



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

## DISEÑO MODULAR DE ELEMENTOS MULTIFUNCIONALES DE MOBILIARIO URBANO

*TRABAJO FINAL DEL*

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos**

*REALIZADO POR*

**Gregori Mendoza Muñoz**

*TUTORIZADO POR*

**Lola Merino Sanjuan**

**CURSO ACADÉMICO: 2020/2021**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# tàndem

## Diseño modular de elementos multifuncionales de mobiliario urbano

**Trabajo Fin de Grado**  
Ingeniería en Diseño Industrial  
y Desarrollo de Productos

**Autor:** Gregori Mendoza Muñoz  
**Tutora:** Lola Merino Sanjuan

ETSID - Universitat Politècnica de València

## RESUMEN

El objeto del siguiente Trabajo Final de Grado es el diseño de un conjunto de elementos de mobiliario urbano modulares y multifuncionales, los cuales puedan satisfacer diversas necesidades de los usuarios gracias a sus posibles configuraciones.

Por una parte, se procederá a explicar cual es la intención que se pretende conseguir con dichos objetos y para qué tipo de entorno se plantean. Por otra parte, se realizará un estudio de mercado que pueda servir como referencia para recabar información útil para el proyecto acerca de otros productos similares existentes.

Una vez se ha analizado esta información, se proponen varias alternativas, para seguidamente emplear diferentes metodologías y criterios de selección con los que se obtenga una solución final. A partir de dicha solución, se desarrolla el diseño de detalle de los productos que conforman el proyecto, así como un estudio ergonómico, de materialidad y un presupuesto de fabricación, buscando en todo momento la creación de objetos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

### PALABRAS CLAVE:

Mobiliario; urbano; modular; multifuncional; sostenibilidad.

## RESUM

L'objecte del següent Treball de Fi de Grau és el disseny d'un conjunt d'elements de mobiliari urbà modulars i multifuncionals, els quals puguen satisfer diverses necessitats dels usuaris gràcies a les seues possibles configuracions.

Per una banda, es procedirà a explicar quina és la intenció que es pretén aconseguir amb aquests objectes i per a quin tipus d'entorns es plantegen. D'altra banda, es realitzarà un estudi de mercat que serveix com a referència per a recopilar informació útil per al projecte sobre altres productes similars existents.

Una vegada s'ha analitzat aquesta informació, es proposen varies alternatives, per a seguidament emplear diferents metodologies i criteris de selecció amb els que obtindre una solució final. A partir d'aquesta solució, es desenvolupa el disseny de detall dels productes, així com un estudi ergonòmic, de materialitat i un pressupost de fabricació, buscant en tot moment la creació d'objectes sostenibles i respectuosos amb el medi ambient.

### PARAULES CLAU:

Mobiliari; urbà; modular; multifuncional; sostenibilitat.

## ABSTRACT

The object of the following Final Degree Project is the design of a set of modular and multifunctional urban furniture elements, which can satisfy different user needs due to their possible configurations.

First, it begins explaining the intention of these objects and for what type of environment they are designed. Then, a market study is presented to serve as a reference to collect useful information for the project about other similar existing products.

Once this information has been studied, various alternatives are proposed to then use different methodologies which help to get a final solution. From this solution, the detailed design of the products that make up the project is developed, as well as an ergonomic study, materiality and a manufacturing budget, looking in every moment for the creation of sustainable and environmentally friendly objects.

### KEYWORDS:

Furniture; urban; modular; multifunctional; sustainability.

# Índice de contenidos

<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	5
1.1. Justificación del proyecto .....	6
1.2. Antecedentes .....	7
1.3. Factores a considerar .....	8
1.3.1. Normativa .....	8
1.3.1.1. Materiales	
1.3.1.2. Accesibilidad	
1.3.1.3 Seguridad	
1.3.2 Patentes y modelos de utilidad.....	9
1.3.3. Ergonomía .....	14
1.4 Soluciones propuestas.....	18
1.4.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....	18
1.4.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	22
1.5 Justificación técnica.....	24
1.5.1. Diseño de los módulos .....	24
1.5.2. Método de ensamblaje y anclaje al suelo .....	29
1.5.3. Configuraciones .....	29
1.5.4. Acabados.....	30
1.5.5. puesta en escena.....	32
1.5.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	38
1.5.7. Proceso industrial .....	41
1.5.8. Aspectos medio ambientales .....	42
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	45
2.1 Objeto .....	46
2.2 Normativa.....	46
2.2.1 Normativa referente a materiales .....	46
2.2.2 Normativa referente a accesibilidad.....	46
2.2.3 Normativa referente a seguridad .....	47
2.2.4 Normativa referente a ergonomía.....	47
2.3 Materiales.....	47
2.3.1 Hormigón armado.....	47
2.4 Condiciones del suministro.....	49
2.5 Hoja de fabricación.....	49
2.5.1 Armadura de acero .....	49
2.5.2 Pieza de hormigón armado .....	50
2.6 Condiciones de ensamblaje de los elementos .....	51
<b>3. PLANIMETRÍA</b> .....	52
<b>4. PRESUPUESTO</b> .....	57
4.1 Objeto .....	58
4.2 Presupuesto de Ejecución Material .....	58
4.3 Presupuesto Base de Licitación .....	61
4.4 Presupuesto final .....	62
4.5 Amortización de los encofrados.....	62
<b>5. FUENTES DOCUMENTALES</b> .....	63
<b>6. ANEXOS</b> .....	66



# Índice de figuras

Contenido	
Figura 1. Boll. Fuente: experimenta.com	8
Figura 2. Zero Waste Lab. Fuente: thenewraw.org	8
Figura 3. Espalditas. Fuente: estudiocabeza.com	8
Figura 4. Boxland. Fuente: escofet.com	8
Figura 5. 108. Fuente: santacole.com	8
Figura 6. Twig. Fuente: escofet.com	8
Figura 7. Coma. Fuente: magourban.com	8
Figura 8. Cuc. Fuente: magourban.com	8
Figura 9. Dune. Fuente: archiproducts.com	8
Figura 10. Xurret. Fuente: escofet.com	8
Figura 11. Patente nº1. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	10
Figura 12. Patente nº2. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	10
Figura 13. Modelo de utilidad nº1. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	11
Figura 14. Modelo de utilidad nº2. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	11
Figura 15. Patente nº3. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	12
Figura 16. Modelo de utilidad nº3. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	12
Figura 17. Patente nº4. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	13
Figura 18. Patente nº5. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	13
Figura 19. Patente nº6. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	14
Figura 20. Patente nº7. Fuente: <a href="https://worldwide.espacenet.com">https://worldwide.espacenet.com</a>	14
Figura 21. Referencia antropométrica 4.1.6. Fuente: aenormas.aenor.com	15
Figura 22. Referencia antropométrica 4.1.7. Fuente: aenormas.aenor.com	15
Figura 23. Referencia antropométrica 4.1.8. Fuente: aenormas.aenor.com	15
Figura 24. Referencia antropométrica 4.1.12. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 26. Referencia antropométrica 4.2.1. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 28. Referencia antropométrica 4.2.4. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 25. Referencia antropométrica 4.2.11. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 27. Referencia antropométrica 4.2.12. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 29. Referencia antropométrica 4.4.6. Fuente: aenormas.aenor.com	16
Figura 30. Ángulos de confort en posición de descanso (Panero, Zelnik. 2006)	18
Figura 31. Propuesta 1. Fuente: elaboración propia	19
Figura 32. Propuesta 2. Fuente: elaboración propia	20
Figura 33. Propuesta 3. Fuente: elaboración propia	20
Figura 34. Propuesta 4. Fuente: elaboración propia	21
Figura 35. Propuesta 5. Fuente: elaboración propia	21
Figura 36. Conjuntos de las diferentes propuestas planteadas. Fuente: elaboración propia	22
Figura 37. Dimensiones generales del perfil diseñado	25
Figura 38. Vistas de la pieza extruida	26
Figura 39. Vistas de la distribución de las perforaciones de la pieza extruida	26
Figura 40. Posibles alternativas de la pieza de revolución	27
Figura 41. Vistas de la pieza de revolución	27
Figura 42. Vistas de la distribución de las perforaciones de la pieza de revolución	28
Figura 43. Vistas de la armadura de la pieza extruida	28
Figura 44. Vistas de la armadura de la pieza de revolución	29
Figura 45. Vistas del elemento separador de la armadura	29
Figura 46. Colocación de los separadores en cada armadura	29
Figura 47. Proceso de anclaje al suelo	30
Figura 48. Posibles configuraciones	30
Figura 49. Acabado Gris Antracita	31
Figura 50. Acabado Blanco	32
Figura 52. Acabado Gris Claro	32
Figura 51. Acabado Marrón Claro	32
Figura 53. Macetero	33
Figura 54. Banco Individual	33
Figura 55. Banco colectivo 1	33
Figura 56. Banco colectivo 2	33
Figura 57. Diseño original de la Plaça de Viriat	34
Figura 58. Propuesta de rediseño de la Plaça de Viriat	35
Figura 59. Contextualización 1	36
Figura 60. Contextualización 2	37
Figura 61. Contextualización 3	38
Figura 62. Análisis estático. Carga puntual en pieza extruida	39
Figura 63. Análisis estático. Carga puntual en pieza de revolución	39
Figura 64. Análisis estático. Esfuerzos del hormigón con carga puntual	40
Figura 65. Análisis estructural. Centro de gravedad - 1	40
Figura 66. Análisis estructural. Centro de gravedad - 2	40
Figura 67. Análisis estructural. Centro de gravedad - 3	41
Figura 68. Análisis estructural. Centro de gravedad - 1	41
Figura 69. Integración en el entorno. Fuente: designboom.com	43
Figura 70. Impresión 3D. Fuente: thenewraw.org	43
Figura 71. Gráfico resumen de valores ambientales de la pieza extruida	44
Figura 72. Gráfico resumen de valores ambientales de la pieza extruida	44
Figura 73. Gráfico resumen de valores ambientales del lote de 25 unidades	45
Figura 74. Materiales empleados	49

# Índice de tablas

Tabla 1. Valores de las dimensiones antropométricas. Fuente: aenormas.aenor.com.....	17
Tabla 2. Criterios de selección.....	23
Tabla 3. Método DATUM.....	23
Tabla 4. Regla de la mayoría.....	24
Tabla 5. Suma ponderada.....	24
Tabla 6. Resumen de proceso de fabricación de las piezas.....	42
Tabla 7. Impacto ambiental de la pieza extruida.....	44
Tabla 8. Impacto ambiental de la pieza de revolución.....	44
Tabla 9. Impacto ambiental de la pieza de revolución.....	45
Tabla 10. Normativa Materiales 1. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 11. Normativa Materiales 2. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 12. Normativa Materiales 3. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 13. Normativa Materiales 4. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 14. Normativa Accesibilidad 1. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 15. Normativa Accesibilidad 2. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 16. Normativa Accesibilidad 3. Fuente: aenormas.aenor.com.....	47
Tabla 17. Normativa Accesibilidad 4. Fuente: aenormas.aenor.com.....	48
Tabla 18. Normativa Seguridad 1. Fuente: aenormas.aenor.com.....	48
Tabla 19. Normativa Seguridad 2. Fuente: aenormas.aenor.com.....	48
Tabla 20. Normativa Seguridad 3. Fuente: aenormas.aenor.com.....	48
Tabla 21. Normativa Seguridad 4. Fuente: aenormas.aenor.com.....	48
Tabla 22. Proporciones para obtener hormigón H20.....	48
Tabla 23. Cantidades necesarias de materiales para cada pieza.....	48
Tabla 24. Hoja de fabricación de las armaduras de acero corrugado.....	50
Tabla 25. Hoja de fabricación de los módulos de hormigón.....	51
Tabla 26. Resumen de las hojas de fabricación.....	51
Tabla 27. Resumen de costes de fabricación.....	62
Tabla 28. Presupuesto Base de Licitación de cada módulo.....	62
Tabla 29. Presupuesto Base de Licitación del lote.....	63
Tabla 30. Presupuesto final pieza extruida.....	63
Tabla 31. Presupuesto final pieza de revolución.....	63
Tabla 32. Presupuesto final lote de 20 unidades.....	63
Tabla 34. Amortización de los encofrados.....	63
Tabla 33. Resumen presupuesto final.....	63

# 1. Memoria descriptiva

## 1.1. Justificación del proyecto

A mediados del siglo XX surgió la necesidad de recomponer las ciudades europeas que habían quedado devastadas tras el paso de la II Guerra Mundial. Esta reconstrucción impulsó la arquitectura moderna, basada en principios funcionales y racionalistas. El movimiento moderno pretendía regenerar la sociedad a través de una nueva arquitectura alejada de los estilos anteriores. Junto con una lenta recuperación económica, se consiguió establecer un estilo de vida centrado en el bienestar y el consumo, donde las nuevas ciudades se configuraron para satisfacer las necesidades de una sociedad que se estaba adaptando a los rápidos avances industriales. Un ejemplo de estos cambios fue el auge del vehículo privado, el cual provocó que el espacio público se transformara al servicio del automóvil. En las siguientes décadas se desarrolló el crecimiento de unas ciudades enfocadas en la producción industrial y configuradas con enormes sistemas de transporte para el tráfico rodado, las cuales dejaron de lado los aspectos psicológicos y sociales que dotaban de calidad humana a estos lugares.

Con el inicio del siglo XXI se plantea un nuevo urbanismo que trata de recuperar la actividad social dentro de las ciudades. En estos nuevos escenarios no se piensa exclusivamente en el tráfico rodado, sino que ganan protagonismo los espacios urbanos que actúan como lugar de encuentro y tránsito peatonal, promoviendo la vida pública y la interacción con el entorno. Por otra parte, sucesos como la globalización han influenciado los estilos de vida de las personas, modificando aspectos fundamentales en su día a día como la manera de comunicarse, la forma de trabajar o los modelos de convivencia. Estos cambios han contribuido a la transformación del espacio público en lugares imprescindibles para el entretenimiento y el desarrollo de relaciones sociales. De esta forma, se entiende también el espacio público como una ampliación del espacio privado.

Tal y como explica Jan Gehl, en la ciudad se pueden diferenciar varios tipos de actividades. Por una parte, las necesarias o funcionales, en las que todas las personas participan de manera directa o indirecta. Se trata de acciones como el trayecto a pie hasta el trabajo o el colegio, la espera en la parada del bus, hacer la compra... Por otra parte, se encuentran las actividades opcionales o recreativas, que se realizan de manera voluntaria si existe el deseo y las condiciones exteriores lo permiten. Estas pueden ser más variadas, siendo desde un paseo al aire fresco, sentarse a tomar el sol o simplemente detenerse en un lugar determinado. Por último, existen las actividades sociales, que dependen de la presencia de otras personas para poder interactuar tanto de forma pasiva como activa. De estos tres tipos cabe destacar la importancia de las actividades recreativas, ya que son las que promueven la interacción colectiva, lo que contribuye a ampliar la diversidad de la vida urbana y a dotar de identidad a las ciudades.

Para que las actividades opcionales se lleven a cabo, los espacios exteriores deben ser de calidad. Cuando estos lugares no cuentan con unas buenas condiciones, las actividades que se desarrollan suelen ser únicamente las de tipo funcional, ya que el lugar no invita a pasar tiempo en él. De modo que, con unos entornos que reúnan unas características adecuadas, las escenas recreativas y lúdicas se producen con mayor frecuencia. También crece la frecuencia con la que se producen las actividades sociales, ya que estas suelen ser resultantes de la relación entre las necesarias y las opcionales. La calidad de los espacios no solo influye en la cantidad de actividades y acontecimientos, sino que también modifica el número de personas que las realizan y el tiempo que se dedica a cada una de ellas.

Dentro de los espacios públicos, los elementos de mobiliario urbano son de gran importancia ya que intervienen directamente en la manera en la que las personas interactúan con el entorno. Si son de calidad, los elementos serán aceptados, utilizados e integrados en el ámbito ciudadano. Para medir la calidad de estos productos se tienen en cuenta una serie de factores. Entre ellos destacan:

### - **Funcionalidad.**

Tanto el espacio como los elementos deben cumplir con unas condiciones funcionales que permitan su correcto uso por parte de los usuarios.

### - **Accesibilidad.**

Los espacios deben ser de fácil acceso, libre y gratuito. Los elementos deben poder ser comprendidos y utilizados fácilmente por un rango amplio y variado de usuarios.

### - **Resistencia.**

El mobiliario urbano se encuentra expuesto a ambientes exteriores y a usos discriminados, de modo que necesita de un mantenimiento constante. Además, debe diseñarse con materiales adecuados para cumplir con sus funciones y asegurar la seguridad del usuario.

### - **Identidad.**

Los elementos que se encuentran en el espacio público ayudan a reconocer un lugar y crear una imagen unificada del conjunto.

### - **Emotividad.**

Los objetos transmiten sensaciones y provocan reacciones psicológicas que influyen directamente en el modo en el que los usuarios los utilizan.

### - **Sostenibilidad.**

Los elementos y espacios deben ser respetuosos con el medio ambiente, al igual que eficientes en términos ecológicos. Se debe tener en consideración factores como la eficiencia en el proceso de fabricación, el empleo de materiales perjudiciales, la vida útil del producto, su ciclo de fin de vida, etc.

Un método de diseño que puede adecuarse a las nuevas demandas de la sociedad es la modularidad, que permite generar uniones de varios objetos con las que poder cumplir unas funciones u objetivos determinados. En el ámbito del mobiliario urbano, el diseño modular ofrece la posibilidad de generar combinaciones flexibles que se adapten fácilmente a espacios con necesidades y limitaciones diferentes, al igual que se consigue optimizar factores importantes como el tiempo empleado, el proceso de fabricación o el impacto ambiental producido.

Además, el empleo de elementos modulares se presenta como una oportunidad para incrementar la participación ciudadana en el proceso de diseño del espacio público. No sólo se consigue detectar más fácilmente las necesidades del usuario final, sino que al ser parte del proceso de planificación, el usuario se implica y siente una mayor aceptación y apropiación del espacio público.

El objeto de este Trabajo Fin de Grado es diseñar un sistema modular de mobiliario urbano que se adapte a las necesidades cambiantes de los usuarios dentro de la ciudad, pudiendo ofrecer diferentes funciones gracias a sus posibles configuraciones.



## 1.2. Antecedentes

### - Boll, Adrian Blanc.

Boll es una familia de elementos de mobiliario urbano que se fijan a bolardos ya existentes. Este proyecto sirve como un ejercicio para repensar el espacio urbano, tratando de explorar formas sencillas de generar entornos más amables y que permitan la socialización. De este modo, se crea una colección de elementos que cumple con las funciones de limitación, orden y seguridad, además de aportar color y vida al espacio.



Figura 1. Boll. Fuente: experimenta.com

### - Zero Waste Lab, The New Raw.

Este proyecto pretende transformar los residuos plásticos de la ciudad griega de Tesalónica en mobiliario urbano mediante la impresión 3d. En el proceso de diseño se integró a los ciudadanos, los cuales podían ofrecer información sobre las necesidades y servicios que deseaban.



Figura 2. Zero Waste Lab. Fuente: thenewraw.org

### - Espalditas, Estudio Cabeza.

Elemento de descanso que está pensado en dos versiones diferentes: Sirve tanto como soporte neutro para tumbarse a mirar el cielo abierto y también en su versión más alta y corta para mirar el horizonte, además de funcionar como respaldo para reunirse y charlar.



Figura 3. Espalditas. Fuente: estudiocabeza.com

### - Boxland, Escofet\_Lab.

Desde Escofet se diseña este sistema modular que permite crear una infinidad de configuraciones gracias a los componentes de su colección. Cuenta con un gran catálogo de piezas de distintas tipologías formales que posibilita que el conjunto se adapte cualquier de entornos urbanos.



Figura 4. Boxland. Fuente: escofet.com

### - 108, Enric Batlle & Joan Roig, Santa & Cole.

Conjunto de elementos de descanso modulares con formas romboidales. Cuenta con dos elementos, con y sin respaldo, de modo que la gran cantidad de configuraciones ofrecen multitud de posibilidades. La sencillez de su diseño ayuda a su integración en diversos escenarios. Con la repetición del banco con respaldo se puede generar un macetero.



Figura 5. 108. Fuente: santacole.com

### - Twig, Alexander Lotersztain, Escofet.

El diseño del sistema Twig favorece la interacción entre los usuarios con total fluidez. Las tres extremidades con mismas terminaciones se agregan unas a otras fácilmente. Tanto de forma individual como en conjunto, Twig se ofrece también fabricado en plástico y con luz en su interior, lo que permite su implementación en espacios interiores.



Figura 6. Twig. Fuente: escofet.com

### - Coma, Joan Cinca, Mago Urban.

Con este banco se intenta dar respuesta a varios tipos de necesidades del usuario. Un único elemento que puede colocarse de varias maneras. Dependiendo de su colocación y combinación con otros elementos puede funcionar como elemento de descanso, limitación, apoyo isquiático, etc.

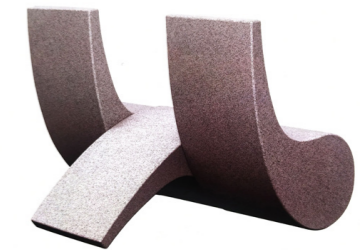


Figura 7. Coma. Fuente: magourban.com

### - Cuc, Foreign Office Architects, Mago Urban.

Diseñado para el parque de los auditorios de Barcelona, Cuc se integra con las formas curvilíneas del pavimento del lugar. La hendidura con la que cuenta el banco permite con facilidad la colocación de otro elemento, creando así un elemento lineal que sirve tanto como bancada como limitación.



Figura 8. Cuc. Fuente: magourban.com

### - Dune, Swiss Pearl Italia.

Este sistema modular fabricado en cemento cuenta con un diseño sofisticado que facilita su colocación en espacios abiertos e interiores. Al ser un elemento hueco fabricado en hormigón, la ligereza de las piezas permite con gran facilidad su colocación y distribución. El diseño ergonómico y fluido, junto con los diferentes acabados, aportan personalidad al espacio en el que se ubica.



Figura 9. Dune. Fuente: archiproducts.com

### - Xurret, Ábalos & Herreros, Escofet.

Esta combinación de módulos se plantea no sólo como un banco convencional, sino que no impone la manera de sentarse o la dirección hacia adónde mirar. Xurret mantiene las premisas ergonómicas a la vez que manifiesta un diseño orgánico que dota de carácter al espacio en el que se sitúa.



Figura 10. Xurret. Fuente: escofet.com



## 1.3. Factores a considerar

En este apartado se va a exponer la información referente a factores condicionantes para el diseño y fabricación del sistema. Al tratarse de un elemento multifuncional, es necesario examinar información referente a diferentes tipos de elementos de mobiliario urbano, además de los diferentes materiales empleados para su fabricación.

### 1.3.1. Normativa

#### 1.3.1.1. Materiales

- **UNE-EN 80300:2019 IN: Cementos. Recomendaciones para el uso de los cementos.** Este informe pretende:

<< Presentar una serie de recomendaciones para informar y ayudar al usuario a utilizar los cementos de empleo general, y ayudarle a distinguir cuándo debe usar otros especiales, en función de sus efectos en las propiedades, comportamiento y prestaciones del hormigón. >>

- **UNE-EN 135112:1994: Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución.** Gracias a esta norma se pueden conocer los materiales básicos utilizados en la fabricación de las barreras de seguridad prefabricadas y modulares.

- **UNE-EN 133699:2018: Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.** En esta norma se encuentran los requisitos generales de los productos prefabricados de hormigón. Se atienden diferentes aspectos como los materiales constituyentes del hormigón, la armadura de acero, propiedades geométricas, durabilidad, etc.

- **UNE-EN 13198:2004: Productos prefabricados de hormigón. Mobiliario urbano y productos de jardín.** En esta norma se encuentra una tabla que indica << el recubrimiento mínimo de hormigón dependiendo de la resistencia a compresión del hormigón.>> Este factor se debe tener en cuenta para el diseño y las dimensiones del proyecto. Por otra parte, también se especifican algunos requisitos relacionados con el uso específico de cada producto. Entre todos ellos, destacan:

<< Las propiedades de los productos que indican que son apropiados para el uso deben demostrarse por el fabricante. Por ejemplo:

- Los soportes para bicicletas deben tener dimensiones y tolerancias dimensionales que permitan sujetar las bicicletas con seguridad (por ejemplo, las bicicletas en una hilera no deben tocar los manillares de otras bicicletas adyacentes); >>

#### 1.3.1.2. Accesibilidad

Para que el elemento sea utilizado por la mayor cantidad posible de usuarios debe de ser accesible. Para ello, se deben de cumplir las siguientes normativas:

- **UNE-EN 17161:2020: Diseño para todas las personas. Accesibilidad a través de un enfoque de diseño para todas las personas en productos, bienes y servicios. Ampliando la diversidad de usuarios.** Se observa:

<< Los requisitos que permiten a una organización diseñar, desarrollar y proporcionar productos, bienes y servicios de manera que la mayor cantidad de usuarios, incluyendo las personas con discapacidad, puedan acceder a ellos, comprenderlos y utilizarlos. >>

<< Los requisitos que permiten a una organización ampliar la diversidad de personas a las que se dirige identificando sus diferentes necesidades, características, capacidades y preferencias. >>

- **UNE 41500:2001: Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios Generales de Diseño.** Se encuentra información sobre:

<< La exposición de los criterios generales de diseño que hagan posible la accesibilidad en la edificación y en el urbanismo a toda la población. >>

<< Se exponen las características y requerimientos para toda la población incluyendo personas afectadas por limitaciones o discapacidades. >>

<< Medidas antropométricas estáticas de usuarios en sillas de ruedas.>>

- **UNE 41510:2001: Accesibilidad en el urbanismo.** En este documento encontramos información importante referente a las dimensiones de los elementos de mobiliario urbano que deben de ser respetadas para el diseño del elemento.

- **UNE 178105: Accesibilidad universal en las Ciudades inteligentes.** Esta norma es importante de conocer y tener en consideración ya que con ella se pretende:

<< Establecer un marco para desarrollar unos indicadores/criterios normalizados que permitan valorar si una ciudad o comunidad inteligente es accesible y en qué medida lo es. >>

- **Orden VIV/561/2010 BOE: Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados**

#### 1.3.1.3 Seguridad

Para garantizar la seguridad del usuario a la hora de utilizar el elemento, se debe respetar toda la normativa indicada en los siguientes documentos:

- **UNE-EN 581-1:2017: Mobiliario de exterior. Asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping. Parte 1: Requisitos generales de seguridad.** Donde se especifica:

<< Los requisitos generales de seguridad de asientos y mesas de exterior para adultos, de uso doméstico, público y de camping, independientemente de sus materiales, diseño o proceso de fabricación. >>

En esta norma se explican aspectos importantes para el diseño de asientos. Por ejemplo:

<< Todos los bordes y esquinas deben estar redondeados, achaflanados o protegidos de alguna forma. Se aplica a:

- Asientos: Los bordes del asiento, del respaldo y de los brazos, así como cualquier parte de la cara inferior del asiento situada a una distancia menor de 120 mm de cualquier borde, a la que un dedo pueda acceder fácilmente.

- Mesas: Tapas de la mesa, cualquier parte de la cara inferior de la tapa situada a una distancia menor de 500 mm de cualquier borde por debajo de la mesa, a la que la rodilla y/o el brazo puedan acceder fácilmente. >>

- **UNE-EN 12727:2017 Mobiliario, asientos alineados. Requisitos de seguridad, resistencia y de durabilidad.** La norma específica sobre:

<< Los requisitos de seguridad, de resistencia y de durabilidad de la estructura, para todo tipo de asientos que estén unidos con carácter permanente al suelo y/o a la pared, tanto si se trata de bancos como de asientos individuales. >>

- **UNE 135111:1994: Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Definiciones, clasificación, dimensiones y tolerancias.** Esta norma define:

<< Las tipologías, dimensiones y las tolerancias de las barreras de seguridad para carreteras y vías urbanas, en las cuales el material principal utilizado en su fabricación es el hormigón. >>

### 1.3.2 PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD

A continuación, se muestra un conjunto de patentes que han sido encontradas en la base de datos de Espacenet. Todas ellas resultan de interés para el desarrollo del proyecto puesto que están diseñadas y fabricadas de una manera similar a la que se desea desarrollar el proyecto de fin de grado.

**Título:** COBEN Concrete Bench/Seat  
**Nº:** AU2018204019A1  
**Inventor:** ANDREATTA ANGELO ANTONIO  
**Publicación:** 2020-01-02

Con este producto se consigue satisfacer las funciones propias de un elemento de descanso y un elemento de limitación, ya que puede funcionar como barrera y banco. Se ofrece en dos dimensiones, lo que permite mayor facilidad para adaptarse a diferentes entornos.

No obstante, al estar diseñado a partir de una extrusión, la disposición y combinaciones que se pueden realizar en continuo quedan limitadas a una única dirección.

Como explica en la descripción del producto, una de sus ventajas es el material que se ha empleado para fabricar. A diferencia de otros elementos de mobiliario urbano fabricados en madera o acero, los que están hechos únicamente en hormigón necesitan un mantenimiento escaso, además de que no requieren anclarse al suelo, teniendo en cuenta que por su peso son inamovibles.

Estas soluciones pueden ser realmente útiles en espacios abiertos que están cerca de vías de tráfico rodado, actuando como barreras seguras.

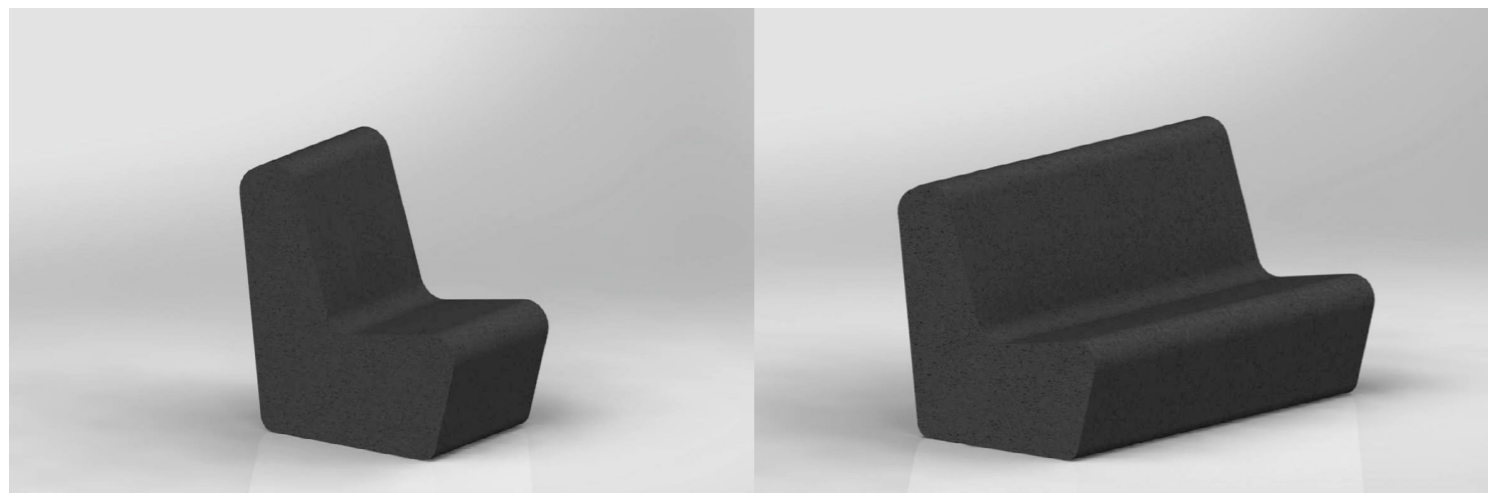


Figura 11. Patente nº1. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Decorative bench barrier  
**Nº:** US2003206769A1  
**Inventor:** MAYER RODIS NANCY J  
**Publicación:** 2003-11-06

Esta patente muestra dos elementos que funcionan como elementos delimitadores. Un perfil con extrusión lineal y otro en revolución de un cuarto, permiten que se puedan realizar un gran número de combinaciones, facilitando así que el sistema se adapte a los entornos, además de posibilitar diversos usos adicionales.

Debido a las dimensiones con las que cuenta y el diseño de su perfil, este conjunto cumple también la función de elemento de descanso. No obstante, no se consideran demasiado accesibles ya que la base tiene una altura de 50 cm, mientras que la parte que actuaría como respaldo se eleva a un total de 100 cm respecto del suelo. Ajustando estas dimensiones a unas que se adapten mejor a los estándares antropométricos mejoraría la usabilidad de los elementos.

Patent Application Publication Nov. 6, 2003 Sheet 1 of 4 US 2003/0206769 A1

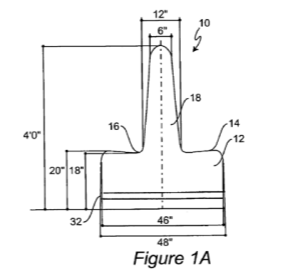


Figure 1A

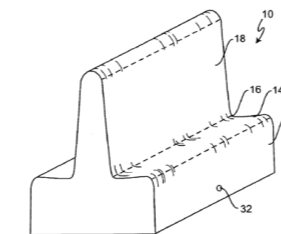


Figure 1B

Patent Application Publication Nov. 6, 2003 Sheet 3 of 4 US 2003/0206769 A1

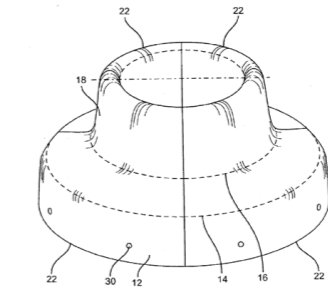


Figure 3A

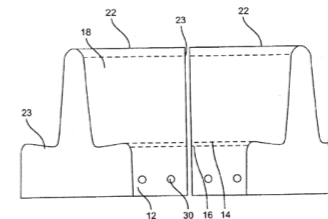


Figure 3B

Patent Application Publication Nov. 6, 2003 Sheet 4 of 4 US 2003/0206769 A1

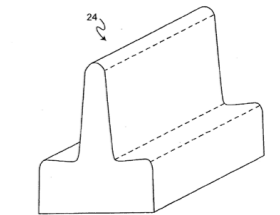


Figure 4

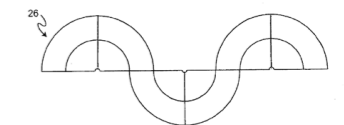


Figure 5

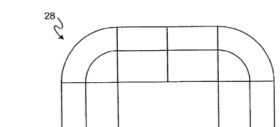


Figure 6

Figura 12. Patente nº2. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Semicircle bench  
**Nº:** CN204862087U  
**Inventor:** YAN JINGLI  
**Publicación:** 2015-12-16

Este modelo de utilidad muestra un producto con el que se consigue un elemento de descanso que puede instalarse sobre diferentes tipos de suelos con gran facilidad, con desniveles o planos inclinados. El producto está formado por un cuerpo semicircular que funciona como banco, el cual se une a dos piezas colocadas perpendicularmente que actúan como soportes para estabilizar la pieza superior. Este ensamble se realiza mediante dos salientes que tiene el asiento y que se encajan en los soportes. Para asegurar su correcta fijación, se introduce en los agujeros un compuesto de resina u hormigón que fija al completo las tres piezas.

Además, la repetición del producto linealmente puede funcionar como un elemento de limitación que no resta demasiada visión a los espacios en los que se coloca.

CN 204862087 U      说明书附图      1/1 页

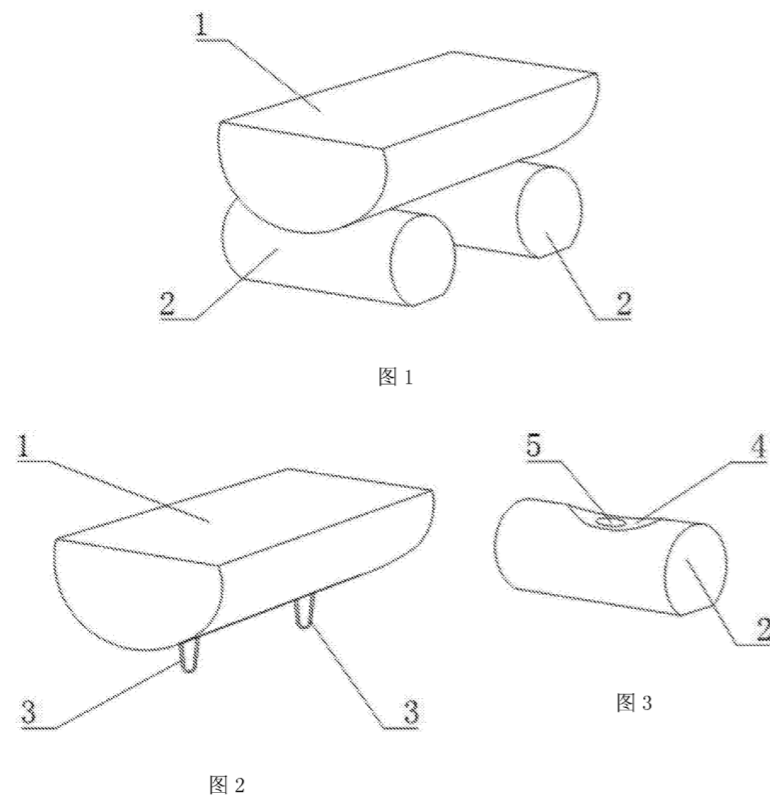


Figura 13. Modelo de utilidad nº1. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Combination furniture  
**Nº:** CN206729582U  
**Inventores:** CHEN TONG; LI YUE; WANG JIEQIONG; ZHUANG YAN  
**Publicación:** 2017-12-12

Con este modelo de utilidad se observa la eficacia con la que trabajan los cuerpos geométricos para crear una infinidad de combinaciones útiles. Este elemento ofrece la función de elemento de limitación, elemento de descanso, elemento de almacenaje, etc. Además, el sistema de unión de las piezas es eficaz, evitando que puedan producirse desprendimientos y accidentes.

A partir de un módulo trapezoidal, se forman conjuntos que pueden variar en longitud y altura. De esta forma, se pueden generar separadores de espacios que cumplan también otras funciones como la de asiento. Colocando los módulos delante de otros se generan también paredes verticales que actúan como respaldo. Soluciones de este tipo se pueden ubicar en espacios abiertos, delimitando zonas concretas sin que sean obstáculos visuales. Además, resulta interesante analizar el sistema de unión de los módulos, ya que cuenta con unos elementos de fijación pequeños que pasan desapercibidos a la vez que aseguran la estabilidad de los conjuntos.

CN 206729582 U      说明书附图      1/2 页

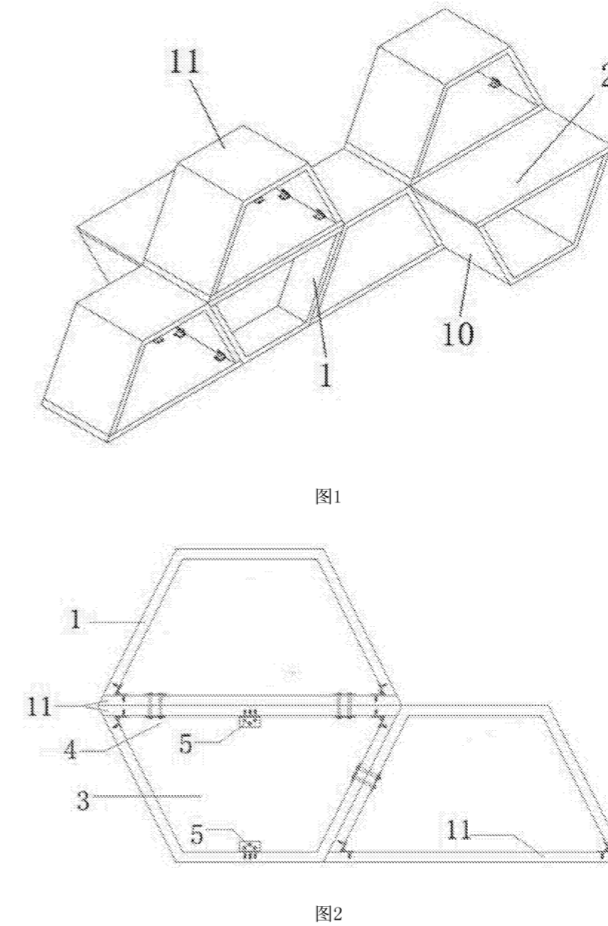


Figura 14. Modelo de utilidad nº2. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>



**Título:** Bank street furniture  
**Nº:** ES1022308U  
**Inventor:** MONTERO AGÜERA RAFAEL MARIA  
**Publicación:** 1993-03-16

Aunque no se trata de un producto fabricado en hormigón, con un perfil como el de este banco se consigue un producto funcional, ergonómico y ligero. Formas similares a esta permiten que un elemento pueda ser colocado en diferentes posiciones sin que peligre su estabilidad, ya que este tipo de productos cuentan con un anclaje al suelo muy firme.

Además de favorecer la ergonomía, la inclinación con la que cuenta el asiento permite que los líquidos se desplacen hasta el suelo en caso de lluvia o derramamiento de alguna bebida. De esta manera, el banco vuelve a estar seco y utilizable en un periodo de tiempo más corto que otros productos que cuentan con asientos paralelos al suelo. No obstante, el diseño inclinado dificulta los diferentes usos que se le pueda dar al banco, ya que resulta bastante incómodo para tumbarse en él.

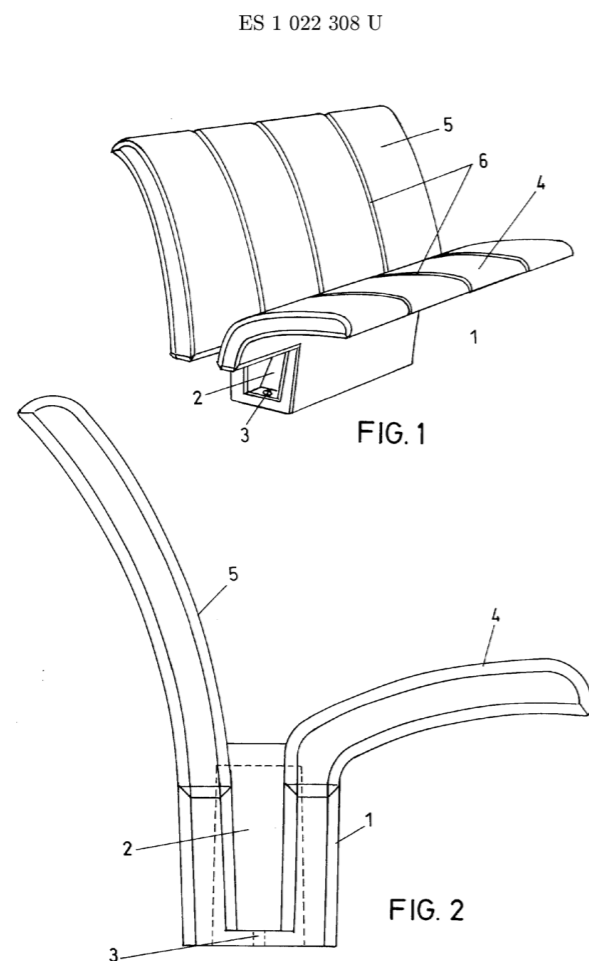


Figura 15. Patente nº3. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Public chair  
**Nº:** CN206295149U  
**Inventores:** HAN NUAN; HUANG TAO; LIU GUONA; LIU WENXIAO; YUE XIN; ZHU MINGMING  
**Publicación:** 2017-07-04

En este modelo de utilidad se expone cómo se puede realizar un elemento de descanso sin utilizar una cantidad abundante de material, lo cual supone un problema grave para el medio ambiente. Además, como se explica en la descripción del producto, su fabricación está realizada a partir de una mezcla de cemento portland (80%) y hormigón reciclado (20%).

Esta propuesta está formada por dos piezas simétricas con una estructura en U, que permite generar varias configuraciones lineales. Debido a su forma, puede integrarse fácilmente en gran número de espacios sin llegar a ser un impedimento visual.

Del producto destaca la ligereza y el método de unión entre las piezas, en el que se utilizan el mismo elemento para los dos tipos de anclaje.

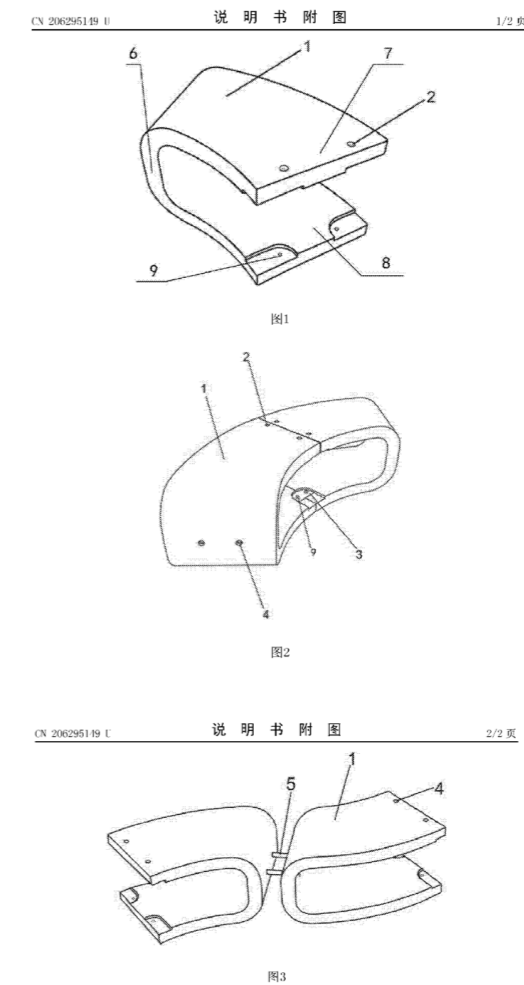


Figura 16. Modelo de utilidad nº3. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** K type public chair  
**Nº:** CN206295130U  
**Inventores:** CHEN KERU; HUANG TAO; LIU GUONA; LONG PAN; LUO XIN; WEI GUANGCHAO  
**Publicación:** 2017-07-04

Esta patente muestra dos elementos modulares que destacan por la estabilidad y ligereza con la que cuenta su diseño. Su función principal es la de asiento o mesa. La unión de los módulos no se realiza mediante tornillos u otras piezas similares, pero se facilita su ensamblaje gracias a unos salientes en las caras contiguas que funcionan a modo de labio-ranura. De este modo se consigue la correcta colocación de los elementos a la vez que se mantiene la facilidad para transportarlos.

Por otra parte, las configuraciones que se generan crean unos huecos que pueden servir como espacio de almacenamiento para los usuarios. Dependiendo de qué piezas se combinen, surgen huecos de diferentes tamaños. Estos estantes pueden ser provechosos para usuarios del espacio público que quieren mantener sus pertenencias en un sitio resguardado.

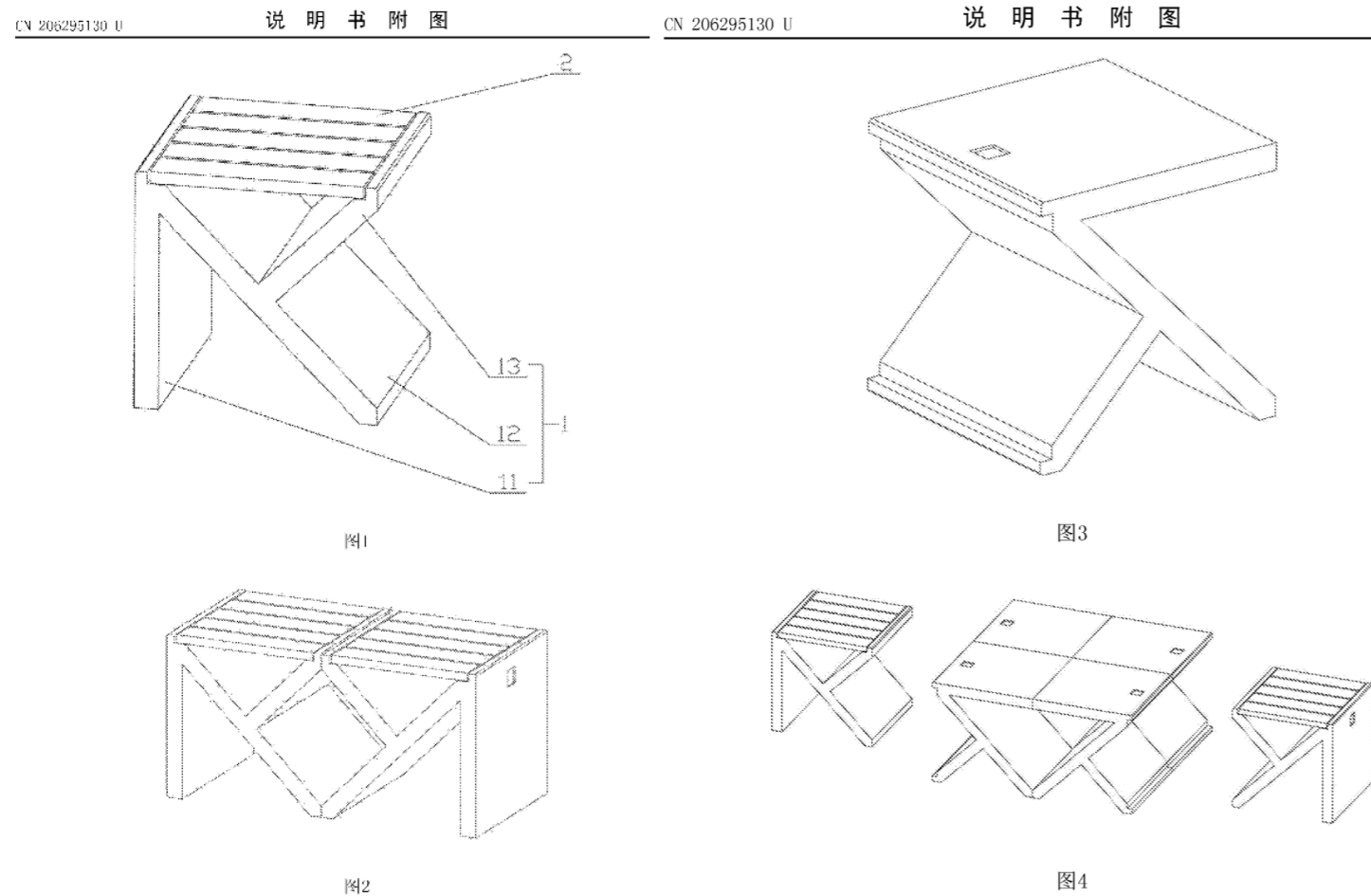


Figura 17. Patente nº4. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Public bicycle parking frame  
**Nº:** CN205854331U  
**Inventor:** CUI GUANYUN  
**Publicación:** 2017-01-04

Se trata de un producto para aparcar las bicicletas. El perfil del producto es interesante ya que puede servir de inspiración para el diseño de un producto multifuncional que sirviera de aparcadero de bicicletas y elemento de descanso mediante la repetición en serie del módulo. Sin embargo, la parte que actuaría como asiento y respaldo debería de contar con una mayor superficie de apoyo para mejorar la comodidad, ya que tal y como se presenta el producto esta parte está formada por dos tubos de acero.

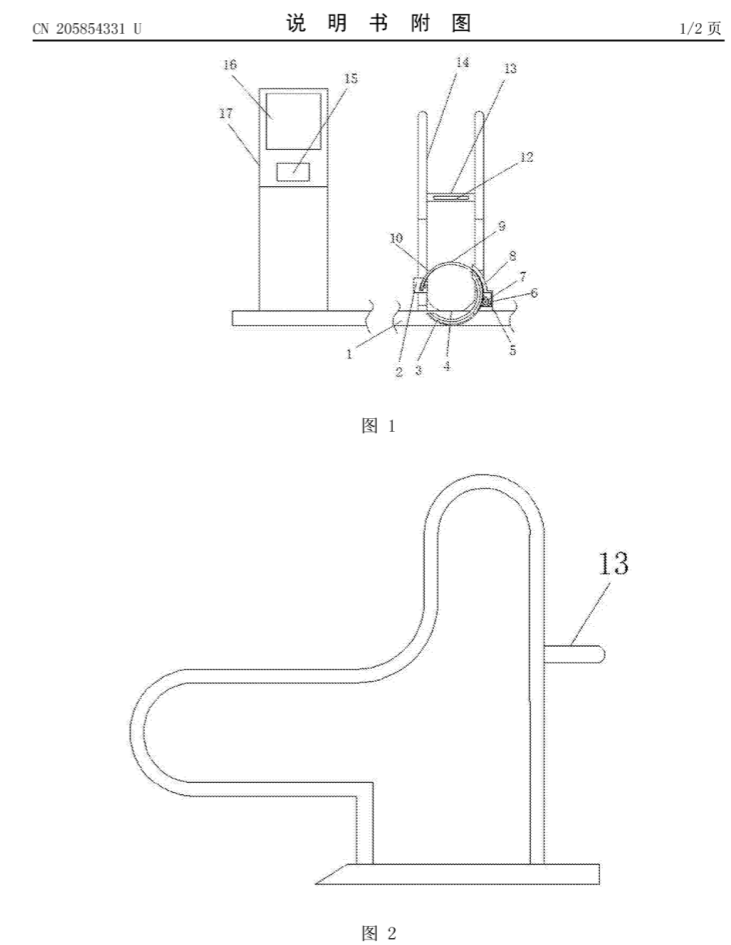


Figura 18. Patente nº5. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Multifunctional furniture  
**Nº:** ES1057880U  
**Inventor:** BRUNET NICOLAU LLOREN  
**Publicación:** 2004-10-01

En este documento se expone el diseño de un mueble multifuncional para el hogar. Aunque en este caso no se trata de un producto de mobiliario urbano, sus características podrían ser aplicadas para este campo. En el espacio público, un producto similar podría actuar como elemento de descanso, de limitación, de juego, macetero, etc.

El producto original está fabricado en madera laminada, de modo que es bastante ligero a la vez que resistente. Debido a su cuerpo curvo, el objeto permite realizar un movimiento de balanceo, que puede ser parado con unas piezas que aseguran su estabilidad. Aunque este movimiento hace que el producto sea más amable y permita una mayor interacción entre él y el usuario, no podría llevarse a cabo en un entorno abierto ya que sería peligroso. Si este elemento se fabrica en un material que le otorga mayor peso, además de que generar el movimiento de balanceo resultaría más difícil, existiría el riesgo de provocar lesiones o accidentes graves.

Sin embargo, aún excluyendo este movimiento, las posibilidades que el diseño ofrece en sus posiciones estáticas son interesantes.

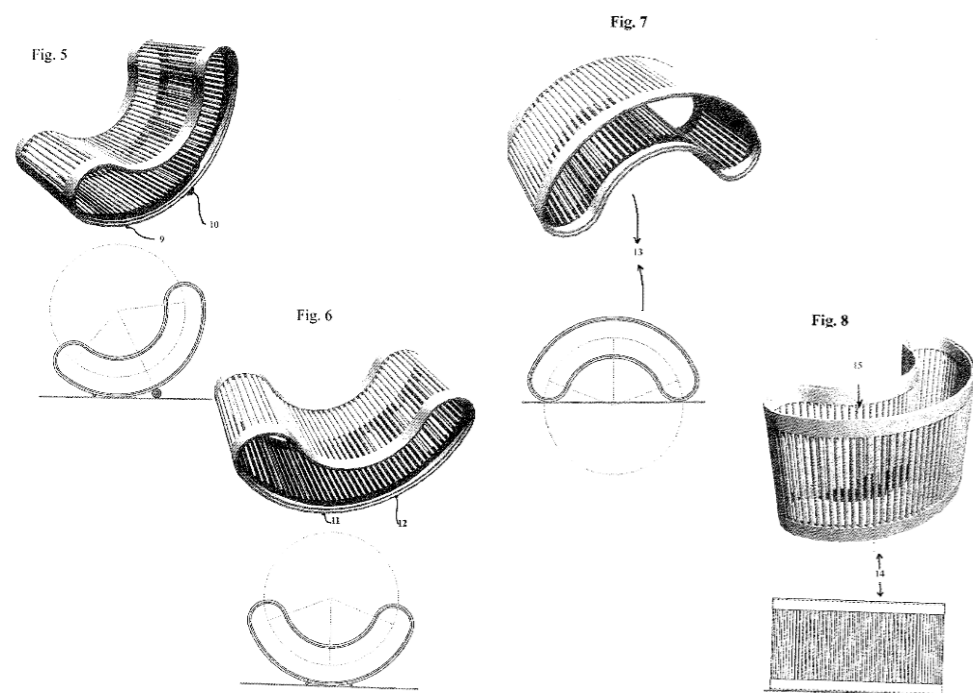


Figura 19. Patente n°6. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

**Título:** Multi-orientation modular furniture having an energy releasable design  
**Nº:** US2013207421A1  
**Inventor:** TURNER SANDRA  
**Publicación:** 2013-08-15

Por último, se presenta la patente de un producto pensado para generar ambientes más dinámicos en escuelas infantiles. A diferencia de los elementos convencionales como la mesa y la silla, este asiento pretende mejorar la eficiencia de los estudiantes en el lugar de aprendizaje, tratando que los alumnos interactúen más entre ellos y se aumente su concentración.

Lo interesante de este producto son las posibilidades que ofrece, puesto que, entre otras, permite la creación de asientos, mesas o conjuntos de diferentes alturas. Este tipo de elementos que son comunes en el ámbito académico también pueden ser útiles en el entorno público.

El producto se fabrica por rotomoldeo con polietileno de alta densidad, lo que lo convierte en un objeto muy ligero al estar hueco por dentro. De este modo se facilita el cambio de orientaciones que permite el producto. Sin embargo, si el objeto se fabricara por moldeo con hormigón, el peso aumentaría considerablemente provocando que resultara difícil su movimiento. Además, deberían anclarse al suelo permanentemente para evitar caídas o desplazamientos indeseados.

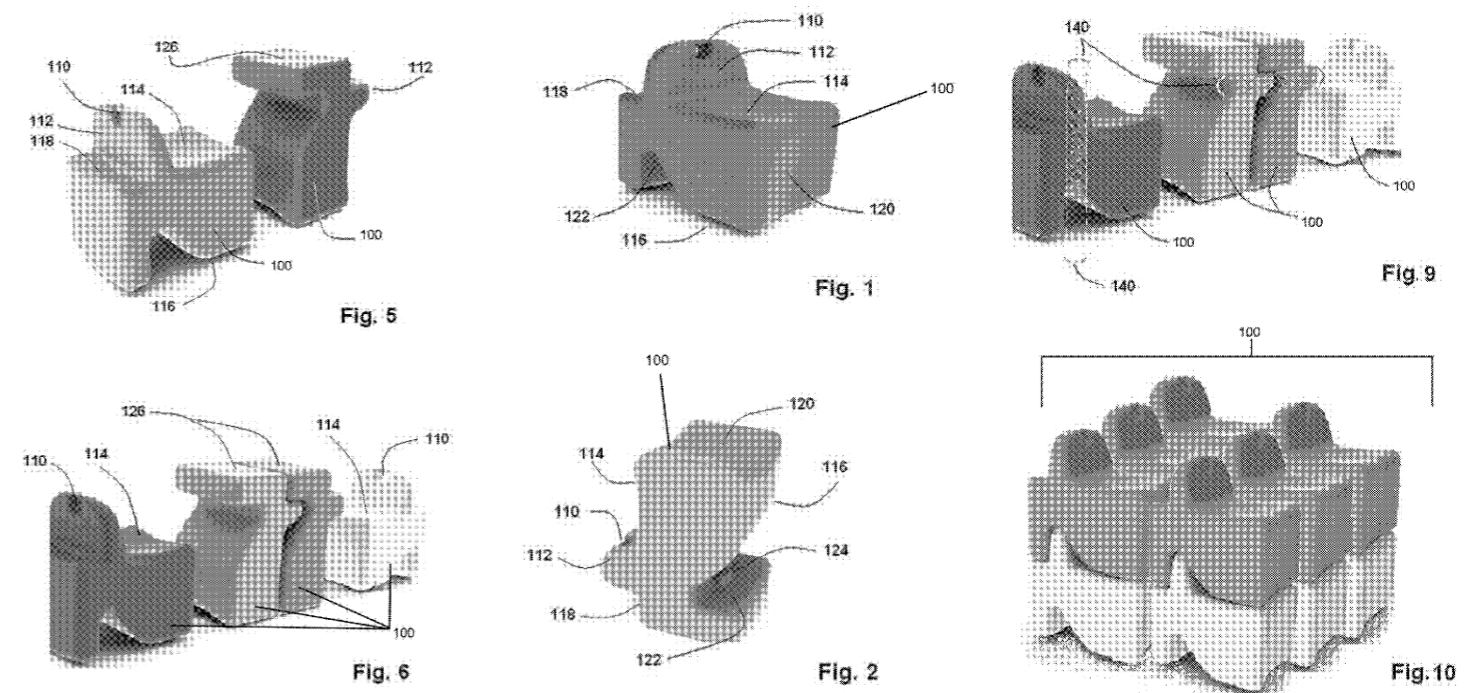


Figura 20. Patente n°7. Fuente: <https://worldwide.espacenet.com>

### 1.3.3. ERGONOMÍA

En este apartado se van a estudiar las características antropométricas de los usuarios del público objetivo del producto. Al tratarse de un elemento multifuncional que puede ser utilizado por un individuo, es importante establecer una serie de requisitos que han de ser cumplidos y que son necesarios para su correcto uso por el mayor número de usuarios posible. Una de las funciones que se desea ofrecer es la de asiento o elemento de descanso, por lo que se tendrán en cuenta las dimensiones fundamentales para los asientos.

Para obtener estos datos, se van a consultar las medidas básicas del cuerpo humano recopiladas en la norma UNE-EN ISO 7250-1:2017, las cuales se centran en el diseño tecnológico.

Las referencias de las medidas que se van a tener en cuenta son las siguientes:

#### - 4.1.6 Altura de la espina iliaca, de pie

##### 4.1.6 Altura de la espina iliaca, de pie

**Descripción:** Distancia vertical desde el suelo a la espina iliaca antero-superior (el punto de la cresta iliaca dirigido más hacia abajo). Véase la figura 5.

**Método:** El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos.

**Instrumento:** Antropómetro.

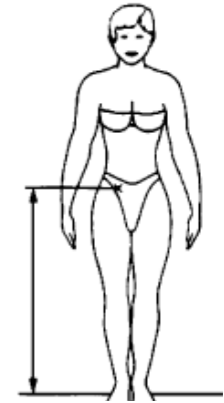


Figura 21. Referencia antropométrica 4.1.6. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.1.7 Altura de la entrepierna

##### 4.1.7 Altura de la entrepierna

**Descripción:** Distancia vertical desde el suelo a la parte distal de la rama inferior del pubis. Véase la figura 6.

**Método:** En un principio el sujeto se sitúa de pie con las piernas separadas 100 mm como máximo; el brazo móvil del instrumento de medida se coloca contra la superficie interior del muslo de manera que, cuando se empuje hacia arriba, presione suavemente el hueso púbico. A continuación el sujeto cierra las piernas y permanece completamente erguido durante la medida.

**Instrumento:** Antropómetro.

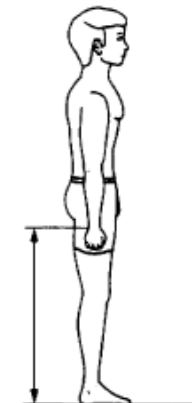


Figura 22. Referencia antropométrica 4.1.7. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.1.8 Altura de la tibia

##### 4.1.8 Altura de la tibia

**Descripción:** Distancia vertical desde el suelo hasta el punto tibial. Véase la figura 7.

**Método:** El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos.

**Instrumento:** Antropómetro.

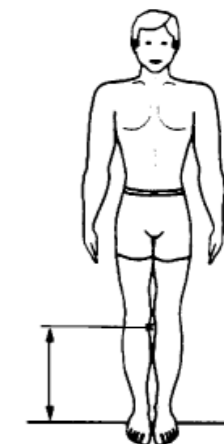


Figura 23. Referencia antropométrica 4.1.8. Fuente: aenormas.aenor.com



#### - 4.1.12 Anchura de caderas, de pie

##### 4.1.12 Anchura de caderas, de pie

**Descripción:** Distancia horizontal máxima entre caderas. Véase la figura 11.

**Método:** El sujeto se sitúa de pie, erguido y con los pies juntos. La medida se toma sin presionar contra la carne de las caderas.

**Instrumento:** Antropómetro (pie de rey grande), compás de espesores grande.



Figura 24. Referencia antropométrica 4.1.12. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.2.11 Anchura de caderas, sentado

##### 4.2.11 Anchura de caderas, sentado

**Descripción:** Anchura del cuerpo medida en la parte más ancha de las caderas. Véase figura 22.

**Método:** El sujeto se sitúa sentado, con los muslos totalmente apoyados, las piernas colgando libremente y las rodillas juntas. La medida se toma sin presionar las caderas.

**Instrumento:** Compás de espesores grande.

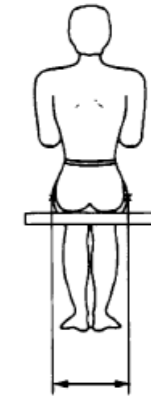


Figura 25. Referencia antropométrica 4.2.11. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.2.1 Altura sentado (erguido)

##### 4.2.1 Altura sentado (erguido)

**Descripción:** Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto más alto de la cabeza (vértex). Véase la figura 12.

**Método:** El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

**Instrumento:** Antropómetro.



Figura 26. Referencia antropométrica 4.2.1. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.2.12 Longitud de la pierna (altura del poplíteo)

##### 4.2.12 Longitud de la pierna (altura del poplíteo)

**Descripción:** Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto. Véase figura 23.

**Método:** El sujeto mantiene el muslo y la pierna formando ángulo recto durante la medición. El sujeto puede estar sentado o permanecer de pie con el pie colocado sobre una plataforma elevada respecto del suelo. El brazo móvil del instrumento de medida presiona suavemente contra el tendón del músculo bíceps fémoris relajado.

**Instrumento:** Antropómetro.



Figura 27. Referencia antropométrica 4.2.12. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.2.4 Altura de los hombros, sentado

##### 4.2.4 Altura de los hombros, sentado

**Descripción:** Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el acromion. Véase la figura 15.

**Método:** El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los hombros relajados y los brazos colgando libremente.

**Instrumento:** Antropómetro.



Figura 28. Referencia antropométrica 4.2.4. Fuente: aenormas.aenor.com

#### - 4.4.6 Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento)

##### 4.4.6 Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento)

**Descripción:** Distancia horizontal desde el hueco posterior de la rodilla hasta el punto posterior del trasero. Véase la figura 48.

**Método:** El sujeto se sitúa sentado, completamente erguido, con los muslos totalmente apoyados y la superficie de asiento prolongada tanto como sea posible hacia el hueco posterior de la rodilla; las piernas colgando libremente. La posición del punto posterior del trasero se proyecta verticalmente sobre la superficie de asiento mediante un bloque de medida que toca el trasero. La distancia se mide a partir del bloque de medida hasta el borde delantero de la superficie de asiento.

**Instrumento:** Antropómetro; bloque de medida.



Figura 29. Referencia antropométrica 4.4.6. Fuente: aenormas.aenor.com

Una vez se han determinado cuáles son las dimensiones importantes, se consultan sus valores en la base de datos antropométricos de la población laboral española, donde se exponen tanto las dimensiones de un conjunto formado por hombres, otro por mujeres y uno de la población conjunta.

Para poder realizar un producto accesible, es importante tener en cuenta las dimensiones mínimas y máximas que podemos encontrar. En este caso, se deben establecer las medidas dentro de un intervalo ajustable, en el que se toman como referencia los valores del percentil 5 de la población de mujeres y los del percentil 95 de hombres. De este modo, se consigue que el producto que va a diseñarse pueda ser válido para el 95% de la población que lo utilice.

Nº Ref.	Designación	Dimensión Mujeres P5 (mm)	Dimensión Hombres P95 (mm)
4.1.6	Altura de la espina ilíaca, de pie	829	1040
4.1.7	Altura de la entrepierna	-	-
4.1.8	Altura de la tibia	384	520
4.1.12	Anchura de caderas, de pie	299	383
4.2.1	Altura sentado (erguido)	772	936
4.2.4	Altura de los hombros, sentado	511	640
4.2.11	Anchura de caderas, sentado	312	415
4.2.12	Longitud de la pierna (altura del poplíteo)	356	468
4.4.6	Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento)	450	545

Tabla 1. Valores de las dimensiones antropométricas. Fuente: [aenormas.aenor.com](http://aenormas.aenor.com)

Por otra parte, de la anteriormente citada norma UNE 41510:2001 se rescatan los siguientes parámetros dimensionales que afectan al diseño de elementos de mobiliario urbano:

**- 10.3.4.2 Bolardos.**

Los bolardos situados en itinerarios peatonales deben de tener una altura mínima de 70 cm y deben estar separados entre sí una distancia de 150 cm.

**- 10.3.4.3 Barandillas**

a) Deben tener como mínimo una altura de 100 cm.

b) En caso de precisar pasamanos, éstos deben tener un diseño anatómico que permita adaptar la mano con una sección igual o funcionalmente equivalente a la de un tubo de sección circular de diámetro comprendido entre 3 cm y 5 cm y deben estar separados del paramento vertical una distancia comprendida entre 4,5 cm y 6,5 cm. El pasamanos debe ser continuo, sin interrupciones y su altura debe estar comprendida entre 90 cm y 105 cm, siendo aconsejable colocar un segundo pasamanos a una altura comprendida entre 70 cm y 75 cm.

c) La parte inferior de la barandilla debe disponer de un zócalo resistente cuyo borde inferior debe estar a una altura máxima de 10 cm.

**- 10.3.4.4 Bancos**

a) La altura del asiento debe ser 45 cm  $\pm$  2. La profundidad del asiento debe estar comprendida entre 40 cm y 45 cm.

b) Los bancos deben tener respaldo y su altura debe ser, como mínimo de 40 cm.

c) Deben tener reposabrazos en los extremos.

d) Se deben situar, de modo que el elemento y la zona de influencia del mismo no interfiera la banda libre peatonal.

e) Su ubicación y diseño deben permitir la aproximación lateral a una persona que va en silla de ruedas.

Consultando la guía *Las dimensiones humanas en los espacios interiores* de Julius Panero y Martín Zelnik, encontramos la siguiente información:

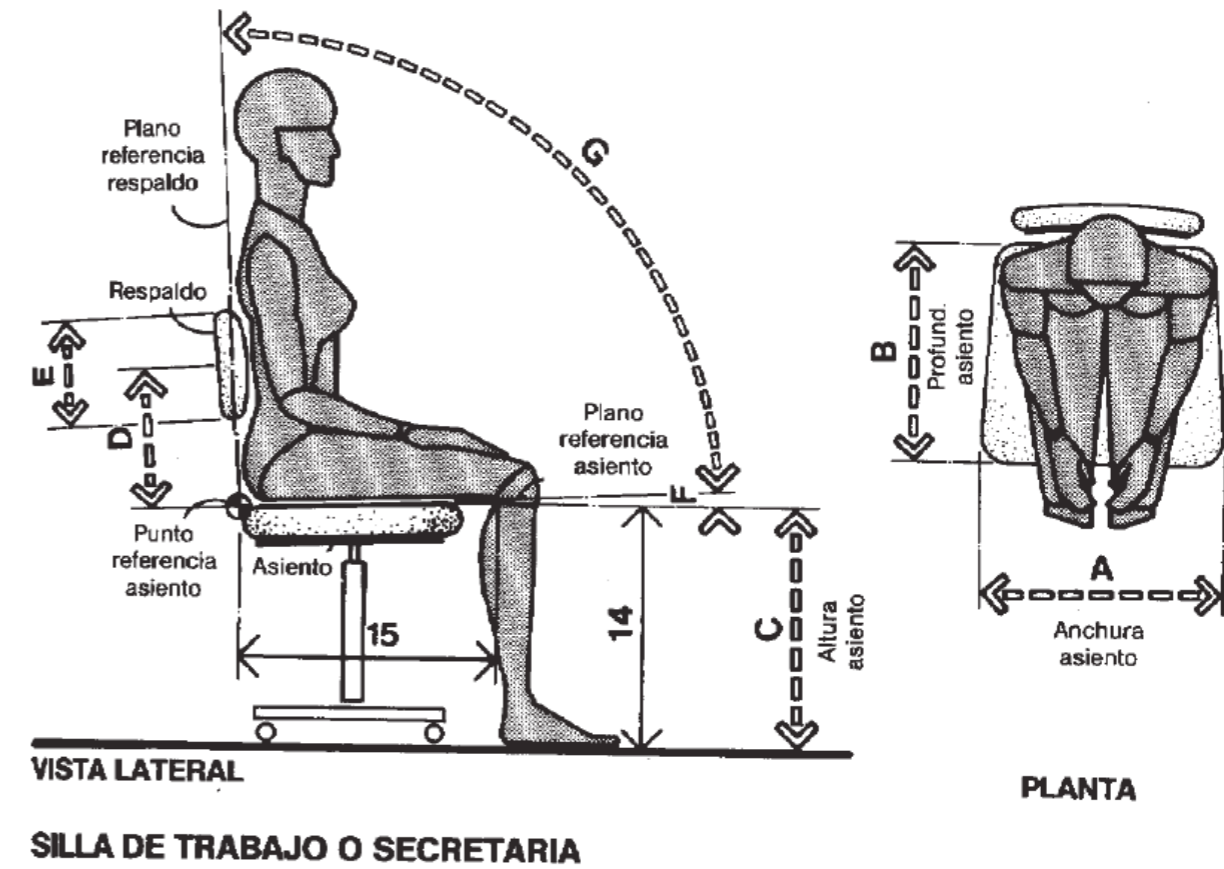


Figura 30. Ángulos de confort en posición de descanso  
(Panero, Zelnik. 2006)

En la postura propia del asiento se aprecia que el ángulo del respaldo con el asiento es de 105°. En este tipo de asiento se obtiene una postura sedente intermedia entre la de posición anterior y posición media, la cual es la apropiada para la función que se desea satisfacer en el elemento a diseñar. Con esta postura reposa la espalda de manera erguida de modo que se facilita la incorporación al levantarse.

Analizando otros tipos de asiento que se exponen en este documento, se establece la conclusión de que el ángulo del producto debe estar entre 100° - 110° para que sea cómodo y se produzca fácilmente la acción de levantarse.

# 1.4 Soluciones propuestas

## 1.4.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se presentan todas las soluciones propuestas. Aunque se trata de soluciones diferentes, todas ellas cuentan con características similares, ya que se siguen las mismas premisas establecidas a partir de la información obtenida en apartados anteriores. Como ya se ha explicado, el elemento -o conjunto de elementos- debe ser modular y multifuncional. Es por ello que las propuestas que se plantean han sido pensadas para aprovechar tanto sus diferentes orientaciones como las posibles combinaciones que se puedan hacer entre ellas.

Otra condición que comparten todas las propuestas es el objetivo de simplificar y reducir los procesos de fabricación y colocación de los elementos. Es por ello que todas las alternativas están pensadas para ser fabricadas en un único material, el hormigón.

Aunque los bocetos se muestran con dimensiones generales, son medidas aproximadas que sirven para obtener una idea inicial del volumen de cada alternativa, siendo posible modificar las medidas y proporciones más adelante para que cumplan y se adapten a una serie de criterios funcionales, ergonómicos y de accesibilidad.

## SOLUCIÓN 1

La primera solución que se presenta es un conjunto de dos piezas que salen de un mismo perfil. Una de las piezas es a partir de la extrusión del perfil, mientras que la otra es a partir de una revolución en 90°.

Como se puede observar, los elementos ofrecen una gran cantidad de combinaciones posibles, variando tanto en la manera de colocarse como en la de unirse entre ellas. Con la forma de este perfil se consigue un elemento multifuncional, ya que puede actuar como elemento de descanso (posición media y de descanso), apoyo isquiático, macetero, elemento de limitación, etc.

Estas piezas pueden colocarse con o sin anclaje al suelo, ya que dado su volumen cuentan con un peso considerable. De igual forma, las piezas pueden unirse entre ellas, mejorando así la estabilidad del conjunto.

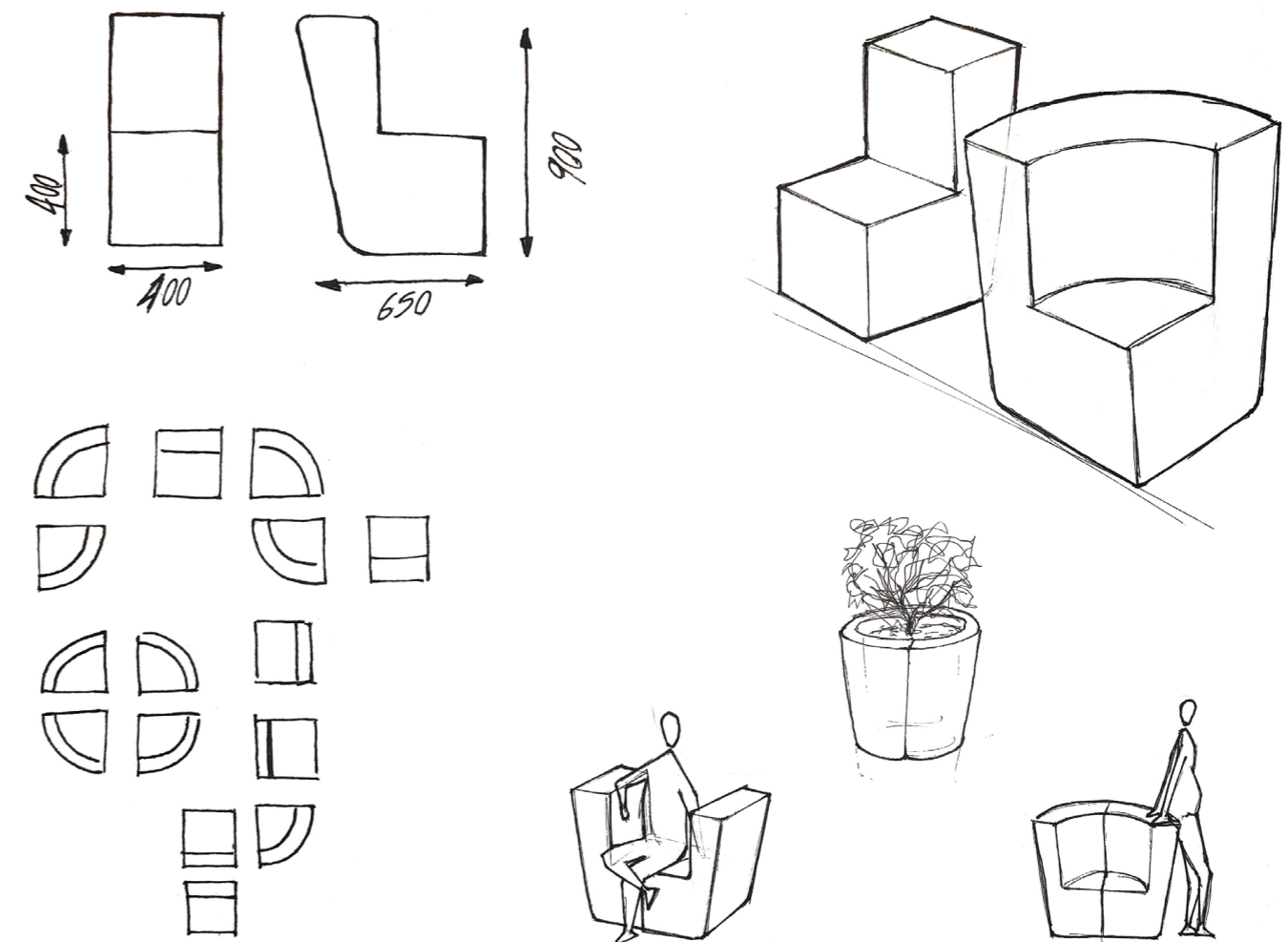


Figura 31. Propuesta 1. Fuente: elaboración propia



**SOLUCIÓN 2**

Para la segunda propuesta se diseña un conjunto de piezas similar al de la solución 1. Sin embargo, el perfil de esta solución cuenta con menor área, lo que provoca que los elementos sean más ligeros. Aún así, estos elementos permiten la misma cantidad de combinaciones que la solución anterior.

Los espacios huecos que se generan con esta propuesta pueden ser aprovechados para la implementación de elementos lumínicos.

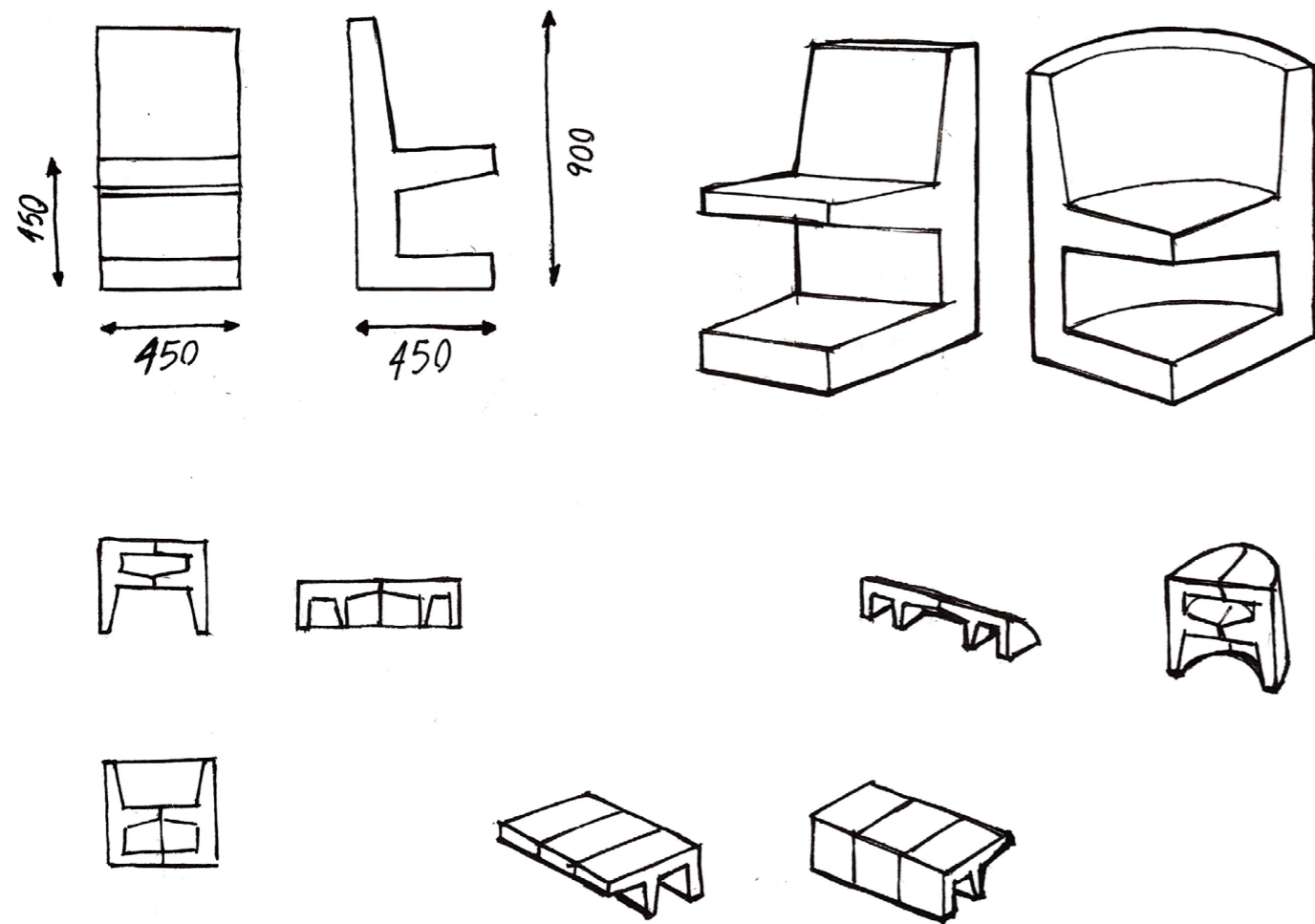


Figura 32. Propuesta 2. Fuente: elaboración propia

**SOLUCIÓN 3**

La tercera alternativa es un cuerpo hexagonal con un saliente en su parte superior. Gracias a la forma geométrica del hexágono, se pueden generar conjuntos que van en distintas direcciones. Estos conjuntos pueden funcionar favorablemente para delimitar espacios concretos, además de poder actuar como bancadas, asientos individuales, bolardos, maceteros, etc.

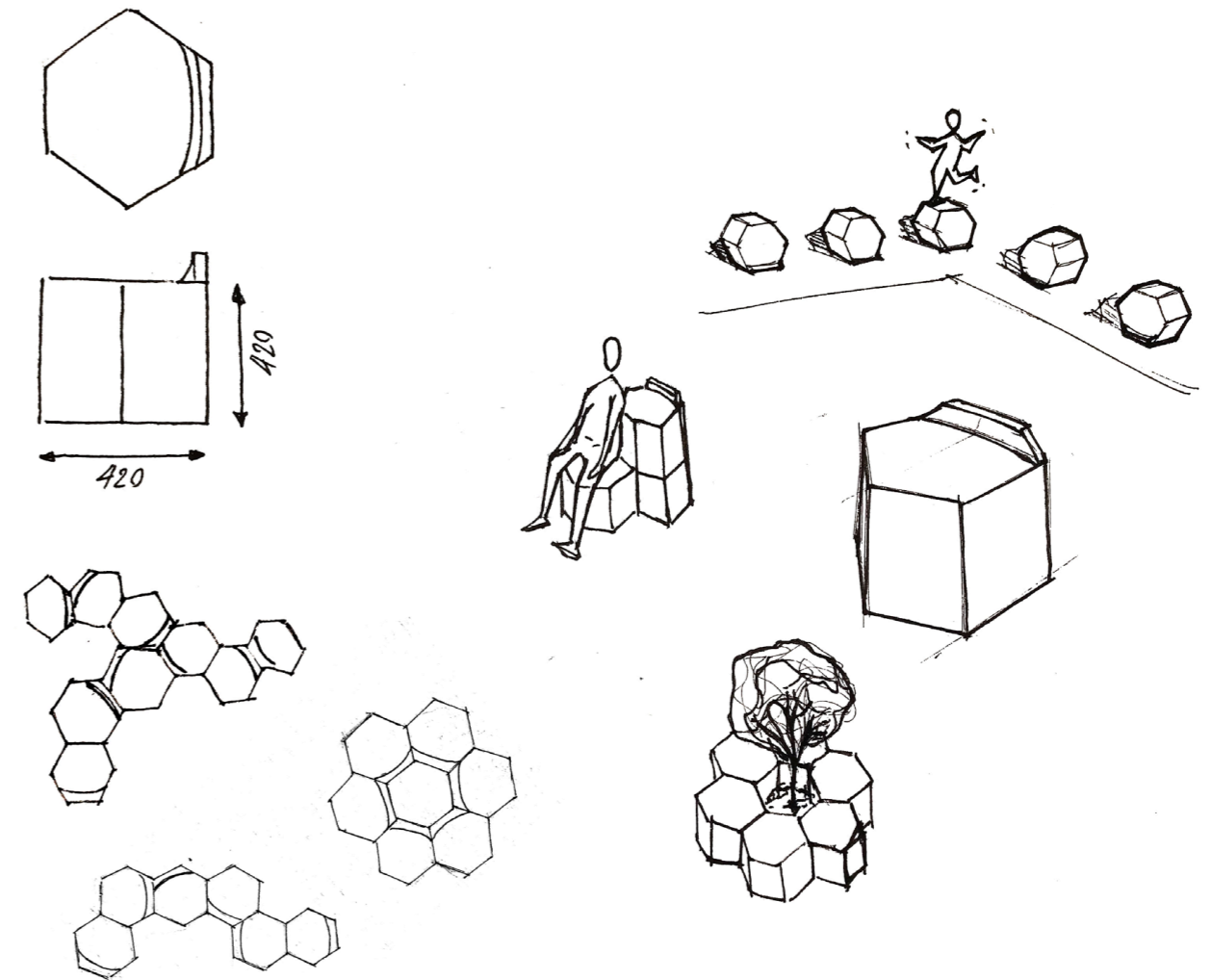


Figura 33. Propuesta 3. Fuente: elaboración propia

#### SOLUCIÓN 4

Para la cuarta propuesta se plantea un objeto modular que puede ofrecer diversas funciones según la forma en que se coloque. Inspirado en el juego chino Tangram, este elemento permite formar siluetas que dotan de dinamismo al lugar en el que se ubiquen. La función principal de estos objetos es actuar como elementos de descanso, aunque también pueden funcionar como elementos de juego, apoyo isquiático, mesas, etc.

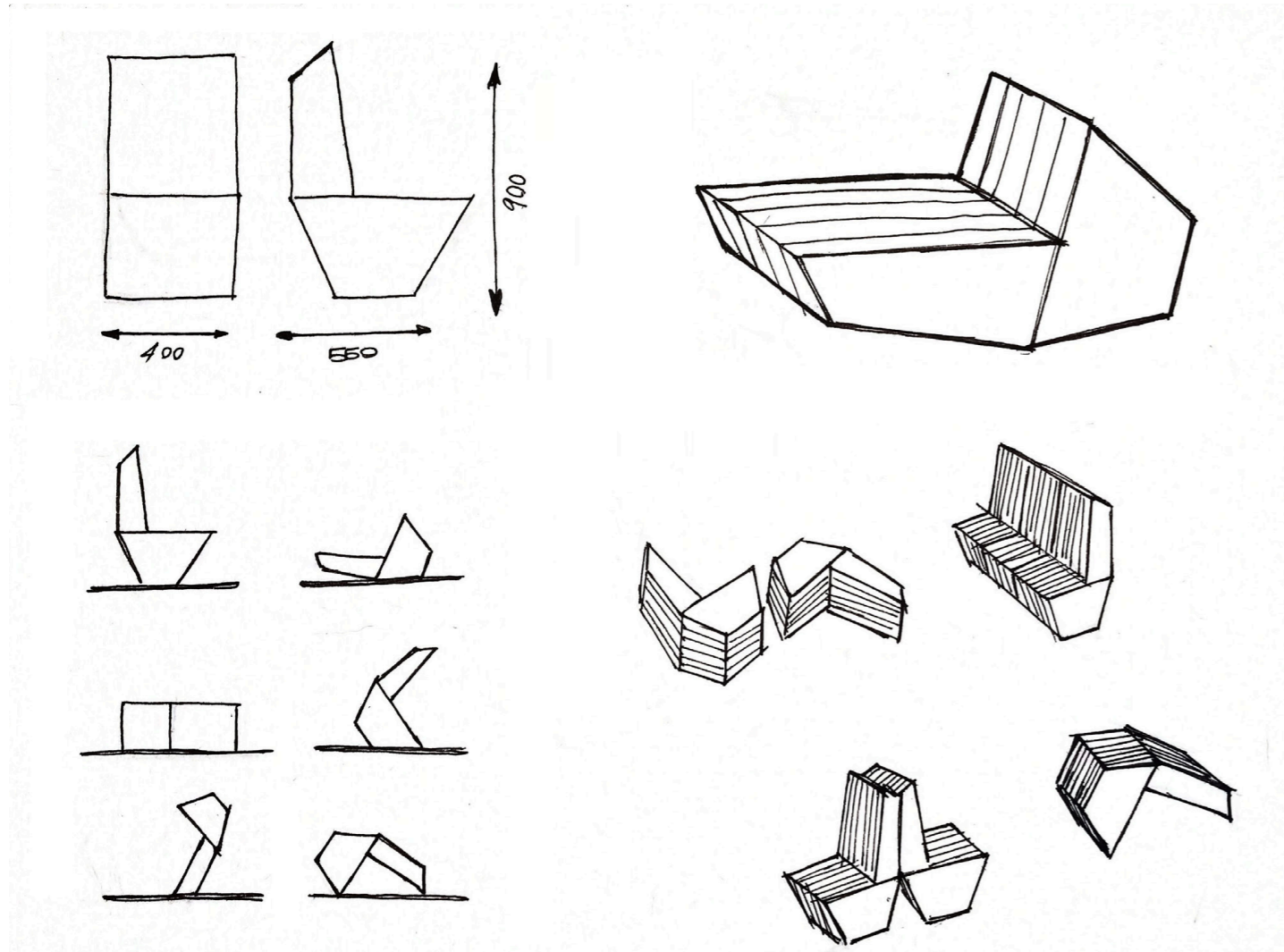


Figura 34. Propuesta 4. Fuente: elaboración propia

#### SOLUCIÓN 5

Por último, se presenta un cuerpo formado por dos paralelepípedos de diferentes longitudes y espesores. El cuerpo base es de mayor tamaño y peso y tiene un hueco en su interior que puede actuar como macetero o para albergar un elemento lumínico.

Aunque con esta propuesta no se consigue un número elevado de combinaciones como con las otras, las diferentes posiciones en las que se puede colocar lo convierte en un elemento multifuncional que puede funcionar de manera correcta en múltiples sitios. Además, cuenta con un diseño discreto formado por volúmenes rectos que facilita su integración en los espacios.

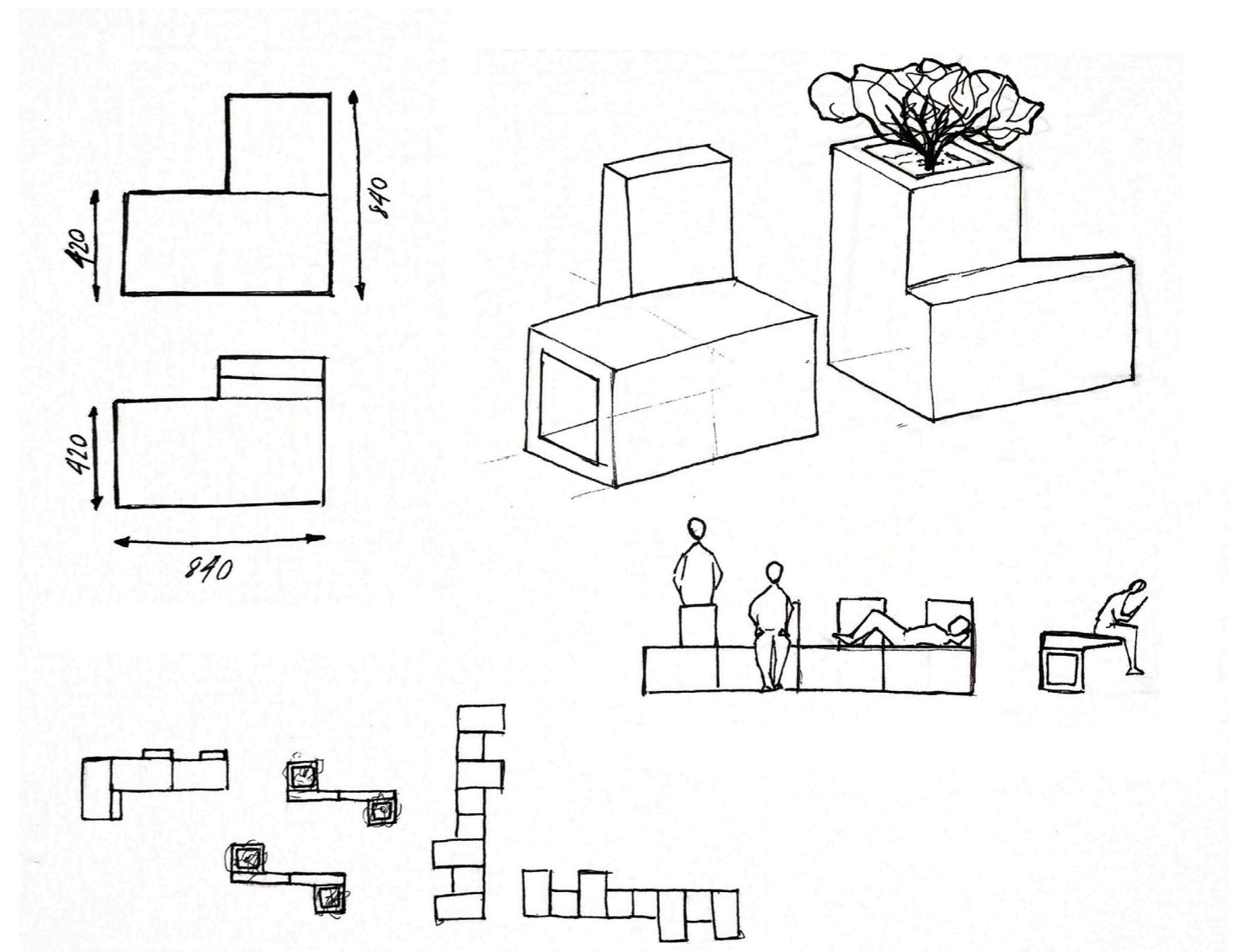


Figura 35. Propuesta 5. Fuente: elaboración propia

A modo de resumen, las propuestas planteadas son:

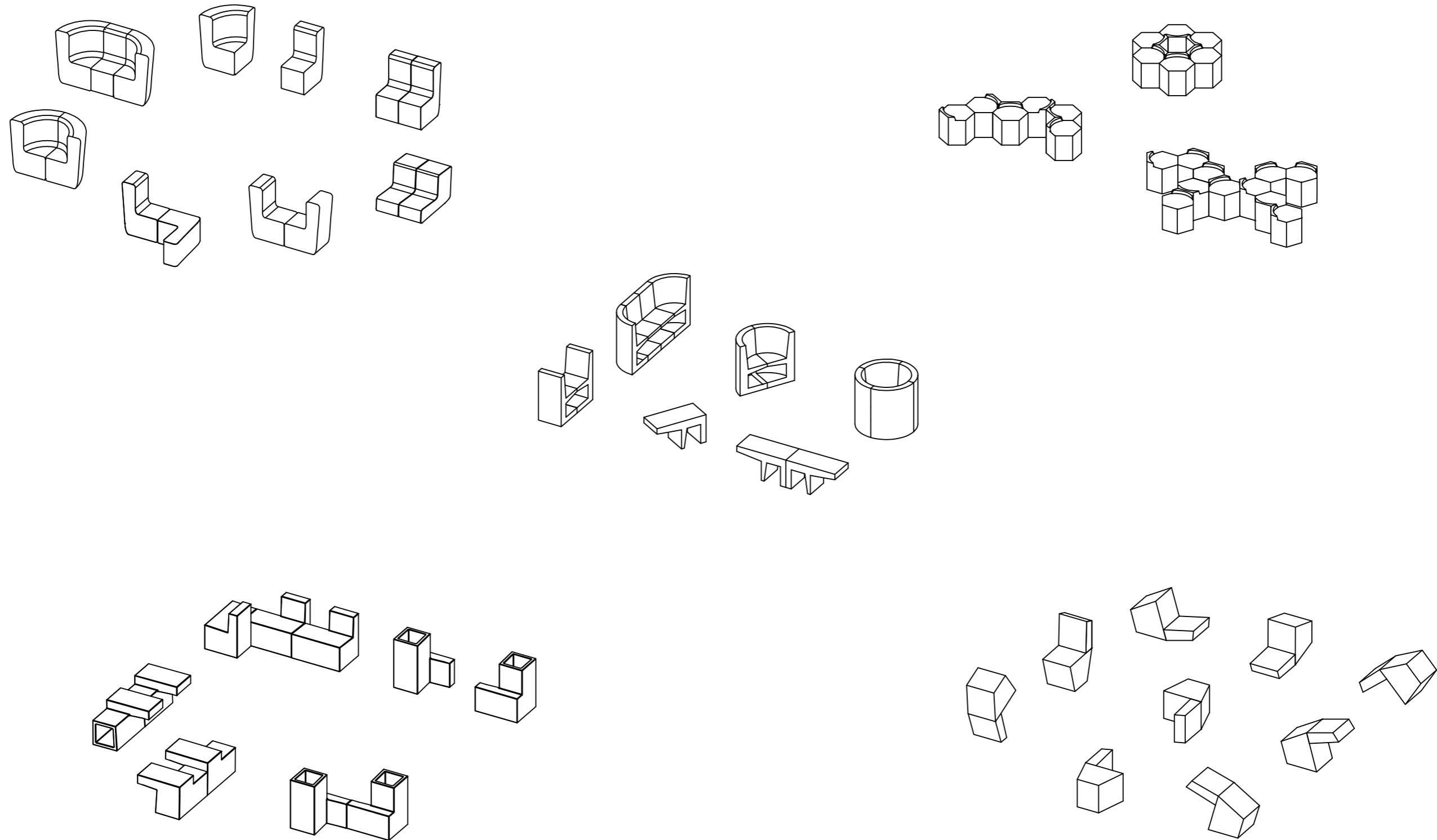


Figura 36. Conjuntos de las diferentes propuestas planteadas. Fuente: elaboración propia

### 1.4.2 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez se han presentado todas las posibles soluciones, es el momento de analizarlas detalladamente y definir cuál de ellas es la opción más viable para desarrollar en profundidad. Para ello, se van a tener en cuenta una serie de criterios relacionados con el objetivo principal del proyecto.

Ref.	Criterio
C1	Elemento modular
C2	Elemento multifuncional
C3	Accesible
C4	Ergonómico
C5	Una sola pieza
C6	Facilidad de montaje

Tabla 2. Criterios de selección

### Método DATUM

Para realizar el método DATUM es necesario escoger una de las alternativas como referencia, la cual sirve como base de comparación. De modo que las demás soluciones se comparan a la de referencia para observar cual se ajusta más adecuadamente a cada uno de los criterios.

Si la solución cumple mejor el objetivo se pone el signo (+), si no lo cumple (-). Si se valora que no existe una diferencia considerable entre ellas se marca con (=). Una vez se han realizado todas las comparaciones, se suman los diferentes signos para poder mostrar cual de todas es la opción más viable.

Tomando como referencia la Alternativa 1, los resultados obtenidos son los siguientes:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Σ (+)	Σ (=)	Σ (-)	TOTAL
S2	=	=	=	=	=	-	0	5	1	-1
S3	=	-	-	-	+	+	2	1	3	-1
S4	=	-	=	=	+	-	1	3	2	-1
S5	=	-	+	-	+	=	2	2	2	0

Tabla 3. Método DATUM

Los datos muestran que las 4 alternativas han obtenido valores negativos o neutros, demostrando que la alternativa 1 cumple de mejor manera con los criterios de selección.

### Regla de la mayoría

La regla de la mayoría sirve para comparar las alternativas entre ellas, de dos en dos. De esta forma se determina cuál de ellas cumple mejor, peor o igual (=) cada criterio. Una vez se comparan todos se observa qué solución cumple los criterios en mayor medida.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Resultados
<b>S1-S2</b>	=	=	=	=	=	S1	V(S1) > V(S2)
<b>S1-S3</b>	=	S1	S1	S1	S3	S3	V(S1) > V(S3)
<b>S1-S4</b>	=	S1	=	=	S4	S1	V(S1) > V(S4)
<b>S1-S5</b>	=	S1	S5	S1	S5	=	V(S1) > V(S5)
<b>S2-S3</b>	=	S2	S2	S2	S3	S3	V(S2) > V(S3)
<b>S2-S4</b>	=	S2	=	=	S4	=	V(S2) = V(S4)
<b>S2-S5</b>	=	S2	S5	S2	S5	S5	V(S2) > V(S5)
<b>S3-S4</b>	=	S4	S4	S4	=	S3	V(S3) < V(S4)
<b>S3-S5</b>	=	S5	S5	S5	=	=	V(S3) < V(S5)
<b>S4-S5</b>	=	S4	S5	S4	=	S5	V(S4) = V(S5)

Tabla 4. Regla de la mayoría

De nuevo, los datos muestran como la alternativa 1 es la que mejor se adapta a los criterios de selección, habiendo obtenido más resultados favorables que las demás propuestas.

### Suma ponderada

En esta técnica se evalúa cuantitativamente el grado (de 0 a 9) en el que cada alternativa cumple con los criterios. Además, a los criterios se les establece un porcentaje según la importancia que tenga cada uno. La suma de cada calificación multiplicada por el porcentaje de cada criterio determina la suma ponderada.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Σ	POSICIÓN
<b>%</b>	25	25	10	10	5	25	-	-
<b>S1</b>	9	9	8	8	0	8	8,1	1
<b>S2</b>	9	9	8	8	0	6	7,6	4
<b>S3</b>	9	7	7	5	9	8	7,75	3
<b>S4</b>	9	7	6	8	9	6	7,35	5
<b>S5</b>	9	7	8	7	9	8	7,95	2

Tabla 5. Suma ponderada

Los criterios para definir las calificaciones son:

- 9 > Cumple con el criterio excelentemente
- 7 - 8 > Cumple con el criterio notablemente
- 5 - 6 > Cumple con el criterio bien
- 3 - 4 > Cumple con el criterio insuficientemente
- 1 - 2 > Cumple con el criterio escasamente
- 0 > No cumple con el criterio

Los datos muestran que la solución 1 es la que mayor calificación ha obtenido, con una suma ponderada total de 8,1.

En definitiva, gracias a todos los métodos utilizados se observa que la alternativa 1 es la que mejor cumple con todos los criterios expuestos, siendo una propuesta modular, multifuncional, pensada para que sea accesible para un número elevado de usuarios y con el uso de un único material. El nombre escogido para la colección es Tàndem, ya que se trata de dos elementos que se combinan para cumplir con un mismo fin.



## 1.5 Justificación técnica

Finalmente se escoge desarrollar en detalle la solución 1. En este apartado van a justificarse todos los aspectos importantes de esta propuesta y los distintos cambios que se proponen respecto de la idea inicial.

### 1.5.1. Diseño de los módulos

En el diseño de ambos módulos se ha utilizado el mismo perfil para su posterior modelado. Como ya se planteaba en la solución inicial, una de las piezas surge a partir de una extrusión de este perfil, mientras que la otra se crea a partir de una revolución de 90°.

El perfil se ha diseñado teniendo en cuenta las funciones que debe cumplir y las necesidades de los usuarios que va a satisfacer. Considerando que una de las funciones principales que se va a llevar a cabo es la de elemento de descanso, las piezas cuentan con una forma que se asemeja a un asiento, con una parte de apoyo y otra de respaldo. No obstante, esta forma no impide que se puedan cumplir las demás funciones. Adaptar los elementos a unas medidas que sean favorables para los usuarios es de gran importancia ya que mediante la función de elemento de descanso es como los usuarios establecen una interacción directa con los elementos.

Las dimensiones con las que contaba el diseño inicial han sido modificadas para ajustarse correctamente a las medidas antropométricas estudiadas anteriormente en el apartado 3.3 Ergonomía. De esta información se obtiene:

- La altura del asiento debe encontrarse entre [380 - 420] mm
- La profundidad del asiento debe estar comprendida entre [400 - 420] mm
- La altura del respaldo debe ser como mínimo de 400 mm
- El ancho mínimo de un asiento individual debe ser de 420 mm
- Independientemente del tipo de posición que se ofrezca (anterior, media o de descanso), el ángulo del asiento con el respaldo debe estar comprendido entre [100° - 110°].

Otra función que se desea cumplir es la de apoyo isquiático. Para satisfacer correctamente esta necesidad, se tienen en consideración la siguiente medida:

- La altura del apoyo isquiático debe encontrarse entre [800 - 1040] mm

Por último, para cumplir correctamente con la función de elemento de limitación, es necesario tener en cuenta la siguiente dimensión:

- Los bolardos situados en itinerarios peatonales deben tener una altura mínima de 700 mm

Una vez analizados todos los requisitos ergonómicos, las dimensiones de la solución propuesta son:

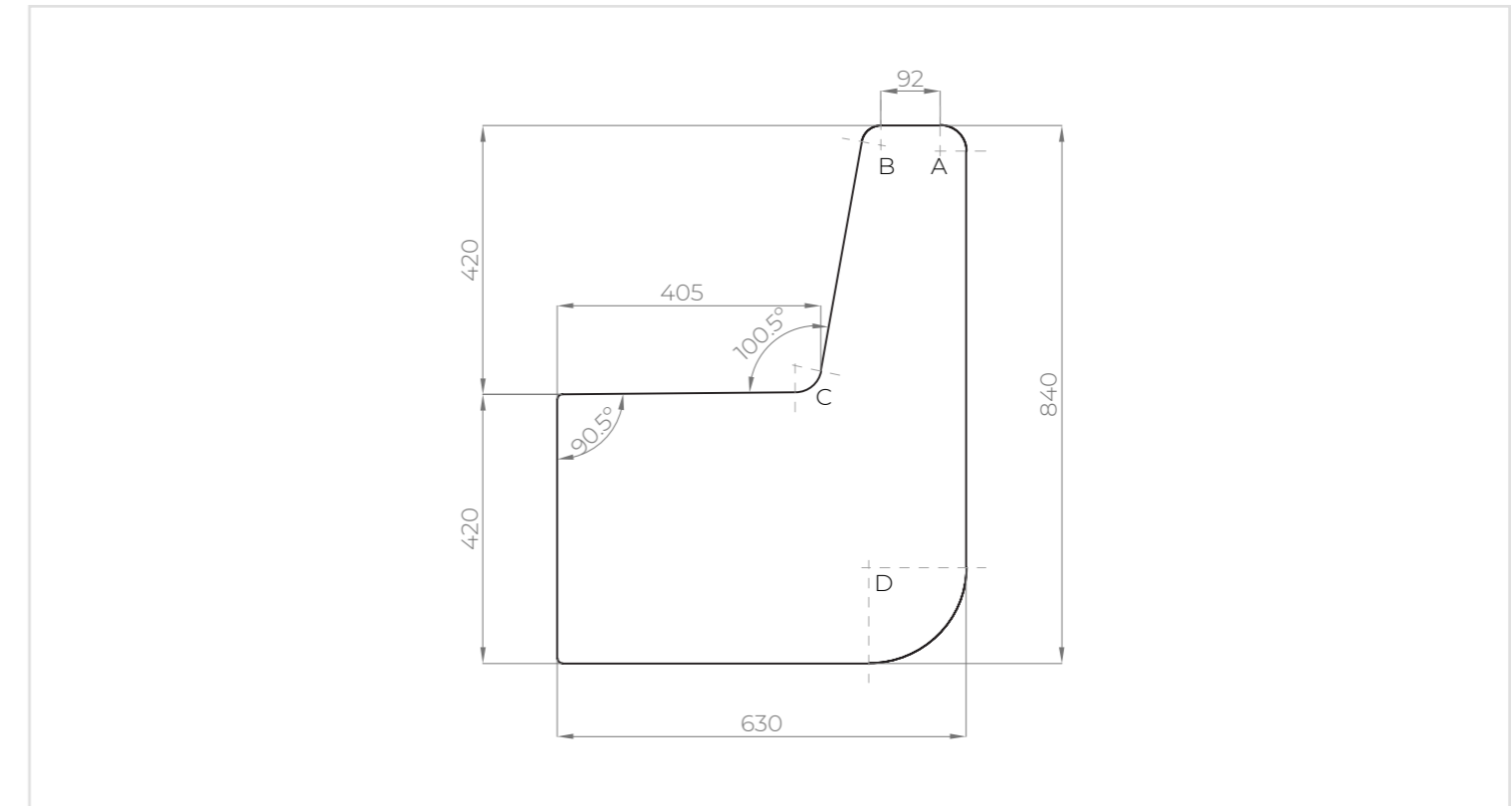


Figura 37. Dimensiones generales del perfil diseñado

Como se puede observar, las dimensiones propuestas entran dentro de los intervalos establecidos.

Por otra parte, cabe destacar el redondeo de 3 esquinas del perfil. Estas superficies son las que se encuentran en contacto directo con el usuario ya que actúan como superficies de apoyo. Con su redondeo se evita posibles daños o incomodidades. La superficie que se encuentra en contacto con la espina ilíaca en la posición de apoyo isquiático (punto A) se redondea con un radio de 40 mm. De esta manera se consigue una superficie amplia para apoyar el cuerpo cómodamente, sin que la presión pueda ser demasiado punzante y molesta.

En la parte anterior del respaldo (punto B), se utiliza un redondeo de 30 mm para el vértice superior y un redondeo de 40 mm para el vértice inferior (punto C), el cual es el punto de encuentro de la superficie del asiento con la del respaldo. Este último redondeo no debe de ser demasiado amplio para que el cuerpo del usuario se apoye correctamente y no resbale. La parte curva que se encuentra en la base (punto D) puede cumplir de igual manera como apoyo isquiático en caso de colocar la pieza del revés ya que cuenta con una superficie curva de 150 mm de radio.

En cuanto al ángulo que forma la superficie del asiento con la del respaldo, se ha escogido 100,5°. De este modo se reposa la espalda en una posición erguida, sin llegar a exigir demasiado esfuerzo para incorporarse.

La superficie del asiento forma un ángulo de 90,5° con la perpendicular al plano del suelo. Con esta leve inclinación se consigue que los líquidos no se estanquen y pueda secarse más rápido.

### PIEZA EXTRUIDA

Para la pieza extruida se establece un ancho de 420 mm. Todas las esquinas que forman ángulos rectos se redondean con un radio de 7,5 mm para evitar posibles accidentes debido a caídas o golpes.

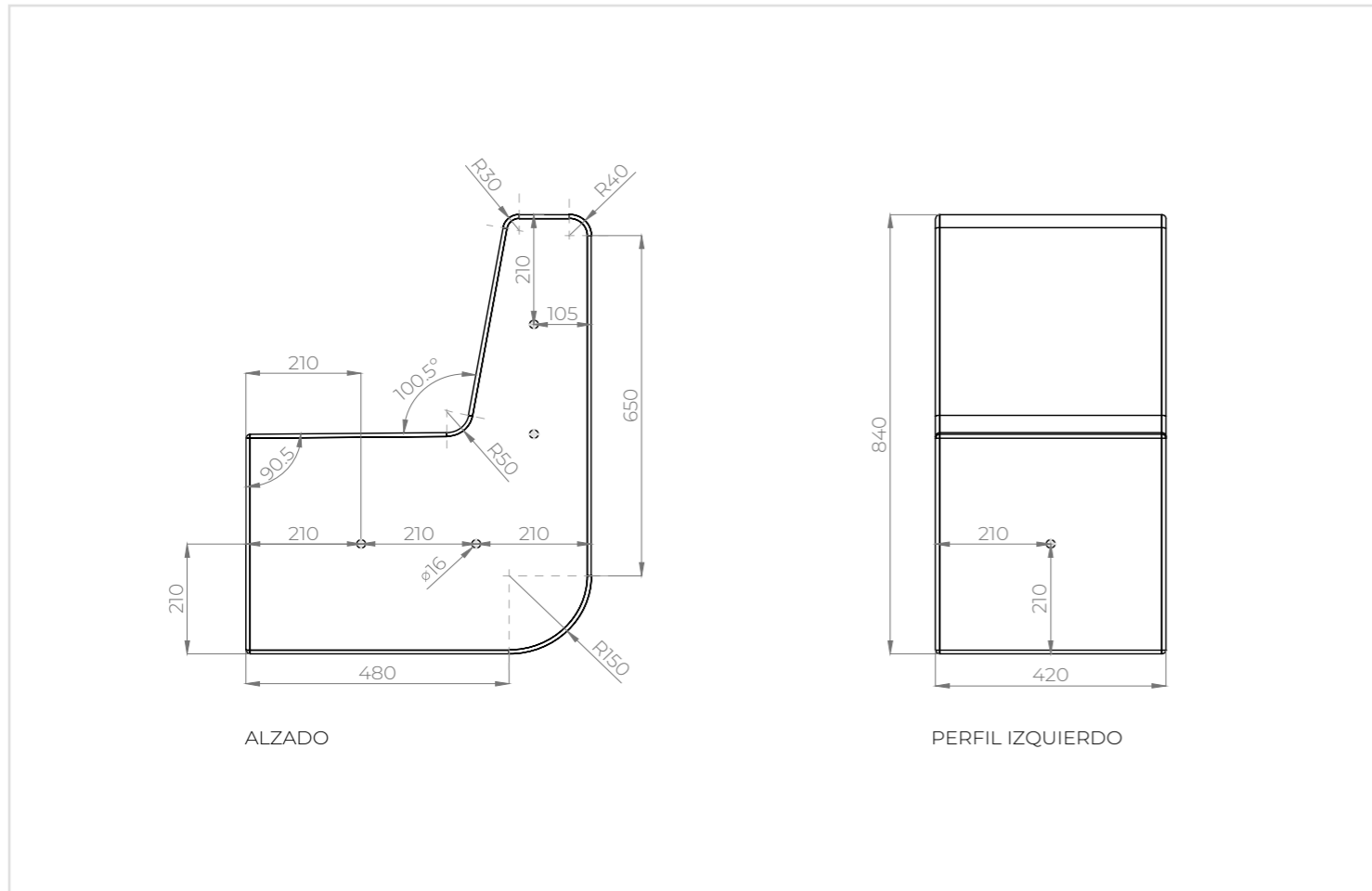


Figura 38. Vistas de la pieza extruida

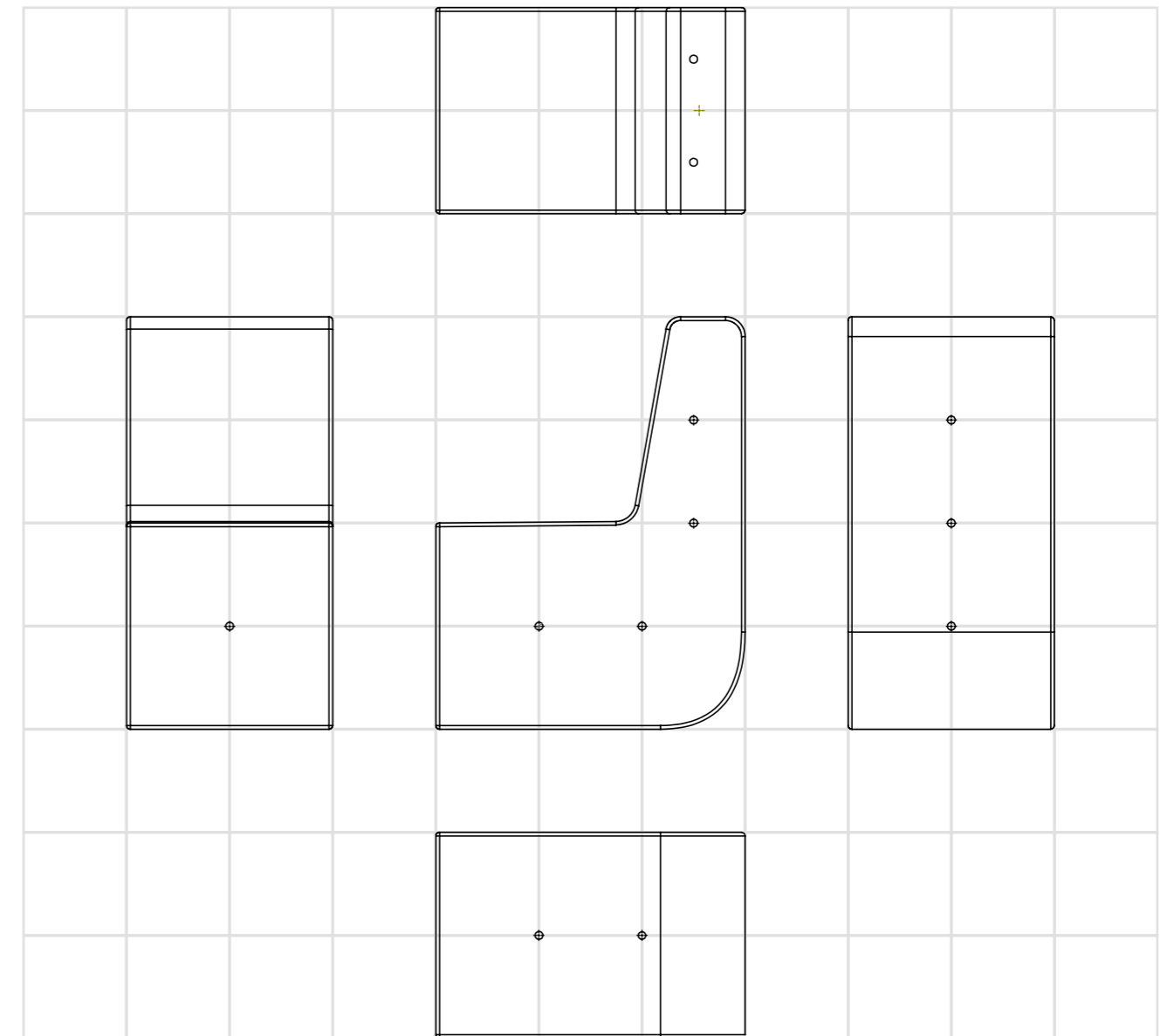


Figura 39. Vistas de la distribución de las perforaciones de la pieza extruida

En las diferentes caras del objeto se realizan una serie de orificios de 16 mm de diámetro y 80 mm de profundidad. Estos agujeros servirán para unir las piezas tanto al suelo como entre ellas en las diferentes configuraciones posibles. La posición de estos agujeros se ha desarrollado a partir de una retícula cuadrada de 210 mm de lado. Utilizando este sistema se consigue generar configuraciones geométricas más rigurosas y con mayor precisión.

Con estas dimensiones se obtiene un cuerpo de 143.242,29 cm<sup>3</sup> de volumen y una masa total de 342,781 kg.

## PIEZA DE REVOLUCIÓN

Para la pieza de revolución surgen tres posibles piezas con diferentes ángulos, 90°, 60° y 45°. Como ya se ha explicado previamente, se desea reducir al máximo el proceso de fabricación y sus costes. Es por ello que se limita el número de piezas a dos. Para esta pieza se debe decidir cuál de las tres opciones va a cumplir mejor con los requisitos.

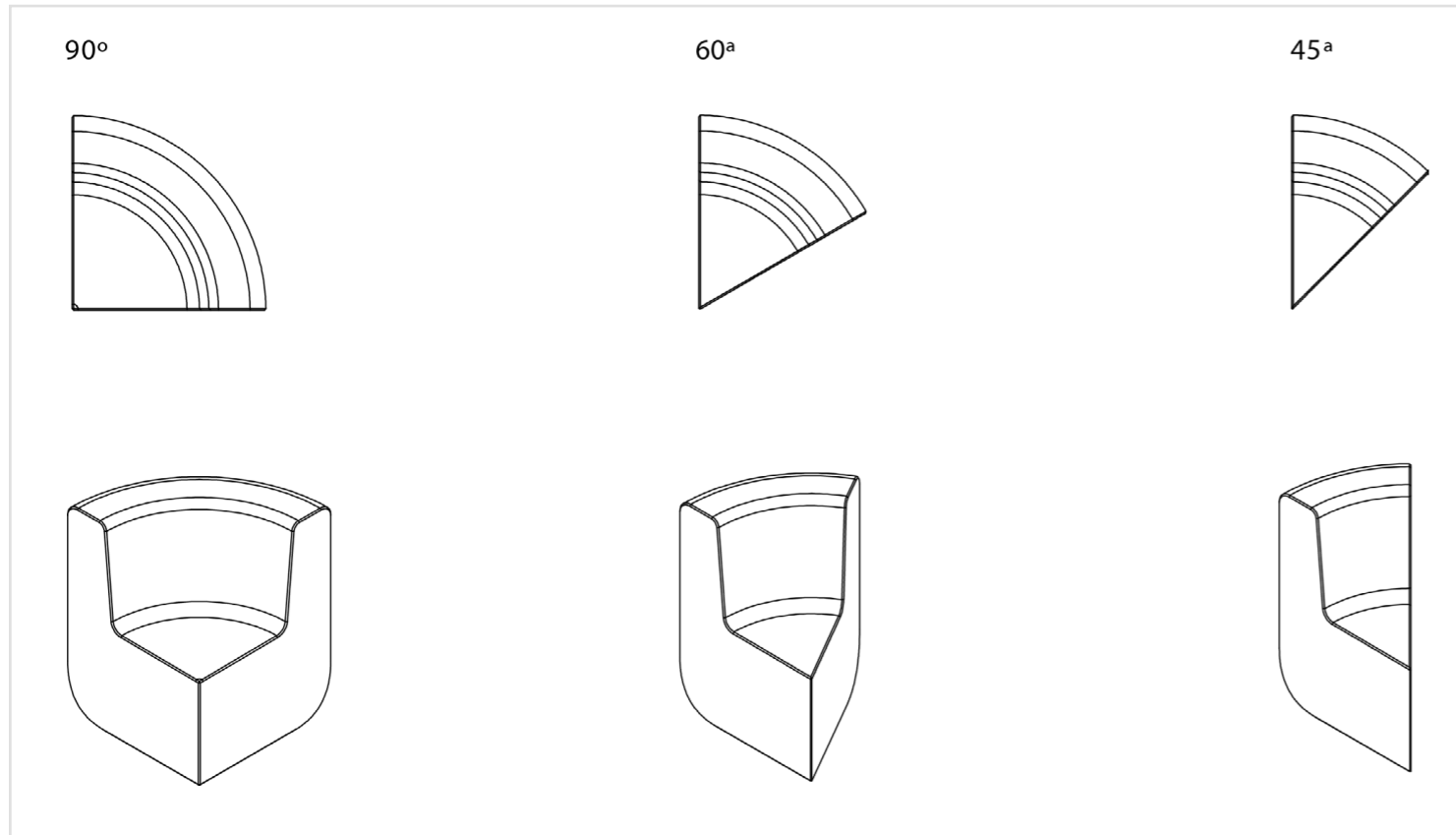


Figura 40. Posibles alternativas de la pieza de revolución

El objeto de revolución de 90° es el que mayor superficie de apoyo cuenta en el asiento y respaldo, de modo que resulta cómodo para sentarse. No obstante, las combinaciones que se pueden realizar con el elemento se limitan a ángulos rectos. Se necesitan 4 piezas para obtener un ángulo completo de 360°.

Con el elemento de revolución de 60° se cuenta con una menor superficie de apoyo, pero el elemento puede funcionar como un elemento de descanso puntual. Este objeto permite la generación de combinaciones inclinadas. No obstante, no se pueden realizar combinaciones perpendiculares. Para obtener un ángulo de 360° se necesitan 6 piezas.

Por último, la pieza de revolución de 45° no cuenta con suficiente superficie de apoyo para ser un elemento de descanso cómodo. Sin embargo, con este cuerpo se pueden realizar tanto combinaciones perpendiculares como inclinadas, lo que amplía considerablemente las formas a realizar. Para formar un ángulo de 360° se necesitan 8 piezas.

Finalmente se decide escoger la solución de 90°. El hecho de necesitar un menor número de piezas para generar configuraciones que sean funcionales es el condicionante principal por el que se escoge esta opción. Siendo uno de los objetivos del proyecto la simplificación del proceso de fabricación y colocación de los elementos, resulta razonable seleccionar esta pieza en lugar de las otras alternativas.

Además, aunque con este elemento no se pueden generar combinaciones que sigan direcciones inclinadas, existe la posibilidad de componer conjuntos separados que se distribuyan en diferentes direcciones, aprovechando así al máximo el espacio disponible de cada lugar.

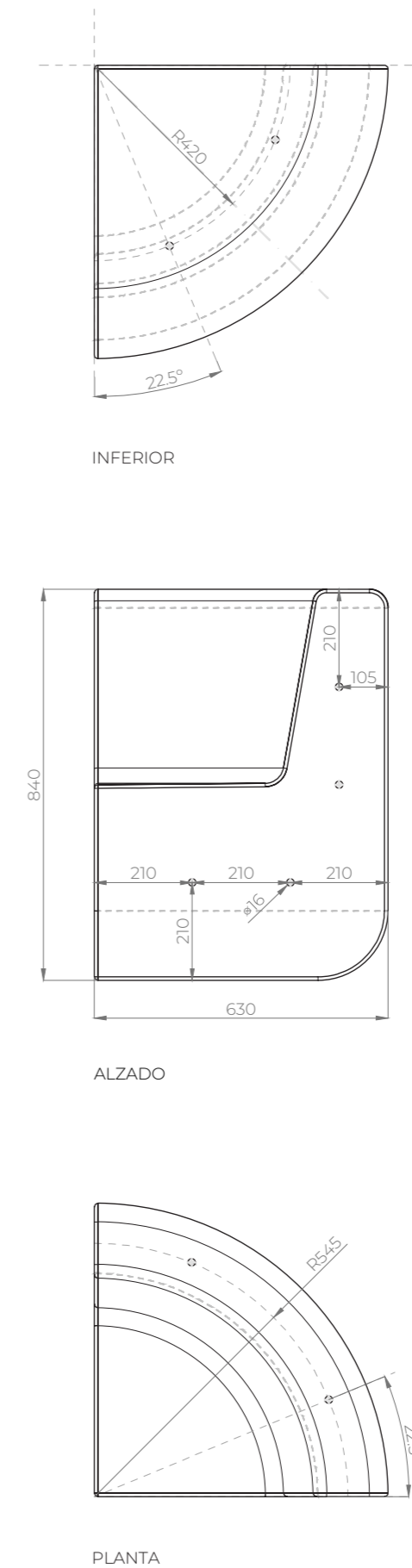


Figura 41. Vistas de la pieza de revolución



En este caso, los orificios de las caras laterales se mantienen igual que en la pieza extruida, mientras que los de las caras superior e inferior se colocan en la parte del respaldo y la base respectivamente. En la cara anterior se decide no realizar ningún agujero ya que al tratarse de superficies curvas no se asegura una buena conectividad.

Al igual que con la pieza extruida, en esta también se realiza un redondeo de 7'5 mm en todas las esquinas. Con estas dimensiones se obtiene un cuerpo con un volumen de 193.880,67 cm<sup>3</sup> y una masa total de 463,720 kg.

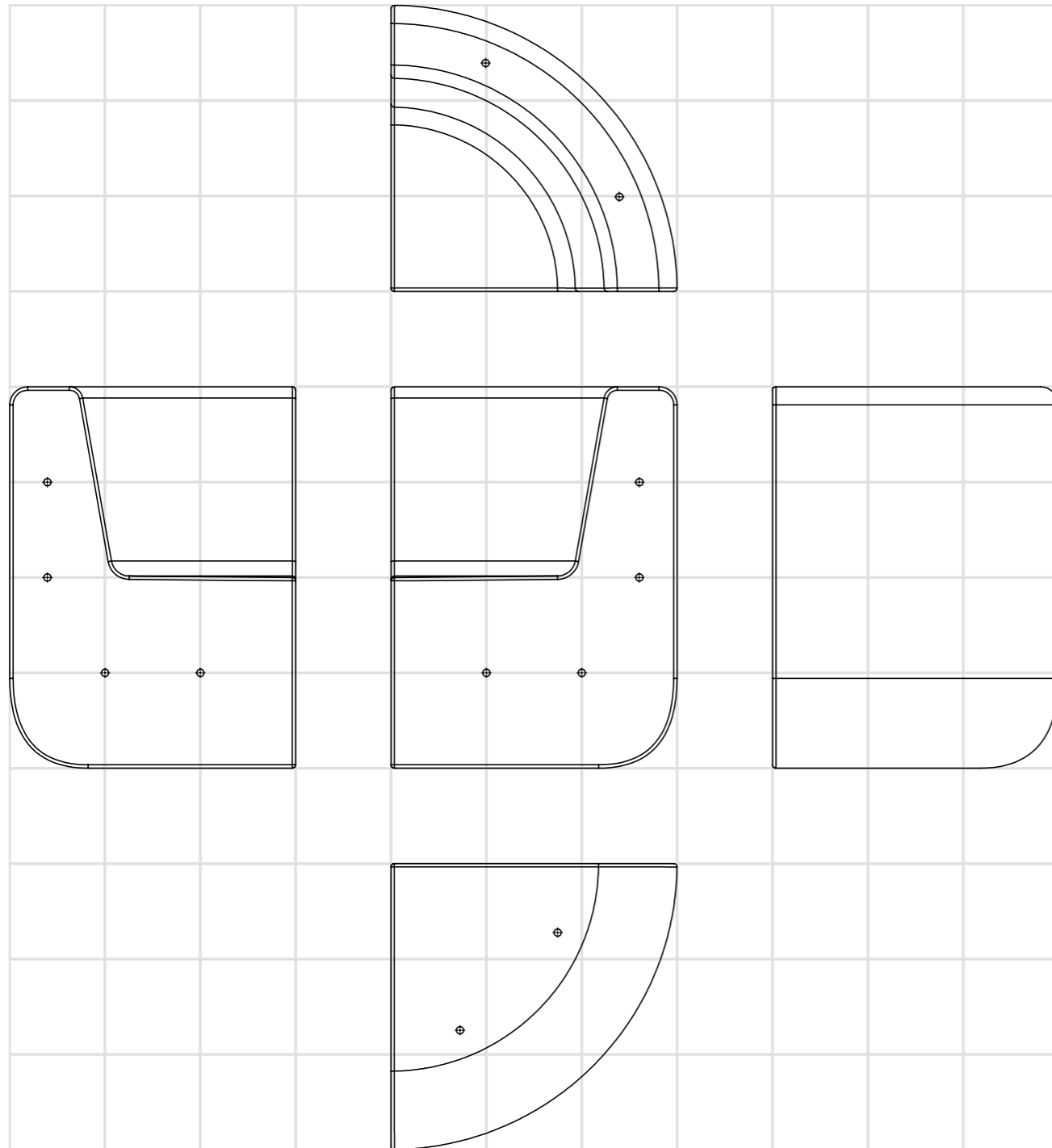


Figura 42. Vistas de la distribución de las perforaciones de la pieza de revolución

## ARMADURAS

Este tipo de elementos diseñados en hormigón responden correctamente ante esfuerzos de compresión, pero rompen fácilmente a esfuerzos de tracción. Es por ello que es adecuado incorporar un material con características diferentes que complementen al hormigón y contrarresten sus carencias en el soporte de estas tensiones. Con el hormigón armado se consigue reforzar notablemente la calidad de la pieza en los esfuerzos de tracción, evitando fisurar o agrietar la superficie exterior. Estas estructuras se fabrican en acero corrugado para que la adherencia del acero con el hormigón sea la adecuada.

Para colocar una armadura en los elementos que se van a diseñar es importante analizar las zonas críticas en las que el hormigón puede sufrir los mayores daños. La forma del perfil de la armadura se ha diseñado en forma de J, de tal manera que proteja mayormente la parte que actúa como respaldo. Esta parte es la más débil en el caso de que se ejerza algún tipo de carga sobre ella, sobre todo cuando se posiciona como base de apoyo o como asiento en voladizo.

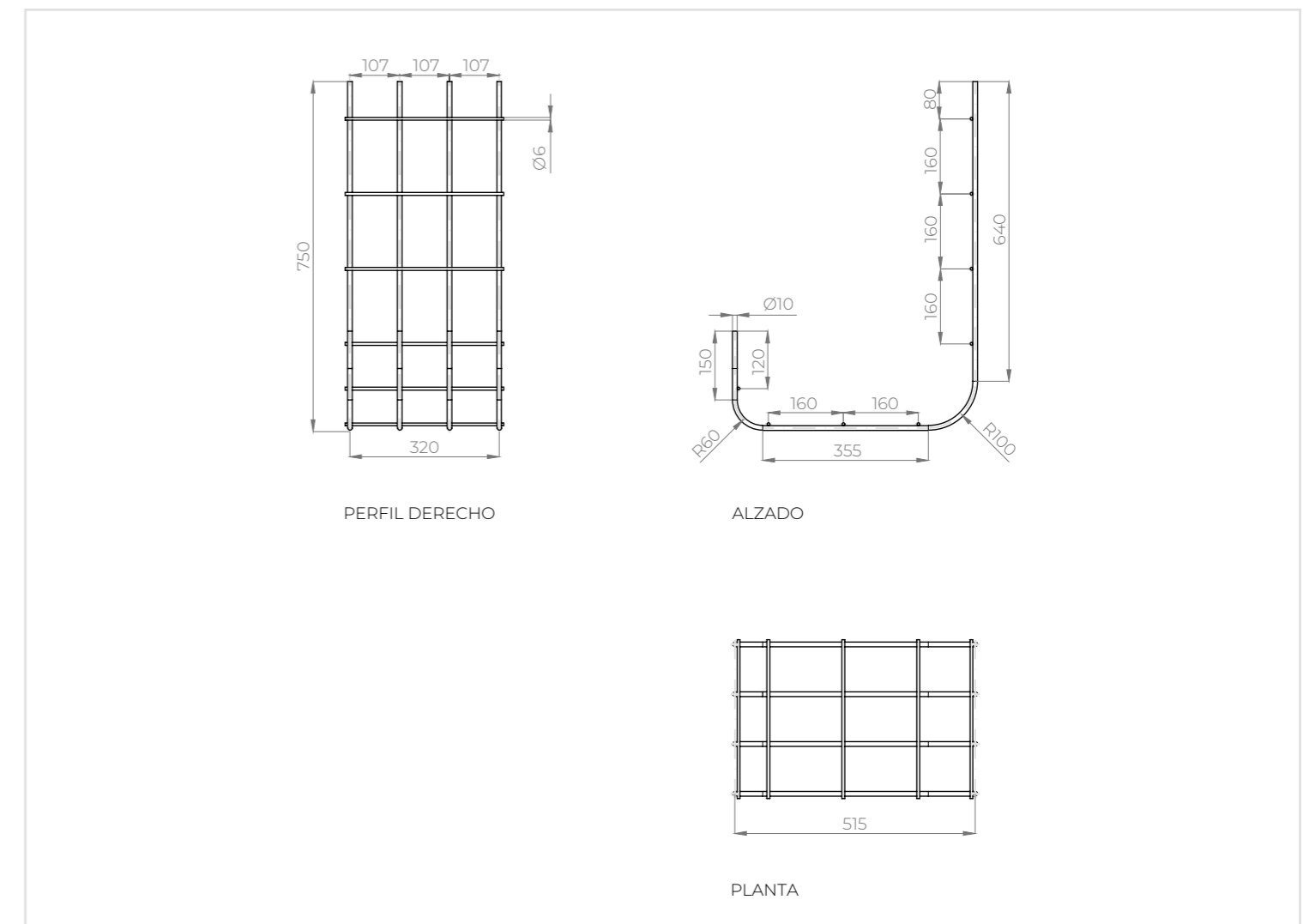


Figura 43. Vistas de la armadura de la pieza extruida

La armadura de esta pieza está formada por 4 barras de 10 mm de diámetro, soldadas a 8 barras de 6 mm de diámetro. Las de menor diámetro cumplen la función de mantener unida toda la armadura, siendo las de mayor diámetro las que soportan la función estructural. Este cuerpo cuenta con una masa total de 4,05 kg

De igual manera, para el elemento de revolución se utilizan el mismo tipo de barras. No obstante, se introducen 5 barras longitudinales, ya que esta pieza cuenta con una mayor masa, por lo que el hormigón necesita mayor refuerzo. Esta armadura cuenta con una masa de 5,22 kg.

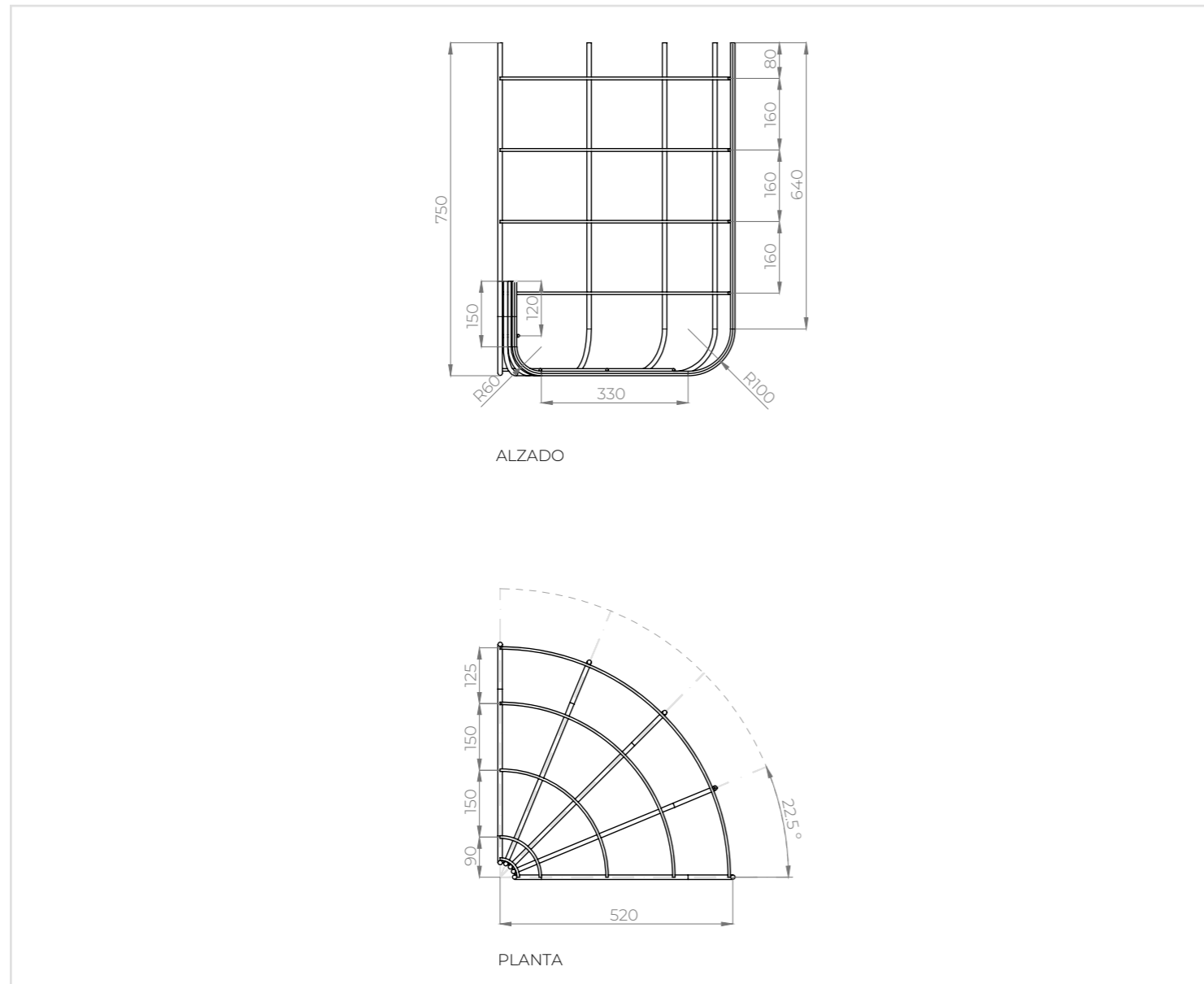


Figura 44. Vistas de la armadura de la pieza de revolución

Al ser el hormigón un material poroso, existe la posibilidad de que se pueda filtrar agua en el interior del cuerpo. Si la armadura se encuentra demasiado cerca de la superficie exterior, puede entrar en contacto con el agua o la humedad filtrada, lo que acaba provocando la oxidación de la barra de acero. Este fenómeno produce que las barras aumenten de volumen, causando expansiones internas en el hormigón y posibles grietas superficiales. De modo que, tanto en una pieza como en la otra, es importante que la armadura tenga un recubrimiento de 45 - 55 mm. De este modo se establece una distancia segura para evitar la oxidación y se evitan fisuras en el hormigón.

Para evitar que en el vertido del hormigón la armadura se mueva y pueda quedar en una posición final muy cercana a la superficie exterior, se colocan unos apliques con forma de rueda que funcionan como separadores de las paredes del encofrado y la armadura. Estas piezas comerciales se encuentran fácilmente accesibles en el mercado, son fáciles de colocar y no afectan a las propiedades físicas del elemento.

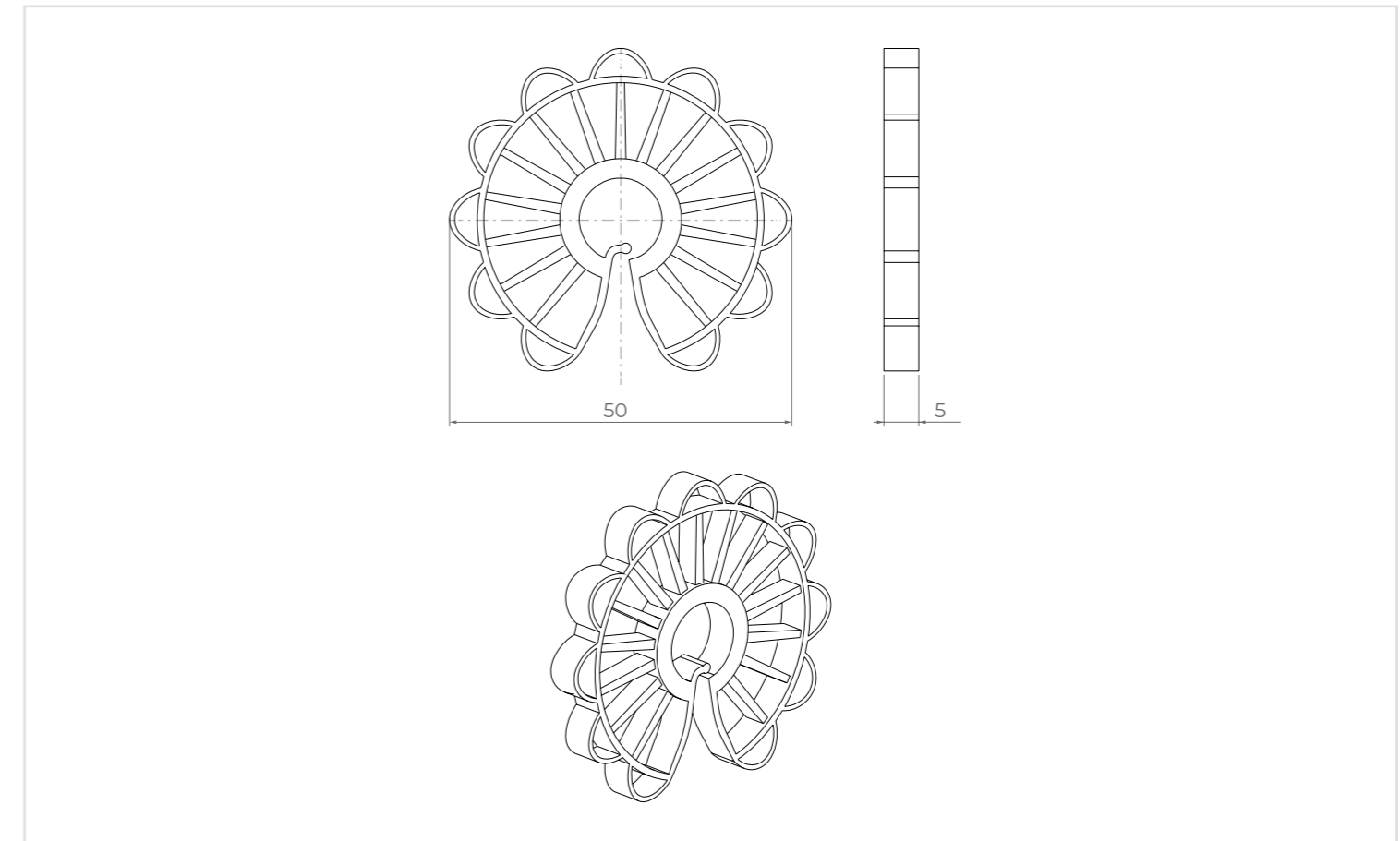


Figura 45. Vistas del elemento separador de la armadura

No es necesario colocar estos elementos en todas las barras, basta con colocarlos en lugares cercanos a las caras del encofrado en los que se evite el desplazamiento de la armadura. En este caso, se ha decidido colocar 8 separadores en cada estructura de la siguiente manera:

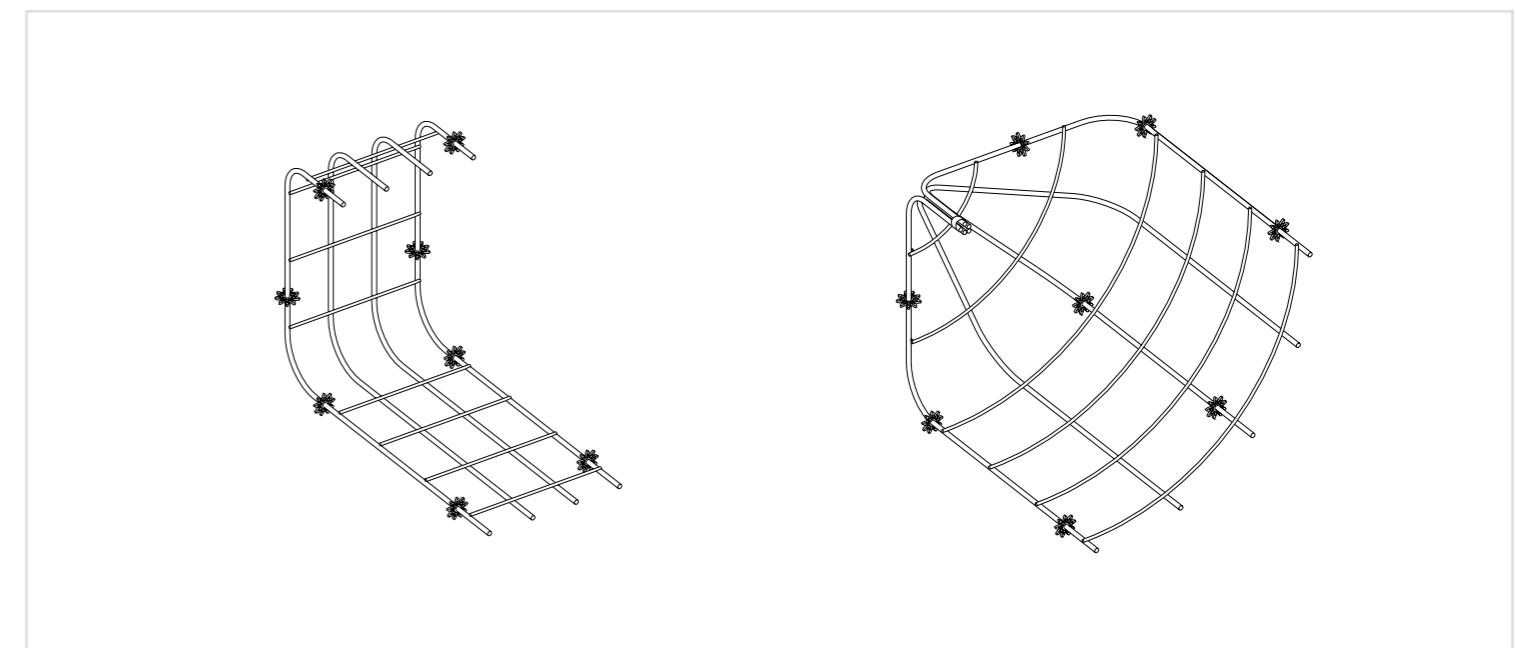


Figura 46. Colocación de los separadores en cada armadura

### 1.5.2. MÉTODO DE ENSAMBLAJE Y ANCLAJE AL SUELO

Una de las cualidades de los elementos diseñados es su capacidad para generar combinaciones que cumplan con diferentes funciones. Estas configuraciones se consiguen a partir de la unión de las diferentes piezas en sus posiciones posibles. Al contar con caras planas en la mayor parte de sus cuerpos, resulta sencillo poder ensamblar correctamente las piezas apoyándose unas con otras. Para asegurar la estabilidad y rigidez de la unión en su totalidad es necesario fijar las piezas entre ellas mediante un conjunto de elementos de unión.

El método que se va a seguir para los ensamblajes es mediante barras de acero y pasta química. Se trata de una solución muy utilizada en el anclaje de elementos prefabricados en hormigón ya que se simplifica notablemente el proceso. Como los orificios son de 80 mm de profundidad, las barras deben ser de 160 mm, de manera que sobresalga la mitad de su longitud y puedan introducirse completamente en los agujeros de la otra pieza. Cuando la unión se ha realizado y la pasta química se ha secado, las piezas no se pueden volver a separar y se manipulan como un único elemento.

Una vez han sido fabricadas las piezas, se debe colocar la pasta química en los orificios que se precisen dependiendo de las configuraciones a formar. Primeramente se colocan en una de las piezas, seguido de la introducción de la barra. Una vez la unión ha solidificado, se introduce la pasta en la otra pieza y se juntan.

El procedimiento utilizado para manipular las piezas es similar, ya que también se introducen unas barras especiales en los orificios, pero esta vez sin la pasta química. Estas barras permiten el enganche de una eslinga, de manera que los cuerpos puedan ser levantados fácilmente por una grúa. Las fases del proceso de ensamblaje son:

1. Introducir las barras especiales en los orificios y elevar la pieza enganchando la eslinga.
2. Introducir la pasta química y la varilla en orificios adecuados para el ensamblaje.
3. Verter la pasta química en los orificios de la otra pieza.
4. Unir piezas y esperar a solidificación.
5. Tapar con pasta química los agujeros empleados para la manipulación.

Para anclar el elemento al suelo se realiza un proceso similar. En este caso, para la fijación de la pieza se debe perforar el suelo e introducir en el agujero la pasta química.

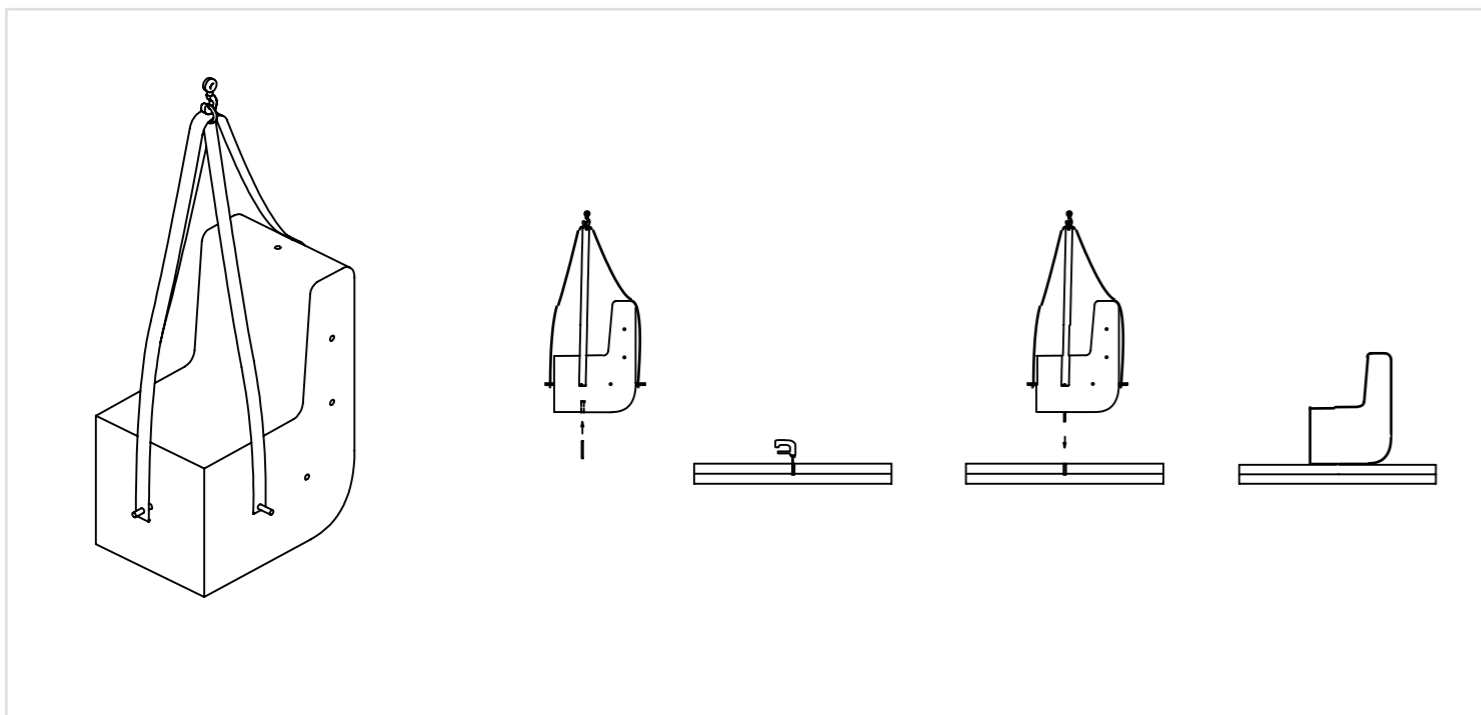


Figura 47. Proceso de anclaje al suelo

### 1.5.3. CONFIGURACIONES

Una vez se han explicado los métodos de ensamblaje y manipulación de las piezas, se exponen una serie de configuraciones que pueden llevarse a cabo. Aunque las posibilidades son múltiples, es importante establecer un catálogo con un conjunto de combinaciones que puedan cumplir diferentes funciones. En el caso de los conjuntos que actúan como maceteros, las esquinas redondeadas permiten que el agua residual del riego evacúe.

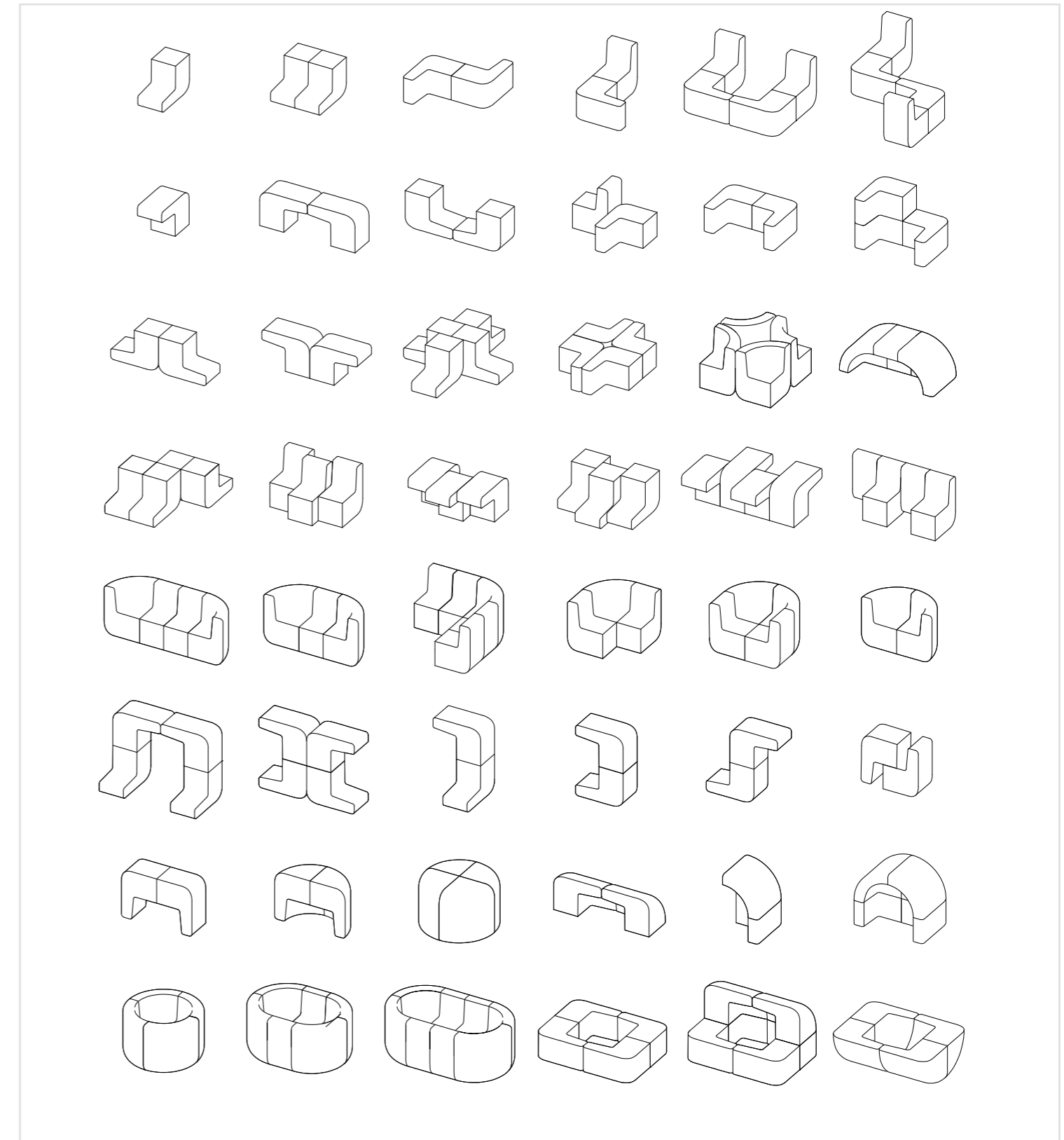


Figura 48. Posibles configuraciones

Este catálogo sirve como una recopilación orientativa. No obstante, mientras se sigan las directrices de anclaje establecidas anteriormente, cada cliente puede desarrollar las configuraciones que más le interesen. A continuación se expone una tabla con algunas de los conjuntos más interesantes según las posibilidades que ofrece:

Configuración	Funciones	Nº de piezas	Masa total (kg)
	Asiento Limitación	2	685,562
	Asiento Limitación Juego	4	1371,124
	Asiento Limitación	3	1270,221
	Asiento Limitación	>2	>685,562
	Limitación Iluminación Asiento Juego	3	1371,124
	Limitación Iluminación	2	927,44
	Macetero	4	1854,88

Tabla 6. Recopilación de configuraciones

#### 1.5.4. ACABADOS

Es posible obtener diferentes aspectos dependiendo de los áridos y agregados escogidos en el proceso de fabricación. Los acabados presentados a continuación son producto del empleo de diferentes tipos de piedra con colores distintos. Se han escogido tonos neutros que se adaptan fácilmente en diferentes entornos.

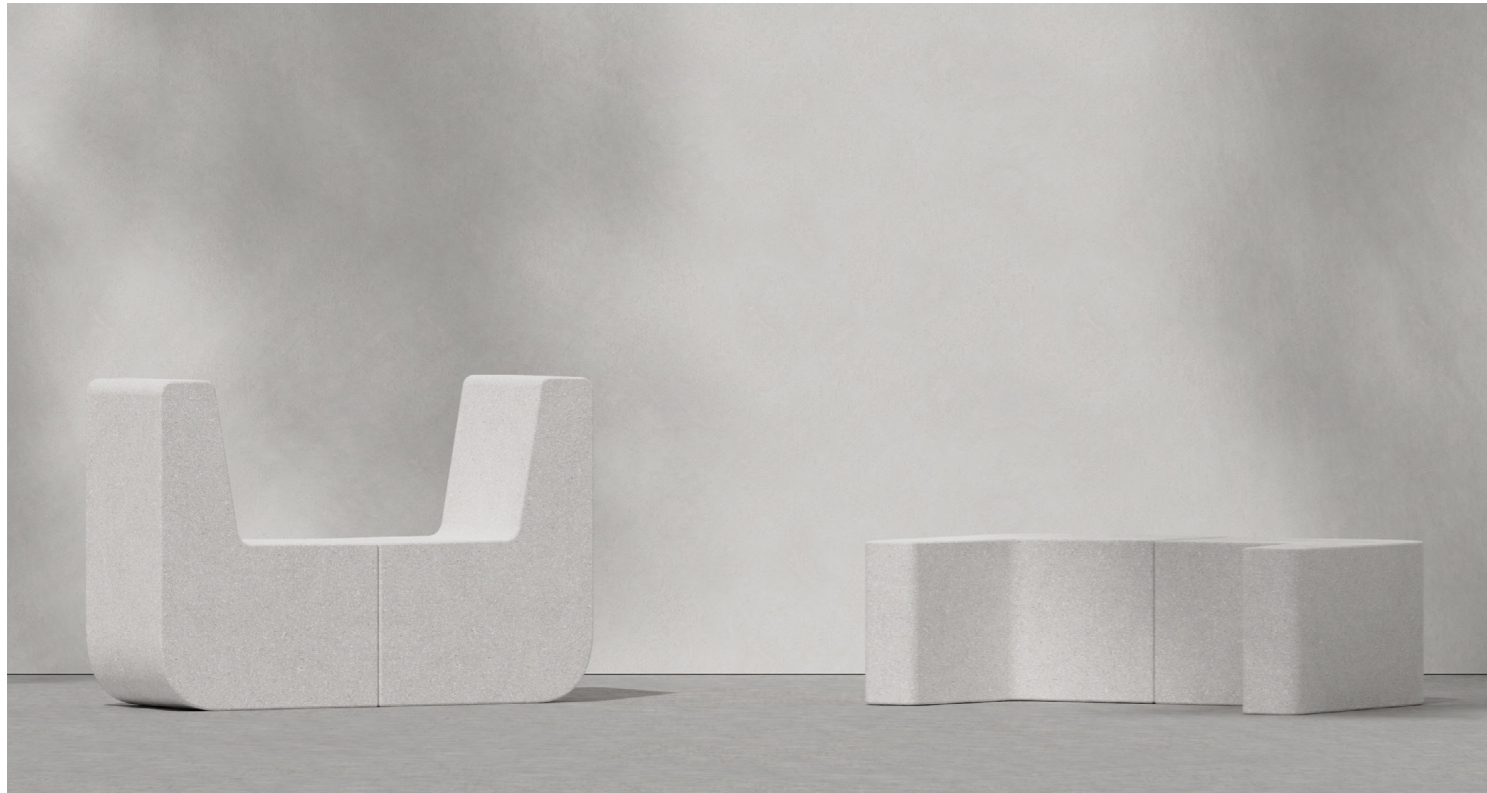
##### Gris antracita



Figura 49. Acabado Gris Antracita



**Blanco**



*Figura 50. Acabado Blanco*

**Marrón claro**



*Figura 51. Acabado Marrón Claro*

**Gris claro**



*Figura 52. Acabado Gris Claro*

### 1.5.5. PUESTA EN ESCENA

En este apartado se propone una puesta en escena de los elementos diseñados. El lugar escogido es la Plaça de Viriat, situada en el barrio de Velluters de la ciudad de València. El espacio es un punto de encuentro con continua afluencia de personas, ya que en ella se ubican la Escuela de Arte y Superior de Diseño (EASD), el Instituto Valenciano de Cultura y el Conservatorio Profesional de Música. Al ser una zona con bastante oferta cultural, la actividad social suele ser constante durante todo el año. Por otra parte, durante la jornada laboral es habitual encontrar grupos de estudiantes que salen a la plaza en los descansos para tomar aire fresco.

No obstante, a primera vista el lugar transmite la sensación de vacío y desértico, aún más teniendo en cuenta que durante los meses más calurosos resulta imposible pasar tiempo en el centro de la plaza ya que apenas cuenta con áreas con sombra. Por la misma razón, este espacio puede ser aprovechado en los meses más gélidos para tomar el sol y entrar en calor.

Por otra parte, este espacio central suele ser aprovechado en ocasiones para instalar exposiciones temporales. Pese a ello, la amplia superficie con la que cuenta la plaza permite de igual manera la distribución dispersa de otros elementos que puedan favorecer otro tipo de actividades individuales o colectivas.

Los elementos de mobiliario urbano más significativos que se observan son:

**- Maceteros.**

Una serie de maceteros colocados sobre varias de las partes perimetrales de la plaza actúan como mobiliario de limitación, impidiendo el acceso de vehículos.

**- Luminarias.**

Al igual que los maceteros, las luminarias se sitúan de manera perimetral alumbrando en gran parte a las calles que rodean la plaza.

**- Papeleras.**

Se encuentran ubicadas al lado de algunas luminarias, de modo que son detectables fácilmente incluso de noche.

**- Aparcabicis.**

Gran cantidad de elementos, mayoritariamente cerca de la puerta de la escuela.

De las tipologías citadas cabe destacar la ausencia de bancos. Y es que, las opciones que tiene el usuario para detenerse y sentarse son escasas. La propuesta de rediseño del espacio pretende mantener las funciones que están cubiertas en la actualidad (elementos de barrera, aparcabicis, luminaria, etc.) además de implementar nuevos objetos que actúen como elementos de descanso e inciten a una mayor participación colectiva. En el caso en el que no se pueda sustituir algún elemento, se mantendrá el actual.

Las configuraciones que se van a emplear son las siguientes:

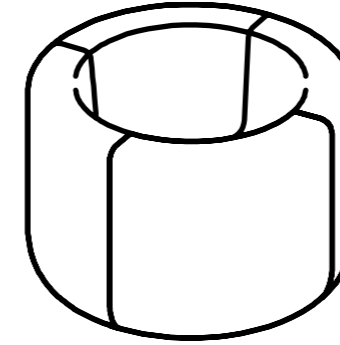


Figura 53. Macetero

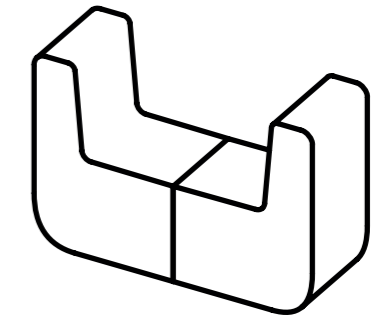


Figura 54. Banco Individual

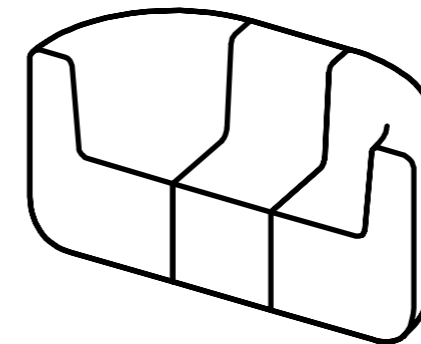


Figura 55. Banco colectivo 1

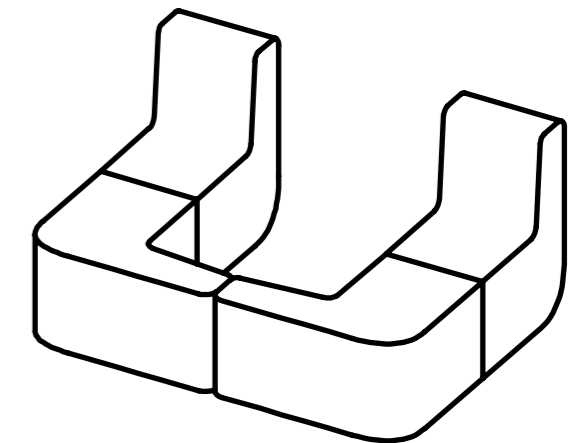


Figura 56. Banco colectivo 2



La distribución original de los elementos de mobiliario urbano de la plaza es la siguiente:

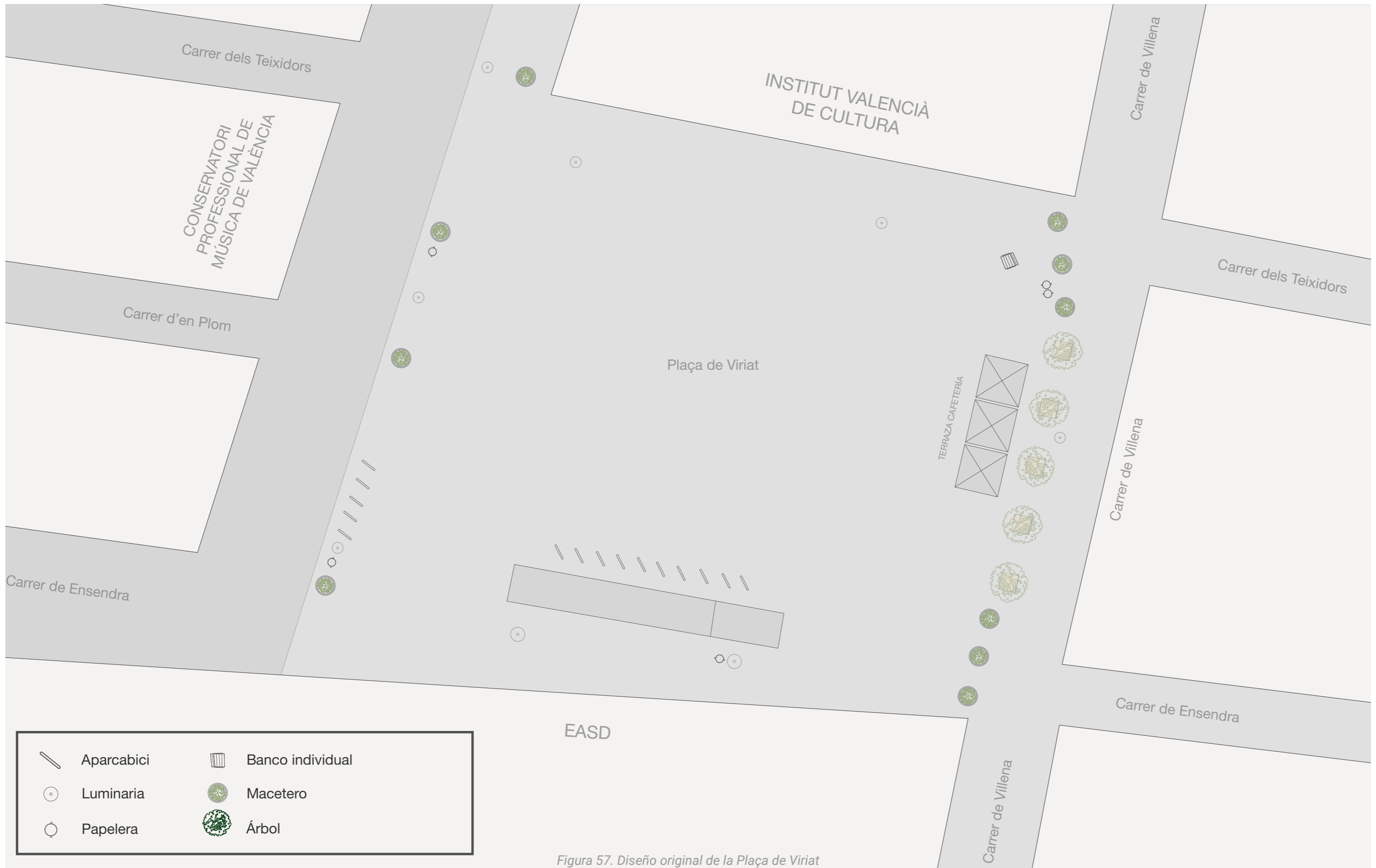


Figura 57. Diseño original de la Plaça de Viriat

La nueva solución adoptada es la siguiente:



Figura 58. Propuesta de rediseño de la Plaça de Viriat





Figura 59. Contextualización 1.



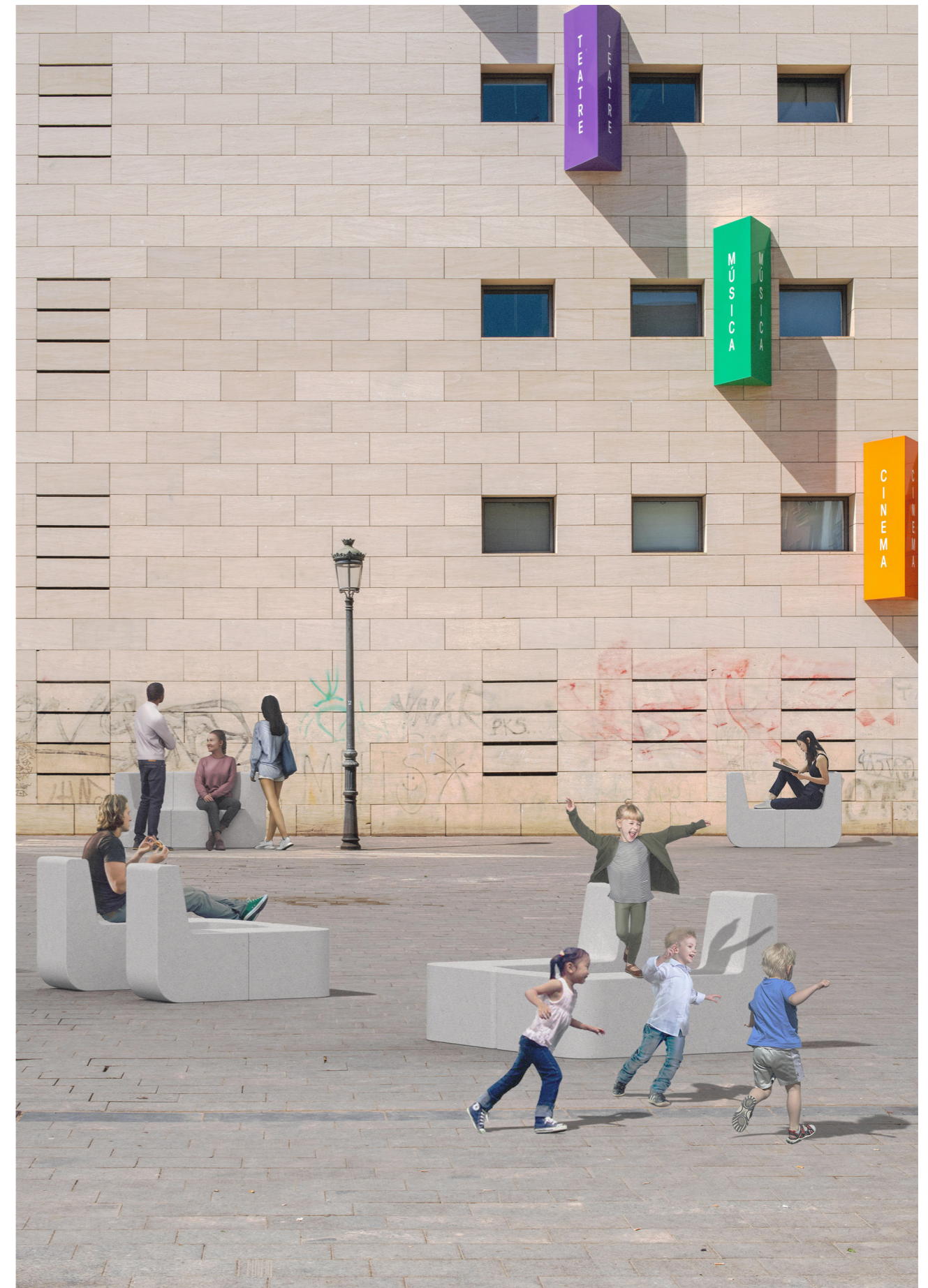


Figura 60. Contextualización 2.





Figura 61. Contextualización 3.



### 1.5.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El hormigón es un material no dúctil que puede llegar a romperse cuando realiza esfuerzos a tracción. Es por ello que en el siguiente análisis estático se van a estudiar las posiciones más desfavorables en las que los módulos pueden sufrir roturas. En estos casos se van a ejercer unas cargas puntuales de 2000 N (vectores morados), las cuales son superiores a las generadas por el apoyo de una o varias personas (ya sea sentadas o de pie sobre el elemento). Se escoge este valor ya que una de las funciones que van a cumplir los productos es de elementos de limitación y barrera, por lo que es importante tener en cuenta situaciones en las que se obtengan fuerzas elevadas. Los vectores verdes indican la superficie fija que se encuentra anclada al suelo.

Para observar cómo actúa el material sin ningún tipo de ayuda, se van a realizar los ensayos con los cuerpos completamente macizos.

#### PROPIEDADES DEL MATERIAL:

- Módulo elástico:  $2.94 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>
- Coeficiente de Poisson: 0.2 N/D
- Densidad de masa: 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Límite elástico:  $2.65 \times 10^{10}$  N/m<sup>2</sup>

Tal y como se observa en la pieza extruida, con una carga puntual de 2000 N el objeto cuenta con una única zona (punto A) en la que se produce un esfuerzo recalable. El tono rojizo indica que es la zona en la que se generan las tensiones más altas, de aproximadamente 1,63 kgf/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, en esta parte el elemento está trabajando a compresión. El hormigón H20 cuenta con una resistencia a compresión de 200 kgf/cm<sup>2</sup>, por lo que este elemento soporta correctamente el esfuerzo aplicado. Esta misma situación no se repite en la pieza de revolución ya que cuenta con mayor superficie de apoyo y los esfuerzos se reparten ampliamente, disminuyendo el esfuerzo que se realiza en el punto A.

En las demás partes de ambos cuerpos las tensiones que se ejercen son leves (coloreadas en tonos azules y verdes). No obstante, al tratarse de esfuerzos a tracción, existe la posibilidad de que se generen pequeñas deformaciones que acaben provocando grietas en la superficie exterior de los elementos.

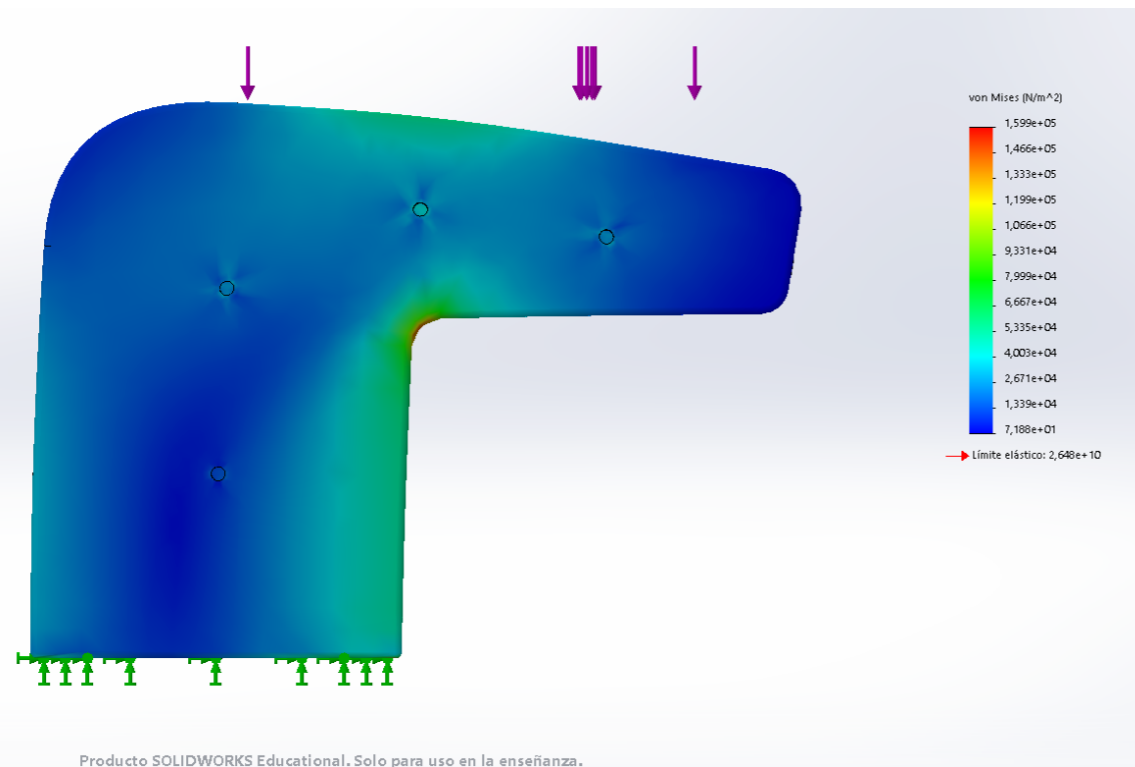


Figura 62. Análisis estático. Carga puntual en pieza extruida.  
Factor de escala de la deformada: 11.500.

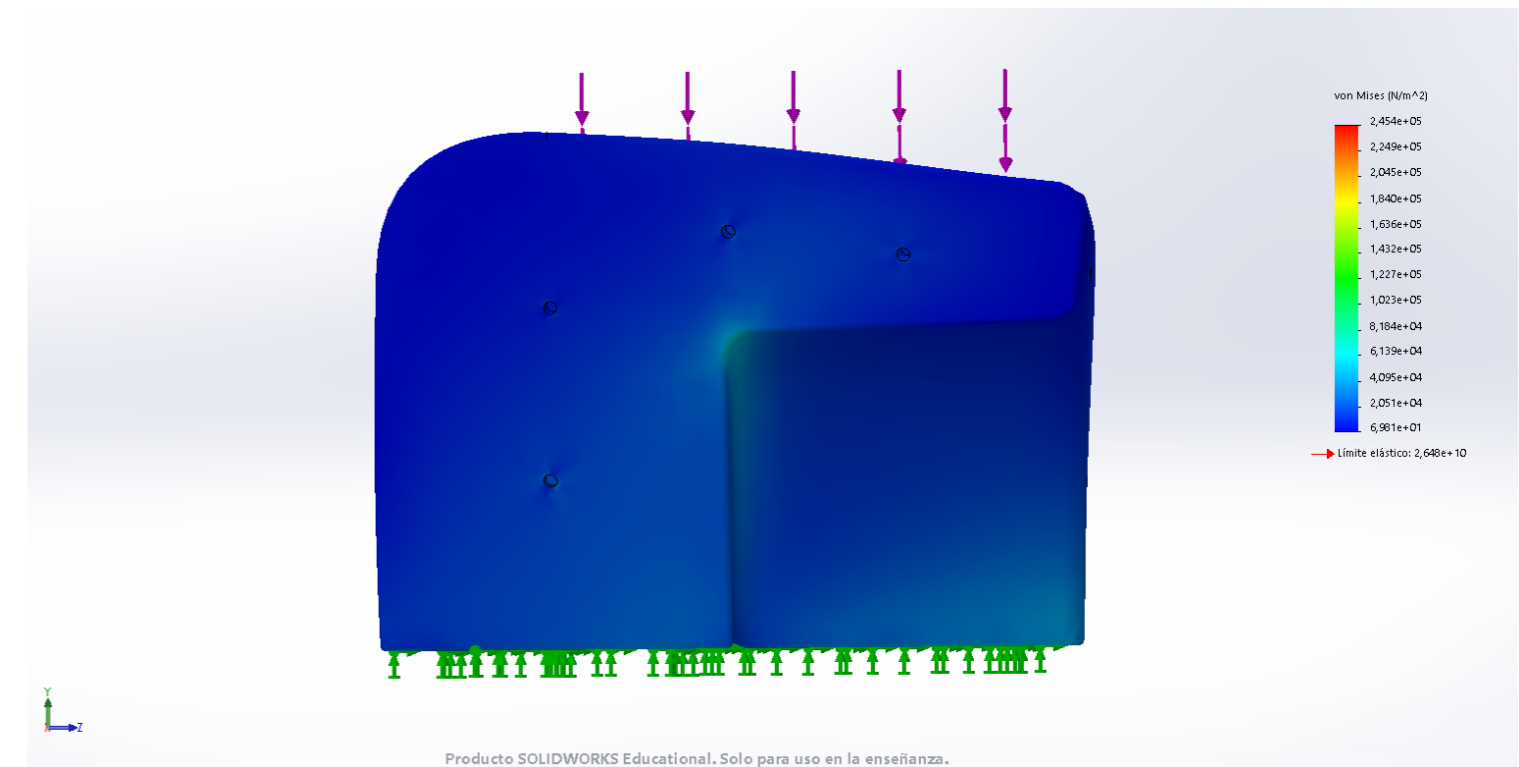


Figura 63. Análisis estático. Carga puntual en pieza de revolución.  
Factor de escala de la deformada: 33.000.



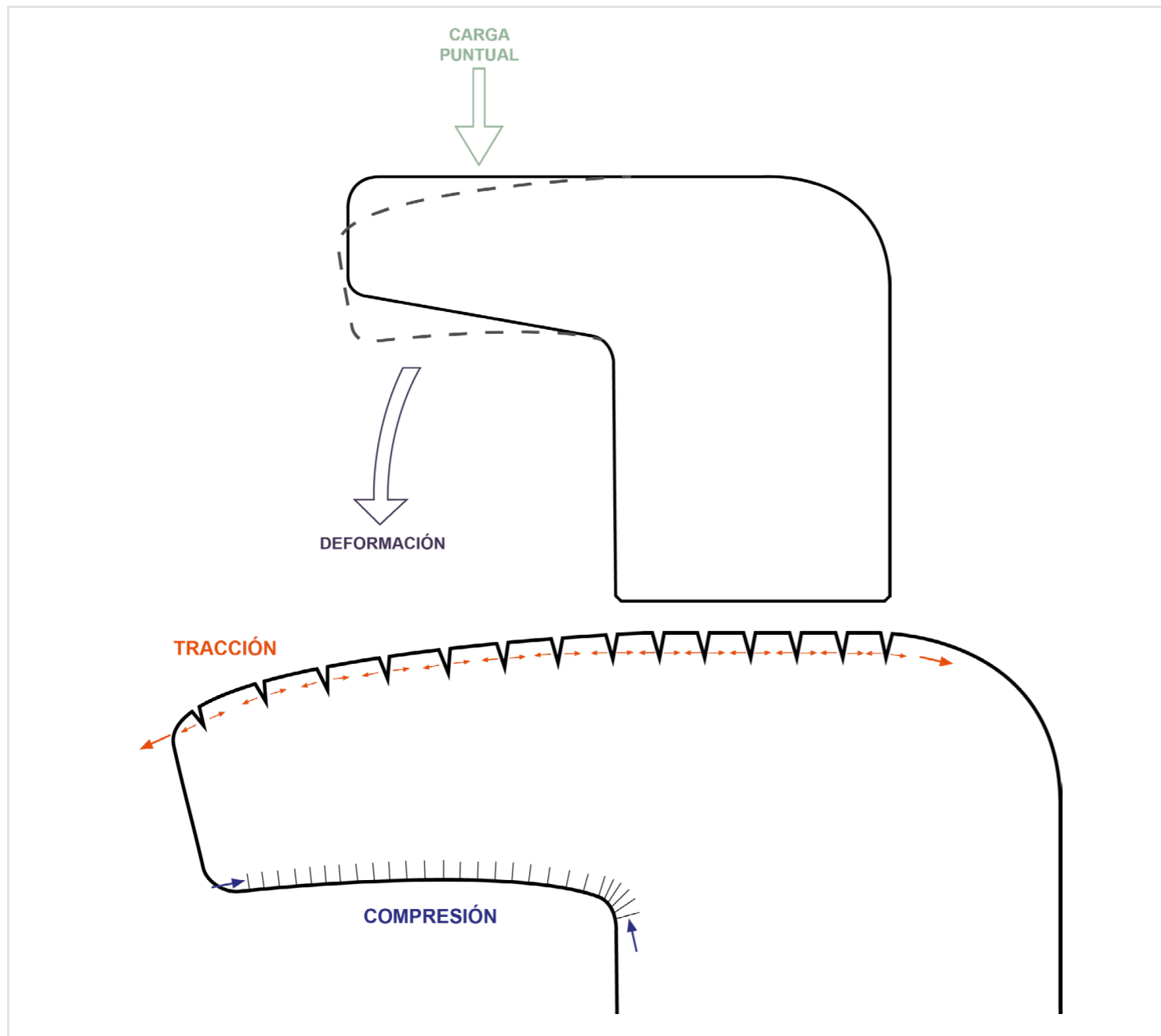


Figura 64. Análisis estático. Esfuerzos del hormigón con carga puntual

Para evitar este problema se debe combinar el hormigón con un elemento estructural como una armadura de acero, la cual se encarga de soportar los esfuerzos a tracción del elemento.

Otro aspecto a tener en cuenta dentro del diseño de los elementos es su estabilidad. Su forma posibilita que pueda colocarse en distintas posiciones y se mantenga estable por sí sola en la mayoría de los casos. No obstante, existen algunas en las que esto no sucede, por lo que se debe estudiar las distintas formas de sujeción para asegurar su estabilidad.

Para que un objeto que está apoyado sobre una base plana se mantenga en equilibrio mientras actúa únicamente la fuerza de la gravedad, se debe cumplir que la línea vertical que pasa por el centro de gravedad del cuerpo corte dentro de la base de apoyo del mismo. Si no es así, el objeto se desequilibra, se mueve y cambia a una nueva posición de equilibrio.

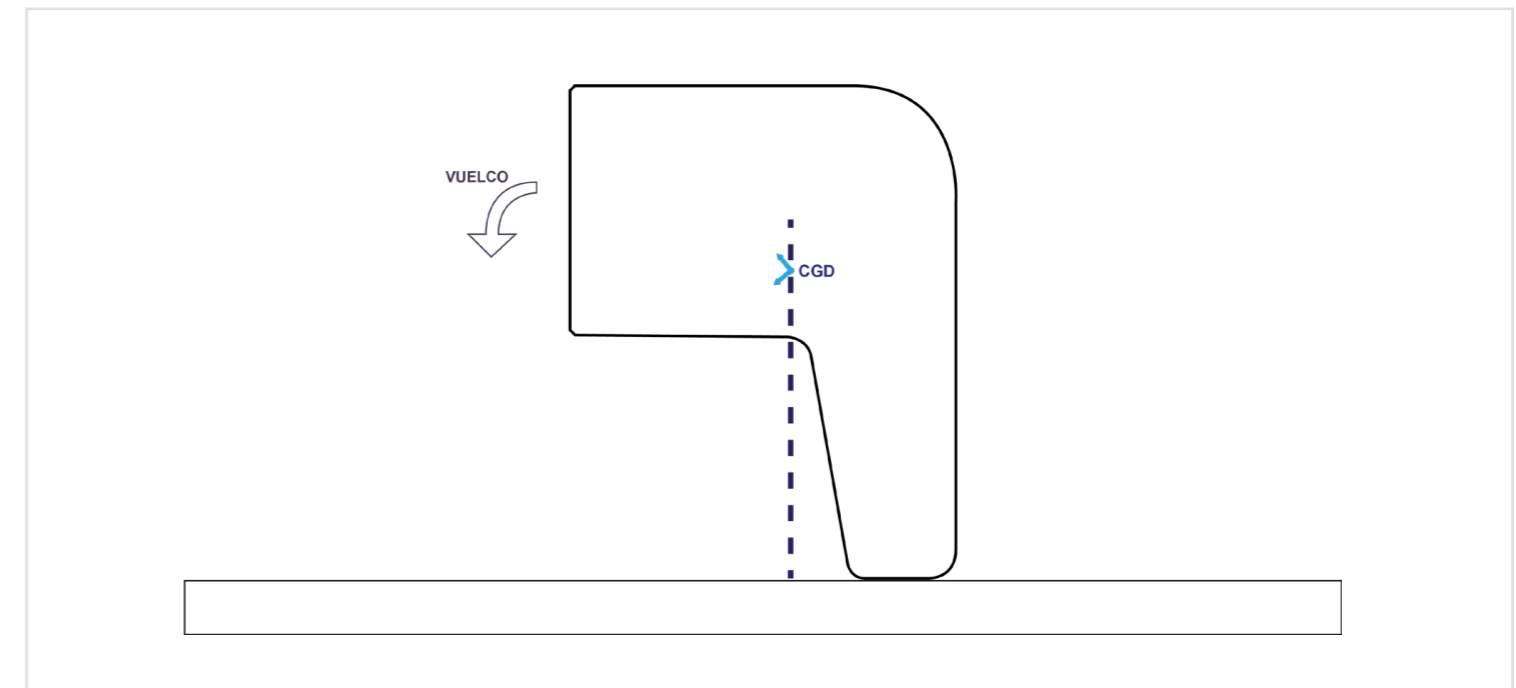


Figura 65. Análisis estructural. Centro de gravedad - 1

En esta posición, el cuerpo no es autoportante por sí solo, ya que cuenta con una superficie de apoyo muy reducida. Una posible solución para evitar la caída del objeto es mediante el anclaje al suelo. De este modo se podría sostener el cuerpo en la posición deseada sin que llegara a caerse o tambalear. No obstante, con esta propuesta no se soluciona del todo el problema de la estabilidad, ya que se trata de un objeto pesado difícil de sostener.

Por otro lado, es importante tener en cuenta el suelo en el que se va a situar. Si se tratara de un suelo blando, podría darse el caso de que no aguantara el esfuerzo del anclaje y se produjera el vuelco. Además, en el caso de que se ejerza alguna fuerza por parte de algún usuario, el vuelco del elemento podría provocar daños considerables.

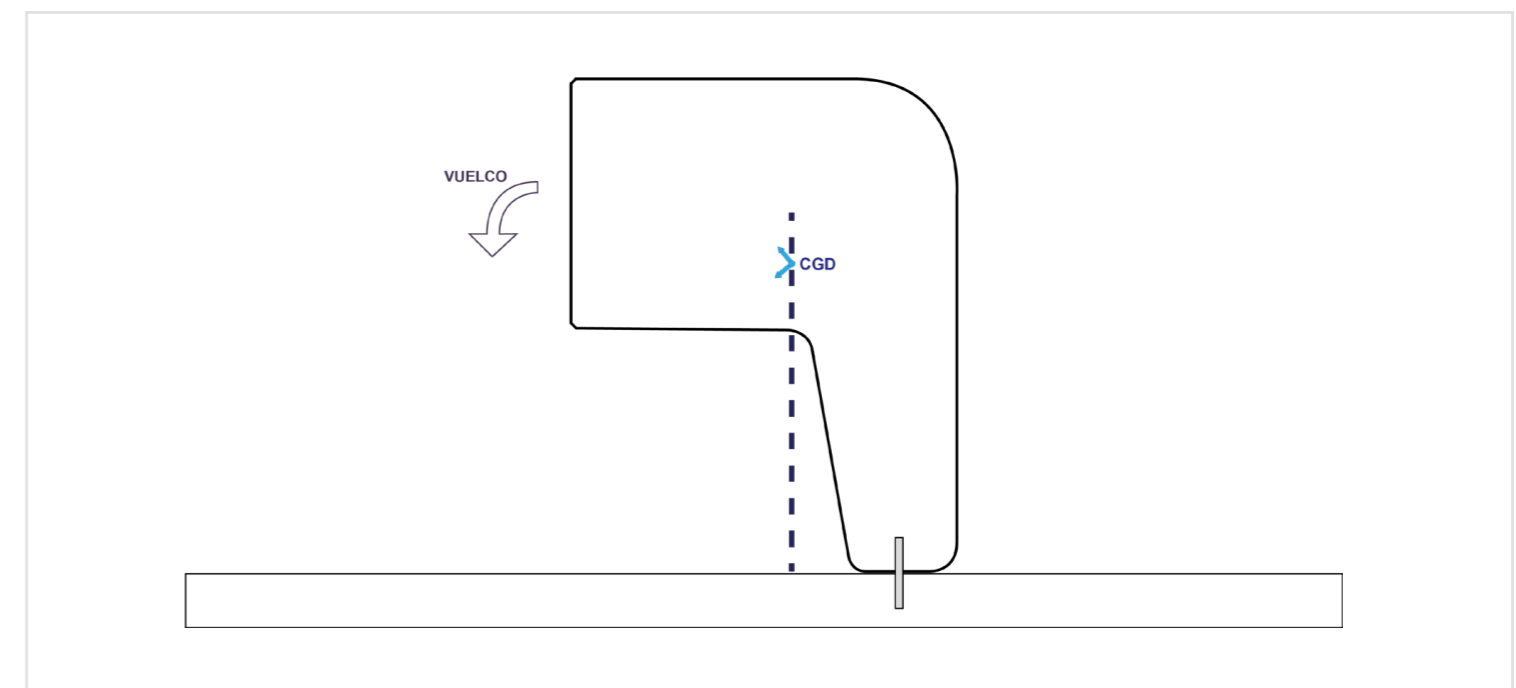


Figura 66. Análisis estructural. Centro de gravedad - 2

Es por ello que en esta posición la solución más adecuada es la unión a otro cuerpo, de modo que el centro de gravedad cambie de posición. En la siguiente imagen se muestra la unión de dos piezas iguales pero de forma opuesta. De esta manera se genera un conjunto simétrico, en el cual el centro de gravedad se encuentra contenido en el eje de simetría. Aunque este eje no corta a la base de apoyo, las dos superficies que están en contacto con el suelo actúan como una misma superficie en la que apoya el conjunto.

De igual manera, se ha de tener en cuenta que los elementos pueden situarse en lugares con suelos uniformes en los que se puedan generar desniveles. Es por ello que para afianzar la correcta unión de las piezas entre sí es recomendable fijarlas tanto entre ellas como al suelo, de modo que estén niveladas y las caras se mantengan enrasadas en todo momento.

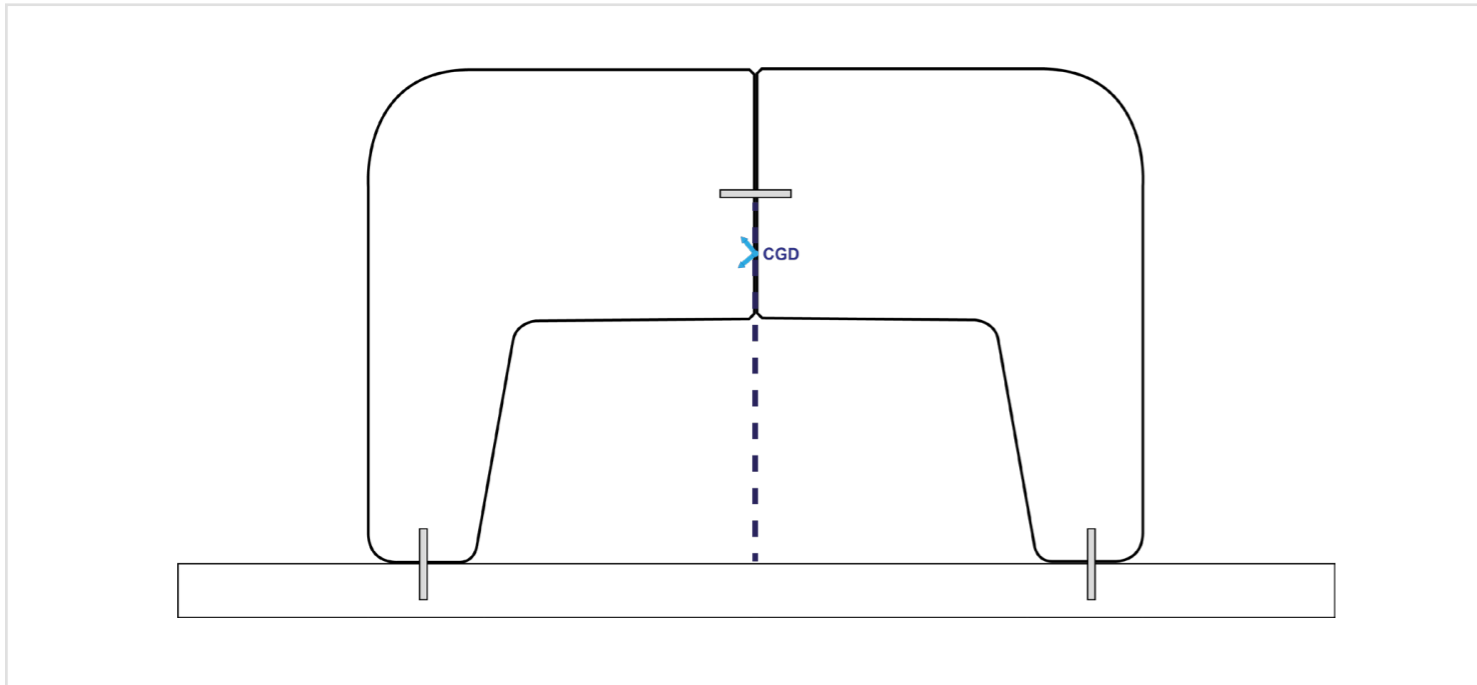


Figura 67. Análisis estructural. Centro de gravedad - 3

Por otra parte, se detectan situaciones en las que, a pesar de que el cuerpo se mantiene en equilibrio por su propia cuenta, existe la posibilidad de que vuelque si se le ejerce una determinada fuerza. En tal caso, el cuerpo puede rotar hacia adelante y poner en peligro la integridad física del usuario.

En definitiva, se puede concluir que aunque existe la posibilidad de generar configuraciones con un solo tipo de anclaje -al suelo o entre las piezas-, se recomienda el uso de ambos ya que de esta forma se asegura la fijación firme y estable de los elementos.

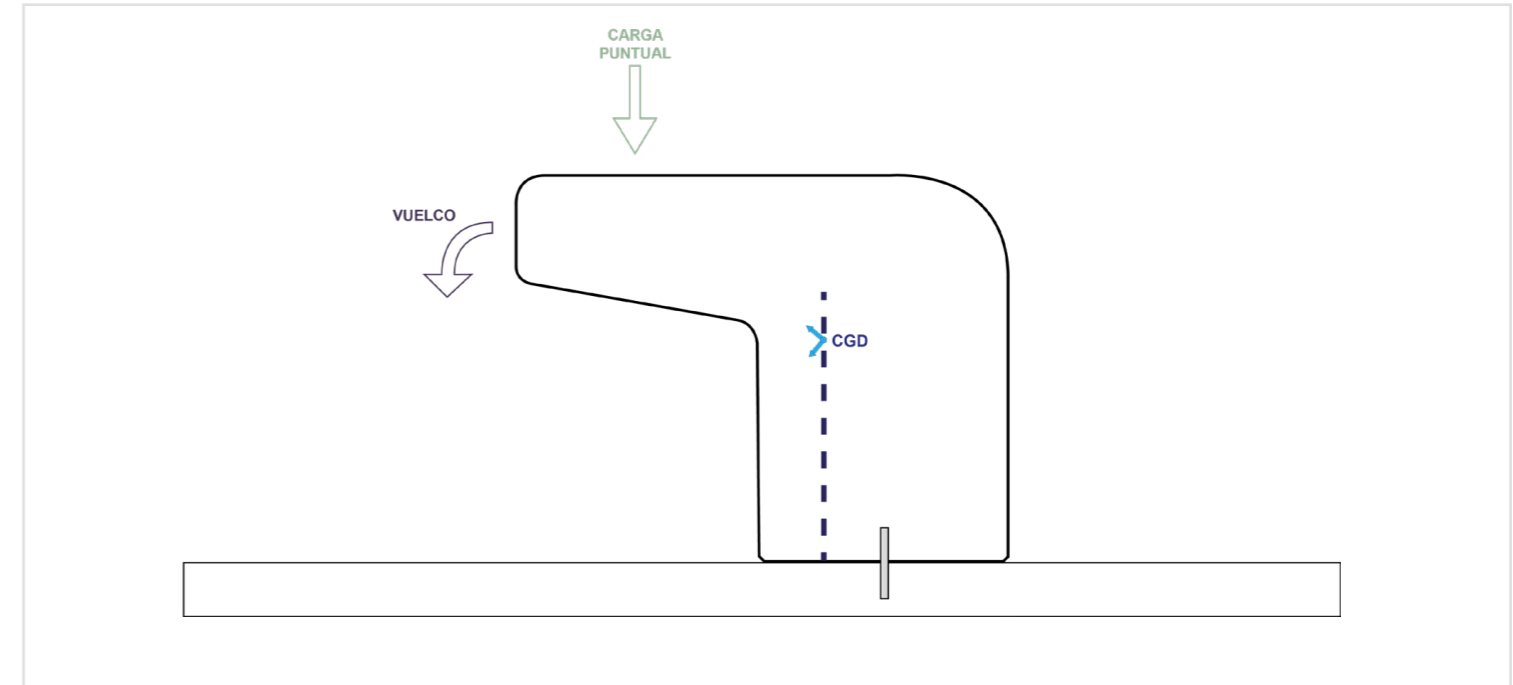


Figura 68. Análisis estructural. Centro de gravedad - 1

Los requisitos de unión entre cuerpos y anclaje al suelo se explican detalladamente en el apartado del Pliego de Condiciones 2.6 *Condiciones de ensamblaje de las piezas*, donde se establecen los requerimientos mínimos para asegurar una correcta fijación.

### 1.5.7. PROCESO INDUSTRIAL

Los elementos se fabrican mediante el vertido del hormigón en estado líquido en un encofrado. El encofrado está dividido en dos partes, el cofre y la tapa. Estas partes se separan para facilitar la extracción del elemento una vez ha fraguado. Además, las caras interiores del molde se impregnan con un material desmoldante antes de verter el compuesto árido, de modo que se permita su posterior extracción con mayor facilidad.

Antes del vertido también se debe colocar la armadura de acero, la cual se introduce junto con los separadores ya enganchados. Es importante que el material no se deposite directamente encima de la armadura, ya que esto puede provocar que la mezcla se segregue y la estructura se mueva. La manera más adecuada es verter el hormigón lo más cerca de su posición final. Para ejecutar fácilmente esta acción se puede dividir el vertido en dos etapas. La primera, sin haber fijado la tapa en el cofre, se vierte la cantidad justa para que no sobresalga. Después, se coloca la tapa en su sitio y se vierte el hormigón restante. Una vez se ha depositado todo el contenido, se debe realizar la compactación del material para optimizar sus propiedades mecánicas. Mediante una vibración interna se asegura que no existan huecos de aire en el interior del hormigón.

Para realizar los orificios de los elementos es necesario que las diferentes caras del encofrado cuenten con una serie de agujeros en los mismos lugares que los de los cuerpos. De esta manera, es posible colocar unos pernos que actúen como contramolde. Cuando el hormigón ha endurecido, se deben retirar estos elementos antes de extraer la pieza del molde. Como una de las caras del encofrado debe permanecer destapada para poder depositar el hormigón, no se podrá colocar este contramolde en ella. Es por ello que esta cara será taladrada por un operario una vez la pieza salga del encofrado.

De modo que la pieza pueda extraerse fácilmente, se deben colocar unas barras curvadas en forma de U para que ejerzan su función como agarres. Estas piezas se introducen en la cara que queda al descubierto mientras el material sigue en estado líquido. Cuando los agarres no son necesarios se extraen del cuerpo y se tapa el orificio.

El material líquido se conserva dentro del encofrado en un período de 15 - 20 horas, lo que permite que fragüe, sin llegar a endurecer completamente. Una vez es extraído, se puede manipular para realizar retoques finales, como por ejemplo los redondeos de las esquinas que han quedado al descubierto en el encofrado.

Cuando el hormigón se ha secado completamente, es momento de sumergir la pieza en ácido clorhídrico para decapar la superficie externa. De esta forma se retira la capa de cemento que se ha quedado adherida en el exterior. El siguiente paso es sumergir la pieza en agua para poder eliminar la corrosión provocada por el ácido clorhídrico. Por último, se debe realizar la fase del empolvado, en la cual un operario debe rellenar todos los agujeros e imperfecciones propias del hormigón o que se han generado en las fases anteriores.

En la siguiente tabla se resume el proceso a seguir acompañado de unos gráficos para ayudar a entenderlo en ambas piezas. No obstante, este apartado se explica detalladamente en las hojas de fabricación correspondientes al apartado 2. Pliego de condiciones.

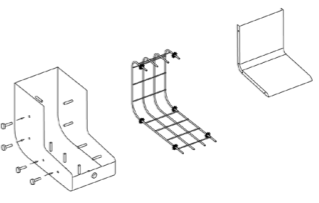
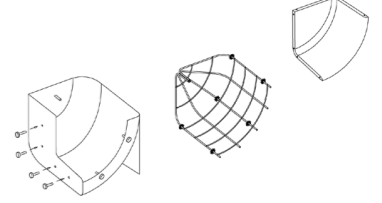
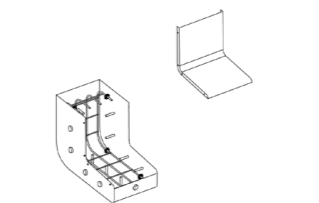
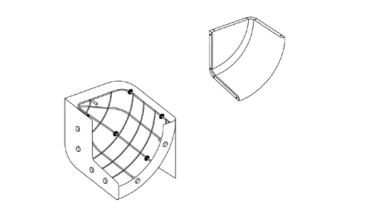
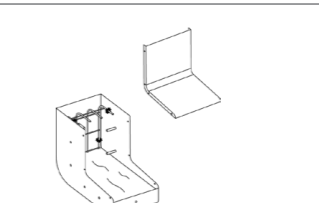
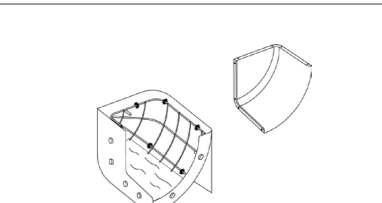
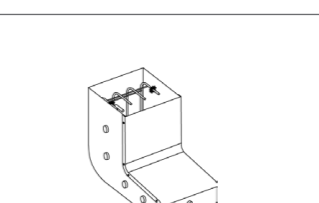
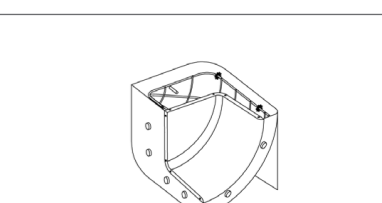
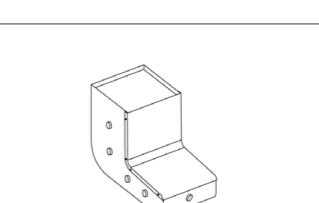
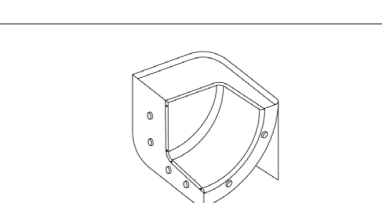
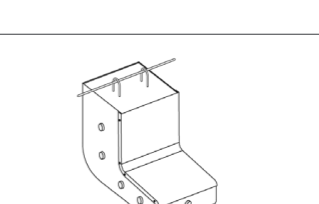
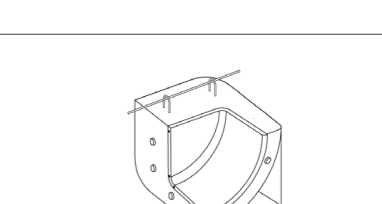
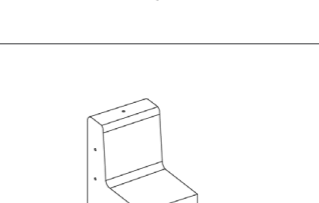
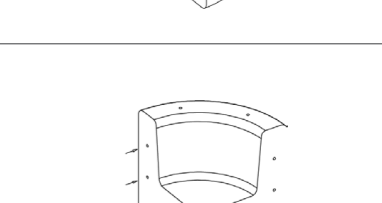
Nº	Descripción de paso	Pieza EXTRUIDA	Pieza de REVOLUCIÓN
1	Colocar los pernos en el cofre sin la tapa.		
2	Introducir la armadura con los separadores		
3	Primer vertido de hormigón sin haber fijado la tapa		
4	Fijar la tapa al cofre		
5	Verter el hormigón restante y realizar la vibración interna		
6	Introducir agarres		
7	Retirar contramoldes y tapa. Extraer pieza del encofrado. Retirar agarres y perforar orificios restantes		

Tabla 6. Resumen de proceso de fabricación de las piezas



### 1.5.8. ASPECTOS MEDIO AMBIENTALES

Actualmente existe una demanda constante de elementos de mobiliario urbano prefabricados con hormigón. Sus excelentes características hacen que estos productos no necesiten apenas mantenimiento y tengan unos elevados ciclos de vida. Además, sus propiedades físicas y mecánicas lo convierten en un material fácilmente adaptable y resistente, lo que posibilita que puedan diseñarse desde formas sencillas a otras más complejas y sigan cumpliendo sus funciones con total efectividad.

Desde mediados del siglo XX, el crecimiento de producción de elementos prefabricados en hormigón ha generado graves problemas ambientales. Por una parte, se consumen elevados valores de energía para la calcinación de los materiales que componen el cemento. Por otra, aunque el hormigón es reciclable, la sobreproducción está provocando que se generen grandes cantidades de residuos desaprovechados que acaban en los vertederos de manera descontrolada, lo que repercute directamente en la calidad del medio ambiente.

En los últimos años han surgido varias líneas de investigación que tratan de desarrollar nuevos compuestos de alto rendimiento a partir de residuos que puedan reemplazar al cemento, además de reducir el consumo de energía, el coste y en algunos casos el uso de agua necesaria. Otra de las ventajas de estas alternativas es que con ellas se les da utilidad a unos residuos que en la mayoría de las ocasiones no son de provecho. Las cenizas procedentes de residuos sólidos u orgánicos son algunas de las propuestas que mejores resultados han obtenido, pero por el momento no se ha conseguido un material con las mismas propiedades que el cemento. Es por ello que en muchos casos se opta por sustituir al cemento parcialmente en pequeñas proporciones.

Otra posibilidad que se plantea como solución para reducir el impacto ambiental de los elementos diseñados es su adaptación a otros métodos de fabricación. Uno de ellos puede ser la impresión 3D, una tecnología de fabricación aditiva con la que se pueden desarrollar todo tipo de objetos, con formas simples o complejas. Mediante una maquinaria que imprime capa a capa se consigue optimizar la cantidad de material utilizado y desechado, además de eliminar la necesidad de elementos estructurales como una armadura de acero. Además, con esta propuesta es posible construir productos huecos que utilicen otros residuos como los producidos en la construcción o demolición para rellenar los cuerpos y ganar peso, de manera que se les concedan nuevos usos a otros materiales.

Un ejemplo de este tipo de fabricación es el elemento de mobiliario urbano diseñado por The New Raw, el cual se realiza a partir de 100 kilogramos de plástico reciclado. El producto funciona como macetero y elemento de descanso, pero su diseño posibilita la implementación de otros accesorios que puedan satisfacer diversas funciones. Sin embargo, aunque el plástico es el material más utilizado para la fabricación digital, actualmente es posible fabricar elementos con hormigón u otros compuestos que se adapten mejor a las necesidades propias del mobiliario urbano, el cual se encuentran expuestos a condiciones meteorológicas adversas y esfuerzos físicos elevados.

Uno de los objetivos de este proyecto es recurrir a estas alternativas más respetuosas con el medio ambiente. Es por ello que desde la fase de ideación del concepto se han tenido en cuenta a la hora de desarrollar volúmenes sin demasiada complejidad que puedan ser adaptados fácilmente a métodos de fabricación más limitados.

Sin embargo, para el desarrollo de este proyecto no se cuenta con los recursos necesarios para poder realizar una estimación del impacto ambiental de las alternativas al material o a los procesos de fabricación, ya que se trata de recursos relativamente novedosos y actualmente no se encuentran estandarizados a nivel global. De igual manera, aunque para la fabricación de los elementos se desea utilizar material procedente de residuos reciclados, en el programa informático empleado para este estudio únicamente se ofrece la opción de utilizar material completamente virgen.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos que condicionan el análisis ambiental, sigue siendo interesante estudiar el impacto ambiental del proyecto ya que se exponen las condiciones más desfavorables en las que se podrían fabricar los elementos. A partir de estos resultados es posible proponer alternativas que traten de disminuir los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> y energía consumida.

Una vez se han determinado las dimensiones de ambos elementos, así como los procesos de fabricación y de ensamblaje y anclaje, es momento de analizar el impacto ambiental que conlleva el proyecto. Con el programa informático Granta Edupack es posible estimar el consumo energético y la huella de carbono que produce cada pieza. En el análisis se deben establecer una serie de condiciones hipotéticas que se ajusten a los requisitos del proyecto comentados en apartados anteriores, de modo que permitan obtener unos resultados finales más precisos y cercanos a los reales. Los aspectos más relevantes establecidos son:

- La materia prima que se va a utilizar proviene de establecimientos que se encuentran a un máximo de 50 km de distancia de la fábrica.
- Los agregados áridos que se va a emplear proviene del reciclaje de residuos de construcción y demolición.
- Se establece un valor de 50 años de vida útil, sin tener en cuenta factores que puedan acortar esta duración como actos vandálicos, accidentes, inclemencias meteorológicas, etc.
- Los materiales utilizados son reciclados una vez han llegado al final de su vida útil.



Figura 69. Integración en el entorno. Fuente: designboom.com



Figura 70. Impresión 3D. Fuente: thenewraw.org



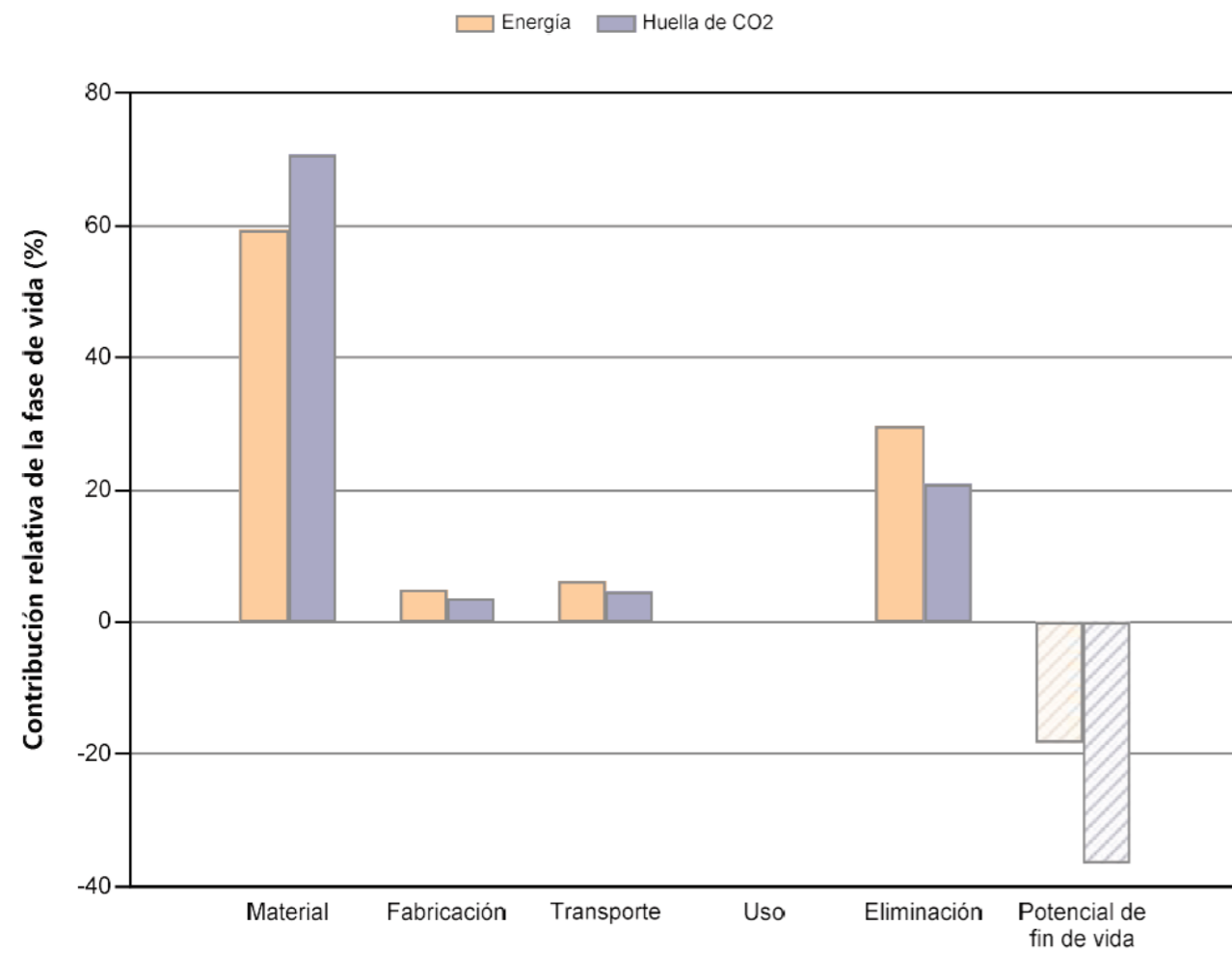


Figura 71. Gráfico resumen de valores ambientales de la pieza extruida

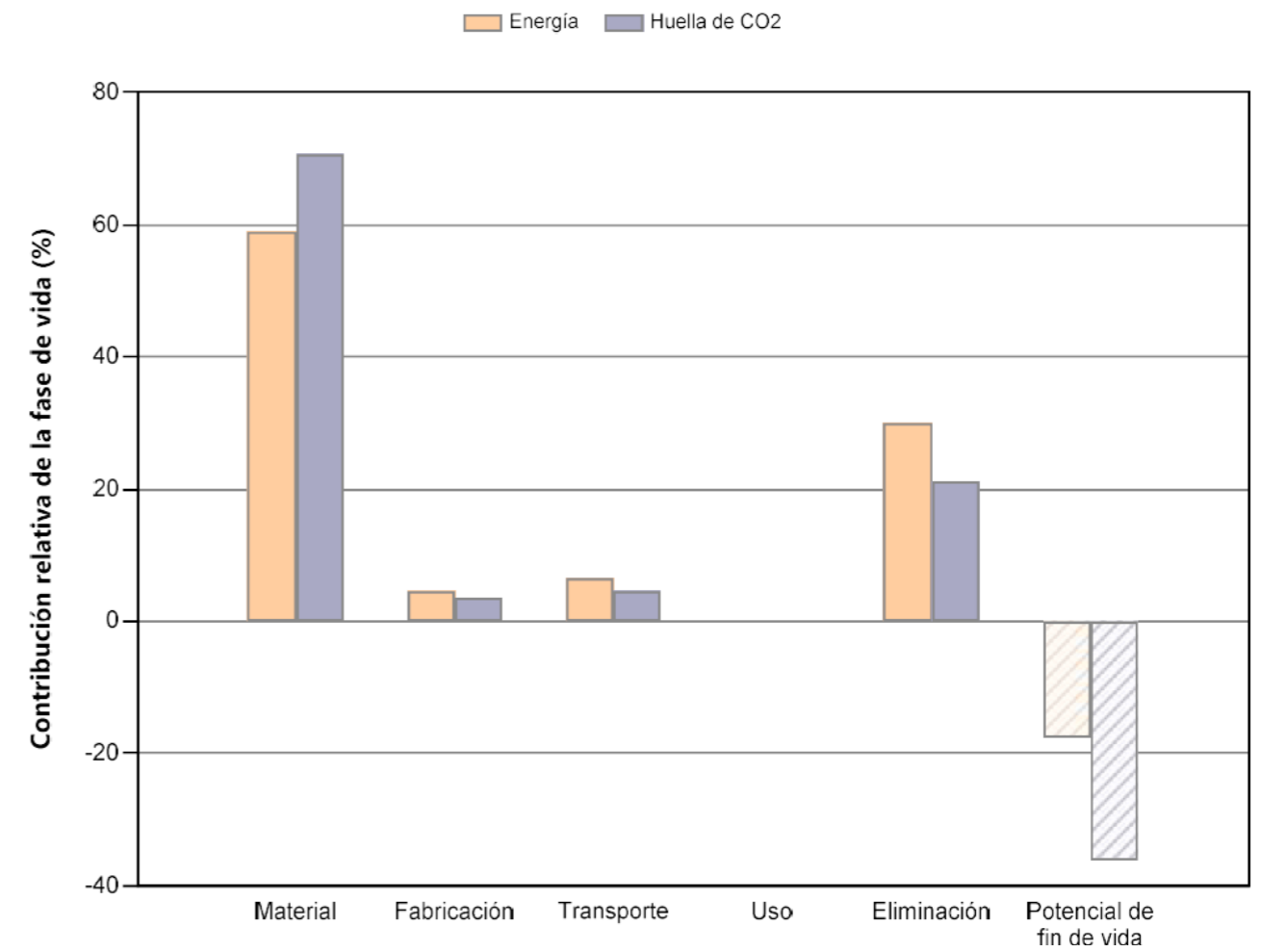


Figura 72. Gráfico resumen de valores ambientales de la pieza extruida

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	488	59,3	57,4	70,7
Fabricación	40,2	4,9	3,01	3,7
Transporte	52	6,3	3,75	4,6
Uso	0	0	0	0
Eliminación	243	29,5	17	20,9
<b>Total (primera vida)</b>	<b>823</b>	<b>100</b>	<b>81,2</b>	<b>100</b>
<b>Potencial de fin de vida</b>	<b>-151</b>		<b>-29,6</b>	

Tabla 7. Impacto ambiental de la pieza extruida

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
Material	647	59	76,7	70,6
Fabricación	51,7	4,7	3,88	3,6
Transporte	70,3	6,4	5,06	4,7
Uso	0	0	0	0
Eliminación	328	29,9	23	21,2
<b>Total (primera vida)</b>	<b>1100</b>	<b>100</b>	<b>109</b>	<b>100</b>
<b>Potencial de fin de vida</b>	<b>-195</b>		<b>-39,4</b>	

Tabla 8. Impacto ambiental de la pieza de revolución

Analizando los datos que aporta el programa, se observa como la mayor parte del consumo de energía y la generación de la huella de CO2 proviene del apartado de obtención del material, seguido del de la eliminación de las piezas. Esto es debido a que en el proceso de fabricación del cemento portland se necesita llegar a unas temperaturas de alrededor de 1500 °C para poder obtener el clínker, una mezcla que se consigue a partir de la cocción y molienda de cal y arcilla. Además, en la fase conversión de la materia prima se emiten elevados niveles de CO2.

No obstante, los números que se obtienen se consideran reducidos teniendo en cuenta la escala del producto y su ciclo de vida. Además, se aprecia que ambos elementos cuentan con unas cifras del potencial de fin de vida negativas, lo que representa una reducción del valor bruto de energía consumida y huella de CO2 generada. Esto es debido a que una vez los elementos son retirados, el material es reciclado para volver a ser utilizado en futuros ciclos de vida.

Para obtener una evaluación más cercana a un proyecto de equipamiento de un espacio público se requiere una cantidad mayor de piezas. De modo que seguidamente se expone el impacto ambiental de un hipotético lote de 25 unidades (15 piezas extruidas y 10 de revolución).

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2 (kg)	Huella de CO2 (%)
<b>Material</b>	13.800	59,2	1.630	70,7
<b>Fabricación</b>	1.120	4,8	84	3,6
<b>Transporte</b>	1.480	6,4	107	4,6
<b>Uso</b>	0	0	0	0
<b>Eliminación</b>	6.920	29,7	485	21
<b>Total (primera vida)</b>	23.320	100	2300	100
<b>Potencial de fin de vida</b>	-4.210		-839	

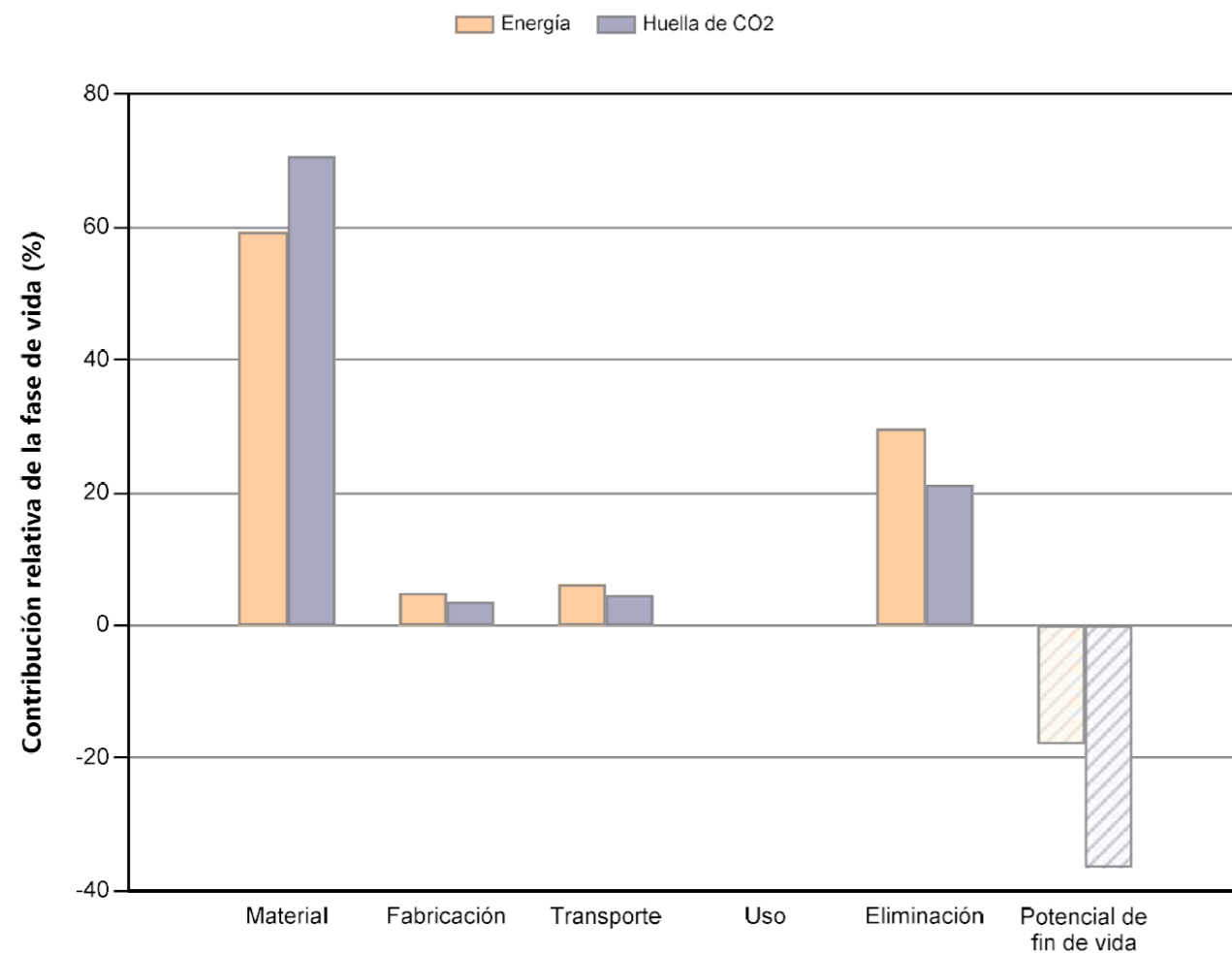


Figura 73. Gráfico resumen de valores ambientales del lote de 25 unidades

Tabla 9. Impacto ambiental de la pieza de revolución

Con este volumen de elementos se obtienen valores elevados a tener en consideración, lo que sirve para recalcar la importancia de sustituir los materiales con mayor impacto ambiental como el cemento por otros con los que se obtengan mejores resultados.

En definitiva, aunque los resultados del impacto ambiental de cada elemento no se presentan como datos alarmantes, este proyecto sigue planteándose como una oportunidad idónea en la que implementar nuevos materiales o tecnologías de fabricación con las que plantar cara a la sobreproducción de cemento, la cual sí supone un grave problema par el medio ambiente.

Aunque en este Trabajo de Fin de Grado no se ha profundizado detalladamente sobre estas alternativas, se ha llegado a la conclusión de que su implementación en el proyecto no resultaría demasiado compleja, ya que los cuerpos diseñados cuentan con formas sencillas fáciles de adaptar. Además, con la posibilidad de ofrecer un catálogo con las diferentes alternativas comentadas, se aportaría un plus de calidad a los proyectos urbanísticos en los que se emplearan, ya que se podría escoger la que mejor se adaptara a las características de cada proyecto.

## 2. Pliego de condiciones

## 2.1 Objeto

El objetivo de este apartado es establecer un conjunto de condiciones que han de cumplirse para la elaboración física del elemento. Es por ello que para la correcta producción de los objetos a diseñar se debe cumplir todo lo redactado en este documento.

Primeramente se expondrán todos los documentos referentes a la normativa que se ha tenido en cuenta y que afectan a este tipo de elementos de mobiliario urbano. Al ser un tipo de productos que van a ser utilizados por un alto número de usuarios con características diferentes, es realmente importante conocer todos los aspectos que influyen en su uso, especialmente los relacionados con la accesibilidad y seguridad.

## 2.2 Normativa

### 2.2.1 NORMATIVA REFERENTE A MATERIALES

<b>Norma</b>	<b>UNE 80300:2019 IN</b>
<b>Título</b>	Cementos. Recomendaciones para el uso de los cementos
<b>Fecha Edición</b>	4/10/2019
<b>Anulaciones</b>	Anula a: Informe Técnico UNE 80300:2000 IN

Tabla 10. Normativa Materiales 1. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE 135112:1994</b>
<b>Título</b>	Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución
<b>Fecha Edición</b>	1994-04-18
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 11. Normativa Materiales 2. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN 13198:2004</b>
<b>Título</b>	Productos prefabricados de hormigón. Mobiliario urbano y productos de jardín
<b>Fecha Edición</b>	5/28/2004
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 12. Normativa Materiales 3. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN 13369:2018</b>
<b>Título</b>	Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón
<b>Fecha Edición</b>	12/19/2018
<b>Anulaciones</b>	Anula a: UNE-EN 13369:2013

Tabla 13. Normativa Materiales 4. Fuente: aenormas.aenor.com

### 2.2.2 NORMATIVA REFERENTE A ACCESIBILIDAD

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN 17161:2020</b>
<b>Título</b>	Diseño para todas las personas. Accesibilidad a través de un enfoque de diseño para todas las personas en productos, bienes y servicios. Ampliando la diversidad de usuarios
<b>Fecha Edición</b>	1/29/2020
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 14. Normativa Accesibilidad 1. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE 41500:2001</b>
<b>Título</b>	Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios Generales de Diseño.
<b>Fecha Edición</b>	4/18/2001
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 15. Normativa Accesibilidad 2. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE 41510:2001</b>
<b>Título</b>	Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución.
<b>Fecha Edición</b>	4/18/2001
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 16. Normativa Accesibilidad 3. Fuente: aenormas.aenor.com



<b>Norma</b>	<b>UNE 178105:2017</b>
<b>Título</b>	Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Materiales básicos y control de ejecución
<b>Fecha de Edición</b>	6/14/2017
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 17. Normativa Accesibilidad 4. Fuente: aenormas.aenor.com

### 2.2.3 NORMATIVA REFERENTE A SEGURIDAD

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN 581-1:2017</b>
<b>Título</b>	Mobiliario de exterior. Asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping. Parte 1: Requisitos generales de seguridad
<b>Fecha de Edición</b>	9/13/2017
<b>Anulaciones</b>	Anula a: UNE-EN 581-1:2006

Tabla 18. Normativa Seguridad 1. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN 12727:2017</b>
<b>Título</b>	Mobiliario, asientos alineados. Requisitos de seguridad, resistencia y de durabilidad
<b>Fecha de Edición</b>	6/14/2017
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 19. Normativa Seguridad 2. Fuente: aenormas.aenor.com

<b>Norma</b>	<b>UNE 135111:1994</b>
<b>Título</b>	Sistemas viales de contención de vehículos. Barreras de hormigón. Definiciones, clasificación, dimensiones y tolerancias
<b>Fecha de Edición</b>	7/14/1994
<b>Anulaciones</b>	-

Tabla 20. Normativa Seguridad 3. Fuente: aenormas.aenor.com

### 2.2.4 NORMATIVA REFERENTE A ERGONOMÍA

<b>Norma</b>	<b>UNE-EN ISO 7250-1:2017</b>
<b>Título</b>	Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias
<b>Fecha de Edición</b>	12/1/2017
<b>Anulaciones</b>	Anula a: UNE-EN ISO 7250-1:2010

Tabla 21. Normativa Seguridad 4. Fuente: aenormas.aenor.com

## 2.3 Materiales

En el siguiente apartado se presentan las condiciones técnicas de los materiales necesarios para la fabricación del producto.

### 2.3.1 Hormigón armado

Material compuesto formado por aglomerante, agua y agregados naturales o artificiales. Para mejorar sus propiedades estructurales, se incluyen un conjunto de barras de acero que forman una malla, aumentando así la resistencia en esfuerzos a tracción.

Dependiendo del uso que se le va a dar al hormigón, se pueden determinar diferentes características que afectan a sus propiedades. La dosificación del hormigón establece las proporciones adecuadas de cada componente, proporcionando la resistencia necesaria para soportar las cargas. En el caso de este proyecto se desea conseguir un hormigón H20, que equivale a una resistencia máxima a esfuerzos de compresión de 200 kgf/cm<sup>2</sup>. Este tipo de hormigón resiste a una presión de 20 MegaPascuales y es el grado más utilizado para elementos de construcción y prefabricados.

Las cantidades para conseguir 1 m<sup>3</sup> de hormigón H20 son:

Resistencia (Mpa)	Cemento (kg)	Agregados (kg)	Agua (L)
H20	340	1710	200

Tabla 22. Proporciones para obtener hormigón H20

Gracias a estos datos es posible obtener las cantidades de cada material que compone el hormigón. En la siguiente tabla se resumen para cada una de las piezas:

Pieza	Peso total (kg)	Cemento (kg)	Agregados (kg)	Agua (L)
Extruida	342,8	48,7	244,5	28,6
Revolución	463,7	65,6	330,1	38,6

Tabla 23. Cantidades necesarias de materiales para cada pieza

A continuación se exponen los componentes que conforman el hormigón armado:

#### - Cemento Portland

Componente que actúa como conglomerante. Existen una gran variedad de cemento, siendo el cemento Portland y sus derivados el más utilizado para la fabricación de hormigón estructural. El cemento Portland se obtiene de la mezcla calcinada de piedra caliza y arcilla, (conocida como clínker) junto con un regulador de fraguado para el que se suele emplear yeso. Esta combinación de materiales es molida hasta generar un polvo que al ser mezclado con agua genera una pasta que puede ser modelada fácilmente antes de su solidificación. Aunque puede ser utilizado sin añadidos para la fabricación, se une fácilmente con una gran variedad de materiales y agregados que modifican las prestaciones finales del hormigón.

Características técnicas del cemento Portland (base de datos CES EduPack 2019):

- Densidad: 1.800 - 2.200 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de Young: 36,8 - 45,4 GPa
- Resistencia a compresión: 18,7 - 20,7 MPa
- Resistencia a tracción: 1,9 - 2,1 MPa

Especificaciones del material:

- Material poroso
- Material no inflamable

#### - Agregado

Partículas de origen natural o artificial que conforman una gran parte del volumen final del hormigón. Los granos pueden variar su tamaño considerablemente, lo que influye directamente en el peso del hormigón e indirectamente en su resistencia a compresión. Según su tamaño se puede distinguir entre agregado fino y grueso. En la mayoría de los casos, los áridos que se utilizan en el hormigón ordinario son grava y arena, pero existe la posibilidad de añadir distintos aditivos para modificar sus propiedades. Para reducir el impacto ambiental producido por la sobreproducción de hormigón, es posible utilizar como árido material reciclado procedente de escoria y residuos de la construcción, como restos de hormigón o material cerámico. Este tipo de material se conoce como Residuo de construcción y demolición (RCD). Dependiendo del origen de los áridos empleados se pueden conseguir distintos acabados finales en el hormigón, variando en color y textura.

#### - Acero con bajo contenido de carbono

Aleación de hierro con bajo contenido de carbono que permite que sea blando y dúctil. Este material cuenta con buenas propiedades mecánicas en cuanto a tracción, ductilidad y maleabilidad. Las barras que se utilizan deben estar hechas a partir de un acero soldable, de modo que se pueda confeccionar fácilmente la estructura armada. Además, tienen que tener una superficie corrugada que facilite mayor adherencia y agarre con el hormigón. La armadura o malla debe contar con barras longitudinales y transversales. Las longitudinales son las que se encargan de absorber los esfuerzos a tracción, mientras que las transversales se ocupan de unir la estructura.

En casos en los que se vaya a utilizar el material para hormigón armado, es importante evitar la oxidación de las barras, ya que cuando se da esta circunstancia se ocasiona una expansión y aumento de volumen, produciendo grietas en el hormigón. Para evitar este problema es recomendable utilizar acero galvanizado, con el cual se protege mejor al hierro del agua y la humedad.

Características técnicas del acero (base de datos CES EduPack 2019):

- Densidad: 7.800 - 7.820 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de Young: 200 - 220 GPa
- Resistencia a compresión: 255 - 355 MPa
- Resistencia a tracción: 379 - 532 MPa

Especificaciones del material:

- Material dúctil y maleable
- Material 100% reciclable



Fuente: fierros.com.co



Fuente: derribosmadrid.com



Fuente: bauhaus.com

Figura 74. Materiales empleados

Por otro lado, para la unión de los elementos se debe emplear el siguiente material:

Mortero de reparación estructural

Este material es una mezcla de cemento, arena, resina sintética y otros aditivos que sirve para reparar los desperfectos generados en el cemento. Las características que lo distinguen de un mortero común son:

- Gran adherencia
- Gran resistencia
- Baja contracción
- Fraguado rápido
- Acabado uniforme

Características técnicas del Mortero de reparación:

- Densidad: 2.100 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de Young: 25,2 GPa
- Resistencia a compresión: 28 días: 40,3 MPa
- Resistencia a tracción: 28 días: 8,3 MPa

## 2.4 Condiciones del suministro

En este apartado se detallan las condiciones en las que los diferentes materiales y componentes son trasladados al lugar de fabricación. Es importante tener en cuenta que, aunque el hormigón se puede comprar con los componentes ya mezclados, se opta por obtenerlos por separado, de modo que la preparación del material se realiza en el mismo lugar donde va a ser vertido en los encofrados. De esta forma se tiene un mayor control sobre la materia prima, optimizando las cantidades utilizadas para la fabricación de cada elemento.

### - Cemento Portland

El cemento es llevado a la fábrica en sacos o bolsas de gran capacidad. Es importante que este material se almacene en un lugar cubierto, aislado del suelo y protegido de la intemperie, ya que se debe evitar que entre en contacto con algún líquido o se sitúe en una zona con demasiada humedad.

### - Agregado

El material árido es transportado mediante un camión bañera desde la planta del proveedor hasta la fábrica donde se construyen los elementos de mobiliario urbano. En este lugar es almacenado en cubas o bolsas de gran capacidad. Su aplicación se realiza a granel siguiendo las cantidades adecuadas para obtener las características deseadas del hormigón.

### - Barras de acero

Las barras de acero corrugado llegan a la fábrica agrupadas en montones según su diámetro. Tanto las barras de 10 mm de diámetro como las de 6 mm cuentan con una longitud de 3 metros.

### - Mortero de reparación

Este componente es distribuido en sacos de 25 kg. Al igual que el cemento, debe estar en un lugar seco protegido de la intemperie y de posibles heladas. El producto debe conservarse como máximo hasta 12 meses después de su fecha de fabricación.

### - Separadores

Estos elementos son distribuidos por el proveedor y se envían a la fábrica en sacos de 100 unidades. Se trata de piezas comerciales que no necesitan ningún tratamiento ni procesado posterior.

## 2.5 Hoja de fabricación

En este apartado se explican los pasos a seguir para la fabricación de los módulos. Aunque ambos cuentan con formas diferentes, el proceso de fabricación que se desempeña es el mismo, por lo que sus tiempos de fabricación son similares. Para sintetizar el documento, se establecen para los dos elementos los mismos tiempos empleados para cada fase, de modo que se va a desarrollar una única hoja de fabricación que sirve para ambos productos.

Primeramente se explica el proceso de fabricación de las armaduras, seguido de la fabricación de los módulos en hormigón.

### 2.5.1 ARMADURA DE ACERO

Nº pieza	Cantidad	Descripción	Material	
1	1	Conjunto de barras de acero que se sueldan para formar la armadura del hormigón	Acero con bajo contenido en carbono	
Nº	Operación	Descripción	Maquinaria necesaria	Tiempo (minutos)
1	Enderezado	Ajuste de las barras para que estén rectas	Extrusora	5
2	Corte	Cortar la barra inicial a la longitud total de la barra sin doblar	Cizalla mecánica	5
3	Doblado	Generar los dobleces de la estructura con los radios apropiados	Molde / Guía	15
4	Montaje y colocación	Colocación de las barras en su correcta posición	Manual	5
5	Soldado	Soldado de las piezas entre ellas	Manual / Soldador	25
6	Colocación de separadores	Colocar los separadores en su correcta posición	Manual	2

Tabla 24. Hoja de fabricación de las armaduras de acero corrugado



2.5.2 PIEZA DE HORMIGÓN ARMADO

Nº pieza	Cantidad	Descripción	Material	
2	1	Módulos que conforman los elementos de mobiliario urbano	Hormigón armado	

Nº	Operación	Descripción	Maquinaria necesaria	Tiempo (minutos)
1	Fabricación de encofrados	Se construyen los cofres y las tapas necesarios para el vertido del hormigón	Mecanizado / Manual	-
2	Preparación del hormigón	Combinar todos los componentes necesarios para la creación del hormigón	Manual	25
3	Material desmoldante	Untar todas las caras interiores con el material desmoldante	Manual	5
4	Colocación contramoldes	Colocar los pernos en los orificios del cofre	Manual	2
5	Colocación armadura	Introducir la armadura dentro del cofre en el lugar adecuado. Asegurar que la posición de los separadores es la correcta.	Manual	2
6	Primer vertido de hormigón	Verter una pequeña cantidad de hormigón sin que llegue a salir del cofre	Manual / Manguera de vertido	5
7	Colocar tapa	Fijar la tapa al cofre	Manual /	1
8	Segundo vertido de hormigón	Verter el hormigón hasta llenar por completo el encofrado	Manual / Manguera de vertido	10
9	Introducir agarres	Colocar agarres tipo U y sujetar con una barra pasante	Manual	2
10	Secado	Esperar a que el hormigón fragüe totalmente		900
11	Retirado de tapa	Retirar tapa del cofre	Manual	1

12	Retirado de contramoldes	Extraer los pernos del cofre	Manual	2
13	Extracción del cofre	Colocar mosquetones en agarres y extraer del cofre	Manual / Grúa	10
14	Perforado orificios	Realizar los orificios en la cara descubierta en el encofrado	Manual / Taladro	10
15	Retocado	Revisar imperfecciones y realizar redondeos restantes	Manual / Amoladora	20
16	Sumergido en ácido clorhídrico	Sumergir objeto en cuba con ácido clorhídrico para decapar	Manual / Grúa	20
17	Sumergido en agua	Sumergir objeto en cuba con agua para retirar restos de ácido	Manual / Grúa	20
18	Empolvado y acabado	Rellenar los agujeros con mortero rico o resina y eliminar imperfecciones finales	Manual / Empolvador	20

Tabla 25. Hoja de fabricación de los módulos de hormigón

A modo de resumen, se presenta una tabla con el número de operaciones realizadas y el tiempo empleado de cada proceso de fabricación:

Proceso de fabricación	Nº Operaciones	Tiempo total empleado (minutos)
Armadura de acero	6	57
Pieza de hormigón armado	18	1055

Tabla 26. Resumen de las hojas de fabricación



## 2.6 Condiciones de ensamblaje de los elementos

El diseño de los elementos hace posible el ensamblaje de las piezas en combinaciones que cumplen con funciones diferentes. Para asegurar la correcta fijación de los conjuntos, se establece un mínimo de uniones dependiendo de las perforaciones con las que cuenta cada cara. Los requisitos que se establecen son:

- En las caras que tengan 1 orificio se debe realizar 1 unión.
- En las caras que tengan 2, 3 o 4 orificios se debe realizar mínimo 2 uniones.

Por otro lado, es importante conocer las distintas maneras que se plantean para poder ensamblar los elementos dependiendo de las configuraciones que vayan a ser generadas. Las posibilidades son:

Ensamblar las piezas en fábrica y transportarlas a su lugar de uso ya unidas.  
Transportar las piezas por separado y ensamblarlas en su lugar de uso.

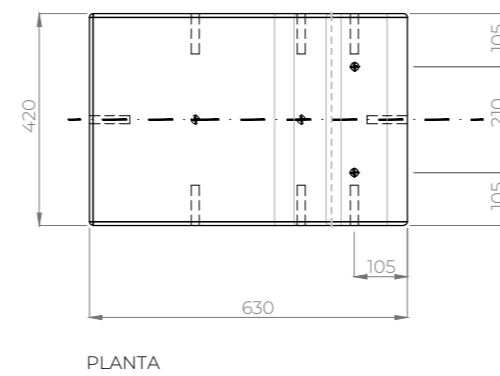
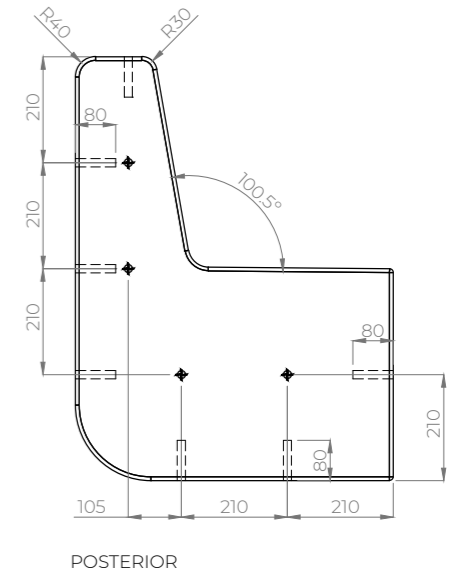
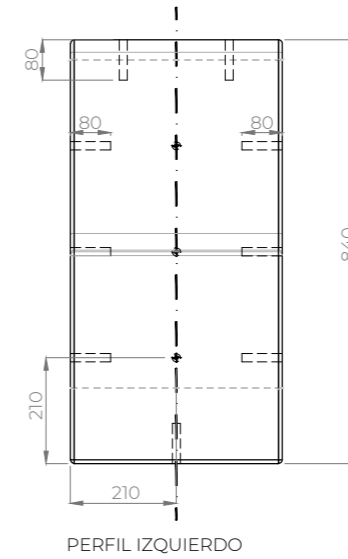
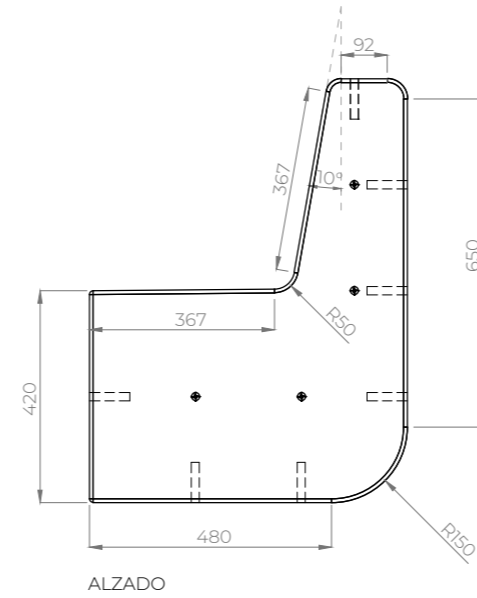
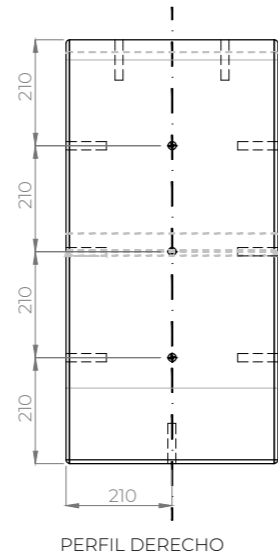
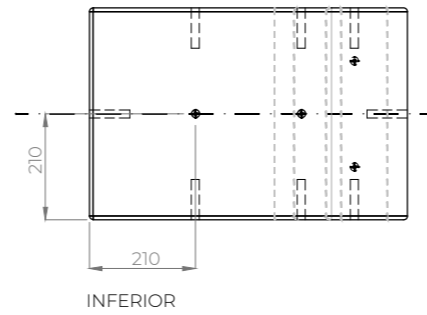
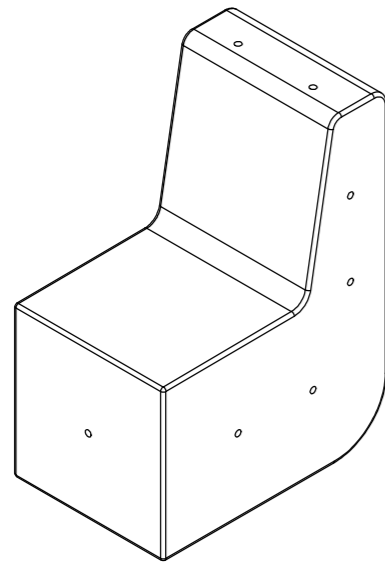
La elección de la opción adecuada depende de factores a considerar propios de cada conjunto como su masa total, el número de uniones que se tienen que realizar o su ubicación final. Esto es debido a que puede resultar complicado transportar y manipular una serie de conjuntos de piezas que cuentan con unos volúmenes y pesos considerables, ya que los recursos necesarios más comunes (maquinaria, tiempo de ejecución, etc.) pueden ser escasos para ejecutar las tareas.




De modo que dependiendo de la configuración que se genere, las indicaciones recomendadas son:

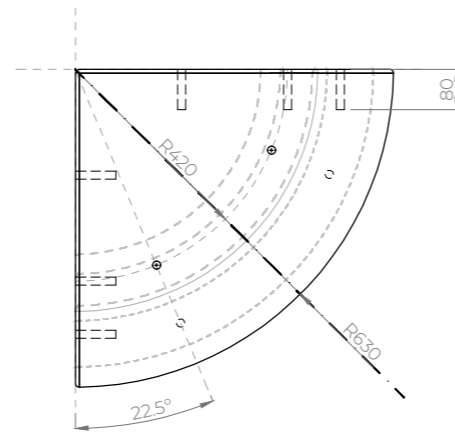
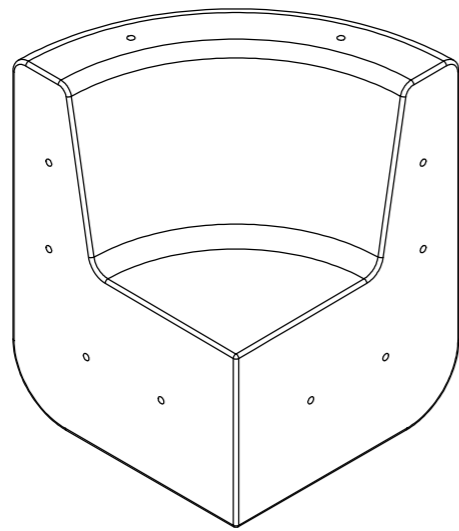
- Es posible realizar el ensamblaje de los elementos en la fábrica para las configuraciones que se forman con 2 o 3 elementos.
- Se recomienda el ensamblaje de los elementos en su lugar de emplazamiento para las configuraciones que se forman con más de 3 elementos.
- En el caso de las configuraciones seriadas que utilicen una gran cantidad de elementos, es posible realizar el ensamblaje de 2 o 3 unidades en planta.

A la hora de sujetar los elementos, se debe colocar un protector entre la pieza y la eslinga para evitar que en las zonas de contacto el hormigón sufra rozamientos o desperfectos a causa de la presión ejercida. Se recomienda utilizar un material blando que reduzca esta presión, como por ejemplo la espuma de polietileno empleada en el embalaje.

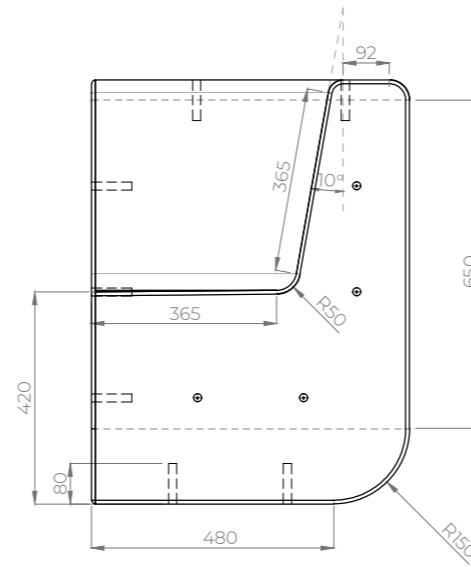
### 3. Planimetría



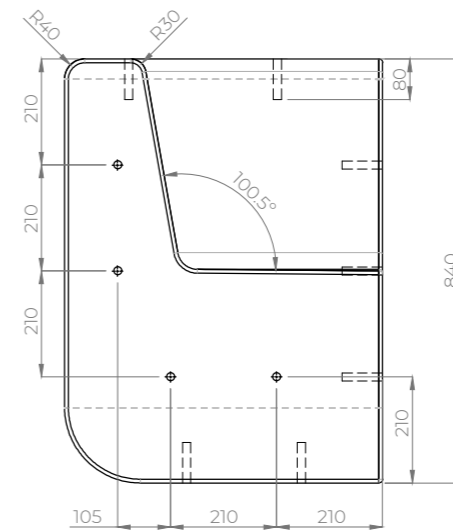
	Fecha	Nombre	Firmas		
Dibujado	07-06-2021	Gregori Mendoza Muñoz		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b>	
Revisado	14-06-2021	Lola Merino Sanjuán			
ISO				Título	Plano
				<b>MÓDULO EXTRUIDO</b>	<b>PL-1</b>
Escala	Observaciones			Material	
1:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los orificios perforados cuentan son de Ø16 mm. Profundidad de 80 mm.</li> <li>- Redondeo de R7 mm para todos los cantos.</li> </ul>			Hormigón Armado	
				Cotas en mm	Hoja 1 de 4



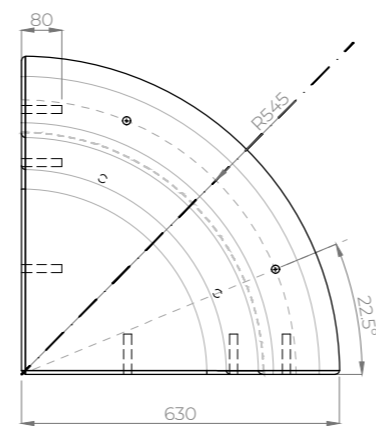
INFERIOR





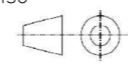
ALZADO



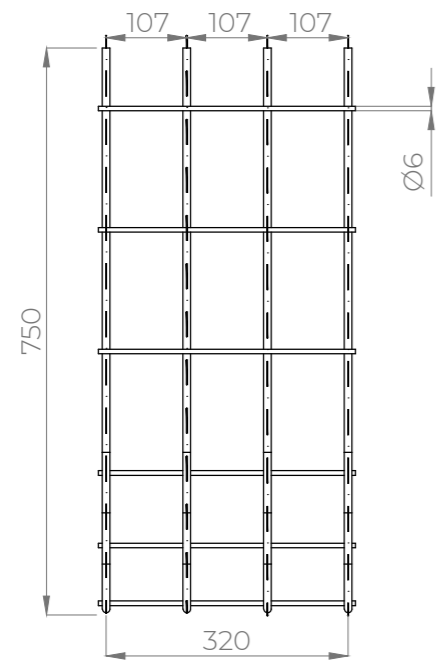
PERFIL IZQUIERDO



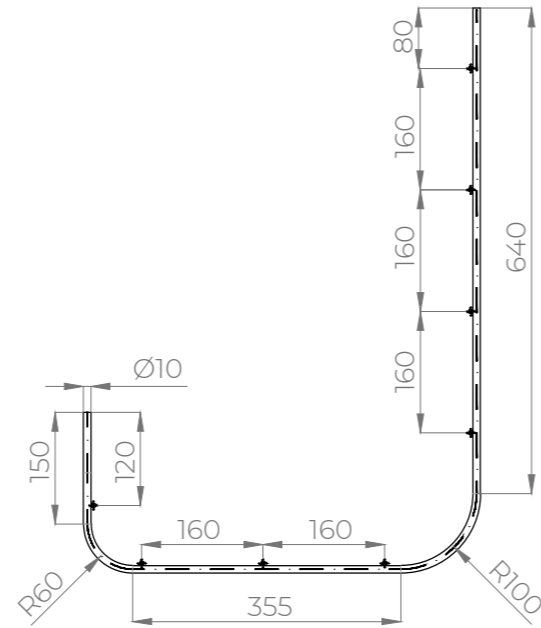
PLANTA

	Fecha	Nombre	Firmas	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b>	
Dibujado	07-06-2021	Gregori Mendoza Muñoz			
Revisado	14-06-2021	Lola Merino Sanjuán			
ISO 	Título			Plano	
	MÓDULO DE REVOLUCIÓN			PL-2	
Escala	Observaciones			Material	
1:15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los orificios perforados cuentan son de Ø16 mm. Profundidad de 80 mm.</li> <li>- Redondeo de R7 mm para todos los cantos.</li> </ul>			Hormigón Armado	
				Cotas en mm	Hoja 2 de 4

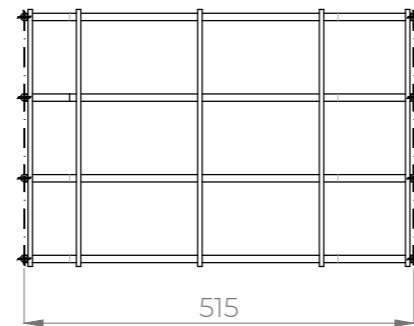




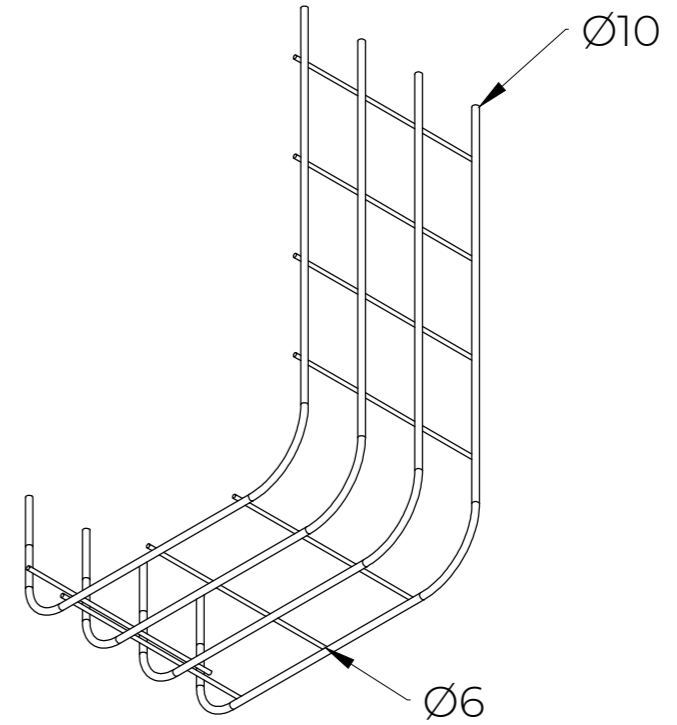
PERFIL DERECHO






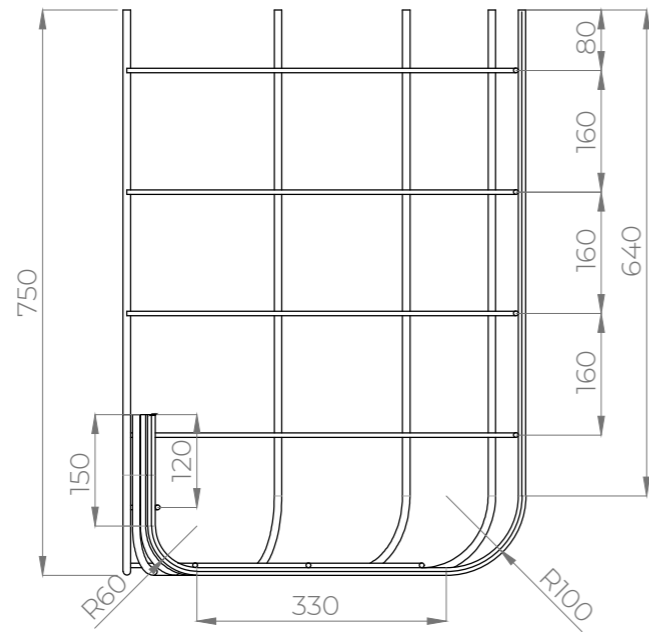
ALZADO



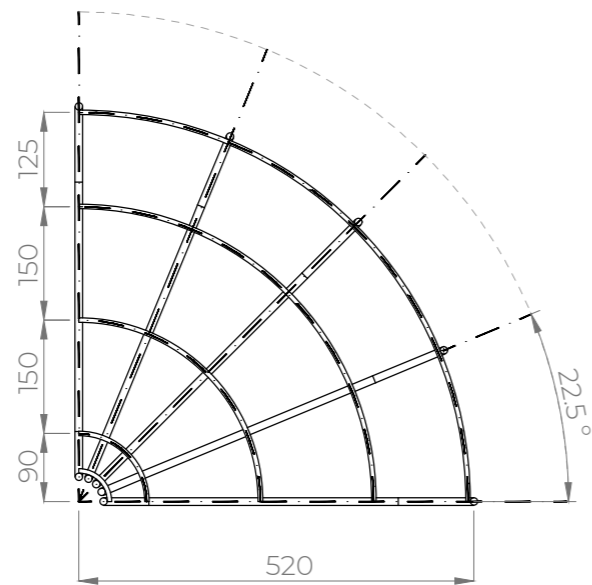
PLANTA



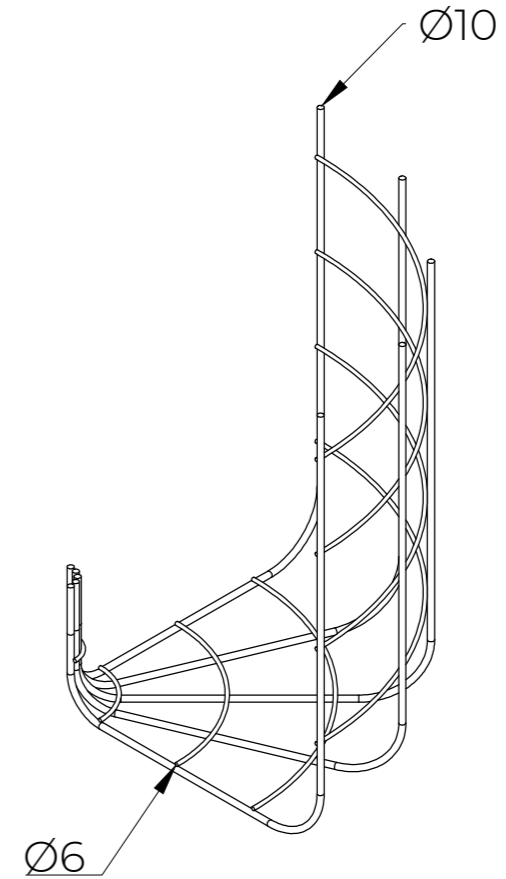
	Fecha	Nombre	Firmas	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Dibujado	07-06-2021	Gregori Mendoza Muñoz		
Revisado	14-06-2021	Lola Merino Sanjuan		
ISO 	Título <b>ARMADURA M. EXTRUIDO</b>			Plano <b>PL-3</b>
Escala 1:10	Observaciones - Armadura Longitudinal Ø10 mm - Armadura Transversal Ø6 mm			Material Acero Corrugado Cotas en mm Hoja 3 de 4




ALZADO



PLANTA



	Fecha	Nombre	Firmas	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b>
Dibujado	07-06-2021	Gregori Mendoza Muñoz		
Revisado	14-06-2021	Lola Merino San Juan		
ISO 	Título <b>ARMADURA M. DE REVOLUCIÓN</b>			Plano <b>PL-4</b>
Escala 1:10	Observaciones - Armadura Longitudinal Ø10 mm - Armadura Transversal Ø6 mm			Material <b>Acero Corrugado</b>
				Cotas en mm
				Hoja 4 de 4

## 4. Presupuesto



## 4.1 Objeto

El propósito de este apartado es realizar una estimación lo más cercana al coste real que tendría el proyecto en caso de fabricarse.

En el apartado del Pliego de Condiciones se han expuesto unas condiciones de suministro que se basan en un abastecimiento del material en grandes cantidades distribuidas al por mayor. Sin embargo, este presupuesto se plantea desde la obtención de la materia prima en gran parte a partir de comercios minoristas, ya que aunque se ha contactado con proveedores del sector de la construcción, no se ha obtenido respuesta sobre los precios solicitados. Es por ello que se debe tener en cuenta que este cambio implica que se obtendrá un presupuesto final más elevado que si se hubieran obtenido los precios mediante proveedores al por mayor.

En este presupuesto se presenta el coste de un hipotético lote de 20 unidades (10 piezas extruidas y 10 de revolución), a partir del cual se calcula el precio de una unidad de cada módulo. De esta manera se puede obtener un resultado más cercano de lo que sería el amueblamiento real de un espacio público.

No obstante, para la valoración final del presupuesto se debe tener en cuenta que la cantidad planteada no es muy extensa. Debido a factores como los procesos de fabricación, el uso de la materia prima o la amortización de la maquinaria, cuanto mayor sea la tirada de módulos que se realizan, más disminuye el precio final.

Primeramente se presenta el presupuesto de costes directos o Presupuesto de Ejecución Material (PEM), donde se van a tener en cuenta los materiales empleados, la mano de obra y los productos subcontratados. Después, se calculan los costes indirectos de fabricación y el beneficio industrial para obtener el Presupuesto Base de Licitación. Seguidamente, se expone el presupuesto final con la suma del importe correspondiente al IVA (21%).

Por último se calcula la cantidad de piezas que se deben fabricar para poder amortizar el coste de los encofrados. Debido a que no se ha podido contactar con ningún fabricante especializado, se realiza una estimación del precio de los moldes a partir de los datos hallados en internet sobre empresas del sector.

## 4.2 Presupuesto de Ejecución Material

A partir de los datos obtenidos en el Convenio colectivo de la construcción y obras públicas de la provincia de Valencia, se calcula una estimación del salario por hora de los siguientes puestos de trabajo:

- Soldador: 8,50 €/h
- Oficial de primera: 8,50 €/h
- Peón especialista: 7,80 €/h

LOTE PIEZAS EXTRUIDAS	
Cantidad	Descripción
10 ud	Módulo extruido que forma parte de la línea de elementos de mobiliario urbano y que puede combinarse con otras piezas para cumplir diversas funciones.
COSTE DE MATERIALES	
<b>Materia Prima (Hormigón armado)</b>	
-	Cemento (48,7 kg x 10 ud = 487 kg)
-	Suministrado por Leroy Merlin Massanassa en sacos de 25 kg
-	Cantidad: 20 ud
-	Precio: 5,29 €/ud
	Coste cemento = 105,80 €
-	Agregado (244,5 kg x 10 ud = 2.445 kg)
-	Suministrado por Cantera Perea en sacos de 20 kg
-	Cantidad: 123 ud
-	Precio: 0,62 €/ud
	Coste agregado = 76,26 €
-	Agua (0,0286 m <sup>3</sup> x 10 = 0,286 m <sup>3</sup> )
-	*Precio: 2,23 €/m <sup>3</sup>
	Coste agua = 0,63 €
-	Barras de acero Ø10 mm (longitud total: 5,94 m x 10 ud = 59,4 m)
-	Suministrado por BAUHAUS Alfafar en barras de 3 m
-	Cantidad: 20 ud
-	Precio: 2,55 €/ud (0,85 €/m)
	Coste barras de acero Ø10 mm = 51,00 €
-	Barras de acero Ø6 mm (longitud total: 2,64 m x 10 ud = 26,4 m)
-	Suministrado por BAUHAUS Alfafar en barras de 3 m
-	Cantidad: 9 ud
-	Precio: 1,35 €/ud (0,45 €/m)
	Coste barras de acero Ø6 mm = 12,15 €
-	Mortero de reparación (0,016 m <sup>3</sup> x 10 ud = 0,16m <sup>3</sup> )
-	Suministrado por BAUHAUS Alfafar en sacos de 10kg
-	**Cantidad: 0,16 m <sup>3</sup>
-	Precio: 15,99 €/ud. (1,599 €/kg)
	Coste de mortero de reparación = 0,25 €
	<b>Subtotal: 246,09 €</b>
*Datos recogidos por el INE en 2016.	
**Promedio de 50% de orificios rellenados (8 de 15)	

**Productos subcontratados**

- Separadores para hormigón armado (Ø50 mm. Espesor de 5 mm)
  - Suministrado por BigMat
  - Cantidad: 8 x 10 = 80 ud
  - Precio: 0,12 €/ud

Coste separadores para hormigón armado = 9,60 €

**Subtotal: 9,60 €**

**TOTAL COSTE DE MATERIALES: 255,69 €**

**COSTE DE MANO DE OBRA**

**Mano de obra directa**

Fabricación de la armadura

Nº	Operación	Operario	Tasa horaria (€/h)	Tiempo (minutos)	Coste de operario (€)
1	Enderezado	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
2	Corte	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
3	Doblado	Oficial 1ª	8,50	150	21,25
4	Montaje y colocación	Peón especialista	7,80	50	6,50
5	Soldado	Soldador	8,50	250	35,41
6	Colocación de separadores	Peón especialista	7,80	20	2,60

Coste total mano de obra fabricación de la armadura = 79,92 €

Fabricación de la pieza de hormigón armado

Nº	Operación	Operario	Tasa horaria (€/h)	Tiempo (minutos)	Coste de operario (€)
1	Preparación del hormigón	Oficial 1ª	8,50	250	35,41
2	Material desmoldante	Peón especialista	7,80	50	6,50
3	Colocación contramoldes	Peón especialista	7,80	20	2,60
4	Colocación armadura	Peón especialista	7,80	20	2,60
5	Primer vertido de hormigón	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
6	Colocar tapa	Peón especialista	7,80	20	2,60
7	Segundo vertido de hormigón	Oficial 1ª	8,50	100i	14,16
9	Introducir agarres	Oficial 1ª	8,50	20	2,83
10	Secado	-	-	9000	-
11	Retirado de tapa	Peón especialista	7,80	20	2,60
12	Retirado de contramoldes	Peón especialista	7,80	20	2,60
13	Extracción del cofre	Oficial 1ª	8,50	100	14,16
14	Perforado orificios	Oficial 1ª	8,50	100	14,16
15	Retocado	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
16	Sumergido en ácido clorhídrico	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
17	Sumergido en agua	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
18	Empolvado y acabado	Oficial 1ª	8,50	200	28,33

Coste total mano de obra pieza de hormigón armado = 220,62 €

**Subtotal: 300,54 €**

**COSTE DE FABRICACIÓN = 556,23 €**

LOTE PIEZAS DE REVOLUCIÓN	
Cantidad	Descripción
1 0 ud	Módulo de revolución que forma parte de la línea de elementos de mobiliario urbano y que puede combinarse con otras piezas para cumplir diversas funciones.
COSTE DE MATERIALES	
<b>Materia Prima (Hormigón armado)</b>	
-	Cemento (65,6 kg x 10 ud = 656 kg) - Suministrado por Leroy Merlin Massanassa en sacos de 25 kg - Cantidad: 27 ud - Precio: 5,29 €/ud  Coste cemento = 142,83 €
-	Agregado (330,1 kg x 10 ud = 3.301 kg) - Suministrado por Cantera Perea en sacos de 20 kg - Cantidad: 165 ud - Precio: 0,62 €/ud  Coste agregado = 102,30 €
-	Agua (0,0386 m <sup>3</sup> x 10 ud = 0,386 m <sup>3</sup> ) - *Precio: 2,23 €/m <sup>3</sup>  Coste agua = 0,86 €
-	Barras de acero Ø10 mm (longitud total: 7,425 m x 10 ud = 74,25 m ) - Suministrado por BAUHAUS Alfafar en barras de 3 m - Cantidad: 25 ud - Precio: 2,55 €/ud (0,85 €/m)  Coste barras de acero Ø10 mm = 63,75 €
-	Barras de acero Ø6 mm (longitud total:1,94 m x 10 ud = 19,40) - Suministrado por BAUHAUS Alfafar en barras de 3 m - Cantidad: 7 ud - Precio: 1,35 €/ud (0,45 €/m)  Coste barras de acero Ø6 mm = 9,45 €
-	Mortero de reparación (0,016 m <sup>3</sup> x 10 ud = 0,16 m <sup>3</sup> ) - Suministrado por BAUHAUS Alfafar en sacos de 10kg - **Cantidad: 0,016 m <sup>3</sup> - Precio: 15,99 €/ud. (1,599 €/kg)  Coste de mortero de reparación = 0,25 €
<b>Subtotal: 319,44 €</b>	
*Datos recogidos por el INE en 2016. **Promedio de 50% de orificios rellenados (8 de 15)	

Productos subcontractados					
- Separadores para hormigón armado (Ø50 mm. Espesor de 5 mm)					
- Suministrado por BigMat					
- Cantidad: 8 x 10 = 80 ud					
- Precio: 0,12 €/ud					
					Coste separadores para hormigón armado = 9,60 €
					<b>Subtotal: 9,60 €</b>
<b>TOTAL COSTE DE MATERIALES: 329,04 €</b>					
COSTE DE MANO DE OBRA					
<b>Mano de obra directa</b>					
Fabricación de la armadura					
Nº	Operación	Operario	Tasa horaria (€/h)	Tiempo (minutos)	Coste de operario (€)
1	Enderezado	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
2	Corte	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
3	Doblado	Oficial 1ª	8,50	150	21,25
4	Montaje y colocación	Peón especialista	7,80	50	6,50
5	Soldado	Soldador	8,50	250	35,41
6	Colocación de separadores	Peón especialista	7,80	20	2,60
					Coste total mano de obra fabricación de la armadura = 79,92 €

Fabricación de la pieza de hormigón armado

Nº	Operación	Operario	Tasa horaria (€/h)	Tiempo (minutos)	Coste de operario (€)
1	Preparación del hormigón	Oficial 1ª	8,50	250	35,41
2	Material desmoldante	Peón especialista	7,80	50	6,50
3	Colocación contramoldes	Peón especialista	7,80	20	2,60
4	Colocación armadura	Peón especialista	7,80	20	2,60
5	Primer vertido de hormigón	Oficial 1ª	8,50	50	7,08
6	Colocar tapa	Peón especialista	7,80	20	2,60
7	Segundo vertido de hormigón	Oficial 1ª	8,50	100	14,16
9	Introducir agarres	Oficial 1ª	8,50	20	2,83
10	Secado	-	-	9000	-
11	Retirado de tapa	Peón especialista	7,80	20	2,60
12	Retirado de contramoldes	Peón especialista	7,80	20	2,60
13	Extracción del cofre	Oficial 1ª	8,50	100	14,16
14	Perforado orificios	Oficial 1ª	8,50	100	14,16
15	Retocado	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
16	Sumergido en ácido clorhídrico	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
17	Sumergido en agua	Oficial 1ª	8,50	200	28,33
18	Empolvado y acabado	Oficial 1ª	8,50	200	28,33

Coste total mano de obra pieza de hormigón armado = 220,62 €  
**Subtotal: 300,54 €**

**COSTE DE FABRICACIÓN = 629,58 €**

Resumen de los costes directos de los lotes de cada módulo por separado y de la tirada total. A partir del coste total de cada lote se obtiene el coste directo de una 1 unidad de cada pieza.

Módulo	Coste de Materiales	Coste de Mano de obra	Coste del Lote	Cantidad	Coste Directo de 1 ud
Lote Pieza Extruida	255,69 €	300,54 €	556,23 €	10	55,62 €
Lote Pieza de Revolución	329,04 €	300,54 €	629,58 €	10	62,95 €
Lote Total	584,73 €	601,08	1.185,81 €	20	-

Tabla 27. Resumen de costes de fabricación

## 4.3 Presupuesto Base de Licitación

De igual forma que en el cálculo de los costes directos, en este apartado se presentan los costes indirectos de los elementos por individual y de la tirada de 10 productos de cada tipo. Este apartado se divide en:

### - Costes indirectos de fabricación

Se trata de gastos generales o de producción que son necesarios para el desarrollo adecuado de la actividad de la empresa, como por ejemplo el uso de la maquinaria, los gastos administrativos, etc. Se establece un valor del 13% de los costes directos, acorde al sector de la construcción y obras públicas.

### - Beneficio Industrial

Se establece un 6% de los costes directos según la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

Módulo	Costes directos (1ud)	Costes indirectos fabricación (13%)	Beneficio industrial (6%)	Presupuesto Base de Licitación
Extruido	55,62 €	7,23 €	3,33 €	66,18 €
De revolución	62,95 €	8,18 €	3,77 €	74,90 €

Tabla 28. Presupuesto Base de Licitación de cada módulo



De la misma manera se obtiene el Presupuesto Base de Licitación de la tirada de 20 unidades.

Descripción	Costes directos	Costes indirectos fabricación (13%)	Beneficio industrial (6%)	Presupuesto Base de Licitación
Lote 20 Uds	1.185,81 €	154,15 €	71,15 €	1.411,11 €

Tabla 29. Presupuesto Base de Licitación del lote

## 4.4 Presupuesto final

Por último se presenta el presupuesto final de las piezas por separado y el lote. Este dato se obtiene a partir de la suma del Presupuesto Base de Licitación y el IVA correspondiente.

### - Costes indirectos de fabricación

Se trata de gastos generales o de producción que son necesarios para el desarrollo adecuado de la actividad de la empresa, como por ejemplo el uso de la maquinaria, los gastos administrativos, etc. Se establece un valor del 13% de los costes directos, acorde al sector de la construcción y obras públicas.

PIEZA EXTRUIDA	
Presupuesto Base de Licitación	66,18 €
IVA (21%)	13,89 €
<b>TOTAL</b>	<b>80,07 €</b>

Tabla 30. Presupuesto final pieza extruida

PIEZA DE REVOLUCIÓN	
Presupuesto Base de Licitación	74,90 €
IVA (21%)	15,72 €
<b>TOTAL</b>	<b>90,62 €</b>

Tabla 31. Presupuesto final pieza de revolución

LOTE DE 20 UNIDADES	
Presupuesto Base de Licitación	1.411,11 €
IVA (21%)	296,33 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.707,44 €</b>

Tabla 32. Presupuesto final lote de 20 unidades

A modo de resumen:

PIEZA	PRECIO FINAL
Pieza extruida	80,07 €
Pieza de revolución	90,62 €
Lote de 20 unidades	1.707,44 €

Tabla 33. Resumen presupuesto final

En definitiva, los datos expuestos sirven para verificar la viabilidad del proyecto. Al tratarse de elementos modulares con formas sencillas, se ha podido minimizar considerablemente los costes de fabricación, reduciendo la materia prima empleada y optimizando el proceso de la mano de obra.

## 4.5 Amortización de los encofrados

Finalmente se calcula la cantidad de unidades necesarias para amortizar los encofrados. Se estima un precio de 2.500 € para el encofrado de la pieza extruida y 3.000 € para el de la pieza de revolución (IVA no incluido), además de una vida útil de 800 horas para cada uno. Para obtener dicha cantidad no se tiene en cuenta el margen de beneficio, únicamente se emplea el coste de fabricación sin IVA de los dos elementos (66,18 € y 74,90 € respectivamente).

- Amortización del encofrado de la pieza extruida:  $2.500 / 66,18 = 37,77$ .
- Amortización del encofrado de la pieza de revolución:  $3.000 / 74,90 = 40,05$ .

De modo que se necesita fabricar 38 piezas para amortizar el encofrado del elemento extruido y 41 para el del elemento de revolución. Aunque se trata de una estimación, este cálculo sirve para entender que se necesita una cantidad pequeña para recuperar el dinero invertido en los encofrados, ya que este valor tiene poca repercusión dentro de los costes generales.

Elemento	Precio (€)	Vida útil (h)	Coste amortización (€/h)	Uds. para amortizar
Encofrado módulo extruido	2.500	800	3,13	38
Encofrado módulo de revolución	3.000	800	3,75	41

Tabla 34. Amortización de los encofrados

## 5. Fuentes documentales

**LIBROS**

BROTO, C., KRAUEL, J. (2010). *Mobiliario urbano. Nuevos conceptos*. Editorial Links.

GEHL, J. (2013). *La humanización del espacio urbano*. Editorial Reverté.

GEHL, J. (2002). *Nuevos espacios urbanos*. Editorial Gustavo Gili.

MINGUET, J.M. (2007). *Arquitectura del paisaje. Mobiliario urbano*. Editorial Monsa

LEHNE, J., PRESTON, F. (2018). *Making Concrete Change. Innovation in Low-Carbon Cement and Concrete*. Editorial Chatham House  
<<https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2018-06-13-making-concrete-change-cement-lehne-preston.pdf>> [Consulta: 6 de mayo de 2021]

PANERO, J., ZELNIK, M. (2006). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Editorial Gustavo Gili

PUYUELO CAZORLA, M. et al. (2008). *Mobiliario urbano: Diseño y accesibilidad*. Editorial UPV

SERRA, J.M. (2002). *Elementos Urbanos: mobiliario y microarquitectura*. Editorial Gustavo Gili

CALAVERA, J. (1993). *Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado*. Editorial Intemac Ediciones

CALAVERA, J. (1999). *Proyecto y calculo de estructuras de hormigon*. Editorial Intemac Ediciones

**BASES DE DATOS**

GRANTA EDUPACK 2020 (2020). Nivel 2, *Universo Materiales. Cemento y hormigón*. Recuperado de la base de datos del software informático Granta Edupack 2020.

DINED (2020). *Anthropometric database*. Recuperado de la base de datos de DINED.  
<<https://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>> [Consulta: 15 de abril de 2021]

ESPAENET (2021). *Patent Search*. Base de datos de patentes. Recuperado de la base de datos de Espacenet.  
<<https://worldwide.espacenet.com/>>

AENORMAS (2021). *AENORMAS. Solución on-line para la gestión de sus normas UNE*. Recuperado de la base de datos de AENOR.  
<[https://portal.aenormas.aenor.com/aenor/Suscripciones/Personal/pagina\\_per\\_sus.asp](https://portal.aenormas.aenor.com/aenor/Suscripciones/Personal/pagina_per_sus.asp)>

**PÁGINAS WEB****- Estudios previos**

BLASI, J. (2018). "Diseño antisocial para la configuración del espacio público" En *Experimenta*, 26 de mayo.  
<<https://www.experimenta.es/noticias/industrial/diseño-antisocial-para-la-configuración-del-espacio-público/>> [Consulta: 15 de febrero de 2021]

BLASCO, J.A. (2016). "Panorama del urbanismo europeo en la década de 1950 (la transición del pesimismo de posguerra a la esperanza por un mundo mejor)." En *Urban Networks*, 20 de febrero.  
<<http://urban-networks.blogspot.com/2016/02/panorama-del-urbanismo-europeo-en-la.html>> [Consulta: 17 de febrero de 2021]

MERINO SANJUÁN, L. (2012). *El rol de los elementos urbanos en el uso y el diseño del espacio público*. Trabajo presentado para obtener el título de Diploma de Estudios Avanzados, DEA. Valencia: Universitat Politècnica de València.  
<<https://riunet.upv.es/handle/10251/158951>> [Consulta: 15 de febrero de 2021]

**- Antecedentes**

ÁBALOS, I., & SENTKIEWICZ, R. (2004). *Xurret, banco público*. Ábalos + Sentkiewicz. <<http://abalos-sentkiewicz.com/projects/xurret-mobiliario-urbano>> [Consulta 28 de febrero de 2021]

CONTRERAS, L. (2019). "Zero Waste Lab, desechos plásticos en original mobiliario" en *3d Natives*, 1 de febrero.  
<<https://www.3dnatives.com/es/zero-waste-lab-mobiliario-3d-010220192/>> [Consulta 29 de mayo de 2021]

ESCOFET. *Productos urban life*.  
<<https://www.escofet.com/productos/urban-life>> [Consulta 13 de marzo de 2021]

MAGOURBAN. *Fabricante de mobiliario urbano*.  
<<https://www.magourban.com/es/index>> [Consulta 13 de marzo de 2021]

PÁEZ, C. (2019). "Boll, el mobiliario urbano de Adrian Blanc. La vida paralela de los bolardos" En *Experimenta*, 20 de marzo.  
<<https://www.experimenta.es/noticias/industrial/boll-el-mobiliario-urbano-de-adrian-blanc-la-vida-paralela-de-los-bolardos/>> [Consulta 30 de mayo de 2021]

SANTA & COLE (2007). *108. Asiento modular apto para distintos usos y emplazamientos adaptándose a las particularidades del espacio sin protagonismos*. <[https://www.santacole.com/recursos/productos/downloads/pdf\\_espec\\_tecnicas/SC\\_108\\_banco\\_ficha\\_tecnica.pdf](https://www.santacole.com/recursos/productos/downloads/pdf_espec_tecnicas/SC_108_banco_ficha_tecnica.pdf)> [Consulta 28 de febrero de 2021]

SWISS PEARL (2009). *Dune Lounge – Swisspearl Swiss Premium Façades*.  
<<https://www.swisspearl.com/products/garten-interior/furniture-accessories/dune-lounge/>> [Consulta 28 de febrero de 2021]

THE NEW RAW. *Zero Waste Lab*.  
< <https://thenewraw.org/Zero-Waste-Lab>> [Consulta 29 de mayo de 2021]

**- Justificación técnica. Materiales y procesos.**

JULIÁN BENITES, C, SEGURA TERRONES, L., JARA FUMACHI, W. (2015). "Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto" . <<https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/71>> [Consulta: 5 de mayo de 2021]

SAN EMETERIO SAN MARTIN, F.J. (2011). "Armaduras pasivas en las estructuras de hormigón". En *Técnica Industrial*, 1 de abril.  
<<https://www.tecnicaindustrial.es/armaduras-pasivas-en-las-estructuras-de-hormi/>> [Consulta: 8 de mayo de 2021]

SOTO IZQUIERDO, I., SOTO IZQUIERDO, O., RAMALHO, M. (2018). "Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento." <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-229.pdf>> [Consulta: 5 de mayo de 2021]

SUSTAINABLE CONCRETE. *What is Concrete*.  
<<https://www.sustainableconcrete.org.uk/Sustainable-Concrete/What-is-Concrete.aspx>> [Consulta: 5 de mayo de 2021]

## - Pliego de Condiciones y Presupuesto

BAUHAUS. *BHS Valencia Varilla Corrugada*  
<<https://www.bauhaus.es/armaduras/bhs-valencia-varilla-corrugada/p/25402292>>  
[Consulta: 15 de junio de 2021]

LEROY MERLIN. *Cemento blanco 42,5 LAFARGE 25 kg*  
<<https://www.leroymerlin.es/fp/19729332/cemento-blanco-42-5-lafarge-25-kg>>  
[Consulta: 15 de junio de 2021]

INE (2018). *Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua. Año 2016.*  
<[https://www.ine.es/prensa/essa\\_2016.pdf](https://www.ine.es/prensa/essa_2016.pdf)> [Consulta: 15 de junio de 2021]

CANTERA PEREA. *Planché para hormigón.*  
<<https://canteraperea.com/producto/planche-para-hormigon>>  
[Consulta: 15 de junio de 2021]

BAUHAUS. *Sika Mortero de reparación MonoTop-612*  
<<https://www.bauhaus.es/cementos-y-morteros/sika-mortero-de-reparacin-monotop-612/p/24092247>>  
[Consulta: 15 de junio de 2021]

SIKA. *Hoja de datos de producto MonoTop@-612. Mortero de reparación estructural.*  
<<https://media.bahag.cloud/m/97877/1.pdf>> [Consulta: 16 de junio de 2021]

BIGMAT. *Separador Timon 50 mm Varilla Ø12-20.*  
<<https://www.bigmat.es/es/b2c/p/tienda-de-la-construccion/separador-timon-50mm-varilla-o12-20-71443>>  
[Consulta: 16 de junio de 2021]

CCOO. *Convenio Colectivo sector Construcción y Obras Públicas. Tablas salariales 2020. Provincia de Valencia.*  
<<https://construccionyservicios.ccoo.es/6d7c924237608da1e034ced16c0c14c0000072.pdf>>  
[Consulta: 16 de junio de 2021]

## MULTIMEDIA

*Escala Humana. Vamos por partes* (temporada 2 episodio 15). Costa Est producciones. 2020.  
<<https://www.rtve.es/alcarta/videos/escala-humana/escala-humana-vamos-partes/5690596/>>

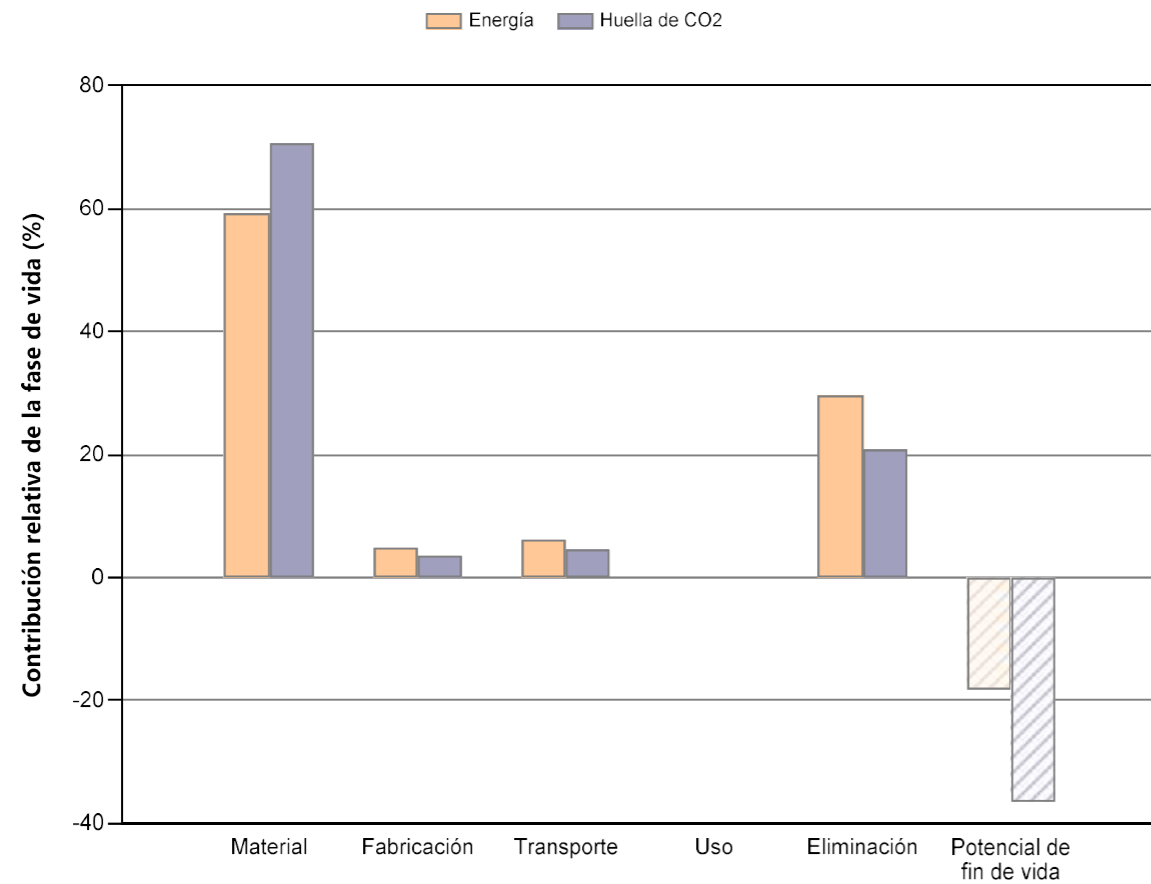
*Urbanized* (Dir. Gary Hustwit). Swiss Dot. 2011.  
<<https://www.hustwit.com/urbanized>>



## **6. Anexos**

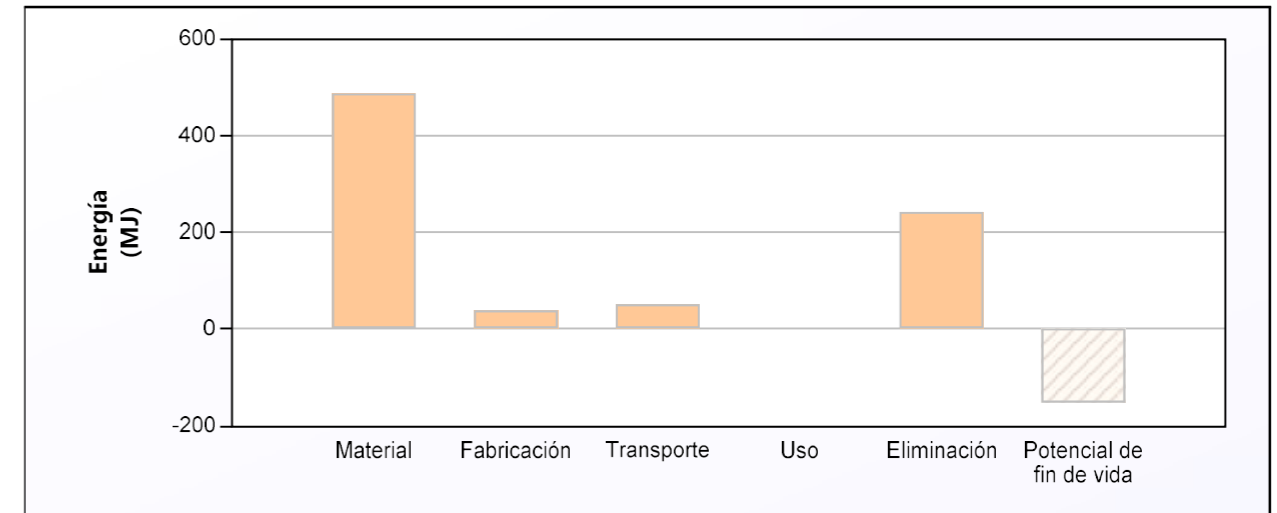
Nombre del producto: PIEZA EXTRUIDA  
 País de uso: Mundo  
 Vida del producto (años): 30

### Resumen:


[Detalles energéticos](#)
[Detalles de la huella de carbono](#)

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2(kg)	Huella de CO2 (%)
Material	488	59,3	57,4	70,7
Fabricación	40,2	4,9	3,01	3,7
Transporte	52	6,3	3,75	4,6
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	243	29,5	17	20,9
Total (para primera vida)	<b>823</b>	<b>100</b>	<b>81,2</b>	<b>100</b>
Potencial de fin de vida	-151		-29,6	

## Análisis de energía

[Resumen](#)


	Energía (MJ / año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 30 año/s de vida útil del producto):	27,4

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Hormigón	Virgen (0%)	3,4e+02	1	3,4e+02	2,8e+02	57,4
ARMADURA	Acero inoxidable	% típico	4,1	1	4,1	2,1e+02	42,6
Total				<b>2</b>	<b>3,5e+02</b>	<b>4,9e+02</b>	<b>100</b>

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Energía (MJ)	%
ARMADURA	Extrusión, laminado	4,1 kg	40	100,0
Total			<b>40</b>	<b>100</b>

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Energía (MJ)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	26	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	26	50,0
Total		1e+02	52	100

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	3,4e+02	51	98,8
ARMADURA	4,1	0,61	1,2
Total	3,5e+02	52	100

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Energía (MJ)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Reciclar	2,4e+02	98,8
ARMADURA	Reciclar	2,8	1,2
Total		2,4e+02	100

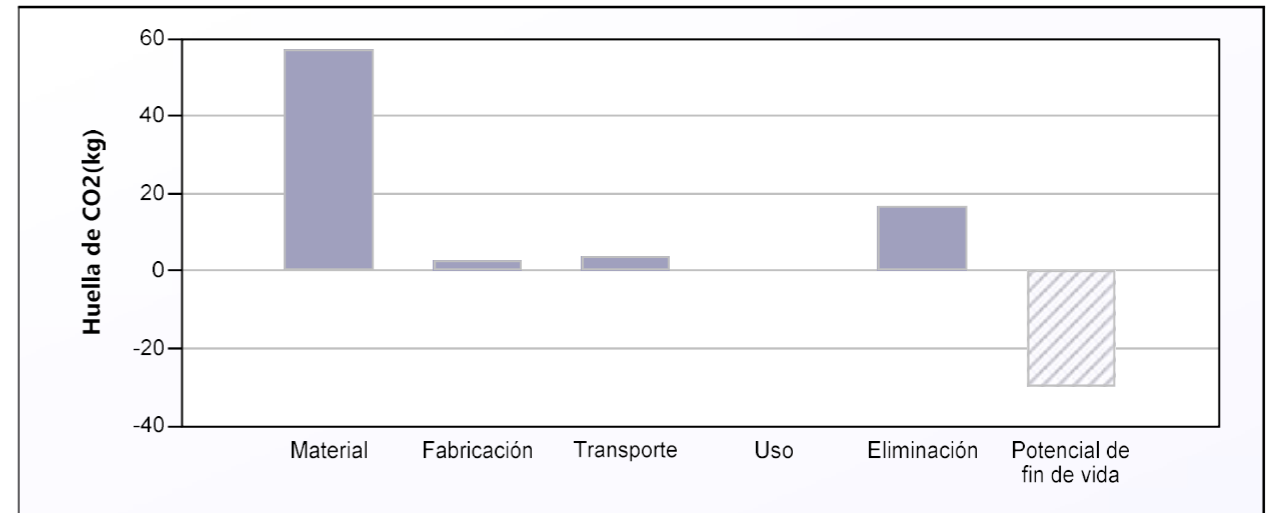
## Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Reciclar	-7,2	4,8
ARMADURA	Reciclar	-1,4e+02	95,2
Total		-1,5e+02	100

## Notas:

[Resumen](#)

## Análisis de la huella de carbono

[Resumen](#)

	CO2 (kg/año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 30 año/s de vida útil del producto):	2,71

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Hormigón	Virgen (0%)	3,4e+02	1	3,4e+02	42	72,7
ARMADURA	Acero inoxidable	% típico	4,1	1	4,1	16	27,3
Total				2	3,5e+02	57	100

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Huella de CO2(kg)	%
ARMADURA	Extrusión, laminado	4,1 kg	3	100,0
Total			3	100

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Huella de CO2 (kg)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	1,9	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	1,9	50,0
Total		1e+02	3,7	100

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Huella de CO2 (kg)	%
HORMIGÓN	3,4e+02	3,7	98,8
ARMADURA	4,1	0,044	1,2
Total	3,5e+02	3,7	100

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Huella de CO2(kg)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Reciclar	17	98,8
ARMADURA	Reciclar	0,2	1,2
Total		17	100

## Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Reciclar	-19	64,2
ARMADURA	Reciclar	-11	35,8
Total		-30	100

## Notas:

[Resumen](#)



## Informe de Eco Audit

Nombre del producto

PIEZA DE REVOLUCIÓN

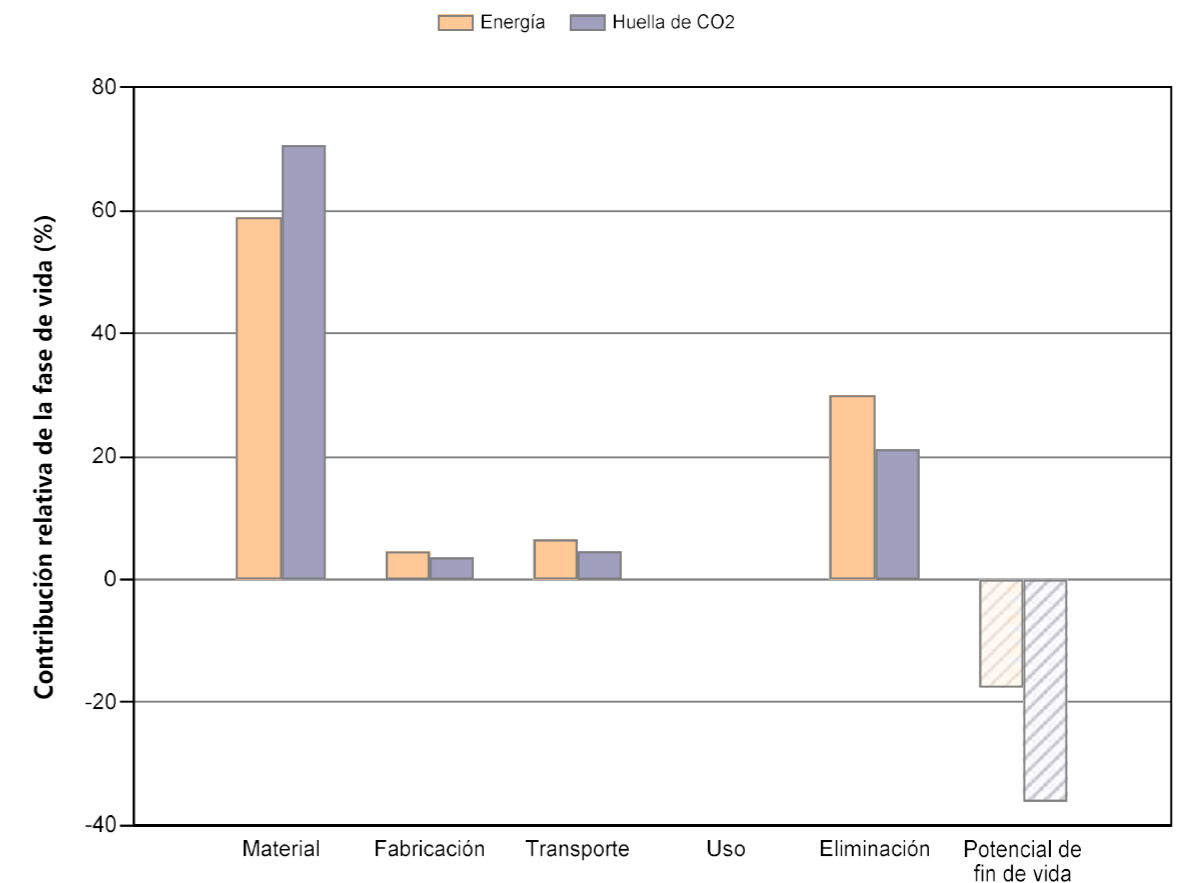
País de uso

Mundo

Vida del producto (años)

50

### Resumen:



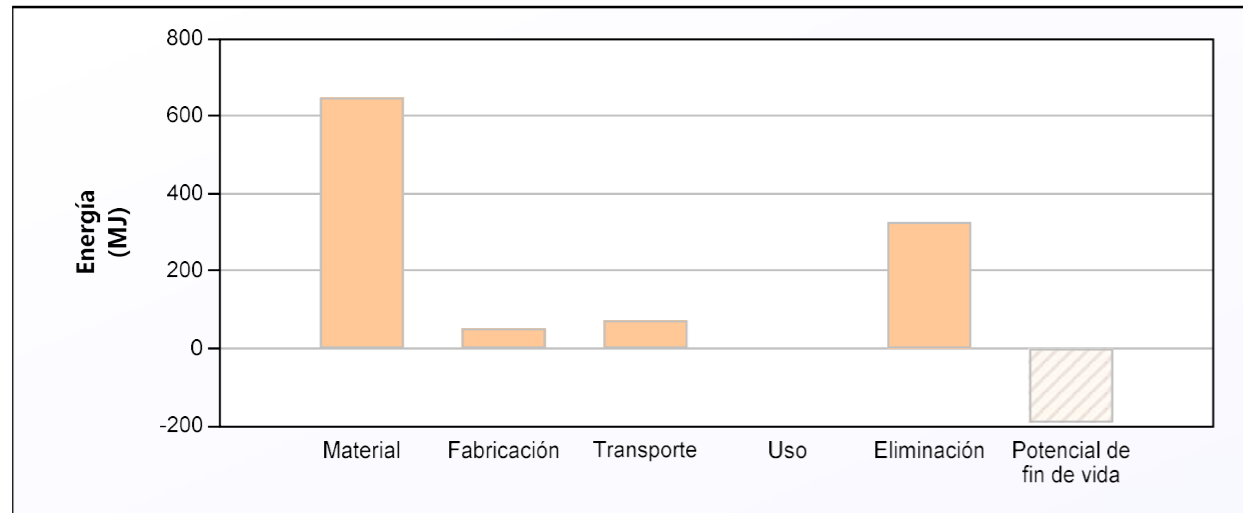
[Detalles energéticos](#)

[Detalles de la huella de carbono](#)

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2(kg)	Huella de CO2 (%)
Material	647	59,0	76,7	70,6
Fabricación	51,7	4,7	3,88	3,6
Transporte	70,3	6,4	5,06	4,7
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	328	29,9	23	21,2
Total (para primera vida)	1,1e+03	100	109	100
Potencial de fin de vida	-195		-39,4	



## Análisis de energía

[Resumen](#)


	Energía (MJ / año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 50 año/s de vida útil del producto):	22

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Hormigón	Virgen (0%)	4,6e+02	1	4,6e+02	3,8e+02	58,6
ARMADURA	Acero inoxidable	% típico	5,2	1	5,2	2,7e+02	41,4
Total				2	4,7e+02	6,5e+02	100

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Energía (MJ)	%
ARMADURA	Extrusión, laminado	5,2 kg	52	100,0
Total			52	100

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Energía (MJ)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	35	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	35	50,0
Total		1e+02	70	100

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	4,6e+02	70	98,9
ARMADURA	5,2	0,78	1,1
Total	4,7e+02	70	100

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Energía (MJ)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Reciclar	3,2e+02	98,9
ARMADURA	Reciclar	3,7	1,1
Total		3,3e+02	100

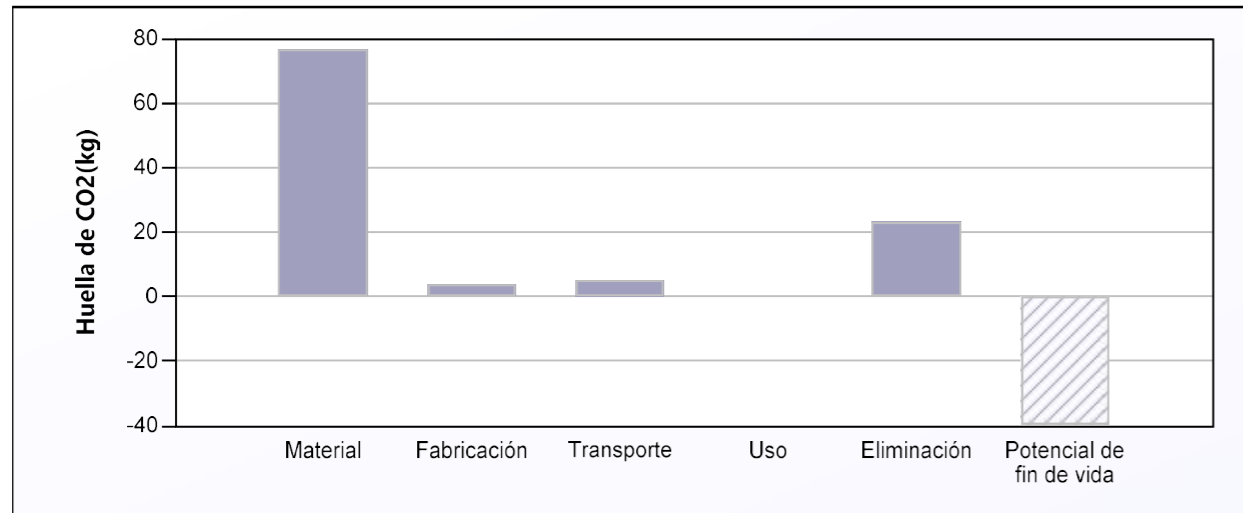
## Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN	Reciclar	-9,7	5,0
ARMADURA	Reciclar	-1,8e+02	95,0
Total		-1,9e+02	100

## Notas:

[Resumen](#)

## Análisis de la huella de carbono

[Resumen](#)


	CO2 (kg/año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 50 año/s de vida útil del producto):	2,17

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Hormigón	Virgen (0%)	4,6e+02	1	4,6e+02	57	73,7
ARMADURA	Acero inoxidable	% típico	5,2	1	5,2	20	26,3
Total				2	4,7e+02	77	100

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Huella de CO2(kg)	%
ARMADURA	Extrusión, laminado	5,2 kg	3,9	100,0
Total			3,9	100

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Huella de CO2 (kg)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	2,5	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	2,5	50,0
Total		1e+02	5,1	100

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Huella de CO2 (kg)	%
HORMIGÓN	4,6e+02	5	98,9
ARMADURA	5,2	0,056	1,1
Total	4,7e+02	5,1	100

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Huella de CO2(kg)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Reciclar	23	98,9
ARMADURA	Reciclar	0,26	1,1
Total		23	100

## Potencial de fin de vida:

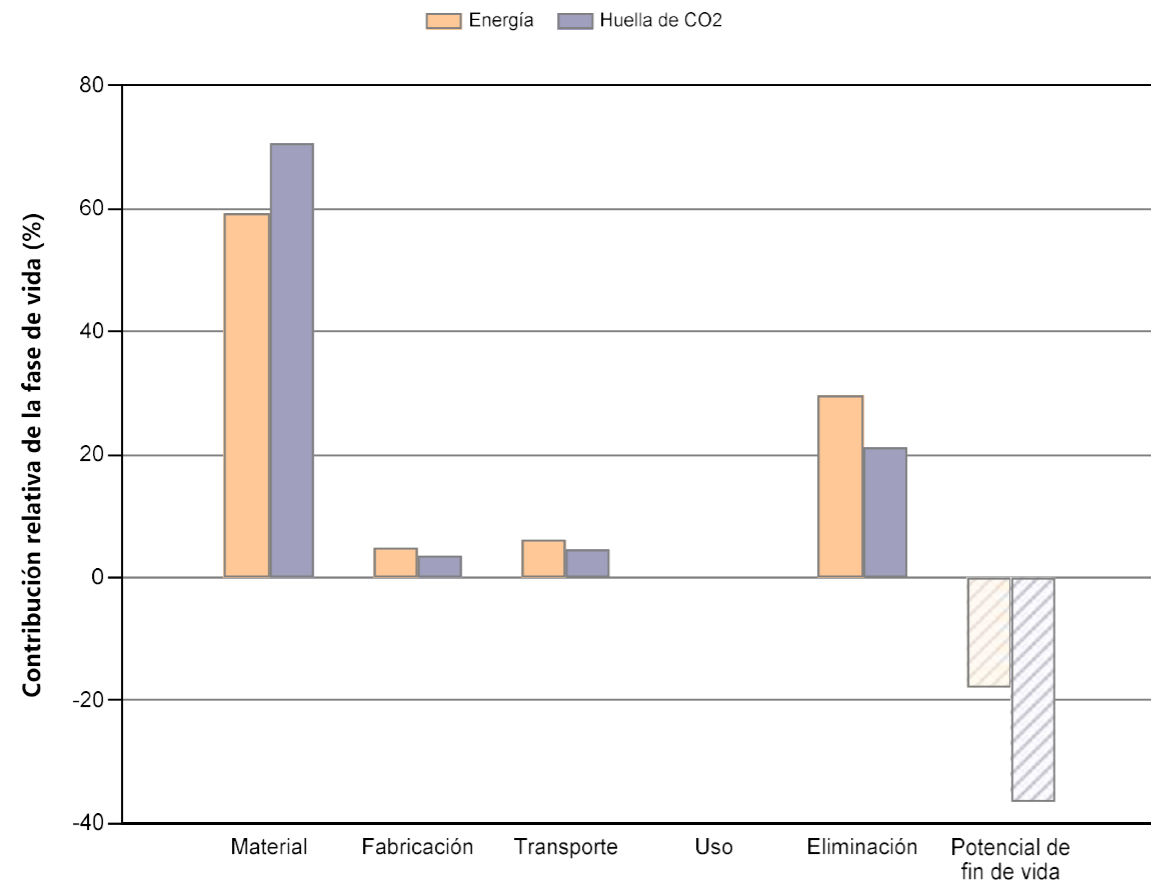
Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN	Reciclar	-26	65,3
ARMADURA	Reciclar	-14	34,7
Total		-39	100

## Notas:

[Resumen](#)

Nombre del producto: PIEZA EXTRUIDA  
 País de uso: Mundo  
 Vida del producto (años): 30

### Resumen:



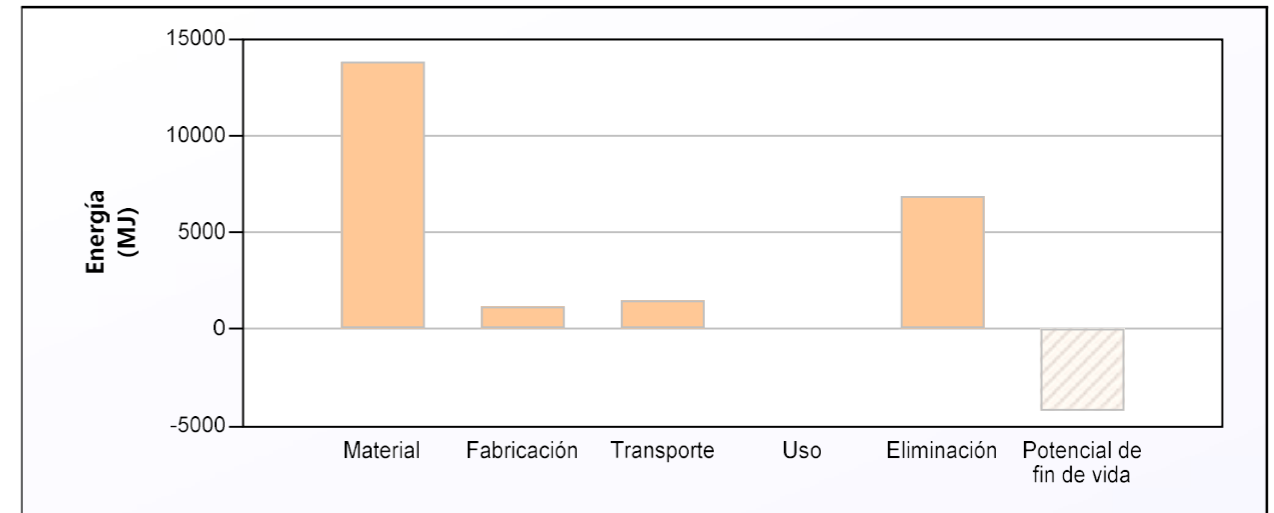
[Detalles energéticos](#)

[Detalles de la huella de carbono](#)

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO2(kg)	Huella de CO2 (%)
Material	1,38e+04	59,2	1,63e+03	70,7
Fabricación	1,12e+03	4,8	84	3,6
Transporte	1,48e+03	6,4	107	4,6
Uso	0	0,0	0	0,0
Eliminación	6,92e+03	29,7	485	21,0
Total (para primera vida)	<b>2,33e+04</b>	<b>100</b>	<b>2,3e+03</b>	<b>100</b>
Potencial de fin de vida	-4,21e+03		-839	

## Análisis de energía

[Resumen](#)



	Energía (MJ / año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 30 año/s de vida útil del producto):	778

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Hormigón	Virgen (0%)	3,4e+02	15	5,1e+03	4,2e+03	30,5
ARMADURA EXTRUIDA	Acero inoxidable	% típico	4,1	15	61	3,1e+03	22,6
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Hormigón	Virgen (0%)	4,6e+02	10	4,6e+03	3,8e+03	27,5
ARMADURA REVOLUCIÓN	Acero inoxidable	% típico	5,2	10	52	2,7e+03	19,4
Total				50	9,9e+03	1,4e+04	100

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Energía (MJ)	%
ARMADURA EXTRUIDA	Extrusión, laminado	61 kg	6e+02	53,8
ARMADURA REVOLUCIÓN	Extrusión, laminado	52 kg	5,2e+02	46,2
Total			1,1e+03	100

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Energía (MJ)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	7,4e+02	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	7,4e+02	50,0
Total		<b>1e+02</b>	<b>1,5e+03</b>	<b>100</b>

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	5,1e+03	7,7e+02	52,0
ARMADURA EXTRUIDA	61	9,1	0,6
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	4,6e+03	7e+02	46,9
ARMADURA REVOLUCIÓN	52	7,8	0,5
Total	<b>9,9e+03</b>	<b>1,5e+03</b>	<b>100</b>

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Energía (MJ)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	<b>0</b>	<b>100</b>

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Reciclar	3,6e+03	52,0
ARMADURA EXTRUIDA	Reciclar	43	0,6
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Reciclar	3,2e+03	46,9
ARMADURA REVOLUCIÓN	Reciclar	37	0,5
Total		<b>6,9e+03</b>	<b>100</b>

### Potencial de fin de vida:

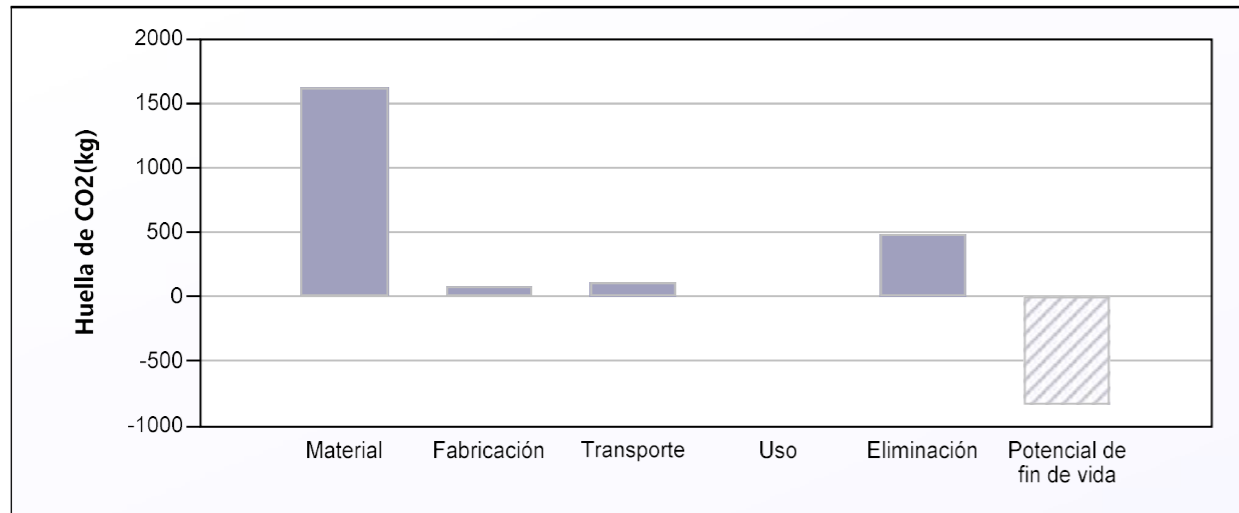
Componente	Opción de fin de vida	Energía (MJ)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Reciclar	-1,1e+02	2,6
ARMADURA EXTRUIDA	Reciclar	-2,2e+03	51,2
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Reciclar	-97	2,3
ARMADURA REVOLUCIÓN	Reciclar	-1,8e+03	44,0
Total		<b>-4,2e+03</b>	<b>100</b>

## Notas:

[Resumen](#)



## Análisis de la huella de carbono

[Resumen](#)


	CO2 (kg/año)
Carga ambiental anual equivalente (promediada a lo largo de 30 año/s de vida útil del producto):	76,8

## Desglose detallado de las fases de vida individual

### Material:

[Resumen](#)

Componente	Material	% reciclado*	m (kg) pieza	Uds.	m total (kg)	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Hormigón	Virgen (0%)	3,4e+02	15	5,1e+03	6,3e+02	38,5
ARMADURA EXTRUIDA	Acero inoxidable	% típico	4,1	15	61	2,4e+02	14,4
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Hormigón	Virgen (0%)	4,6e+02	10	4,6e+03	5,7e+02	34,7
ARMADURA REVOLUCIÓN	Acero inoxidable	% típico	5,2	10	52	2e+02	12,4
Total				50	9,9e+03	1,6e+03	100

\*Típico: Incluye 'fracción de reciclaje en el suministro actual'

### Fabricación:

[Resumen](#)

Componente	Proceso	Uds.	Huella de CO2(kg)	%
ARMADURA EXTRUIDA	Extrusión, laminado	61 kg	45	53,8
ARMADURA REVOLUCIÓN	Extrusión, laminado	52 kg	39	46,2
Total			84	100

## Transporte:

[Resumen](#)

### Desglose por etapa de transporte

Nombre de etapa	Tipo de transporte	Distancia (km)	Huella de CO2 (kg)	%
TRANSPORTE DEL HORMIGÓN	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	53	50,0
TRANSPORTE DEL ACERO	Camión de 14 toneladas (2 ejes)	50	53	50,0
Total		1e+02	1,1e+02	100

### Desglose por componentes

Componente	Masa (kg)	Huella de CO2 (kg)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	5,1e+03	56	52,0
ARMADURA EXTRUIDA	61	0,66	0,6
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	4,6e+03	50	46,9
ARMADURA REVOLUCIÓN	52	0,56	0,5
Total	9,9e+03	1,1e+02	100

## Uso:

[Resumen](#)

### Contribución relativa de los modos estáticos y móviles

Modo	Huella de CO2(kg)	%
Estático	0	
Móvil	0	
Total	0	100

## Eliminación:

[Resumen](#)

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Reciclar	2,5e+02	52,0
ARMADURA EXTRUIDA	Reciclar	3	0,6
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Reciclar	2,3e+02	46,9
ARMADURA REVOLUCIÓN	Reciclar	2,6	0,5
Total		4,8e+02	100

## Potencial de fin de vida:

Componente	Opción de fin de vida	Huella de CO2(kg)	%
HORMIGÓN EXTRUIDA	Reciclar	-2,9e+02	34,0
ARMADURA EXTRUIDA	Reciclar	-1,6e+02	19,0
HORMIGÓN REVOLUCIÓN	Reciclar	-2,6e+02	30,7
ARMADURA REVOLUCIÓN	Reciclar	-1,4e+02	16,3
Total		-8,4e+02	100

## BHS Valencia Varilla corrugada



**Diámetro: 12 mm, Largo: 3 m**

**Valencia**

- Elaborada con acero
- Con corrugas o resaltos
- Desarrollado para la construcción
- Exclusivamente en tiendas de Valencia

**3,45**

IVA incl.

Diámetro: 12 mm

6 mm 8 mm 10 mm **12 mm** 16 mm

Número de producto 25402292

Pedir online

**No disponible online**  
Solo disponible en tiendas BAUHAUS

Click & Collect

**Comprobar disponibilidad**  
Seleccionar tienda BAUHAUS para comprobar la disponibilidad.

Comparar

Favoritos

Compartir

[Descripción del producto](#) [Características del producto](#)

La varilla corrugada es un material importante en el ámbito de la construcción, está elaborada con acero laminado. Su uso es específico para construir elementos estructurales de hormigón armado. Esta vara presenta resaltos o corrugas que mejoran la adherencia del hormigón.

### Características del producto

Ámbito de aplicación	Para exterior
Diámetro	12 mm
Ámbito de uso	Obra
Color	Plateado
Material	Acero
Uso	Construcción de muros
Largo	3 m
Peso (neto)	18 kg



Cemento blanco 42,5 LAFARGE 25 kg

★★★★★ 4 opiniones

**5,29€**

Ref. 19729332

Envío a domicilio Entre 6 y 8 días \*

Recogida en tienda GRATIS en Entre 5 y 7 días \*  
(Pedido mínimo de 30€)  
[Consulta disponibilidad en tienda](#)

1

**5,29 €**

El kg sale a **5,29 €**. La unidad contiene 25 kg



Comparar

Favoritos

Compartir

[Descripción del producto](#) [Características del producto](#)

## Ficha técnica

Tipo de producto	Cemento blanco	Destino	Interior / exterior
Peso neto (en kg)	25	Color	Blanco
Consumo	Fabricación de morteros y hormigones según etiqueta	Temperatura máxima de aplicación (en °C)	35
Temperatura mínima de aplicación (en °C)	5	Fraguado rápido	No
Marca del producto	LAFARGE	Precauciones de uso	Según etiqueta de seguridad del packaging
Producto afectado por la emisión en el aire	No	Garantía (en años)	2
<a href="#">Ficha de Datos de Seguridad (FDS)</a>		<a href="#">Declaración de Prestaciones (DoP)</a>	

## Sika Mortero de reparación MonoTop-612



25 kg

- Mortero para reparaciones
- Material idóneo para regeneración y regularización en soportes de hormigón, cemento y mortero
- Elevadas resistencias mecánicas
- Aplicable en interiores y exteriores
- Empaque de 25 kg

**32,49**

por unidad (1 kg = 1,30 €)  
IVA Ind.

Contenido: 25 kg

10 kg 25 kg

Número de producto 24092247

Pedir online

**No disponible online**  
Solo disponible en tiendas BAUHAUS

Click & Collect

**Comprobar disponibilidad**  
Seleccionar tienda BAUHAUS para comprobar la disponibilidad.

Comparar

Favoritos

Compartir

[Descripción del producto](#) [Fichas técnicas](#) [Características del producto](#)

### Descripción del producto

El mortero de reparación MonoTop-612 de Sika, es un mortero estructural reforzado con fibras y humo de sílice. Su uso es recomendado tanto en interiores como exteriores para la reparación de hormigón, regeneración y regularización de superficies de cementos y morteros. Material listo para su uso con la sola adición de agua.

### Fichas técnicas

[Ficha técnica](#)

### Características del producto

Ámbito de aplicación	Para interior, Para exterior
Ámbito de uso	Suelo, Pared, Tejado
Color	Gris
Apto para	Reparaciones
Contenido	25 kg
Composición	Cemento, Aditivos, Resina sintética, Fibras de poliamida, Humo de sílice
Grano	0 mm - 2 mm
Norma	DIN EN 1504-3
Espesor de capa	5 - 30 mm
Peso (neto)	25 kg

### Hoja de Datos de Producto

Edición 07/07/2009  
Identificación n.º 2.2.4  
Versión n.º 1  
Sika MonoTop®-612

## Sika MonoTop®-612

Mortero de reparación estructural. Clase R3

### Descripción del Producto

Sika MonoTop®-612 es un mortero de reparación estructural de un componente, reforzado con fibras y humo de sílice que cumple con los requerimientos de la Clase R3 de la UNE-EN 1504-3.

### Usos

- Regeneración del hormigón en capa gruesa, tanto en superficies verticales, como techos.
- Regularización de superficies de hormigón o mortero de cemento, previamente a la aplicación de una pintura.
- Reparación de elementos de hormigón.
- Rejuntado de elementos prefabricados.
- Adecuado para trabajos de reparación de hormigón (Principio 3, método 3.1 y 3.3 de la UNE-EN 1504-9). Reparación de desconchones y daños del hormigón en edificios, puentes, infraestructuras y superestructuras.
- Adecuado para trabajos de refuerzo estructural del hormigón (Principio 4, método 4.4 de UNE-EN 1504-9). Incremento de la capacidad portante de las estructuras de hormigón mediante la adición de mortero.
- Adecuado para la conservación o restauración del pasivado (Principio 7, método 7.1 y 7.2 de la UNE-EN 1504-9). Incremento del recubrimiento con mortero adicional y sustitución del hormigón contaminado por carbonatación.

### Características/Ventajas

- Clase R3 de la UNE-EN 1504-3.
- Mortero preparado.
- Listo para su empleo con la sola adición de agua.
- Permite obtener la consistencia deseada sin más que modificar ligeramente la cantidad de agua.
- Fácil aplicación.
- Elevadas resistencias mecánicas.
- Adhiere perfectamente sin imprimación sobre la mayoría de los materiales de construcción (hormigón, piedra, ladrillo, etc.).
- Proyectable mecánicamente por vía húmeda.
- Presenta un acabado con aspecto «listo para pintar».
- No es corrosivo, ni tóxico.
- Clasificación al fuego A1.

### Ensayos

#### Certificados/Normativa

Producto para la reparación de estructuras de hormigón según UNE-EN 1504-3:2005 con declaración de prestaciones 01 03 02 04 001 0 000004 1053, con certificado de producción según el cuerpo notificador n° 0099-CPR-B15-0009, provisto del marcado CE.

### Datos del Producto

#### Forma

#### Apariencia/Colores

Polvo gris.

#### Presentación

Bolsas de 10 kg y sacos de 25 kg.

Construcción







**SEPARADOR TIMON 50MM  
VARILLA Ø12-20**

**X Sin stock**

Ref.: 5396365

- Peso: 0,022 Kg.
- Pedido Mínimo: 200 UD

0,12 €/UD

Impuestos incluidos

CANTIDAD

200

MÁS INFORMACIÓN

[+ Ver disponibilidad en tienda](#)

Descripción Fichas técnicas producto y seguridad

Separador de plástico para encofrados modelo timon. Diseñado para armaduras verticales, tiene acción grapa y proporciona un mínimo contacto con el encofrado. Recubrimiento hormigón: 50mm; Calibre acero corrugado: 12-20mm



**FICHA TÉCNICA**

Fecha: 22-10-2018

**SEPARADOR TIMÓN**

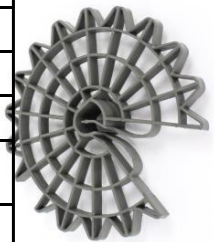
INDUSTRIAS TAYG, S.LU. Av. Real de Madrid norte nº70 - 46469 Beniparrell (Valencia) Tel. +34 96 121 24 62 [info@tayg.com](mailto:info@tayg.com) [www.tayg.com](http://www.tayg.com)

FAMILIA: **TAYG BUILD**

SUBFAMILIA: Separadores para encofrados.

PRODUCTO: Separadores modelo TIMÓN.

REF.	ARTICULO	RECUBRIMIENTO HORMIGÓN	CALIBRE ACERO CORRUGADO	EMBALAJE (uds/bolsa)	PESO/UD (gr)	PALETIZADO 1200X800X2000mm (bolsas/palet)
917103	Sep.TIMÓN 20	20 mm	6 - 12 mm	1000	4.5	48 bolsas
917110	Sep.TIMÓN 25	25 mm	6 - 12 mm	1000	6.3	40 bolsas
917127	Sep.TIMÓN 30	30 mm	6 - 14 mm	500	10.5	36 bolsas
917134	Sep.TIMÓN 35	35 mm	6 - 14 mm	500	12	28 bolsas
917141	Sep.TIMÓN 40	40 mm	12 - 20 mm	200	19	52 bolsas
917158	Sep.TIMÓN 50	50 mm	12 - 20 mm	200	22	40 bolsas
917165	Sep.TIMÓN 50 REFORZADO	50 mm	12 - 20 mm	200	26.5	36 bolsas
917172	Sep.TIMÓN 60	60 mm	12 - 20 mm	200	35	28 bolsas
917189	Sep.TIMÓN 70 REFORZADO	70 mm	12 - 20 mm	150	44	21 bolsas



**Resistencia a la Carga: 100 kg aprox.**

**COLOR (Estándar): GRIS O NEGRO.** Se puede presentar en diferentes colores.

- USO:**
- Separador de plástico para armadura en el encofrado, pilares, prefabricados y edificación.
  - Se usa para mantener la distancia entre el acero y la pared del encofrado, conservando los recubrimientos especificados para cada elemento estructural. **No permiten la corrosión de la armadura.**
  - Diseñado principalmente para **armaduras verticales**, tiene acción grapa y proporciona un mínimo contacto con el encofrado. Se integra perfectamente al hormigón.

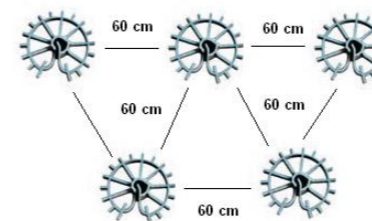


**MATERIAL DE FABRICACIÓN: Polipropileno Copolímero. (Plástico)**

El **PP copolímero**, posee la mayor resistencia al impacto de todos los termoplásticos con muy buena flexibilidad, bajo coeficiente de absorción de humedad y resistente a los cambios de temperatura. (- 20°C a + 100°C)

**MODO DE USO:**

ESQUEMA DE COLOCACIÓN EN EL CORRUGADO



COLOCACIÓN EN PILARES



**DISTANCIA RECOMENDADA DE 50 a 90 cm**, DEPENDE DEL TIPO DE ARMADURA, BARRAS CORRUGADAS Ó MALLA ELECTROSOLDADA Y Ø DE LAS MISMAS.

**LOS SEPARADORES SON LOS ELEMENTOS RESPONSABLES DE GARANTIZAR EL CORRECTO RECUBRIMIENTO DE LAS ARMADURAS, EVITANDO LA CORROSIÓN, CON UN COSTE BAJO Y RAPIDEZ DE COLOCACIÓN**

**CUMPLE CON LOS REQUISITOS EXIGIDOS EN:**

**Real decreto 1247/2008**, de 18 de julio, por el que se aprueba la “**Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08**”, que tiene por objeto regular el proyecto, ejecución y control de las estructuras de hormigón, tanto en obras de edificación como de ingeniería civil.