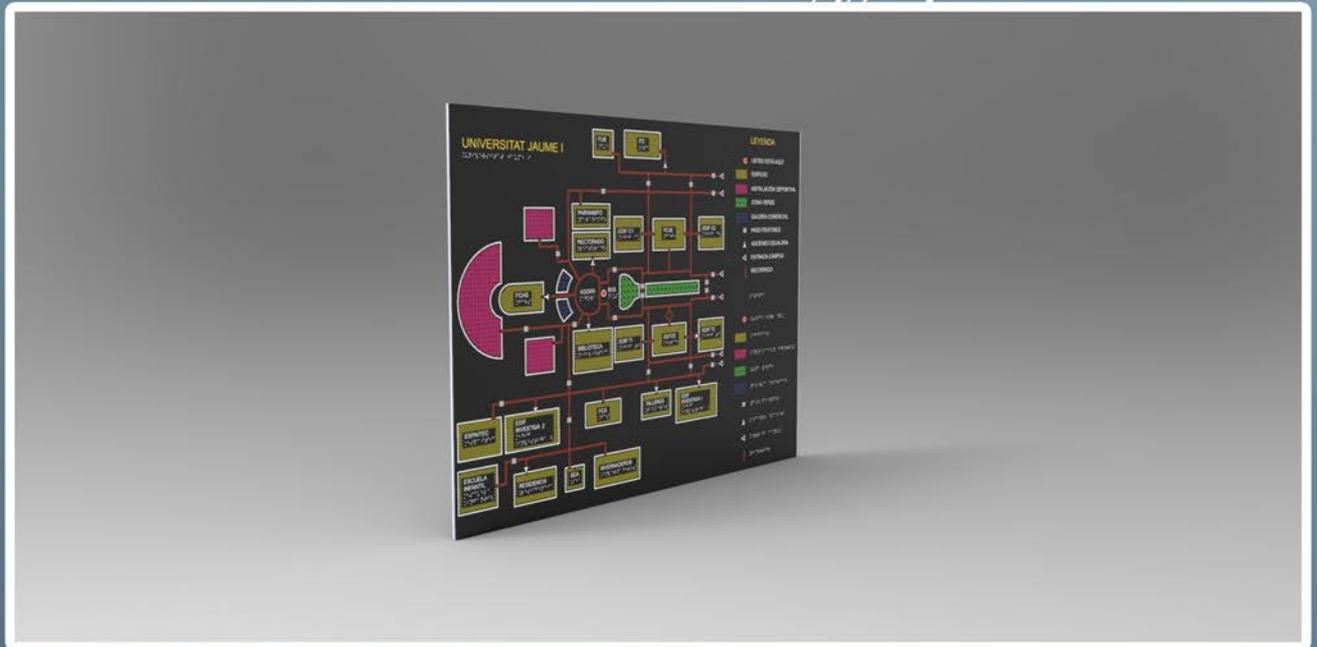


MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019



Autor: Marc Monferrer Pruñonosa

Tutor: Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JUNIO 2019

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa
Tutor: Julio Serrano Mira
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice de general.

VOLUMEN 1: MEMORIA.....	4
1.1 Objeto.....	7
1.2 Alcance	7
1.3 Antecedentes	7
1.4 Normativa y referencias	11
1.5 Composición de la información gráfica del mapa	15
1.6 Selección de la técnica de fabricación del mapa.....	20
1.7 Generación de los bastidores.....	22
1.8 Coste final del producto	50
1.9 Conclusiones.....	51
VOLUMEN 2: ANEXOS.	52
ANEXO 1: Búsqueda de información.....	55
1.1.Los gráficos tangibles.	55
1.2.Productos antecedentes.	56
ANEXO 2: Diseño conceptual.	60
2.1 Definición de objetivos.....	60
2.2 Análisis de objetivos.....	62
2.3 Establecimiento de especificaciones y restricciones del problema.....	70
2.4 Objetivos seleccionados para los siguientes procesos de diseño.....	74
2.5 Alternativas de diseño.....	77
2.6 Evaluación de las propuestas de diseño.	85
ANEXO 3: Composición de la información del mapa	95
3.1 Partes que contiene el mapa.....	95
3.2 Formato y dimensiones del mapa	96
3.3 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos visuales.	96
3.4 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos táctiles.	100
3.5 Selección de la información a incluir del mapa.....	104
3.6 Resultado.....	109
3.7 Condiciones de uso del mapa.....	110
ANEXO 4: Consideraciones ergonómicas.	113
4.1 Zona de barrido ergonómico.....	113
4.2 Dimensiones del mapa	113
4.3 Dimensiones para asegurar la accesibilidad del mapa.....	114
ANEXO 5: Selección de la técnica de fabricación del mapa táctil.	118

5.1 Factores a tener en cuenta en la selección de la técnica de fabricación.....	118
5.2 Técnicas de fabricación más habituales.....	119
5.3 Descripción de características de los gráficos Kersings y su obtención.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 6: Cálculos.....	124
6.1 Diseño de exteriores.....	124
6.2 Diseño de interiores.....	127
VOLUMEN 3: PLANOS.....	136
3.1 Diseño de exteriores.....	138
3.2 Diseño de interiores.....	145
VOLUMEN 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....	140
4.1 Alcance.....	157
4.2 Diseño para exteriores.....	157
4.3 Diseño para interiores.....	169
4.4 Normativa y legislación aplicables al proyecto.....	179
VOLUMEN 5: ESTADO DE MEDICIONES.....	183
5.1 Diseño para exteriores.....	184
5.2 Diseño para interiores.....	187
VOLUMEN 6: PRESUPUESTO.....	191
6.1 Diseño para exteriores.....	193
6.2 Diseño para interiores.....	196

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 1: MEMORIA

Autor: Marc Monfrer Pruiñonosa

Tutor: Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice de la memoria.

1.1 Objeto.....	7
1.2 Alcance.	7
1.3 Antecedentes.	7
1.3.1 Material informativo impreso en Braille	9
1.3.2 Señalética adaptada para invidentes.	9
1.3.3 Pavimento táctil.	10
1.3.4 Maquetas táctiles.....	10
1.4 Normativa y referencias.....	11
1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.	11
1.4.2 Bibliografía.	12
1.4.3 Software utilizado.	13
1.4.4 Plan de gestión de la calidad.....	13
1.5 Composición de la información gráfica del mapa.	15
1.5.1 Aspectos generales.	15
1.5.2 Elementos a representar en el mapa.	18
1.5.3 Resultado final.....	19
1.6 Selección de la técnica de fabricación del mapa.....	20
1.7 Generación de los bastidores.....	22
1.7.1 Objetivos de los soportes.....	22
1.7.2 Generación de especificaciones y restricciones.....	23
1.7.3 Propuestas iniciales de diseño.	26
1.7.4 Evaluación de las propuestas de diseño.	28
1.7.4.1 Análisis cuantitativo DATUM.....	28
1.7.4.2 Método de objetivos ponderados.....	30
1.7.5 Establecimiento de dimensiones.	32
1.7.6 Descripción detallada del bastidor de exteriores.	34
1.7.6.1 Piezas.....	34
1.7.6.2 Materiales.	35
1.7.6.3 Procesos de fabricación.....	36
1.7.6.4 Proceso de montaje.	37
1.7.6.5 Proceso de instalación.....	37
1.7.6.6 Cálculos realizados.	37
1.7.6.8 Renders del producto final.....	39
1.7.7 Descripción detallada del bastidor de interiores.	42

1.7.7.1 Piezas.....	42
1.7.7.2 Materiales.	44
1.7.7.3 Procesos de fabricación.....	45
1.7.7.4 Cálculos realizados.	46
1.7.7.5 Montaje e instalación.....	47
1.7.7.6 Renders del producto final.....	48
1.8 Coste final del producto.	50
1.9 Conclusiones.....	51

1.1 Objeto.

El objeto de este trabajo de final de grado es el de desarrollar un plano de planta bidimensional (o mapa táctil) cuya función será servir de orientación y de guía dentro del campus de la Universitat Jaume I.

La propuesta de mapa táctil viene complementada con diversas soluciones de soporte (o bastidor) para su colocación tanto en ubicaciones exteriores como interiores y que permiten hacer uso del mapa en condiciones de accesibilidad y de ergonomía adecuadas para personas sin ningún tipo de deficiencia visual, discapacitados visuales y personas en silla de ruedas.

En definitiva, la principal motivación de este trabajo es la de satisfacer la necesidad que una institución pública como la UJI tiene de incluir elementos que faciliten el acceso y uso de sus instalaciones a todo tipo de personas y así brindar mismas oportunidades en materia de acceso a la educación y conocimiento a todo el mundo.

1.2 Alcance.

La búsqueda de la solución final se abordará mediante la resolución de tres sub-problemas básicos:

- Composición de la información gráfica del mapa táctil.
- Selección del material y de la técnica para la materialización del plano táctil.
- Generación de los bastidores a los cuales se propondrá soluciones para su uso interior como para su uso en exteriores.

Para abordar estos tres problemas se emplean las diferentes metodologías vistas durante las asignaturas de la titulación, se han realizado de resistencia, se han aplicado normativas para este tipo de productos y además se especifican los procesos de fabricación de aquellos elementos que no son adquiridos.

Con todo lo anteriormente descrito, se va a realizar diseño de un mapa táctil de la Universitat Jaume I, que sirva de orientación para el usuario al que va destinado y que cumpla con los requisitos definidos, que se pueda materializar sobre el soporte escogido y montarse sobre los diferentes bastidores propuestos en ambientes exteriores e interiores. Se ha definido para cada uno de estos bastidores toda la información necesaria para su materialización incluyendo planos, materiales, procesos de fabricación, montaje, uso y mantenimiento.

1.3 Antecedentes.

Existen multitud de mapas táctiles ideados para todo tipo de lugares, realizados en técnicas de fabricación y distribución de la información visual muy variadas. Estos se hacen servir de recursos tales como zonas o elementos en alto relieve, código Braille,

texturas, patrones y contrastes cromáticos que debidamente utilizados y distribuidos permiten orientarse a las personas con discapacidad visual. A continuación, en las figuras 1 y 2 se muestran unos ejemplos:



Fig.1 Mapa táctil de la plaza de Pilar Nuevo en Las Palmas de Gran Canaria realizado en aluminio mecanizado y pintado.



Fig.2 Mapa táctil de un parque de Hong Kong realizado mediante recorte de láminas de plástico.

Además de los mapas táctiles existen otros tipos de productos ideados para facilitar la captación de información y conocimientos o ayudar a orientarse en espacios tanto públicos como privados a personas con discapacidad visual, aquí unos ejemplos:

1.3.1 Material informativo impreso en Braille.

Pueden ser libros, revistas, folletos, etc... cuyo medio para ser interpretados es el sistema de lectoescritura Braille. No son de uso recomendable en exteriores al ser el papel su principal soporte ya que se expone a desgaste, manchas y rotura. En la figura 3 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de material.

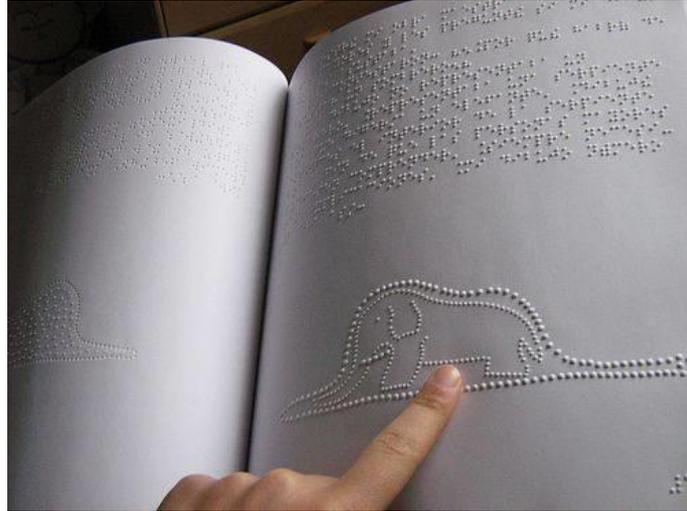


Fig.3 Muestra de un libro impreso en código de lectoescritura Braille.

1.3.2 Señalética adaptada para invidentes.

Es un tipo de cartelería o rotulación que, por lo general transmite; una información muy escueta y concreta sobre el lugar donde se sitúa. En la figura 4 se puede ver un ejemplo de este tipo de producto.



Fig.4 Ejemplo de señalética para invidentes.

1.3.3 Pavimento táctil.

Es un tipo de pavimento que se contrasta con el resto de pavimentos donde se integra mediante un color diferenciado y una textura en alto relieve.

Es utilizado para dirigir, orientar y además informar de las distintas circunstancias que puedan darse en un punto del recorrido. Por contra, aportan información limitada y no establecen ubicación. A continuación, en la figura 5 se puede ver una muestra de este tipo de pavimento.



Fig.5 Pavimento táctil.

1.3.4 Maquetas táctiles.

Este tipo de producto tiene prácticamente la misma finalidad que un mapa táctil solo que las maquetas táctiles además de proporcionar nociones de orientación también tienen la posibilidad de aportar nociones volumétricas del objeto o lugar que representan, lo cual hace que tengan un gran valor didáctico.

Su principal inconveniente es que son muy caras. Usualmente hechas de plástico y metal, los procesos de fabricación habituales son mecanizado o moldeo. Según el material son aptas para uso en exteriores y requieren de un mantenimiento periódico.

En la figura 6 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de maquetas.



Fig.6 Maqueta táctil exterior del centro de Florencia realizada en fundición de bronce.

1.4 Normativa y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

Las leyes y normas consultadas y de aplicación a este proyecto son las siguientes:

UNE 157001:2014 : Criterios para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

UNE-EN 335:2013 : Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.

UNE-EN 326-1:1995 : Tableros derivados de la madera. Muestreo, despiece e inspección. Parte 1: Muestreo y despiece de probetas y expresión de resultados de ensayo.

UNE-EN 326-2:2011+A1:2015 : Tableros derivados de la madera. Muestreo, despiece e inspección. Parte 2: Ensayo inicial del tipo y control de producción en fábrica.

UNE-EN 755-2:2016 : Aluminio y aleaciones del aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

UNE-EN ISO-2: 9692-1:2014 : Soldeo y procesos afines. Tipos de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte, soldeo por llama, soldeo por arco con gas inerte y electrodo de wolframio y soldeo por haz de alta energía de aceros.

UNE-EN-ISO 9692-3:2016 : Soldeo y técnicas afines. Tipos de preparación de las uniones. Parte 3: Soldeo MIG y TIG del aluminio y sus aleaciones.

UNE-EN-ISO 8993:2011 : Anodización del aluminio y sus aleaciones. Sistema de clasificación para la evaluación de la corrosión por picaduras. Método de las imágenes patrón.

UNE-EN-ISO 7599:2018 : Anodización del aluminio y sus aleaciones. Método para especificar recubrimientos de oxidación anódica decorativos y protectores sobre el aluminio.

UNE-EN-ISO 1461:2010 : Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE 170001-1:2007 : Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno.

UNE 170001-2:2007 : Accesibilidad universal. Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad.

UNE 170002:2009 : Requisitos de accesibilidad para la rotulación.

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08): Es el nombre que recibe la normativa española sobre el cálculo y seguridad en estructuras de hormigón. Es de obligado cumplimiento para todas las estructuras que utilicen hormigón en España

Decreto 39/2004 de 5 de Marzo, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad a la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano.

Ley 1/1998, de 5 de Mayo, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas, urbanísticas y de la comunicación.

Orden de 9 de Junio de 2004, de la Consellería de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad en el medio urbano.

Orden de 25 de Mayo de 2004, de la Consellería de Infraestructuras y Transporte, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia.

1.4.2 Bibliografía.

La bibliografía empleada para la búsqueda de información necesaria para la elaboración de este proyecto es la siguiente:

Libros:

-REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA CONFECCIÓN DE PLANOS ACCESIBLES A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL. Comisión Braille Española, Organización Nacional de Ciegos Españoles.

-*ESCRITURA CON LA FUENTE BRAILLE DE LA COMISION BRAILLE ESPAÑOLA.* Organización Nacional de Ciegos Españoles.

-*ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS CON CEGUERA Y DEFICIENCIA VISUAL.* Organización Nacional de Ciegos Españoles.

-*DISEÑO CONCEPTUAL.* M.R. Vidal, A. Gallardo Izquierdo, J. E. Ramos Barceló.

Temario de asignaturas:

-DI1043: DISEÑO INCLUSIVO.

-DI1033: ACABADOS SUPERFICIALES DE PRODUCTOS.

-DI1032: PROYECTOS DE DISEÑO.

-DI1028: DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR II.

-DI1023: ERGONOMÍA.

- DI1021: DISEÑO PARA FABRICACION: PROCESOS Y TECNOLOGÍAS (II)
- DI1020: DISEÑO PARA FABRICACIÓN: DISEÑOS Y TECNOLOGÍAS (I)
- DI1014: DISEÑO CONCEPTUAL

Artículos:

- Jaume Gual Ortí; Julio Serrano Mira; Gracia M. Bruscas Bellido; José V. Abellán Nebot. "Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo". 22nd International Congress on Project Management and Engineering. 2018. Madrid.
- J. Gual Ortí; J. Serrano Mira; M.J. Máñez Pitarch. "Aplicación de la fabricación aditiva en la obtención de moldes para termoconformar gráficos tangibles orientados a personas con discapacidad visual (edición digital en línea). 2015. Vol. 66. Pp. 1-31. ISSN: 1887-3383.
- J. Gual Ortí; J. Serrano Mira; M.J. Máñez Pitarch. "Obtención de gráficos tangibles mediante técnicas de prototipado Rápido: el volumen como elemento compositivo de diseño". Integración. Revista sobre discapacidad visual (edición digital en línea). 2015. Vol. 65. Pp. 1-22. ISSN: 1887-3383

1.4.3 Software utilizado.

- AUTOCAD
- SOLIDWORKS
- KEYSHOT 7
- ADOBE PHOTOSHOP CC
- ADOBE ILLUSTRATOR CC
- MICROSOFT WORD 2016

1.4.4 Plan de gestión de la calidad.

Con la intención de seguir una estructura en los pasos que se han dado a lo largo de la ejecución del proyecto y asegurar que este se termina en la fecha ideada, (siendo en este caso el 1 de Junio) se ha elaborado un plan de plan de aseguramiento el cual se ha tenido en cuenta y se ha cumplido.

Este plan viene dado en forma de calendario, el cual nos muestra las tareas a realizar y el tiempo asignado para cada una de estas. En la figura 7 se puede apreciar en mayor detalle esta planificación.

	Marzo	Abril
Buscar información	█	
Diseño conceptual		█
Calculos		█
Modelado		█
Planos		█
Renderizado		█
Pliego de condiciones		
Estado de mediciones		
Presupuesto		
Memoria		
	Mayo	Junio
Buscar información		
Diseño conceptual		
Calculos		
Modelado		
Planos		
Renderizado	█	
Pliego de condiciones	█	
Estado de mediciones		█
Presupuesto		█
Memoria		█

Fig.7 Calendario con las actividades a desempeñar.

1.5 Composición de la información gráfica del mapa.

1.5.1 Aspectos generales.

En este apartado se describe la información que se incluye en el mapa táctil del campus de la Universitat Jaume I y los principales aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de ejecutar su representación, tanto en la concepción de la información visual como su distribución a lo largo del mapa. Para conocer en más detalle este proceso ver "ANEXO 3: Composición de la información gráfica del mapa"

Primeramente, hay que destacar que hay dos clases de mapas táctiles en función de la representación que muestran del espacio. Existe un primer tipo de mapas, los cuales hacen una representación fidedigna de la escala y la geometría del lugar a describir; por otro lado, hay otro tipo de mapas los cuales se basan en el recorrido para llegar a los distintos lugares de un recinto o zona.

En el caso de este proyecto, el tipo de mapa que se va a realizar es de los que se basan en el recorrido, siendo esto debido a que el campus de la Universitat Jaume I es un recinto de gran tamaño y que ciertos puntos de este presentan cierta complejidad geométrica

A continuación, en la figura 8 se muestra el plano del que se ha partido para realizar el mapa táctil.

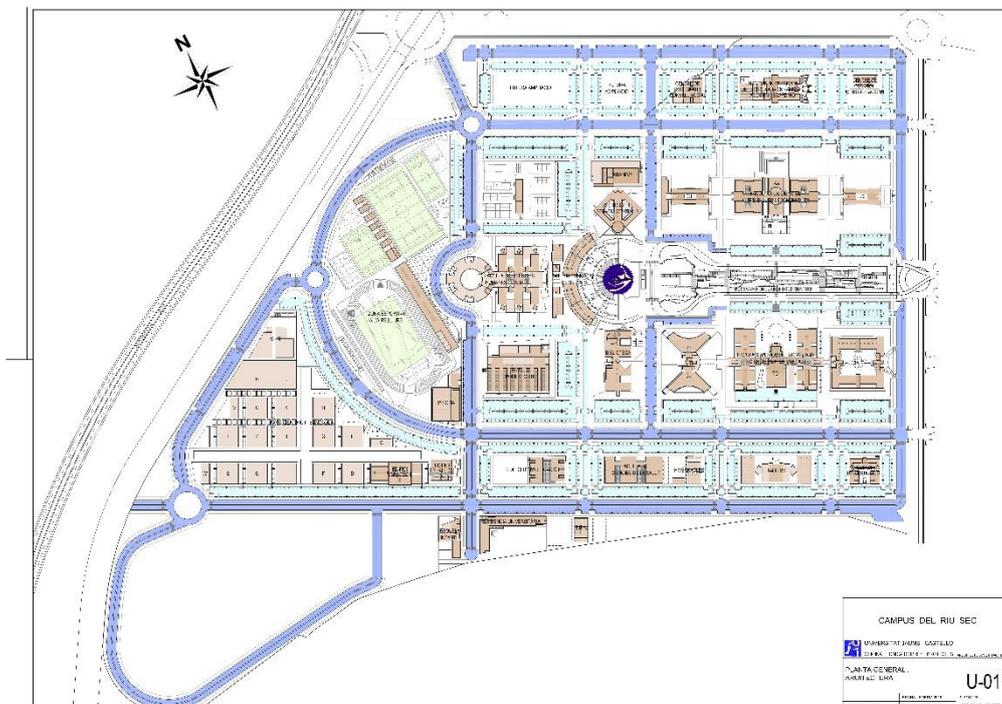


Fig.8 Vista en planta del campus de la Universitat Jaume I representado a escala (plano facilitado por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI)

En lo referente a la solución adoptada, a continuación, se muestra la forma en que se han resuelto algunos aspectos singulares. Primeramente, se ha simplificado la geometría de los edificios a formas poligonales más sencillas, además en algunos de estos la escala respecto a otros edificios y sus proporciones puede variar debido a que dentro de su contorno deben albergar texto que siempre vendrá dado en un tamaño de letra fijo.

En la figura 9 se puede ver un ejemplo de cómo se ha simplificado la geometría de los contornos de los edificios pasando de una representación exacta y a escala de estos a la que muestra en el mapa táctil.

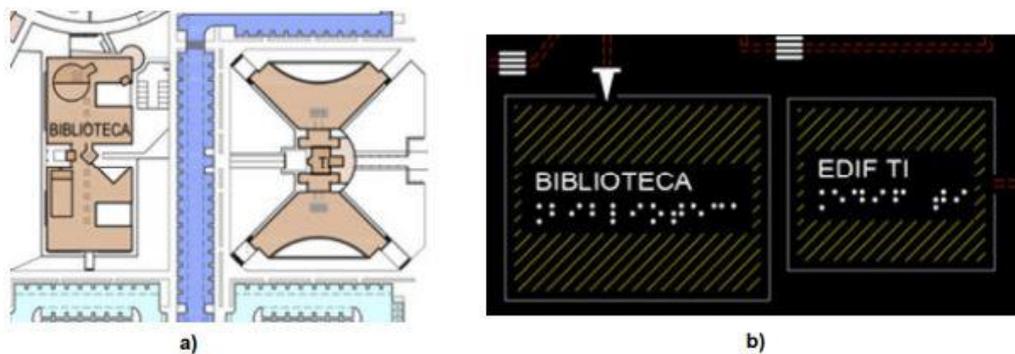


Fig.9 a) Vista en planta de una zona del campus de la Universitat Jaume I representado a escala (plano facilitado por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI); b) Representación de la misma zona en el mapa táctil.

En el caso de los caminos y recorridos que se pueden encontrar dentro del recinto a representar sucede algo parecido. En primer lugar, se puede apreciar que el número de caminos es mucho menor a los que hay sobre el terreno. El motivo de esto es que se ha realizado una selección de las vías más fácilmente transitables para personas con deficiencia visual. Con esto también se consigue reducir la cantidad de información a incluir en el mapa, consiguiendo así una exploración táctil más ágil y una mejor comprensión.

A continuación, en la figura 10 se puede apreciar un ejemplo de cómo se produce la reducción de vías en el mapa respecto al sitio a representar.

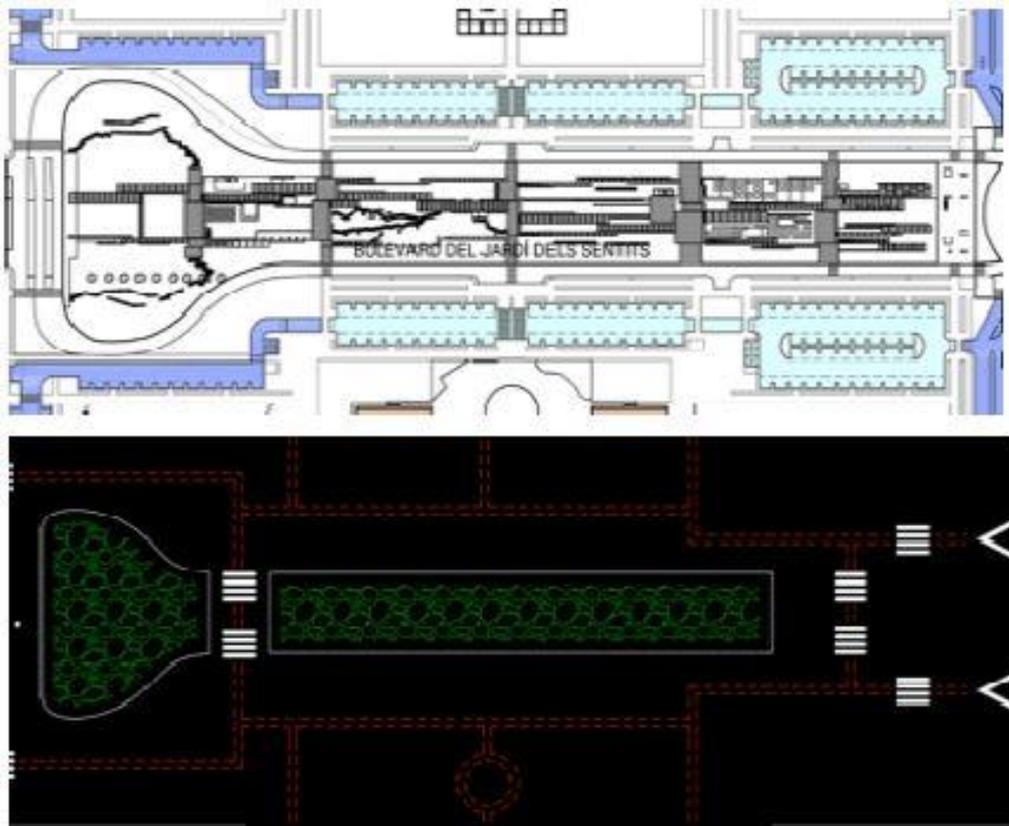


Fig.10 Comparativa entre el número de vías que hay sobre el terreno y en el mapa en la zona ajardinada central del campus de la Universitat Jaume I.

Otra cosa a tener en cuenta es la orientación del mapa en su lugar de instalación. El posicionamiento de este vendrá dado por la dirección a seguir a partir del punto donde se realiza su lectura.

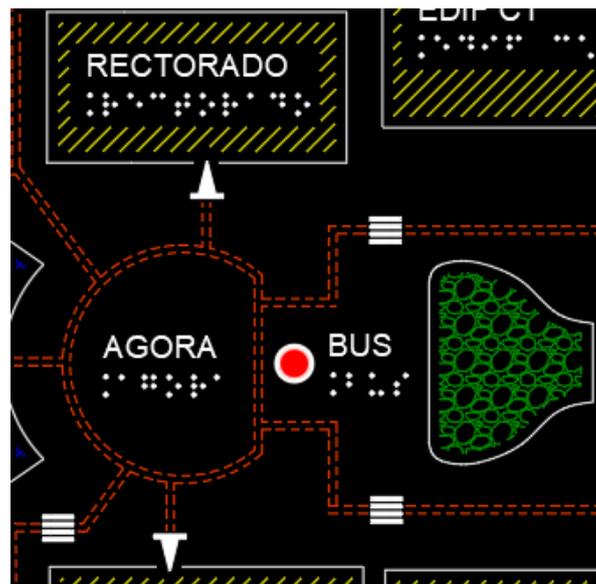


Fig.11 Vista parcial de la información gráfica del mapa táctil de la UJI en el que el mapa se encuentra junto a la parada del autobús.

Si se observa la figura 11, la posición del punto de Ud. está aquí, el mapa estaría situado en la zona de la parada del bus. Para que el mapa sea funcional, este deberá estar orientado de tal manera que al hacerse uso de el, la persona que está leyéndolo este mirando de cara hacia el rectorado.

1.5.2 Elementos a representar en el mapa.

Para representar los hitos y sitios que engloba el mapa, se ha hecho uso de diferentes recursos gráficos tales como símbolos, texturas, etc. Las recomendaciones que pueden encontrarse en bibliografía especializada en este tipo de mapas dictan que el máximo de elementos distintos a incluir son 15. En el caso del mapa táctil que se proyecta en este trabajo, se ha reducido el número de estos elementos a 9 con tal de simplificar la exploración táctil y facilitar su lectura y comprensión. Teniendo esto en cuenta, se ha llevado a cabo un proceso de selección de la información más importante a incluir dentro del mapa.

A continuación, en la figura 12 se muestra la leyenda del mapa, en la cual aparecen los distintos elementos a incluir dentro de este.



Fig.12 Vista de la leyenda del mapa.

1.5.3 Resultado final.

Tras tener en cuenta las distintas consideraciones de diseño señaladas y haber adoptado las soluciones mencionadas en anterior apartado, se ha obtenido un diseño de plano táctil para el campus de la UJI.

En lo referente al tamaño del mapa el manual de "Requisitos para la confección de planos accesibles a personas con discapacidad visual" de la ONCE establece que el tamaño del mapa debe de ser de entre 420x300mm y 800x600.

Dado que el recinto de la Universitat Jaume I es muy grande y hay que incluir mucha información en el mapa se ha optado por darle un tamaño de 800x600 mm.

El resultado obtenido se muestra en la figura 13.

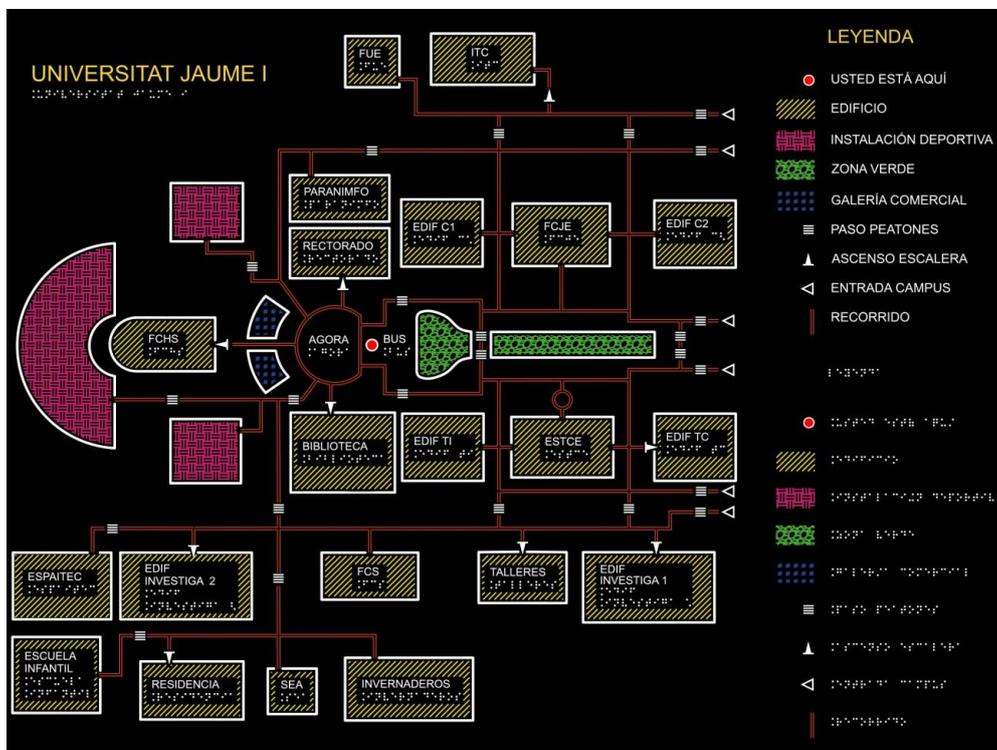


Fig.13 Muestra del resultado final para el mapa táctil del campus de la Universitat Jaume I.

1.6 Selección de la técnica de fabricación del mapa.

Para llevar a cabo la selección de la técnica de fabricación para el mapa táctil en primer lugar se ha establecido que el mapa tanto en el diseño para exteriores como en el diseño para interiores debe de generarse mediante el mismo proceso de fabricación.

Con esto se pretende que tengan una estética y acabados en común además de simplificarse así el proceso de obtención de estos.

Teniendo esto en cuenta, se decidió utilizar el proceso de fabricación que resulte adecuado para un mapa de uso colectivo de exteriores, dado que está sometido a unos requerimientos superiores tanto a nivel de uso como de resistencia a los agentes ambientales. Los factores determinantes para escoger el material y técnica de fabricación son los siguientes.

- **Exposición a la luz solar:** La radiación ultravioleta incrementará la velocidad a la que se degradará la pigmentación de la mayoría de los materiales susceptibles de ser utilizados para generar un gráfico táctil.

- **Contrastes térmicos y temperatura exterior:** Afecta básicamente a la dilatación del material y es un aspecto que debe de ser considerado en todo producto que se sitúe en exteriores. Se debe de tener especialmente en cuenta en lugares donde la variación de temperatura entre día y noche y entre las estaciones de verano e invierno sea muy significativa.

- **Contacto con agua y ácidos:** Este aspecto afecta principalmente a los materiales metálicos, el contacto con agua y agentes acidificantes acelerará la degradación. Esto hará que en función de la aleación empleada se requiera de tratamientos superficiales para combatir las condiciones corrosivas del ambiente.

- **Resistencia mecánica y al desgaste:** Cuanto más elevado sea el valor de este parámetro, el gráfico aguantará mejor cuando esté sometido a fuerzas y reciba golpes.

- **Policromía resistente:** Engloba aspectos tales como la adherencia de la capa de color al material base y la homogeneidad de esta.

- **Obtención de distintos rangos de relieve:** En función de la técnica de fabricación, por características del propio material o del proceso de transformación de este se podrá obtener un mayor o menor número de rangos relieve. La importancia de esto radica en que cuanto mayor sea, se podrá incluir más información en el mapa al poder incluir elementos con contraste en altura.

Una vez conocidos los diferentes factores a los que está expuesto el mapa, el siguiente paso es hacer una comparativa entre los diferentes procesos de fabricación existentes para materializar mapas táctiles.

En la actualidad existen numerosas técnicas de fabricación y materiales diferentes para materializar un mapa táctil. Se han tenido algunos procesos tradicionales, de uso más extendido y otros más novedosos o de uso menos extendido.

Mediante los datos extraídos del artículo “Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo” (Jaume Gual Ortí; Julio Serrano Mira; Gracia M. Bruscas Bellido; José V. Abellán Nebot) se establece una comparativa entre los distintos procesos, la cual podemos apreciar a continuación en la figura 14.

	Resistencia mecánica y a desgaste	Policromía resistente	Obtención de diversos rangos de relieve	Resistencia a condiciones climatológicas	Resistencia a agentes químicos	Precio
Fundición de bronce	++	--	++	+	-	--
Mecanizado de aluminio	+	--	++	+	--	--
Materiales poliméricos	--	--	++	-	+	-
Cerámica Kersings	++	++	--	++	++	++
Cerámica tradicional	+	+	-	+	++	+

Fig.14 Grado de consecución de los principales requisitos de uso colectivo exterior de los diferentes procesos de fabricación de gráficos tangibles permanentes. (Tabla extraída del artículo “Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo” (Jaume Gual Ortí; Julio Serrano Mira; Gracia M. Bruscas Bellido; José V. Abellán Nebot)

Finalmente se establece que la técnica de fabricación idónea es el Kersings, el cual es un modelo de utilidad de KERABEN Grupo S.A por tanto la fabricación del mapa táctil se debe encargar a dicha empresa.

Los gráficos tangibles obtenidos a partir de esta técnica se conforman mediante baldosas de gres porcelánico planas, a las cuales se les confiere el relieve mediante la deposición del esmalte cerámico haciendo uso de técnicas similares a las de fabricación aditiva.

En el caso de este proyecto, la labor del diseñador será la de proveer a Keraben Grupo de un archivo en formato .tiff con toda la información del mapa.

Para mayor información sobre la fabricación del mapa táctil ver “ANEXO 5: Selección de la técnica de fabricación del mapa táctil”.

1.7 Generación de los bastidores.

Una vez realizado el proceso de composición de la información del mapa táctil y de seleccionar la técnica de fabricación de este el siguiente paso ha sido el de generar dos opciones de bastidor o peana para el mapa táctil, una de exteriores y una de interiores.

Para esto se ha hecho uso de las técnicas y metodologías aprendidas en la asignatura Diseño Conceptual.

1.7.1 Objetivos de los soportes.

Una vez conocidas las circunstancias que rodean a los diseños y los recursos disponibles, se ha procedido a establecer los requisitos que deberán cumplir. Para ver en mayor detalle el proceso de obtención de los objetivos ver el punto 2.1 del "ANEXO 2: Diseño conceptual".

Para esto se han estudiado los distintos grupos de personas afectado por el diseño. Una vez obtenida la lista de objetivos, se ha analizado la relación entre estos para así desechar los repetidos.

Hecho esto, finalmente se ha obtenido un esquema general de todos los objetivos, los cuales son comunes para ambas opciones de diseño y se pueden apreciar a continuación en la figura 15.

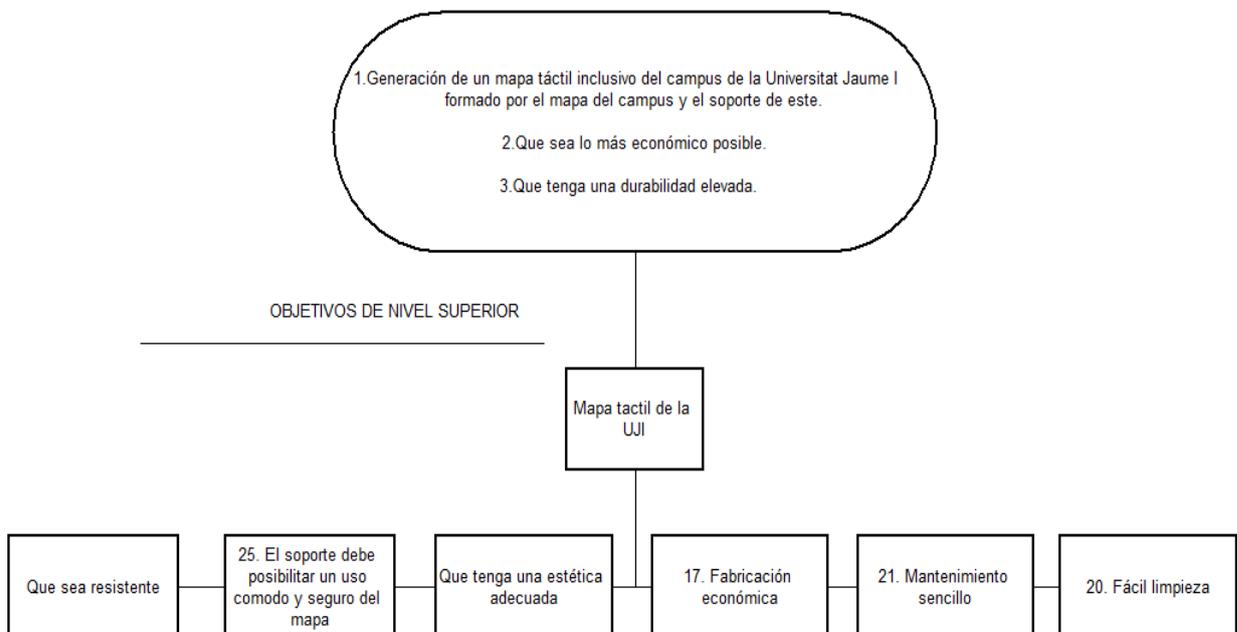


Fig.15 Árbol de objetivos general para ambas opciones de diseño.

1.7.2 Generación de especificaciones y restricciones.

Ya definidas las problemáticas que abordan los diseños, se ha procedido a determinar los límites entre los cuales debe de estar su solución. Para esto, se han transformado los objetivos en restricciones y especificaciones. Para ver en mayor detalle el proceso de obtención de especificaciones y restricciones ver el punto 2.3 del "ANEXO 2: Diseño conceptual".

RESTRICCIONES:

- Generación de un mapa táctil inclusivo del campus de la Universitat Jaume I formado por el mapa del campus y el soporte de este.
- Que tenga una estética acorde al lugar donde se va a colocar.
- Que cumpla con la normativa y regulaciones vigentes para este tipo de producto.
- Que permita intercambiar el mapa táctil a soportar en caso de deterioro u obsolescencia de la información.
- Que la estructura sea robusta, capaz de resistir peso y golpes
- **Uso de materiales resistentes a la corrosión**
- **Que el soporte de ser necesario posibilite un cambio de lugar del mapa sencillo.**
- El material a emplear debe ser fácilmente obtenible y procesable.
- De ser necesario el cambio de alguna pieza este debe ser rápido.
- El soporte debe posibilitar un uso cómodo y seguro del mapa.
- Que no contenga elementos peligrosos como partes afiladas puntiagudas o que posibiliten atrapamientos.
- **El mapa y el soporte no deben favorecer la acumulación de agua.**
- **Que el mapa siga resultando agradable al tacto en días calurosos o fríos.**
- Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.
- El material de limpieza a emplear no debe ser nocivo ni para las personas ni para el entorno.
- El mapa debe ser accesible para el mayor número de gente posible.
- El mapa debe de ser entendible tanto para invidentes totales o parciales como para personas sin ninguna deficiencia en la visión.
- Que no existan zonas que favorezcan una gran acumulación de suciedad.

Siendo las restricciones en negro, restricciones comunes para ambas opciones de diseño, las marcadas en azul específicas para el diseño de exteriores y en verde para el diseño de interiores.

ESPECIFICACIONES:

Una vez obtenidas las especificaciones, resultado de escalar los diferentes objetivos escalables se ha hecho una selección de las más importantes para cada opción de diseño, en este caso han sido las siguientes:

Diseño de Exteriores:

O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.

-Criterio: A mayor durabilidad, mejor.

-Variable: Tiempo de servicio.

-Escala: Proporcional (Años)

O2. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.

-Criterio: Cuanto más resistente, mejor.

-Variable: Protección frente a agentes climatológicos.

-Escala: Proporcional (Nº agentes a los cuales está protegido)

O3. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico

-Criterio: Cuanto más resistente frente a actos vandálicos, mejor.

-Variable: Protección frente a actos de vandalismo.

-Escala: Proporcional (Nº de elementos que favorecen la protección)

O4. Peso total del producto lo más bajo posible.

-Criterio: Cuanto más ligero sea el producto, mejor.

-Variable: Masa total del producto.

-Escala: Proporcional (kg)

O5. Fabricación económica.

-Criterio: Cuanto menor sea el coste final de fabricación, mejor.

-Variable: Coste económico.

-Escala: Proporcional (Euros)

O6. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

-Criterio: Cuanto menor sea el número de piezas que componen el soporte, mejor.

-Variable: Número de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc...)

O7. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

-Criterio: Cuanto más sencilla sea, mejor.

-Variable: Superficie a limpiar.

-Escala: Proporcional (m²)

O8. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

-Criterio: Cuanto menor número de piezas, mejor.

-Variable: Nº de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc..)

Diseño de interiores:

O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.

-Criterio: A mayor durabilidad, mejor.

-Variable: Tiempo de servicio.

-Escala: Proporcional (Años)

O2. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.

-Criterio: A mayor sencillez del diseño, mejor.

-Variable: Volumen del mapa con soporte.

-Escala: Proporcional (m³)

O3. Peso total del producto lo más bajo posible.

-Criterio: Cuanto más ligero sea el producto, mejor.

-Variable: Masa total del producto.

-Escala: Proporcional (kg)

O4. Fabricación económica.

-Criterio: Cuanto menor sea el coste final de fabricación, mejor.

-Variable: Coste económico.

-Escala: Proporcional (Euros)

O5. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

-Criterio: Cuanto menor sea el número de piezas que componen el soporte, mejor.

-Variable: Número de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc...)

O6. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

-Criterio: Cuanto más sencilla sea, mejor.

-Variable: Superficie a limpiar.

-Escala: Proporcional (m²)

O7. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

-Criterio: Cuanto menor número de piezas, mejor.

-Variable: N^o de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc..)

1.7.3 Propuestas iniciales de diseño.

Una vez conocidos los diferentes requisitos de diseño a cumplir, se ha realizado una serie de diseños iniciales para cada opción de diseño. A continuación, en las figuras 16 y 17 se pueden observar los diseños preliminares de la opción para exteriores y para interiores.

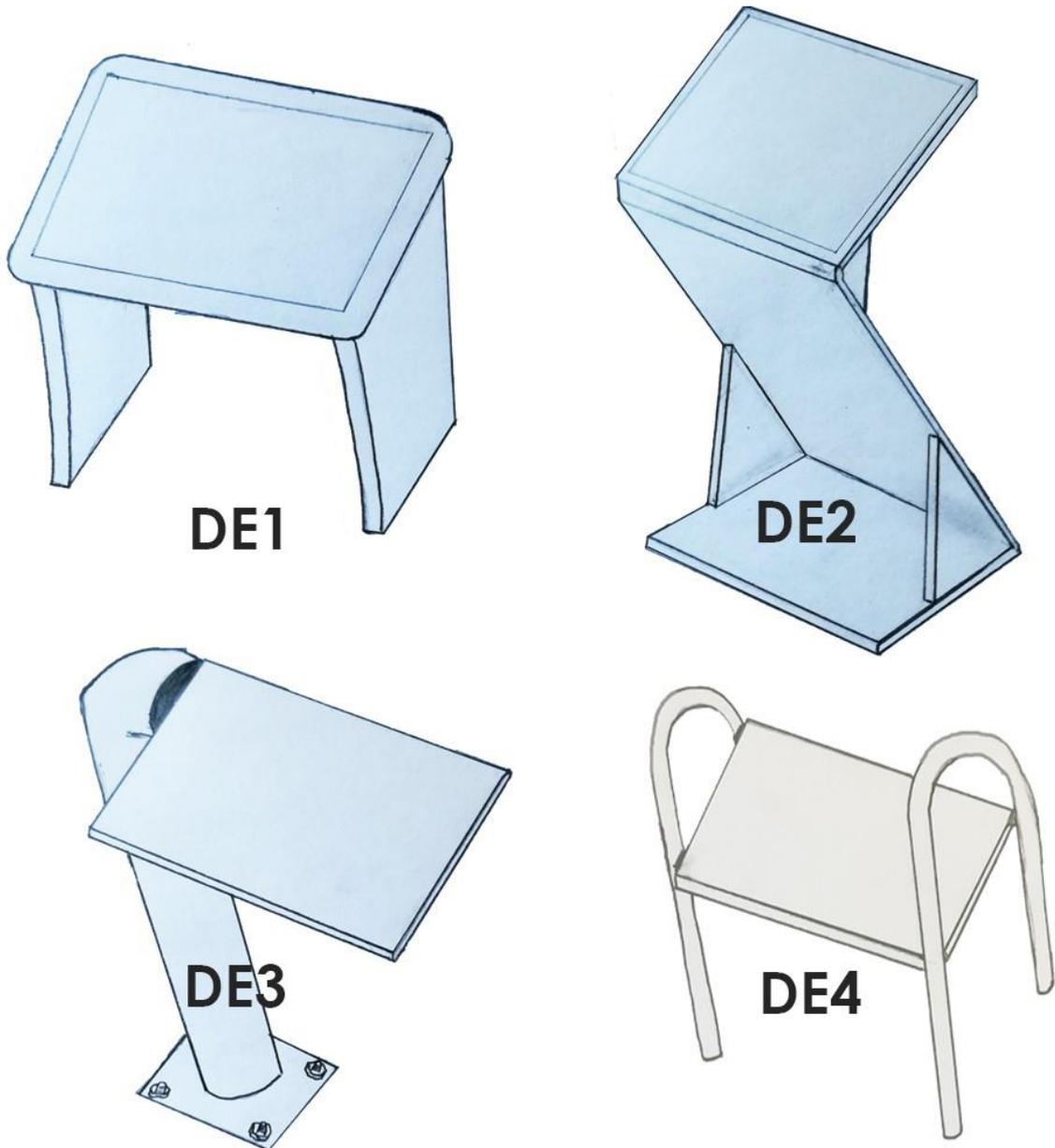


Fig.16 Diseños preliminares para la opción de exteriores.

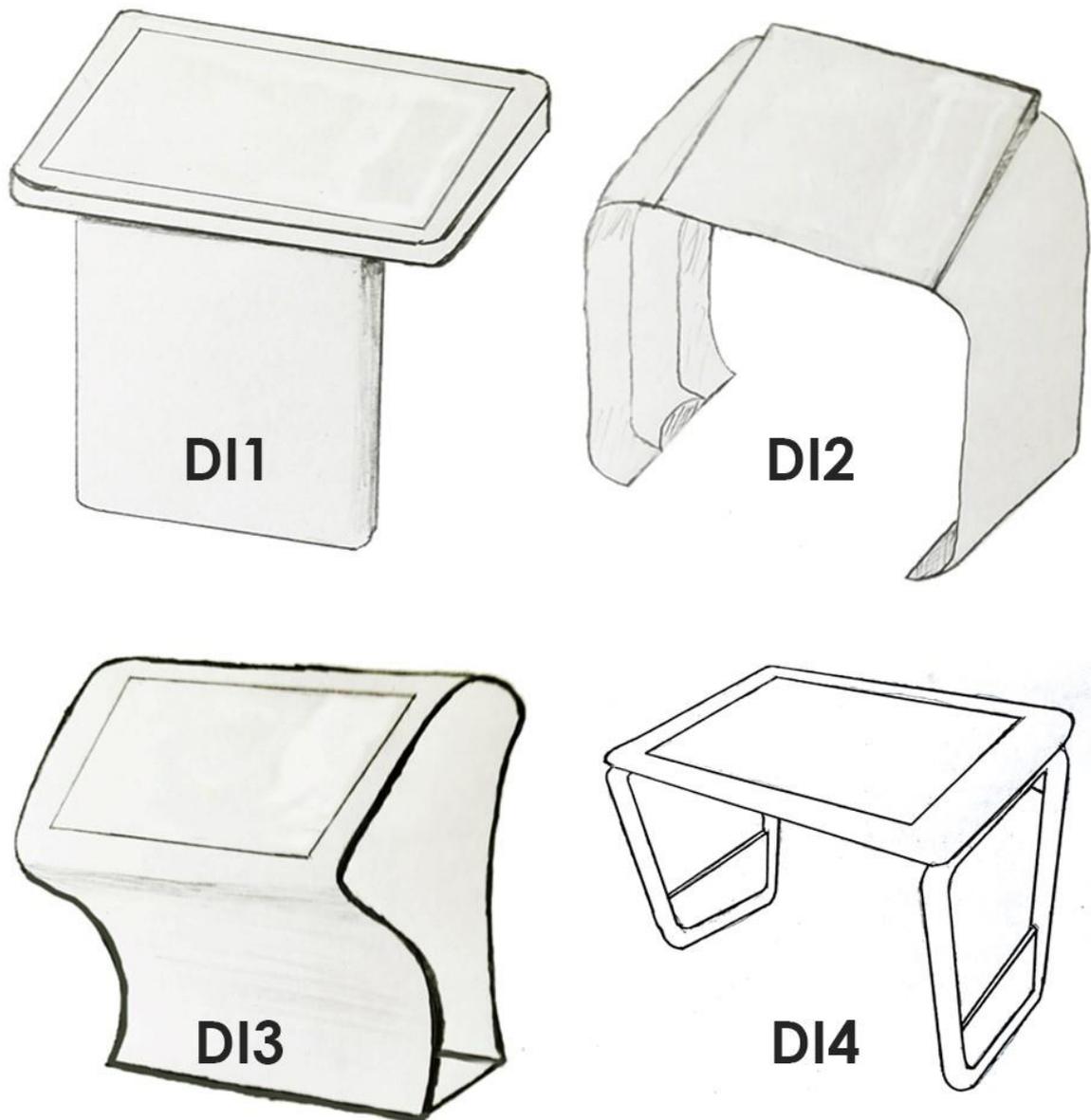


Fig.17 Diseños preliminares para la opción de interiores.

1.7.4 Evaluación de las propuestas de diseño.

Una vez realizadas las primeras propuestas de diseño, se ha realizado un análisis cualitativo de estos mediante la técnica del DATUM y un análisis cuantitativo de ponderación de objetivos.

Estos objetivos son los anteriormente seleccionados para cada propuesta de diseño y a partir de ellos se han llevado a cabo los siguientes análisis.

1.7.4.1 Análisis cuantitativo DATUM.

DATUM para opción de exteriores:

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- O2. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.
- O3. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico
- O4. Peso total del producto lo más bajo posible.
- O5. Fabricación económica.
- O6. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
- O7. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible
- O8. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

Primera comparativa:

OBJETIVOS	DISEÑO EXTERIORES			
	DE1	DE2	DE3	DE4
O1		=	-	-
O2		=	-	-
O3	D	-	-	-
O4	A	+	+	+
O5	T	+		
O6	U	+	-	-
O7	M	-	-	-
O8		-	-	-
TOTAL		0		

Fig.18 DATUM general para la opción de exteriores.

DATUM FINAL:

OBJETIVOS	DISEÑO EXTERIORES	
	DE1	DE2
O1	=	
O2	=	
O3	+	D
O4	-	A
O5	-	T
O6	-	U
O7	+	M
O8	+	
TOTAL	0	

Fig.19 DATUM final para la opción de exteriores.

En el caso de la opción de diseño para exteriores, el análisis establece que el diseño 1 y el diseño 2 son dos opciones igualmente válidas, esto se resolverá mediante el análisis cuantitativo.

DATUM para opción de interiores

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- O2. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.
- O3. Peso total del producto lo más bajo posible.
- O4. Fabricación económica.
- O5. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
- O6. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible
- O7. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

Primera comparativa:

OBJETIVOS	DISEÑO INTERIORES			
	DI1	DI2	DI3	DI4
O1		-	+	=
O2	D	-	-	+
O3	A	=	-	+
O4	T	-	-	+
O5	U	+	+	=
O6	M	-	-	+
O7		+	+	=
TOTAL		-2	-1	4

Fig. 20 DATUM general para la opción de interiores.

DATUM FINAL:

OBJETIVOS	DISEÑO INTERIORES	
	DI1	DI4
O1	=	
O2	-	D
O3	-	A
O4	-	T
O5	=	U
O6	-	M
O7	=	
TOTAL	-4	

Fig. 21 DATUM final para la opción de interiores.

En el caso de la opción de diseño para interiores, gana el diseño 4.

1.6.2.2 Método de objetivos ponderados.

Los objetivos a evaluar en este análisis son los mismos que se han analizado en el análisis del DATUM.

Ponderación de objetivos para opción de exteriores:

En la siguiente tabla se muestra el grado en que cada propuesta de diseño satisface los objetivos:

	DURABILIDAD	CLIMATOLOGÍA	VANDALSIMO	ECONÓMICO	PIEZAS	DETERIORO	PESO	LIMPIEZA
4	1	1	1	2,4	2,4	1	4	3,4
3	2	2	2	3	1,3	2	3	1,2
2	3,4	3,4	3,4			4	2	
1				1		3	1	
0								

Fig.22 Valoración según las propiedades de cada diseño de exteriores.

Tras los cálculos se obtiene que la propuesta 1 consigue la mayor puntuación. Así se concluye que en ambos análisis la mejor propuesta es la número 1 dado que en el DATUM eran esta opción y la 2 las mejores.

Ponderación de objetivos para opción de interiores:

En la siguiente tabla se muestra el grado en que cada propuesta de diseño satisface los objetivos:

	DURABILIDAD	SENCILLEZ	DETERIORO	ECONÓMICO	PESO	PIEZAS	LIMPIEZA
4	3	4	2,3	4	4	2,3	4
3	1,4	2	4	2		1,4	1
2	2	1	1	1	1		2
1		3		3	2,3		3
0							

Fig.23 Valoración según las propiedades de cada diseño de interiores.

Tras realizar los cálculos se aprecia que de igual manera que en el caso del DATUM, la opción ganadora para el diseño de interiores sigue siendo la 4.

A continuación, en la figura 24 se muestran las dos propuestas ganadoras sobre las que se va a seguir trabajando.

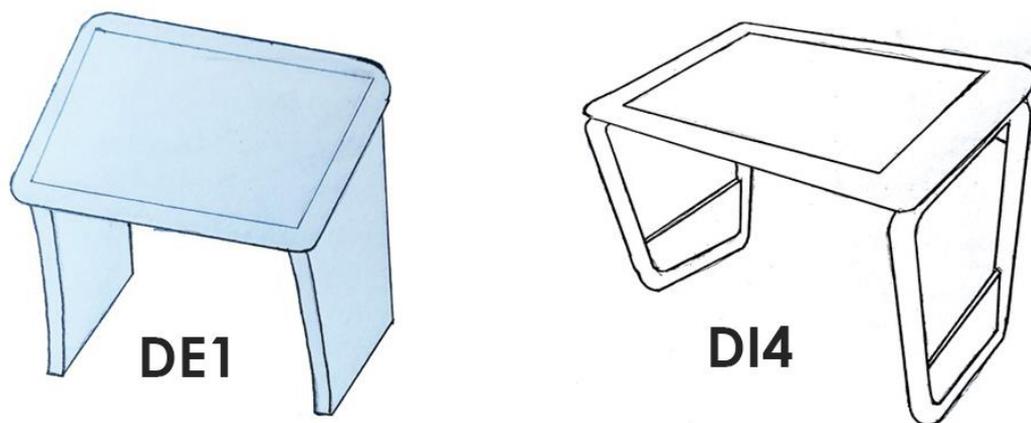


Fig.24 Propuestas de diseño escogidas para ser desarrolladas.

Para ver en mayor detalle la forma de la que se ha llevado a cabo la selección de ambos diseños ver el apartado 2.6 del "ANEXO 2: DISEÑO CONCEPTUAL"

1.7.5 Establecimiento de dimensiones.

Tras consultar la legislación en materia de accesibilidad y recomendaciones técnicas en el ámbito que comprende a este tipo de productos, las limitaciones que se han establecido son las siguientes:

-Deberá tener, total o parcialmente, una altura máxima respecto al suelo de 0,85 metros. Si dispone de aproximación frontal, la parte inferior quedará libre de obstáculos en un ancho de 0,90 metros y 0,70 metros de altura respecto al suelo para permitir la aproximación de silla de ruedas.

-Estarán dispuestos de forma que no supongan un obstáculo o salientes sin base en el suelo en zona de paso y su diseño no presentará esquinas ni aristas.

En adición a estas limitaciones se ha tenido en cuenta también unas recomendaciones dadas por el IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia) da para el diseño de mostradores accesibles para personas en silla de ruedas:

a) Profundidad libre a nivel de rodillas: Mayor que 600 mm

b) Profundidad libre a nivel de pies: Mayor que 750mm

Finalmente, tras conocer las limitaciones dimensionales del soporte del mapa se han establecido las siguientes dimensiones, cuyo valor viene dado en función de criterios de estética y de resistencia a criterio del diseñados siempre asegurando que se cumplen los requisitos de accesibilidad. En las figuras 25 y 26 se pueden apreciar las medidas generales de ambos soportes.

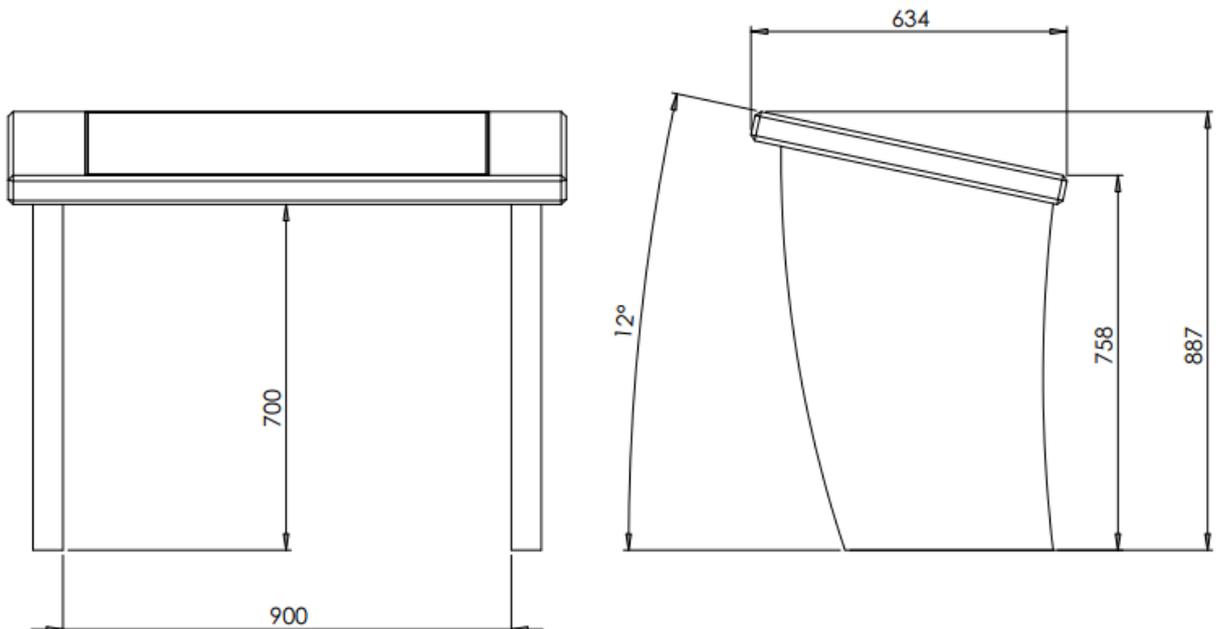


Fig.25 Dimensiones relevantes para la opción de exteriores.

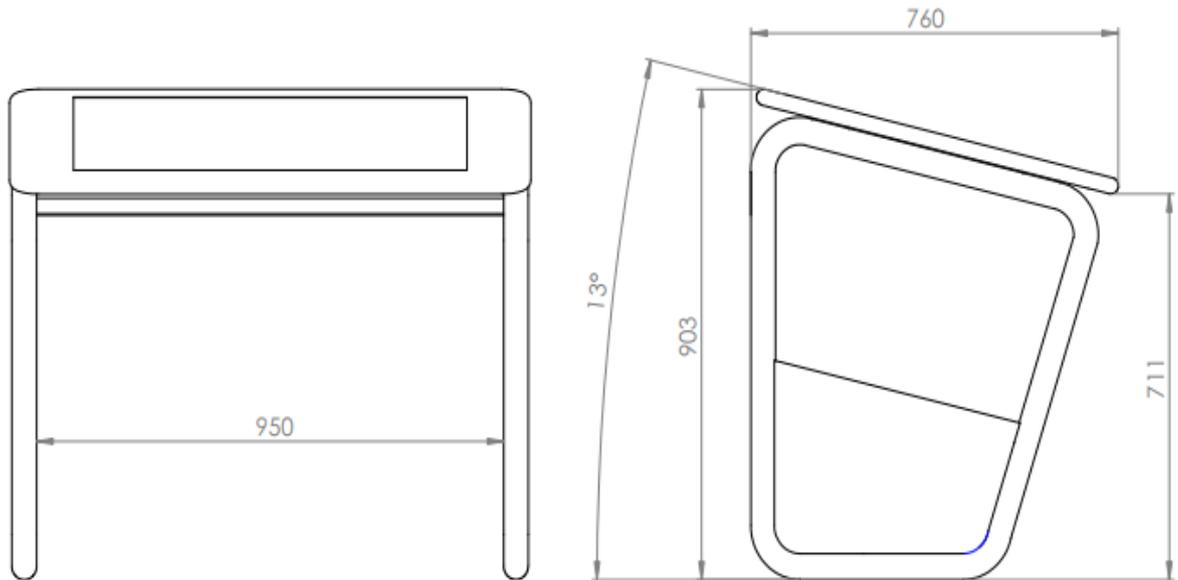


Fig.26 Dimensiones relevantes para la opción de interiores.

En el caso del diseño para exteriores, al estar pensado para estar situado en zonas más abiertas, sin obstáculos alrededor ni ninguna pared, se ha obviado la limitación de distancia de profundidad libre a altura de pies.

Una vez asegurado el cumplimiento de las limitaciones dimensionales impuestas en materia de accesibilidad, el resto de dimensiones del soporte del mapa para ambas opciones de diseño se han determinado en función de los criterios de estética y de resistencia de materiales del diseñador.

Para ver en mayor detalle como se han establecido las dimensiones del mapa y soportes en mayor detalle ver "ANEXO 4: ASPECTOS ERGONÓMICOS".

1.7.6 Descripción detallada del bastidor de exteriores.

1.7.6.1 Piezas.

A continuación, se describen las distintas piezas que conforman el bastidor de exteriores.

PIEZA 2: TABLERO SUPERIOR

Esta pieza va situada en la parte superior, el alojamiento que se observa es donde se insertará el mapa que irá fijado mediante mortero adhesivo.

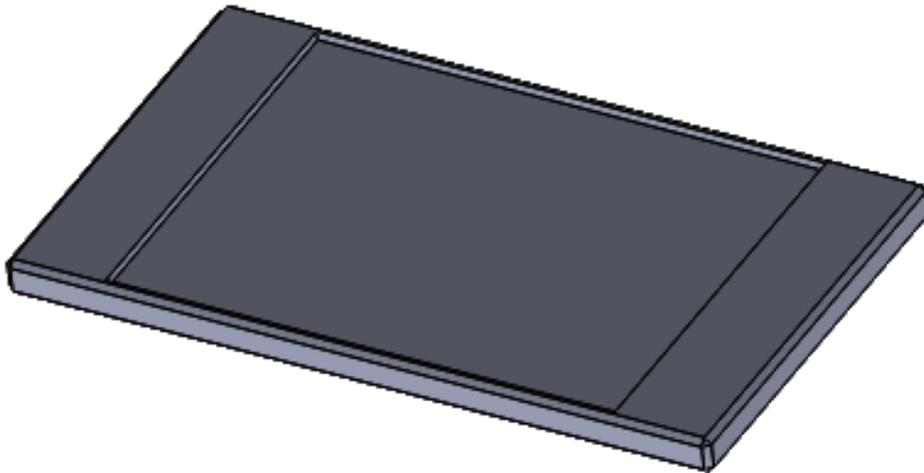


Fig.27 Pieza 2: Tablero superior.

PIEZA 3: PERNO DE UNIÓN

Habiendo un total de 4 de este tipo de pieza, se empleará para unir el tablero superior con las patas insertándose en los taladros generados a estas piezas, a los que previamente se les habrá aplicado resina epoxy para realizar un anclaje químico.



Fig.28 Pieza 3: Perno de unión.

PIEZA 4 Y 5: PATA Y PLACA DE ANCLAJE

Habiendo un total de 2 de cada una de estas piezas, estas tienen la función de soportar el tablero superior y unir el conjunto al suelo. Las placas de anclaje ira embebidas a la parte inferior de las patas las cuales están hechas de hormigón.

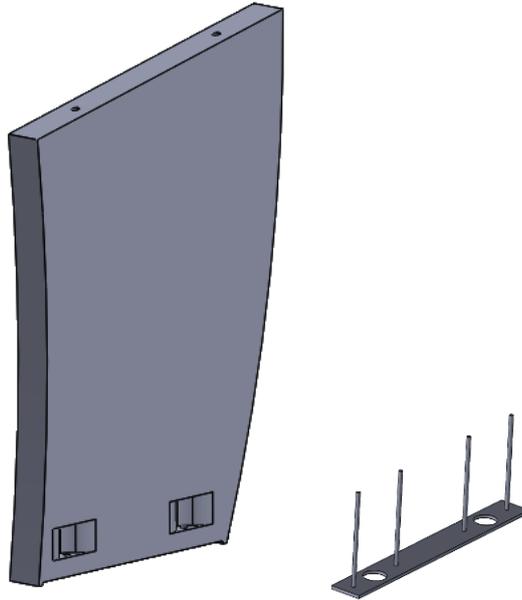


Fig.29 Piezas 4 y 5: Pata y placa de anclaje.

1.7.6.2 Materiales.

Para el cuerpo de este diseño, el cual viene formado por el tablero superior y las dos patas, el material seleccionado ha sido un hormigón blanco armado con designación HA-30/B/10/IIA.

Se ha optado por este material por diversos motivos, el primero es la trabajabilidad de este en estado fresco ya que permite obtener todo tipo de geometrías en función del encofrado en que se realice el vertido de este.

Por otro lado, es un material de gran durabilidad capaz de resistir el paso del tiempo sin degradarse en exceso, de gran dureza y de gran resistencia mecánica a compresión y a tracción si se le añade una armadura en el interior.

Además tiene una gran resistencia a todo tipo de agentes externos como pueden ser las inclemencias meteorológicas, exposición al sol, etc..

Finalmente cabe destacar su fácil limpieza y mantenimiento, existiendo la posibilidad de protegerlo ante pintadas mediante un tratamiento antigraffiti.

En lo que respecta al armado del hormigón este está realizado en acero corrugado B400S.

1.7.6.3 Procesos de fabricación.

A continuación, en la siguiente tabla, la figura 30, se recogen los distintos procesos de fabricación para las distintas piezas que conforman el diseño para el diseño de exteriores. Para mayor detalle consultar “Volumen 4: Pliego de condiciones”

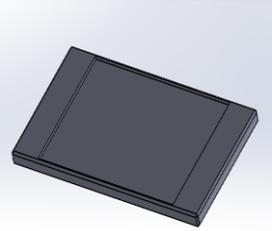
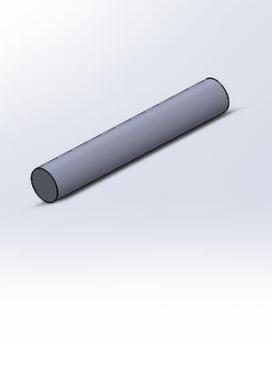
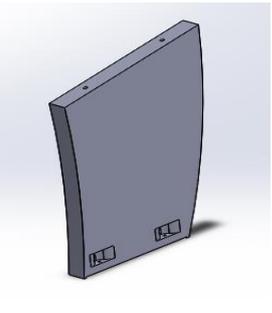
PIEZA	IMAGEN	MATERIAL	CANTIDAD	FABRICACIÓN
Marca 2		Hormigón armado	1	-Fraguado de hormigón. -Taladrado.
Marca 3		Acero corrugado	4	-Corte mediante tronadora.
Marca 4		Hormigón armado	2	-Fraguado de hormigón. -Taladrado.
Marca 5		Acero galvanizado	2	-Corte por plasma. -Corte mediante tronadora. -Soldadura por electrodo revestido. -Galvanizado.

Fig.30 Tabla de materiales y procesos de fabricación de las piezas del bastidor de exteriores.

1.7.6.4 Proceso de montaje.

1. Se aplica resina epoxy en los agujeros superiores de las dos patas (marca 4), a las que previamente durante el vertido del hormigón se les ha insertado las placas de anclaje (marca 5) y se introducen los cuatro pernos de unión de tal forma que estos sobresalgan de los agujeros (marca 3, dos unidades por pata) realizando así un anclaje químico entre las respectivas piezas y se deja que la resina se seque.
2. Se aplica resina epoxy a los agujeros de la parte inferior del tablero superior (marca 2) y se procede a unir las patas al tablero mediante la parte de los pernos de unión que sobresale de las patas.
3. A continuación se procede a aplicar el mortero adhesivo al hueco central del tablero superior, hecho esto se procede a posicionar el mapa táctil cerámico en el hueco, quedándose este adherido al soporte.
4. Finalmente se le aplica una capa de tratamiento anti-grafiti a todo el conjunto con tal de protegerlo de manchas y posibles pintadas.

1.7.6.5 Proceso de instalación.

1. En primer lugar se procederá a realizar agujeros en el suelo mediante un taladro percutor. De tener el suelo donde se va a colocar el mapa una dureza y consistencia adecuadas, es suficiente con esto, de no ser así habrá de realizarse una cimentación con tal de que la base sea sólida.
2. Una vez realizados los agujeros, se presenta soporte y se alinean los agujeros inferiores de las patas con los del suelo. Debido al elevado peso del conjunto este deberá ser llevado hasta el lugar de instalación mediante una furgoneta o furgón y se posicionará mediante la ayuda de una grúa pluma hidráulica plegable.
3. Seguidamente se introducen los tornillos expansivos en el suelo, a través del agujero inferior de las patas por su extremo no roscado haciendo uso de un martillo, una vez hecho esto se introducirán la arandela y la tuerca del tornillo expansivo y se apretará mediante una llave fija.

1.7.6.6 Cálculos realizados.

Para este diseño el cálculo que se ha realizado es la comprobación de si el armado de las piezas de hormigón cumple con la cuantía geométrica mínima. Para ver en más profundidad el procedimiento llevado a cabo ver "Anexo 6: Cálculos"

Esta comprobación se ha llevado a cabo con tal de evitar posibles fisuraciones debidas a dilatación y retracción en las piezas de hormigón.

La cuantía viene expresada en tanto por 1000 referida a la sección total de hormigón y es diferente en función del elemento estructural y el acero corrugado empleado para

el armado. En la figura 31 se pueden ver las diferentes cuantías mínimas en función del tipo de elemento estructural y el tipo de acero empleado para el armado.

TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		TIPO DE ACERO	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4	4
Vigas		2	1,8
Losas		3,3	2,8
Muros	Armadura horizontal	4	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

Fig.31 Cuantía geométrica mínima según la EHE-08 para diferentes elementos estructurales.

Para el caso del tablero superior este se ha incluido en la categoría de losa. Siendo su cuantía geométrica mínima del 2 ‰. Este valor debe representar el mínimo de acero en cada una de las direcciones de la losa (longitudinal y transversal) repartidas en ambas caras.

Una vez conocidas las áreas, se ha comprobado que la cuantía de armado en la sección es mayor al 2‰.

$$\text{Área total de armado} \geq \frac{\text{Área total de hormigón}}{1000} \times 2$$

Sección 1

828,96 ≥ 76,8 Por tanto, el armado en esta sección es correcto.

Sección 2

1683,04 ≥ 134,4 Por tanto, el armado en esta sección es correcto.

En el caso de las patas, estas se consideran como pilares y según lo dispuesto en la EHE-08 su cuantía geométrica mínima es del 4 ‰ para la armadura longitudinal de este.

Una vez conocidas las áreas, se ha comprobado que la cuantía de armado en la sección es mayor al 4‰.

$$\text{Área total de armado} \geq \frac{\text{Área total de hormigón}}{1000} \times 4$$

169,56 ≥ 75,6 Por tanto, **el armado es correcto.**

Por tanto, una vez comprobado que se respetan las cuantías mínimas de armadura se establece que esta está bien dimensionada para ambas piezas.

1.7.6.8 Renders del producto final.



Fig.32 Render 1.



Fig.33 Render 2.



Fig.34 Render 3.



Fig.35 Ambientación del producto.

1.7.7 Descripción detallada del bastidor de interiores.

1.7.7.1 Piezas.

A continuación, se describen las distintas piezas que conforman el bastidor de interiores.

PIEZA 2: TABLERO

Esta pieza va situada en la parte superior, el alojamiento que se observa es donde se insertará el mapa que irá fijado mediante adhesivo de montaje. Mediante unos surcos que tiene en la parte inferior se une al bastidor junto con los refuerzos superiores de este.

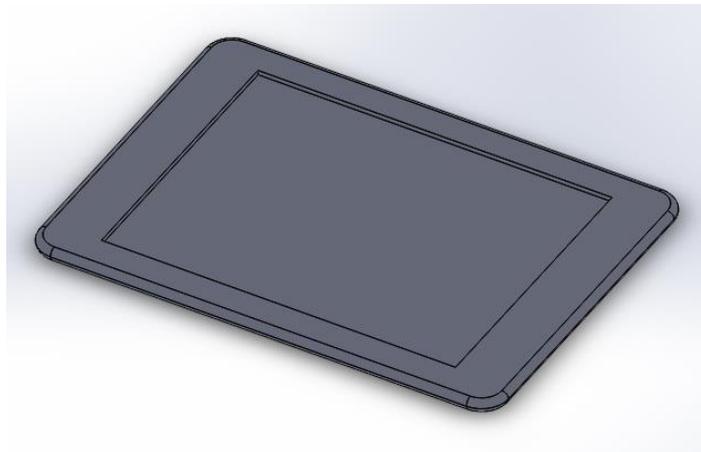


Fig.36 Pieza 2: Tablero

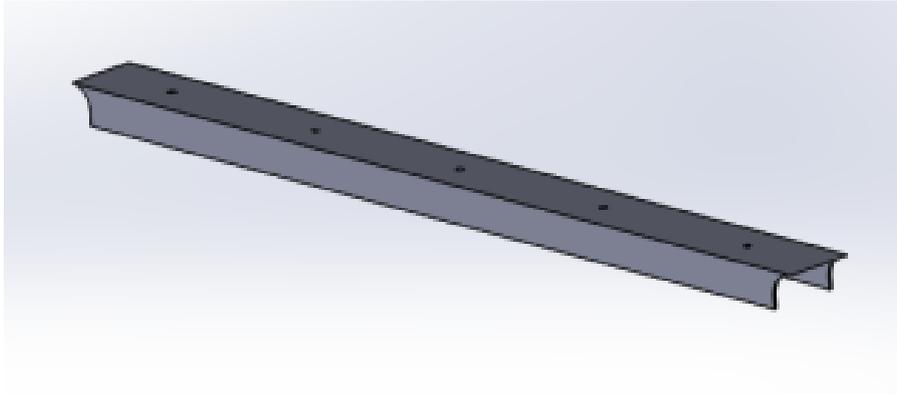
PIEZA 3: TUBO APOYO

Esta pieza, de la cual hay un total de 2 tiene la función de soportar el peso del tablero con el mapa. Estas dos piezas irán unidas entre sí mediante perfiles soldados.

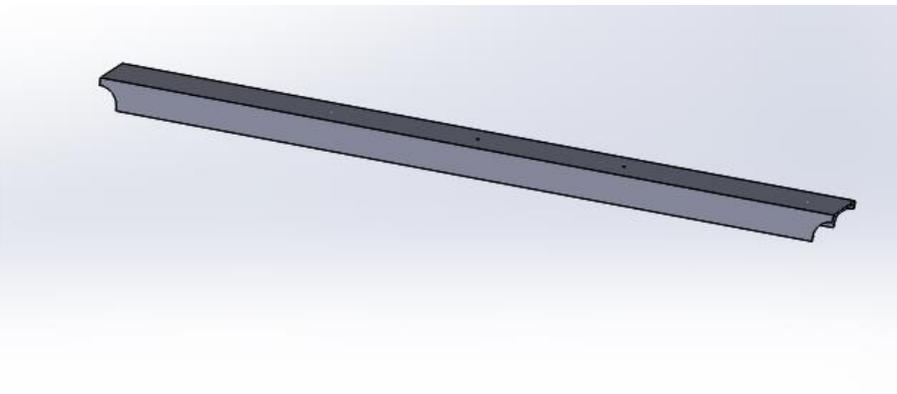


*Fig.37 Pieza 3: Tubo apoyo.***PIEZA 4: REFUERZO TRASERO**

Esta pieza, de la cual hay un total de 2 tiene la función de servir como refuerzo del bastidor, además tiene la función de posicionar el tablero encajando con los surcos inferiores. Dispone de unos agujeros para poder fijar el tablero mediante tirafondos.

*Fig.38 Pieza 4: Tubo apoyo.***PIEZA 5: REFUERZO SUPERIOR**

La función de esta pieza es de servir como refuerzo del bastidor y la de servir como punto de anclaje del bastidor a la pared. Dispone de unos agujeros a través de los cuales se pueden realizar taladros para posteriormente atornillar la estructura a la pared.

*Fig.39 Pieza 5: Refuerzo trasero.*

PIEZA 6: EMBELLECEDOR

Esta pieza, de la cual hay un total de 2 tiene una función exclusivamente ornamental, ira unida a la pieza Tubo Apoyo mediante adhesivo de montaje.

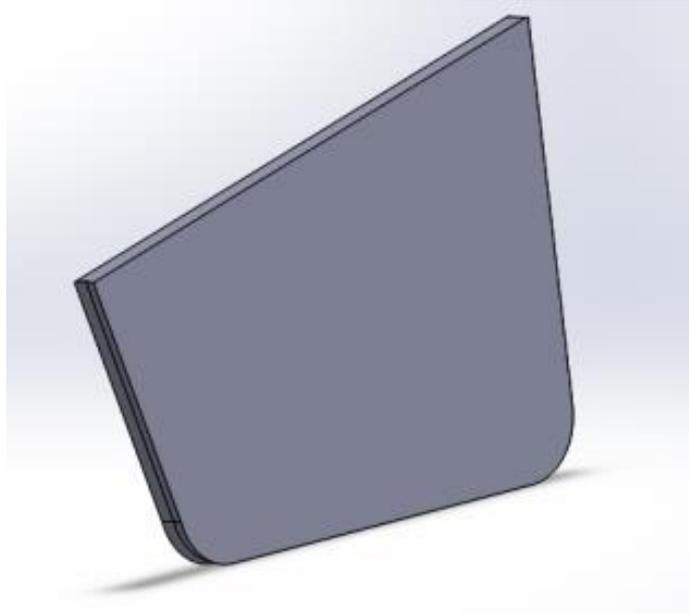


Fig.40 Pieza 6: Embellecedor.

1.7.7.2 Materiales.

Por un lado, para las piezas que forman la estructura del bastidor se ha escogido emplear el Aluminio, en concreto un aluminio una aleación de Al 6063 en estado T8. Uno de los principales motivos por los que se ha escogido este material es su reducido peso, lo cual contribuye a un fácil montaje y desmontaje y reemplazamiento del bastidor.

Además, resulta ser un material muy resistente a la corrosión, permite la posibilidad de realizarle un tratamiento de anodizado, el cual ayuda a aumentar todavía más esta resistencia además de brindar la posibilidad de colorear la superficie del aluminio.

Por otro lado, el material seleccionado para el tablero y los embellecedores es tablero de madera DM. El principal motivo para la elección de este material es que brinda una gran facilidad para ser mecanizado, como la madera maciza, pero a un precio mucho más competitivo que esta. Además de esto da muy buenos resultados en lo que a acabado superficial se refiere a la hora de aplicar pinturas, esmaltes o lacar las piezas.

1.7.7.3 Procesos de fabricación.

A continuación, en la siguiente tabla, la figura 41, se recogen los distintos procesos de fabricación para las distintas piezas que conforman el diseño para el diseño de exteriores. Para mayor detalle consultar “Volumen 4: Pliego de condiciones”

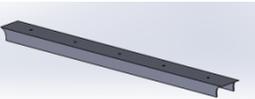
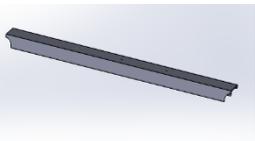
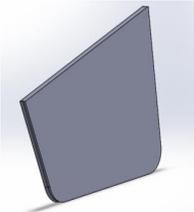
PIEZA	IMAGEN	MATERIAL	CANTIDAD	FABRICACIÓN
Marca 2		Madera tablero DM	1	-Fresado -Lacado
Marca 3		Aluminio	2	-Corte mediante tronzadora. -Doblado de tubo. -Soldadura Tig. -Anodizado
Marca 4		Aluminio	1	-Corte mediante tronzadora. -Taladrado. -Fresado. -Anodizado
Marca 5		Aluminio	2	-Corte mediante tronzadora. -Taladrado -Fresado -Anodizado
Marca 6		Madera tablero DM	2	-Fresado. -Lacado

Fig.41 Tabla de materiales y procesos de fabricación de las piezas del bastidor de exteriores.

1.7.7.4 Cálculos realizados.

Longitud de tubo necesaria:

El primer cálculo realizado para este diseño, ha sido el de la longitud de tubo necesaria para fabricar los apoyos al suelo del soporte del mapa táctil.

Para esto hay se han sumado las longitudes de los distintos tramos rectos y curvos de las piezas. En la figura 42 se pueden apreciar las dimensiones de los tramos del tubo.

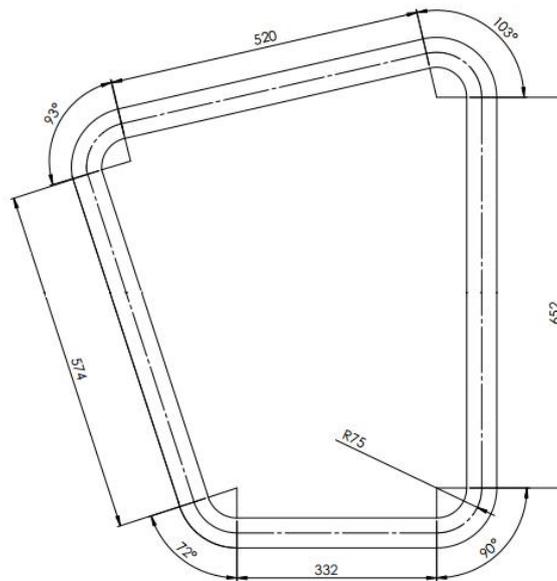


Fig.42 Dimensiones de la pieza Tubo Apoyo.

Finalmente, se obtiene que la longitud de tubo necesaria para fabricar los dos tubos es de **5.093,2mm**.

Cálculo resistente del bastidor.

Con la finalidad de saber si los perfiles empleados para sujetar el mapa táctil en el bastidor son adecuados, se ha calculado la flecha máxima a la que se puede someter la baldosa de gres porcelánico empleada para materializar el mapa en ella.

Mediante los cálculos se determina que **la flecha máxima de la baldosa es de 11,61mm**.

Hecho esto, se ha procedido a calcular la flecha y la tensión máxima que experimentarán los perfiles para el caso en que se sometan a un peso de 100kg, simulando así que una persona se sienta encima, con un factor de seguridad de 1,5.

Tras efectuar los cálculos se puede observar que **la tensión máxima será inferior a la admisible** para el caso que se plantea, lo cual significa que **el bastidor aguantará la acción del peso sin romperse**.

Además, se obtiene que **la flecha máxima que experimentarán los perfiles es de 2,64mm**. Esto significa **que el soporte será lo suficientemente rígido** como para evitar que el mapa parta por flexión.

1.7.7.5 Montaje e instalación.

1. Para comenzar con el montaje se partirá en presentar junto a la pared en la que se desee fijar el bastidor, ya con sus refuerzos superiores (pieza marca 5) y trasero (marca 4) soldados por ambos extremos a los tubos de apoyo (marca 3).

Seguidamente, a través de los agujeros del refuerzo trasero se realizarán orificios en la pared mediante un taladro percutor con una broca para pared.

2. Se insertan los tacos de nylon en los agujeros previamente realizados en la pared y se insertan los tirafondos en estos a través de los agujeros del refuerzo trasero del bastidor, dejando unido este a la pared.

3. Se presenta el tablero (marca 2) encajando sus ranuras inferiores con los refuerzos superiores del bastidor (marca 5). Una vez encajado se atornillará mediante tirafondos a este.

4. Para montar los embellecedores (marca 6), se aplicará adhesivo de montaje a lo largo de todo el surco circular de su periferia y se encajarán sobre el bastidor.

5. Para finalizar, se aplicará también adhesivo de montaje al hueco superior del tablero (marca 2) y se insertará el mapa táctil (marca 1) en el.

1.7.7.6 Renders del producto final.



Fig.43 Render 1.

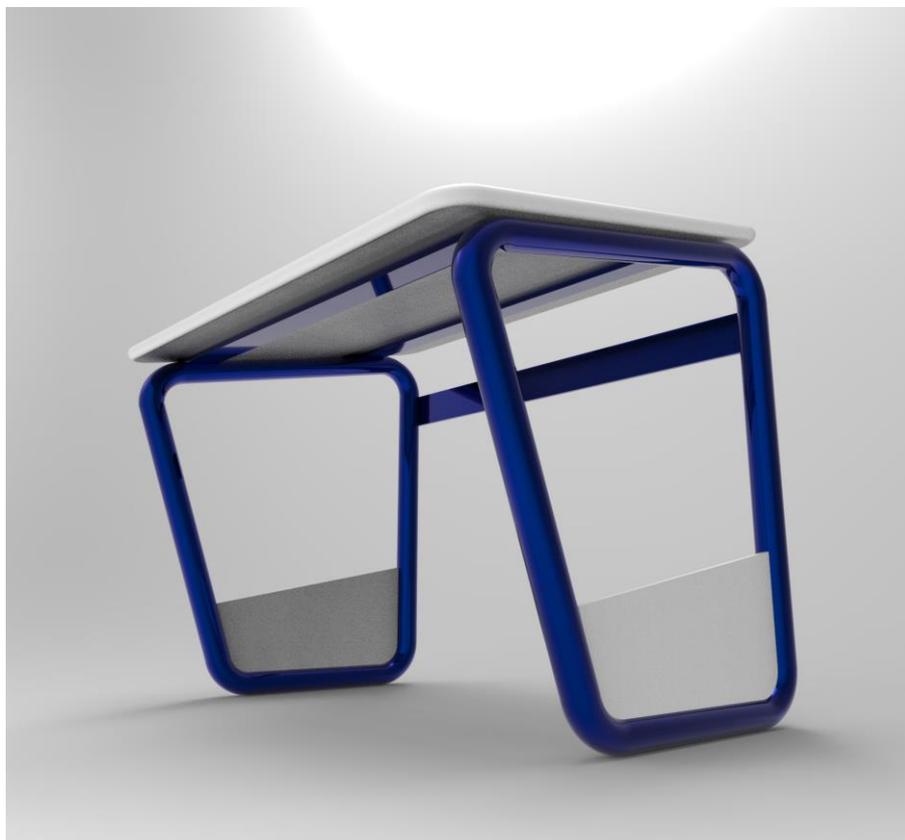


Fig.44 Render 2.



Fig.45 Render 3.



Fig.46 Ambientación del producto.

1.8 Coste final del producto.

A continuación, en las figuras 47 y 48 respectivamente se muestran los costes finales de ambas opciones de diseño de bastidor incluyendo ya el mapa táctil. Para ver en más profundidad el procedimiento llevado a cabo ver “Volumen 6: Presupuesto”

COSTE DISEÑO EXTERIORES	
CONCEPTO	COSTE
Coste de elementos adquiridos	1.910,45 €
Coste de materias primas	2,72 €
Coste de fabricación	379,2 €
Coste de montaje	120 €
COSTE TOTAL	2.412,37 €
+30% Beneficio industrial sobre el coste total	723,71 €
COSTE TOTAL +BENEFICIOS	3.136,08 €
+21% IVA	658,58 €
PRECIO DE VENTA	3.794,66 €

Fig.47 Tabla de costes totales del diseño para exteriores.

COSTE DISEÑO INTERIORES	
CONCEPTO	COSTE
Coste de elementos adquiridos	1763,25 €
Coste de materias primas	118,68 €
Coste de fabricación	375,45 €
Coste de montaje	15 €
COSTE TOTAL	2271,93 €
+30% Beneficio industrial sobre el coste total	681,58 €
COSTE TOTAL +BENEFICIOS	2953,51 €
+21% IVA	620,23 €
PRECIO DE VENTA	3573,74 €

Fig.48 Tabla de costes totales del diseño para interiores.

1.9 Conclusiones.

En este trabajo se ha llevado a cabo el diseño de un mapa táctil de orientación para un recinto complejo y de gran tamaño como es el de la Universitat Jaume I.

Previamente al inicio del diseño del mapa se ha llevado a cabo la recopilación, clasificación y selección de las recomendaciones de diseño a tener en cuenta para su desarrollo, de las cuales se realizó una exposición detallada.

Estas recomendaciones han sido tomadas como lista de especificaciones a cumplir por el diseño a realizar.

Como resultado de la aplicación de estas especificaciones se ha llegado a una propuesta de mapa funcional y que satisface tanto las necesidades intrínsecas de este tipo de productos, como las de los diferentes grupos de usuarios de este.

Por tanto, queda demostrado que el proceso empleado para la materialización del mapa táctil es absolutamente viable para su aplicación a grandes recintos como el de la Universitat Jaume I.

Por otro lado, los bastidores proyectados cumplen con los diferentes requisitos de diseño asegurando la accesibilidad y aguantando las condiciones a las que son expuestos, siendo sus requisitos distintos en función de su localización.

Por todo esto se puede concluir que mediante este trabajo se cumplen los objetivos planteados y se han conseguido proyectar elementos que realmente contribuyen a facilitar la orientación y el acceso en las instalaciones de la Universitat Jaume I.

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 2: ANEXOS

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa
Tutor: Julio Serrano Mira
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice de anexos.

ANEXO 1: Búsqueda de información.....	55
1.1. Los gráficos tangibles.....	55
1.2. Productos antecedentes.....	56
ANEXO 2: Diseño conceptual.....	60
2.1. Definición de objetivos.....	60
2.2 Análisis de objetivos.....	62
2.3 Establecimiento de especificaciones y restricciones del problema.....	70
2.4 Objetivos seleccionados para los siguientes procesos de diseño.....	74
2.4.1 Diseñoy de exteriores:.....	74
2.4.2 Diseño de interiores:.....	76
2.5 Alternativas de diseño.....	77
2.5.1 Alternativas para el diseño de exteriores.....	77
2.5.2 Alternativas para el diseño de interiores.....	81
2.6 Evaluación de las propuestas de diseño.....	85
2.6.1 Método de análisis cualitativo (DATUM).....	85
2.6.2 Método de análisis cuantitativo (objetivos ponderados).....	86
ANEXO 3: Composición de la información del mapa.....	95
3.1 Partes que contiene el mapa.....	95
3.1.1 Información textual.....	95
3.1.2 Gráfico.....	95
3.2 Formato y dimensiones del mapa.....	96
3.2.1 Formato:.....	96
3.2.2 Dimensiones:.....	96
3.3 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos visuales.....	96
3.3.1 Título.....	96
3.3.2 Leyenda.....	98
3.3.3 Gráfico.....	100
3. 4 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos táctiles.....	100
3.4.1 Título en caracteres Braille.....	100
3.4.2 Leyenda.....	102
3.2.4 Camino guía.....	103
3.4.3 Gráfico.....	103
3.5 Selección de la información a incluir del mapa.....	104
3.6 Resultado.....	109

3.7 Condiciones de uso del mapa.....	110
ANEXO 4: Consideraciones ergonómicas.....	113
4.1 Zona de barrido ergonómico.....	113
4.2 Dimensiones del mapa.....	113
4.3 Dimensiones para asegurar la accesibilidad del mapa.....	114
4.3.1 Diseño para exteriores.....	116
4.3.2 Diseño para interiores.....	116
ANEXO 5: Selección de la técnica de fabricación del mapa táctil.....	118
5.1 Factores a tener en cuenta en la selección de la técnica de fabricación.....	118
5.2 Técnicas de fabricación más habituales.....	119
5.3 Descripción de características de los gráficos Kersings y su obtención.....	122
ANEXO 6: Cálculos.....	124
6.1 Diseño de exteriores.....	124
6.1 Cuantía geométrica mínima del armado de las piezas de hormigón.....	124
6.1.1 Tablero superior.....	124
6.1.2 Patas.....	126
6.2 Diseño de interiores.....	127
6.2.1 Longitud de tubo a emplear en el diseño de interiores.....	127
6.2.2 Cálculo resistente del mapa táctil.....	128

ANEXO 1: Búsqueda de información.

1.1. Los gráficos tangibles.

La comunicación es una de las principales vías de interacción social para el ser humano, vital para que este pueda desenvolverse bien en cualquier entorno. En el caso de las personas con discapacidad visual, la comunicación cobra una mayor importancia, resultando una actividad necesaria para poder superar las barreras con las que los este colectivo se encuentra a diario.

Para este colectivo de personas, la información oral y, sobre todo, táctil resulta indispensable para orientarse de forma efectiva en sus desplazamientos por el entorno. En este sentido, los gráficos tangibles resultan ser un recurso muy efectivo dirigido principalmente a las personas con discapacidad visual, sirviendo también, pero en menor grado a personas sin ningún tipo de discapacidad.

La principal característica de los gráficos tangibles es que reproducen en relieve una imagen gráfica, de modo que pueden ser percibidos mediante el uso del tacto. Los gráficos tangibles para orientación urbana, o en el interior de un local o recinto son el caso más habitual de este tipo de productos. Estos exponen en relieve diferentes elementos significativos como: pasos de cebra, edificios, calles y código Braille, de tal modo que estos pueden ser explorados haciendo uso del tacto, logrando de esta manera comunicar su contenido de modo al colectivo citado.

Los gráficos tangibles pueden agruparse en dos categorías en función de su durabilidad, la cual está directamente relacionada con su portabilidad:

Gráficos tangibles portables

Estos están exclusivamente ideados para personas con discapacidad visual. Pensados para para ser llevados por la persona que los utiliza, son de tamaño reducido, prácticamente de tamaño similar al de un formato DIN A3. Para su utilización, el usuario lo apoya en el tronco para realizar la exploración táctil, con lo cual estos deben de ser ligero y presentar cierta flexibilidad.

Generalmente, este tipo de gráficos tangibles vienen realizados en láminas finas de termoplásticos o en papel debido a la casi unicidad de su uso y a la necesidad de que su precio sea reducido al estar fabricados en series muy cortas. Los procesos de fabricación más empleados para este tipo de gráficos tangibles son el termoconformado para las láminas de termoplástico y el microencapsulado (papel con microcápsulas embebidas que al contacto con la tinta y posterior aplicación de calor se hincha en las zonas entintadas).

Gráficos tangibles fijos o permanentes

Estos se encuentran en una ubicación fija, y se les exige una duración y usos elevados. Suelen ser rígidos y están apoyados en un soporte o plataforma, pudiendo estar

destinados para su uso en interiores y exteriores. En función de su localización ciertas funcionalidades y los requisitos de resistencia variarán notablemente. Están concebidos para hacer un uso colectivo de ellos tanto por personas con discapacidad visual como por personas sin ninguna deficiencia en la visión. Su precio suele ser muy elevado y habitualmente combinan texto y grafismos planos con otros en relieve.

El mapa táctil a desarrollar en este trabajo entra dentro de los gráficos tangibles de esta categoría, para la obtención de este tipo de gráficos existe una multitud de posibles materiales y procesos de fabricación. Algunas de las técnicas de fabricación más habituales son fundición de bronce, mecanizado de aluminio o recorte de láminas poliméricas. Se puede apreciar una muestra del acabado que tienen ambas técnicas en la figura 1.

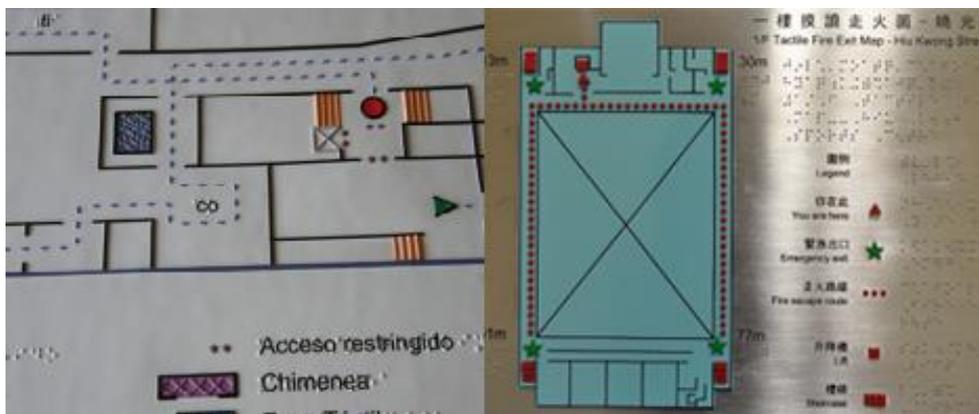


Fig.1 Izquierda: Gráfico tangible portable obtenido por termoconformado de láminas termoplásticas.

Derecha: Gráfico tangible fijo obtenido mediante mecanizado de aluminio.

1.2. Productos antecedentes.

Existen multitud de mapas táctiles ideados para todo tipo de lugares, realizados en técnicas de fabricación y distribución de la información visual muy variadas. A continuación, se muestran unos ejemplos:



Fig.1 Mapa táctil de la plaza de Pilar Nuevo en Las Palmas de Gran Canaria realizado en aluminio mecanizado y pintado.



Fig.2 Mapa táctil de un parque de Hong Kong realizado mediante recorte de láminas de plástico.

Además de los mapas táctiles existen otros tipos de productos ideados para facilitar la captación de información y conocimientos o ayudar a orientarse en espacios tanto públicos como privados a personas con discapacidad visual, aquí unos ejemplos:

Material informativo impreso en Braille

Pueden ser libros, revistas, folletos, etc... cuyo medio para ser interpretados es el sistema de lectoescritura Braille. No son de uso recomendable en exteriores al ser el papel su principal soporte ya que se expone a desgaste, manchas y rotura.

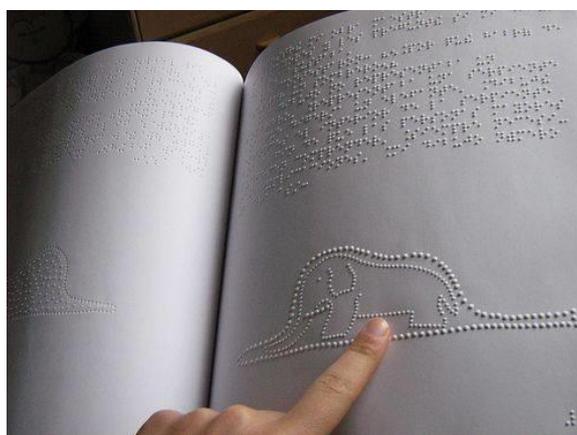


Fig.2 Muestra de un libro impreso en código de lectoescritura Braille.

Señalética adaptada para invidentes

Es un tipo de cartelería o rotulación que, por lo general transmite; una información muy escueta y concreta sobre el lugar donde se sitúa.



Fig.3 Ejemplo de señalética para invidentes.

Pavimento táctil

Es un tipo de pavimento que se contrasta con el resto de pavimentos donde se integra mediante un color diferenciado y una textura en alto relieve.

Es utilizado para dirigir, orientar y además informar de las distintas circunstancias que puedan darse en un punto del recorrido. Por contra, aportan información limitada y no establecen ubicación.



Fig.4 Pavimento táctil.

Maquetas táctiles

Este tipo de producto tiene prácticamente la misma finalidad que un mapa táctil solo que las maquetas táctiles además de proporcionar orientación también tienen la posibilidad de aportar nociones volumétricas del objeto o lugar que representan, lo cual hace que tengan un gran valor didáctico.

Su principal inconveniente es que son extremadamente caras. Usualmente hechas de plástico y metal, los procesos de fabricación habituales son mecanizado o moldeo. Según el material son aptas para uso en exteriores y requieren de un mantenimiento periódico.



Fig.5 Maqueta táctil exterior del centro de Florencia realizada en fundición de bronce.

ANEXO 2: Diseño conceptual.

2.1. Definición de objetivos.

Nivel de generalidad

Medio, dado que este trabajo de diseño pretende cambiar algo más que una característica aislada de los mapas táctiles, pero tampoco se busca proponer una alternativa a estos.

Estudio de las expectativas y razones del promotor

La principal motivación del promotor, en este caso la Universitat Jaume I, es la de introducir en sus instalaciones elementos que faciliten el acceso y uso de sus instalaciones al mayor número de personas posible.

En concreto, se busca introducir un tipo de elemento que ayude a establecer posición en sus instalaciones y a recorrer un itinerario entre sus distintas dependencias a las personas con deficiencia en la visión. También se busca que el mapa táctil del campus sea accesible para personas con silla de ruedas.

Estudio de las circunstancias que rodean al diseño

Factores geográficos: Este producto está destinado a un ámbito geográfico muy reducido y específico dado que está ideado específicamente para el campus de una universidad en concreto. Cabe también la opción de explorar la opción de facilitar que la información que contiene el soporte con el mapa sea fácilmente sustituible, ya que al estar sujetas a cambio las instalaciones del campus es interesante disponer de la opción de generar un nuevo mapa cuando sea necesario y poder posicionarlo exactamente en el mismo lugar que el anterior.

Factores climatológicos: En lo que respecta a la opción de soporte de interiores esta habrá de soportar las condiciones propias de una habitación cerrada que no está expuesta a factores tales como una exposición directa al sol, lluvias, etc... Por lo cual, es la que menos limitaciones presentará en este aspecto a nivel de selección de materiales y características formales del diseño. Por otra parte, la opción de exteriores estará sujeta a más restricciones al estar expuesta a la intemperie, además de los factores relacionados con la climatología hay otros que habrá que considerar, como la posibilidad de sufrir actos vandálicos de cualquier tipo.

Se deduce que deberá ser ideada para ser más resistente que la opción de interiores.

Factores sociales: Este producto está destinado para una población con la suficiente edad y autonomía como para necesitar hacer uso de las instalaciones de la universidad, con lo cual el rango de edad de sus usuarios estará comprendido entre los

18 y los 65 años. Además de ser especialmente concebido para la gente con deficiencia visual, el producto deberá ser utilizable y entendible por todo el mundo, incluyendo a personas sin ningún tipo de deficiencia.

Estudio de los recursos disponibles

Se aborda el diseño del producto partiendo de un punto en el que se supone que se tiene acceso a proveedores de material, la industria y la maquinaria necesarias para materializar el producto una vez esta se haya diseñado.

Establecimiento de los objetivos esenciales y deseos

A continuación, se va a establecer una serie de objetivos, los objetivos comunes de los dos soportes irán en color negro, los que son específicos para el diseño de interiores en verde y por último los que son específicos para el diseño de exteriores irán de color azul.

De cara a conseguir una mayor cantidad de objetivos y por tanto un diseño conceptual más depurado, se estudiará el grupo de personas afectado por el diseño. Estos grupos serán la empresa solicitante del producto, el diseñador o equipo de diseño, fabricante, personal de montaje y mantenimiento y usuario final.

A) Empresa solicitante

1. Generación de un mapa táctil inclusivo del campus de la Universitat Jaume I formado por el mapa del campus y el soporte de este.
2. Que sea lo más económico posible.
3. Que tenga una durabilidad elevada.
4. **Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.**
5. Que tenga una estética acorde al lugar donde se va a colocar.
6. Que cumpla con la normativa y regulaciones vigentes para este tipo de producto.

B) Diseñador

7. Que sea atractivo estéticamente.
8. **Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.**
9. Que los soportes posibiliten el intercambio del mapa entre la opción de exterior e interior
10. **Que sea resistente ante actos de tipo vandálico.**
11. Que permita intercambiar el mapa táctil a soportar en caso de deterioro u obsolescencia de la información.
12. Que la estructura sea robusta, capaz de resistir peso y golpes

13. Uso de materiales resistentes a la corrosión

14. Que el soporte de ser necesario posibilite un cambio de lugar del mapa sencillo.

C) Fabricante

15. Que sea de rápida fabricación.

16. Peso total del producto lo más bajo posible.

17. Fabricación económica.

18. El material a emplear debe ser fácilmente obtenible y procesable.

19. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

D) Montaje y mantenimiento

20. Fácil limpieza.

21. Mantenimiento sencillo.

22. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

23. De ser necesario el cambio de alguna pieza este debe ser rápido.

24. Fácil de manejar durante el transporte y montaje.

E) Usuario

25. El soporte debe posibilitar un uso cómodo y seguro del mapa.

26. Seguro en el uso.

27. Que no contenga elementos peligrosos como partes afiladas puntiagudas o que posibiliten atrapamientos.

28. Que interfiera en lo menos posible con el espacio en el que se encuentra.

29. El mapa y el soporte no deben favorecer la acumulación de agua.

30. Que el mapa siga resultando agradable al tacto en días calurosos o fríos.

31. Que no existan zonas que favorezcan una gran acumulación de suciedad.

32. El mapa debe de ser entendible tanto para invidentes totales o parciales como para personas sin ninguna deficiencia en la visión.

33. El mapa debe ser accesible para el mayor número de gente posible.

34. Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.

35. El material de limpieza a emplear no debe ser nocivo ni para las personas ni para el entorno.

2.2 Análisis de objetivos.

El siguiente paso consiste en filtrar los objetivos del apartado anterior, desechando los de menos importancia. Estos son los objetivos obtenidos en el apartado anterior:

1. Generación de un mapa táctil inclusivo del campus de la Universitat Jaume I formado por el mapa del campus y el soporte de este.
2. Que sea lo más económico posible.

3. Que tenga una durabilidad elevada.
4. **Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.**
5. Que tenga una estética acorde al lugar donde se va a colocar.
6. Que cumpla con la normativa y regulaciones vigentes para este tipo de producto.
7. Que sea atractivo estéticamente.
8. **Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.**
- ~~9. Que los soportes permitan el intercambio del mapa entre la opción de exterior e interior.~~
10. **Que sea resistente ante actos de tipo vandálico.**
11. Que permita intercambiar fácilmente el mapa táctil a soportar en caso de deterioro u obsolescencia de la información.
12. Que la estructura sea resistente, capaz de resistir peso y golpes
13. **Uso de materiales resistentes a la corrosión**
14. **Que el soporte de ser necesario posibilite un cambio de lugar del mapa sencillo.**
15. Que sea de rápida fabricación.
16. Peso total del producto lo más bajo posible
17. Fabricación económica.
18. El material a emplear debe ser fácilmente obtenible y procesable.
19. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
20. Fácil limpieza.
21. Mantenimiento sencillo.
22. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.
23. De ser necesario el cambio de alguna pieza este debe ser rápido.
24. Fácil de manejar durante el transporte y montaje.
25. El soporte debe permitir un uso cómodo y seguro del mapa.
- ~~26. Seguro en el uso.~~
27. Que no contenga elementos peligrosos como partes afiladas puntiagudas o que permitan atrapamientos.
- ~~28. Que interfiera en lo menos posible con el espacio en el que se encuentra.~~
29. **El mapa y el soporte no deben favorecer la acumulación de agua.**
30. **Que el mapa siga resultando agradable al tacto en días calurosos o fríos.**
31. Que no existan zonas que favorezcan una gran acumulación de suciedad.
32. El mapa debe de ser entendible tanto para invidentes totales o parciales como para personas sin ninguna deficiencia en la visión.
33. El mapa debe ser accesible para el mayor número de gente posible.
34. Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.
35. El material de limpieza a emplear no debe ser nocivo ni para las personas ni para el entorno.

En este caso se considera que los objetivos 9, 26 y 28 todos ellos objetivos comunes a ambas opciones de diseño, deben ser eliminados por ser demasiado similares a otros objetivos en la lista.

Los objetivos a considerar como objetivos de nivel superior o metas de la empresa, en este caso para ambas opciones de soporte serán:

1. Generación de un mapa táctil inclusivo del campus de la Universitat Jaume I formado por el mapa del campus y el soporte de este.
2. Que sea lo más económico posible.
3. Que tenga una durabilidad elevada.

El resto de objetivos se encontrarán en un peldaño más bajo de importancia y se ordenan en distintos grupos encabezados por un objetivo esencial, como resistencia, seguridad en el uso, etc.

Finalmente hecha esta clasificación de los objetivos seleccionados en diferentes categorías se procede a su ordenación jerárquica en diagramas de árbol con tal de ver las relaciones de causa y efecto además de la compatibilidad entre los objetivos.

OBJETIVOS DE RESISTENCIA

8. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.
10. Que sea resistente ante actos de tipo vandálico.
12. Que la estructura sea robusta, capaz de resistir peso y golpes.
13. Uso de materiales resistentes a la corrosión
22. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

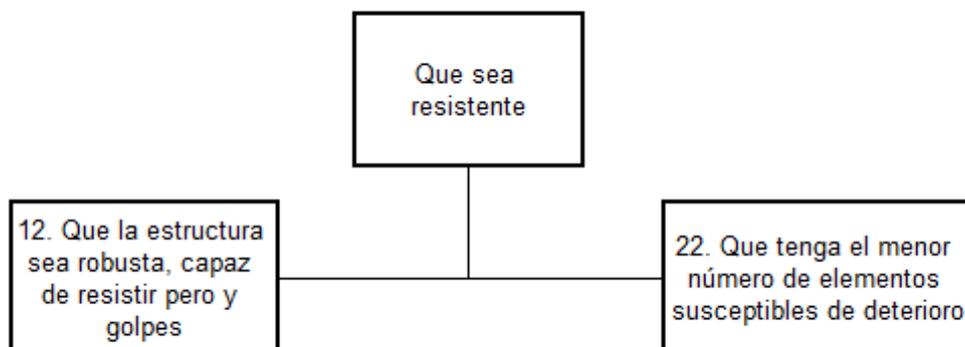


Fig.1 Árbol de objetivos de resistencia para la opción de interiores.

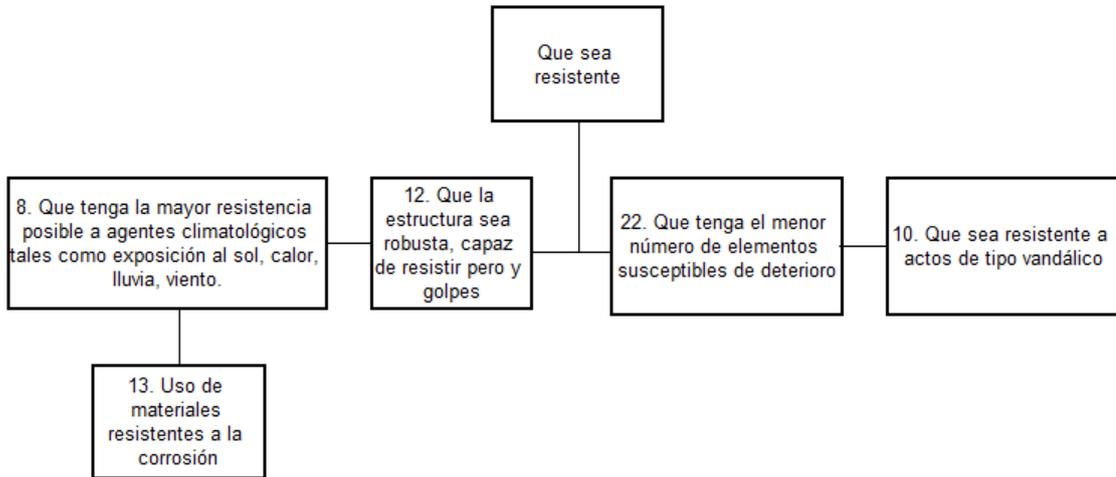


Fig.2 Árbol de objetivos de resistencia para la opción de exteriores.

OBJETIVOS DE SEGURIDAD

9. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.

1. Que cumpla con la normativa y regulaciones vigentes para este tipo de producto.
25. El soporte debe posibilitar un uso cómodo y seguro del mapa.
27. Que no contenga elementos peligrosos como partes afiladas puntiagudas o que posibiliten atrapamientos.

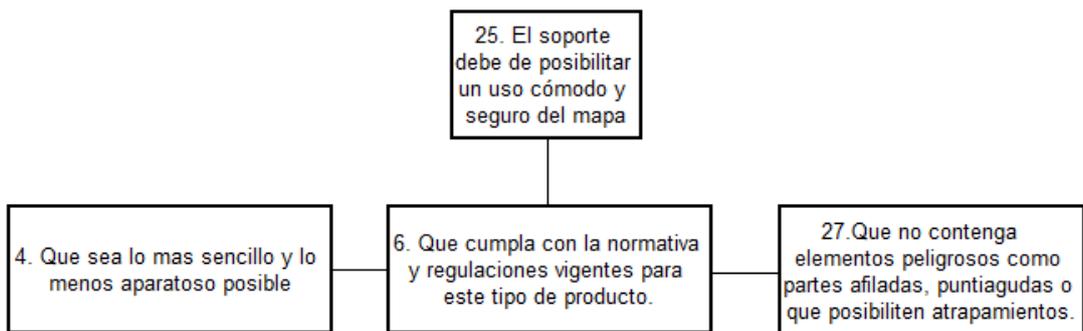


Fig.3 Árbol de objetivos de seguridad para la opción de interiores.

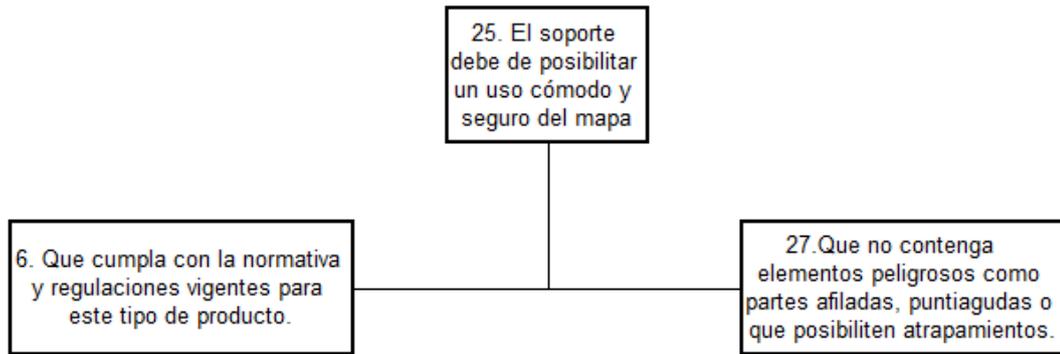


Fig.4 Árbol de objetivos de seguridad para la opción de exteriores.

OBJETIVOS DE USO

- 14. Que el soporte de ser necesario posibilite un cambio de lugar del mapa sencillo.
- 32. El mapa debe de ser entendible tanto para invidentes totales o parciales como para personas sin ninguna deficiencia en la visión.
- 33. Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.
- 34. Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.

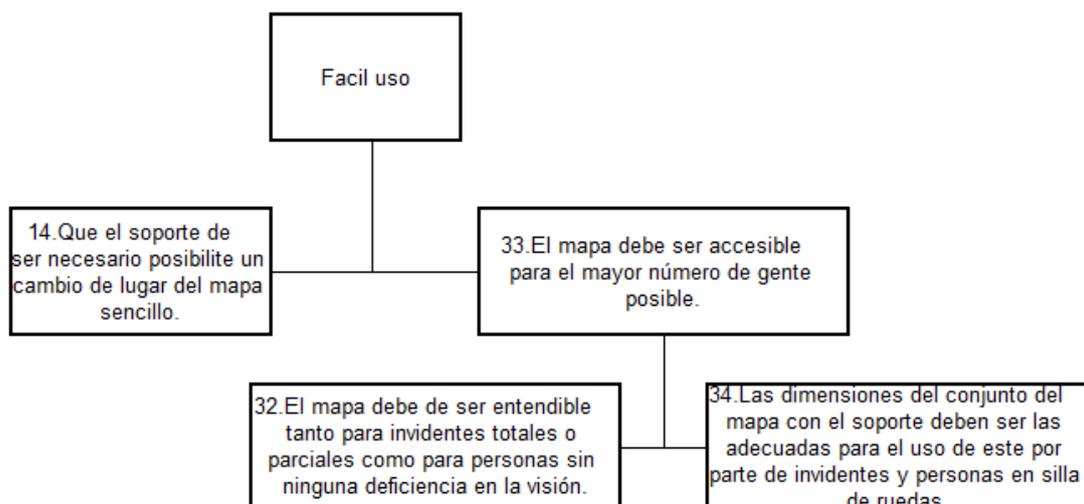


Fig.5 Árbol de objetivos de uso para la opción de interiores.

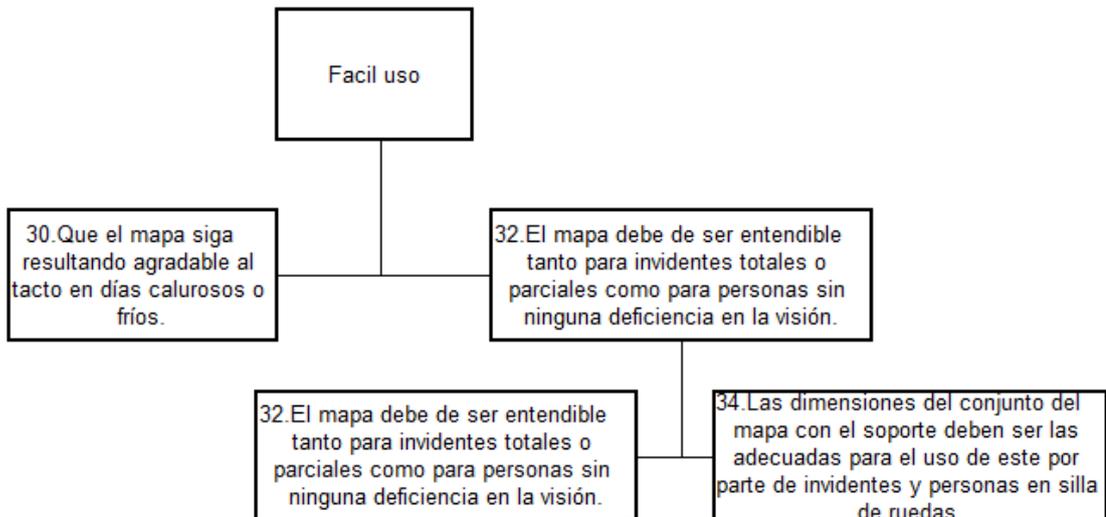


Fig.6 Árbol de objetivos de uso para la opción de exteriores.

OBJETIVOS DE ESTÉTICA

- 10. Que tenga una estética acorde al lugar donde se va a colocar.
- 2. Que sea atractivo estéticamente.

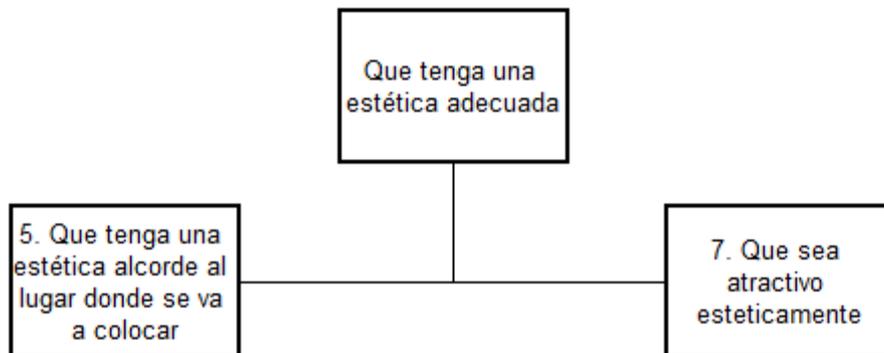


Fig.7 Árbol de objetivos de estética para ambas opciones de diseño.

OBJETIVOS DE FABRICACIÓN

- 15. Que sea de rápida fabricación.
- 17. Fabricación económica.
- 18. El material a emplear debe ser fácilmente obtenible y procesable.
- 19. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

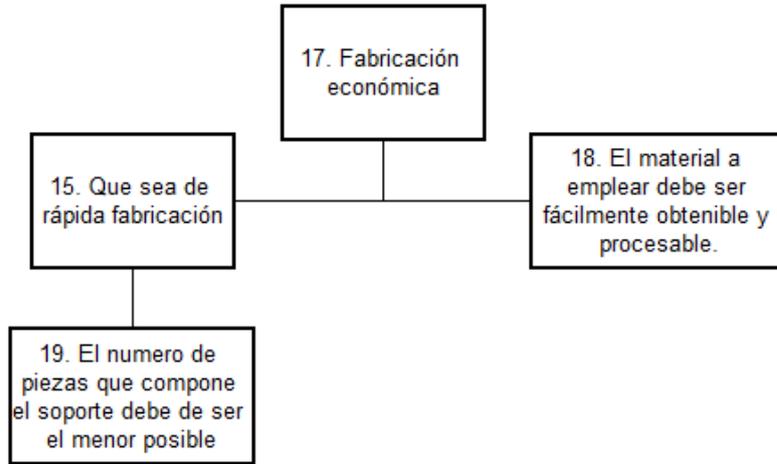


Fig.8 Árbol de objetivos de fabricación para ambas opciones de diseño.

OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

- 11. Que permita intercambiar fácilmente el mapa táctil a soportar en caso de deterioro u obsolescencia de la información.
- 16. Peso total del producto lo más bajo posible.
- 21. Mantenimiento sencillo.
- 22. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.
- 23. De ser necesario el cambio de alguna pieza este debe ser rápido.

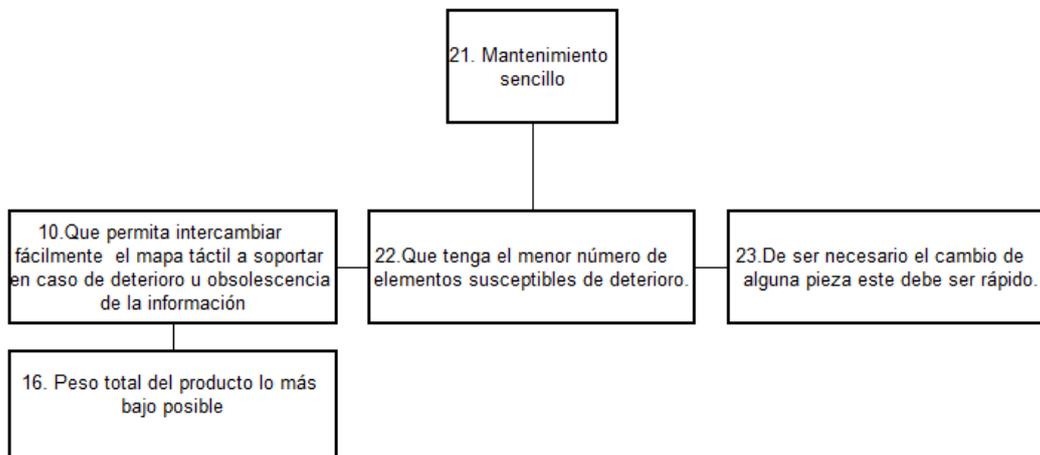


Fig.9 Árbol de objetivos de mantenimiento para ambas opciones de diseño.

OBJETIVOS DE LIMPIEZA

20. Fácil limpieza.

29. El mapa y el soporte no deben favorecer la acumulación de agua.

31. Que no existan zonas que favorezcan una gran acumulación de suciedad.

35. El material de limpieza a emplear no debe ser nocivo ni para las personas ni para el entorno.

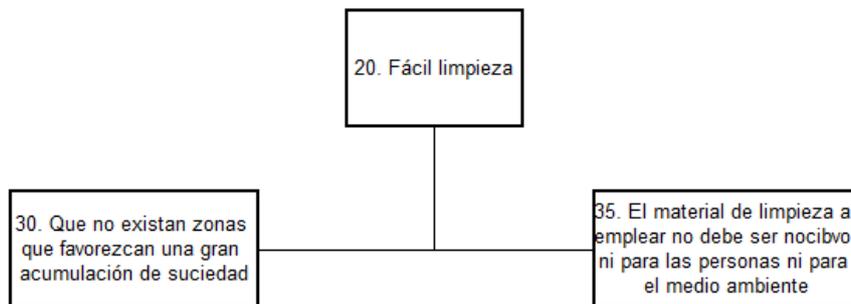


Fig.10 Árbol de objetivos de mantenimiento para la opción de interiores.

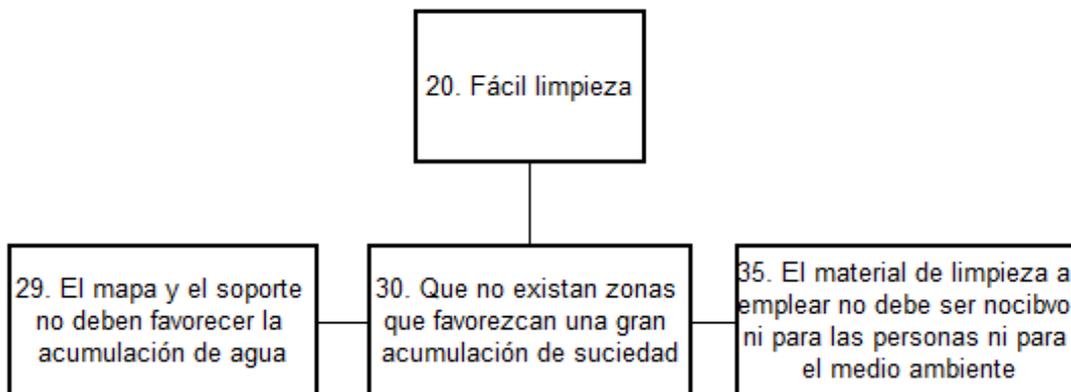


Fig.11 Árbol de objetivos de mantenimiento para la opción de exteriores.

ESQUEMA GENERAL

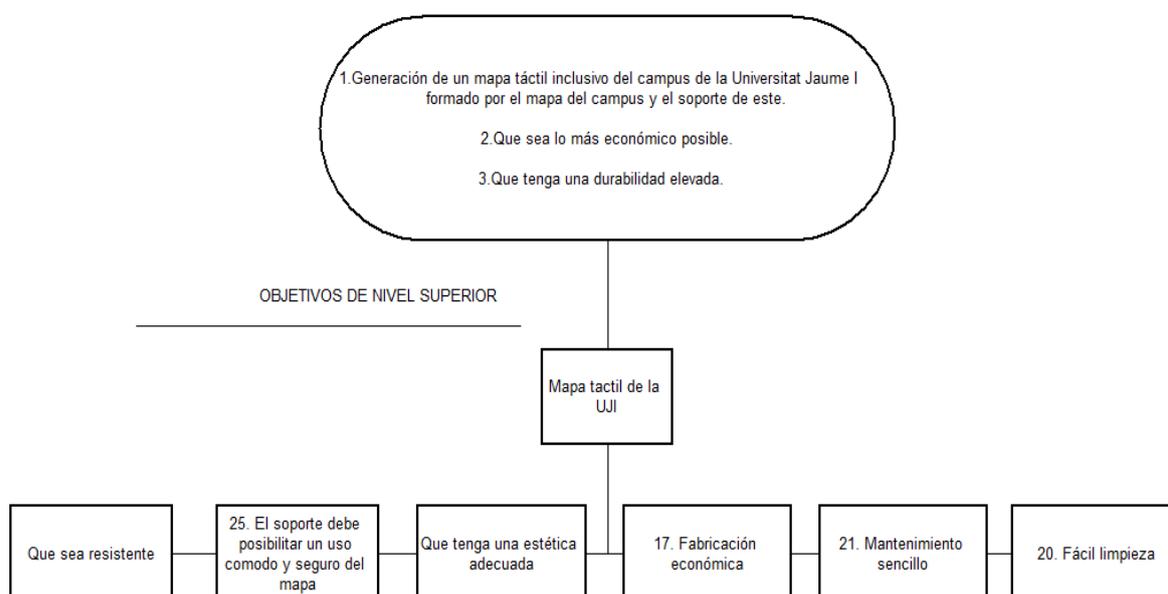


Fig.12 Árbol de objetivos general para ambas opciones de diseño.

2.3 Establecimiento de especificaciones y restricciones del problema.

Ya definidas las problemáticas que aborda cada diseño, se procede a determinar los límites entre los cuales debe de estar su solución. Al igual que en los apartados anteriores los objetivos escritos en negro serán los comunes, los que están en azul son referentes exclusivamente a la opción de exteriores y los que están en verde tan solo atañen a la opción de interiores.

Se procede a clasificar todos los objetivos en restricciones y especificaciones. Las restricciones son objetivos que el diseño debe cumplir obligatoriamente, con lo cual una alternativa de diseño que no cumpla uno de estos objetivos será desechable. Mientras que las especificaciones son objetivos que se podrán cumplir en mayor o en menor medida y son los que decidirán que alternativa de diseño es la mejor.

Previamente se hará una transformación de los objetivos que necesiten ser transformados a objetivos escalables.

CONVERSIÓN DE OBJETIVOS A OBJETIVOS ESCALABLESObjetivos susceptibles de ser transformados en escalables:

- 3. Que tenga una durabilidad elevada.
- 7. Que sea atractivo estéticamente.
- 10. Que sea resistente ante actos de tipo vandálico.
- 20. Fácil limpieza.
- 21. Mantenimiento sencillo.
- 24. Fácil de manejar durante el transporte y montaje.

Objetivos transformados:

- 3. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- 7. Que sea atractivo para el mayor número de personas posible.
- 10. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico.
- 20. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible
- 21. Mantenimiento lo más sencillo posible.
- 24. Que sea lo más fácil posible de manejar durante el transporte y montaje.

RESTRICCIONES:

- 1. Generación de un mapa táctil inclusivo del campus de la Universitat Jaume I formado por el mapa del campus y el soporte de este.
- 5. Que tenga una estética acorde al lugar donde se va a colocar.
- 6. Que cumpla con la normativa y regulaciones vigentes para este tipo de producto.
- 11. Que permita intercambiar el mapa táctil a soportar en caso de deterioro u obsolescencia de la información.
- 12. Que la estructura sea robusta, capaz de resistir peso y golpes
- 13. Uso de materiales resistentes a la corrosión
- 14. Que el soporte de ser necesario posibilite un cambio de lugar del mapa sencillo.
- 18. El material a emplear debe ser fácilmente obtenible y procesable.
- 23. De ser necesario el cambio de alguna pieza este debe ser rápido.

- 25. El soporte debe posibilitar un uso cómodo y seguro del mapa.
- 27. Que no contenga elementos peligrosos como partes afiladas puntiagudas o que posibiliten atrapamientos.
- 29. El mapa y el soporte no deben favorecer la acumulación de agua.
- 30. Que el mapa siga resultando agradable al tacto en días calurosos o fríos.
- 31. Las dimensiones del conjunto del mapa con el soporte deben ser las adecuadas para el uso de este por parte de invidentes y personas en silla de ruedas.
- 32. El material de limpieza a emplear no debe ser nocivo ni para las personas ni para el entorno.
- 33. El mapa debe ser accesible para el mayor número de gente posible.
- 34. El mapa debe de ser entendible tanto para invidentes totales o parciales como para personas sin ninguna deficiencia en la visión.
- 35. Que no existan zonas que favorezcan una gran acumulación de suciedad.

ESPECIFICACIONES:

- 2. Que sea lo más económico posible.
 - Criterio: A menor coste económico, mejor.
 - Variable: Coste económico.
 - Escala: Proporcional (Euros)
- 3. Que tenga la mayor durabilidad posible.
 - Criterio: A mayor durabilidad, mejor.
 - Variable: Tiempo de servicio.
 - Escala: Proporcional (Años)
- 4. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.
 - Criterio: A mayor sencillez del diseño, mejor.
 - Variable: Volumen del mapa con soporte.
 - Escala: Proporcional (m³)
- 7. Que sea atractivo para el mayor número de personas posible.
 - Criterio: Cuanto más atractivo, mejor.
 - Variable: Valoraciones positivas de la estética.
 - Escala: Proporcional (Nº Valoraciones)

8. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.

- Criterio: Cuanto más resistente, mejor.
- Variable: Protección frente a agentes climatológicos.
- Escala: Proporcional (Nº agentes a los cuales está protegido)

10. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico

- Criterio: Cuanto más resistente frente a actos vandálicos, mejor.
- Variable: Protección frente a actos de vandalismo.
- Escala: Proporcional (Nº de elementos que favorecen la protección)

15. Que la fabricación sea lo más rápida posible.

- Criterio: Cuanto menos se tarde en fabricar, mejor.
- Variable: Tiempo de fabricación.
- Escala: Proporcional (tiempo)

16. Peso total del producto lo más bajo posible.

- Criterio: Cuanto más ligero sea el producto, mejor.
- Variable: Masa total del producto.
- Escala: Proporcional (kg)

17. Fabricación económica.

- Criterio: Cuanto menor sea el coste final de fabricación, mejor.
- Variable: Coste económico.
- Escala: Proporcional (Euros)

19. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

- Criterio: Cuanto menor sea el número de piezas que componen el soporte, mejor.
- Variable: Número de piezas.
- Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc...)

20. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

- Criterio: Cuanto más sencilla sea, mejor.
- Variable: Superficie a limpiar.
- Escala: Proporcional (m²)

21. Mantenimiento lo más sencillo posible.

- Criterio: Cuanto más sencillo, mejor.
- Variable: Número de tipos distintos de herramientas para sustituir alguna parte.
- Escala: Ordinal (Muy complicado/complicado/normal/sencillo/muy sencillo)

22. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

- Criterio: Cuanto menor número de piezas, mejor.
- Variable: Nº de piezas.
- Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc..)

24. Que sea lo más fácil posible de manejar durante el transporte y montaje.

- Criterio: Cuanto más fácil sea, mejor.
- Variable: Peso total de los componentes.
- Escala: Proporcional (kg)

2.4 Objetivos seleccionados para los siguientes procesos de diseño.

2.4.1 Diseñoy de exteriores:

O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.

- Criterio: A mayor durabilidad, mejor.
- Variable: Tiempo de servicio.
- Escala: Proporcional (Años)

O2. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.

- Criterio: Cuanto más resistente, mejor.

- Variable: Protección frente a agentes climatológicos.
- Escala: Proporcional (Nº agentes a los cuales está protegido)

O3. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico

- Criterio: Cuanto más resistente frente a actos vandálicos, mejor.
- Variable: Protección frente a actos de vandalismo.
- Escala: Proporcional (Nº de elementos que favorecen la protección)

O4. Peso total del producto lo más bajo posible.

- Criterio: Cuanto más ligero sea el producto, mejor.
- Variable: Masa total del producto.
- Escala: Proporcional (kg)

O5. Fabricación económica.

- Criterio: Cuanto menor sea el coste final de fabricación, mejor.
- Variable: Coste económico.
- Escala: Proporcional (Euros)

O6. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

- Criterio: Cuanto menor sea el número de piezas que componen el soporte, mejor.
- Variable: Número de piezas.
- Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc...)

O7. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

- Criterio: Cuanto más sencilla sea, mejor.
- Variable: Superficie a limpiar.
- Escala: Proporcional (m²)

O8. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

- Criterio: Cuanto menor número de piezas, mejor.
- Variable: Nº de piezas.
- Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc..)

2.4.2 Diseño de interiores:

O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.

-Criterio: A mayor durabilidad, mejor.

-Variable: Tiempo de servicio.

-Escala: Proporcional (Años)

O2. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.

-Criterio: A mayor sencillez del diseño, mejor.

-Variable: Volumen del mapa con soporte.

-Escala: Proporcional (m^3)

O3. Peso total del producto lo más bajo posible.

-Criterio: Cuanto más ligero sea el producto, mejor.

-Variable: Masa total del producto.

-Escala: Proporcional (kg)

O4. Fabricación económica.

-Criterio: Cuanto menor sea el coste final de fabricación, mejor.

-Variable: Coste económico.

-Escala: Proporcional (Euros)

O5. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.

-Criterio: Cuanto menor sea el número de piezas que componen el soporte, mejor.

-Variable: Número de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc...)

O6. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

-Criterio: Cuanto más sencilla sea, mejor.

-Variable: Superficie a limpiar.

-Escala: Proporcional (m^2)

07. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

-Criterio: Cuanto menor número de piezas, mejor.

-Variable: Nº de piezas.

-Escala: Proporcional (1,2,3,4, etc..)

2.5 Alternativas de diseño

2.5.1 Alternativas para el diseño de exteriores.

Alternativa 1:

Estructura realizada en hormigón armado anclada al suelo.

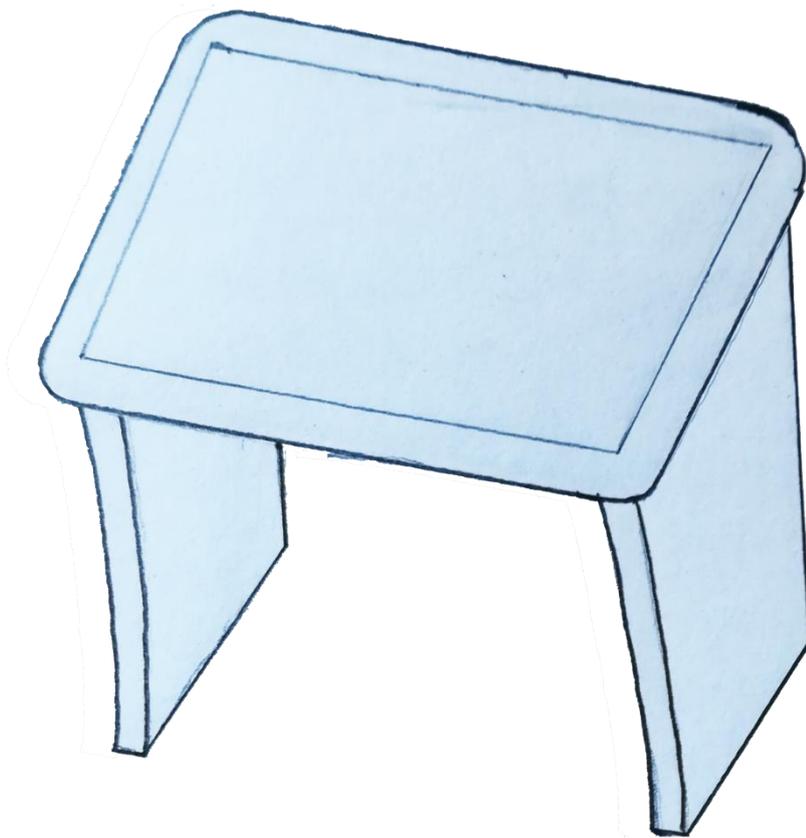


Fig.13 Opción de diseño 1 para soporte del mapa táctil de exteriores.

Alternativa 2:

Estructura realizada en chapa de acero apoyada al suelo.

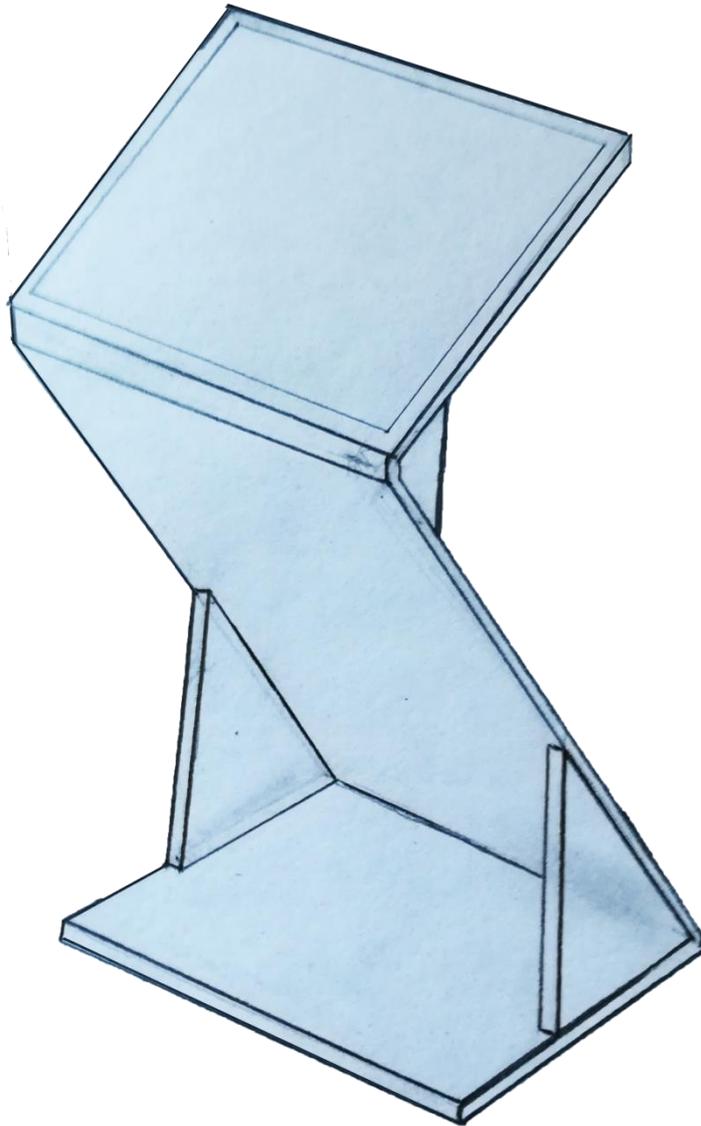


Fig.14 Opción de diseño 2 para soporte del mapa táctil de exteriores.

Alternativa 3:

Estructura de tubo de acero anclada al suelo.

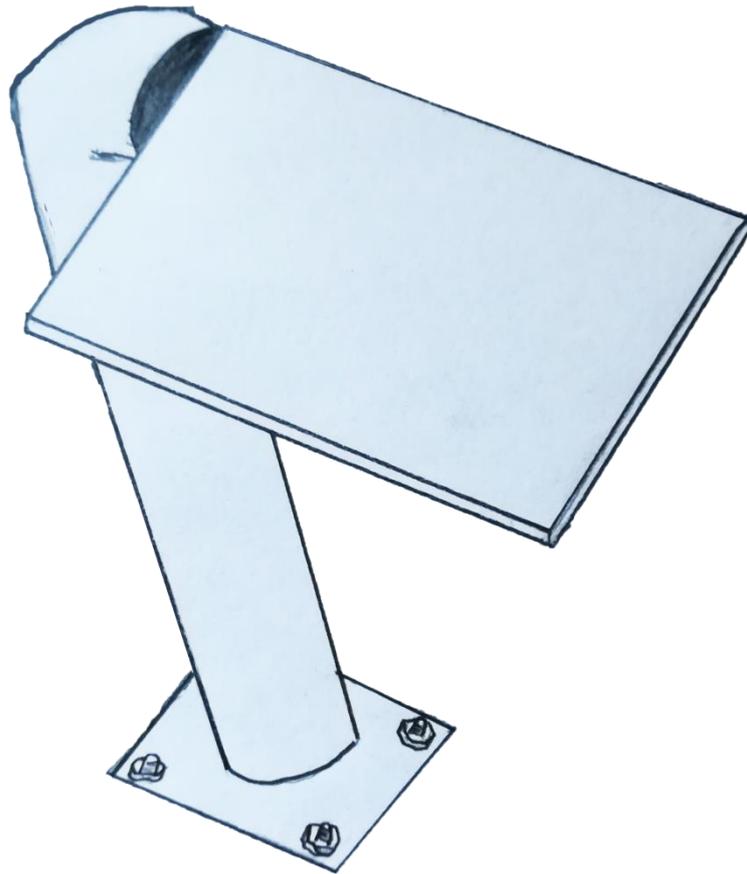


Fig.15 Opción de diseño 3 para soporte del mapa táctil de exteriores.

Alternativa 4:

Estructura realizada en acero tubular doblado fijado al suelo.



Fig.17 Opción de diseño 4 para soporte del mapa táctil de exteriores.

2.5.2 Alternativas para el diseño de interiores

Alternativa 1:

Estructura de acero tubular anclada al suelo recubierta de chapa de acero doblada.



Fig.17 Opción de diseño 1 para soporte del mapa táctil de interiores.

Alternativa 2:

Estructura en plancha de acero doblada apoyada al suelo.



Fig.18 Opción de diseño 2 para soporte del mapa táctil de interiores.

Alternativa 3:

Estructura en plancha de acero doblada apoyada al suelo.



Fig.19 Opción de diseño 3 para soporte del mapa táctil de interiores.

Alternativa 4:

Estructura en acero tubular apoyada en el suelo y con anclaje en pared.

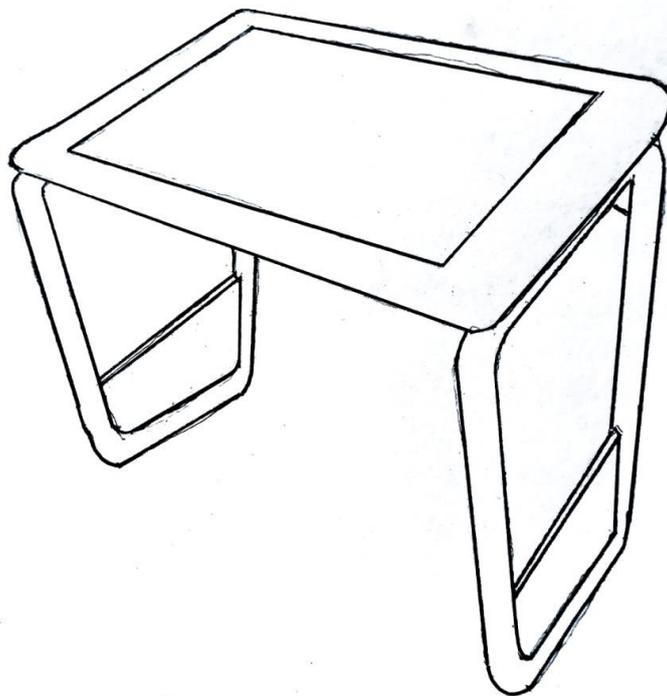


Fig.20 Opción de diseño 4 para soporte del mapa táctil de interiores.

2.6 Evaluación de las propuestas de diseño.

2.6.1 Método de análisis cualitativo (DATUM)

Mediante este método se realiza una comparativa entre los diferentes diseños. En primer lugar, se selecciona a criterio del diseñador una de las opciones como mejor (DATUM) y las demás se compararán respecto a esta.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO PARA EXTERIORES

Primera comparativa:

OBJETIVOS	DISEÑO EXTERIORES			
	DE1	DE2	DE3	DE4
O1		=	-	-
O2		=	-	-
O3	D	-	-	-
O4	A	+	+	+
O5	T	+		
O6	U	+	-	-
O7	M	-	-	-
O8		-	-	-
TOTAL		0		

Fig.21 DATUM general para la opción de exteriores.

DATUM FINAL:

OBJETIVOS	DISEÑO EXTERIORES	
	DE1	DE2
O1	=	
O2	=	
O3	+	D
O4	-	A
O5	-	T
O6	-	U
O7	+	M
O8	+	
TOTAL	0	

Fig.22 DATUM final para la opción de exteriores.

En el caso de la opción de diseño para exteriores, el análisis establece que el diseño 1 y el diseño 2 son dos opciones igualmente válidas, esto se resolverá mediante el análisis cuantitativo.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO PARA INTERIORES

Primera comparativa:

OBJETIVOS	DISEÑO INTERIORES			
	DI1	DI2	DI3	DI4
O1		-	+	=
O2	D	-	-	+
O3	A	=	-	+
O4	T	-	-	+
O5	U	+	+	=
O6	M	-	-	+
O7		+	+	=
TOTAL		-2	-1	4

Fig.23 DATUM general para la opción de interiores.

DATUM FINAL:

OBJETIVOS	DISEÑO INTERIORES	
	DI1	DI4
O1	=	
O2	-	D
O3	-	A
O4	-	T
O5	=	U
O6	-	M
O7	=	
TOTAL	-4	

Fig.24 DATUM final para la opción de interiores.

En el caso de la opción de diseño para interiores, el análisis establece que la mejor opción es el diseño 4.

2.6.2 Método de análisis cuantitativo (objetivos ponderados)

Este método consiste en hallar una cuantificación de la valoración de cada una de las alternativas a comparar. Esta se basará en una ponderación de los objetivos y posteriormente en establecer una escala de adaptación de cada alternativa de diseño para todos los objetivos.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO PARA EXTERIORES

El primer paso de este análisis consiste en enumerar y describir los objetivos que las propuestas de diseño deben satisfacer.

Objetivos a analizar:

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- O2. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.
- O3. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico
- O4. Peso total del producto lo más bajo posible.
- O5. Fabricación económica.
- O6. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
- O7. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible
- O8. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

Cabe destacar que aunque ambos diseños tengan objetivos en común el orden de preferencia y el valor que se le da a cada uno de estos será diferente debido a que estarán expuestos a circunstancias diferentes.

Matriz de preferencia de los objetivos:

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	TOTAL
O1	-	1	1	1	1	1	1	1	7
O2	0	-	1	1	1	1	1	1	6
O3	0	0	-	1	1	1	1	1	5
O4	0	0	0	-	0	0	0	1	1
O5	0	0	0	1	-	1	1	1	4
O6	0	0	0	1	0	-	1	0	2
O7	0	0	0	1	0	0	-	0	1
O8	0	0	0	0	0	1	1	-	2

Fig.25 Matriz de preferencia para los objetivos de la opción de diseño de exteriores.

La matriz de preferencia de los objetivos determina que el orden de relevancia es el siguiente:

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- O2. Que tenga la mayor resistencia posible a agentes climatológicos tales como exposición al sol, calor, lluvia, viento.
- O3. Que tenga la mayor resistencia posible frente a actos de tipo vandálico
- O5. Fabricación económica.

- O6. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
- O8. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.
- O4. Peso total del producto lo más bajo posible.
- O7. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible

Ponderación de los objetivos:

Sobre un total de 100 puntos el reparto de estos entre cada uno de los objetivos será el siguiente:

- DURABILIDAD:25
- CLIMATOLOGÍA: 20
- VANDALISMO: 15
- ECONÓMICO:10
- PIEZAS:8
- DETERIORO:10
- PESO: 7
- LIMPIEZA:5

Escala común de objetivos:

La escala ordinal que se va a emplear para los objetivos es:

DURABILIDAD

- Muy reducida = 0 Muy insatisfactorio
- Reducida= 1 Insatisfactorio
- Normal= 2 Indiferente
- Elevada= 3 Satisfactorio
- Muy elevada= 4 Altamente satisfactorio

CLIMATOLOGÍA

- Muy poco resistente a climatología adversa = 0 Muy Insatisfactorio
- Poco resistente a climatología adversa = 1 Insatisfactorio
- Resistencia normal a climatología adversa= 2 Indiferente
- Bastante resistente a climatología adversa = 3 Satisfactorio
- Muy resistente a climatología adversa= Altamente satisfactorio

VANDALISMO

- Muy poco resistente a actos vandálicos = 0 Muy Insatisfactorio
- Poco resistente a actos vandálicos = 1 Insatisfactorio
- Resistencia normal a actos vandálicos= 2 Indiferente
- Bastante resistente a actos vandálicos = 3 Satisfactorio
- Muy resistente a actos vandálicos= Altamente satisfactorio

ECONÓMICO

- Coste final del producto muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
- Coste final del producto elevado = 1 Insatisfactorio
- Coste final del producto moderado = 2 Indiferente
- Coste final del producto reducido = 3 Satisfactorio
- Coste final del producto muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

PIEZAS

- Número de piezas muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
- Número de piezas elevado = 1 Insatisfactorio
- Número de piezas moderado = 2 Indiferente
- Número de piezas reducido = 3 Satisfactorio
- Número de piezas muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

DETERIORO

- Muchas piezas con deterioro rápido= 0 Muy Insatisfactorio
- Bastantes piezas con deterioro rápido = 1 Insatisfactorio
- Pocas piezas con deterioro rápido = 2 Indiferente
- Pocas piezas con deterioro rápido = 3 Satisfactorio
- Ninguna pieza con deterioro rápido= Altamente satisfactorio

PESO

- Peso del producto muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
- Peso del producto elevado = 1 Insatisfactorio
- Peso del producto moderado = 2 Indiferente
- Peso del producto reducido = 3 Satisfactorio
- Peso del producto muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

LIMPIEZA

- Muchísima superficie a limpiar= 0 Muy Insatisfactorio
- Mucha superficie a limpiar= 1 Insatisfactorio
- Superficie a limpiar moderada = 2 Indiferente
- Poca superficie a limpiar = 3 Satisfactorio
- Muy poca superficie que limpiar= 4 Altamente satisfactorio

	DURABILIDAD	CLIMATOLOGÍA	VANDALSIMO	ECONÓMICO	PIEZAS	DETERIORO	PESO	LIMPIEZA
4	1	1	1	2,4	2,4	1	4	3,4
3	2	2	2	3	1,3	2	3	1,2
2	3,4	3,4	3,4			4	2	
1				1		3	1	
0								

Fig.26 Valoración según las propiedades de cada diseño de exteriores.

El último paso para determinar que diseño es mejor consiste en sacar la media ponderada de puntos asignados a cada objetivo.

DISEÑO 1

$$25 * \frac{4}{4} + 20 * \frac{4}{4} + 15 * \frac{4}{4} + 10 * \frac{1}{4} + 8 * \frac{3}{4} + 10 * \frac{4}{4} + 7 * \frac{1}{4} + 5 * \frac{3}{4} = 84$$

DISEÑO 2

$$25 * \frac{3}{4} + 20 * \frac{3}{4} + 15 * \frac{3}{4} + 10 * \frac{1}{4} + 8 * \frac{1}{4} + 10 * \frac{3}{4} + 7 * \frac{2}{4} + 5 * \frac{3}{4} = 64,25$$

DISEÑO 3

$$25 * \frac{2}{4} + 20 * \frac{2}{4} + 15 * \frac{2}{4} + 10 * \frac{3}{4} + 8 * \frac{3}{4} + 10 * \frac{1}{4} + 7 * \frac{3}{4} + 5 * \frac{4}{4} = 56,25$$

DISEÑO 4

$$25 * \frac{3}{4} + 20 * \frac{3}{4} + 15 * \frac{3}{4} + 10 * \frac{1}{4} + 8 * \frac{1}{4} + 10 * \frac{3}{4} + 7 * \frac{1}{4} + 5 * \frac{1}{4} = 60$$

La opción ganadora para el diseño de exteriores según el análisis cuantitativo ha resultado ser la 1. En el análisis cualitativo empataba con la opción 2. Al tenerse en cuenta en este último método el valor que aporta el cumplimiento de cada uno de los objetivos y resultar la 1 mejor opción, se seleccionará esta para continuar con el proceso de diseño.

EVALUACIÓN DEL DISEÑO PARA INTERIORES

El análisis se realiza de la misma forma que en el diseño para exteriores

Objetivos a analizar:

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible.
- O2. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible.
- O3. Peso total del producto lo más bajo posible.
- O4. Fabricación económica.
- O5. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible.
- O6. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible
- O7. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro.

Hecho esto, se hace una matriz de preferencia con los objetivos para compararlos uno por uno entre sí.

Matriz de preferencia de los objetivos:

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	TOTAL
O1	-	1	1	1	1	1	1	6
O2	0	-	1	1	1	1	1	5
O3	0	0	-	0	1	0	0	1
O4	0	0	1	-	1	1	0	3
O5	0	0	0	0	-	1	0	1
O6	0	0	1	0	0	-	0	1
O7	0	0	1	1	1	1	-	4

Fig.27 Matriz de preferencia para los objetivos de la opción de diseño de interiores.

La matriz de preferencia de los objetivos determina que el orden de relevancia es el siguiente:

- O1. Que tenga la mayor durabilidad posible. (6 puntos)
- O2. Que sea lo más sencillo y menos aparatoso posible. (5 puntos)
- O7. Que tenga el menor número de elementos susceptibles de deterioro. (4 puntos)

- O4. Fabricación económica. (3 puntos)
- O3. Peso total del producto lo más bajo posible. (1 punto)
- O5. El número de piezas que compone el soporte debe de ser el menor posible. (1 punto)
- O6. La limpieza debe de ser lo más sencilla posible (1 punto)

Ponderación de los objetivos:

Sobre un total de 100 puntos el reparto de estos entre cada uno de los objetivos será el siguiente:

- DURABILIDAD: 35
- SENCILLEZ: 20
- DETERIORO: 18
- ECONÓMICO:10
- PESO: 8
- PIEZAS: 5
- LIMPIEZA: 4

Escala común de objetivos:

La escala ordinal que se va a emplear para los objetivos es:

DURABILIDAD

- Muy reducida = 0 Muy insatisfactorio
- Reducida= 1 Insatisfactorio
- Normal= 2 Indiferente
- Elevada= 3 Satisfactorio
- Muy elevada= 4 Altamente satisfactorio

SENCILLEZ

- Mucho volumen ocupado = 0 Muy Insatisfactorio
- Bastante volumen ocupado = 1 Insatisfactorio
- Volumen normal ocupado = 2 Indiferente
- Poco volumen ocupado = 3 Satisfactorio
- Muy poco volumen ocupado= Altamente satisfactorio

DETERIORO

- Muchas piezas con deterioro rápido= 0 Muy Insatisfactorio
- Bastantes piezas con deterioro rápido = 1 Insatisfactorio
- Pocas piezas con deterioro rápido = 2 Indiferente

Pocas piezas con deterioro rápido = 3 Satisfactorio
 Ninguna pieza con deterioro rápido= Altamente satisfactorio

ECONÓMICO

Coste final del producto muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
 Coste final del producto elevado = 1 Insatisfactorio
 Coste final del producto moderado = 2 Indiferente
 Coste final del producto reducido = 3 Satisfactorio
 Coste final del producto muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

PESO

Peso del producto muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
 Peso del producto elevado = 1 Insatisfactorio
 Peso del producto moderado = 2 Indiferente
 Peso del producto reducido = 3 Satisfactorio
 Peso del producto muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

PIEZAS

Número de piezas muy elevado= 0 Muy Insatisfactorio
 Número de piezas elevado = 1 Insatisfactorio
 Número de piezas moderado = 2 Indiferente
 Número de piezas reducido = 3 Satisfactorio
 Número de piezas muy reducido= 4 Altamente satisfactorio

LIMPIEZA

Muchísima superficie a limpiar= 0 Muy Insatisfactorio
 Mucha superficie a limpiar = 1 Insatisfactorio
 Superficie a limpiar moderada = 2 Indiferente
 Poca superficie a limpiar = 3 Satisfactorio
 Muy poca superficie que limpiar= 4 Altamente satisfactorio

	DURABILIDAD	SENCILLEZ	DETERIORO	ECONÓMICO	PESO	PIEZAS	LIMPIEZA
4	3	4	2,3	4	4	2,3	4
3	1,4	2	4	2		1,4	1
2	2	1	1	1	1		2
1		3		3	2,3		3
0							

Fig.28 Valoración según las propiedades de cada diseño de interiores.

El último paso para determinar que diseño es mejor consiste en sacar la media ponderada de puntos asignados a cada objetivo.

DISEÑO 1

$$35 * \frac{3}{4} + 20 * \frac{2}{4} + 18 * \frac{2}{4} + 10 * \frac{2}{4} + 8 * \frac{2}{4} + 5 * \frac{3}{4} + 4 * \frac{3}{4} = 61$$

DISEÑO 2

$$35 * \frac{2}{4} + 20 * \frac{3}{4} + 18 * \frac{4}{4} + 10 * \frac{3}{4} + 8 * \frac{1}{4} + 5 * \frac{4}{4} + 4 * \frac{2}{4} = 67$$

DISEÑO 3

$$35 * \frac{4}{4} + 20 * \frac{1}{4} + 18 * \frac{4}{4} + 10 * \frac{1}{4} + 8 * \frac{1}{4} + 5 * \frac{4}{4} + 4 * \frac{1}{4} = 68,5$$

DISEÑO 4

$$35 * \frac{3}{4} + 20 * \frac{4}{4} + 18 * \frac{3}{4} + 10 * \frac{4}{4} + 8 * \frac{4}{4} + 5 * \frac{3}{4} + 4 * \frac{4}{4} = 85,5$$

De igual manera que en el caso del DATUM, la opción ganadora para el diseño de interiores sigue siendo la 4.

ANEXO 3: Composición de la información del mapa

En este anexo se recogen el conjunto de recomendaciones pertenecientes al manual de *“Requisitos técnicos para la confección de planos accesibles a personas con discapacidad visual de la ONCE”*. Sobre estos requisitos se apoya la solución obtenida para el diseño y configuración de la información del mapa táctil.

3.1 Partes que contiene el mapa

3.1.1 Información textual

Están englobadas en esta parte el título y la leyenda:

Título: Este debe aparecer en caracteres visuales y en lenguaje Braille.

Leyenda: Estará dividida en dos bloques: Uno estará en caracteres visuales y símbolos y otro con braille y símbolos en relieve.

3.1.2 Gráfico

Esta parte está constituida por dos elementos, la imagen del lugar a representar y la información que se asocia a este:

Imagen: Al igual que el resto de la información, la imagen deberá cumplir estos principios:

- Máximo contraste de los elementos con el fondo del mapa.
- Los símbolos deben ser iguales que los que aparecen en la leyenda.

Información: Los textos del gráfico deben tener el mismo tamaño, tipografía y estilo que los que se encuentran en la leyenda.

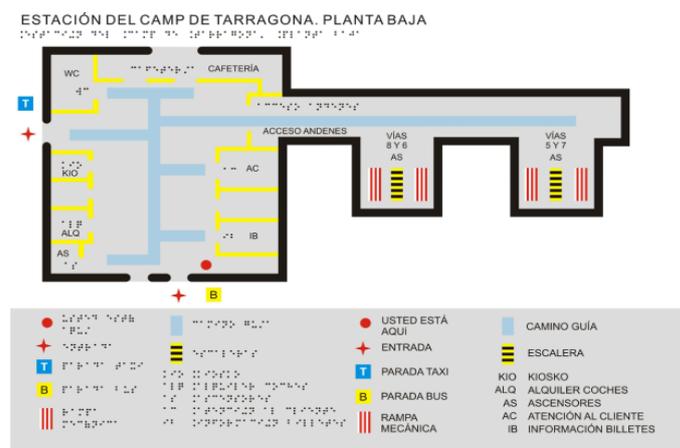


Fig.1 Mapa táctil en configuración horizontal.

3.2 Formato y dimensiones del mapa.

3.2.1 Formato:

El formato del mapa se determina en función de la información gráfica que incluye. Existe la posibilidad de realizar planos en posición horizontal o en vertical.

3.2.2 Dimensiones:

Se establece que para los mapas táctiles fijos las dimensiones son las siguientes:

-Mínimo de 30x42 cm.

-Máximo de 80x60. Además, en este caso el mapa tendrá obligatoriamente formato horizontal con un fondo máximo de 60cm.

Existe un tamaño recomendado de 60x45cm el cual permite incluir información suficiente y que la exploración táctil siga siendo cómoda.

3.3 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos visuales.

3.3.1 Título

Ubicación

El título irá siempre en la parte superior izquierda del plano, tanto en los planos con formato vertical como en aquellos con formato horizontal. En ambos casos estarán juntas las dos modalidades: en primer lugar, en caracteres visuales con *letras mayúsculas*, y, debajo, el título en braille, inmediatamente antes del bloque de la leyenda en caracteres visuales.

Fuente y tamaño

Las tipografías a utilizar serán aquellas que faciliten la lectura, recomendándose las fuentes sin terminaciones que impidan una visualización clara del carácter. El tamaño, en letra mayúscula, será mayor que 9,5 mm (correspondiente a una letra Arial de 38 puntos).

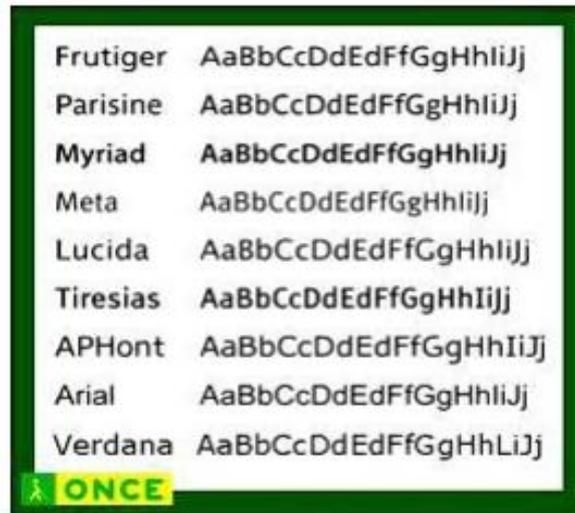


Fig.2 Tipografías recomendadas.

Colores y contrastes

Los caracteres visuales del título tendrán un alto contraste con el fondo.

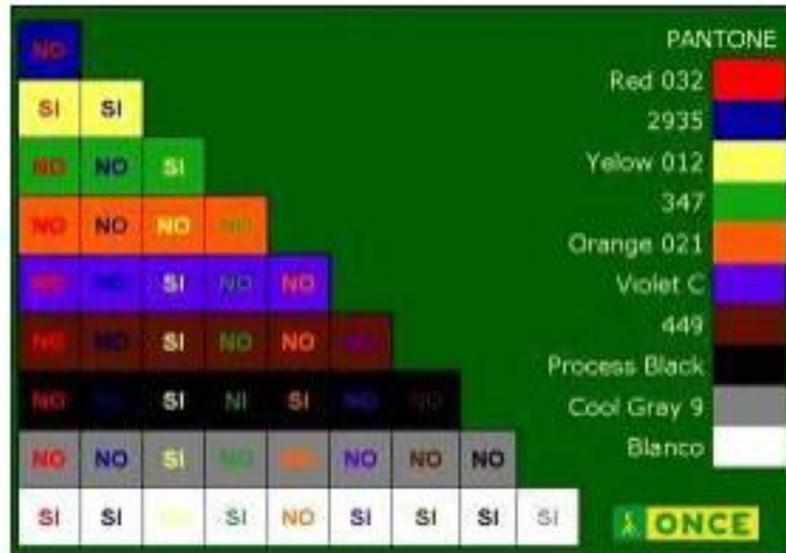


Fig.3 Tabla de colores que ofrecen contrastes adecuados.

Composición del texto

El título debe de estar escrito en mayúsculas.

3.3.2 Leyenda

Ubicación

Si la configuración del plano es horizontal, la leyenda ira a la parte inferior del gráfico en braille a la izquierda y en caracteres visuales al lado derecho. Si es vertical o con forma cuadrada, la leyenda irá a la parte izquierda y el gráfico estará en la derecha. En la leyenda, ira en la parte superior el bloque de caracteres visuales y bajo este, el bloque en braille.

Consideraciones sobre la presentación de los elementos visuales y en relieve en la leyenda

-En ningún caso aparecerán en el mismo bloque la información visual y los elementos en relieve (símbolos, pictogramas, texturas). Tampoco se intercalarán textos en braille y caracteres visuales.

- Los caracteres visuales (letras) nunca aparecerán en relieve, ni en alto ni en bajo relieve.

- Es recomendable que la presentación de los elementos visuales de la leyenda siga este orden: símbolos, texturas y abreviaturas. De este modo, el primer dato que se encontrará al leer la leyenda será el símbolo de «Ud. está aquí».

- En el bloque de información visual no habrá elementos en relieve.

- Los elementos visuales deben ser idénticos en tamaño, color y dimensiones en todas las partes del mapa, incluida la parte gráfica.

- El número máximo de elementos diferentes a representar en cada bloque de la leyenda (símbolos, texturas, abreviaturas) no superará los 15 en un solo plano. El número de texturas no será superior a cuatro por plano, y sus representaciones visuales deben tener el mayor contraste posible con el resto de los elementos y entre sí.

- En la leyenda, para los caracteres visuales se utilizará letra mayúscula siempre que los textos sean breves. En caso contrario, se combinará el uso de letras mayúsculas y minúsculas.

Fuente y tamaño

La tipografía se seleccionará con el mismo criterio que con el título, manteniéndose el uso de tipografías sencillas y su tamaño será de 7mm como mínimo para las mayúsculas y 6mm para las minúsculas.

Color y contraste

Cualquier carácter visual que se encuentre en la leyenda debe de contrastar con el fondo.

Composición del texto

Se hará uso de mayúsculas cuando haya un máximo de 4 palabras por línea. De no ser así se usarán letras combinadas.

Símbolos

- El tamaño del símbolo será de un mínimo entre 10 y 15 mm en su lado más largo. Esto se aplicará tanto en los caracteres visuales como en los caracteres relieve.
- La distancia entre el símbolo y su significado en la leyenda será de 10 mm.
- La distancia vertical entre símbolos será al menos de 5 mm.
- Las texturas deben ser iguales en el gráfico y en la leyenda. Su tamaño de representación en esta será al menos de 20 x 15 mm.



Fig.4 Tamaños y distancias de la simbología en la leyenda.

- Las texturas se utilizarán de forma exclusiva para remarcar lugares de interés o zonas de deambulación.
- Los símbolos, abreviaturas y texturas en la leyenda en caracteres visuales no tendrán relieve de ningún tipo.

3.3.3 Gráfico

Fuente y tamaño

Los textos tienen que venir escritos en el mismo estilo y tamaño de fuente que el que se presenta en la leyenda.

Se mantendrá el mismo criterio que en el título. Es decir, se utilizarán tipografías sencillas y fácilmente legibles, de «palo seco».

El tamaño mínimo de los caracteres visuales en el gráfico deberá ser de 7 mm para las letras mayúsculas (equivalente a un tipo Arial de 28 puntos) y de 6 mm para las minúsculas (equivalente a un tipo Arial de 32 puntos).

3. 4 Elementos de información del mapa táctil: Aspectos táctiles.

3.4.1 Título en caracteres Braille

Ubicación

El título en braille estará situado en la parte superior izquierda del plano, debajo del título en caracteres visuales, tanto en los planos verticales como en los horizontales. Se recomienda incluirlo también al inicio de los datos en braille y relieve de la leyenda si el espacio para esto es suficiente.

Tamaño de los caracteres en Braille

Los caracteres en Braille deben estar dentro de unos rangos de tamaño para que resulten adecuados para su lectura.

Tamaño de la celda Braille:

Altura: De 6,2 a 7,10mm

Anchura: De 3,4 a 4,5mm

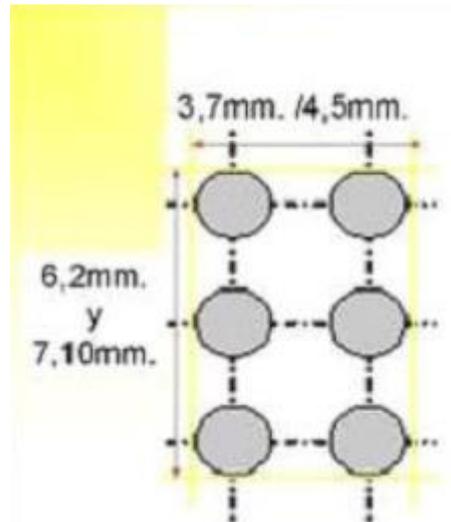


Fig.5 Dimensiones recomendadas para la celda Braille.

- a** = Distancia horizontal entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2,4 a 2,75 mm.
- b** = Distancia vertical entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2,4 a 2,75 mm.
- c** = Distancia entre los centros de puntos idénticos de celdas contiguas: de 6,0 a 6,91 mm.
- d** = Distancia entre los centros de puntos idénticos de líneas contiguas: 10,0 a 11,26 mm.
- e** = Diámetro de la base de los puntos: entre 1,2 y 1,9 mm.
- f** = Altura mínima del relieve de los puntos: 0,50 mm.

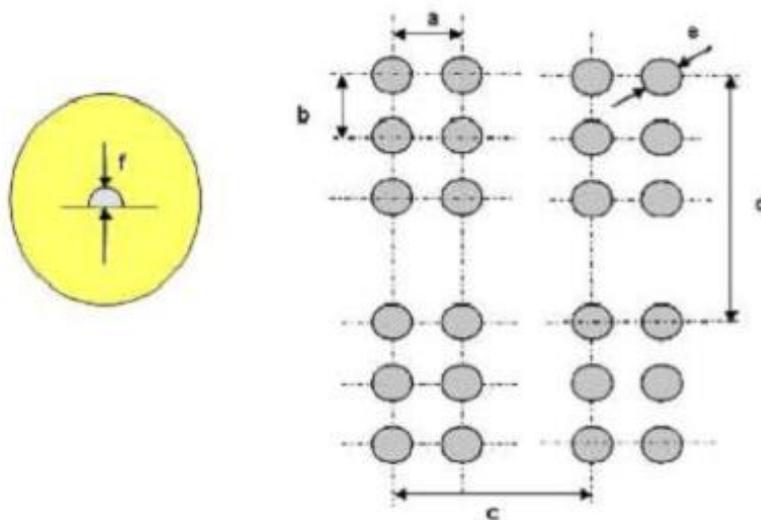


Fig.6 Parámetros dimensionales para cada carácter Braille.

e	a	b	c	D
1,2	2,40	2,40	6,0	10,00
1,3	2,45	2,45	6,13	10,18
1,4	2,50	2,50	6,26	10,36
1,5	2,55	2,55	6,39	10,54
1,6	2,60	2,60	6,52	10,72
1,7	2,65	2,65	6,65	10,90
1,8	2,70	2,70	6,78	11,08
1,9	2,75	2,75	6,91	11,26

Fig.7 Combinación de diferentes diámetros de base de punto con el resto de los parámetros braille, medidos en milímetros.

Cabe aclarar también que el espacio en blanco entre palabras ocupará lo mismo que un carácter Braille cualquiera.

Color y contraste

En el título, siempre que las condiciones técnicas de producción lo permitan, el texto en braille tendrá el mismo color que la fuente utilizada en caracteres visuales. De esta forma, las personas con resto de visión pueden localizar de manera rápida dónde se encuentra.

3.4.2 Leyenda

Los elementos en braille y en relieve que aparecen en la leyenda son:

- Símbolos
- Texturas
- Abreviaturas

Cualquier elemento que componga la leyenda debe tener una explicación de su significado, situada a su derecha. El número máximo de elementos incluir en la leyenda será de 15.

Ubicación de los distintos elementos del mapa

La presentación de los datos incluidos dentro de la leyenda debe de seguir el siguiente orden: símbolos, texturas y abreviaturas. Haciendo esto el primer dato que se encontrará en la leyenda será el símbolo “usted está aquí”.

Además de esto, deberá haber un espaciado de al menos 10mm entre dichos datos y la explicación de su significado.

Simbolos	10mm	Significado
Texturas		
Abreviaturas en Braille		

Fig.8 Descripción de la ubicación de los elementos y su explicación.

Braille y símbolos

Los parámetros del texto en braille deberán ser los mismos que los descritos para el título del mapa.

En lo que se refiere a los símbolos que se encuentren en la leyenda, deben ser iguales que los que aparecen en la parte gráfica del mapa. Y deben cumplir las siguientes condiciones:

- Estar formados con formas geométricas sencillas.
- Tener un tamaño de entre 10 y 15mm en su lado de mayor longitud.

Texturas

Las texturas a incluir en la leyenda deben cumplir con las siguientes limitaciones:

- Forma de rectángulo con relieve de tamaño 15x20mm.
- No contener braille ni caracteres visuales.

3.2.4 Camino guía.

Las texturas a incluir en la leyenda deben cumplir con las siguientes limitaciones:

- Tamaño de 20mm de alto y la anchura de este en el mapa siendo el máximo 10mm.
- No contener braille ni caracteres visuales.

3.4.3 Gráfico

Los elementos en alto relieve que podrá contener el gráfico serán los que se enumeran a continuación:

- Símbolos y zonas con texturas.
- Caminos guía.
- Caracteres en Braille.
- Divisiones internas o perímetros.

Braille

Los parámetros serán exactamente los mismos que los descritos para el título y la leyenda.

Símbolos

Los parámetros serán exactamente los mismos que los descritos para la leyenda.

Texturas

Las zonas del gráfico que tengan texturas informan sobre las características de una zona del lugar a representar. Estas cubrirán toda la zona afectada.

Camino guía

El camino guía se emplea para representar el camino a seguir entre las distintas dependencias o zonas más representativas del lugar a representar el mapa.

Este debe de estar formado por un patrón homogéneo sin sufrir variación en los cambios de dirección y no podrá mezclarse con una zona texturizada.

3.5 Selección de la información a incluir del mapa.

Previamente a proceder a la realización del mapa táctil del campus de la UJI se ha realizado una selección de la información que se quiere incluir en este.

Aunque las recomendaciones indican que se pueden incluir hasta un total de 15 elementos diferentes (texturas, símbolos, etc...) en el mapa, en este caso se ha decidido optar por el uso de un número menor con tal de simplificar el uso y facilitar su lectura.

Los diferentes elementos que engloba el mapa son los siguientes:

Símbolo Ud. está aquí

Designa la posición actual dentro del recinto del usuario del mapa. En función del lugar en que este colocado el mapa, la posición de dicho símbolo cambiará.

Este viene formado por un círculo rojo de 10mm de diámetro, acompañado de una aureola en blanco, el cual le da máxima visibilidad con respecto del fondo del mapa.

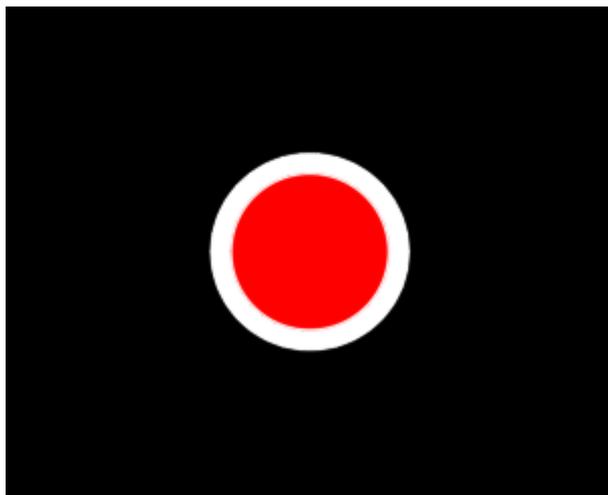


Fig.1 Símbolo Ud. está aquí.

Edificio

Dentro de esta clasificación se encuentran los edificios relevantes de las instalaciones de la universidad, tales como facultades, rectorado biblioteca etc... A fin de simplificar el mapa y la comprensión de este, el perímetro de los edificios se ha simplificado en figuras geométricas más sencillas.

Estos edificios vendrán representados con un contorno exterior definido por una línea blanca de 2mm de grosor, este se verá interrumpido en las zonas del edificio designadas como entrada en las cuales terminará el camino guía.

El interior del perímetro se rellenará con una textura y en el interior de esta se reservará un espacio en el que incluirá el nombre asignado para dicho edificio escrito en caracteres visuales y en caracteres de lectoescritura Braille.

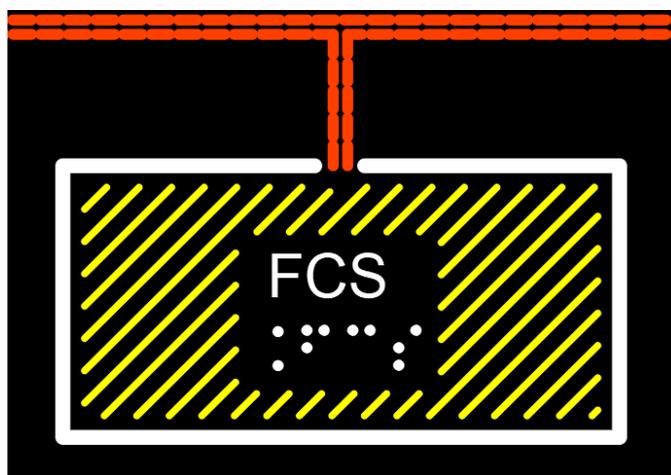


Fig.2 Muestra de la representación de un edificio en el mapa.

Instalaciones deportivas

En esta categoría se encuentran englobados todos los edificios y dependencias pertenecientes a las instalaciones deportivas de la universidad. Vendrán representados al igual que los edificios relevantes mediante un contorno exterior definido por una línea blanca de 2mm de grosor únicamente interrumpido por la zona de entrada.

Debido a la complejidad y a la multitud de pequeños edificios e instalaciones que se dan en estas zonas, se optará por representar toda la zona interior únicamente mediante textura.

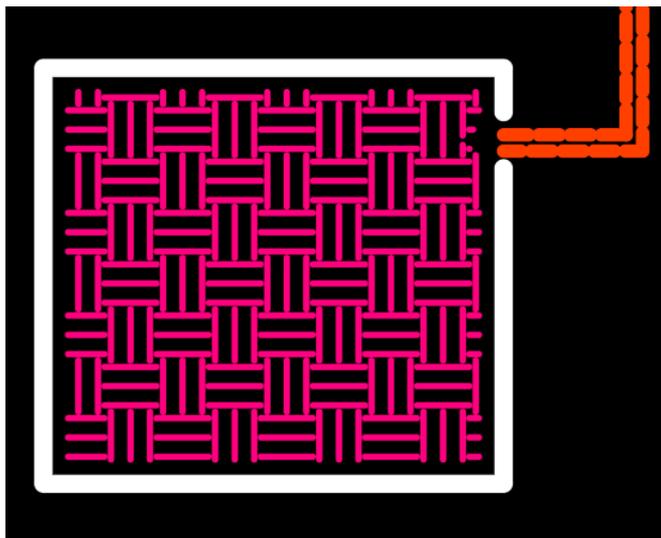


Fig.3 Muestra de la representación de las instalaciones deportivas.

Zonas verdes

Engloba la zona ajardinada de la parte central del campus. La representación de esta categoría se llevará a cabo igual que las zonas deportivas, tan solo cambiando el tipo de textura y su color para ser diferenciada de otras zonas.

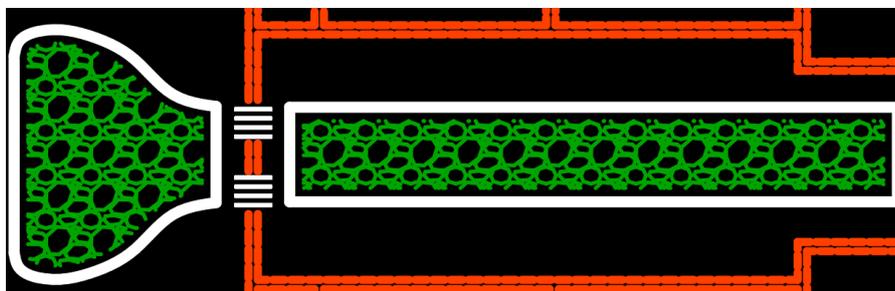


Fig.4 Muestra de la representación de las zonas verdes.

Galería comercial

Esta categoría reúne las dependencias del campus destinadas a para tiendas y negocios, su representación se llevará a cabo igual que en el resto de zonas con textura.

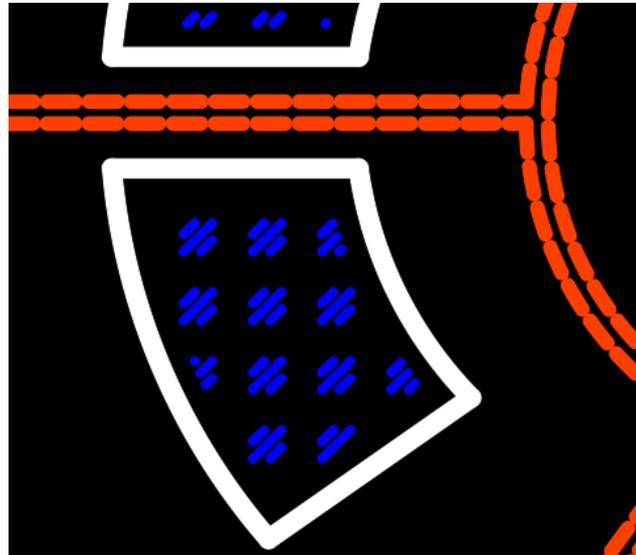


Fig.5 Muestra de la representación de las galería comercial.

Paso de peatones

Este símbolo engloba todos los pasos de peatones entre los cuales discurren los cruces entre carretera y acera por la cual podrán circular los usuarios del mapa con deficiencia visual.

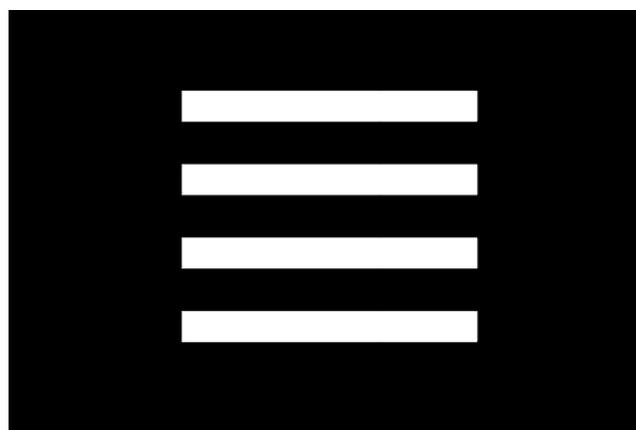


Fig.6 Muestra de la representación de los pasos de peatones.

Escaleras

Este símbolo representa todos los tramos ascendientes de escaleras que se puede encontrar el usuario a lo largo de todo el recorrido que representa el mapa en las distintas zonas de la universidad.

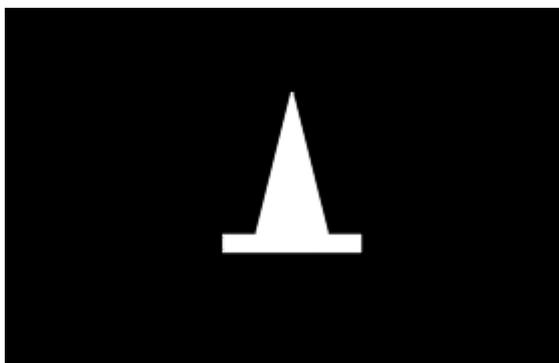


Fig.7 Muestra de la representación de las escaleras.

Entradas al campus

Este símbolo representa todas las entradas asignadas al recorrido para los usuarios con discapacidad del mapa, a partir de este símbolo empiezan todos los caminos descritos por el camino guía.

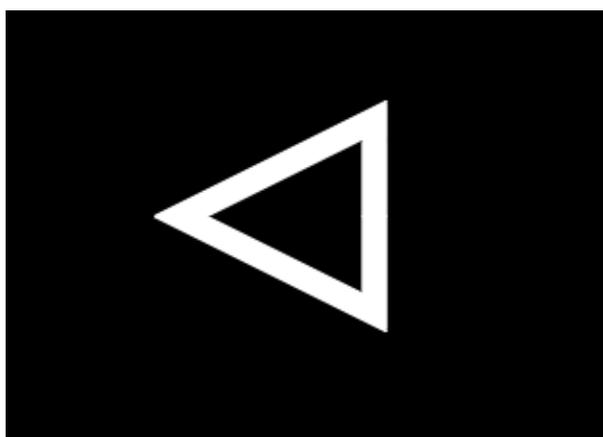


Fig.8 Muestra de la representación de las entradas al campus.

Camino guía

Formado por una doble línea de rayas paralelas este grafismo sirve para indicar el recorrido transitable del campus para los usuarios con deficiencia visual.



Fig.9 Muestra de la representación del camino guía.

3.6 Resultado.

Después de tener en cuenta todas las recomendaciones y establecer la información gráfica como se ha descrito anteriormente el resultado final es el siguiente.

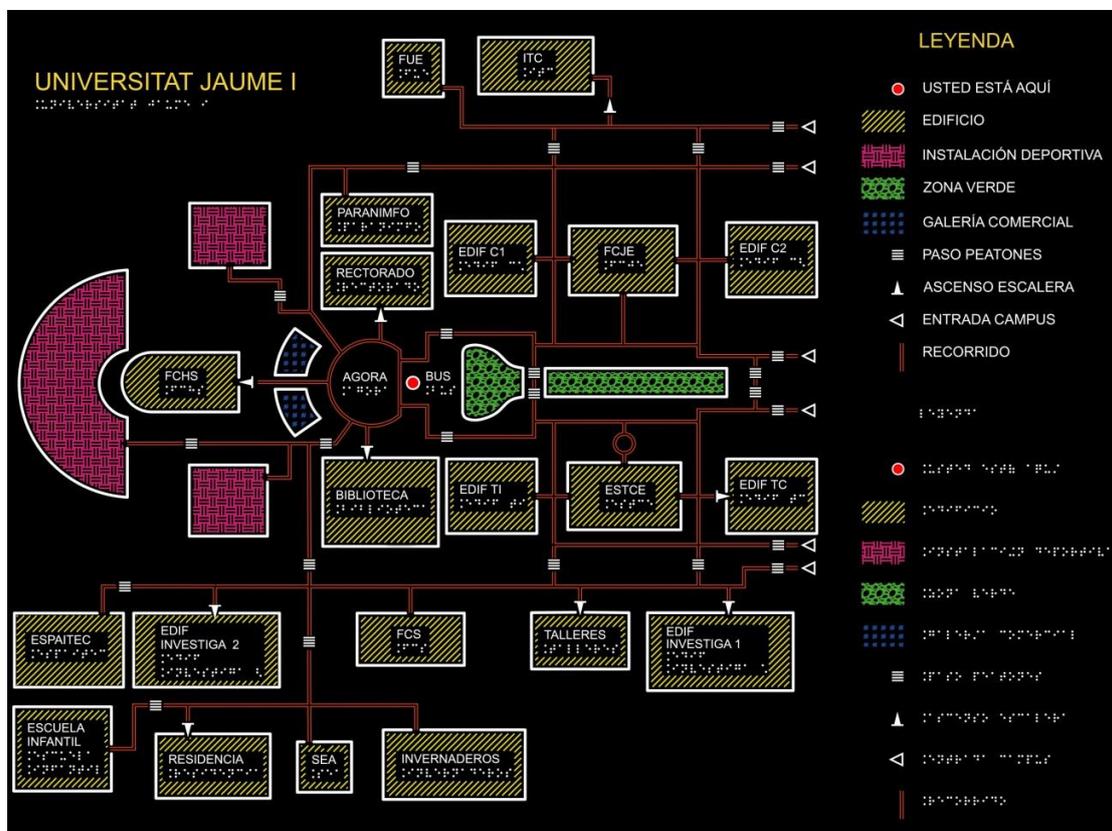


Fig.10 Muestra del resultado final para el mapa táctil del campus de la Universitat Jaume I.

3.7 Condiciones de uso del mapa.

En primer lugar, cabe indicar que existen dos tipos de mapas táctiles en lo que a representación del espacio se refiere; los que representan de forma fidedigna en lo referente a geometría y a escala el entorno que tratan de describir y los que se basan tan solo en el recorrido para llegar a las distintas estancias o dependencias de un lugar.

En el caso del mapa proyectado en este trabajo se trata de un mapa basado en el recorrido, esto se debe al tamaño del recinto a representar dentro de este y a la complejidad de la geometría de ciertos puntos del campus de la UJI.

En primer lugar, se ha simplificado la geometría de los contornos de los edificios a a formas poligonales más sencillas, además de que en algunos de estos la escala respecto a otros edificios y sus proporciones puede variar, debido a que dentro de su contorno deben albergar texto que siempre vendrá dado en un tamaño de letra fijo.

En las siguientes imágenes se puede ver un ejemplo de cómo las geometrías de los contornos de los edificios varían desde una representación exacta a escala tanto en el tamaño como en la distribución de estos a la que se da en nuestro mapa táctil:

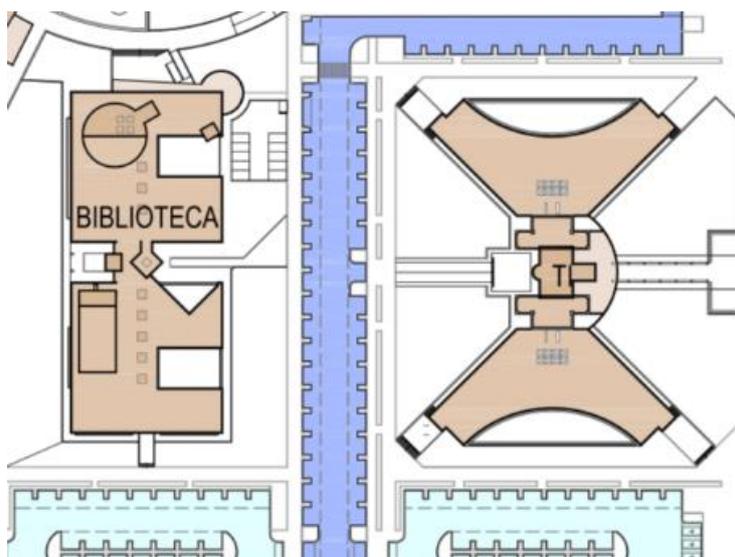


Fig.11 Vista en planta de la biblioteca y el edificio TI del campus de la Universitat Jaume I representados a escala.
(Plano facilitado por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI)



Fig.12 Vista de cómo vienen representados la biblioteca y el edificio TI del campus de la Universitat Jaume I en el mapa táctil.

Algo similar sucede con los distintos caminos y recorridos que se pueden realizar dentro del campus para llegar a las distintas instalaciones que este alberga.

En primer lugar, el número de vías y caminos representados en el mapa táctil es notablemente menor que los que se pueden encontrar sobre el terreno. Esto se debe a que se han seleccionado las vías más fácilmente transitables para personas con deficiencia visual que deben hacer uso de un bastón blanco entre los distintos edificios.

Además, con esto se consigue simplificar el mapa de cara a una exploración táctil más ágil y mejorar su comprensión.

Para ilustrar esto a continuación, aparecen una imagen de cómo es la distribución de los caminos en la zona ajardinada central del campus y sus alrededores y otra de como esa zona vendrá representada en el mapa con un número de vías y recorridos menor:

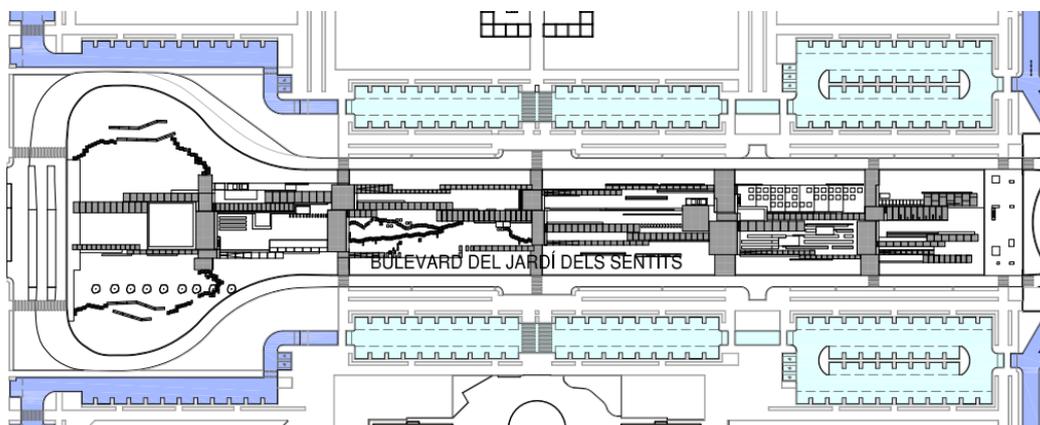


Fig.13 Vista en planta de la zona ajardinada central del campus de la Universitat Jaume I (Plano facilitado por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI)

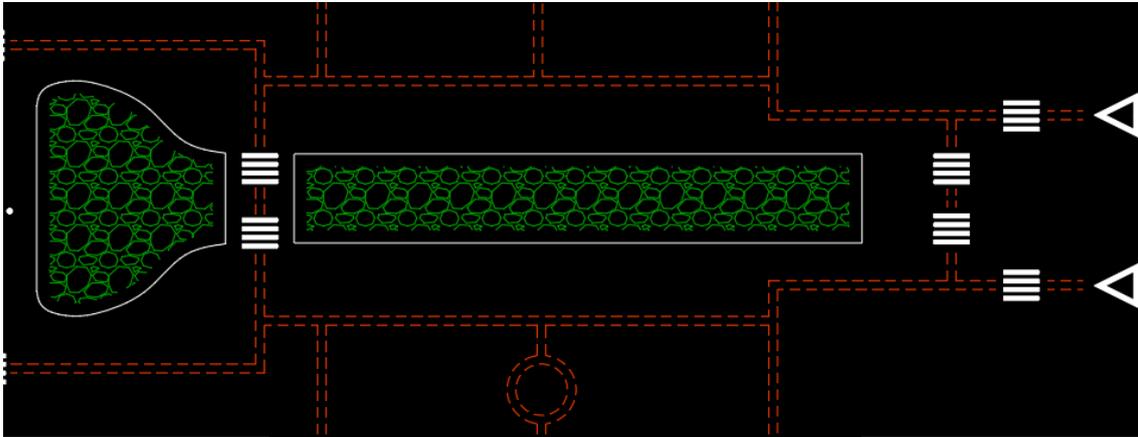


Fig.14 Vista de la representación el mapa de la zona ajardinada central del campus de la Universitat Jaume I.

Otra cosa a tener en cuenta es la orientación del mapa en su lugar de instalación. El posicionamiento de este vendrá dado por la dirección a seguir a partir del punto donde se realiza su lectura.

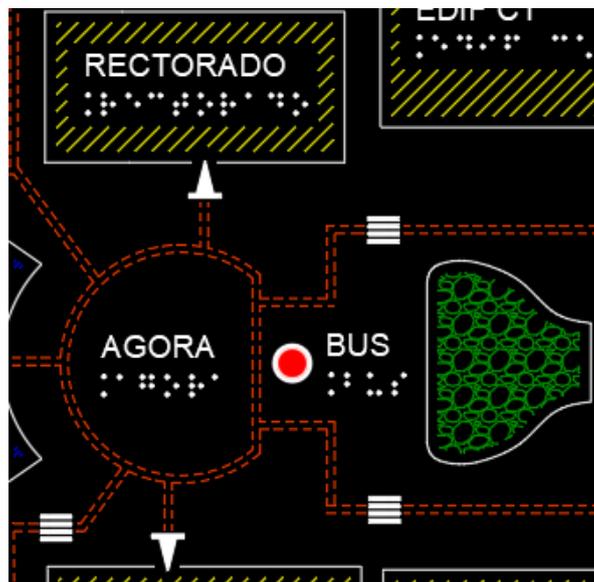


Fig.15 Vista parcial de la información gráfica del mapa táctil de la UJI en el que el mapa se encuentra junto a la parada del autobús.

Un ejemplo ilustrativo de esto sería la imagen que podemos ver arriba. En este caso, basándonos en la posición del punto de Ud. está aquí, el mapa estaría situado en la zona de la parada del bus. Para que el mapa sea funcional, este deberá estar orientado de tal manera que al hacerse uso de el, la persona que está leyéndolo este mirando de cara hacia el rectorado.

ANEXO 4: Consideraciones ergonómicas.

4.1 Zona de barrido ergonómico.

En primer lugar, se determinará el tamaño del mapa en sí, este debe encontrarse dentro del área de barrido ergonómico de los usuarios. Esta es la zona de interacción entre el movimiento del brazo y la información que se encuentra en su recorrido, permaneciendo estática la persona que hace la exploración táctil y/o visual. El alcance de la altura, profundidad e inclinación del mapa.

Según el manual *“Requisitos técnicos para la confección de planos accesibles a personas con discapacidad visual”* de la ONCE, es prioritario el uso de superficies inclinadas, permitiéndose las horizontales en caso de no ser posible darle un posicionamiento inclinado al plano no usándose en ningún caso las superficies verticales. Las dimensiones del área de barrido para superficies inclinadas son:

- Inclinación máxima:** 30º
- Profundidad:** La del plano, no siendo esta mayor de 600mm.
- Altura:** 850mm desde el suelo al borde inferior del mapa.

4.2 Dimensiones del mapa.

Teniendo en cuenta lo mencionado en el apartado anterior, se optará por darle al mapa una configuración inclinada con tal de facilitar su lectura al usuario. En lo que se refiere a las dimensiones de este se establece que el tamaño mínimo será de 300x420mm, siendo el máximo de 800x600mm.

Para el caso del mapa a diseñar en este trabajo, se optará por un tamaño de 800x600 dado que al ser la Universitat Jaume I un recinto de grandes dimensiones se precisará del máximo espacio posible para incluir toda la información a representar.

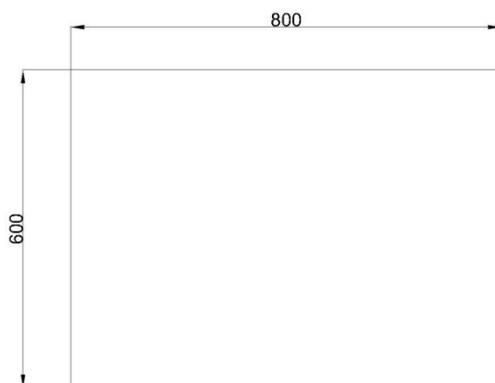


Fig.1 Dimensiones del mapa

4.3 Dimensiones para asegurar la accesibilidad del mapa.

Una vez determinadas las dimensiones del mapa, el siguiente paso consiste en determinar el valor que deben de tener las dimensiones del soporte o el rango dentro del cual deben encontrarse.

Al tratarse, este, de un producto de mobiliario destinado a uso colectivo en edificios públicos y en el medio urbano, el valor de determinadas dimensiones y ciertos parámetros del diseño están sujetos a la legislación vigente concerniente a productos de este tipo.

En este caso, el mapa táctil puede englobarse dentro de la categoría de quioscos, mostradores y ventanillas, recogidos dentro del *''Artículo 20 de la Orden de 9 de Junio de 2004, de la Consellería de Territorio y Vivienda, del Consell de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad en el medio urbano''*.

Las restricciones que impone dicha orden en el caso del mapa táctil son las siguientes:

- Deberá tener, total o parcialmente, una altura máxima respecto al suelo de 0,85 metros. Si dispone de aproximación frontal, la parte inferior quedará libre de obstáculos en un ancho de 0,90 metros y 0,70 metros de altura respecto al suelo para permitir la aproximación de silla de ruedas.
- Estarán dispuestos de forma que no supongan un obstáculo o salientes sin base en el suelo en zona de paso y su diseño no presentará esquinas ni aristas.

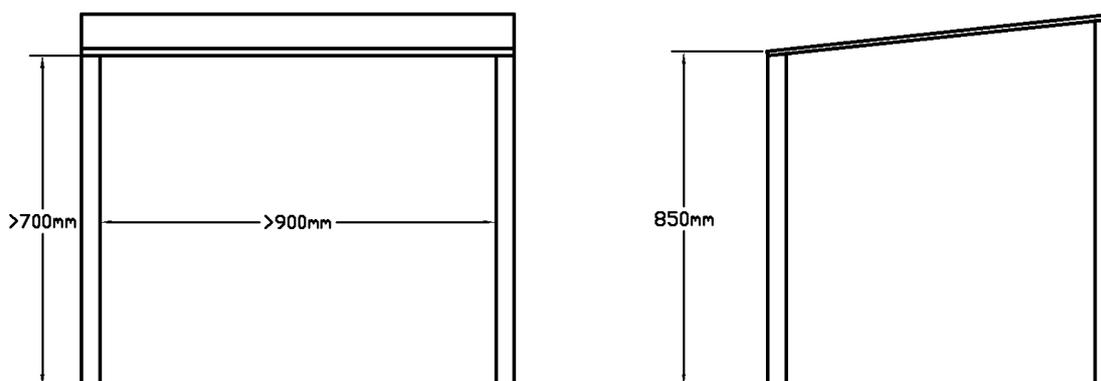


Fig.2 Dimensiones necesarias para asegurar la accesibilidad según la legislación para este tipo de producto.

Se puede observar leyendo las limitaciones que vienen dadas por el manual de la Once y las que vienen descritas en la ley para este tipo de productos difieren respecto a la altura a la que debe de encontrarse el mapa. El manual recomienda poner el borde inferior del mapa a una altura mínima de 850mm mientras que la ley dice que debe tener total o parcialmente una altura máxima respecto al suelo de 850mm.

Esto se traduce en que la altura del mapa deberá ser menor a la dada en el manual con tal de asegurar que sea más fácil la exploración táctil de este para personas con silla de ruedas. Por tanto, se dará prioridad en este aspecto a lo que recoge la ley dando preferencia a la comodidad de los usuarios en silla de ruedas.

Además de estas, existen otras dimensiones cuyo valor no viene regulado por normativa que es interesante tener en cuenta, tales como la profundidad libre a nivel de rodillas y la profundidad libre a nivel de los pies. Para determinar el valor de estas se ha hecho uso de las recomendaciones del IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia) da para el diseño de mostradores accesibles para personas en silla de ruedas, estas pueden ser adaptadas para nuestro diseño y son las siguientes:

a) Profundidad libre a nivel de rodillas: Mayor que 600 mm

b) Profundidad libre a nivel de pies: Mayor que 750mm

Fuente: <http://bancadis.ibv.org/index.php/recomendaciones-deadaptacion/accesibilidad-y-eliminacion-de-barreras/96>

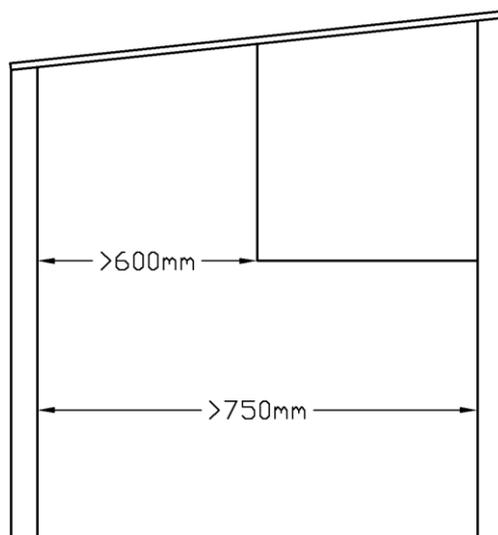


Fig.3 Dimensiones de profundidad relevantes de cara a la adaptabilidad del producto dadas por el IBV.

Una vez conocidas y tenidas en cuenta las limitaciones dimensionales que nos ofrecen los diferentes manuales, legislación y recomendaciones, las dimensiones que se han establecido para asegurar la accesibilidad a todo tipo de usuarios son las siguientes:

4.3.1 Diseño para exteriores.

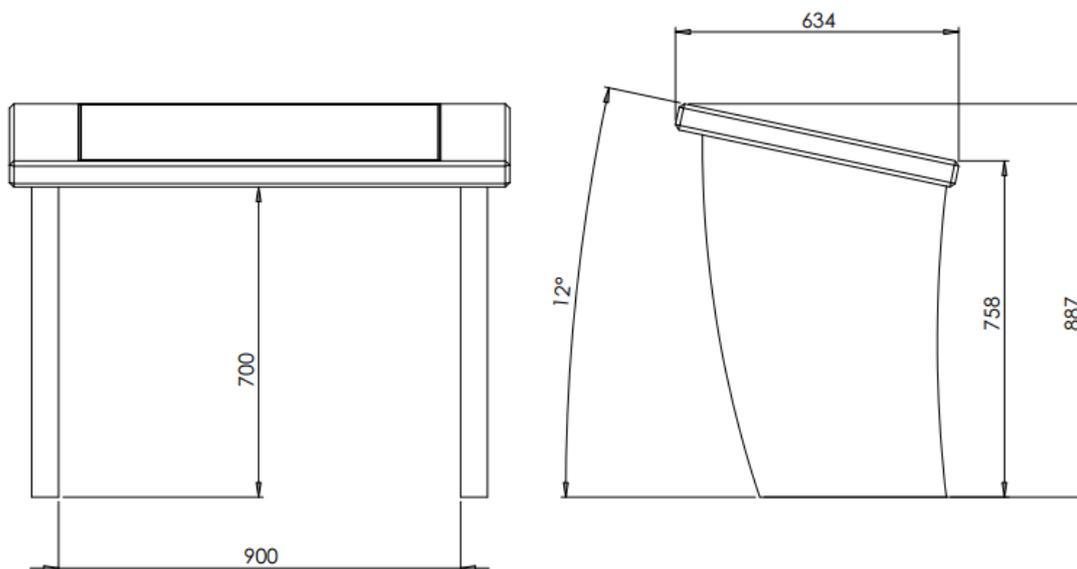


Fig.4 Cotas relevantes en el diseño para exteriores.

4.3.2 Diseño para interiores.

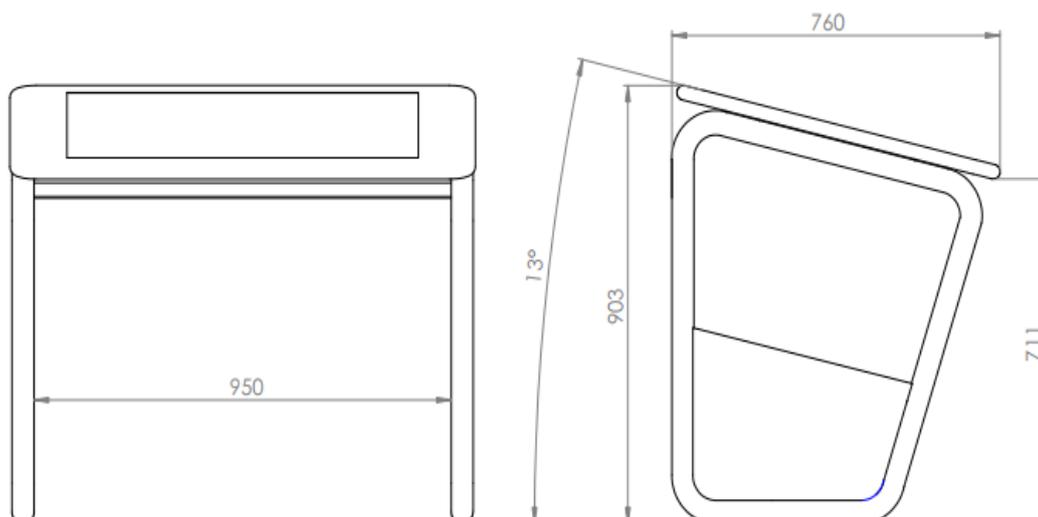


Fig.5 Cotas relevantes en el diseño para interiores.

En el caso del diseño para exteriores, al estar pensado para estar situado en zonas más abiertas, sin obstáculos alrededor ni ninguna pared, se puede obviar la limitación de distancia de profundidad libre a altura de pies.

Una vez asegurado el cumplimiento de las limitaciones dimensionales impuestas en materia de accesibilidad, el resto de dimensiones del soporte del mapa para ambas opciones de diseño se determinarán en función de los criterios de estética y de resistencia de materiales del diseñador.

ANEXO 5: Selección de la técnica de fabricación del mapa táctil.

El punto común de partida para ambas opciones de diseño, tanto interior como exterior, es decidir el proceso de fabricación para el mapa táctil.

En el caso de este proyecto, se ha decidido que el mapa de ambas opciones de diseño debe de fabricarse mediante el mismo proceso de fabricación, con esto se pretende que tengan una estética y acabados en común además de simplificarse así el proceso de obtención de estos.

Teniendo esto en cuenta, se decidió utilizar el proceso de fabricación que resulte adecuado para un mapa de uso colectivo de exteriores, dado que están sometido a unos requerimientos superiores tanto a nivel de uso como de resistencia a los agentes ambientales. Por lo tanto, si el proceso de fabricación resulta adecuado para su uso en exteriores, también lo será para interiores.

5.1 Factores a tener en cuenta en la selección de la técnica de fabricación.

A la hora de escoger que técnica de fabricación escoger para el mapa existen diversos factores determinantes, tanto a nivel ambiental como de uso. Se detallan a continuación los factores que se tienen en cuenta:

- **Exposición a la luz solar:** La radiación ultravioleta incrementará la velocidad a la que se degradará la pigmentación de la mayoría de los materiales susceptibles de ser utilizados para generar un gráfico táctil.

-**Contrastes térmicos y temperatura exterior:** Afecta básicamente a la dilatación del material y es un aspecto que debe de ser considerado en todo producto que se sitúe en exteriores. Se debe de tener especialmente en cuenta en lugares donde la variación de temperatura entre día y noche y entre las estaciones de verano e invierno sea muy significativa.

-**Contacto con agua y ácidos:** Este aspecto afecta principalmente a los materiales metálicos, el contacto con agua y agentes acidificantes acelerará la degradación. Esto hará que en función de la aleación empleada se requiera de tratamientos superficiales para combatir las condiciones corrosivas del ambiente.

-**Resistencia mecánica y al desgaste:** Cuanto más elevado sea el valor de este parámetro, el gráfico aguantará mejor cuando esté sometido a fuerzas y reciba golpes.

-**Policromía resistente:** Engloba aspectos tales como la adherencia de la capa de color al material base y la homogeneidad de esta.

-Obtención de distintos rangos de relieve: En función de la técnica de fabricación, por características del propio material o del proceso de transformación de este se podrá obtener un mayor o menor número de rangos relieve. La importancia de esto radica en que cuanto mayor sea, se podrá incluir más información en el mapa al poder incluir elementos con contraste en altura.

5.2 Técnicas de fabricación más habituales.

En la actualidad existen numerosas técnicas de fabricación y materiales diferentes para materializar un mapa táctil. A continuación, se describen algunas de las más empleadas y además un sistema más novedoso el cual hace uso de material cerámico esmaltado.

Fundición de bronce: Es una técnica de carácter muy artesanal la cual consiste en generar un modelo previo de la pieza final a partir del cual se generará un molde. Una vez generado el molde, se vierte en este el bronce fundido y tras enfriarse y retirarse el molde se obtiene la pieza deseada.

Esta es de las técnicas más empleadas para gráficos táctiles en exteriores, ya que el bronce además de tener buenas propiedades para el moldeo por fundición es muy resistente.

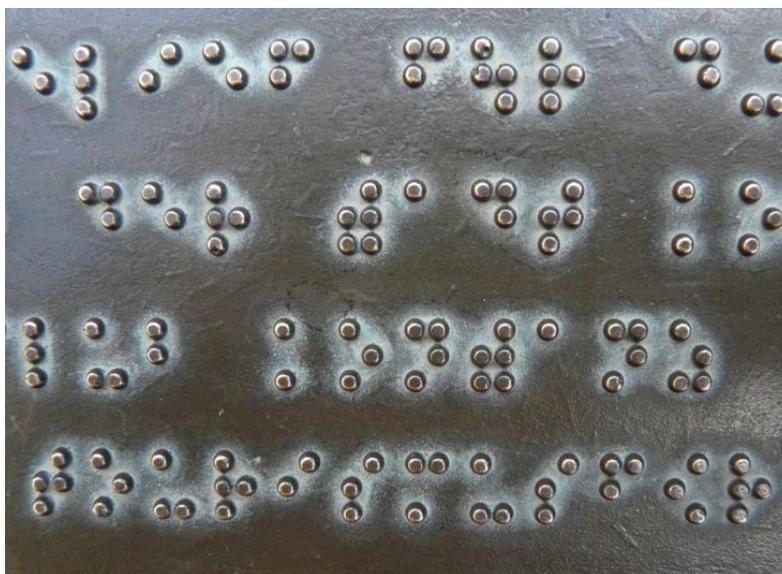


Fig.1 Muestra del acabado que ofrece el bronce en un mapa táctil.

Mecanizado de aluminio: Consiste en mecanizar el aluminio mediante la técnica del fresado, consiguiendo así los distintos rangos de altura de relieve deseados. El pintado final de las piezas se realiza manualmente.

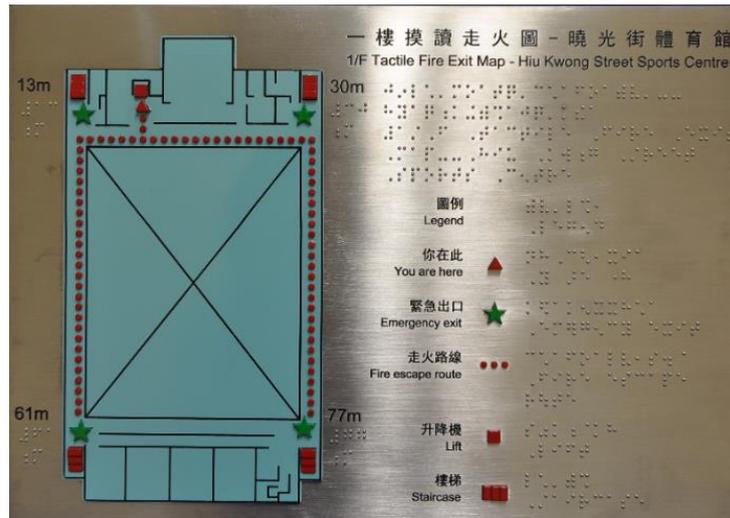


Fig.2 Mapa táctil realizado mediante mecanizado de aluminio.

Materiales poliméricos: Para este tipo de materiales no existe un proceso de fabricación que predomine sobre el resto, en función del tipo de piezas o relieves necesarios a obtener se escogerá entre las distintas técnicas existentes, tales como:

-Moldeo por colada: Esta técnica se aplica cuando se hace uso de polímeros termoestables.

-Mecanizado de plásticos: Se trata del mismo proceso empleado que en el mecanizado de aluminio, pero en este caso aplicado a polímeros termoplásticos.

-Recorte de láminas y relieves: Proceso cuya aplicación se da en láminas de polímeros, se recortan de estas los relieves y formas necesarias para conformar el mapa para posteriormente proceder a su montaje mediante adhesivos. Los gráficos realizados con materiales poliméricos resultan más económicos y ofrecen una buena resistencia contra agentes químicos. Por contra estos tienen de una menor resistencia mecánica y contra el desgaste, además de que la radiación ultravioleta degrada el material a medio-largo plazo.

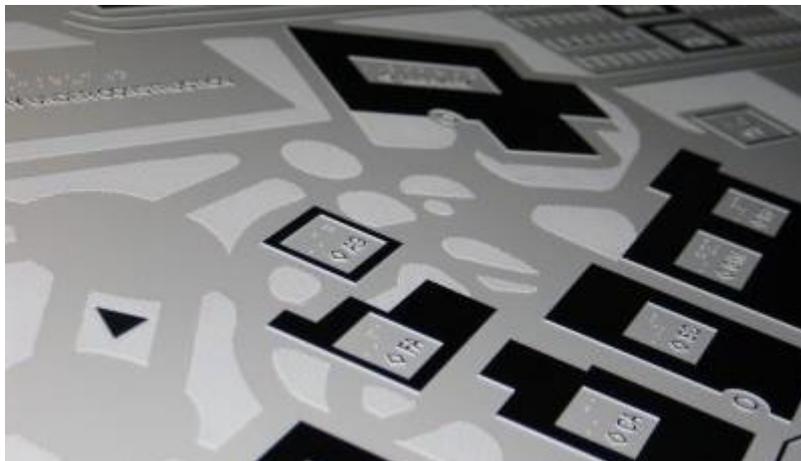


Fig.3 Mapa táctil realizado mediante recorte de láminas de polímero.

Cerámica Kersings:

Este es un novedoso sistema para desarrollar gráficos táctiles cuyo modelo de utilidad pertenece a la empresa KERABEN Grupo S.A. Los gráficos tangibles obtenidos a partir de esta técnica se conforman mediante baldosas de gres porcelánico planas, a las cuales se les confiere el relieve mediante la deposición del esmalte cerámico haciendo uso de técnicas similares a las de fabricación aditiva.



Fig.4 Mapa táctil realizado en cerámica Kersings.

Cerámica Tradicional

Este es un proceso de carácter artesanal, mediante pasta cerámica introducida en un molde se obtiene la forma del mapa, además del relieve. Posteriormente se procede a su cocción y el pintado de la pieza se realiza a mano.

En la siguiente tabla podemos encontrar las principales características de interés para un gráfico táctil ideado para uso colectivo, mediante estos datos extraídos del artículo "Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo". (Jaume Gual Ortí; Julio Serrano Mira; Gracia M. Bruscas Bellido; José V. Abellán Nebot. 2018.) puede establecerse una comparativa entre las distintas técnicas de fabricación y escoger la más adecuada acorde a las necesidades que el producto final deberá satisfacer.

	Resistencia mecánica y a desgaste	Policromía resistente	Obtención de diversos rangos de relieve	Resistencia a condiciones climatológicas	Resistencia a agentes químicos	Precio
Fundición de bronce	++	--	++	+	-	--
Mecanizado de aluminio	+	--	++	+	--	--
Materiales poliméricos	--	--	++	-	+	-
Cerámica Kersings	++	++	--	++	++	++
Cerámica tradicional	+	+	-	+	++	+

Fig.5 Grado de consecución de los principales requisitos de uso colectivo exterior de los diferentes procesos de fabricación de gráficos tangibles permanentes. (Tabla extraída del artículo "Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo" (Jaume Gual Ortí; Julio Serrano Mira; Gracia M. Bruscas Bellido; José V. Abellán Nebot))

En vistas al grado de consecución notablemente superior en la mayoría de los campos de la técnica de materialización cerámica Kersings, se ha decidido emplear este método de fabricación para materializar el mapa táctil de este proyecto. Además, el hecho de no poderse obtener diversos rangos de relieve no resulta grave en este caso, ya que el mapa proyectado uno con mucha información se ha preferido tender a simplificar este.

De haber sido necesario introducir información gráfica a mayor detalle o en caso de necesitar una tercera dimensión habría sido necesario escoger otra técnica.

5.3 Descripción de características de los gráficos Kersings y su obtención.

Este tipo de gráficos tangibles al ser obtenidos a partir de baldosas de gres porcelánico prensado y esmaltado reúnen una serie de propiedades resistentes muy interesantes de cara al uso en exteriores, tales como una elevada dureza, resistencia al desgaste, a los ataques químicos y a la humedad.

A efectos de la lectura del mapa esta técnica de fabricación destaca por una elevada calidad y variedad cromática alcanzable (presentando tan solo limitaciones a la hora de obtener el color rojo) con una gran resistencia de los pigmentos a la radiación solar.

Los gráficos en Kersings también presentan un tacto suave y agradable en su superficie debido al acabado en esmalte cerámico y a que la cerámica tiene una conductividad térmica baja, lo cual evita un contacto desagradable con el mapa en días de excesivo frío o de exposición prolongada al sol en días calurosos. Por otra parte, el material resulta muy fácil de limpiar y es resistente a ser manchado.

Respecto a otras técnicas de fabricación de mapas táctiles en cerámica, tales como la cerámica tradicional, el Kersings presenta importantes ventajas. En primer lugar, al tratarse de un proceso industrial, tanto la deposición del polvo cerámico en el molde como la del esmalte sobre la baldosa y su posterior cocción son uniformes. Todo esto dota al producto final de una uniformidad y repetibilidad muy superiores respecto a lo se podría obtener mediante la cerámica tradicional.

Para obtener un gráfico mediante esta técnica se parte de una baldosa de gres porcelánico ya cocida y esmaltada (en este caso con el color de fondo de nuestro mapa). A continuación, para obtener los relieves se precisará de un archivo con la extensión .tiff (Tagged Image File Format), utilizada para almacenar gráficos vectoriales e imágenes de mapa de bits. En este archivo vendrán almacenados todos los grafismos y toda la información de estos respecto a colores, ubicación, forma, etc.

La función de este archivo es la de dar las coordenadas a seguir a la máquina encargada de depositar mediante técnicas de fabricación aditiva el esmalte que hará de relieve sobre nuestra baldosa.

Una vez depositado el esmalte sobre la baldosa se procede a someterla a un segundo proceso de cocción a menor temperatura que el anterior con la intención de que el esmalte se consolide en la pieza.

En el caso de este proyecto, la labor del diseñador será la de proveer a Keraben Grupo del archivo .tiff con toda la información del mapa. Esta empresa será la encargada de su fabricación ya que este proceso de fabricación es modelo de utilidad exclusivo de su propiedad.

ANEXO 6: Cálculos.

6.1 Diseño de exteriores.

6.1 Cuantía geométrica mínima del armado de las piezas de hormigón.

Un cálculo importante a realizar para saber si el armado de los diferentes elementos de hormigón es adecuado o no es el de la cuantía geométrica mínima.

Esta cuantía mínima se define principalmente para controlar la fisuración en elementos en los que los esfuerzos principales son debidos a deformaciones impuestas producidas por temperatura y retracción. Esta viene expresada en tanto por 1000 referida a la sección total de hormigón

A continuación, en la siguiente tabla se recogen las cuantías geométricas mínimas dictadas por la EHE08 de la Instrucción Española del Hormigón Estructural para diferentes elementos estructurales según tipo el acero corrugado empleado para el armado:

TIPO DE ELEMENTO ESTRUCTURAL		TIPO DE ACERO	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4	4
Vigas		2	1,8
Losas		3,3	2,8
Muros	Armadura horizontal	4	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

Fig.1 Cuantía geométrica mínima según la EHE-08 para diferentes elementos estructurales.

Para el caso de nuestro diseño se ha decidido emplear un acero B400S. El mallazo empleado para la pieza marca 2 (Tablero superior) será de mallazo corrugado de diámetro 4 con 15 mm de rejilla. Para los pilares se ha decidido emplear varilla corrugada de diámetro 6.

6.1.1 Tablero superior.

Para el caso del tablero superior este se puede clasificar en la categoría de losa. Según lo dispuesto en la EHE-08, la cuantía geométrica mínima necesaria para el armado de una losa es de 2 ‰. Este valor debe representar el mínimo de acero en cada una de las direcciones de la losa (longitudinal y transversal) repartidas en ambas caras.

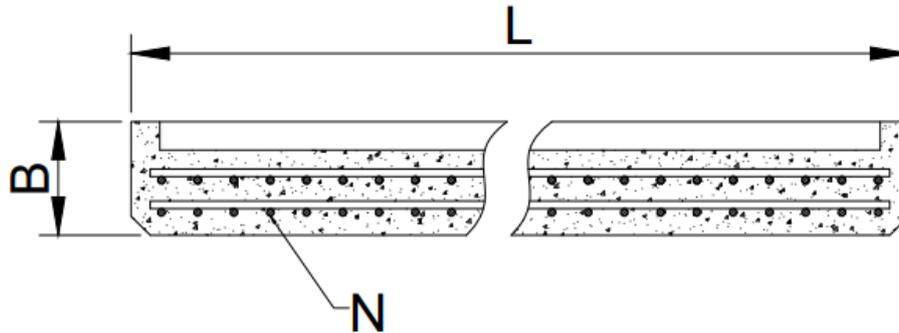


Fig.2 Sección de la pieza Marca 2 del diseño de exteriores.

En la imagen superior podemos apreciar un esquema de la distribución del armado de mallazo en una sección de la pieza donde:

L = Longitud de la sección de la pieza.

B = Altura de la sección de la pieza.

N = Número de varillas a tracción en la sección (las varillas son de 4mm de diámetro)

Para comenzar debemos conocer el área total de hormigón y de armado en las secciones de la pieza a estudiar:

Sección 1

- Área total de hormigón: $B \times L = 640 \times 60 = 38.400 \text{ mm}^2$

- Área total de armado: $N \times (\pi \times r^2) = 66 \times (3,14 \times 2^2) = 828,96 \text{ mm}^2$

Sección 2

- Área total de hormigón: $B \times L = 1120 \times 60 = 67.200 \text{ mm}^2$

- Área total de armado: $N \times (\pi \times r^2) = 134 \times (3,14 \times 2^2) = 1.683,04 \text{ mm}^2$

Una vez conocidas las áreas, se procede a comprobar que la cuantía de armado en la sección es mayor al 2‰.

$$\text{Área total de armado} \geq \frac{\text{Área total de hormigón}}{1000} \times 2$$

Sección 1

828,96 ≥ 76,8 Por tanto, **el armado en esta sección es correcto.**

Sección 2

1.683,04 ≥ 134,4 Por tanto, **el armado en esta sección es correcto.**

6.1.2 Patas.

En el caso de las patas, estas se consideran como pilares y según lo dispuesto en la EHE-08 su cuantía geométrica mínima es del 4 ‰ para la armadura longitudinal de este. La normativa específica que para pilares con sección rectangular el mínimo de varillas a incluir dentro del armado es de 4.

Dado que el pilar tiene una sección cambiante a lo largo de su longitud, se ha decidido realizar el cálculo sobre la sección de mayor área (siendo esta la más desfavorable para los cálculos), localizada en su parte superior. El cálculo se realiza para un armado de 4 varillas.

- Área total de hormigón: $B \times L = 558 \times 60 = 18.907 \text{ mm}^2$

- Área total de armado: $N \times (\pi \times r^2) = 6 \times (3,14 \times 3^2) = 169,56 \text{ mm}^2$

Una vez conocidas las áreas, se procede a comprobar que la cuantía de armado en la sección es mayor al 4‰.

$$\text{Área total de armado} \geq \frac{\text{Área total de hormigón}}{1000} \times 4$$

169,56 ≥ 75,6 Por tanto, **el armado es correcto.**

6.2 Diseño de interiores.

6.2.1 Longitud de tubo a emplear en el diseño de interiores.

En este apartado se calcula la longitud de tubo necesaria para fabricar las dos unidades de la pieza marca 3 (tubo apoyo) del diseño de interiores.

Para esto hay que sumar las longitudes de los distintos tramos rectos y curvos que hay a lo largo de la pieza.

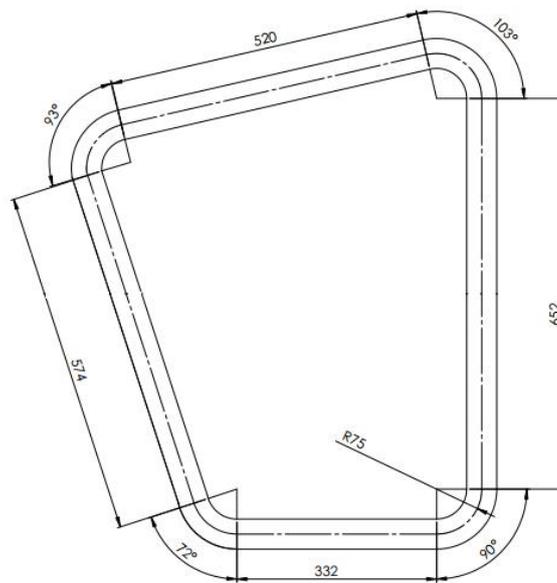


Fig.1 Dimensiones de la pieza Tubo Apoyo.

Longitud total de tramos rectos para una pieza:

$$332+652+520+574=2.078 \text{ mm}$$

Longitud total de tramos curvos para una pieza:

Para obtener la longitud total de un tramo curvo se utiliza la siguiente expresión:

$$L = \Theta * R$$

Siendo Θ el ángulo de giro en radianes y R el radio de curvatura del tubo.

Convirtiendo los radianes a grados la formula será $L=(2\pi * \alpha/360) * R$

La longitud total de los tramos curvos será:

$$L=(2\pi * 72/360) * 75+(2\pi * 90/360) * 75+(2\pi * 93/360) * 75+(2\pi * 103/360) * 75= 468,6 \text{ mm}$$

Longitud total para una pieza: 2078+468,6= 2.546,6 mm

Longitud total de tubo para ambas piezas: 2546,6*2= 5.093,2 mm

6.2.2 Cálculo resistente del mapa táctil.

Para comprobar si la baldosa empleada para realizar el mapa aguanta en una situación anómala al estar expuesto a una fuerza externa, en este caso la que ejerce una persona sentada sobre este.

Se calcula su flecha máxima y esta deberá ser menor que la que experimentan los perfiles de aluminio que la soportan cuando están sometidos a la fuerza que ejerce una persona sentada.

Los datos sobre las características de resistencia del azulejo empleado para el mapa táctil que proporciona el fabricante son los siguientes:

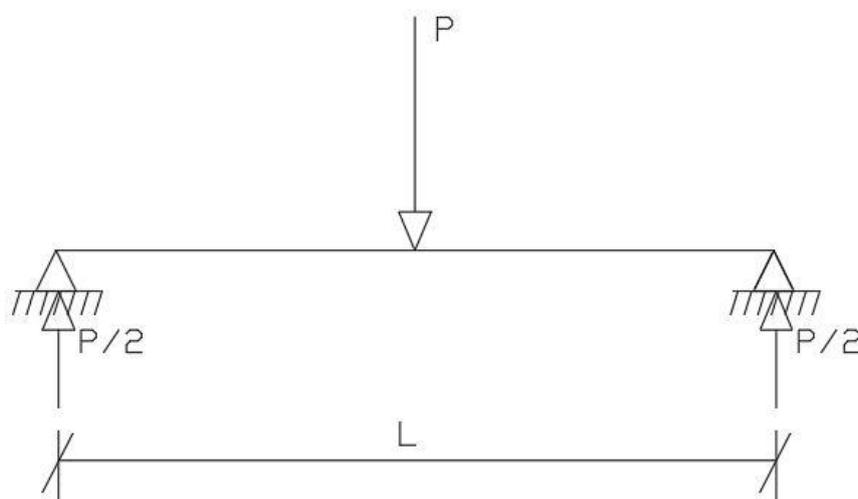
σ_{rotura} : 49 MPa

E = 30 GPa= 30.000 MPa

El factor de seguridad que se va a emplear será de 1,5, con lo cual:

N_s = 1,5

Suponemos que el azulejo está sometido a la acción de su propio peso, concentrado en una carga puntual situada en el centro de gravedad.



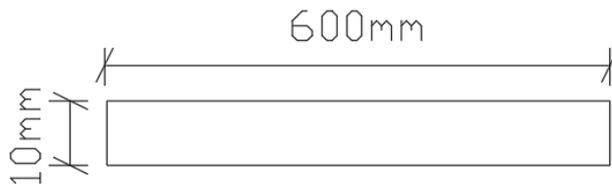
Por simetría ambas reacciones son iguales, cumpliendo que $\Sigma F_v=0$

Según la ley de Navier: $\frac{\sigma_{rotura}}{n_s} = \frac{Mr}{\omega}$

Siendo ω el módulo de resistente que se define como:

$$\omega = \frac{I}{(h/2)} = \frac{50000}{10/2} = 10.000mm^3$$

La sección de la baldosa es:



Por tanto:

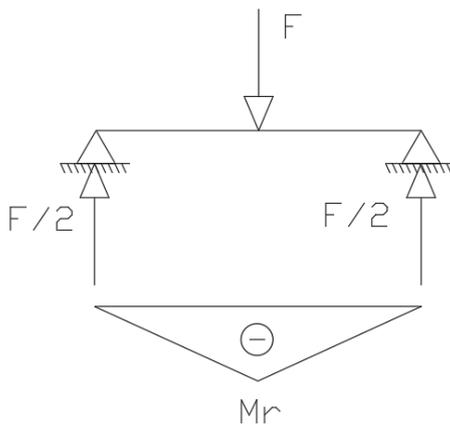
$$I = \frac{1}{12} * 600 * 10^3 = 50.000mm^4$$

Despejando Mr en Navier:

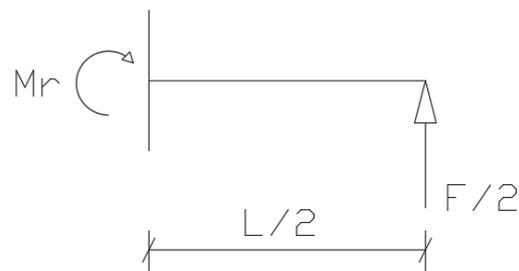
$$Mr = \frac{\sigma_{rotura}}{ns} * \omega = \frac{49}{1,5} * 10000 = 326.666,7 \text{ Nmm} = \mathbf{0,327 \text{ KNmm}}$$

Ese momento se dará en el centro de la baldosa, pues el diagrama de flectores en una

barra biapoyada sometida a una carga puntual es:



Tomando cualquiera de los dos lados de la sección central de la baldosa:



Por tanto: $Mr = \frac{L}{2} * \frac{F}{2}$

Despejando F: $F = \frac{4Mr}{L} = \frac{4 * 326.666,7}{800} = \mathbf{1.633,3N}$

Y la flecha máxima en una viga biapoyada sometida a una carga puntual es:

$$f_{max} = \frac{F * l^3}{48 * I * E} = \frac{1.633,3 * 800^3}{48 * 50.000 * 30.000} = \mathbf{11,61mm}$$

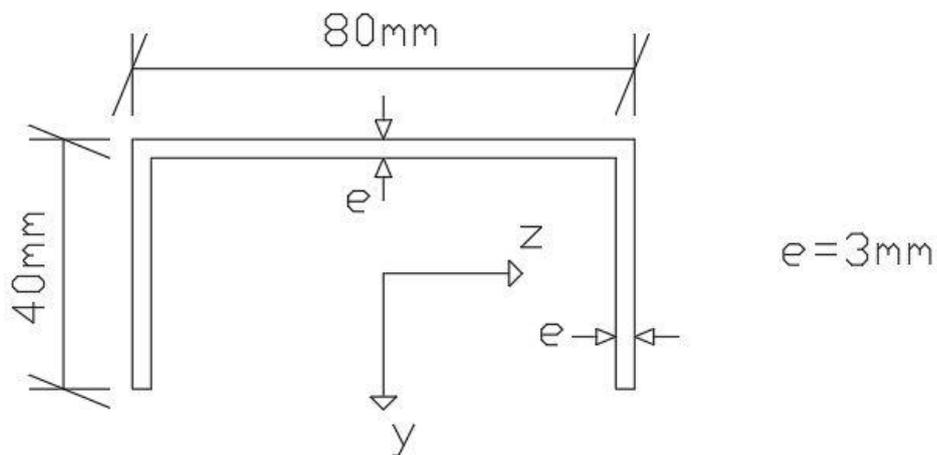
Una vez conocida la flecha máxima de la baldosa, planteamos lo mismo para los perfiles de aluminio que la soportan.

Las características del aluminio empleado son las siguientes:

σ_{rotura} : 260 MPa

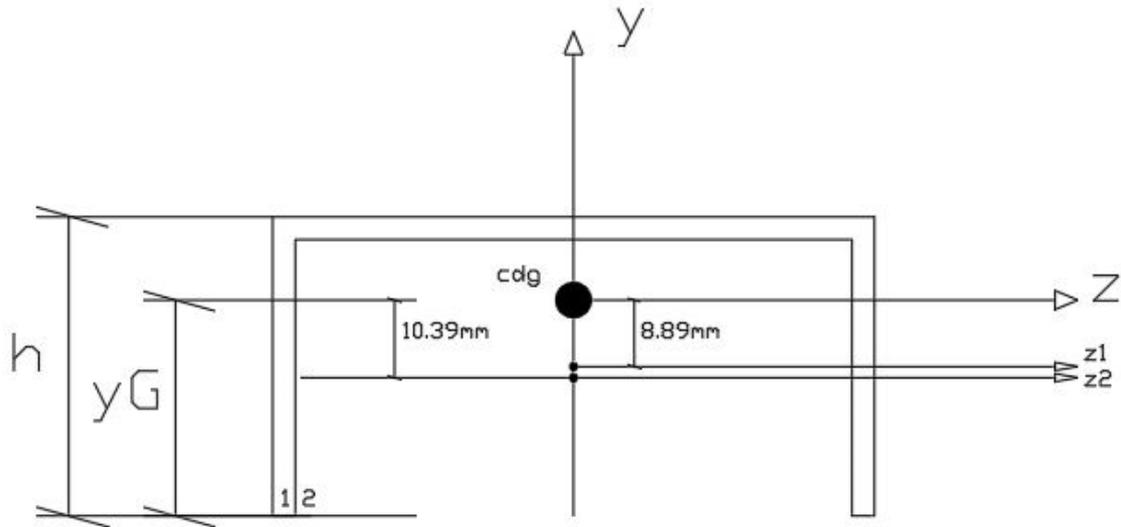
$E = 69,5 \text{ GPa} = 30.000 \text{ MPa}$

Y la sección:



La disposición de la sección de los dos perfiles de aluminio que soportan el tablero con la baldosa hace que al producirse flexión, dichas secciones giren respecto al eje ``z'', por lo que este es el eje de flexión.

Por tanto, debe calcularse la inercia respecto del eje ``z''. Se divide la sección en dos, una rectangular de 80x40 mm y otra ``hueca'' de 74x37mm.



Sección	Ai mm ²	Yi mm
1	3.200	20
2	2.738	18,5

$$Y_g = \frac{\sum A_i \cdot Y_i}{A_t} = \frac{3200 \cdot 20 - 2738 \cdot 18,5}{3200 - 2738} = 28,89 \text{ mm}$$

Como los CDG de la sección 1 y 2 no coinciden con el eje "z", se ha de aplicar el teorema de Steiner para referir sus inercias al eje "z":

-Inercia de la sección 1 en z1 = $\frac{1}{12} * 80 * 40^3 = 426.666 \text{ mm}^4$

-Inercia de la sección 1 en z = $426.666,7 + 8,89^2 * 3.200 = 679.569 \text{ mm}^4$

-Inercia de la sección 2 en z2 = $\frac{1}{12} * 74 * 37^3 = 312.360 \text{ mm}^4$

-Inercia de la sección 2 en z = $312.360,2 + 10,39^2 * 2738 = 607.933 \text{ mm}^4$

-Inercia total en el eje z = I_{z1} - I_{z2} = 71.636 mm⁴

Una vez conocida la inercia de la sección respecto a su eje ``z`` se puede obtener el módulo resistente de esta:

$$\omega_z = \frac{I_z}{h/2} = \frac{71636,4}{40/2} = \mathbf{3581,82 \text{ mm}^3}$$

El modelo que se plantea simula que una persona se pueda sentar en el centro. Se desprecian el peso propio de la baldosa, tablero y perfiles en comparación con la carga externa aplicada, que en este caso es de 100 kg.

Mayorando la fuerza resultante de aplicar 100 kg se obtiene que:

$$P = 1,5 * 100 * 9,8 = \mathbf{1470 \text{ N}}$$

En este modelo, al igual que en el utilizado para la baldosa, el flector máximo lo tenemos en la sección central, con lo cual:

$$M_r = \frac{L}{2} * \frac{P}{2} = \frac{1470 * 950}{4} = \mathbf{349,25 \text{ Nmm}}$$

Si aplicamos la ley de Navier para calcular la tensión máxima, esta debe de ser menor que la admisible:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{\omega_z} = \frac{349,125}{2 * 3.581,82} = \mathbf{48,74 \text{ MPa}}$$

El número en rojo indica que son 2 perfiles.

La tensión admisible del material de los perfiles será:

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{260}{1,5} = \mathbf{173,33 \text{ MPa}}$$

Como $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{adm}}$ se puede asegurar que los perfiles resistirán el peso.

Seguidamente, se calcula la flecha de los perfiles en estas condiciones y se compara con la máxima calculada previamente para la baldosa. Como vigas y baldosa flectaran lo mismo al estar unidos, se debe de cumplir:

$$f_{\text{perfiles}} \leq f_{\text{max baldosa}}$$

$$f_{\text{perfiles}} = \frac{1470 \cdot 950^3}{48 \cdot 2 \cdot 71636,4 \cdot 69500} = 2,64 \text{ mm}$$

Se cumple que $2,64 \leq 11,61$ con lo cual también se puede asegurar que el soporte de la baldosa es lo suficientemente rígido como para evitar que esta se parta por flexión.

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 3: PLANOS

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa

Tutor: Julio Serrano Mira

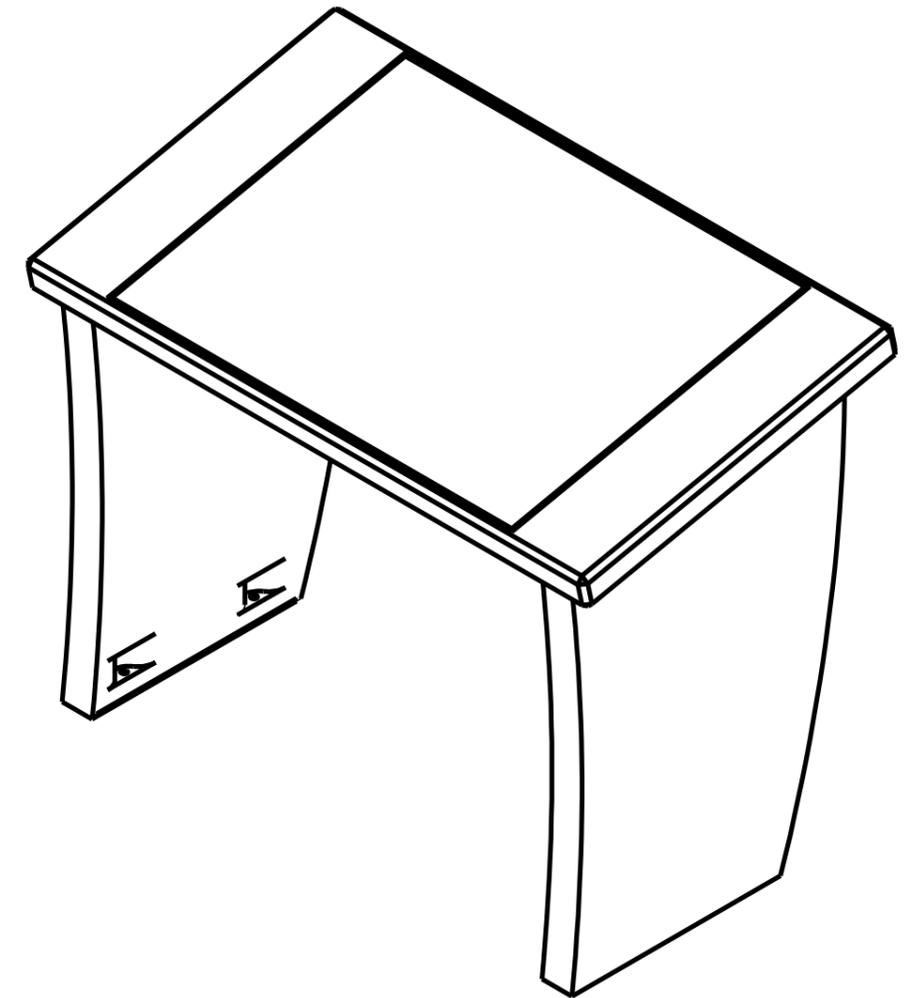
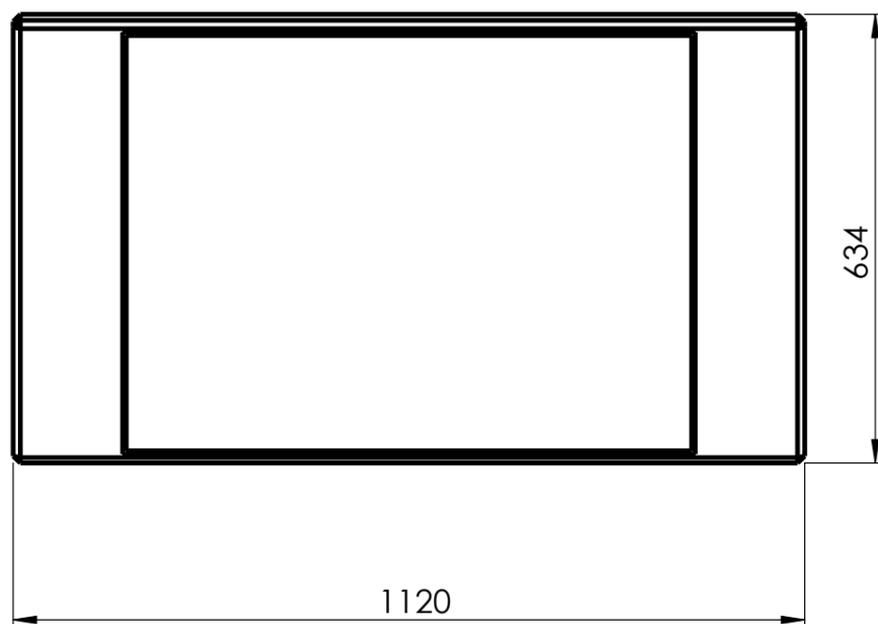
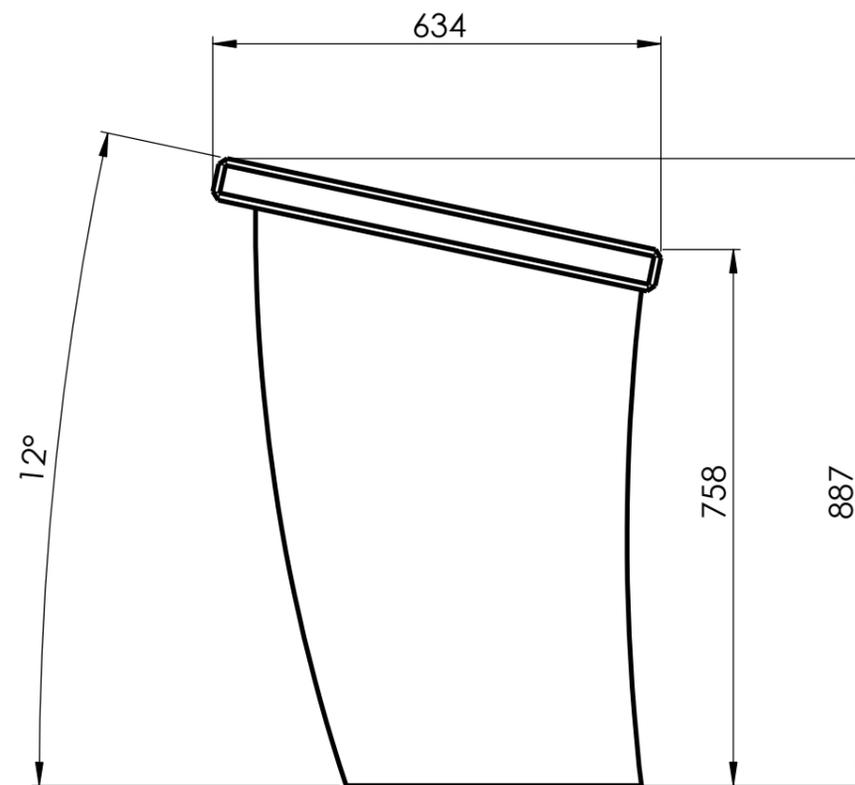
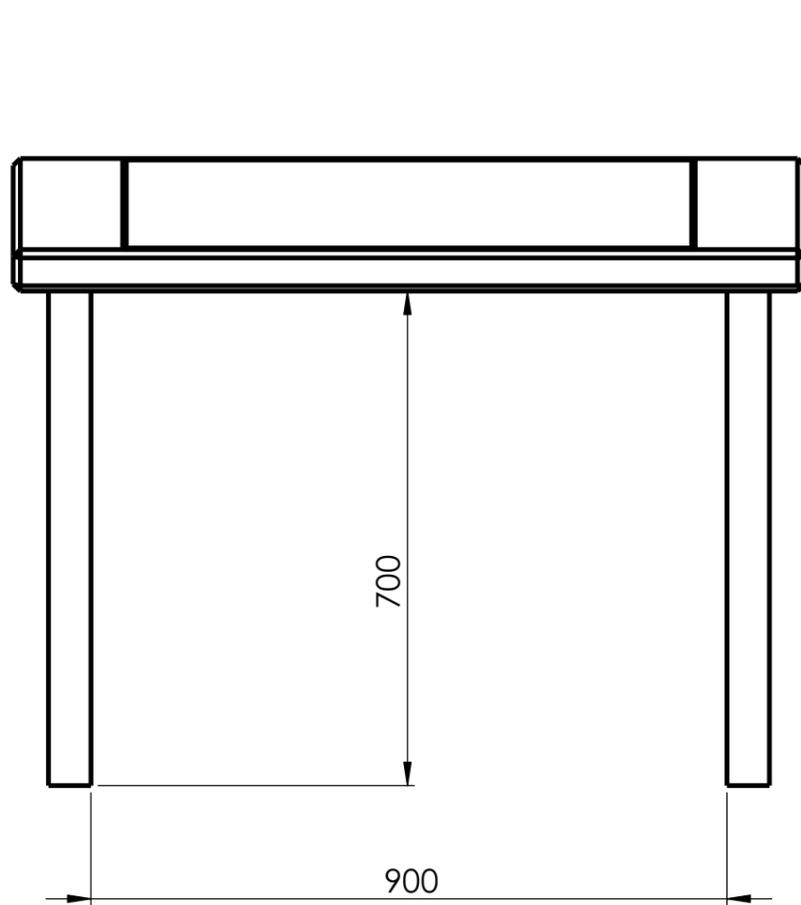
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



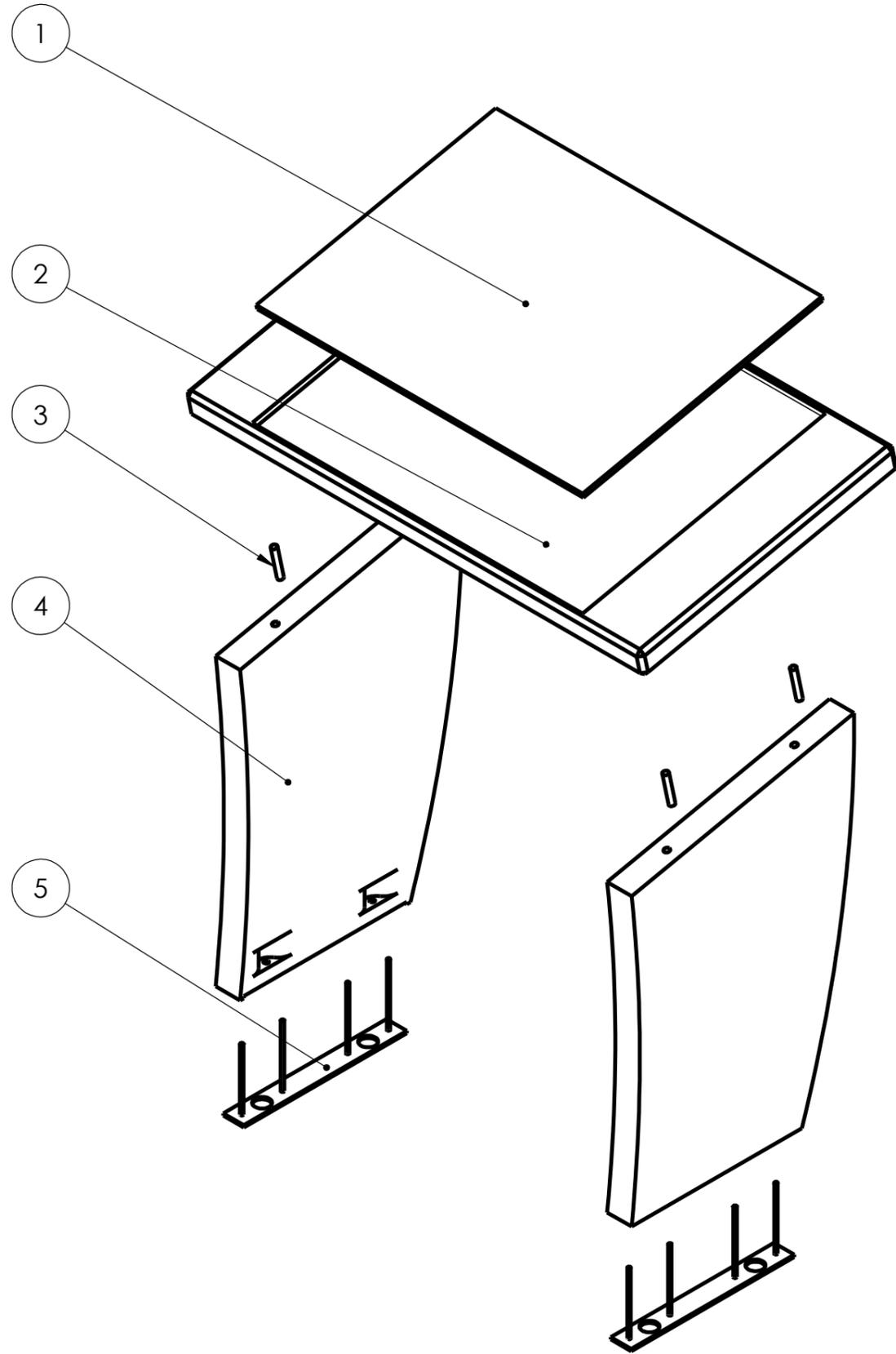
UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice de planos.

Diseño de exteriores.	138
Plano 1: Vista de conjunto.	138
Plano 2: Vista en explosión.	139
Plano 3: Pieza 1 (Mapa táctil).....	140
Plano 4: Pieza 2 (Tablero superior).	141
Plano 5: Pieza 3 (Perno de unión).	142
Plano 6: Pieza 4 (Pata).....	143
Plano 7: Pieza 5 (Placa de anclaje).	144
Diseño de interiores.	145
Plano 8: Vista de conjunto.	145
Plano 9: Vista de explosión.	146
Plano 10 Montaje bastidor.....	147
Plano 11: Pieza 1 (Mapa táctil).....	148
Plano 12: Pieza 2 (Tablero).....	149
Plano 13: Pieza 3 (Tubo apoyo).....	150
Plano 14: Pieza 4 (Refuerzo trasero).....	151
Plano 15: Pieza 5 (Refuerzo superior).	152
Plano 16: Pieza 6 (Embellecedor).....	153

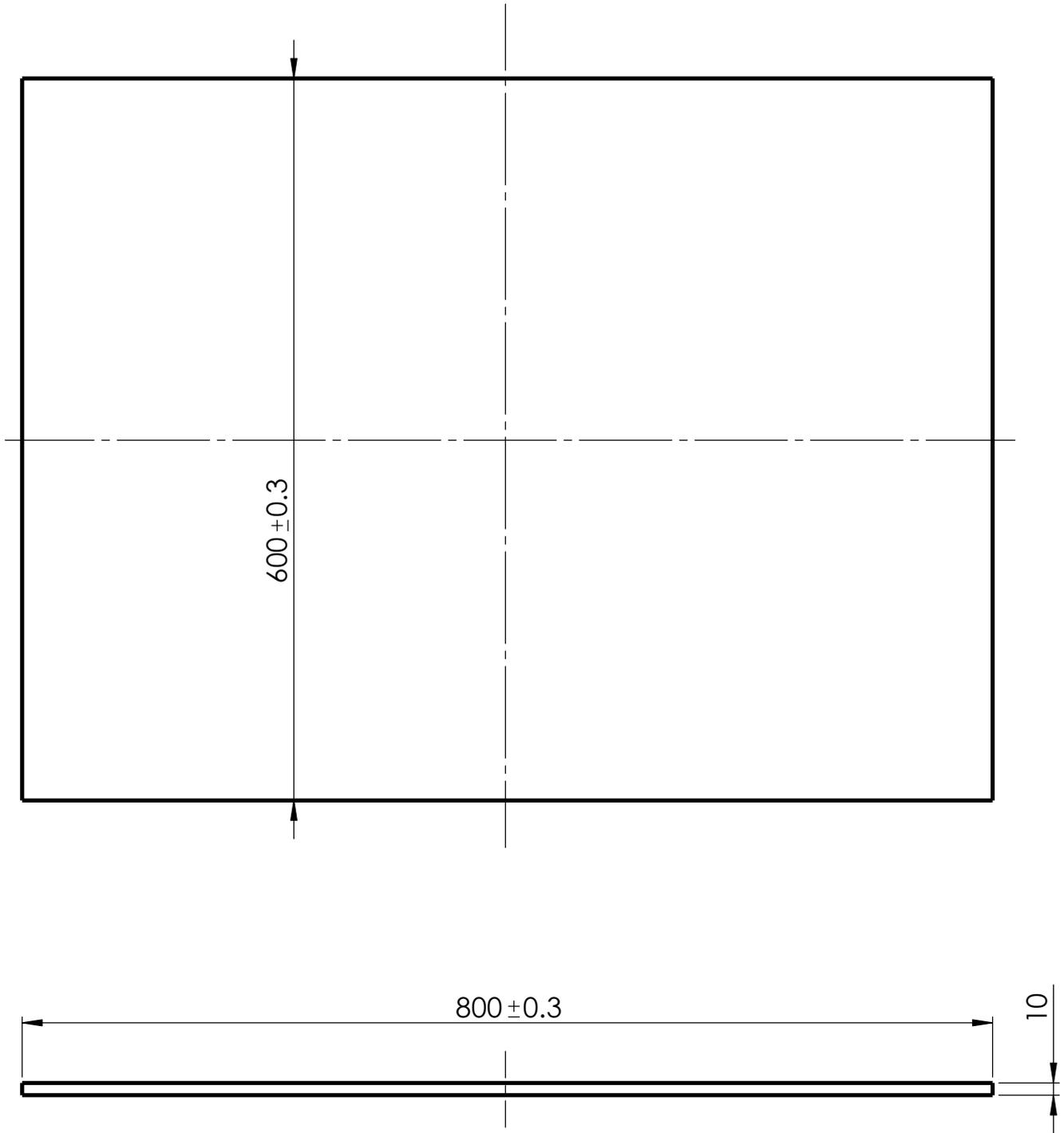


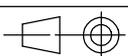
OBSERVACIONES		TÍTULO: DISEÑO EXTERIORES (VISTA DE CONJUNTO)		HOJA Nº:138
Un. dim. mm		ESCALA 1/10	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 1
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019
				FECHA: 09/2019



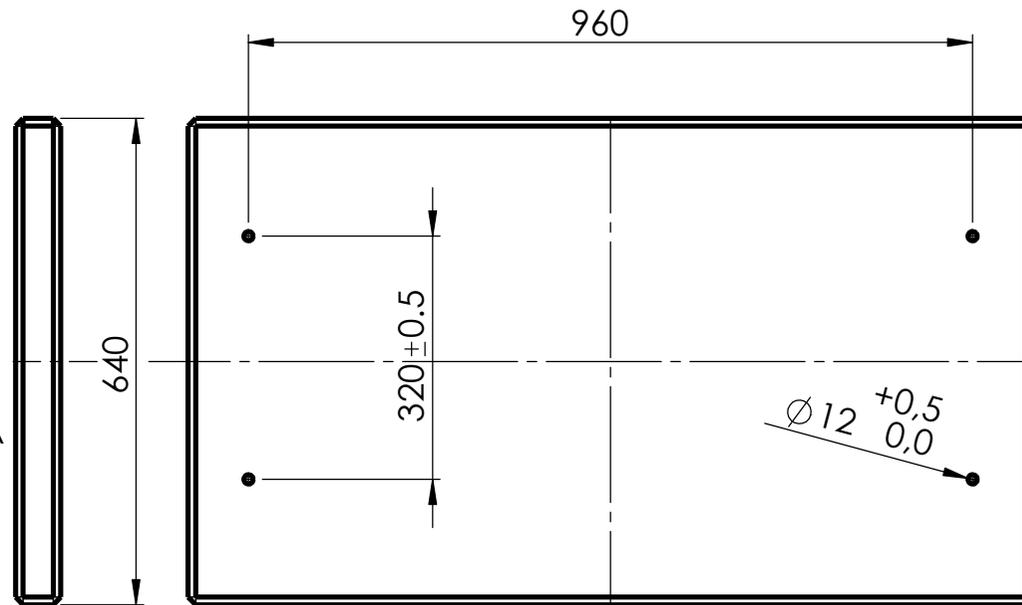
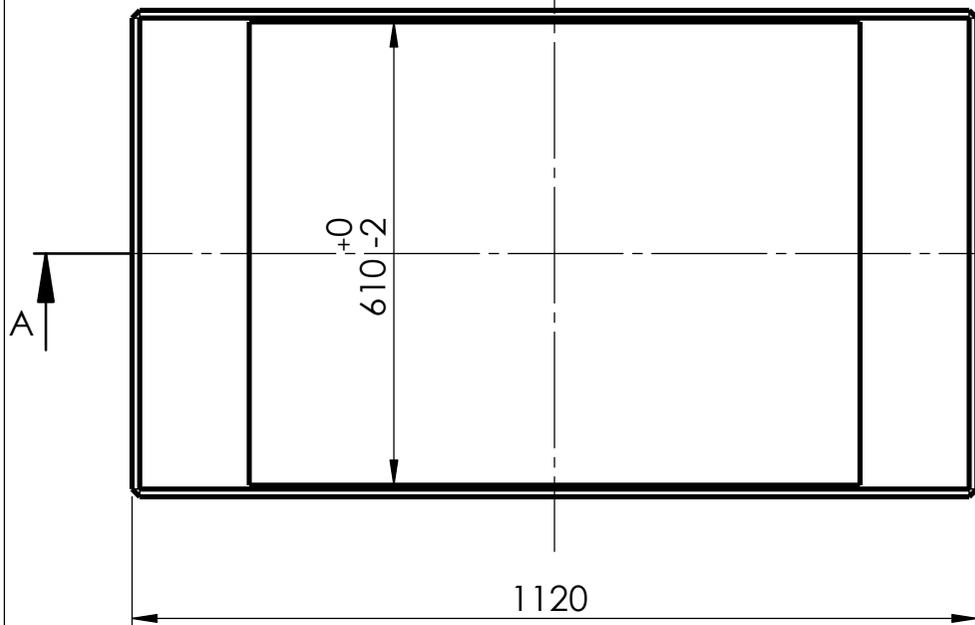
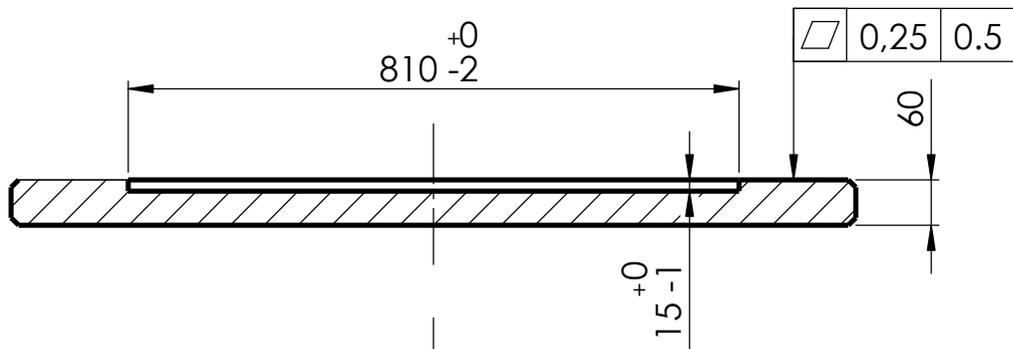
5	PLACA DE ANCLAJE	2	ACERO
4	PATA LATERAL	2	HORMIGÓN ARMADO
3	PERNO DE UNIÓN	4	ACERO
2	TABLERO SUPERIOR	1	HORMIGÓN ARMADO
1	MAPA TÁCTIL	1	CERÁMICA
MARCA	DESIGNACIÓN	Nº PIEZAS	MATERIAL

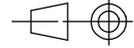
OBSERVACIONES		TÍTULO: DISEÑO DE EXTERIORES (VISTA ENXPLOSIÓN)		HOJA Nº: 139
				PLANO Nº:2
Un. dim. mm	ESCALA 1/10		TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019

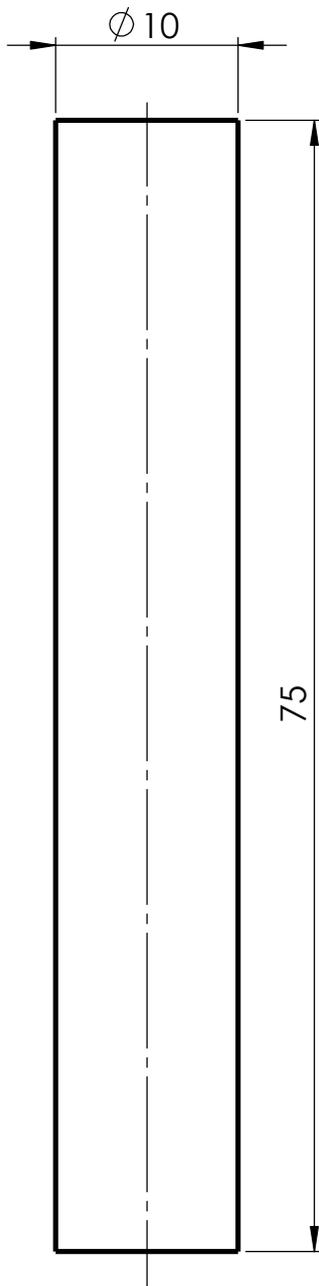


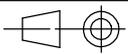
OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 1 (MAPA TÁCTIL)		HOJA Nº: 140
				PLANO Nº: 3
Un. dim. mm	ESCALA 1/5	 UNIVERSITAT JAUME I	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019

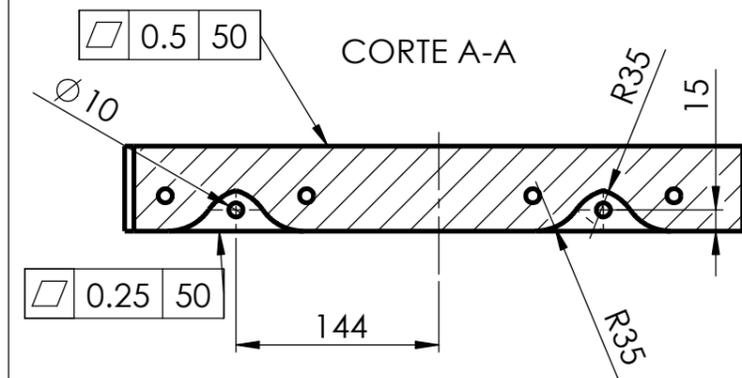
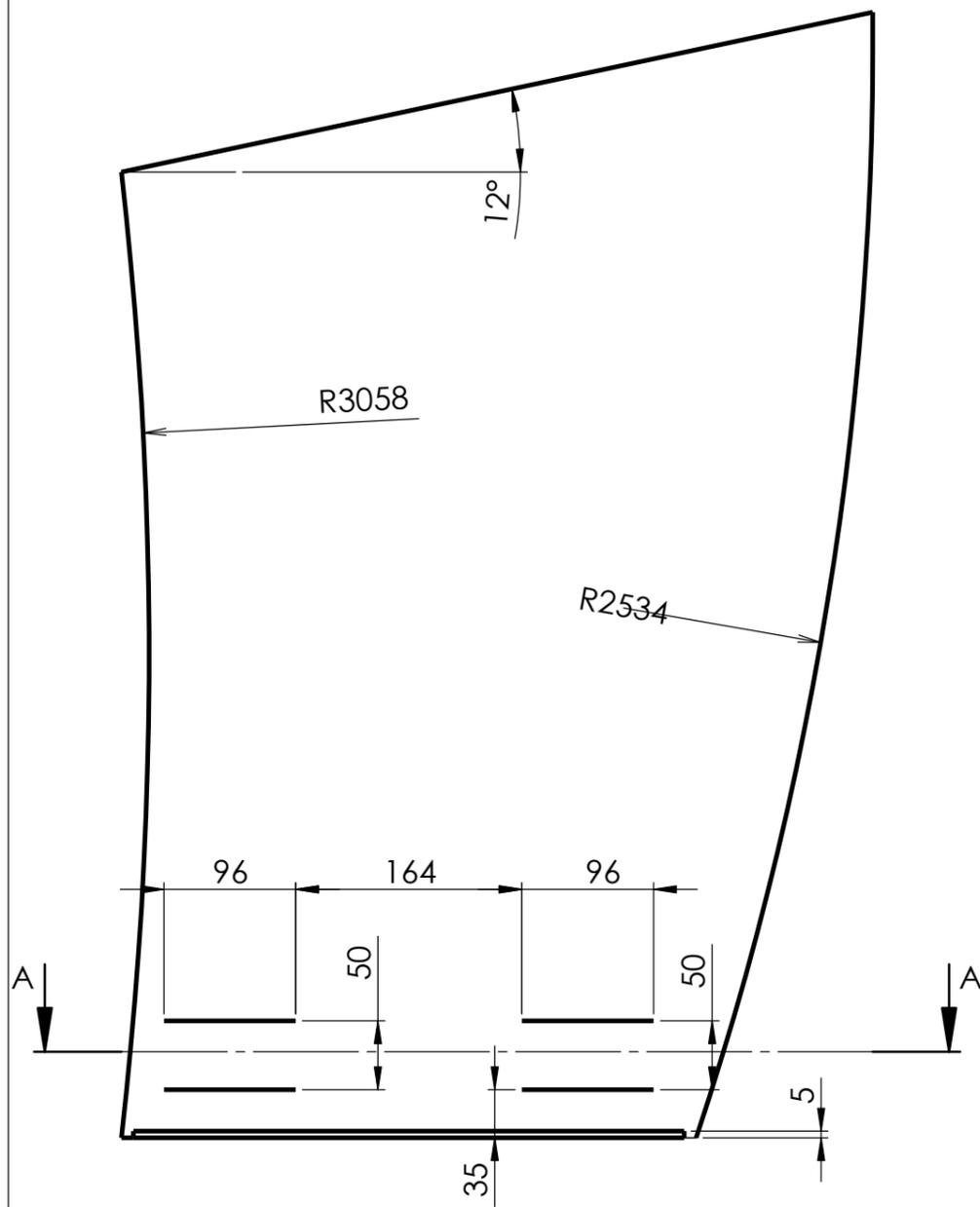
CORTE A-A



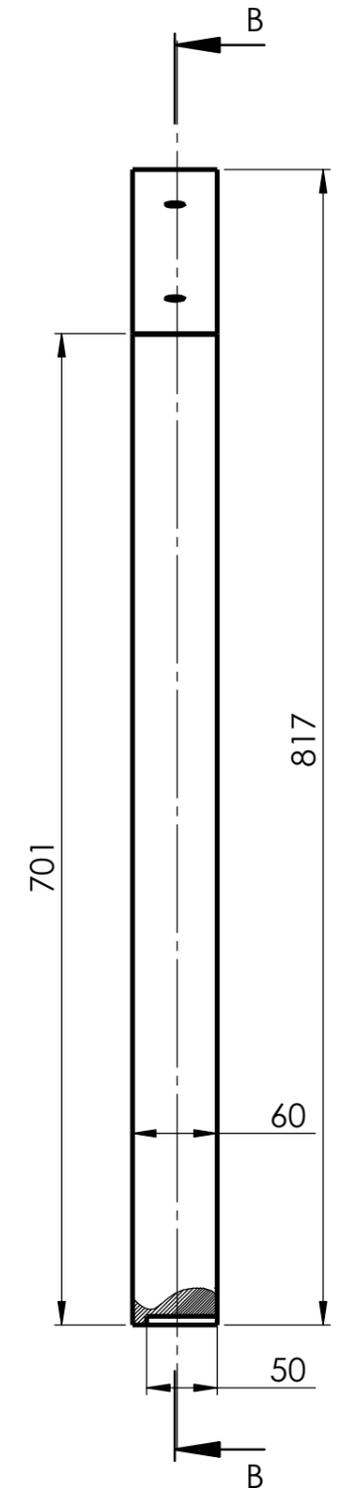
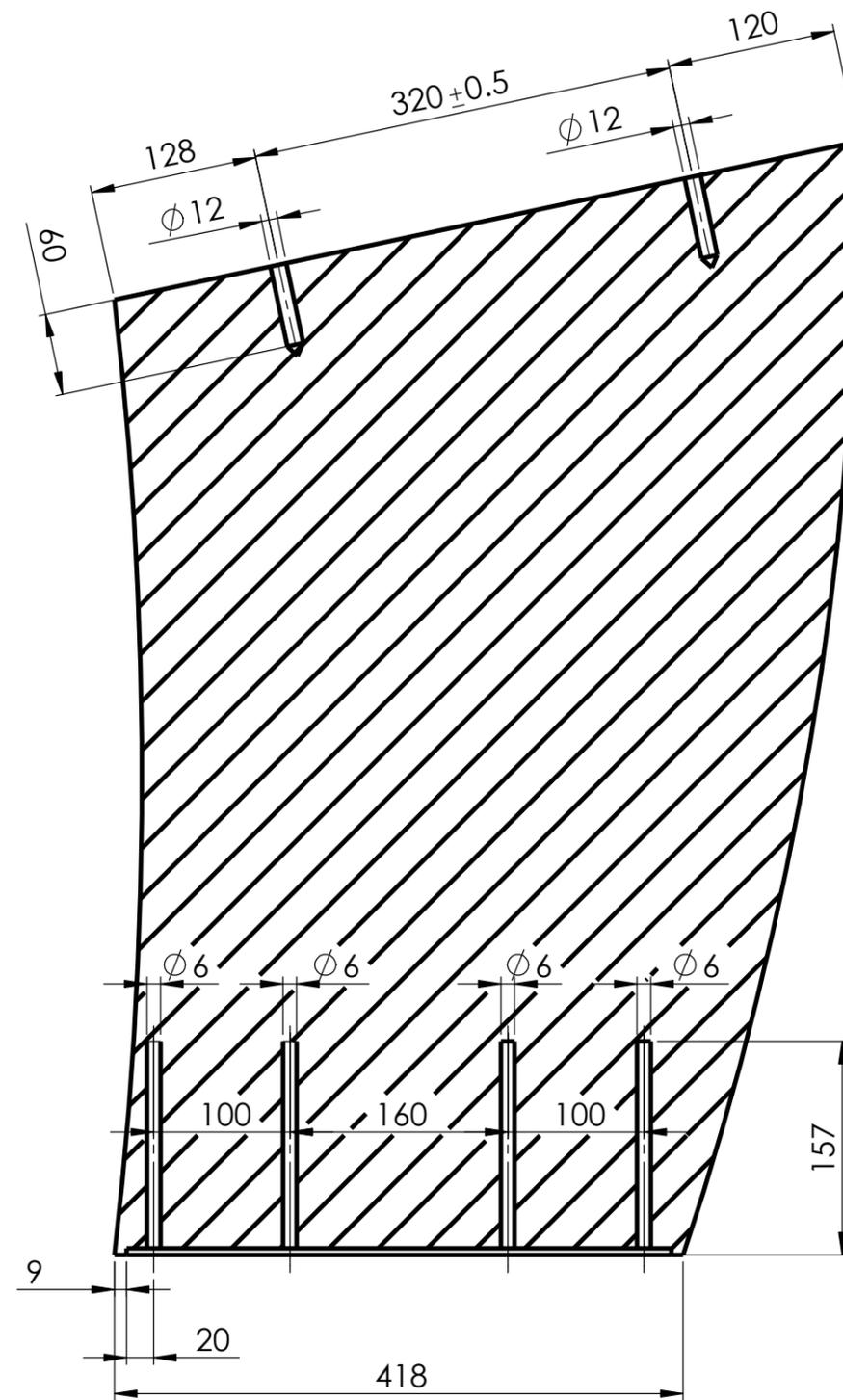
<p>OBSERVACIONES</p> <p>-TODOS LOS CHAFLANES SON DE 10x45°.</p> <p>-LOS AGUJEROS SON CIEGOS A 30mm DE PROFUNDIDAD.</p> <p>-EL RESTO DE TOLERANCIAS SIN ESPECIFICAR SON DE ±0.3 mm</p>		<p>TÍTULO: PIEZA 2 (TABLERO SUPERIOR)</p>		HOJA Nº: 141
				PLANO Nº: 4
Un. dim. mm	<p>ESCALA</p> <p>1/10</p>	 <p>UNIVERSITAT JAUME I</p>	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



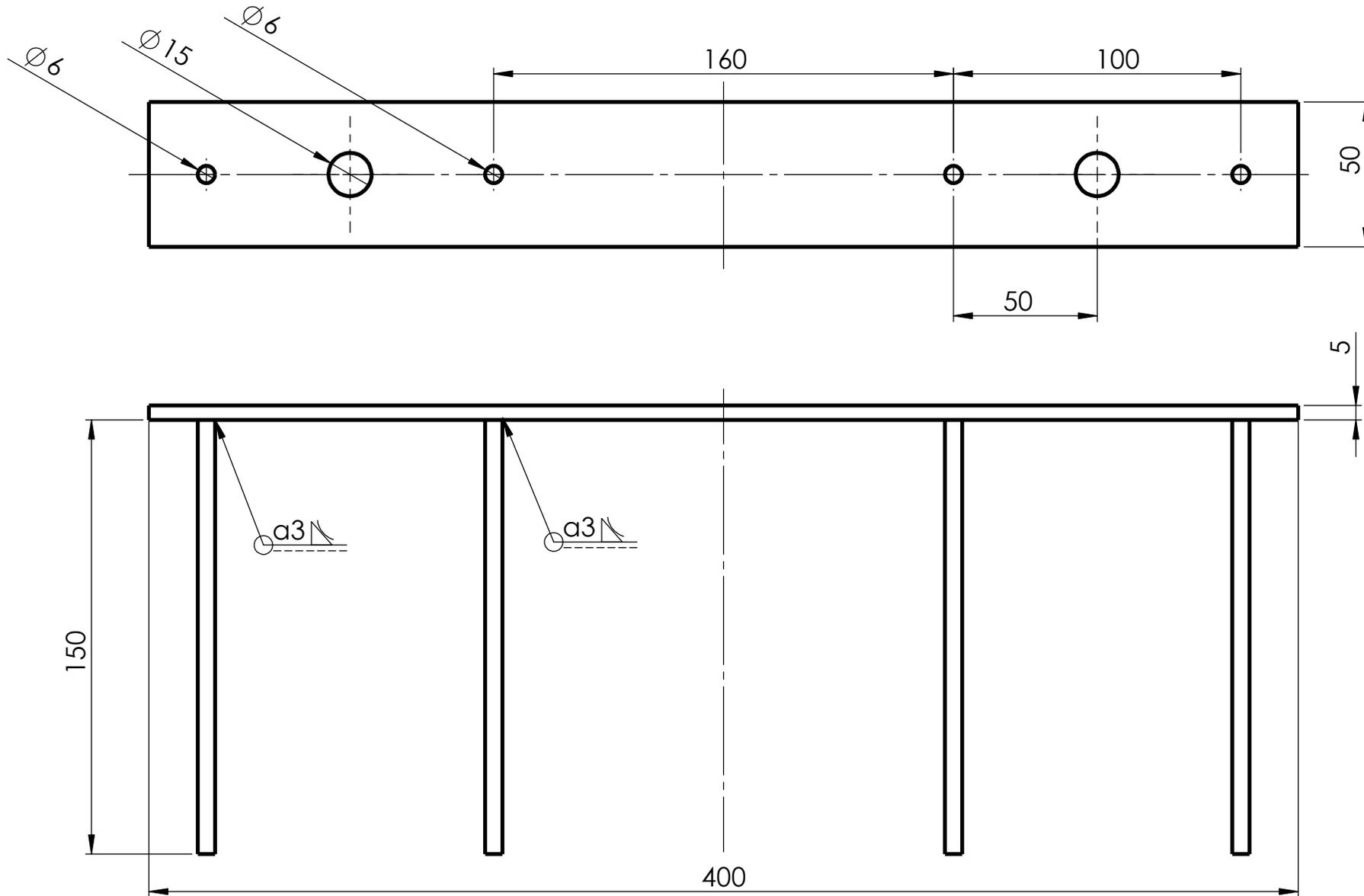
OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 3 (PERNO DE UNIÓN)		HOJA Nº: 142
				PLANO Nº: 5
Un. dim. mm	ESCALA 2/1		TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



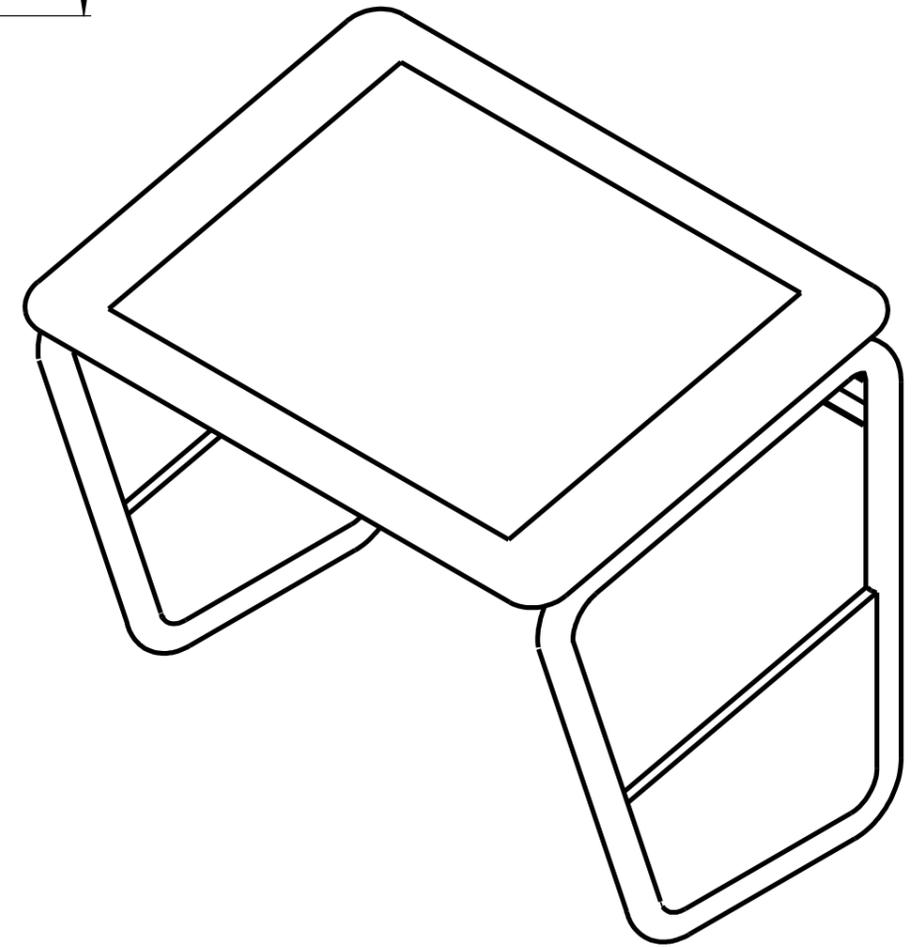
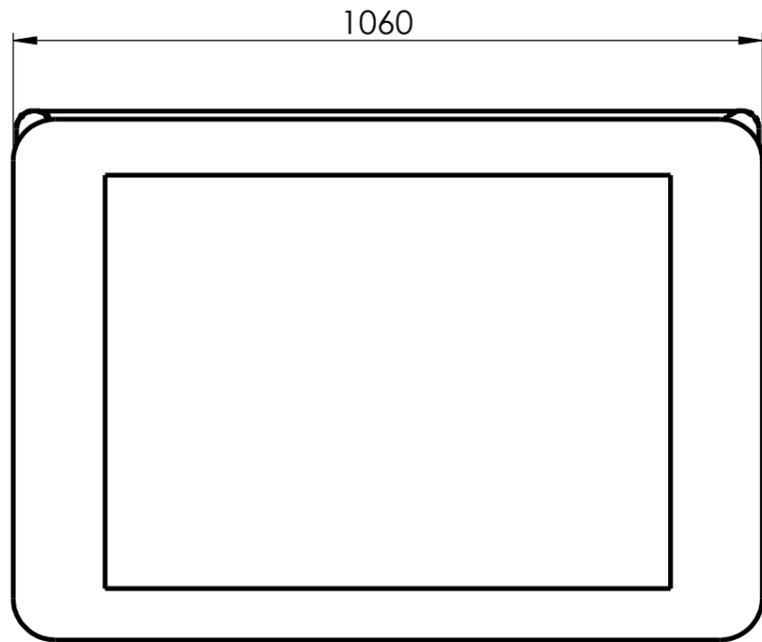
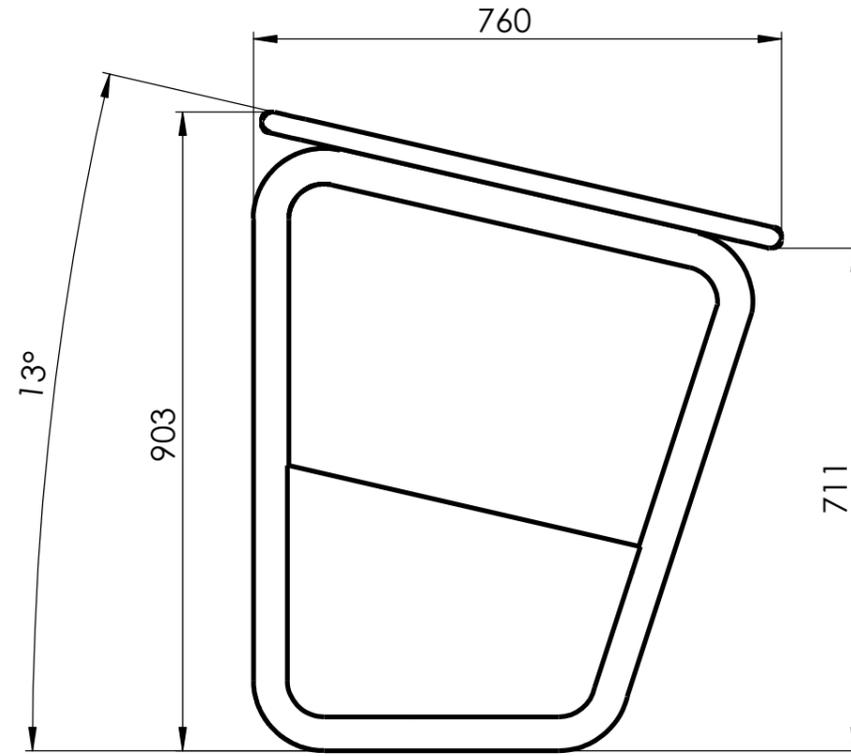
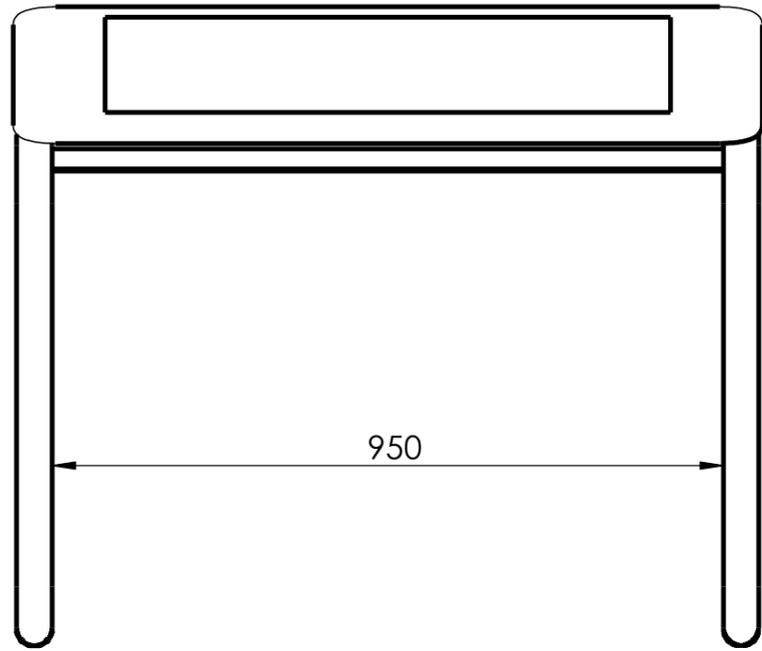
CORTE B-B



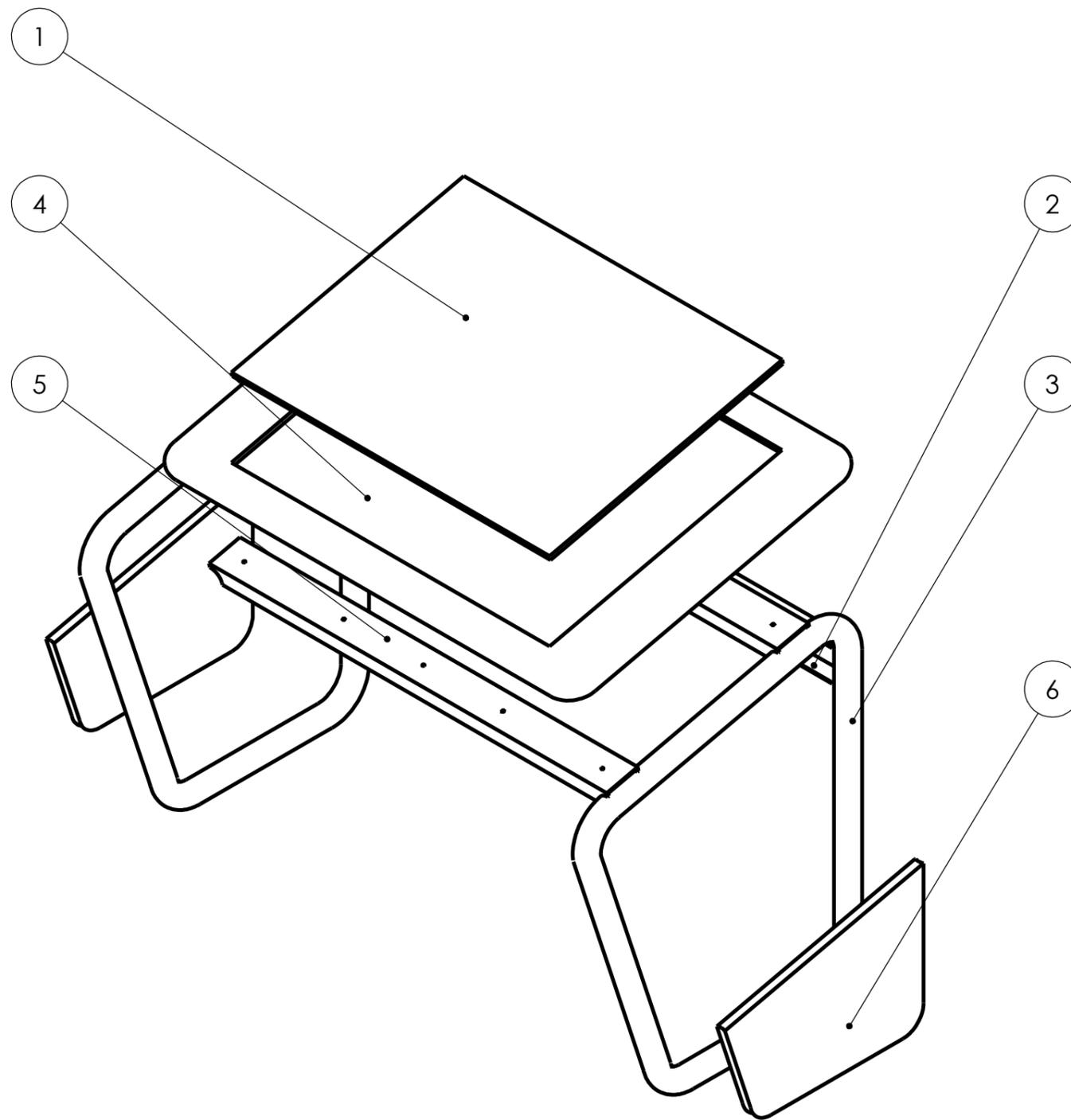
<p>OBSERVACIONES</p> <p>-SE FABRICARÁ TAMBIÉN UNA VERSIÓN SIMÉTRICA DE LA PIEZA</p> <p>-LAS TOLERANCIAS SIN ESPECIFICAR SON DE : 0,3mm</p>		<p>TÍTULO: PIEZA 4 (PATA)</p>		<p>HOJA Nº: 143</p>
<p>Un. dim. mm</p>	<p>ESCALA</p> <p>1/5</p>	<p>TUTOR: JULIO SERRANO MIRA</p>		<p>PLANO Nº: 6</p>
				<p>FECHA: 09/2019</p>
		<p>ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA</p>		<p>FECHA: 09/2019</p>



OBSERVACIONES TODOS LOS AGUJEROS SON PASANTES.		TÍTULO: PIEZA 5 (PLACA DE ANCLAJE)		HOJA Nº: 144
				PLANO Nº: 7
Un. dim. mm	ESCALA 1/2	 UNIVERSITAT JAUME I	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019

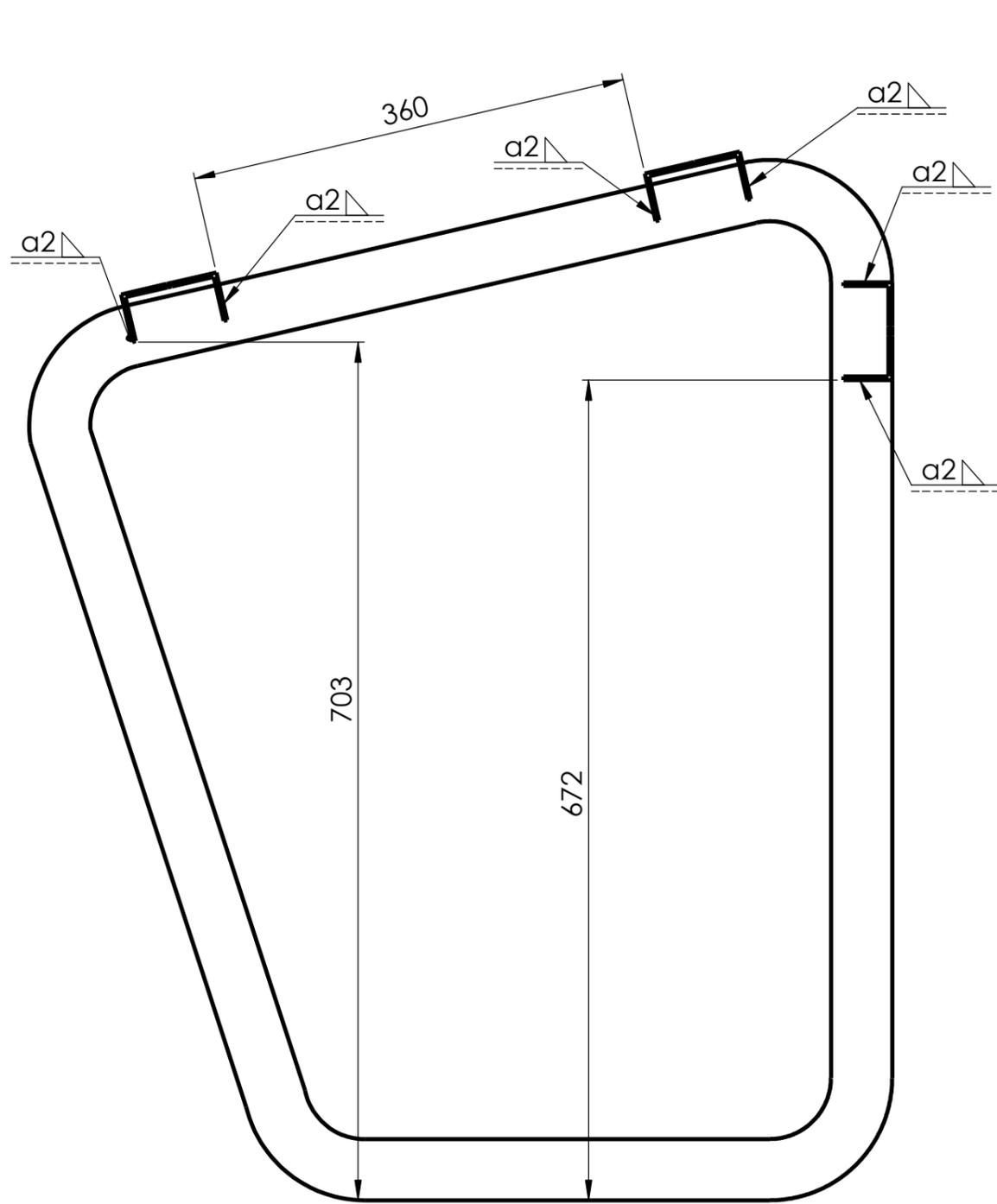


OBSERVACIONES		TÍTULO: DISEÑO INTERIORES (VISTA DE CONJUNTO)		HOJA Nº: 145
Un. dim. mm		ESCALA 1/10	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 8
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019
				FECHA: 09/2019

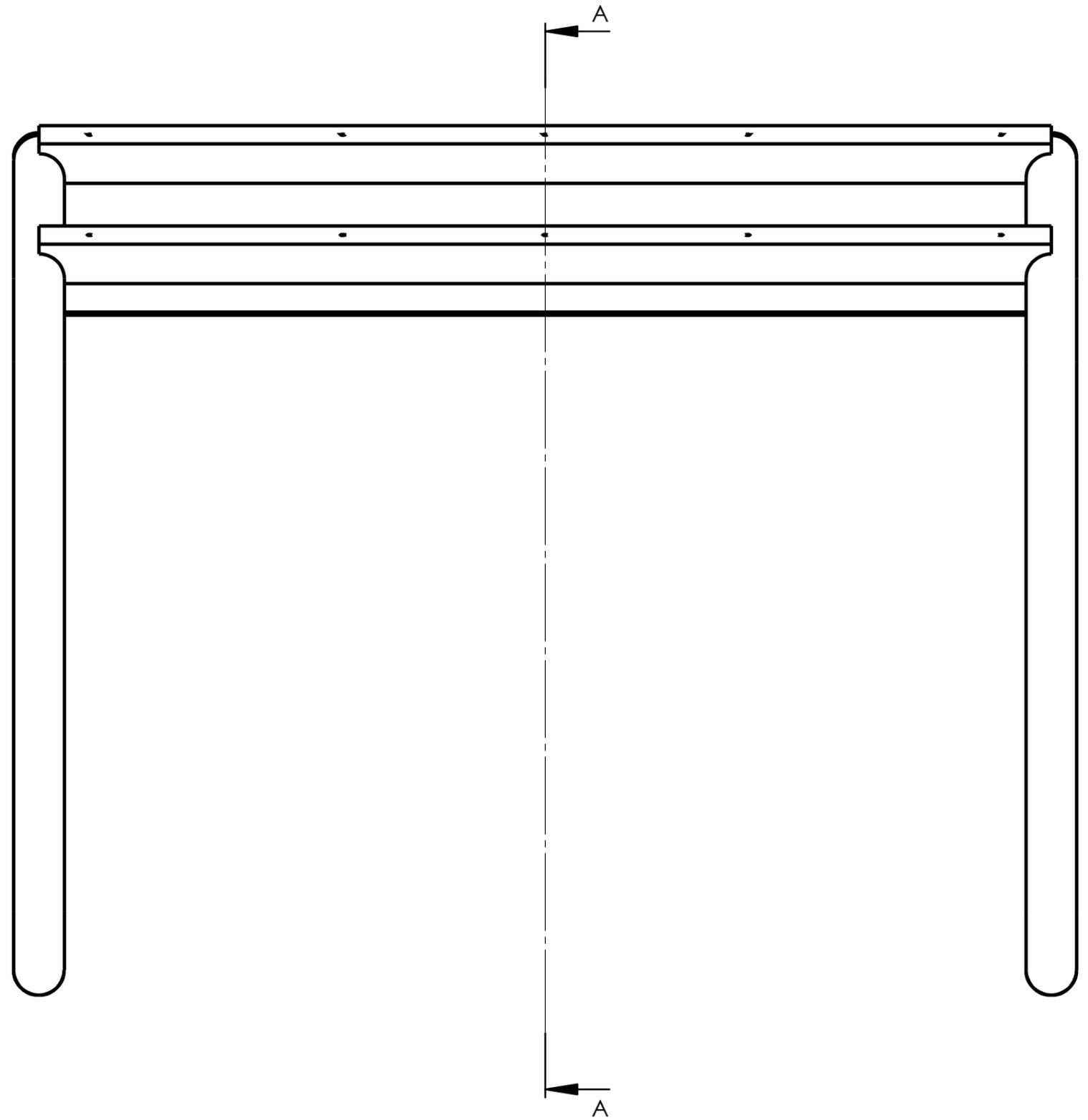


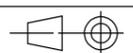
6	EMELLECEDOR	2	MADERA DM
5	REFUERZO SUPERIOR	2	ALUMINIO
4	REFUERZO TRASERO	1	ALUMINIO
3	TUBO APOYO	2	ALUMINIO
2	TABLERO	1	MADERA DM
1	MAPA TÁCTIL	1	CERÁMICA
MARCA	DESIGNACIÓN	Nº PIEZAS	MATERIAL

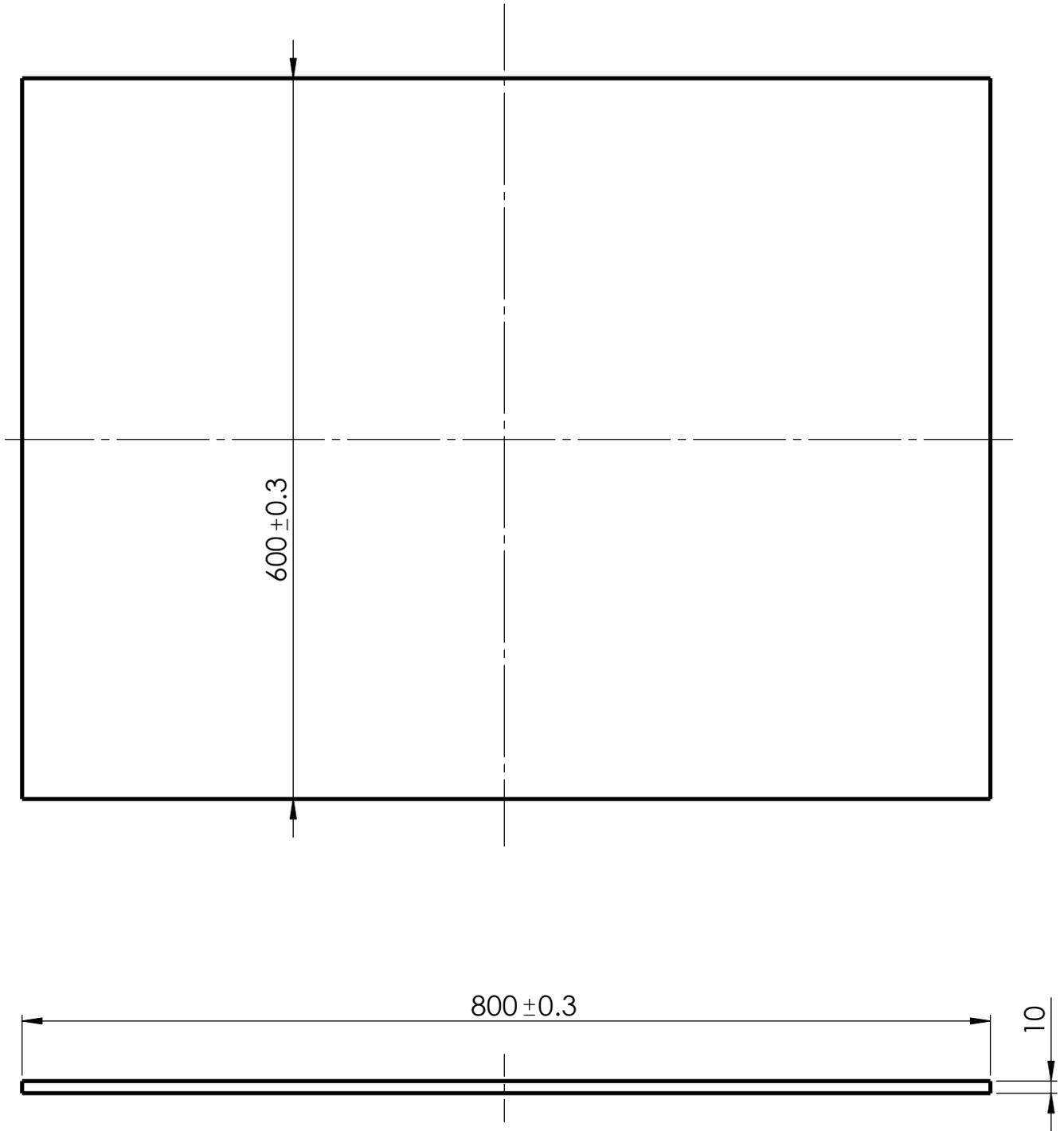
OBSERVACIONES		TÍTULO: DISEÑO INTERIORES (VISTA DE EXPLOSIÓN)		HOJA Nº: 146
				PLANO Nº: 9
Un. dim. mm	ESCALA 1/10		TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019

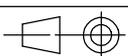


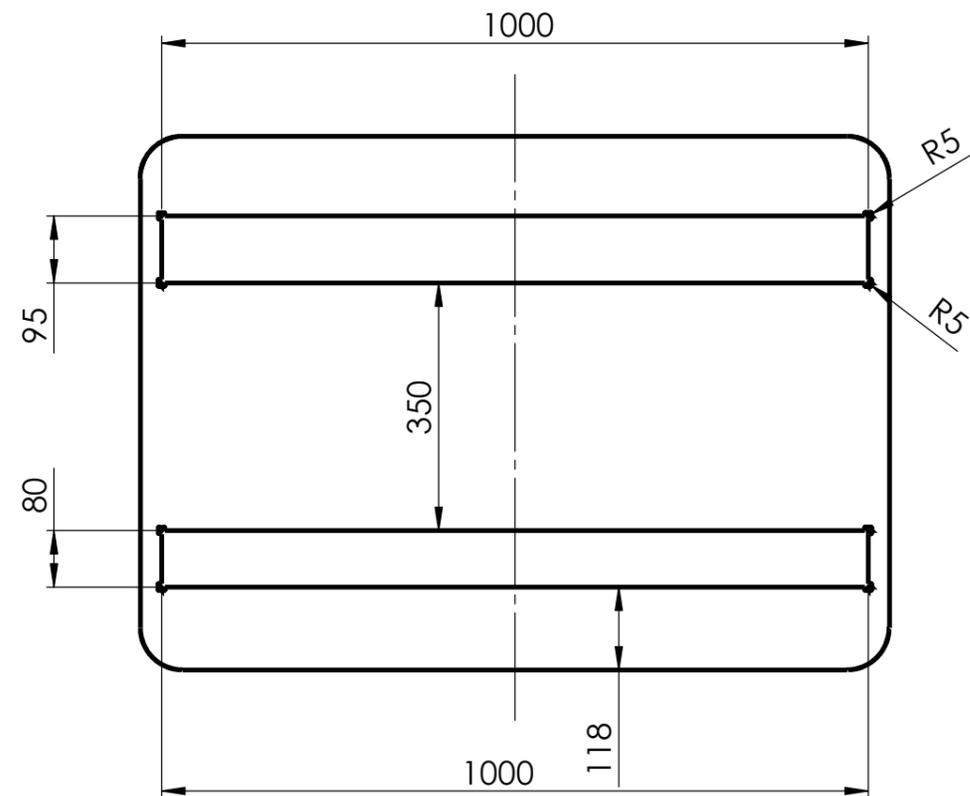
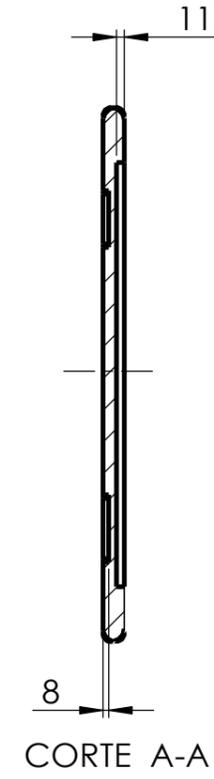
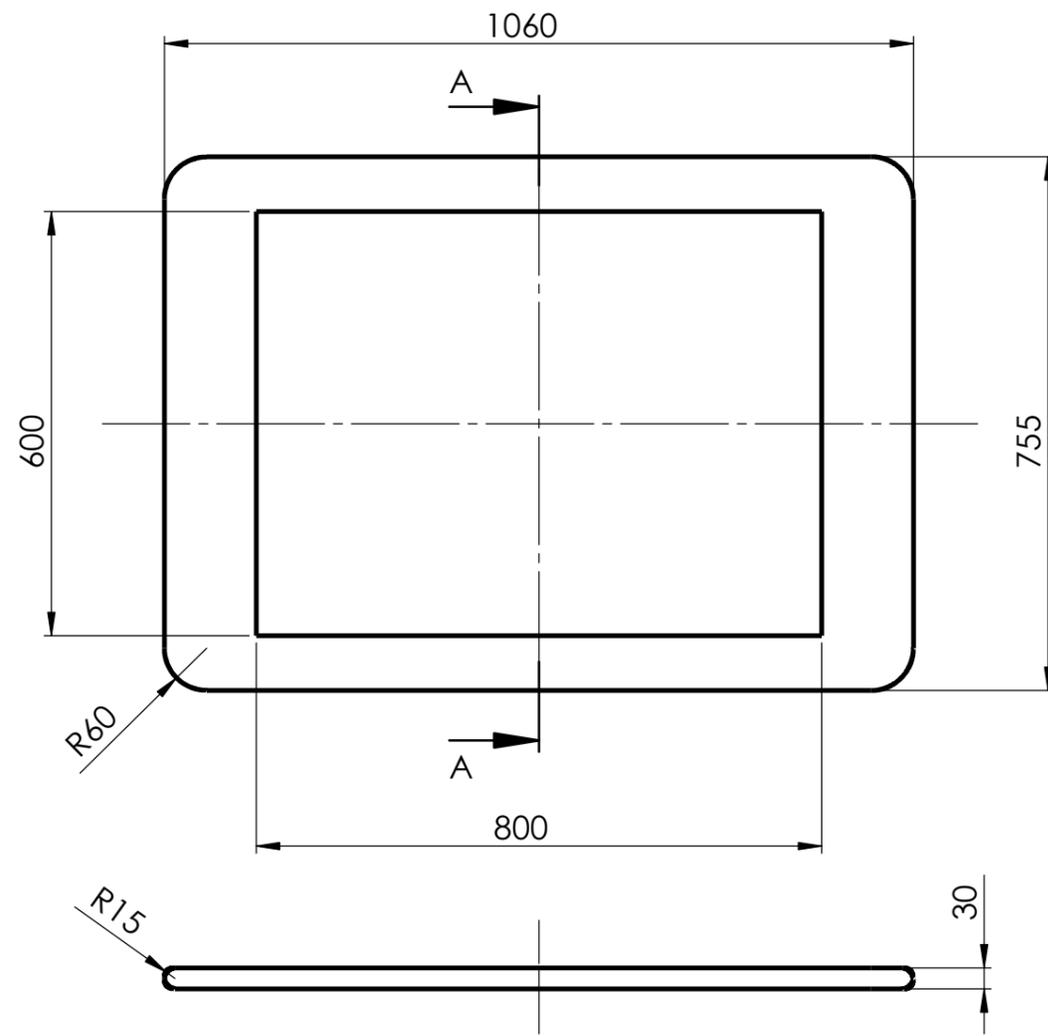
CORTE A-A

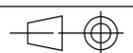


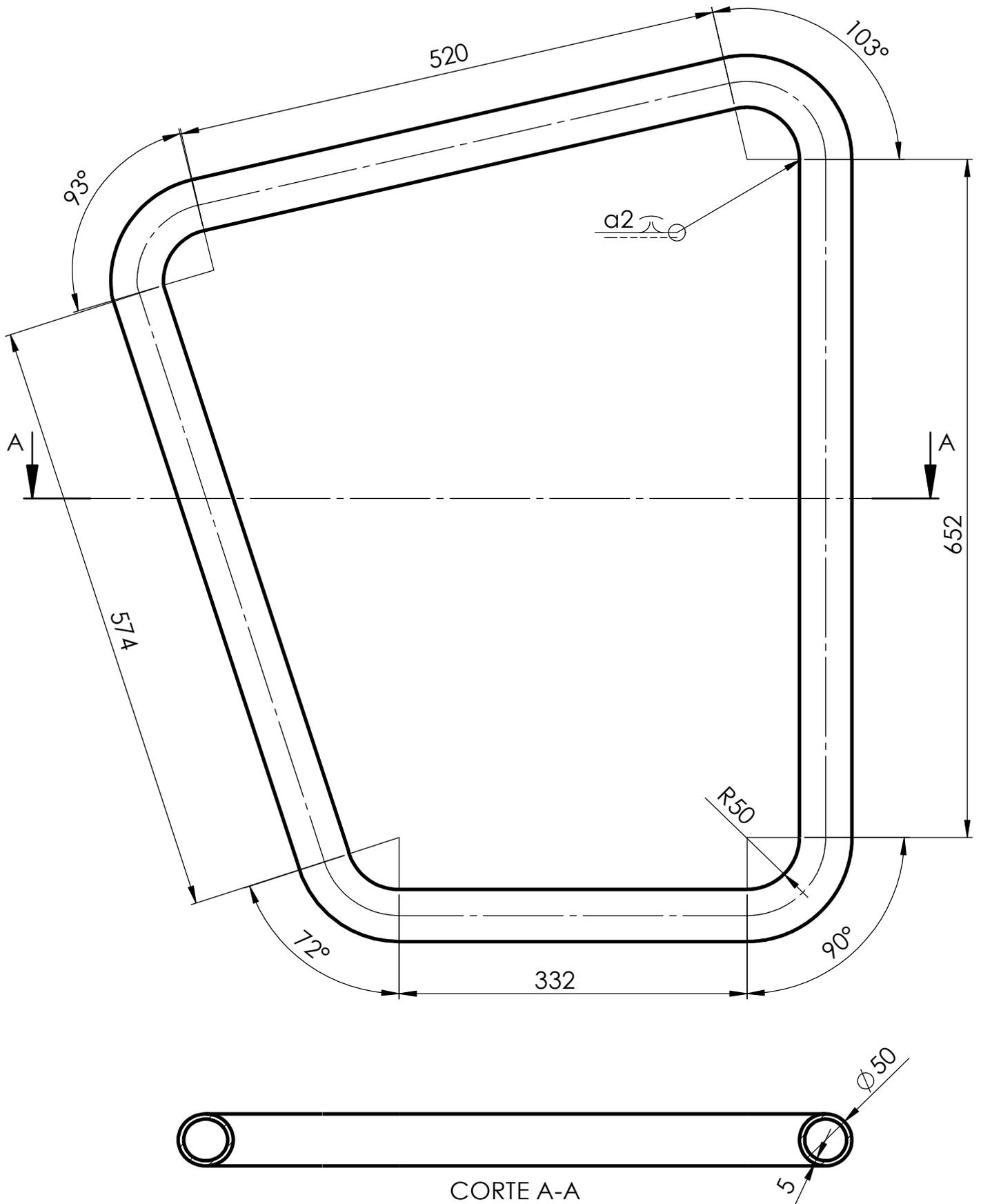
OBSERVACIONES		TÍTULO: DISEÑO INTERIORES (MONTAJE BASTIDOR)		HOJA Nº: 147
Un. dim. mm		ESCALA 1/5	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 10
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019
				FECHA: 09/2019

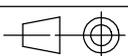


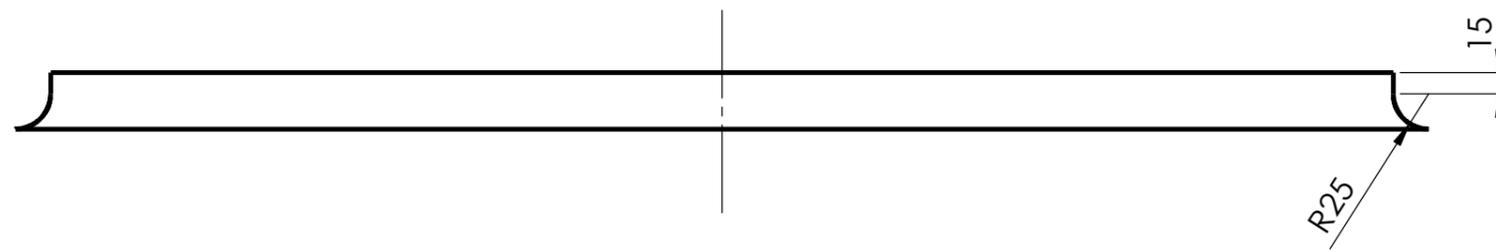
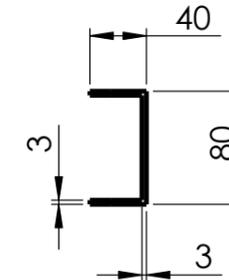
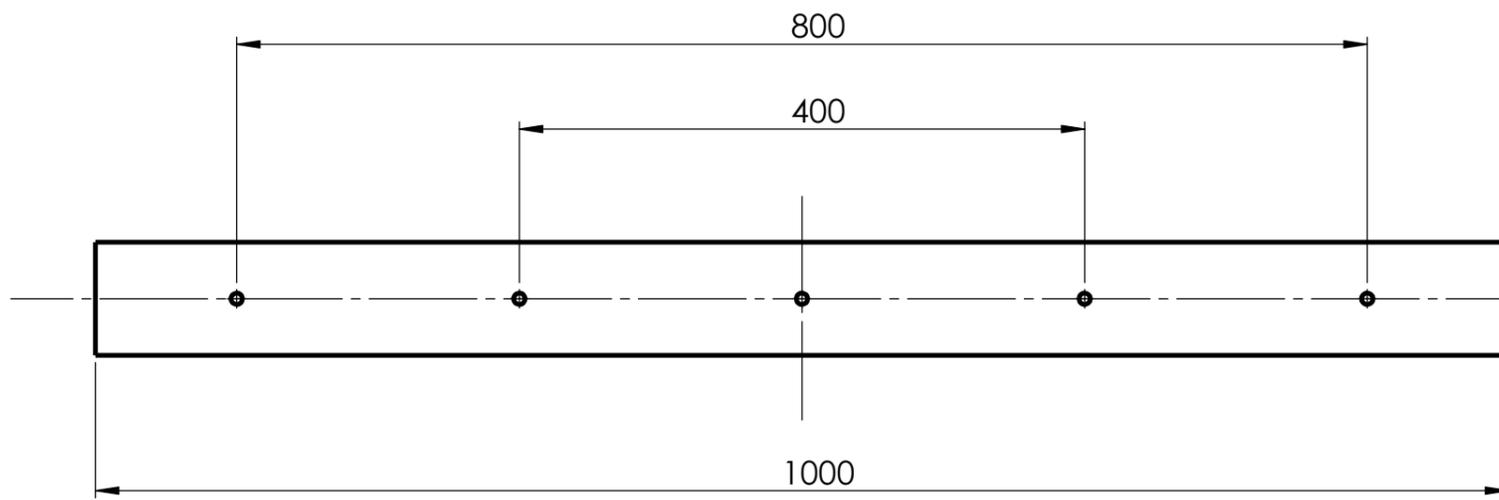
OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 1 (MAPA TÁCTIL)		HOJA Nº: 148
				PLANO Nº: 11
Un. dim. mm	ESCALA 1/5	 UNIVERSITAT JAUME I	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



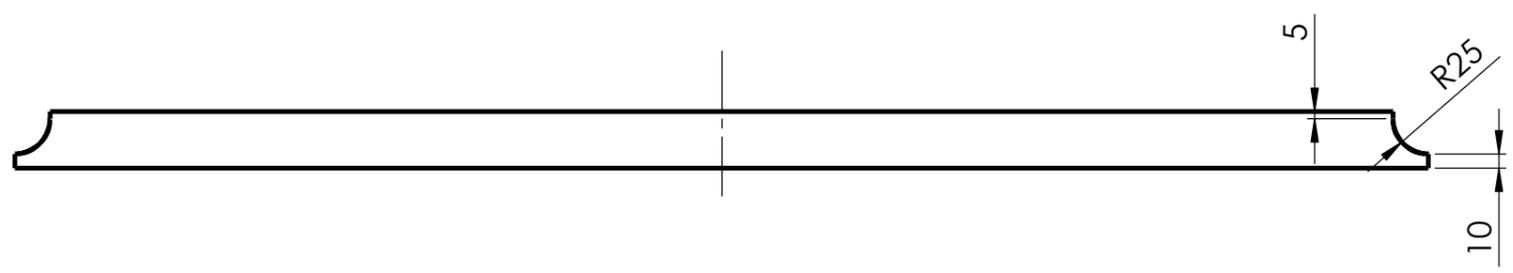
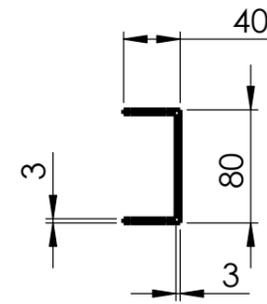
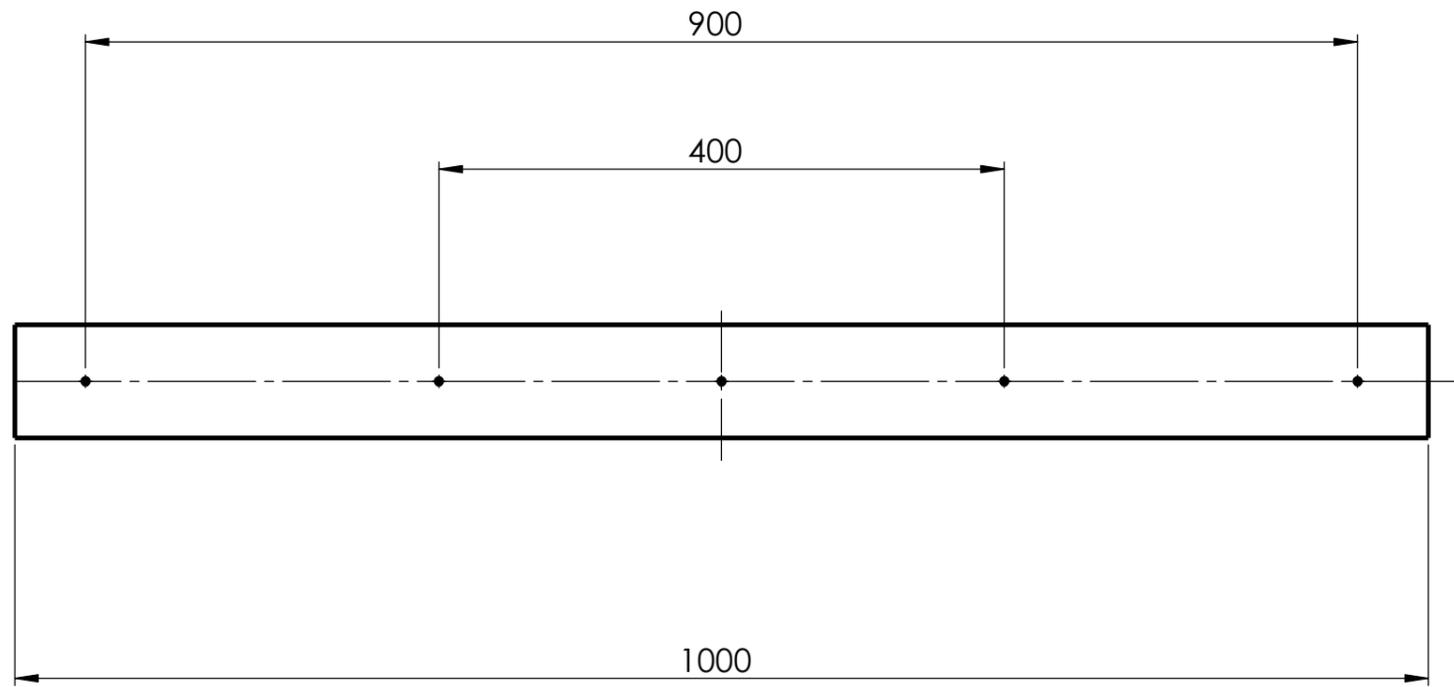
OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 2 (TABLERO)		HOJA Nº:149
Un. dim. mm		ESCALA 1/10	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 12
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019
				FECHA: 09/2019

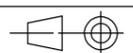


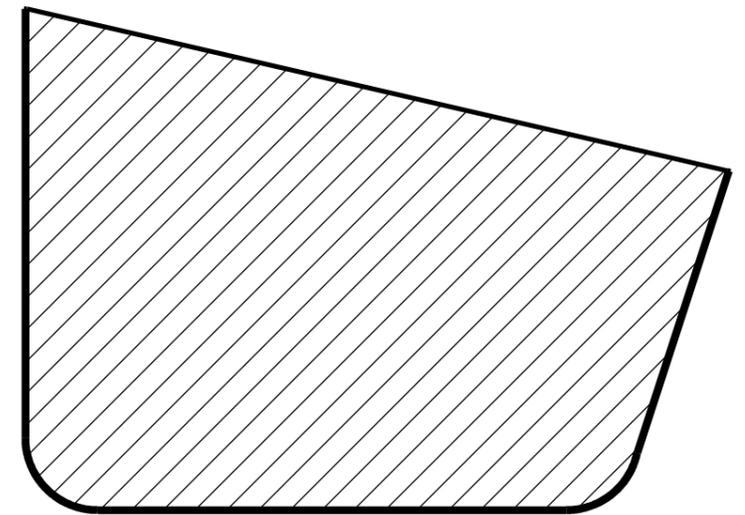
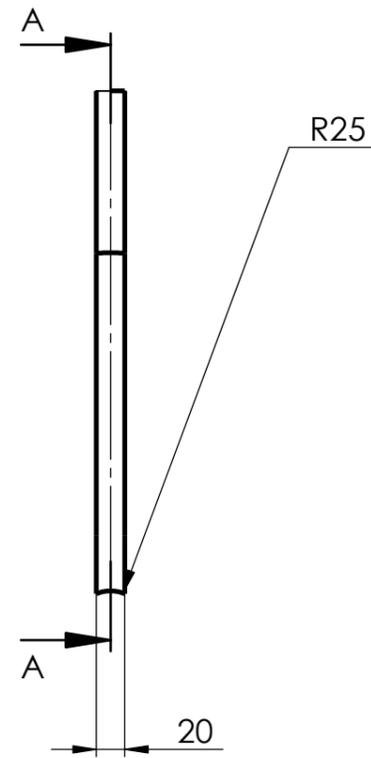
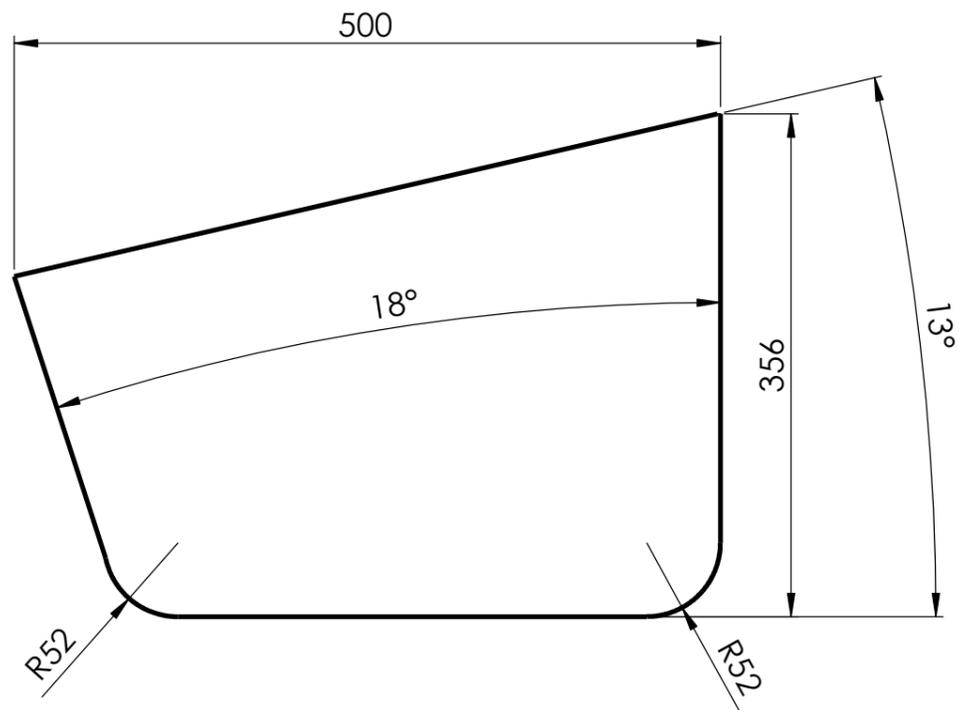
OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 3 (TUBO APOYO)		HOJA Nº: 150
				PLANO Nº: 13
Un. dim. mm	ESCALA 1/5	 UNIVERSITAT JAUME I	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	FECHA: 09/2019
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



OBSERVACIONES Todos los agujeros son pasantes a diámetro 8		TÍTULO: PIEZA 4 (REFUERZO TRASERO)		HOJA Nº: 151
Un. dim. mm	ESCALA 1/5		TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 14
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



OBSERVACIONES Todos los agujeros son pasantes a diámetro 8		TÍTULO: PIEZA 5 (REFUERZO SUPERIOR)		HOJA Nº: 152
Un. dim. mm	ESCALA 1/5		TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 15
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019



CORTE A-A

OBSERVACIONES		TÍTULO: PIEZA 6 (EMBELLEDOR)		HOJA Nº: 153
Un. dim. mm		ESCALA 1/5	TUTOR: JULIO SERRANO MIRA	PLANO Nº: 16
			ALUMNO: MARC MONFERRER PRUÑONOSA	FECHA: 09/2019
				FECHA: 09/2019

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa

Tutor: Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice del pliego de condiciones.

4.1 Alcance.	157
4.2 Diseño para exteriores.	157
4.2.1 Componentes.	157
4.2.1.1 Piezas fabricadas.	157
4.2.1.2 Componentes comerciales.	160
4.2.2 Materiales.	161
4.2.2.1 Materiales a emplear.	161
4.2.2.2 Características de los materiales.	161
4.2.3 Procesos de fabricación.	165
4.2.4 Proceso de montaje.	166
4.2.5 Tratamiento superficial.	166
4.2.6 Proceso de instalación.	167
4.2.7 Acabado, limpieza y mantenimiento.	167
4.3 Diseño para interiores.	169
4.3.1 Componentes.	169
4.3.1.1 Piezas fabricadas.	169
4.3.1.2 Componentes comerciales.	172
4.3.2 Materiales.	173
4.3.2.1 Materiales a emplear.	173
4.3.2.2 Características de los materiales.	173
4.3.3 Procesos de fabricación.	176
4.3.4 Acabado superficial.	177
4.3.5 Montaje e instalación.	178
4.3.6 Mantenimiento y limpieza.	179
4.4 Normativa y legislación aplicables al proyecto.	179

4.1 Alcance.

El objetivo de este pliego de condiciones es el de describir los materiales empleados en la construcción de ambas opciones de diseño de este proyecto, así como sus procesos de fabricación, sus respectivos montajes e instrucciones de mantenimiento.

Cabe indicar que para describir las características del material y del proceso de fabricación del mapa táctil (pieza presente en ambas opciones de diseño) se dedicará un punto aparte dentro de este pliego de condiciones.

4.2 Diseño para exteriores.

4.2.1 Componentes.

4.2.1.1 Piezas fabricadas.

En primer lugar, se detallan los componentes que se van a fabricar:

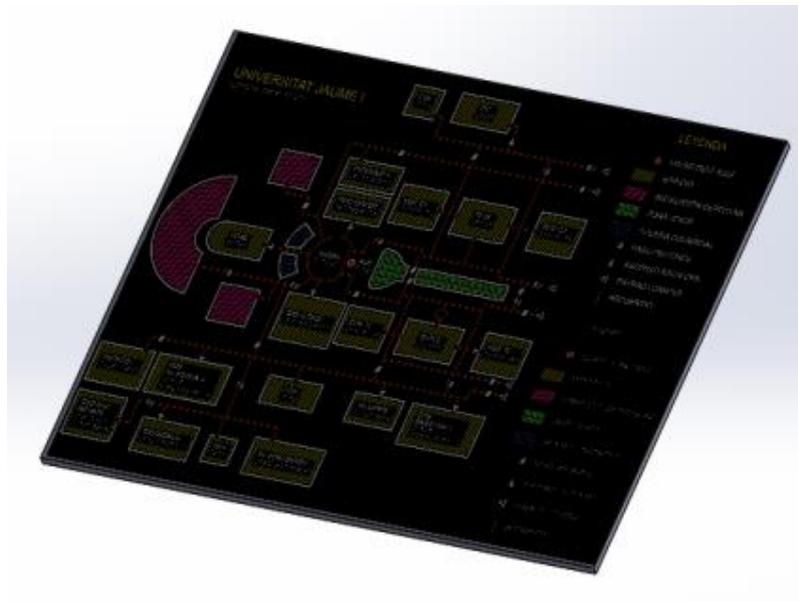


Fig.1 Pieza marca 1: Mapa táctil.

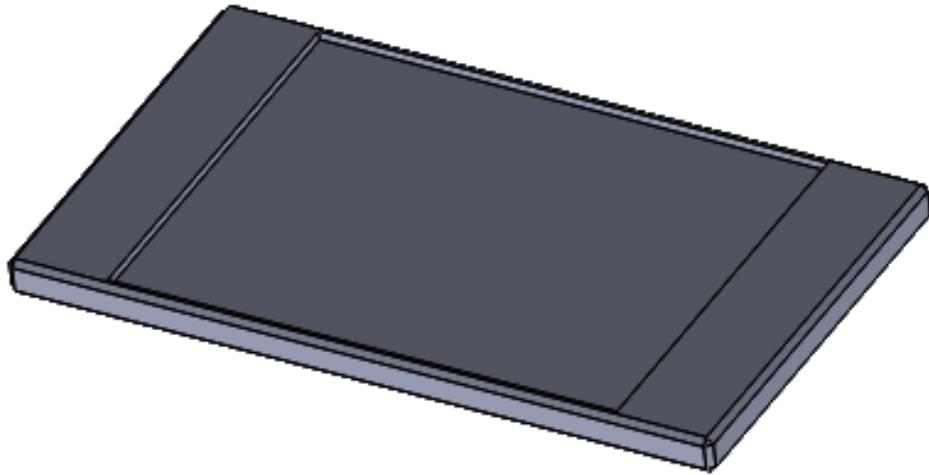


Fig.2 Pieza marca 2: Tablero superior

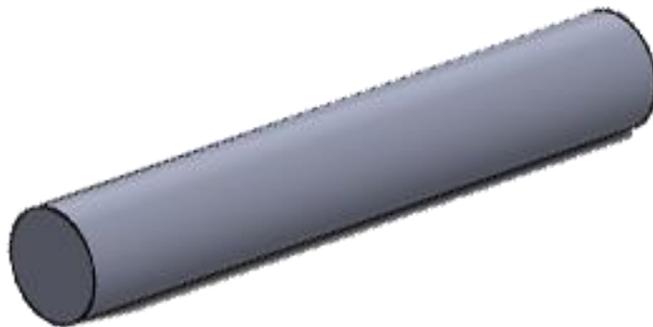


Fig.3 Pieza marca 3: Perno de unión

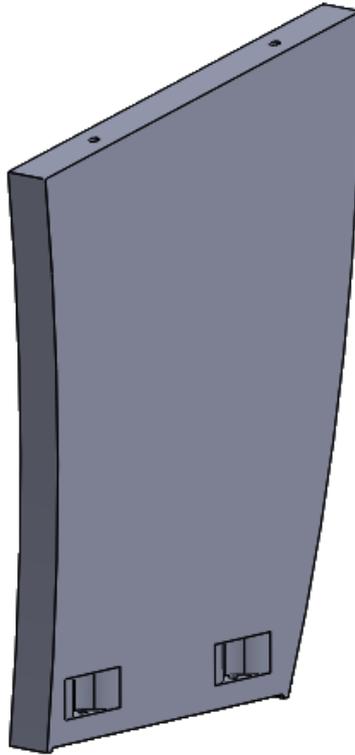


Fig.4 Pieza marca 4: Pata



Fig.5 Pieza marca 5: Placa de anclaje

4.2.1.2 Componentes comerciales.

ELEMENTO	IMAGEN	DATOS	CANTIDAD)	PROVEEDOR
Resina epoxy de anclaje.		0,5L Por unidad	2	HILTI Ref.HIT-HY 170
Mortero adhesivo.		25 kg por saco	1	WEBER (SAINT GOBAIN) Ref. Webercol flex³ supergel
Tratamiento Antigrafitti		4kg por bote Rendimiento de 7 m ² /kg a 50 µm de espesor de película seca	1	Satecma S.A Ref. Tecma Paint Antigrafitti
Tornillo expansivo M10 de acero galvanizado		M10x110mm	4	manomano.es ref. MI10090

Fig.6 Tabla de componentes comerciales empleados para el diseño de exteriores.

4.2.2 Materiales.

4.2.2.1 Materiales a emplear.

A continuación, en la tabla inferior se especifica la cantidad de cada tipo de piezas y el material del que están fabricadas:

PIEZA	MATERIAL
Tablero superior	Hormigón blanco HA-30/B/10/IIA. armado con mallazo.
Perno de unión	Acero corrugado.
Pata	Hormigón blanco HA-30/B/10/IIA armado con mallazo.
Placa de sujeción	Chapa de acero laminada en frío y acero corrugado.

Fig.7 Tabla de materiales a emplear en el diseño de exteriores.

4.2.2.2 Características de los materiales.

Hormigón armado:

El hormigón es una mezcla de piedras de pequeño tamaño con argamasa la cual está formada por cemento, agua, sal y cal. En cambio, el hormigón armado consiste en un bloque de hormigón reforzado con una armadura interior formada por un entramado de barras de acero. Esta armadura hará de esqueleto del propio hormigón. Se emplea el acero para este cometido debido a que el hormigón y el acero tienen coeficientes de expansión similares, lo cual repercute en una gran adherencia entre ellos y bajas tensiones internas provocadas por dilatación o contracción térmicas.

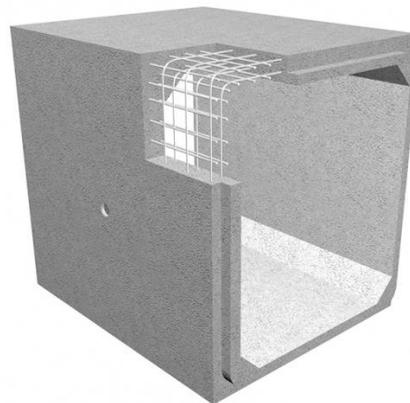


Fig.8 Ejemplo de pieza prefabricada en hormigón armado con detalle de la armadura.

Las principales características del hormigón armado son:

- Los materiales necesarios para su composición son muy asequibles y fáciles de encontrar en cualquier lugar.
- Material base muy modelable al amasarse con agua, pudiéndose obtener geometrías muy variadas.
- Elevada durabilidad.
- Gran resistencia a compresión (material base) y a tracción (otorgada por la armadura).
- Elevada dureza.

Con tal de cumplir con criterios estéticos de cara al diseño final se empleará hormigón blanco para fabricar las piezas y tras consultarse con un experto en este material (en este caso es el tutor del proyecto) teniendo en cuenta los requerimientos del diseño se ha determinado que el tipo de hormigón será un HA-30/B/10/IIA.

Este tipo de designación viene indicada en el artículo 39.2 de la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE) y el significado de cada uno de sus términos se explica a continuación:

La designación del hormigón sigue esta estructura:

T- R / C / TM / A

Con las siguientes correspondencias:

T

- HM: Hormigón en masa.
- HA: Hormigón armado.
- HP: Hormigón pretensado.

R

Es la resistencia a compresión del hormigón a los 28 días de su fraguado. Viene dada en N/mm².

C

Designa el tipo de consistencia que tendrá el hormigón fresco mientras es amasado.

-S: Seca.

-P: Plástica.

-B: Blanda.

-F: Fluida.

A mayor fluidez, más fácilmente ocupará los huecos del encofrado o molde.

TM

Tamaño máximo de árido. Viene dado en milímetros.

A

Es la designación del tipo de ambiente. Determinará la exposición del armado a la corrosión.

En lo que respecta al armado del hormigón en este diseño, se ha optado por emplear un mallazo de varilla de diámetro 4mm con una rejilla de 15x15mm de separación para el tablero superior (marca 2). Para las patas (marca 4) se ha optado por emplear varilla corrugada de diámetro 6mm.



Fig.9 Mallazo electrosoldado.

Acero corrugado:

Este material compondrá tanto las armaduras de las piezas de hormigón armado como los elementos de unión entre estas (pieza 3) y el suelo (pieza 5).

Se trata de una clase de acero laminado ideado para la construcción de elementos de hormigón armado. Viene dado en formato de varilla, la cual presenta unos resaltes cuya finalidad es mejorar la adherencia de la varilla de acero al hormigón cuando este forma parte de un armado o cuando este se emplea para hacer un anclaje químico mediante resina.



Fig.10 Muestra de varilla de acero corrugado.

Chapa de acero laminada en frío:

Se trata de un formato en el cual el acero viene presentado en forma de plancha o sabana. Este material se obtiene a partir de someter un macizo de acero al carbono a un proceso de laminado en caliente, para posteriormente someterlo a un laminado en frío.



Fig.11 Muestra de chapa de acero.

4.2.3 Procesos de fabricación.

Fraguado de hormigón:

Este proceso será el empleado para fabricar las piezas 2 y 4. En primer lugar se creará un molde o encofrado de madera, el cual contendrá la forma final de las piezas sin incluir los orificios, que serán realizados a posteriori. Las diferentes cavidades de las piezas se generarán mediante la inclusión de piezas de poliestireno expandido a modo de negativo de su geometría.

Dentro del molde se encontrará el armado de mallazo distribuido de tal forma que quede un recubrimiento de 10mm desde el armado hasta la superficie exterior de las piezas. En el caso del molde de las patas (marca 4) se introducirá dentro de este la placa de anclaje (marca 5), de tal forma que al verterse el hormigón esta se quede embebida dentro de la pata a modo de inserto.

Una vez generado el molde, se procede a amasar el hormigón. Para este cometido se empleará una hormigonera con tal de asegurar la uniformidad y homogeneidad de la mezcla.

Ya realizada la mezcla del hormigón se procede al vertido de este dentro del molde. Una vez lleno se procede a someter al hormigón a un proceso de vibrado, el cual consiste en eliminar mediante un vibrador las burbujas de aire que hayan podido quedarse suspendidas en el interior de la mezcla.

Ya realizado el vibrado del hormigón se procede a esperar a que la mezcla se seque y adquiera la dureza y consistencia necesarias para poder desencofrar las piezas.

Una vez desencofradas las piezas, se procede a realizar un desbarbado y alisado de la superficie mediante un proceso de lijado.

Aunque las piezas puedan retirarse del molde pasadas unas horas y realizarse el montaje del soporte del mapa táctil, el hormigón adquirirá su dureza y resistencia máximas a los 28 días.

Todo este proceso será llevado a cabo en las condiciones que imponga la instrucción de Hormigón Estructural (EHE) vigente, en este caso la EHE 08.

Taladrado:

El proceso de taladrado será empleado para realizar los distintos agujeros que se pueden encontrar en las piezas 2 y 4 para realizar las cavidades donde se alojarán las piezas 3 y 5. Para llevar a cabo este proceso se empleara un taladro manual con una broca especial para hormigón. Esta operación será posterior al desencofrado de las piezas.

Corte:

Este proceso de corte está presente en la generación de la pieza 3 y de las espigas de acero corrugado de la pieza 5. Para este proceso se hará uso de una cizalla.

Corte por plasma:

El corte por plasma se empleará en la fabricación de la base de chapa laminada de la placa de anclaje. Definiendo así su contorno exterior y sus agujeros interiores.

Soldadura por electrodo revestido

Este proceso de fabricación será empleado para unir las espigas de acero corrugado que se hallan en la placa de anclaje (marca 5) con la parte inferior de esta formada de chapa laminada de acero.

4.2.4 Proceso de montaje.

1. Se aplica resina epoxy en los agujeros superiores de las dos patas (marca 4), a las que previamente durante el vertido del hormigón se les ha insertado las placas de anclaje (marca 5) y se introducen los cuatro pernos de unión de tal forma que estos sobresalgan de los agujeros (marca 3, dos unidades por pata) realizando así un anclaje químico entre las respectivas piezas y se deja que la resina se seque.
2. Se aplica resina epoxy a los agujeros de la parte inferior del tablero superior (marca 2) y se procede a unir las patas al tablero mediante la parte de los pernos de unión que sobresale de las patas.
3. A continuación se procede a aplicar el mortero adhesivo al hueco central del tablero superior, hecho esto se procede a posicionar el mapa táctil cerámico en el hueco, quedándose este adherido al soporte.

4.2.5 Tratamiento superficial.

Galvanizado en caliente.

Previamente a la generación de las piezas de hormigón y al montaje del conjunto, se le aplicara un tratamiento de galvanizado a las dos placas de anclaje (marca 5). La aplicación de este tendrá la misma función que en el caso del mallazo, prevenir la oxidación de las piezas ante posibles filtraciones de agua entre los poros del hormigón.

El tipo de galvanizado que se ha decidido emplear es un galvanizado en caliente por procedimiento discontinuo. Este tratamiento consiste en un baño de zinc en estado

líquido a una temperatura de 450°C. A esta temperatura se da la difusión del Zinc en el acero, formando así una capa de aleación zinc-hierro sobre la superficie de la pieza.

Previamente al baño de Zinc, se somete la pieza a un proceso de limpieza química en varias fases, siendo estas: desengrase, decapado, fluxado y secado.

Entre sus propiedades más destacadas se encuentran las siguientes:

- Buena adherencia del recubrimiento al sustrato.
- Buena resistencia del recubrimiento a abrasión.
- Recubrimiento total de la pieza, ya que al ser un proceso por inmersión la capa de recubrimiento llega a todas las partes de las piezas, incluyendo las huecas)

4.2.6 Proceso de instalación.

1. En primer lugar se procederá a realizar agujeros en el suelo mediante un taladro percutor. De tener el suelo donde se va a colocar el mapa una dureza y consistencia adecuadas, es suficiente con esto, de no ser así habrá de realizarse una cimentación con tal de que la base sea sólida.
2. Una vez realizados los agujeros, se presenta soporte y se alinean los agujeros inferiores de las patas con los del suelo. Debido al elevado peso del conjunto este deberá ser llevado hasta el lugar de instalación mediante una furgoneta o furgón y se posicionará mediante la ayuda de una grúa pluma hidráulica plegable.
3. Seguidamente se introducen los tornillos expansivos en el suelo, a través del agujero inferior de las patas por su extremo no roscado haciendo uso de un martillo, una vez hecho esto se introducirán la arandela y la tuerca del tornillo expansivo y se apretará mediante una llave fija.

4.2.7 Acabado, limpieza y mantenimiento.

La primera operación a realizar para asegurar el mantenimiento de las superficies tanto del soporte como del mapa consistirá en aplicar una capa del tratamiento anti-grafiti por toda la superficie del mapa y el soporte mediante el uso de una paletina o rodillo.

Cuando se realice un grafiti, éste quedará sobre el protector sin adherirse al soporte protegido. Para eliminarlo, bastará con pasar un paño mojado con un producto de limpieza especial para este fin y frotar sobre el grafiti hasta su eliminación.

También puede pulverizarse el producto limpiador sobre el grafiti hasta reblandecerlo y posteriormente se pasa un trapo para eliminar los restos de pintura.

El tratamiento anti-grafiti protege permanentemente las superficies en las cuales se ha aplicado, siendo tan solo necesario volver a aplicar nuevas capas en caso de haber llevado a cabo muchas limpiezas de pintadas ya que los productos empleados para esto pueden ser agresivos con la capa protectora.

El producto anti-grafiti empleado en este proyecto aguanta 20 ciclos de limpieza, siendo necesaria una nueva aplicación una vez este se disipa.

Respecto a la conservación de las superficies contra la suciedad, el protector puede lavarse mediante agua y jabón, eliminando así los restos de polvo, grasa, etc., que puedan depositarse sobre las superficies.

4.3 Diseño para interiores.

4.3.1 Componentes.

4.3.1.1 Piezas fabricadas.

Los componentes que se van a fabricar son los siguientes:

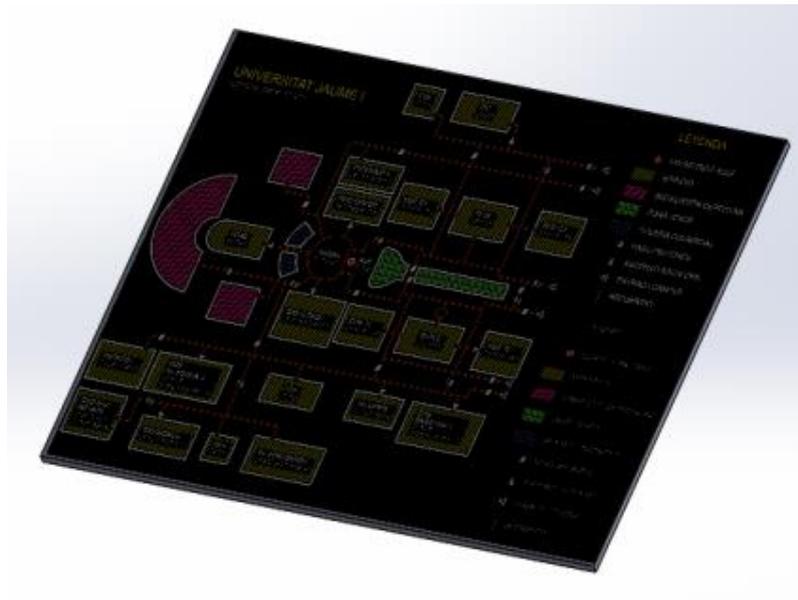


Fig.10 Pieza marca 1: Mapa táctil.

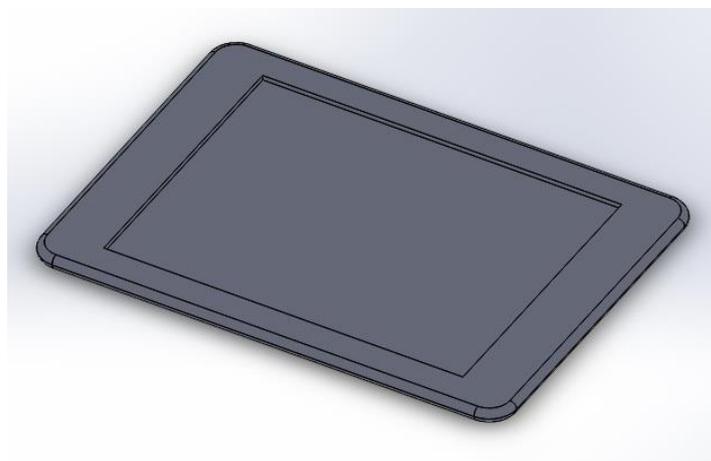


Fig.11 Pieza marca 2: Tablero.



Fig.12 Pieza marca 3: Tubo apoyo.

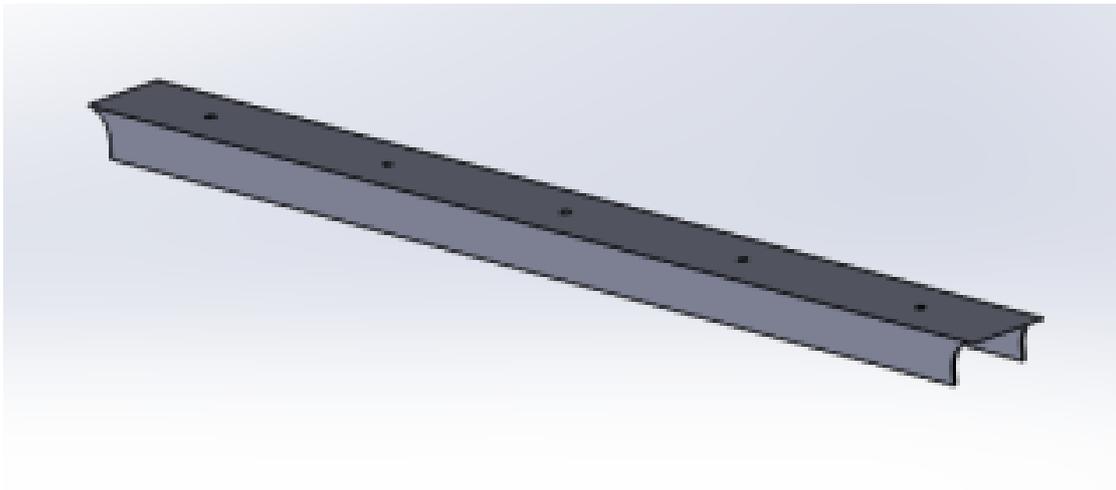


Fig.13 Pieza marca 4: Refuerzo trasero.

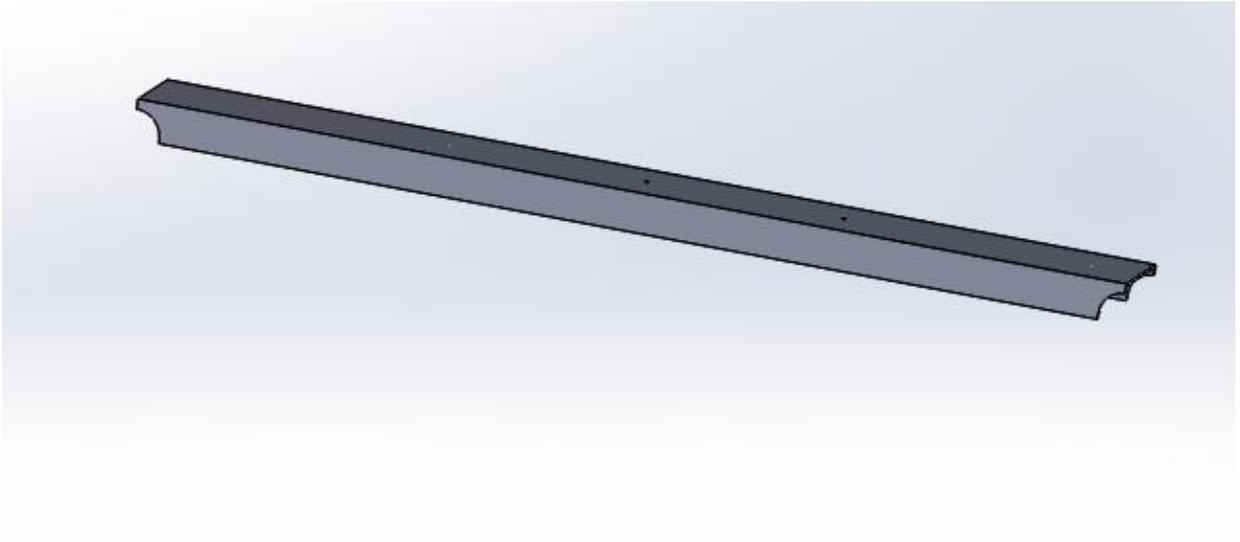


Fig.14 Pieza marca 5: Refuerzo superior.

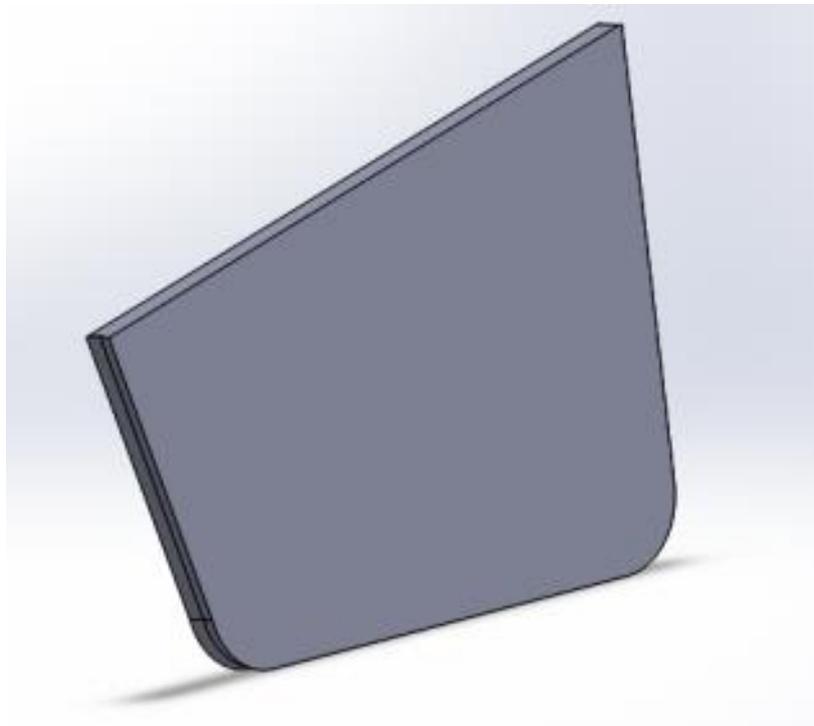


Fig.15 Pieza marca 6: Embellecedor.

4.3.1.2 Componentes comerciales.

COMPONENTE	IMAGEN	DATOS	CANTIDAD	PROVEEDOR
Adhesivo de montaje		Contenido: 0,37kg por bote. Resistencia de la unión: 60kg/cm ²	1	Leroy Merlin Ref.16941533
Tirafondo para Madera M7		Acero cincado Cabeza torx	10	Bricomart Ref. 10408370
Tirafondo M6,3x32		Acero cincado Cabeza Phillips	5	Manomano.es Ref.8873962
Taco de Nylon 8x40mm		Carga máxima en pared hueca: 24kg Carga máxima en pared maciza: 76kg	5	Leroy Merlín Ref.16799895

Fig.16 Tabla de componentes comerciales empleados para el diseño de interiores.

4.3.2 Materiales

4.3.2.1 Materiales a emplear.

PIEZA	CANTIDAD	MATERIAL
Tablero	1	Madera DM
Pata apoyo	2	Aluminio
Refuerzo trasero	1	Aluminio
Refuerzo superior	2	Aluminio
Embellecedor	2	Madera DM

Fig.17 Tabla de materiales a emplear en el diseño de interiores.

4.3.2.2 Características de los materiales.

Tablero de Madera DM

Este un tipo de tablero madera compuesto de fibras de madera (con un porcentaje de alrededor de un 80%) y resinas sintéticas comprimidas. Esto le da al material una densidad más elevada que la de la madera contrachapada o el aglomerado tradicional.

Durante su fabricación se le suelen agregar productos químicos los cuales le confieren características adicionales al tablero, como propiedades hidrófobas o la posibilidad de repeler el moho y los hongos.

Tiene un color uniforme y no tiene beta, lo cual facilita el trabajo con este tipo de tableros.



Fig.18 Tablero DM.

Una de las ventajas de este material es que al estar compuesto de fibras un tamaño muy reducido, permite que se pueda fresar o ser tallada de forma muy similar a la madera

maciza, pudiendo emplearse las mismas herramientas para este cometido. Además de esto, si se compara el precio de la madera maciza respecto al del tablero DM, el de este último es mucho más competitivo.

En lo referente al acabado superficial, el tablero de DM ofrece muy buenos resultados a la hora de aplicar pintura, (siendo preferible el uso de pinturas al disolvente a pinturas al agua) al no existir grano el resultado es igual en todas direcciones.

También es un soporte muy bueno para chapas de madera, esto permite conseguir apariencia de madera maciza. Se debe a que los adhesivos y colas tienen un comportamiento excelente sobre este y lo uniforme de su superficie.

Aluminio

El aluminio es uno de los metales más ampliamente utilizado en la industria debido a que reúne un conjunto de propiedades que lo hacen idóneo en innumerables aplicaciones, siendo superado tan solo por el acero.

Las características más destacables y de las que mayor provecho se va a sacar de cara a nuestro diseño, es su reducido peso (2700kg/m^3) siendo aproximadamente un 65% más ligero que el acero, (teniendo el aluminio un mejor coeficiente resistencia/peso) y su elevada resistencia a la corrosión.

Esta resistencia se debe a la capa de óxido permanente que se forma sobre la superficie del metal al estar expuesto al oxígeno atmosférico, conocida como Alúmina (Al_2O_3) que impide que la corrosión llegue hasta el interior del material, actuando como capa protectora.

Resulta ser un material soldable y fácilmente mecanizable, además permite la fabricación de piezas tanto por forja y fundición como por extrusión.



Fig.19 Perfil rectangular hueco de aluminio.

En el caso de este diseño el aluminio vendrá en formato de perfiles extruidos, los cuales conformarán el bastidor. La aleación de aluminio empleada será un aluminio de

la serie 6000 (Aluminio-Manganeso-Silicio), la más empleada para el mercado del aluminio extruido. Sus características para una aleación 6063 vienen dadas a continuación en la siguiente tabla:

COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,30	0,10			0,40					
Máximo	0,60	0,30	0,10	0,30	0,60	0,05	0,15	0,20	0,15	El resto

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Características a la tracción						
Estado	Carga de rotura Rm. N/mm ²	Limite elástico Rp 0,2. N/mm ²	Alargamiento A 5,65%	Limite a la fatiga N/mm ²	Resistencia a la cizalladura τ N/mm ²	Dureza Brinell (HB)
0	100	50	27	110	70	25
T1	150	90	26	150	95	45
T4	160	90	21	150	110	50
T5	215	175	14	150	135	60
T6	245	210	14	150	150	75
T8	260	240			155	80

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Módulo elástico N/mm ²	Peso específico g/cm ³	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/10 ⁻⁶ K	Conductividad térmica W/m K	Resistividad eléctrica a 20°C - $\mu\Omega$ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
69,500	2,70	615-655	23,5	T1-193	T1-3,4	T1-50,5	-0,80
				T5-209	T5-3,1	T5-55,5	

En concreto se ha elegido una aleación de Al 6063 en estado T8 por su mayor resistencia mecánica.

4.3.3 Procesos de fabricación.

Corte

Este proceso se empleará para la obtención de todas las piezas, en primer lugar se hará uso de una sierra caladora para dejar a la medida necesaria las piezas de madera DM tablero y adorno (piezas marca 2 y marca 6 respectivamente) para sus posteriores operaciones de fabricación.

En lo que respecta a las piezas de aluminio, se hará uso de una tronzadora para dejar los perfiles de aluminio empleados para las piezas marca 3,4 y5 a la medida necesaria para el mismo fin que el de cortar los tableros de madera.

Taladrado

El proceso de taladrado se llevará a cabo para dotar de sus orificios a las piezas refuerzo trasero y refuerzo superior (marca 4 y 5). Se llevará a cabo mediante un taladro de columna empleando una broca del diámetro del agujero a obtener.

Fresado

Este proceso de fabricación será utilizado para dar su forma final a las piezas marca 4 y 5. La operación consistirá en realizar los rebajes laterales de estas piezas, con tal de que puedan acoplarse a los tubos de apoyo (pieza marca 3). Este proceso se realizará en una fresadora mediante una fresa cilíndrica.

En lo que respeta a las piezas de madera, estas serán fresadas en un centro de mecanizado para madera.

En el caso de la pieza tablero (marca 2) se realizarán los surcos traseros en los que irán alojadas los dos refuerzos superiores (marca 5).

Seguidamente se realizará el hueco superior que servirá como alojamiento del mapa táctil, aunque posteriormente se deberán generar las esquinas de este mediante operaciones de acabado manual, por ejemplo, mediante el uso de una gubia ya que el proceso de fresado no permite obtener esquinas rectas.

Finalmente, mediante la fresa de forma adecuada se generará el redondeo de aristas y esquinas de la periferia del tablero.

Para los embellecedores (marca 6) se realizará un fresado con una fresa de forma a lo largo de su periferia para generar los surcos que servirán de superficie de unión con los tubos de apoyo (marca 3).

Doblado de tubo

El proceso de doblado de tubo se empleará para dar su forma final a los dos tubos de apoyo del bastidor del mapa táctil (marca 3). Se partirá de dos tramos rectos de tubo y mediante una dobladora de tubos se irán realizando los diferentes curvados del tubo hasta dejarlo con la forma deseada a falta de soldar los extremos de este.

Soldadura TIG

Una vez realizado el proceso de doblado para los tubos de apoyo (marca 3), se procederá a soldar sus extremos, que tras el doblado se han quedado enfrentados. Posteriormente a esta operación se procederá a presentar los refuerzos traseros y superiores (piezas marca 4 y 5) sobre los tubos de apoyo y se soldarán a estos.

4.3.4 Acabado superficial.

Previamente al montaje del conjunto se dotará a las piezas de su acabado superficial final. Se llevarán a cabo dos procesos, en primer lugar, el anodizado del bastidor de aluminio y en segundo lugar el lacado de las piezas de madera. Las características de ambos procesos se detallan a continuación:

Anodizado de aluminio

Como se ha mencionado anteriormente, el aluminio se recubre de forma natural de una capa de Alúmina, la cual lo protege de la corrosión. Esta capa es de un espesor aproximado de 0,01 micras sobre metales que han sido recientemente decapados y puede ser de un espesor de entre 0,02 y 0,04 micras sobre un aluminio que haya estado en un horno de recocido.

Mediante el proceso del anodizado se pueden formar capas de alúmina mucho más gruesas (hasta 30 micras) y con mayores propiedades protectoras, aumentando así su resistencia al desgaste, a la corrosión y su dureza superficial.

Es un tratamiento superficial que no altera el aspecto y el brillo originales del aluminio y que, además, permite la inclusión de colorantes previamente al sellado de la superficie tras el anodizado. El color escogido para el anodizado del bastidor será un azul RAL 5008.



Fig.21 Ejemplo de pieza de aluminio anodizado coloreada.

Lacado de la madera

El lacado de la madera consiste en la aplicación de laca sobre una base de DM mediante su pulverización a pistola.

Se trata de un proceso complejo que consiste en un lijado inicial y tras limpiar la pieza la aplicación de una primera mano de imprimación. Posteriormente, se realiza un segundo lijado más fino que el primero y se aplicará una segunda mano de imprimación. Tras el secado, se le da el acabado en mate o brillo en el color deseado.

Gracias a su gran velocidad de secado se evita que durante la aplicación se adhiera el polvo del ambiente, consiguiéndose así un acabado cristalino. El resultado piezas muy duraderas porque el esmalte-laca es muy resistente, suave al tacto y de fácil limpieza (basta con usar un paño húmedo). El color es invariable y que perdurará con el paso del tiempo.

Este proceso es el más idóneo para el DM, dado que al ser un material inerte hecho a base de restos de maderas y resinas, no puede agrietarse una vez ha sido lacado.



Fig.21 Ejemplo del acabado que ofrece el lacado en una mesa de madera.

4.3.5 Montaje e instalación.

1. Para comenzar con el montaje se partirá en presentar junto a la pared en la que se desee fijar el bastidor, ya con sus refuerzos superiores (pieza marca 5) y trasero (marca 4) soldados por ambos extremos a los tubos de apoyo (marca 3).

Seguidamente, a través de los agujeros del refuerzo trasero se realizarán orificios en la pared mediante un taladro percutor con una broca para pared.

2. Se insertan los tacos de nylon en los agujeros previamente realizados en la pared y se insertan los tirafondos en estos a través de los agujeros del refuerzo trasero del bastidor, dejando unido este a la pared.
3. Se presenta el tablero (marca 2) encajando sus ranuras inferiores con los refuerzos superiores del bastidor (marca 5). Una vez encajado se atornillará mediante tirafondos a este.
4. Para montar los embellecedores (marca 6), se aplicará adhesivo de montaje a lo largo de todo el surco circular de su periferia y se encajarán sobre el bastidor.
5. Para finalizar, se aplicará también adhesivo de montaje al hueco superior del tablero (marca 2) y se insertará el mapa táctil (marca 1) en el.

4.3.6 Mantenimiento y limpieza.

Para la limpieza de este producto los dos elementos recomendados tanto para limpieza del aluminio anodizado como para la madera lacada son agua tibia y un jabón neutro. Bastará con aplicar la mezcla de estos mediante un paño en las superficies a limpiar. De no resultar la limpieza mediante un paño se puede emplear una esponja que sea poco abrasiva evitando en todo caso las de lana de acero.

Particularmente en el caso de las superficies de madera lacada puede emplearse también el alcohol como producto de limpieza, siendo este un producto muy efectivo contra las manchas de rotulador y bolígrafo.

De darse algún tipo de golpe arañazo o rozadura leve en la superficie de madera las marcas que estas dejen pueden subsanarse mediante la aplicación de alguna cera incolora o del tono de la superficie a tratar.

4.4 Normativa y legislación aplicables al proyecto.

En este apartado se enumeran el conjunto de normativas, disposiciones legales que se han acatado para llevar a cabo ambas opciones de diseño.

UNE 157001:2014 : Criterios para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

UNE-EN 335:2013 : Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.

UNE-EN 326-1:1995 : Tableros derivados de la madera. Muestreo, despiece e inspección. Parte 1: Muestreo y despiece de probetas y expresión de resultados de ensayo.

UNE-EN 326-2:2011+A1:2015 : Tableros derivados de la madera. Muestreo, despiece e inspección. Parte 2: Ensayo inicial del tipo y control de producción en fábrica.

UNE-EN 755-2:2016 : Aluminio y aleaciones del aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.

UNE-EN ISO-2: 9692-1:2014 : Soldeo y procesos afines. Tipos de uniones. Parte 1: Soldeo por arco con electrodos revestidos, soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte, soldeo por llama, soldeo por arco con gas inerte y electrodo de wolframio y soldeo por haz de alta energía de aceros.

UNE-EN-ISO 9692-3:2016 : Soldeo y técnicas afines. Tipos de preparación de las uniones. Parte 3: Soldeo MIG y TIG del aluminio y sus aleaciones.

UNE-EN-ISO 8993:2011 : Anodización del aluminio y sus aleaciones. Sistema de clasificación para la evaluación de la corrosión por picaduras. Método de las imágenes patrón.

UNE-EN-ISO 7599:2018 : Anodización del aluminio y sus aleaciones. Método para especificar recubrimientos de oxidación anódica decorativos y protectores sobre el aluminio.

UNE-EN-ISO 1461:2010 : Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE 170001-1:2007 : Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno.

UNE 170001-2:2007 : Accesibilidad universal. Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad.

Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08): Es el nombre que recibe la normativa española sobre el cálculo y seguridad en estructuras de hormigón. Es de obligado cumplimiento para todas las estructuras que utilicen hormigón en España

Decreto 39/2004 de 5 de Marzo, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad a la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano.

Ley 1/1998, de 5 de Mayo, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas, urbanísticas y de la comunicación.

Orden de 9 de Junio de 2004, de la Consellería de Territorio y Vivienda de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad en el medio urbano.

Orden de 25 de Mayo de 2004, de la Consellería de Infraestructuras y Transporte, de la Generalitat Valenciana, en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia.

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 5: ESTADO DE MEDICIONES

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa

Tutor: Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice del estado de mediciones

5.1 Diseño para exteriores	184
5.1.1 Piezas fabricadas.	185
5.1.2 Componentes comerciales.....	186
5.2 Diseño para interiores	187
5.2.1 Piezas fabricadas.	188
5.2.2 Componentes comerciales.....	189

A continuación, se procede a enumerar los componentes que conforman cada diseño además de sus características. Estos componentes vienen dados en dos categorías, las piezas que se fabricarán y los componentes que van a ser adquiridos comercialmente.

5.1 Diseño para exteriores

Dimensiones totales: 1120x887x634mm

Peso total: 202kg

Para realizar el cálculo del peso final del producto se ha tomado los siguientes valores de referencia para los distintos materiales que componen el producto.

Hormigón: 2400kg/m³

Gres porcelánico: 2450kg/m³

Acero: 7850kg/m³

Finalmente se ha procedido a multiplicar estos valores por el volumen de cada pieza, el cual se ha obtenido mediante SolidWorks.



Fig.1 Diseño para exteriores.

5.1.1 Piezas fabricadas.

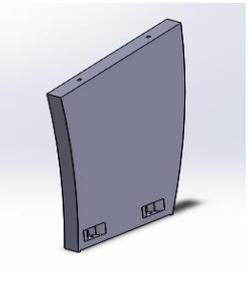
PIEZA	IMAGEN	MATERIAL	DIMENSIONES/PESO	CANTIDAD	FABRICACIÓN
Marca 1		Gres porcelánico	800x600x10mm 11,76kg	1	-Cerámica Kersings
Marca 2		Hormigón armado	1120x1100x60mm 84kg	1	-Fraguado de hormigón. -Taladrado.
Marca 3		Acero	12x12x75mm 0,08kg	4	-Corte mediante tronzadora.
Marca 4		Hormigón armado	545x812x60mm 52kg	2	-Fraguado de hormigón. -Taladrdo.
Marca 5		Acero galvanizado	400x155x50mm 0,86kg	2	-Corte por plasma. -Corte mediante tronzadora. -Soldadura por electrodo revestido. -Galvanizado.

Fig.2 Tabla de piezas fabricadas para el diseño de exteriores.

5.1.2 Componentes comerciales.

COMPONENTE	IMAGEN	DATOS	CANTIDAD	PROVEEDOR
Resina epoxy de anclaje.		0,5L Por unidad	2	HILTI Ref.HIT-HY 170
Mortero adhesivo.		25 kg por saco	1	WEBER (SAINT GOBAIN) Ref. Webercol flex³ supergel
Tratamiento Antigraffiti		4kg por bote Rendimiento de 7 m2 /kg a 50 µm de espesor de película seca	1	Satecma S.A Ref. Tecma Paint Antigraffiti
Tornillo expansivo M10 de acero galvanizado		M10x110mm	4	manomano.es ref. M110090

Fig.3 Tabla de componentes adquiridas para el diseño de exteriores.

5.2 Diseño para interiores

Dimensiones totales: 1060x903x748mm

Peso total: 35,42kg

Para realizar el cálculo del peso final se ha empleado el mismo procedimiento que con el diseño para exteriores, los valores de las densidades de los materiales son:

Aluminio: 2700kg/m³

Madera (tablero DM): 450kg/m³

Gres porcelánico: 2450kg/m³



Fig.4 Diseño para interiores.

5.2.1 Piezas fabricadas.

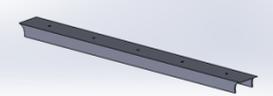
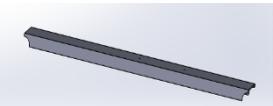
PIEZA	IMAGEN	MATERIAL	DIMENSIONES/PESO	CANTIDAD	FABRICACIÓN
Marca 1		Gres porcelánico	800x600x10mm 11,76kg	1	-Cerámica Kersings
Marca 2		Madera tablero DM	1060x940x30mm 7,65kg	1	-Fresado -Lacado
Marca 3		Aluminio	850x706x50 4,86kg	2	-Corte mediante tronzadora. -Doblado de tubo. -Soldadura Tig. -Anodizado
Marca 4		Aluminio	1000x80x40mm 1,27kg	1	-Corte mediante tronzadora. -Taladrado. -Fresado. -Anodizado
Marca 5		Aluminio	1000x80x40mm 1,27kg	2	-Corte mediante tronzadora. -Taladrado -Fresado -Anodizado
Marca 6		Madera tablero DM	356x304x20 1,24 kg	2	-Fresado. -Lacado

Fig.5 Tabla de piezas fabricadas para el diseño de interiores.

5.2.2 Componentes comerciales.

COMPONENTE	IMAGEN	DATOS	CANTIDAD	PROVEEDOR
Adhesivo de montaje		Contenido: 0,37kg por bote. Resistencia de la unión: 60kg/cm ²	1	Leroy Merlin Ref.16941533
Tirafondo para Madera M7		Acero cincado Cabeza torx	10	Bricomart Ref. 10408370
Tirafondo M6,3x32		Acero cincado Cabeza Phillips	5	Manomano.es Ref.8873962
Taco de Nylon 8x40mm		Carga máxima en pared hueca: 24kg Carga máxima en pared maciza: 76kg	5	Leroy Merlín Ref.16799895

Fig.6 Tabla de componentes adquiridos para el diseño de interiores.

MAPA TÁCTIL ACCESIBLE DEL CAMPUS DE LA UJI DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

TRABAJO DE FINAL DE GRADO
JULIO 2019

VOLUMEN 6: PRESUPUESTO

Autor: Marc Monferrer Pruñonosa
Tutor: Julio Serrano Mira

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos



UNIVERSITAT
JAUME·I

Índice de presupuestos

6.1 DISEÑO PARA EXTERIORES	193
6.1.1 Coste de elementos adquiridos.....	193
6.1.1.1 Coste de los componentes comerciales.....	193
6.1.1.2 Coste del mapa táctil.....	194
6.1.2 Coste de materias primas.....	194
6.1.3 Coste de fabricación.....	195
6.1.3.1 Coste de fabricación de las piezas de hormigón	195
6.1.4 Coste de montaje.	195
6.1.5 Coste total.	195
6.2 DISEÑO PARA INTERIORES	196
6.2.1 Coste de componentes adquiridos.	196
6.2.1.1 Coste de los componentes comerciales.....	196
6.2.1.2 Coste del mapa táctil.....	197
6.2.2 Coste de materias primas.....	197
6.2.3 Coste de fabricación.....	198
6.2.3.1 Coste de conformar las piezas.	198
6.2.3.2 Coste de soldar bastidor.	198
6.2.3.3 Costes de acabado.	199
6.2.3.4 Coste total de fabricación.	199
6.2.4 Coste de montaje.	199
6.2.5 Coste total.	200

6.1 DISEÑO PARA EXTERIORES

6.1.1 Coste de elementos adquiridos.

En este apartado se detalla el coste de los elementos que forman parte del diseño que han sido obtenidos mediante su compra o cuya fabricación ha sido realizada por parte de una empresa externa.

6.1.1.1 Coste de los componentes comerciales.

En la siguiente tabla se detalla el coste de los elementos comerciales adquiridos:

COMPONENTE	IMAGEN	PRECIO(€)	CANTIDAD	COSTE TOTAL (€)
Resina epoxy de anclaje. Bote 0,5L.		32,92	1	32,92
Mortero adhesivo. Saco 25kg.		17,47	1	17,47
Tratamiento Antigrafitti. Bote 4kg.		104,06	1	104,06
Tornillo expansivo		4 unidades	1,5	6

Fig.1 Tabla de costes de los componentes comerciales para el diseño de exteriores.

El coste total de los componentes comerciales para este diseño será de **160,45 €**.

6.1.1.2 Coste del mapa táctil.

El precio que fija la empresa suministradora para este tipo de piezas con el formato empleado para este proyecto es de 2500 €. Este precio es el que tiene la pieza si el proveedor ha de realizar el proceso de adaptar la información y llevar a cabo el proceso de ingeniería necesario para obtener el diseño del mapa.

Si este proceso se ha llevado a cabo con anterioridad (como en el caso de este proyecto) y se provee a la empresa del archivo tiff. necesario para realizar la fabricación con el diseño ya generado, el precio desciende hasta los 1750 €.

El coste de la pieza marca 1 será de **1750 €**

El coste total de los componentes adquiridos será de **1910,45 €**

6.1.2 Coste de materias primas.

En este apartado se incluyen los precios de los materiales necesarios para llevar a cabo la fabricación del diseño. Debido a la naturaleza y del proceso de fabricación de las piezas de hormigón y a su especialización, este será llevado a cabo por una empresa externa y los costes de sus materias primas (tales como cemento, agua, árido, armadura, encofrado, etc...) vendrán incluidos en los costes de fabricación.

Material	PRECIO	CANTIDAD	COSTE
Varilla corrugada Diámetro 12mm	0,97 €/m	0,3m	0,29 €
Varilla corrugada Diámetro 6mm	0,43 €/m	1,2m	0,52 €
Chapa laminada Espesor 5mm	47,8 €/ m ²	0,04 m ²	1,91 €

Fig.2 Tabla de costes de las materias primas para el diseño de exteriores.

El coste total de las materias primas para este diseño será de **2,72 €**

6.1.3 Coste de fabricación.

6.1.3.1 Coste de fabricación de las piezas de hormigón

La fabricación de las piezas realizadas en hormigón será llevada a cabo por una empresa externa a la cual se le ha pedido un presupuesto. Como se ha especificado en el apartado anterior, el precio de las materias primas está incluido dentro del coste de fabricación de estas piezas, además de la mano de obra.

El precio fijado para esto viene dado en función de los metros cúbicos de las piezas a realizar, siendo su tarifa de 4800 €/m³ para este tipo de trabajos.

PIEZA	CANTIDAD	UNIDADES	PRECIO(€)	COSTE
Marca 2	0,035 m ³	1	4800 €/m ³	168 €
Marca 4	0,022 m ³	2	4800 €/ m ³	211,2 €

Fig.3 Tabla de costes fabricación de las piezas de hormigón.

El coste total de fabricación para este diseño será de **379,2 €**

6.1.4 Coste de montaje.

Para las operaciones de montaje e instalación descritas para este diseño en el "Volumen 4: Pliego de condiciones" se ha estimado que el tiempo total del montaje del soporte una vez generadas las piezas será de 2 horas.

El proceso de montaje será llevado a cabo por 2 peones y el precio por hora estipulado para estos es de 15 €.

Una vez montado el conjunto se ha estimado que el proceso de instalación en el lugar donde el bastidor ira colocado del mapa tomará 2 horas más.

El coste total de montaje para este diseño será de **120 €**.

6.1.5 Coste total.

CONCEPTO	COSTE
Coste de elementos adquiridos	1.910,45 €
Coste de materias primas	2,72 €
Coste de fabricación	379,2 €
Coste de montaje	120 €
COSTE TOTAL	2.412,37 €
+30% Beneficio industrial sobre el coste total	723,71 €

COSTE TOTAL +BENEFICIOS	3.136,08 €
+21% IVA	658,58 €
PRECIO DE VENTA	3.794,66 €

Fig.4 Tabla de costes totales del diseño para exteriores.

6.2 DISEÑO PARA INTERIORES

6.2.1 Coste de componentes adquiridos.

En este apartado se detalla el coste de los elementos que forman parte del diseño que han sido obtenidos mediante su compra o cuya fabricación ha sido realizada por parte de una empresa externa.

6.2.1.1 Coste de los componentes comerciales.

En la siguiente tabla se detalla el coste de los elementos comerciales adquiridos:

COMPONENTE	IMAGEN	DATOS	PRECIO(€)	CANTIDAD	COSTE TOTAL (€)
Adhesivo de montaje		Contenido: 0,37kg por bote. Resistencia de la unión: 60kg/cm ²	7,45	1	7,45
Tirafondo para Madera M7		Acero cincado Cabeza Torx	0,18	10	1,8
Tirafondo M6,3x32		Acero cincado Cabeza Phillips	0,05	5	0,25
Taco de Nylon 8x40mm		Carga máxima en pared hueca: 24kg Carga máxima en pared maciza: 76kg	0,75	5	3,75

Fig.5 Tabla de costes de los componentes comerciales para el diseño de interiores.

El coste total de los componentes comerciales para este diseño será de **13,25 €**.

6.2.1.2 Coste del mapa táctil.

El precio que fija la empresa suministradora para este tipo de piezas con el formato empleado para este proyecto es de 2500 €. Este precio es el que tiene la pieza si el proveedor ha de realizar el proceso de adaptar la información y llevar a cabo el proceso de ingeniería necesario para obtener el diseño del mapa.

Si este proceso se ha llevado a cabo con anterioridad (como en el caso de este proyecto) y se provee a la empresa del archivo tiff. necesario para realizar la fabricación con el diseño ya generado, el precio desciende hasta los 1750 €.

El coste de la pieza marca 1 será de **1750 €**

El coste total de los componentes adquiridos será de **1763,25 €**

6.2.2 Coste de materias primas.

Para el caso de las piezas de aluminio, la empresa suministradora fija el precio de este material en función de los metros lineales suministrados. Su tarifa actual para este material es de 6,95 €/metro para el perfil en U de 80x40x3 y de 14,62 €/metro para el tubo circular de 50 de diámetro de espesor 5.

En el caso del tablero de madera, el proveedor tiene servicio de corte a medida y puede suministrar el tablero con las dimensiones previas necesarias a los procesos a los que ha de someterse. El precio que la empresa fija para el metro cuadrado de tablero de espesor 30mm es de 19,91€.

MATERIAL	PRECIO	CANTIDAD	COSTE
Aluminio (Perfil U)	6,95 €/metro	3 metros	20,85 €
Aluminio (Tubo)	14,62 €/metro	5,093 metros	74,75 €
Tablero DM (500x356x30)	19,91 €/m ²	2 unidades de 0,18 m ²	7,16 €
Tablero DM (1060x755x30)	19,91 €/m ²	0,8 m ²	15,92 €

Fig.6 Tabla de costes de materias primas para el diseño de interiores.

El coste total de las materias primas será de **118,68 €**

6.2.3 Coste de fabricación.

En este apartado se trata el coste de obtener las piezas fabricadas a excepción de la pieza marca 1 (Mapa táctil), cuyos costes de fabricación ya van incluidos en el coste final dado anteriormente en el apartado 6.2.1.2.

6.2.3.1 Coste de conformar las piezas.

En la siguiente tabla se especifican los procesos u operaciones de fabricación necesarias para conformar las piezas del diseño, se especifica también la cantidad de veces que se realiza cada operación y la cantidad de piezas a realizar. Para cada una de estas operaciones se ha asignado un coste por hora, el cual incluye el coste por uso de instalaciones, maquinaria, útiles, herramientas y mano de obra.

PIEZA	PROCESO	TIEMPO POR OPERACIÓN (h)	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE (€/h)	COSTE TOTAL (€)
Marca 2	Fresado	0,5 h	1	1	30	15
Marca 3	Corte	0,02 h	1	2	15	0,6
	Doblado	0,05	4		15	6
	Soldadura	0,1 h	1		30	6
Marca 4	Corte	0,02 h	1	1	15	0,3
	Taladrado	0,02h	5		15	1,5
	Fresado	0,25h	2		30	15
Marca 5	Corte	0,02h	1	2	15	0,6
	Taladrado	0,02h	5		15	3
	Fresado	0,25h	2		30	30
Marca 6	Fresado	0,5h	1	2	30	30

Fig.7 Tabla de costes de los procesos de fabricación de cada pieza del diseño de interiores.

El coste total de conformar las piezas será de **108 €**

6.2.3.2 Coste de soldar bastidor.

Al coste de las operaciones anteriores se le debe añadir el coste de soldar las piezas marca 3, 4 y 5 entre sí para conformar el bastidor. Para esta tarea se ha estimado que el tiempo para ser llevada a cabo será de 45 minutos siendo el coste de 30 € la hora.

Con lo cual, el coste de soldar el bastidor será de **22,5 €**

6.2.3.3 Costes de acabado.

En este apartado se tratan los costes de las operaciones de acabado superficial realizadas previamente al montaje de todo el conjunto. Estas operaciones son el anodizado del bastidor (formado por las piezas marca 3,4 y 5) y el lacado de las piezas marca 2 y marca 6. Ambos procesos, debido a su especialización serán llevados a cabo por empresas externas.

Para anodizado el precio viene fijado en función de los kilos de material a anodizar y la empresa encargada de este proceso actualmente fija el precio de este en 15 €/kg.

En el caso del lacado de piezas de madera, el precio viene dado en función de los metros cuadrados a lacar. La empresa encargada fija el precio en 35 euros por metro cuadrado.

PIEZA	PROCESO	PRECIO	CANTIDAD	UNIDADES	COSTE TOTAL (€)
Bastidor (marca 3, 4 y 5)	Anodizado con coloración	€/kg	13,53 kg	1	202,95
Marca 2	Lacado	35 €/m ²	0,2 m ²	2	14
Marca 6	Lacado	35 €/m ²	0,8 m ²	1	28

Fig.8 Tabla de costes de acabado del diseño de interiores.

El coste total de acabado será de **244,95 €**

6.2.3.4 Coste total de fabricación.

El coste total de fabricación será el resultado de la suma de los costes de conformar las piezas, de soldar el bastidor y de acabado, ascendiendo a un total de **375,45 €**

6.2.4 Coste de montaje.

Para las operaciones de montaje descritas para este diseño en el "Volumen 4: Pliego de condiciones" se ha estimado que el tiempo total será de 1 hora. El proceso de montaje puede llevarse a cabo por tan solo un peón y el precio por hora estipulado para este es de 15 €.

Con lo cual, el coste de montaje será de **15 €**

6.2.5 Coste total.

CONCEPTO	COSTE
Coste de elementos adquiridos	1763,25 €
Coste de materias primas	118,68 €
Coste de fabricación	375,45 €
Coste de montaje	15 €
COSTE TOTAL	2271,93 €
+30% Beneficio industrial sobre el coste total	681,58 €
COSTE TOTAL +BENEFICIOS	2953,51 €
+21% IVA	620,23 €
PRECIO DE VENTA	3573,74 €

Fig.9 Tabla de costes totales del diseño para interiores.

