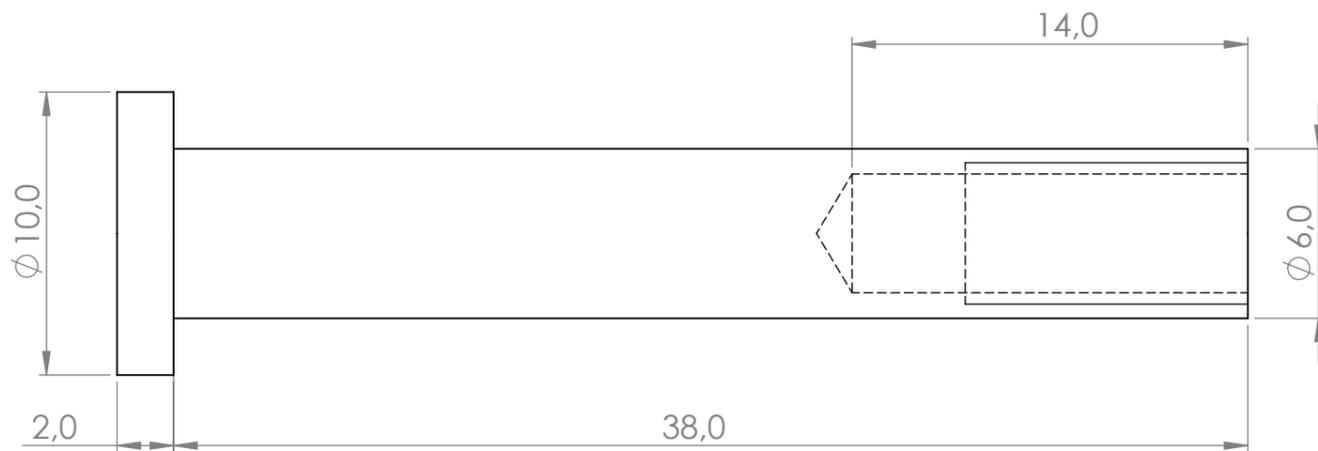
ESCALA:
2:1

MATERIAL:
S275JR

FECHA:
04/07/2022



N6



TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:
Chapa Cuerpo

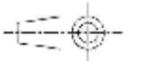
Nº PLANO:
08

TOLERANCIA GENERAL:
 $\pm 0,1$

ESCALA:
4:1

MATERIAL:
S275JR

FECHA:
04/07/2022

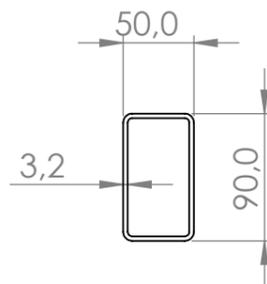


N7

Cortar por la longitud determinada



Sección de elemento normalizada



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

TÍTULO TFG:

Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:

Carmen
Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:

Perfil Estructural
90x50x3,2

Nº PLANO:

09

TOLERANCIA GENERAL:

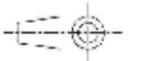
ESCALA:

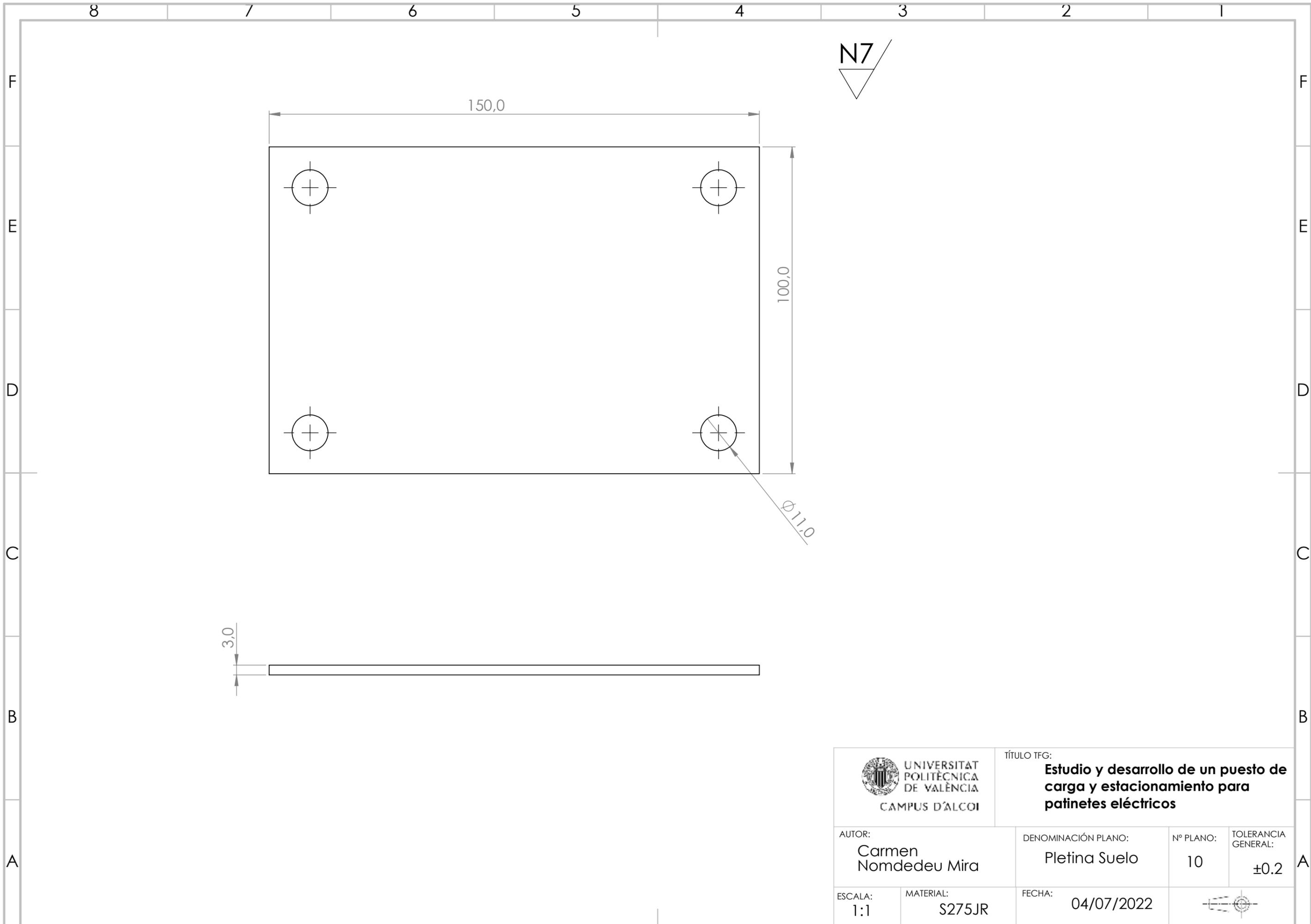
MATERIAL:

S275JR

FECHA:

04/07/2022





TÍTULO TFG:
Estudio y desarrollo de un puesto de carga y estacionamiento para patinetes eléctricos

AUTOR:
Carmen Nomdedeu Mira

DENOMINACIÓN PLANO:
Pletina Suelo

Nº PLANO:
10
 TOLERANCIA GENERAL:
±0.2

ESCALA:
1:1

MATERIAL:
S275JR

FECHA:
04/07/2022



IV. Pliego de condiciones

4.1 Pliego de condiciones para la instalación eléctrica.

4.1.1 Condiciones de los materiales.

4.1.1.1 Conductores eléctricos.

Los conductores utilizados serán de cobre de 450/750 V de tensión nominal con las siguientes características:

- Conductor: de cobre.
- Propiedades de reacción al fuego: Cca - s1b, d1, a1.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: poliolefinas (Z1).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: empotrado bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 211002 y UNE 50575.

Los cables serán no propagadores de incendios y con emisiones y opacidad reducida.

4.1.1.2 Conductores de protección.

La sección mínima de los conductores de protección será la que indica la siguiente tabla.

Sección de los conductores de fase de la instalación	Sección mínima de los conductores de protección
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Figura 4. 1 Sección mínima conductores de protección.

Los conductores de protección están constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares.

Cumplirán con la normativa UNE 211002, UNE-EM 500 85-1 y UNE-EN 50086-1 que son los clasificados como “no propagadores de llama”.

4.1.1.3 Identificación de los conductores.

Los colores que se emplearán para la identificación de los cables serán:

- Negro, gris o marrón para el conductor activo
- Azul para el neutro.
- Verde y amarillo para la toma a tierra.

4.1.1.4 Tubos de protección.

Los tubos de protección estarán recubiertos de PVC y serán flexibles para poder doblarlos o rígidos y curvados en caliente.

Podrán ser metálicos, no metálicos o compuestos por materiales metálicos y no metálicos.

Seguirán las siguientes normas:

- UNE-EN 61386-1: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61386-21: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-24: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.
- UNE-EN 60423: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios."

4.1.1.5 Cajas de empalme y derivación.

IV. Pliego de condiciones

Las conexiones en los conductores se harán en cajas de material plástico resistente a la propagación del fuego o en cajas metálicas aisladas y con protección contra la oxidación.

Las dimensiones de las cajas deberán permitir el alojamiento con holgura de todos los conductores que contenga. Su profundidad será como mínimo el diámetro del tubo mayor más la mitad de éste, con un mínimo de 40 mm, el lado de la caja será de al menos 80 mm.

No se permitirá la unión de conductores por retorcimiento o arrollamiento entre sí, deberá realizarse mediante bornes de conexión.

Los conductos se fijarán a todas las cajas mediante contratueras y casquillos.

Se anclarán utilizando pernos de fiador en ladrillos huecos, pernos de expansión para hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal.

4.1.1.6 Aparatos de mando y maniobra.

Los interruptores y los conmutadores cerrarán o abrirán el circuito cortando así la corriente máxima. Tendrán marcada su intensidad y las tensiones nominales, se habrán probado con una tensión entre 500- 1000 voltios.

Las tomas de corriente utilizarán material aislante con la intensidad y la tensión nominal marcadas, y dispondrán de toma a tierra. Éstas irán instaladas en el interior de la caja de forma que solo quede expuesto al exterior el mando totalmente aislado.

4.1.1.7 Cuadros eléctricos.

Los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán sin ningún defecto. Serán diseñados cumpliendo los requisitos del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Cada circuito estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. Esta protección se hará por circuito o grupos de circuitos según ITC-BT-24.

4.1.2 Normas de ejecución de las instalaciones.

Las instalaciones cumplirán con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones complementarias.

Para los tubos, el diámetro exterior mínimo, según el número y la sección de conductores a conducir, se obtendrá en la ITC-BT-21.

Las canalizaciones serán verticales, horizontales o paralelas a las aristas de las paredes.

Los tubos se unirán mediante sus accesorios.

Las curvas de los tubos han de ser continuas y no generarán reducciones en la sección. Los radios mínimos de curvatura vienen especificados en la norma UNE-EN-61386-22.

Los registros podrán servir como cajas de empalme o derivación.

Los tubos metálicos que puedan ser accesibles deben colocarse a tierra. En tubos metálicos flexibles la distancia de la puesta a tierra no debe exceder los 10 metros.

No podrán utilizarse tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

4.1.3 Pruebas reglamentarias.

La empresa suministradora de la energía realizará la verificación de la instalación a su red comprobando el aislamiento a tierra y entre los conductores. También se verificará las posibles corrientes de fuga.

Los valores no serán inferiores a 250.000 Ohmios en la resistencia de aislamiento según la ITC-BT-17.

Las corrientes de fuga no deben ser superiores a la sensibilidad de los diferenciales instalados.

Si los valores no cumplen con los requisitos mínimos detallados, la empresa suministradora no podrá conectar a la red la instalación eléctrica.

4.1.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Deberán revisar anualmente las instalaciones que estén en locales de pública concurrencia, que presenten riesgo de incendio o explosión y las de locales de características especiales, por instaladores autorizados.

Se efectuará un boletín de reconocimiento señalando la verificación de la instalación o, cuando no cumplan las garantías de seguridad, las modificaciones que se debieran hacer.

4.1.5 Certificados y documentación.

Para la autorización de la instalación y puesta en marcha se presentará el certificado de instalación eléctrica de baja tensión y el certificado que se requiera por parte del Servio Territorial de Industria.

V. Presupuesto

5.1 Mediciones.

Medición nº 1 Estructura general

Nº	Descripción	Medición	Ud
1.1	Chapa Cuerpo Estructural	1,00	
	Perfil Estructural		
1.2	50x90x3,2mm	2,00	
1.3	Chapa Tapa Trasera	1,00	
1.4	Pletina Soportes suelo	2,00	
1.5	Chapa protectora en "U"	5,00	
1.6	Nervio	4,00	

Medición nº2 Conjunto cierre

Nº	Descripción	Medición	Ud
2.1	Palanca cierre	5,00	
2.2	Bulón	5,00	
2.3	Soporte	5,00	
2.4	Cierre electrónico	5,00	
	Casquillo fricción		
2.5	0604	10,00	

Medición nº3 Tornillería

Nº	Descripción	Medición	Ud
3.1	DIN 660 M8x20	20	
3.2	DIN 6921 M5x16	5	
3.3	ISO 7380 M3x6	25	
3.4	ISO 4017 M8x16	4	
	Tuerca remachable hexagonal		
3.5	M8	4	
3.6	Perno Anclaje M12x95 WA	8	

Medición nº 4 Mecanizado

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>
4.1	Palanca cierre	2h
4.2	Soporte	2,5h
4.3	Bulón	0,5h

Medición nº5 Conformado de chapa

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>
5.1	Chapa Cuerpo estructural	4h
5.2	Chapa trasera	0,5h
5.3	Chapa Proterora "U"	2h
5.4	Pletina soporte suelo	0,5h

Medición nº6 Soldadura

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>
6.1	Soldadura de elementos en la estructura	6h

5.2 Presupuestos parciales.

Código	Descripción	Precio	Cantidad	Importe	Acumulado
CHAPA	Acero S275JR laminado	1,770	10,500ud	18,59	18,59
CHAPA02	Acero S275JR laminado	1,770	5,600 kg	9,91	28,50
CHAPA1	Acero S275R Laminado	1,770	22,300 kg	39,47	67,97
mo047	Oficial 1ª montador de estructu...	21,770	0,073 h	1,59	69,56
mo094	Ayudante montador de estructura...	21,480	0,042 h	0,90	70,46
mt07ala...	Acero UNE-EN 10210-1 S275J0H, e...	1,850	5,200 kg	9,62	80,08
	Suma total				80,08
	Total medios auxiliares				0,26
	Total costes indirectos				2,32
	Presupuesto				82,66
	Presupuesto por cantidades (con redondeo)				82,660
	OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS				

Medición nº7 Componentes electrónicos

Nº	Descripción	Medición	Precio/unidad	Precio Total €
7.1	Cierre electrónico	5	3,01 €	15,05 €
7.2	Cargador patinete	5	19,95 €	99,75 €
7.3	Arduino UNO	2	23,20 €	46,40 €

Medición nº3

Tornillería

Nº	Descripción	Medición	Precio unidad
3.1	DIN 660 M8x20	20	0,50 €
3.2	DIN 6921 M5x16	5	0,17 €
3.3	ISO 7380 M3x6	25	0,07 €
3.4	ISO 4017 M8x16	4	0,41 €
3.5	Tuerca remachable hexagonal M8	4	0,35 €
3.6	Perno Anclaje M10x50 WA	8	4,59 €

Medición nº 4 Mecanizado

Nº	Descripción	Medición	€/h	Precio €
4.1	Palanca cierre	2h	48,25	96,50 €
4.2	Soporte	2,5h	48,25	120,63 €
4.3	Bulón	0,5h	48,25	24,13 €

Medición nº5

Conformado de chapa

Nº	Descripción	Medición	€/min	Precio €
5.1	Chapa Cuerpo estructural	4h	1,2	288,00 €
5.2	Chapa trasera	0,5h	1,2	36,00 €
5.3	Chapa Proterora "U"	2h	1,2	144,00 €
5.4	Pletina soporte suelo	0,5h	1,2	36,00 €

5.3 Cuadro de precios.

CUADRO DE PRECIOS

Nº	Designación	Importe
Materiales		
1.1	Chapa Cuerpo Estructural	40,59 €
1.2	Perfil Estructural 50x90x3,2mm	12,69 €
1.3	Chapa Tapa Trasera	9,10 €
1.4	Pletina Soportes suelo	5,00 €
1.5	Chapa protectora en "U"	11,86 €
1.6	Nervio	7,29 €
1.7	Cargador patinete	99,75 €
2.1	Palanca cierre	15,00 €
2.2	Bulón	10,00 €
2.3	Soporte	20,00 €
2.4	Cierre electrónico	15,45 €
2.5	Casquillo fricción 0604	15,70 €
2.6	Arduino UNO	46,40 €
3.1	DIN 660 M8x20	20,50 €
3.2	DIN 6921 M5x16	0,85 €
3.3	ISO 7380 M3x6	1,75 €
3.4	ISO 4017 M8x16	1,64 €
3.5	Tuerca remachable hexagonal M8	1,40 €
3.6	Perno Anclaje M12x95 WA	36,72 €
Fabricación y montaje		
4.1	Palanca cierre	96,50 €

V. Presupuesto

4.2	Soporte	120,63 €
4.3	Bulón	24,13 €
5.1	Chapa Cuerpo estructural	288,00 €
5.2	Chapa trasera	36,00 €
5.3	Chapa Proterora "U"	144,00 €
5.4	Pletina soporte suelo	36,00 €
6.1	Soldadura de elementos en la estructura	100,00 €

5.6 Resumen.

RESUMEN	Importe
Estructura	86,53 €
Cierre	60,70 €
Tornillería	62,86 €
Mecanizado	241,25 €
Soldadura	100,00 €
Componentes electrónicos	161,60 €
Conformado de chapa	504,00 €
TOTAL	1.216,94 €