

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

Diseño columpio inclusivo



Grado en Ingeniería Mecánica

Memoria

Luis Giral Herrero

Sara Marcelino Sádaba

Marta Benito Amurrio

Pamplona, 27 abril de 2018

Índice

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivo	2
1.3. Alcance	2
1.4. Estado del arte: parques infantiles	3
1.4.1. Columpios.....	3
1.4.2. Toboganes	4
1.4.3. Tirolinas	4
1.4.4. Carruseles	5
1.4.5. Balancines.....	5
1.4.6. Conjuntos y torres	6
1.5. Tipos de discapacidad	6
1.5.1. Discapacidad física o motora.....	6
1.5.2. Discapacidad intelectual o mental	7
1.5.3. Discapacidad sensorial	7
1.5.4. Discapacidad psíquica	7
1.6. Emplazamiento.....	8
2. Normas y referencias	9
2.1. Normas aplicadas	9
2.1.1. UNE 1176:2008.....	9
2.1.2. UNE 1177: <i>Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impacto. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.</i> Madrid: AENOR	10
2.1.3. UNE 147103: <i>Planificación y gestión de las áreas y parques de juego al aire libre.</i> 10	
2.1.4. UNE 157001 <i>Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.</i>	10
2.2. Programas de cálculo	11
2.3. Referencias comerciales.....	11
2.4. Bibliografía	11
3. Requisitos del diseño	13
3.1. Requisitos del cliente	13
3.2. Requisitos legales	13
3.3. Requisitos de usuario	13
4. Alternativas	14
4.1. Alternativa 1: columpio	15

4.2.	Alternativa 2: conjunto multijuego	16
4.3.	Alternativa 3: carrusel	17
4.4.	Análisis de alternativas.....	18
4.4.1.	Inclusividad.....	18
4.4.2.	Precio.....	18
4.4.3.	Seguridad.....	19
4.4.4.	Autonomía.....	19
4.4.5.	Mantenimiento	19
4.4.6.	Compatibilidad	20
4.5.	Resultados análisis	20
4.5.1.	Evaluación por factores.....	21
4.5.2.	Evaluación por alternativas	24
5.	Solución adoptada.....	26
5.1.	Requisitos específicos	26
5.1.1.	Requisitos de seguridad	27
5.1.2.	Requisitos específicos carrusel tipo B	27
5.2.	Diseño.....	28
5.2.1.	Plataforma-245701-2017-101	29
5.2.2.	Eje-245701-2017-102	30
5.2.3.	Banco-245701-2017-103	31
5.2.4.	Barandilla-245701-2017-104.....	32
5.2.5.	Soportes-245701-2017-105 y 245701-2017-106	33
5.2.6.	Tope 245701-2017-107	33
5.2.7.	Rodamiento	34
5.3.	Materiales	34
5.4.	Instalación	34
5.5.	Validación del diseño	35
5.5.1.	Plataforma	35
5.5.2.	Banco.....	37
5.5.3.	Barandilla.....	39
6.	Presupuesto	40
7.	Conclusiones.....	40
8.	Mejoras posibles	41
8.1.	Espesor plataforma	41
8.2.	Elemento de seguridad	41

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. El columpio. 1767. Óleo sobre lienzo.....	1
Ilustración 2 Columpio (http://www.parquesinfantiles.es).....	3
Ilustración 3 Tobogán (http://www.parquesinfantiles.es).....	4
Ilustración 4 Tirolina (http://www.archiexpo.es).....	4
Ilustración 5 Carrusel (http://www.archiexpo.es).....	5
Ilustración 6 Balancín (http://www.parquesinfantiles.es).....	5
Ilustración 7 Conjunto (http://www.parquesinfantiles.es).....	6
Ilustración 8 Emplazamiento columpio inclusivo (Google Maps).....	8
Ilustración 9 Croquis alternativa 1.....	15
Ilustración 10 Croquis alternativa 2.....	16
Ilustración 11 Croquis alternativa 3.....	17
Ilustración 12 Gráfico inclusividad.....	21
Ilustración 13 Gráfico precio.....	21
Ilustración 14 Gráfico seguridad.....	22
Ilustración 15 Gráfico autonomía.....	22
Ilustración 16 Gráfico mantenimiento.....	23
Ilustración 17 Gráfico compatibilidad.....	23
Ilustración 18 Gráfico alternativa 1.....	24
Ilustración 19 Gráfico alternativa 2.....	25
Ilustración 20 Gráfico alternativa 3.....	25
Ilustración 21 Carrusel clásico (UNE 1176-5).....	26
Ilustración 22 Espacio libre (UNE 1176-5).....	27
Ilustración 23 Espacio libre vertical y desplazamiento vertical (UNE 1176-5).....	28
Ilustración 24 Diseño del conjunto.....	29
Ilustración 25 Diseño 245701-2017-101.....	29
Ilustración 26 Diseño 245701-2017-101 agujeros.....	30
Ilustración 27 Diseño 245701-2017-102.....	30
Ilustración 28 Diseño 245701-2017-103.....	31
Ilustración 29 Diseño 245701-2017-103 patas.....	31
Ilustración 30 245701-2017-103 Reposa-espalda.....	32
Ilustración 31 Diseño 245701-2017-103 Reposabrazos.....	32
Ilustración 32 Diseño 245701-2017-104.....	32
Ilustración 33 Diseño 245701-2017-106.....	33
Ilustración 34 Diseño 245701-2017-105.....	33
Ilustración 35 Diseño 245701-2017-107.....	33
Ilustración 36 Cargas y sujeciones estudio plataforma.....	35
Ilustración 37 Sujeción inferior de la plataforma.....	36
Ilustración 38 Desplazamiento estudio plataforma.....	36
Ilustración 39 Cargas ensayo 3 plataforma.....	37
Ilustración 40 Cargas y sujeciones estudio banco.....	38
Ilustración 41 Desplazamiento del elemento banco.....	38
Ilustración 42 Cargas y sujeciones sobre la barandilla.....	39
Ilustración 43 Desplazamiento barandilla.....	39

Tablas

Tabla 1 Análisis inclusividad	18
Tabla 2 Análisis precio	18
Tabla 3 Análisis seguridad	19
Tabla 4 Análisis autonomía	19
Tabla 5 Análisis mantenimiento	20
Tabla 6 Análisis compatibilidad	20
Tabla 7 Resultado análisis	20
Tabla 8 Propiedades acero S355J2G3 (SolidWorks)	34

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Al igual que en el resto de los países desarrollados, España está adaptando sus instalaciones a todo tipo de sociedad para que todos los seres humanos tengan los mismos derechos.

Concretamente, en lo referente a los minusválidos, se está intentando conseguir que puedan hacer prácticamente vida normal, consiguiendo que cada vez más se incluyan en la sociedad en todos sus ámbitos.

Los niños tienen menos actividades que los adultos en la vida cotidiana y dependen más sus padres, pero no hay que olvidarse de ellos. Por ello, es ideal adaptar los parques infantiles a niños con discapacidad para que también puedan hacer lo que más les gusta, jugar.

El mercado de los parques infantiles o espacios de recreación es un mercado que está muy desarrollado y que ya tiene muchos años de antigüedad. Se dice que Hipócrates (Cos, c. 460 a. C.-Tesalia c. 370 a. C.), médico de la antigua Grecia, aconsejaba a las jóvenes griegas a columpiarse para mantener su figura.

Con el paso de los años se ha ido desarrollando otros tipos de juegos infantiles como el carrusel, el cual se inventó el siglo VI para entrenamiento militar, aunque posteriormente en el siglo XIX se desarrolló el mecanismo para bajar y subir los caballos y comenzó a utilizarse como atracción en las ferias. De hecho, dicho nombre deriva de la palabra “carosella” que significa pequeña batalla.



Ilustración 1. El columpio. 1767. Óleo sobre lienzo.

En lo referente a parques infantiles para personas discapacidad, existen varios tipos de juegos en ellos y están instalados en gran parte del mundo. Sin embargo, la gran mayoría de estos son simplemente adaptados para que lo puedan utilizar y disfrutar, pero no buscan la autonomía de dichos niños. Los niños dependen de una tercera persona que les ayude a utilizarlos.

Por otro lado, muchos de los juegos dedicados para los niños discapacitados son muy discriminatorios o están apartados de los demás juegos para los niños. Por eso los niños se ven obligados a jugar en juegos diferentes o estar separados del resto de compañeros.

Además, hay que destacar que en Pamplona no existe ningún parque de este tipo, en el que haya juegos inclusivos para los niños con y sin discapacidad. Hay varios proyectos de este tipo en desarrollo por lo que puede ser un mercado potencial.

Lo que se pretende con este proyecto es el diseño de un juego en el que el niño se sienta uno más, que no se crea diferente a los demás.

Hay que destacar que coloquialmente se denomina columpios a los juegos de los parques infantiles en general, pero un columpio es un juego específico de estos como se explicará a continuación. Con este título se ha hecho referencia a todos los juegos de los parques infantiles y no al juego específico y posteriormente se analizarán varios y se desarrollará el que se considere el más óptimo.

1.2. Objetivo

El presente proyecto tiene por objeto el diseño, construcción e instalación de un “columpio” inclusivo, es decir, un juego infantil que se instalará en un parque infantil existente. Este juego permitirá el juego conjunto de niños con y sin discapacidad.

Se va a diseñar un juego infantil que sea capaz de integrar a las personas con alguna discapacidad que utilice silla de ruedas de forma permanente.

Previamente, se va a realizar un estudio de los tipos de parques infantiles y de sus juegos que hay en la actualidad, así como de las discapacidades que existen, con el fin de incluir el máximo número de estas.

Una vez elegido el emplazamiento, se van a idear 3 alternativas distintas que cumplan los requisitos impuestos y se van a valorar varios aspectos de estas con el fin de realizar el mejor diseño.

Elegido el mejor diseño, se estudiarán los requisitos específicos de ese diseño y se describirán los elementos que lo componen, así como la fabricación de estos y los materiales utilizados para fabricarlos.

Para concluir, se realizará un estudio de las piezas más importantes en su posible funcionamiento para comprobar que el diseño realizado es correcto.

1.3. Alcance

El proyecto inicialmente contempla la selección del emplazamiento, así como las demás restricciones que tiene el proyecto, ya sean del cliente, legales o del usuario destinado.

Se va a realizar un estudio de las alternativas para posteriormente diseñar concretamente la mejor de ellas. Se describen todos los componentes del conjunto, así como su fabricación. Se han realizado los planos de los componentes dicha alternativa y del conjunto.

Se ha buscado el mejor material que satisfaga las necesidades y se ha realizado el diseño de la instalación y del posterior mantenimiento periódico.

También se ha estimado el precio aproximado del proyecto.

1.4. Estado del arte: parques infantiles

Debido a la gran variedad de parques infantiles, es necesario realizar una clasificación de todos ellos e indicar las características de cada uno de ellos, con el fin de posteriormente elegir uno para desarrollar en el análisis de alternativas.

1.4.1. Columpios

Consiste en un asiento que pende de una estructura y como su nombre indica, el objetivo es que el niño se impulse o sea empujado y se divierta balanceándose hacia adelante y hacia atrás.

Es uno de los juegos más típicos en los parques infantiles y se encuentra en prácticamente todos ellos.

Hay distintos tipos de columpios y se puede fabricar de diversos materiales. Lo más típico es un asiento de plástico colgado por cadenas de una estructura de madera o de acero.



Ilustración 2 Columpio (<http://www.parquesinfantiles.es>)

1.4.2. Toboganes

Consiste en una rampa inclinada con una escalera en uno de los extremos. Mediante la escalera el niño accede a la parte superior de la rampa y se deja caer por ella hasta la parte inferior.

Al igual que el columpio, es un juego muy incluido en los parques infantiles que se suele añadir a los conjuntos de juegos. En estos, se accede a la parte superior del tobogán mediante el acceso a la torre del conjunto.

También hay diversos tipos en función de la forma. Pueden ser recto, de tubo, en espiral, de varias pendientes o acuático.



Ilustración 3 Tobogán (<http://www.parquesinfantiles.es>)

1.4.3. Tirolinas

Es un juego que consiste en una polea suspendida de un cable entre dos postes. Desde un extremo del cable, el niño se impulsa y se monta sobre la polea, la cual le desplaza hasta el otro extremo en función de la fuerza con la que se impulse.



Ilustración 4 Tirolina (<http://www.archiexpo.es>)

1.4.4. Carruseles

Es un medio de diversión que consiste en una plataforma rotatoria con asientos.

Tradicionalmente, este nombre se refiere a los carruseles de grandes dimensiones que se utilizan en las ferias como atracción turística. Sin embargo, en los parques infantiles también existen este tipo de juegos con plataformas de menor tamaño y menor número de asientos,



Ilustración 5 Carrusel (<http://www.archiexpo.es>)

1.4.5. Balancines

El balancín consiste en una barra larga, de metal o de madera, la cual tiene dos asientos en sus extremos y se encuentra apoyada en el centro.

Los niños se sientan en los asientos y se impulsan hacia arriba jugando con el peso de cada uno de ellos y llegando a lo ms alto posible.

Como en el caso de la foto, existe la posibilidad de localizar un muelle en el centro para que la barra esté horizontal continuamente y facilite el movimiento oscilatorio.

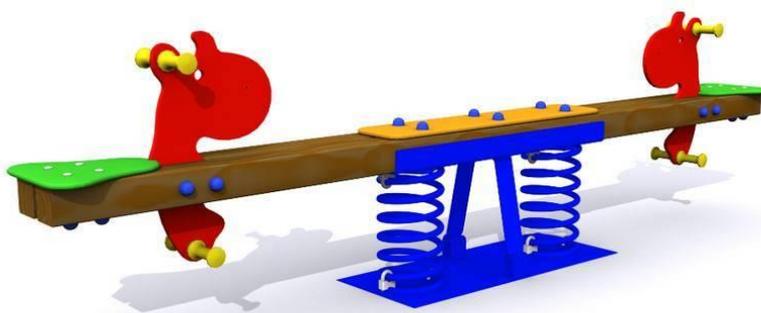


Ilustración 6 Balancín (<http://www.parquesinfantiles.es>)

1.4.6. Conjuntos y torres

Es un conjunto de diversos juegos, que se unen para la diversión de los niños. Suele estar formado por toboganes, juegos de escalada, puentes, barras de bomberos y escaleras. También se puede incluir un columpio en un extremo.

Generalmente se fabrica de madera tratada para que sea más atractivo visualmente.



Ilustración 7 Conjunto (<http://www.parquesinfantiles.es>)

1.5. Tipos de discapacidad

Se va a proceder a diferenciar los distintos tipos de discapacidades. Es un tema complejo ya que existen muchos tipos diferentes y cada uno de ellos exige una necesidad distinta. Por ese motivo, se van a clasificar para poder centrarse en una o unas específicas debido a que complacer todas ellas es muy complicado.

1.5.1. Discapacidad física o motora

Consiste en una disminución o ausencia de las funciones motoras disminuyendo la capacidad desarrollo de las actividades diarias. Muchas de estas discapacidades son congénitas o de nacimiento. Por ejemplo, la pérdida de un miembro parcial o total. Puede ser necesaria la utilización de una silla de ruedas.

1.5.2. Discapacidad intelectual o mental

Se utiliza para referirse a una persona que no tiene la capacidad de aprender a niveles esperados y funcionar normalmente en la vida cotidiana. Se expresa cuando una persona con limitaciones significativas interactúa con el entorno, por lo que depende de la persona y de las barreras u obstáculos que tiene el entorno.

La discapacidad intelectual generalmente es permanente y tiene un fuerte impacto en la vida de la persona y su familia.

Existen muchos tipos de esta discapacidad y se clasifican en función de su gravedad: leve, moderada y severa. Estos niveles no son siempre fijos, una persona puede evolucionar hacia otros niveles a lo largo de su vida.

1.5.3. Discapacidad sensorial

Son las personas que poseen alguna deficiencia referente a los sentidos. Lo más típico son las personas con alguna carencia visual y auditiva. La ceguera y la sordera son los peores casos que hay en este tipo de discapacidad.

Son discapacidades que afecta a las actividades diarias y complican la realización de actividades cotidianas, pero, sobre todo, conllevan graves efectos psico-sociales que conllevan problemas de comunicación del paciente con su entorno.

En lo referente a los parques infantiles, se les podría ayudar poniendo indicaciones específicas para ellos ya que suelen precisar de otro instrumento de comunicación, como el lenguaje de signos o el braille.

1.5.4. Discapacidad psíquica

Se dice que una persona tiene una discapacidad psíquica cuando el paciente tiene una alteración en el desarrollo del ser humano caracterizada por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual como en las conductas adaptativas. Llevan a la persona a no adaptarse completamente en la sociedad.

Puede ser debido a otro tipo de enfermedades mentales como la depresión, esquizofrenia, trastorno bipolar o el autismo.

1.6. Emplazamiento

Para este proyecto se parte de un parque ya existente, en el cual se habilita un espacio para la instalación de un columpio inclusivo. En este columpio como ya se ha mencionado, tienen que poder jugar niños con y sin discapacidad, por lo que ha de tener un espacio habilitado para ello y, además, el parque actual se tendrá que adaptar si es necesario.

Por ello, se ha elegido el parque infantil de la plaza que delimita con la calle Monasterio de Urdax, Avenida Barañain y Monasterio de Vadoluengo. Se ha elegido esta ubicación debido a que parece la ubicación perfecta para añadir un columpio inclusivo ya que está muy frecuentado por muchos niños porque esta plaza está rodeada de varios colegios: San Cernin, San Juan de la Cadena y Nuestra Señora del Huerto.

Además, el parque ya existente cumple la normativa y es de fácil accesibilidad para minusválidos.

Para mayor comodidad, se estudiará si es preciso modificar algún aspecto de dicho parque para la adaptación total a personas con discapacidad que utilicen sillas de ruedas.

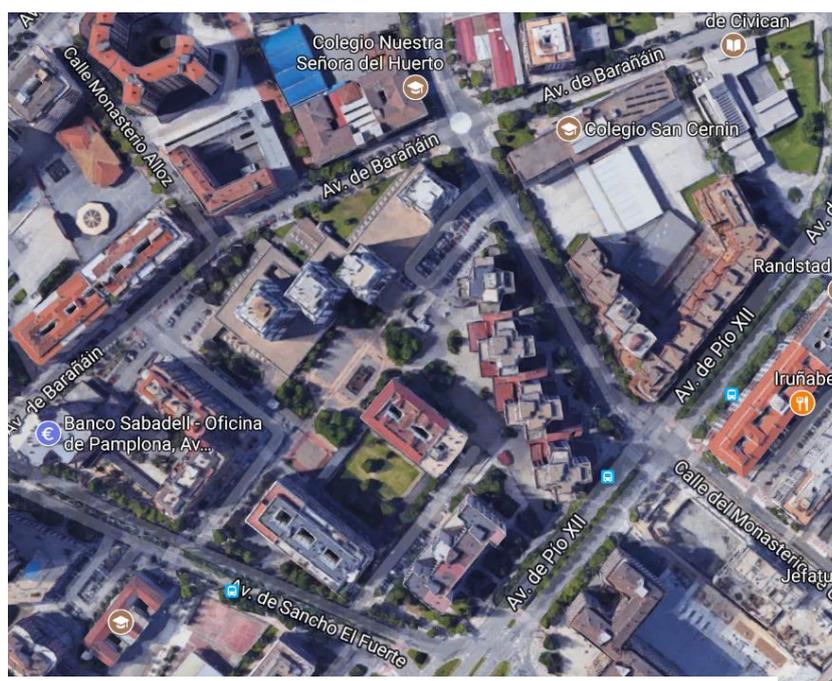


Ilustración 8 Emplazamiento columpio inclusivo (Google Maps)

Se puede ver la localización exacta de la parcela y de la posición del columpio en el plano de situación adjunto.

2. Normas y referencias

Se exponen las normas que se han tenido en cuenta y/o se han tenido que cumplir en la realización del diseño y la memoria.

2.1. Normas aplicadas

2.1.1. UNE 1176:2008

UNE 1176-1: Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo. Madrid: AENOR

Especifica los requisitos generales de seguridad para los equipamientos y las superficies de las áreas de juego públicas. Abarca el equipamiento de las áreas de juego para todos los niños.

Su objetivo es garantizar un nivel adecuado de seguridad cuando se juegue en el equipamiento de las áreas de juego o en sus alrededores, y al mismo tiempo fomentar actividades y prácticas que se sabe benefician a los niños porque aportan experiencias valiosas que les capacitarán para enfrentarse a situaciones fuera de las áreas de juego.

Es aplicable a equipamientos de las áreas de juego destinados a uso infantil individual y colectivo y especifica los requisitos que protegerán al niño de daños que no sea capaz de prever cuando se utilice el equipo del modo previsto, o de un modo que se pueda esperar razonablemente.

UNE 1176-5: Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 5: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para carruseles. Madrid: AENOR

Este documento es aplicable a los carruseles que se utilizan como equipamiento de las áreas de juego infantiles.

Especifica los requisitos de seguridad adicionales para carruseles de diámetro superior a 500 mm destinados a instalación permanente para uso infantil. No es aplicable si la función principal del juego no sea la rotación ni a carruseles propulsados a motor, tiovivos de feria o elevadores de tipo tambor.

UNE 1176-7: Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 7: Guía para la instalación, inspección, mantenimiento y utilización. Madrid: AENOR

Este documento aporta recomendaciones relativas a la instalación, inspección, mantenimiento y utilización de los equipamientos de las áreas de juego, incluyendo los elementos complementarios, por ejemplo, puertas, vallas y superficies.

2.1.2. UNE 1177: Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impacto. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo. Madrid: AENOR

Especifica un método para determinar la amortiguación del impacto de las superficies de las áreas de juego. Define una altura de caída crítica para los revestimientos, que representa el límite superior de su eficacia para reducir las lesiones en la cabeza cuando se utiliza un equipamiento de área de juego conforme a la Norma EN 1176. Los métodos de ensayo que se describen en esta norma europea para los ensayos efectuados en un laboratorio y para los efectuados *in situ*.

2.1.3. UNE 147103: Planificación y gestión de las áreas y parques de juego al aire libre.

Esta norma contiene requisitos e instrucciones para la planificación y la gestión de parques y áreas de juego al aire libre para niños, jóvenes y adultos.

En esta norma es importante destacar el apartado **4.3.6 Zonas para la integración** que menciona que se han de diseñar de tal forma que sean accesibles a diferentes grupos y que estimulen la comunicación y permanencia de los niños.

2.1.4. UNE 157001 Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos formales de carácter general con que deben redactarse los proyectos de productos, obras, edificios, instalaciones y servicios.

El mayor o menos desarrollo de los aspectos formales indicados en esta norma depende del tipo de Proyecto de que se trate y de su destino.

2.2. Programas de cálculo

Como ayuda para la realización del proyecto se ha utilizado:

- SolidWorks
- AutoCAD
- Herramienta SKF para el cálculo de rodamientos
- Microsoft Excel

2.3. Referencias comerciales

- Catálogo SKF de rodamientos
- Catálogo Distribuciones Royca
- Catálogo INOPLAY Equipamiento urbano, recreativo y deportivo incluyente
- Catálogo Kaiser-kuehne
- Catálogo Pavimentos Arquiservi
- Catálogo Distribuciones Royca
- Catalogo Sija
- Catálogo de juegos y equipamiento para parques infantiles

2.4. Bibliografía

Aenor.es. (2018). *AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación*. [online] Disponible en: <http://www.aenor.es/>.

SKF, líderes en tecnología de rodamientos. (2018). *Skf.com*. Recuperado el 3 de marzo de 2018, a partir de <http://www.skf.com/es/products/index.html>.

Parques Infantiles en Madera y Metálicos, (2018). *Distribucionesroyca.com*. Recuperado el 17 de marzo de 2018, a partir de http://www.distribucionesroyca.com/parques_infantiles.htm.

CATÁLOGO DE APARATOS DE EJERCICIO PARA DISCAPACITADOS | INOPLAY. (2018). *Inoplay.com.mx*. Recuperado el 17 de marzo de 2018, a partir de <http://www.inoplay.com.mx/catalogos/catalogo-de-equipamiento-para-personas-con-discapacidad/>.

Kaiser + Kühne: Home. (2018). *Kaiser-kuehne-play.com*. Recuperado el 17 de marzo de 2018, a partir de <http://www.kaiser-kuehne-play.com/en/home>.

Arquiservi, P. (2018). *Suelos Vinílicos Caucho / Goma. Pavimentosarquiservi.com*. Recuperado el 22 de marzo de 2018, a partir de <http://www.pavimentosarquiservi.com/suelo-vinilico/caucho>.

www.sija.es. (2018). *SIIA*. [online] Disponible en: <https://sija.es/catalogos/tornilleria/SIIA-tarifa-tornilleria-2016.pdf>.

Catálogo de juegos y equipamiento para parques infantiles. (2018). *Parquesinfantiles.es*. Recuperado el 5 de abril de 2018, a partir de <http://www.parquesinfantiles.es/tienda>.

(2018). *Childsafetyeurope.org*. Recuperado 5 de abril de 2018, a partir de <http://www.childsafetyeurope.org/publications/info/product-safety-guide-es.pdf>.

Deusto Salud (2018). *¿Cuáles son los tipos de discapacidad más comunes? | Deusto Salud. Deustosalud.com*. Recuperado 5 de abril de 2018, a partir de <https://www.deustosalud.com/blog/teleasistencia-dependencia/cuales-son-tipos-discapacidad-mas-comunes>.

Tipos de discapacidad. (2018). *Es.wikipedia.org*. Recuperado el 5 de abril de 2018, a partir de https://es.wikipedia.org/wiki/Tipos_de_discapacidad.

La Discapacidad Psíquica. (2018). *Libreopinion.com*. Recuperado el 5 de abril de 2018, a partir de <http://libreopinion.com/members/fundacionhomero/dpsiquica1.html>.

3. Requisitos del diseño

Se van a presentar los requisitos y restricciones impuestos.

3.1. Requisitos del cliente

Sara Marcelino y Marta Benito han solicitado el diseño de un columpio inclusivo con los siguientes requisitos:

- Que el parque infantil sea inclusivo, que permita el juego conjunto de niños/adultos con y sin discapacidad.
- El tamaño del conjunto tiene que estar entre 30 m² y 50 m².
- La instalación del juego creado tiene que ser en un parque infantil ya existente.

3.2. Requisitos legales

El diseño tiene que cumplir las normas especificadas y el código técnico de la edificación. En función de la alternativa elegida se procederá a desarrollar una norma u otra en el desarrollo del diseño, así como en el pliego de condiciones.

3.3. Requisitos de usuario

Se ha hecho un estudio de las discapacidades, y, a partir de este, se ha decidido crear el parque infantil diseñado para que abarque el mayor número de discapacidades posibles.

Por eso, se ha creado un espacio para las sillas de ruedas, dedicado especialmente a personas con discapacidad física que precisen de la utilización de una silla de ruedas.

Se ha decidido debido a que también se podría utilizar el parque infantil por personas con otro tipo de discapacidades como psíquica o intelectual leve y sordera por ejemplo ya que también hay asientos para sentarse y se ha tratado de incluir a estas personas con los demás niños por la ambientación al igual que a los usuarios con las sillas de ruedas.

Para acercarse más a los usuarios, se ha realizado una reunión con la Asociación Universidad y Discapacidad, para tratar los requisitos que ven ellos indispensables en un parque infantil dedicado a discapacitados.

Desde esta asociación el requisito más importante era el mismo que uno de los requisitos del cliente, que sea un parque infantil inclusivo. Además, se han considerado los siguientes requisitos indispensables:

- El parque infantil tiene que tener autonomía, los niños con discapacidad deben poder jugar solos sin necesidad de la ayuda de una segunda persona para que se sientan independientes.
- El parque infantil ha de integrar al niño con los demás, no tiene que ser discriminatorio.

4. Alternativas

En este apartado se van a exponer las posibles alternativas que se han tenido en cuenta para la realización del proyecto cumpliendo con los requisitos del apartado anterior.

Estas alternativas se han valorado para elegir la mejor alternativa como solución final a nuestro diseño del proyecto.

Las 3 alternativas cumplen los requisitos impuestos por el cliente y por el usuario. Las 3 permite el juego conjunto de los niños con y sin discapacidad y tienen las medidas óptimas. Además, la ubicación es la misma para todas ellas.

Todas las opciones presentan la autonomía necesaria como requisito de usuario y se podría conseguir no discriminar al usuario de silla de ruedas.

Alguna alternativa cumple más el requisito impuesto que las demás, esto se va a estudiar en el análisis de las alternativas.

Por otro lado, los requisitos legales se tratarán más adelante una vez elegida la alternativa a la hora de elegir el diseño final debido a que cada una de las alternativas posee una normativa específica.

4.1. Alternativa 1: columpio

La primera alternativa a estudiar es un columpio. Un columpio consiste en un asiento suspendido por dos cuerdas o cadenas de la rama de un árbol o de una armazón de madera o de metal, en el que una persona puede balancearse.

Las dimensiones del columpio son 4000 mm de ancho por 8000 mm de largo del área total. La altura es de 2000 mm el poste horizontal. Los asientos van suspendidos desde el poste horizontal. El material del conjunto es madera y acero para la estructura y de hierro para las cadenas.

El asiento para minusválidos está lo más cerca del suelo posible sin llegar a tocarlo cuando gira. Tiene una rampa que se baja para el acceso de la silla de ruedas y se puede elevar mediante una cadena cuando la silla está dentro. Está fabricado de aluminio para que no sea muy pesado. Tiene un sistema de poleas con el que permite al usuario utilizar el columpio sin la ayuda de nadie tirando de una cuerda.

Los otros dos asientos están hechos de caucho. El del medio está a una altura de 400 mm para que el niño pueda usarlo sin problemas. El asiento de la derecha, destinado a niños entre 1-3 años, está a una altura mayor para que los padres del niño puedan introducir a sus hijos sin tener que agacharse para hacerlo.

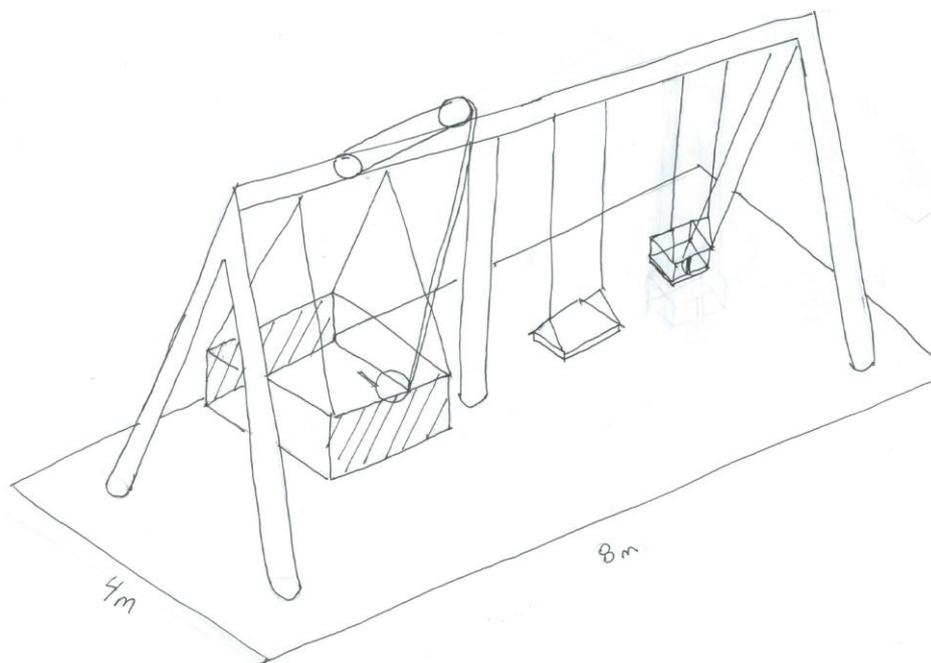


Ilustración 9 Croquis alternativa 1

4.2. Alternativa 2: conjunto multijuego

La segunda alternativa es un conjunto multijuego de madera. Está formado por dos plantas, un tobogán y una serie de elementos de juego. Esta elaborado todo de madera y el suelo es de caucho.

Sus dimensiones totales son 5000x10000 mm. La primera planta está a 1000 mm del suelo y mide 3000x3000 mm. Es una zona en la que puede acceder los niños con la silla de ruedas mediante una rampa de 18º de pendiente. En esta planta hay situada una zona de juegos para jugar todos los niños conjuntamente.

La segunda planta se eleva a 2000 mm y mide 2000x3000 mm. Se accede a ella mediante unas escaleras de madera. En esta planta hay ubicado un tobogán de plástico por el que se pueden tirar los niños.

Las dos plantas están delimitadas por una valla de madera de 800 mm. El conjunto está cubierto por un techo de plástico con inclinación como se muestra en el croquis. La distancia mínima del techo al conjunto es 1500 mm.

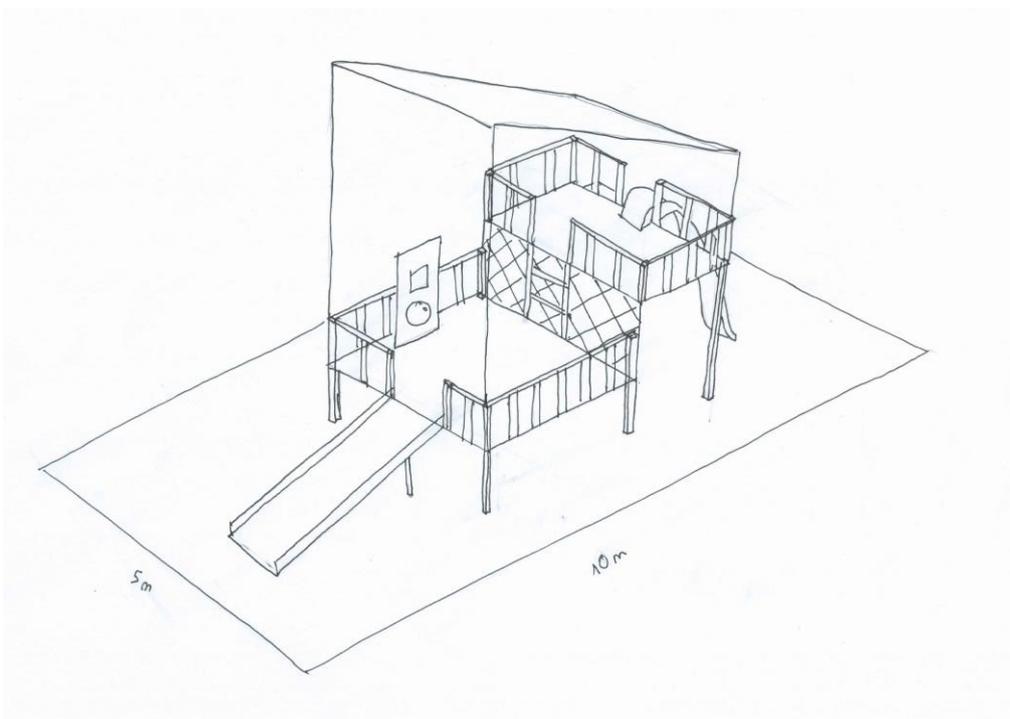


Ilustración 10 Croquis alternativa 2

4.3. Alternativa 3: carrusel

La última alternativa es un carrusel. Un carrusel es un equipamiento de área de juego destinado a uno o más usuarios que rota alrededor de un eje vertical central sin oscilación.

La plataforma giratoria mide 3000 mm de diámetro. Está rodeado por un suelo de caucho de dimensiones 6500x6500 mm. Está formado por dos bancos para sentarse y dos zonas destinadas a situar la silla de ruedas.

Los asientos miden 1000 mm de largo y 400 mm de ancho. Los huecos tienen unas dimensiones de 1.2x08x1 m. La base está hecha de acero y las barras de sujeción y bancos de aluminio. Posee unos topes para que la silla cuando este dentro no se salga por la fuerza centrífuga en el caso de no funcionar correctamente los frenos de la silla.

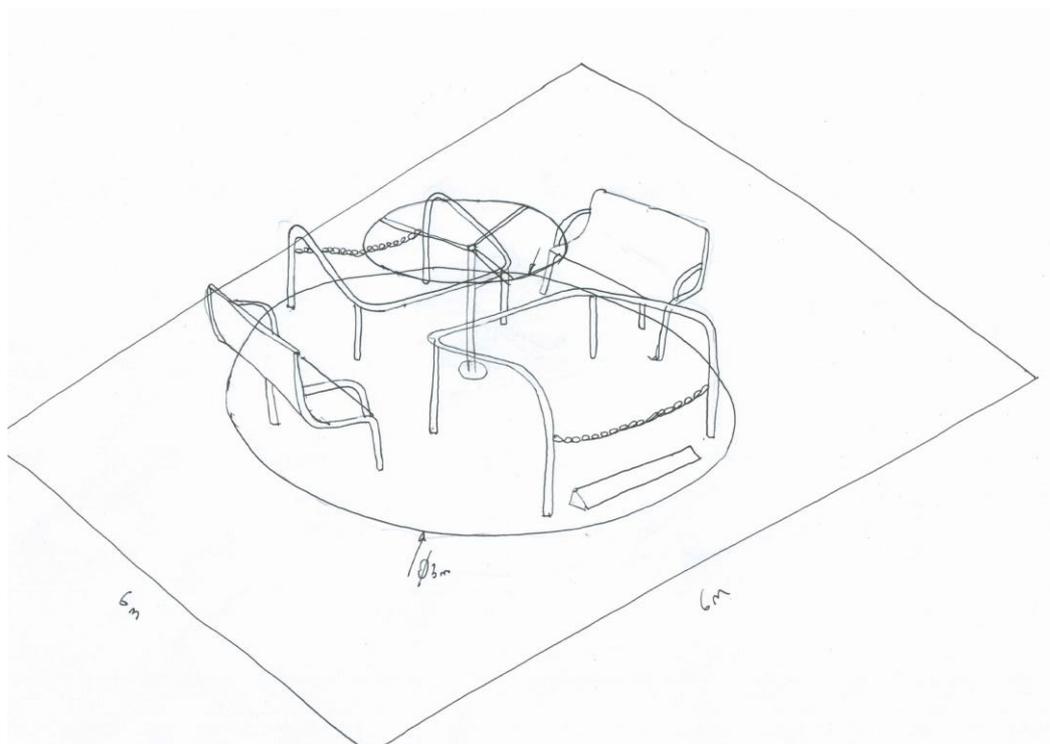


Ilustración 11 Croquis alternativa 3

4.4. Análisis de alternativas

Se van a exponer los factores que se han tenido en cuenta para tomar la decisión del diseño por orden de importancia:

4.4.1. Inclusividad

Posibilidad de los niños de poder jugar juntamente con otros niños con y sin discapacidad.

Factor más importante ya que se trata de un columpio inclusivo, todos los niños tienen que jugar de forma conjunta. Se le ha dado una importancia del 40%.

INCLUSIVIDAD	
Participación conjunta de todos los niños	
1	Los niños no interactúan
2	Los niños interactúan
3	Los niños pueden jugar juntos
4	Los niños juegan juntos
5	

Tabla 1 Análisis inclusividad

4.4.2. Precio

Es el coste total estimado del conjunto y de la instalación. Se mide en € y se le ha dado una importancia del 20%

PRECIO	
Coste de producción y montaje del parque (€)	
1	>5.000
2	3.500-5.000
3	2.000-3.500
4	500-2.000
5	<500

Tabla 2 Análisis precio

4.4.3. Seguridad

Se hace referencia a las lesiones que puede sufrir un niño suponiendo que tiene un accidente. Es un factor muy importante para tener en cuenta en la construcción de cualquier instalación y sobre todo de cualquier parque infantil. Al igual que el precio, tiene una importancia del 20%.

SEGURIDAD	
Daño del niño frente a posibles accidentes	
1	El niño acaba muy grave
2	El niño tiene que ir al hospital
3	El niño sufre heridas o traumatismos
4	Sufre algún rasguño
5	No le sucede nada

Tabla 3 Análisis seguridad

4.4.4. Autonomía

Se entiende por autonomía a la posibilidad del niño de jugar sin la ayuda de una segunda persona como pueden ser sus padres. Es un requisito puesto por el cliente y también importante a la hora de tomar la decisión. Importancia del 10%.

AUTONOMÍA	
Posibilidad del niño de jugar sin ayuda	
1	No puede jugar
2	Tienen que ser ayudados
3	Pueden jugar solos con mucho esfuerzo
4	Pueden jugar solos con esfuerzo
5	El niño puede jugar solo fácilmente

Tabla 4 Análisis autonomía

4.4.5. Mantenimiento

Se mide por la cantidad de veces que un operario tiene que revisar la instalación del columpio al año. 5% de importancia.

MANTENIMIENTO	
Número de veces que hay que revisar la instalación al año	
1	≥6
2	4 ó 5
3	3 ó 4
4	2 ó 3
5	≤1

Tabla 5 Análisis mantenimiento

4.4.6. Compatibilidad

Al ser un parque existente, aunque cualquier columpio diseñado va a ser novedad porque es inclusivo, influye también la singularidad del nuevo columpio. Se mide en número de veces que se repiten los juegos de la instalación vieja y nueva.

COMPATIBILIDAD	
Repetición de los juegos de la instalación vieja y nueva	
1	Se repiten mas de 3 juegos
2	Se repiten 3 juegos
3	Se repiten 2 juegos
4	Se repite 1 juego
5	No se repite ningun juego

Tabla 6 Análisis compatibilidad

4.5. Resultados análisis

Siguiendo estos factores propuestos y sus correspondientes escalas, se ha dado nota a cada una de las alternativas posibles en los correspondientes factores y se ha sumado la nota total del columpio teniendo en cuenta su ponderación.

ELECCIÓN						
	Alternativa 1	Ponderación	Alternativa 2	Ponderación	Alternativa 3	Ponderación
Inclusividad (40%)	3	1,2	3	1,2	4	1,6
Precio (20%)	3	0,6	2	0,4	3	0,6
Seguridad (20%)	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Autonomía (10%)	3	0,3	4	0,4	4	0,4
Mantenimiento (5%)	4	0,2	4	0,2	2	0,1
Compatibilidad (5%)	4	0,2	2	0,1	5	0,25
Suma		3,3		2,9		3,55

Tabla 7 Resultado análisis

Como se puede observar, la opción con más puntuación es la alternativa 3, el carrusel. Esta alternativa se va a desarrollar en detalle posteriormente.

4.5.1. Evaluación por factores

Previamente se va a comparar las alternativas para cada uno de los factores desarrollados.

Inclusividad

Inclusividad

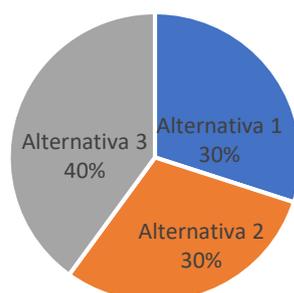


Ilustración 12 Gráfico inclusividad

Las 3 alternativas elegidas, al ser un requisito impuesto por el cliente, son inclusivas. Sin embargo, hay una de las alternativas que es más inclusiva que las otras dos, esta es la alternativa 3, el carrusel.

El columpio, aunque juegues al lado de los demás niños, no juegas con ellos conjuntamente. Por otro lado, en el conjunto multijuego hay una parte en la que el niño con silla de ruedas no puede acceder debido a las escaleras que hay implantadas.

El carrusel permite a los niños jugar juntos obligatoriamente haciendo que sea más inclusivo que las demás alternativas.

Precio

Precio

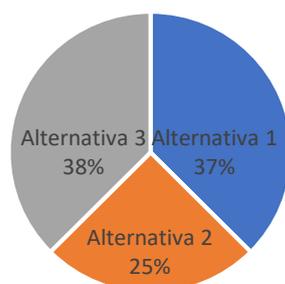


Ilustración 13 Gráfico precio

El precio se ha estimado aproximadamente, teniendo en cuenta los materiales y la fabricación de los elementos necesarios. Se puede observar como las alternativas 1 y 3, es decir, el columpio y el carrusel son más caras respecto a la alternativa 2 debido a que hay que fabricar los asientos para el acceso de las sillas de ruedas y tiene una fabricación específica.

Seguridad

Seguridad

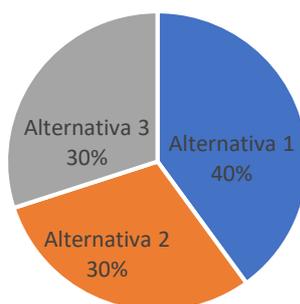


Ilustración 14 Gráfico seguridad

La seguridad es muy similar en las 3 alternativas. La alternativa 2 y 3 se les ha asignado una menor seguridad debido a que el daño por la caída puede ser mayor, ya que para el caso del conjunto hay una caída de bastante altura y para el caso del carrusel puede girar a gran velocidad.

Autonomía

Autonomía

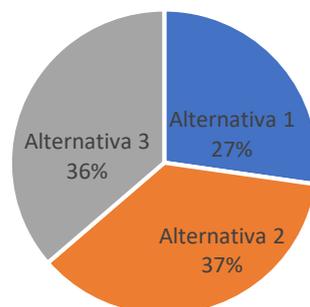


Ilustración 15 Gráfico autonomía

Al contrario que en el factor anterior, es la alternativa 1 la que tiene una menor valoración respecto a las otras dos alternativas. Esto es debido a que es complicado realizar el impulso en el columpio mediante la cuerda adjunta, mientras que en las otras alternativas se puede usar con menor problema.

Mantenimiento

Mantenimiento

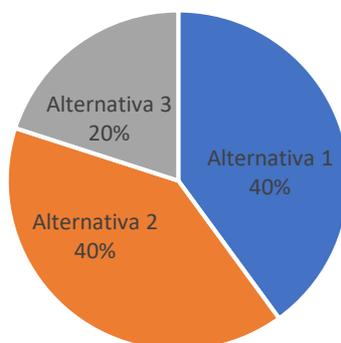


Ilustración 16 Gráfico mantenimiento

Como era de esperar, la menor puntuación del factor mantenimiento es para la alternativa 3. Esto es debido a que es complicado realizar el mantenimiento de la parte interior del carrusel, siendo necesario la utilización de una grúa.

Compatibilidad

Compatibilidad

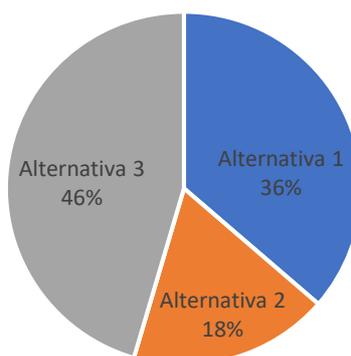


Ilustración 17 Gráfico compatibilidad

Si se observan los demás juegos del parque infantil, se puede observar que ya hay dos conjuntos multijuego y columpios. Sin embargo, no existe ningún carrusel.

A los columpios se les ha valorado más que al conjunto multijuego debido a que se añadiría solo el columpio en el que se introduce la silla de ruedas.

4.5.2. Evaluación por alternativas

Se va a proceder a comparar cada una de las alternativas por separado teniendo en cuenta la valoración ya ponderada que se le ha dado a cada factor.

En todas las alternativas se puede observar que la inclusividad es el factor que más suma debido a la gran ponderación que se le ha atribuido.

Alternativa 1

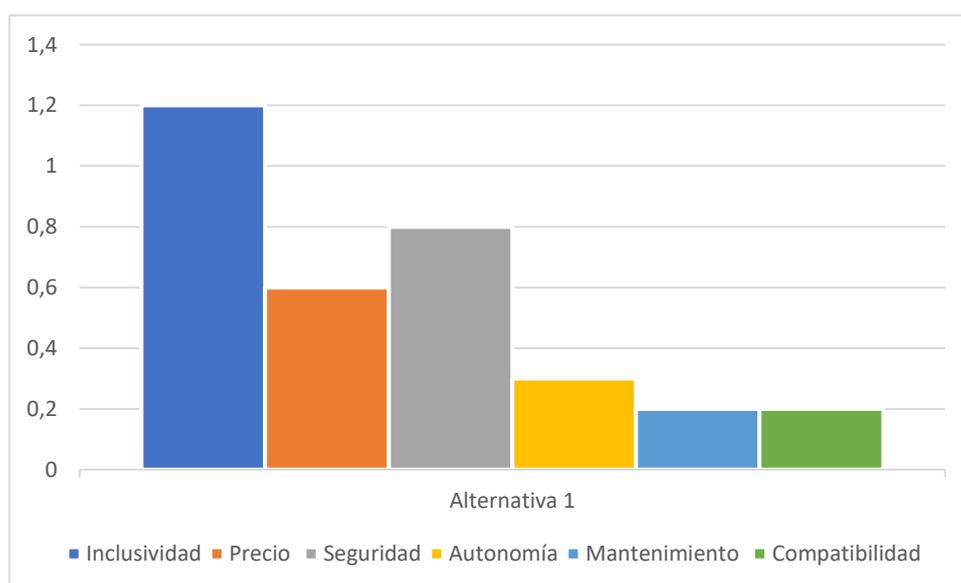


Ilustración 18 Gráfico alternativa 1

En la alternativa 1 tiene una valoración bastante igualada en todos los factores, entre 3 y 4 puntos. Sin embargo, los valores ponderados si se distancian entre sí. A pesar de ello, es la alternativa que tiene los valores menos distanciados. El valor que hay que destacar en este gráfico es el de la seguridad que es bastante alto.

Alternativa 2

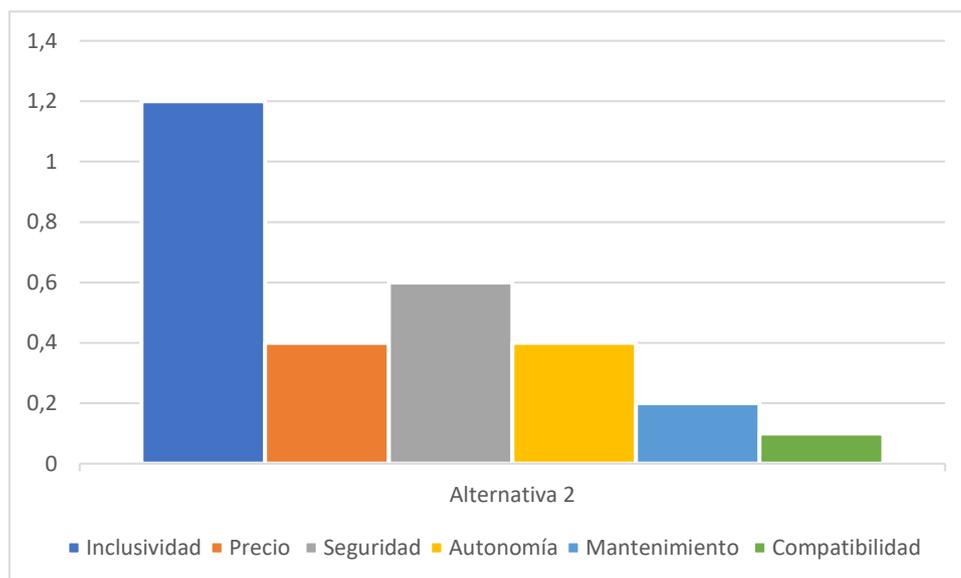


Ilustración 19 Gráfico alternativa 2

Es esta grafica el valor que destaca es el de la inclusividad que sobrepasa con creces los demás factores, al contrario que en el caso anterior que la seguridad estaba más cerca. El precio también resalta ya que es bastante bajo en comparación con las otras alternativas.

Alternativa 3

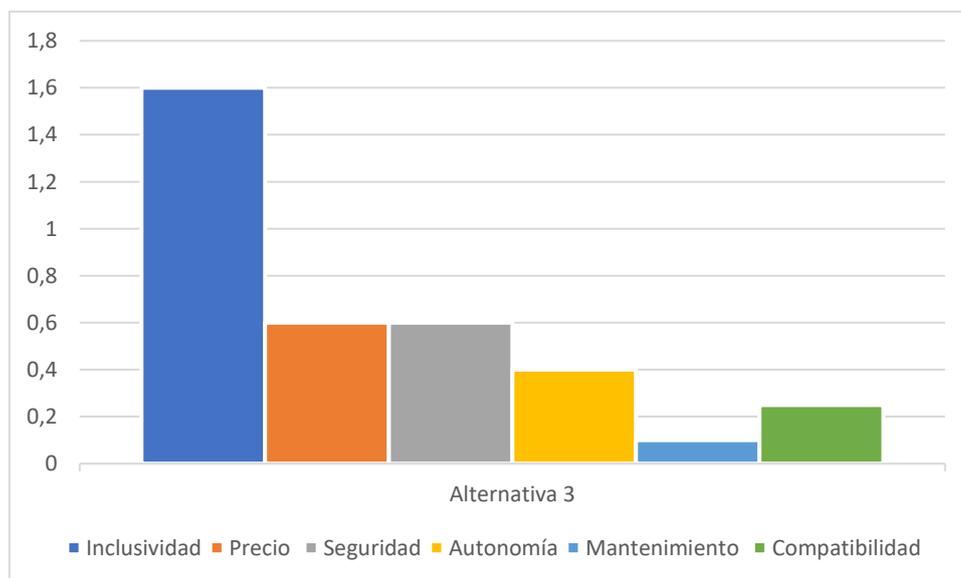


Ilustración 20 Gráfico alternativa 3

Al igual que en el caso anterior, la inclusividad es mucho más alta que los demás factores. Cabe destacar el valor de la compatibilidad que supera al mantenimiento y casi iguala a la autonomía, a pesar de tener una importancia más baja. El mantenimiento es muy bajo respecto a las demás alternativas.

5. Solución adoptada

Se va a proceder a describir el diseño en detalle de las piezas y elementos empleados, los materiales utilizados para la fabricación, la instalación necesaria para el correcto funcionamiento del equipo y finalmente se van a realizar los cálculos necesarios para dotar al equipo de la máxima seguridad posible.

Finalmente, la alternativa seleccionada es la numero 3, es decir, el carrusel. El diseño se ha realizado a partir del croquis de la alternativa, realizando alguna variación que se ha creído necesaria como mejora.

5.1. Requisitos específicos

La opción finalmente elegida es un carrusel, y tiene que cumplir la norma UNE 1176-5 Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 5: *Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para carruseles.*

El carrusel diseñado es un carrusel tipo B (carrusel clásico), son carruseles con una plataforma rotatoria cerrada cuyas plazas de usuario están definidas por la cara superior de la propia plataforma y/o por asientos o asideros suplementarios que están fijados rígidamente a la plataforma y/o el eje central.

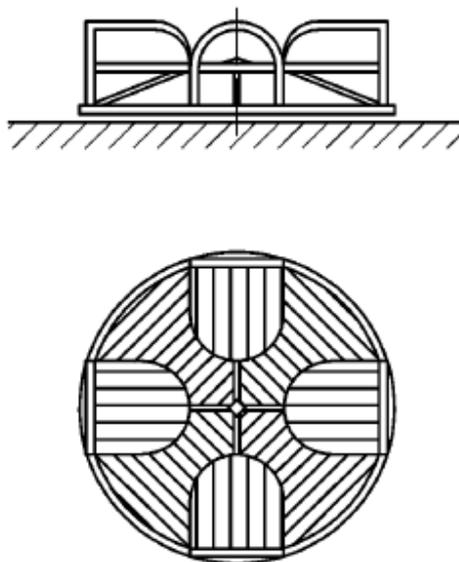


Ilustración 21 Carrusel clásico (UNE 1176-5)

5.1.1. Requisitos de seguridad

- La **altura libre de caída** no debe ser superior a 1000 mm en ningún punto.
- El **espacio libre** a los lados del carrusel debe ser de al menos 2000 mm y por encima del carrusel de al menos 2000mm.

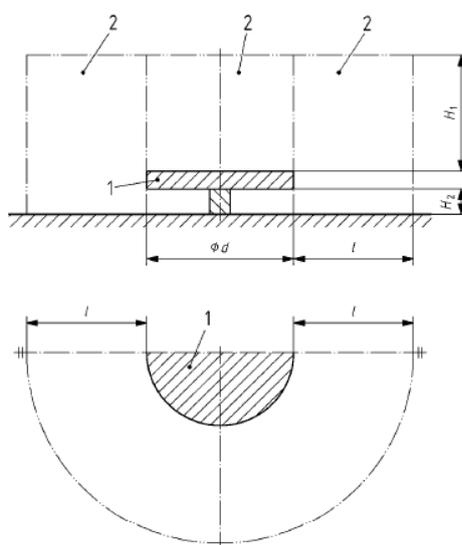


Ilustración 22 Espacio libre (UNE 1176-5)

- Además de los requisitos de la Norma EN 1176-1 relativos al **atrapamiento** de partes del cuerpo de los usuarios, también se debería tener precaución con relación al atrapamiento de la ropa que pudiera retener a los usuarios cuando se bajen del carrusel.
- El **eje del soporte** no debe estar inclinado en un ángulo superior a 5° con respecto a la vertical.
- Las **asas** para agarrar deben tener entre 16 mm y 45 mm de diámetro.

5.1.2. Requisitos específicos carrusel tipo B

- El carrusel debe constar de una plataforma sólida circular cercada con elementos constituyentes que giren en la misma dirección.
- Los elementos fijos sobre la plataforma no deben sobrepasar los bordes exteriores de la plataforma.
- Si incluye una rueda manual centrada fija, se deben construir de modo que se evite cualquier atrapamiento, es decir, la columna central y la rueda manual deben estar completamente aisladas sin ninguna pieza sobresaliente.

5.1.2.1. Plataforma rotatoria a nivel del suelo

El espacio libre vertical (A) entre el suelo y el borde exterior de la plataforma debe ser inferior a 8 mm medidos en una dirección.

El desplazamiento vertical (B) entre la superficie superior de la plataforma y el suelo no debe ser superior a 20 mm.

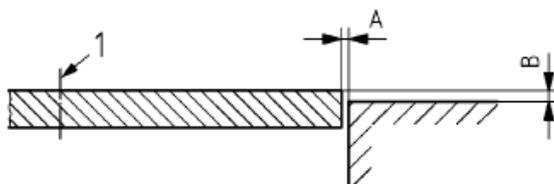


Ilustración 23 Espacio libre vertical y desplazamiento vertical (UNE 1176-5)

5.2. Diseño

Es un carrusel de tipo B con la plataforma rotatoria a nivel del suelo. Este tipo de carruseles tienen el mecanismo por debajo de la plataforma. El mecanismo está compuesto por dos piezas cilíndricas y un rodamiento el medio que las hace girar entre sí. Una pieza esta fija al suelo y la otra a plataforma.

Encima de la plataforma se ha habilitado dos espacios para las sillas de ruedas y dos bancos en el que se sientan los niños que no utilicen sillas de ruedas. Estos asientos están pensados para 2 o 3 niños en función del tamaño del niño.

El giro de la plataforma se efectúa mediante una pieza fija central unida al eje de giro.

Como se puede comprobar, se ha elegido unos colores muy vivos para llamar la atención de los niños. Se ha pintado de los colores básicos que son los que más les gustan a los niños y con una intensidad clara.

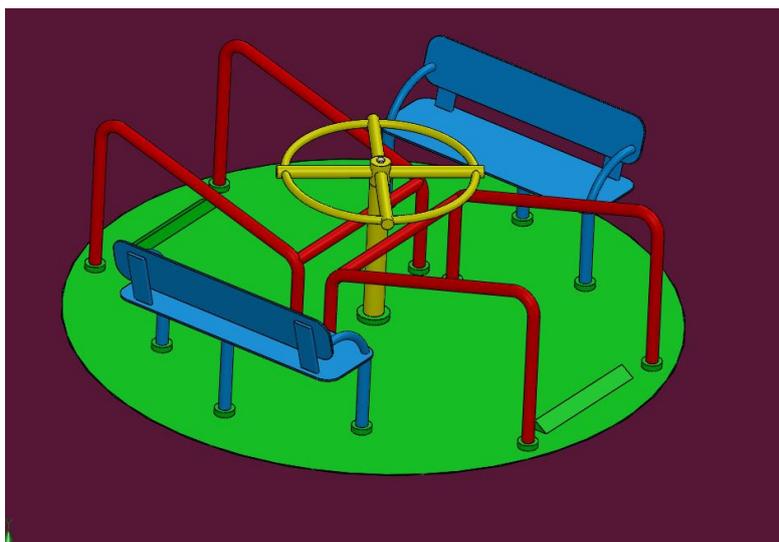


Ilustración 24 Diseño del conjunto

Las medidas de todos los componentes se pueden ver en los planos adjuntos y en el pliego de condiciones, al igual que las soldaduras necesarias.

5.2.1. Plataforma-245701-2017-101

Es la parte más importante del diseño. Es el elemento que gira respecto al eje y donde se apoyan todas las plazas de usuario, ya sean asientos o asideros.

Está formada por una chapa de 10 mm de espesor y 3000 mm de diámetro de acero S355J2G3. La pieza inferior se realiza por forja y mediante un fresado o taladrado se realiza el orificio central con un diámetro de 100 mm.

Además, contiene unas piezas soldadas del mismo material para realizar una buena sujeción de las piezas que se sitúan encima. Estas se realizan por mecanizado.

Todo el conjunto está pintado de color verde (RGB 0,223,19) y pesa 560 kg.

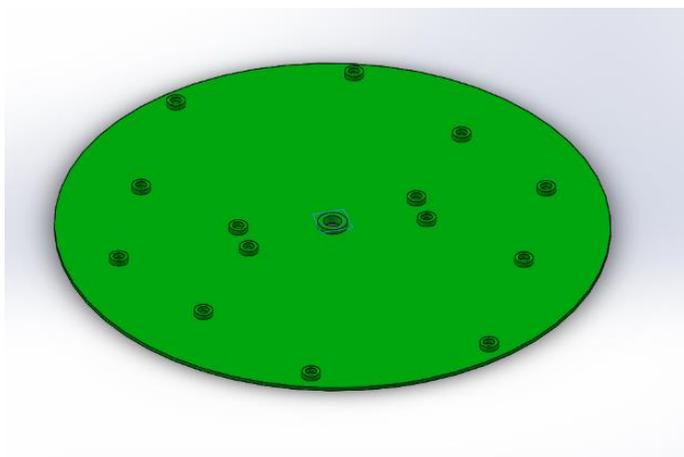


Ilustración 25 Diseño 245701-2017-101

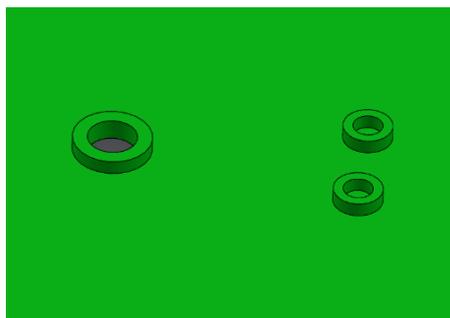


Ilustración 26 Diseño 245701-2017-101
agujeros

5.2.2. Eje-245701-2017-102

Está formado por acero S355J2G3 mediante mecanizado y doblado de tubos. Todas las piezas se unen mediante soldadura. Se pueden apreciar dos secciones diferenciadas:

- **Cuerpo:** Es una barra de 100 mm de diámetro que está fija con el suelo, no gira. Sirve para alinear todos los elementos del conjunto y como eje de rotación de estos. Esta pieza corresponde con la numero 245701-2017-102.1
- **Agarre:** Esta atornillado al eje en la parte superior y sirve para que los usuarios se den impulso y consigan girar el conjunto. Esta pieza corresponde con la numero 245701-2017-102.2

Está pintado de amarillo (RGB 255,255,0).

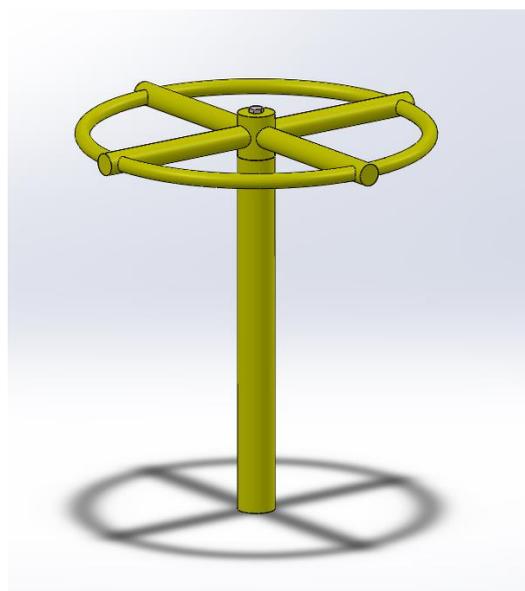


Ilustración 27 Diseño 245701-2017-102

5.2.3. Banco-245701-2017-103

Es el asiento para los usuarios que no necesiten silla de ruedas. Está diseñado para un máximo de 3 niños de entre 3 y 12 años o 2 niños/adultos mayores de 12 años.

Se fabrica de acero S355J2G3 por piezas y se suelda. Pesa 50 kg y es de color azul (RGB 0,206,255).

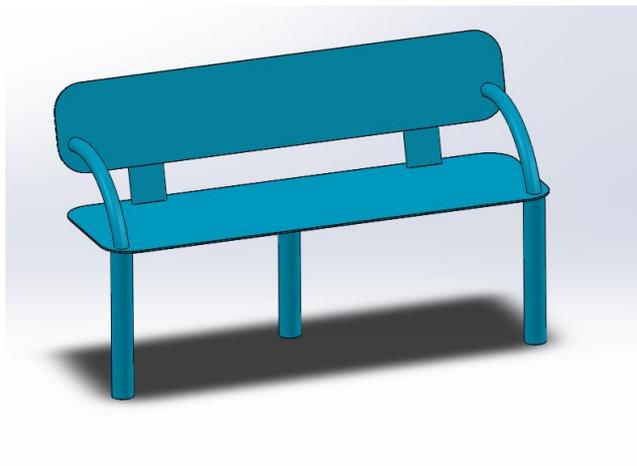


Ilustración 28 Diseño 245701-2017-103

Las patas están formadas por un tubo de 3 mm de espesor y sujetan todo el subconjunto. En la parte de adelante se localizan 2 en los extremos y en la de atrás solo 1 en el medio. Este diseño está justificado en los cálculos.

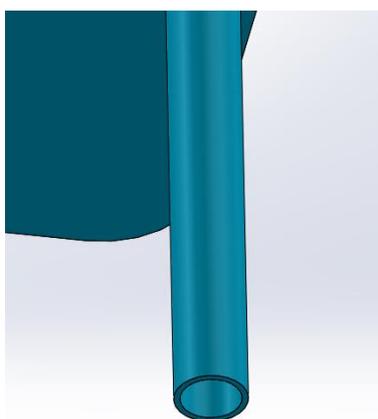


Ilustración 29 Diseño 245701-2017-103
patas

Estas patas se sueldan a una chapa donde se sienta el usuario que a su vez lleva soldada dos piezas del mismo acero que sujetan una segunda chapa que tiene la función de reposar la espalda y de tope impidiendo que los usuarios puedan caerse.

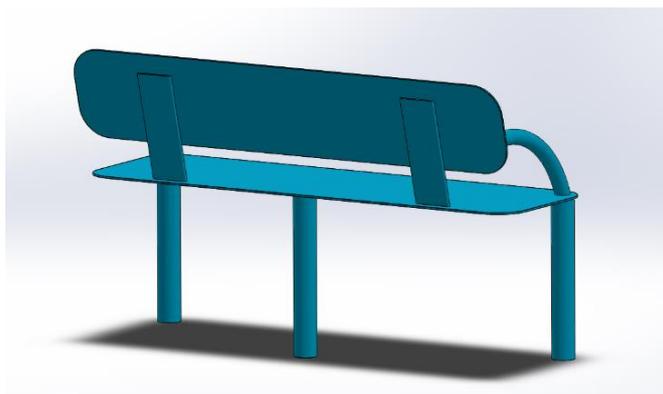


Ilustración 30 245701-2017-103 Reposa-espalda

Con la misma función, también se ha añadido un sujeta brazos en los dos laterales que se fabrican mediante doblado de barras y se unen por soldadura.

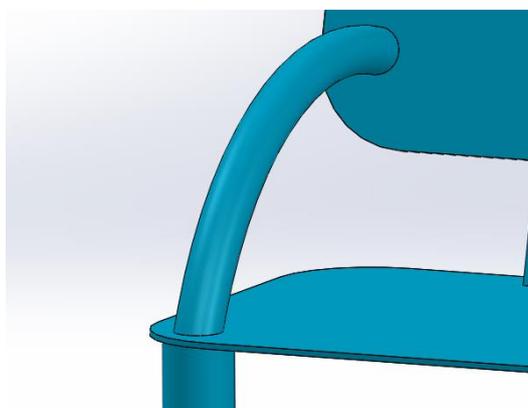


Ilustración 31 Diseño 245701-2017-103 Reposabrazos

5.2.4. Barandilla-245701-2017-104

Tiene como función aportar seguridad al minusválido con la silla de ruedas en el caso en el que intente desplazarse. También delimita el espacio de la silla de ruedas.

Se fabrica por doblado de tubos (3 mm de espesor) y se unen por soldadura. Pintado de rojo (RGB 255,0,0).

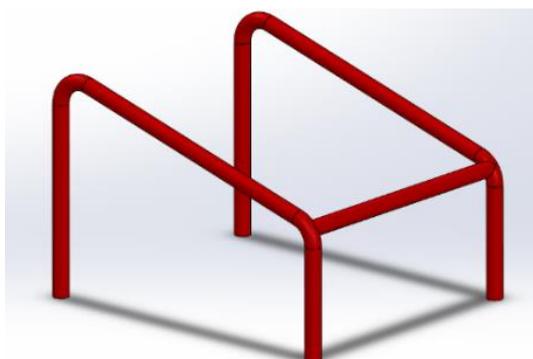


Ilustración 32 Diseño 245701-2017-104

5.2.5. Soportes-245701-2017-105 y 245701-2017-106

Son de acero S355J2G3 y se realizan mediante fundición. Su función es sujetar los rodamientos y con la ayuda del eje evitar que la estructura se incline.

Las dos piezas son iguales a diferencia que una se suelda a la plataforma y la otra se atornilla al cemento y por eso tiene unos agujeros para tornillos.

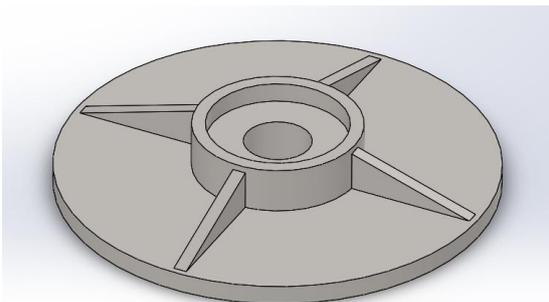


Ilustración 34 Diseño 245701-2017-105

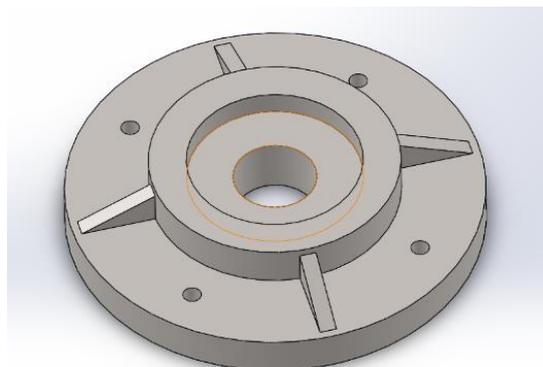


Ilustración 33 Diseño 245701-2017-106

5.2.6. Tope 245701-2017-107

Al igual que las barandillas, proporcionan seguridad al usuario con la silla de rueda y evita que se pueda salir del carrusel por la fuerza centrífuga

Se fabrican por extrusión y son del mismo color que la plataforma.

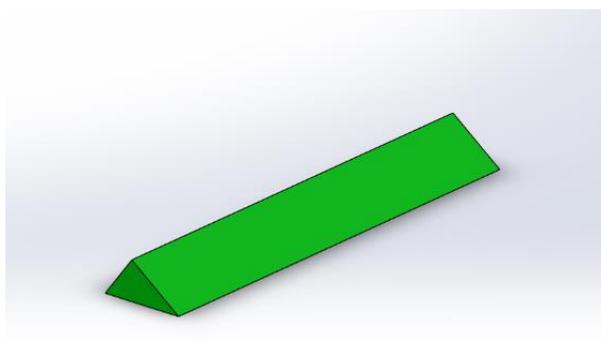


Ilustración 35 Diseño 245701-2017-107

5.2.7. Rodamiento

Es un rodamiento de rodillos cónicos 29420 E del catálogo SKF que aguantan mucha carga axial como se puede comprobar en los resultados ya que el carrusel es bastante pesado.

Mide 210 mm de diámetro máximo y 67 mm de alto. Es un rodamiento que aguanta una carga estática básica de 2500 KN y una carga dinámica de 980 KN. Pesa 10 Kg.

Como tiene una geometría algo compleja, se ha realizado una copia sencilla con las medidas generales para utilizarla en el programa Solid Works

Sus características se encuentran en el **Anexo A**.

5.3. Materiales

Todos los materiales están formados por acero S355J2G3 para la correcta soldadura.

Están recubiertos con pintura especial no toxica que los protege frente a las condiciones atmosféricas y la corrosión catódica.

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	490	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	315	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-005	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)

Tabla 8 Propiedades acero S355J2G3 (SolidWorks)

5.4. Instalación

Todas las piezas ya especificadas vienen producidas en fábrica con sus soldaduras correspondientes.

Es importante el correcto montaje de los distintos elementos para su correcto funcionamiento y para que su utilización sea segura.

Será necesaria una adecuación del terreno y una buena fijación del eje. Posteriormente se introduce la plataforma con los elementos que se sitúan encima con la ayuda de una grúa y por último el agarre.

Los pasos especificados se encuentran en el pliego de condiciones en la ejecución de la instalación.

5.5. Validación del diseño

Se va a proceder al estudio de las cargas esperadas en la mayoría de los elementos del conjunto. En este apartado de la memoria se van a exponer los resultados. La realización de los estudios completos se puede ver en los anexos.

5.5.1. Plataforma

Es la pieza que aguanta más tensiones. Tiene que aguantar el peso de los elementos que se sitúan encima y el peso de los usuarios. Por ese motivo tiene un espesor considerable y está fabricado por un material de acero con un alto límite elástico.

Se han realizado tres estudios estáticos de esta pieza, el primero simulando sólo las cargas de los elementos barandilla y banco y los otros añadiendo el peso de los usuarios.

El primer estudio está basado en las cargas de los elementos barandilla (43 kg) y banco (50 kg). El estudio completo se encuentra en el anexo B Las cargas están repartidas en los orificios de la plataforma. Las cargas son las masas de dichos elementos multiplicados por la gravedad.

Tiene dos sujeciones, el soporte, que se ha efectuado con una línea de partición, y el orificio donde iría situado el eje.

Dichas cargas y las sujeciones están repartidas de esta forma:

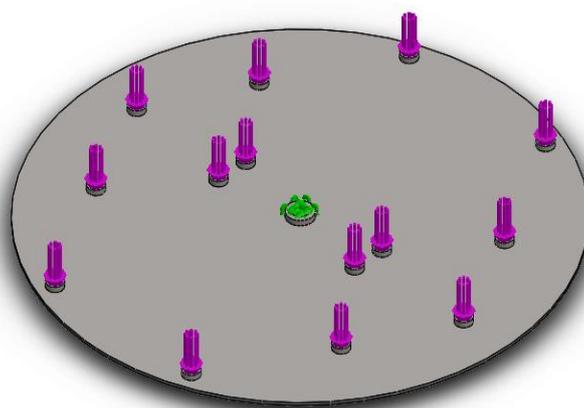


Ilustración 36 Cargas y sujeciones estudio plataforma

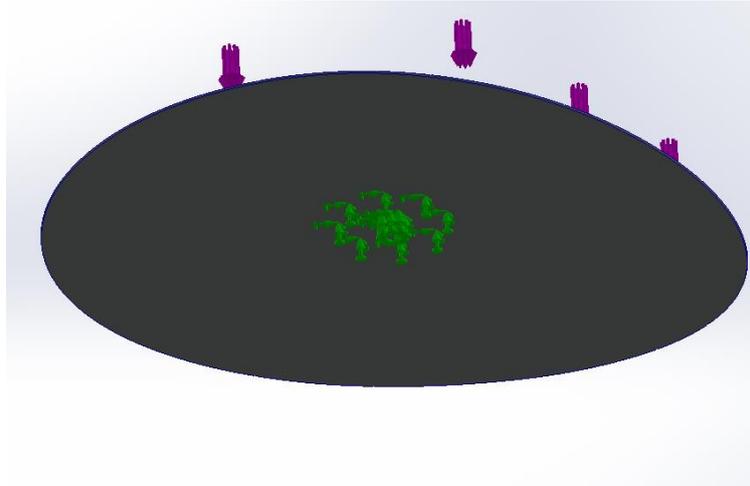


Ilustración 37 Sujeción inferior de la plataforma

Los resultados son óptimos. La tensión máxima de Von Mises es de $1,5 \text{ e}+007 \text{ N/m}^2$, el desplazamiento máximo es de 4 mm y el factor de seguridad es de 21.

El segundo ensayo realizado es el caso más desfavorable posible. Se ha supuesto que dos personas adultas con un peso considerable (100 kg) se sientan en el mismo banco creando un momento flector.

Las sujeciones son las mismas y solo ha sido modificada la carga de uno de los bancos. Suponiendo que pesan 100 kg cada uno la carga es de 1960 N. Esta carga hay que sumárselas a las del apartado anterior lo que hace una carga de 2450 N sobre los 3 orificios de uno de los bancos. Además, se añaden las otras cargas. El calculo completo se encuentra en el anexo C.

En este caso la tensión aumenta. El valor máximo es de $7,75 \text{ e}+007 \text{ N/m}^2$. Este valor se localiza cerca del centro cuando empieza a deformarse, pero solamente en el lado donde se sientan los dos usuarios.

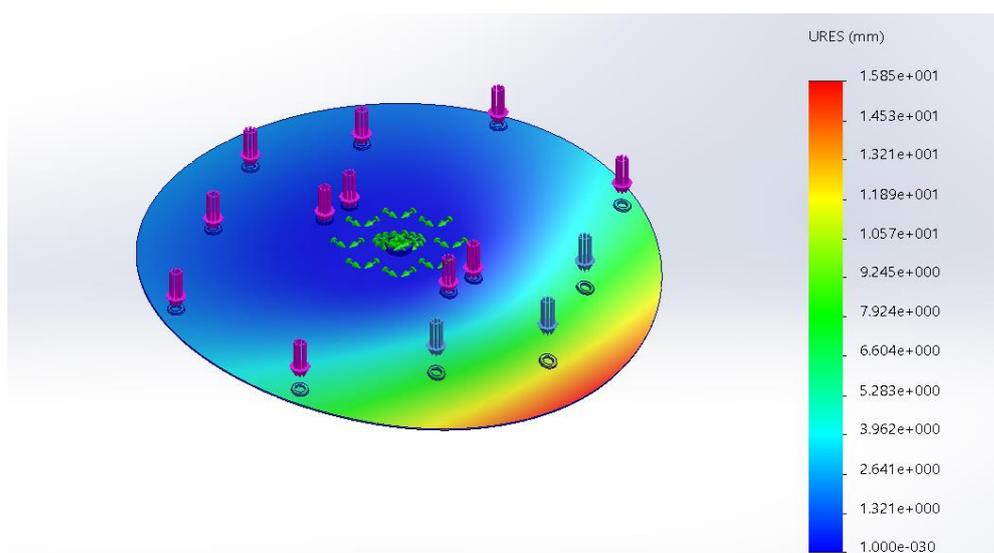


Ilustración 38 Desplazamiento estudio plataforma

Como es lógico, el desplazamiento también aumenta en el extremo donde se localizan los usuarios. Su valor máximo es 15 mm. Es un valor algo superior, pero sigue siendo despreciable frente a los 3000 mm que mide la plataforma además se trata de un caso extremo.

Factor de seguridad 4. Es un valor alto pero recomendable debido a que pueden darse situaciones peores que la propuesta, aunque no sea lo habitual. Es necesario tener una seguridad adicional para que no pase nada ante mayores cargas por un uso inapropiado.

Por último, se ha realizado un ensayo de la plataforma igual que el ensayo anterior, pero añadiendo más usuarios. En esta ocasión, además de los dos usuarios adultos en el banco, se monta en el carrusel un niño de 50 kg en silla de ruedas (20 kg) y le acompaña un usuario adulto de 100 kg. En total son 1666 N en la zona destinada a estos usuarios. Se puede observar las cargas en la ilustración 39. El estudio completo se puede hallar en el anexo D.

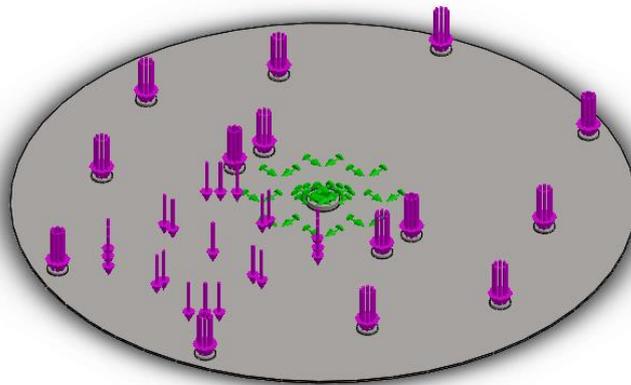


Ilustración 39 Cargas ensayo 3 plataforma

El resultado del ensayo es prácticamente igual que en el anterior ensayo. La tensión de Von Mises ha aumentado a $8,45 \text{ e}+007 \text{ N/m}^2$ y el desplazamiento máximo es de 14,8 mm. El factor de seguridad ha disminuido a 3,725.

5.5.2. Banco

Como consecuencia del supuesto del apartado anterior, también es conveniente estudiar como actuaría el banco con una carga de 1960 N.

Las sujeciones se han localizado en las 3 patas y las cargas en la chapa donde se sienta el usuario y en el respaldo donde se apoya la espalda como se puede ver en el anexo E.

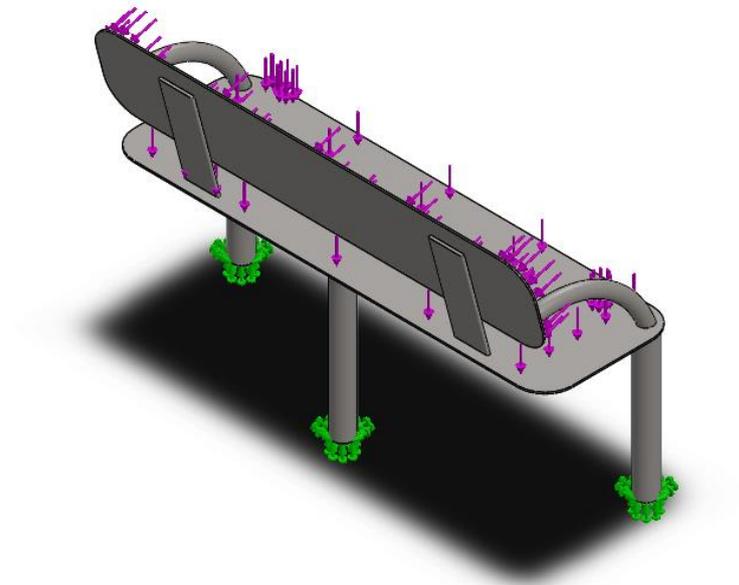


Ilustración 40 Cargas y sujeciones estudio banco

El ensayo ha concluido con unos resultados bastante óptimos. La tensión de Von Mises máxima es de $7,5 \text{ e}+007 \text{ N/m}^2$ en la zona central del asiento donde se sitúa la barra del medio. Esto es debido al momento flector que se crea en el extremo opuesto.

El desplazamiento máximo es despreciable. Llega a 2 mm en dicho extremo y en la zona superior del respaldo.

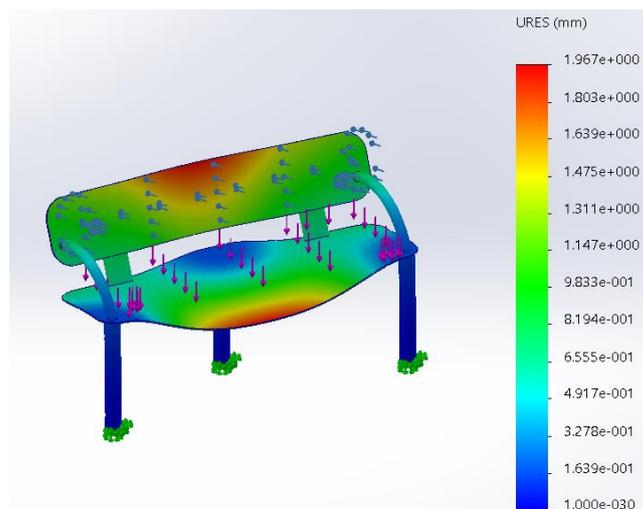


Ilustración 41 Desplazamiento del elemento banco

El factor de seguridad es 4. Es un valor recomendable ya que puede haber una posible variación de la carga debido a un mal uso del elemento.

5.5.3. Barandilla

Por último, se ha realizado un ensayo sobre la barandilla con el fin de que sea segura frente a un posible accidente. Se ha supuesto un desplazamiento de la silla de ruedas en la dirección que se puede observar en la figura 42.

El objetivo es comprobar que la barra aguanta la carga que supondría la persona con la silla de ruedas otorgándole la seguridad para la que está instalada.

Se ha localizado una carga de 1000 N. Se ha supuesto una persona de elevado peso y el peso de la silla que son 15 kg, es decir, aproximadamente 100 kg en total.

Las sujeciones son los extremos inferiores y la carga se ha aplicado al tubo central de uno de los laterales. El estudio completo se ha realizado en el anexo F.

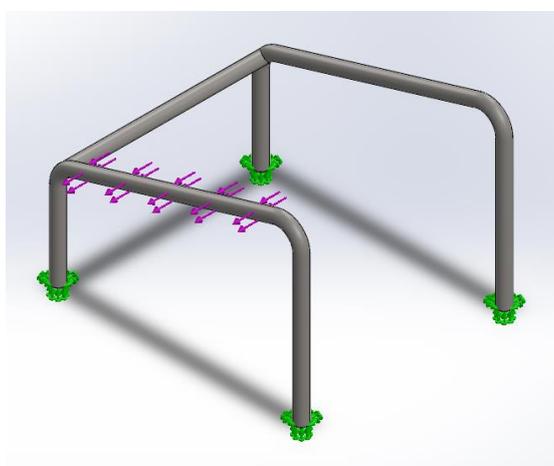


Ilustración 42 Cargas y sujeciones sobre la barandilla

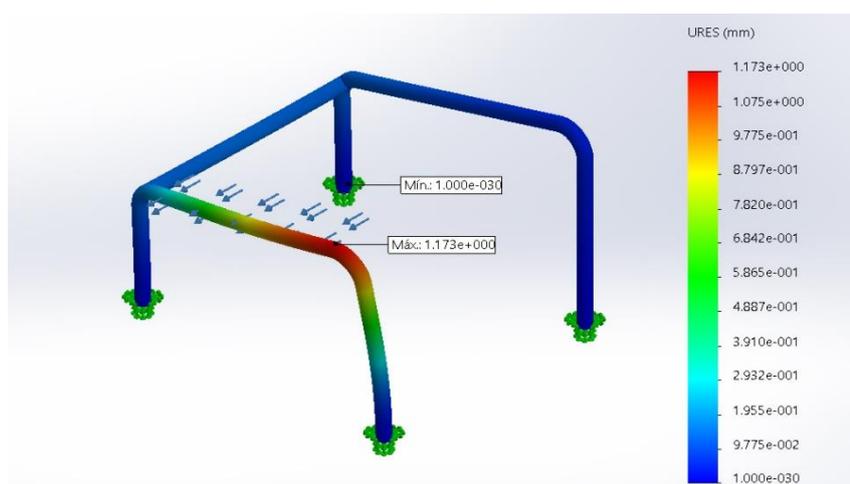


Ilustración 43 Desplazamiento barandilla

Observando los cálculos, se ha llegado a la conclusión de que el elemento barandilla aguantaría sin problema un posible accidente. La tensión de Von Mises es de $4,456 \text{ e}+007 \text{ N/m}^2$ y se da en la unión de la barra ensayada con la barra del elemento.

El desplazamiento es de 1,2 mm, despreciable como en el apartado anterior, y el factor de seguridad de 7 necesario por si se hace un uso inadecuado o se somete a esfuerzos mayores.

6. Presupuesto

Se ha realizado una estimación del precio final del proyecto, tanto de la fabricación, instalación y montaje como el diseño y otros aspectos importantes.

Se ha separado en 3 subapartados: la realización del proyecto, el coste de los materiales y la fabricación y el montaje y las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.

Para comenzar, en el apartado de realización del proyecto se ha tenido en cuenta la elaboración del diseño realizado por el proyectista y de los elementos utilizados para ello, como las fotocopias realizadas. El precio asciende a 2372 €.

A continuación, en el apartado de coste de materiales se ha calculado el coste que va a suponer la elaboración de los elementos del conjunto. Los elementos comerciales se compran a las tiendas específicas por el precio marcado pero los elementos no comerciales se han calculado a partir del volumen de material y de las operaciones a realizar. Se ha estimado un total de 3796,68€.

Para terminar, en el apartado de montaje y pruebas se ha tenido en cuenta el transporte hasta el lugar de los elementos fabricados y su correspondiente soldadura en el lugar de instalación. También se ha estimado las pruebas necesarias una vez montado el conjunto. En total se ha calculado 740 €.

El precio total del conjunto aplicando el IVA son 8359,51 €.

7. Conclusiones

El proyecto se ha realizado cumpliendo los requisitos impuestos, tanto legales como los requisitos de cliente y usuarios del columpio. Los usuarios que pueden utilizar el carrusel son numerosos, debido al correcto estudio del mercado y de las discapacidades existentes.

Se han estudiado correctamente las distintas alternativas ideadas y se ha elegido un diseño que se ajusta a la perfección, debido al correcto análisis de los factores elegidos.

Estudiados los requisitos de la alternativa elegida, se ha descrito cada elemento que lo compone de manera muy descriptiva y se ha explicado paso a paso su fabricación y su posterior montaje.

Los cálculos realizados tienen unos resultados muy razonables y hay seguridad en el diseño. Esto es gracias al correcto diseño efectuado y a la selección de buenos materiales para llevarlo a cabo.

Podemos concluir el proyecto afirmando que el diseño realizado es óptimo. Sin embargo, no es perfecto y podrían realizarse ciertas mejoras. Algunas de estas mejoras se van a explicar en el siguiente apartado.

8. Mejoras posibles

8.1. Espesor plataforma

Aunque los cálculos sean correctos, se podría haber ideado otro diseño diferente con el fin de mejorar ciertos aspectos. Una característica del diseño a mejorar es el peso del conjunto. Cada una de las piezas fabricadas no pesan especialmente, sin embargo, la plataforma tiene un peso bastante elevado.

Muchos de los carruseles de este tipo que se comercializan en la actualidad tienen pesos muy parecidos, pero se podría reducir creando otro mecanismo.

Un mecanismo posible consiste en crear unos railes en el extremo exterior de la plataforma y que tengan contacto con el suelo. De esta forma, la plataforma pasaría a estar bi-apoyada generando menos esfuerzos. Mediante este diseño se conseguiría disminuir notablemente el espesor de la plataforma y con este el peso total.

8.2. Elemento de seguridad

Otra posible modificación del diseño podría ser los topes de seguridad. Se utilizan normalmente en este tipo de carruseles inclusivos, pero se podría mejorar para una mayor seguridad.

Una alternativa distinta sería crear un mecanismo como en los parques de atracciones, en el cual al introducir la silla permita descender la barrera manualmente y que se asegure mejor la silla.

Pamplona a 27 de abril de 2018

Luis Giral Herrero