



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de mobiliario exterior para restaurante con inspiración marina utilizando fabricación aditiva para la marca Suagongo

Design of outdoor furniture for a restaurant with marine inspiration using additive manufacturing for the Suagongo brand.

Autor

Rosario Litago Bienzobas

Director/es

Sergio Aguado Jiménez

Ingeniería de diseño industrial y desarrollo del producto

Facultad de ingeniería y arquitectura

2024/25

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado desarrolla el diseño de mobiliario exterior para la zona chill out del restaurante del Hotel Cádiz Bahía. Toma como referencia la estética de la identidad marina y la filosofía de la marca Suagongo. El proyecto incluye investigación, conceptualización y desarrollo técnico para crear piezas fabricadas mediante tecnologías de impresión 3D.

En la fase inicial se realiza un análisis del estado del arte, la fabricación aditiva y sus principales técnicas, así como un estudio de mercado y de tendencias en diseño sostenible, ergonomía y ambientación para espacios de restauración. Paralelamente, se examina la filosofía de la marca Suagongo y el entorno de la terraza, identificando requisitos funcionales, formales y ambientales.

Durante la fase de conceptualización se generan propuestas inspiradas en elementos marinos como conchas, corales y fauna oceánica. Tras un proceso de evaluación en el que se consideran diferentes criterios, se selecciona el concepto The Shell's Whisper, un sillón-estructura envolvente en forma de concha acompañado de una mesa auxiliar orgánica. Ambas piezas se modelan en 3D, se les hace un análisis estructural utilizando el Método de Elementos Finitos y se optimizan para fabricación aditiva con el fin de reducir significativamente el uso de material y el impacto ambiental, pero sin comprometer a su comportamiento mecánico.

Finalmente, se selecciona el material ASA por su resistencia a agentes climáticos, estabilidad estructural y compatibilidad con impresión de gran formato. La máquina de impresión que se utilizará será WASP Crane 3MT.

El resultado es un conjunto de mobiliario innovador, funcional y coherente con la identidad marina del espacio.

Abstract

This Final Degree Project develops the design of outdoor furniture for the chill-out area of the Cádiz Bahía Hotel restaurant. It takes inspiration from the marine identity and philosophy of the brand Suagongo. The project includes research, conceptualization, and technical development to create pieces manufactured through 3D printing technologies.

In the initial phase, an analysis of the state of the art, additive manufacturing and its main techniques is carried out, along with a market study and trends in sustainable design, ergonomics, and the ambiance of hospitality spaces. At the same time, the philosophy of the Suagongo brand and the characteristics of the terrace are examined to identify functional, formal, and environmental requirements.

During the conceptualization phase, proposals inspired by marine elements such as shells, corals, and ocean fauna are generated. After an evaluation process in which various criteria are considered, the concept *The Shell's Whisper* is selected: an enveloping shell-shaped structure with an integrated seat, accompanied by an organic auxiliary table. Both pieces are modelled in 3D, analyzed structurally using the Finite Element Method, and optimized for additive manufacturing to significantly reduce material usage and environmental impact without compromising their mechanical performance.

Finally, ASA is selected as the material due to its resistance to climatic agents, structural stability, and compatibility with large-format 3D printing. The printing machine used will be the WASP Crane 3MT.

The result is a set of innovative and functional furniture that is coherent with the marine identity of the space.

Agradecimiento

En este último empujón para finalizar esta etapa tan bonita de mi vida, en la que he crecido tanto personal como profesionalmente a lo largo de estos años de carrera, me doy cuenta de todos los desafíos a los que me he enfrentado con esa intensidad y que me han dado un buen aprendizaje. Miro atrás y veo cómo cada esfuerzo ha valido la pena.

Pero en este camino no he estado sola. He tenido la fortuna de contar con el apoyo y la compañía de personas excepcionales, a quienes quiero expresar mi más profundo agradecimiento, ya que han sido mi base y mi fuerza para lograrlo, cuando yo me caía, ellos me levantaban.

A mi familia, en especial a mis padres y mis hermanos, por su confianza y paciencia cuando yo no la tenía. A mi novio, por su ánimo constante en las horas más oscuras. A mis amigos, por compartir conmigo tanto las alegrías como las dificultades que han surgido en el camino, y a todos mis compañeros de carrera, con quienes he vivido esta increíble aventura, que siempre llevaré conmigo.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivo	10
1.2 Alcance	10
1.3 Contextualización.....	10
1.4 Metodología	13
2. INVESTIGACIÓN.....	15
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Técnicas de impresión 3d	16
2.3 Aplicación.....	21
2.4 Empresa Suagongo	24
2.5 Estudio de la terraza del restaurante del Hotel Cádiz Bahía.....	25
2.6 Tendencias	26
3.CONCEPTUALIZACIÓN	28
3.1 Requisitos del diseño.....	28
3.2 Propuestas de ideas.....	29
3.3 Evaluación de idea	33
4.DESARROLLO DEL DISEÑO.....	38
4.1 Descripción del producto	38
4.2 Selección de material y equipo de impresión	44
4.3 Modelado 3d y análisis estructural.....	46
4.4 Optimización para fabricación aditiva.....	49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
6. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE FIGURASNDICE FIGURAS

Figura 1: Joyas Suagongo inspiradas en arrecifes	10
Figura 2: Imágenes del hotel Bahía de Cádiz.	11
Figura 3: Imágenes de la terraza del restaurante.	11
Figura 4: Imágenes de la zona chill out del restaurante.	12
Figura 5: Vistas generales de la terraza del restaurante.	12
Figura 6: Plano esquemático de la terraza y delimitación de la zona chill out.	13
Figura 7: Sillas impresas en 3d diseñadas.	15
Figura 8: Mobiliario de impresión 3D.	16
Figura 9: FDM.	17
Figura 10: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLA.	17
Figura 11:Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLS.	18
Figura 12: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión PolyJet.	18
Figura 13: Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Chorro de Aglutinante.	19
Figura 14: Impresión 3D con arcilla.	19
Figura 15: Bioimpresora.....	20
Figura 16: Impresión 3D por fundición a presión de aluminio.	20
Figura 17: Carcasa de cámara de combustión.	21
Figura 18: Implante de mandíbula para un niño con impresión 3D.	21
Figura 19: Coche fabricado con impresión 3D.....	22
Figura 20: Edificio de hormigón con impresión 3D.	22
Figura 21: Colección de un modista con impresión 3D.....	23
Figura 22: Tarta con impresión 3D.....	23
Figura 23: Logo de Suagongo.	24
Figura 24: Plano esquemático de la terraza y delimitación de la zona chill out.....	25
Figura 25: Mobiliario actual de la terraza.	26
Figura 26: Resumen requisitos del diseño.....	29
Figura 27: Bocetos inspirados en conchas	30
Figura 28: Bocetos inspirados en animales marítimos.....	31
Figura 29: Bocetos inspirados en arrecifes y corales.....	32
Figura 30: Justificación de descarte de conceptos.	33
Figura 31: Boceto Low Tide.....	34
Figura 32: Dimensiones Low Tide.	34
Figura 33: Boceto The Shell’s Whisper.	35
Figura 34: Dimensiones de The Shell's Whisper.	35
Figura 35: Boceto Reef Grotto.	36
Figura 36: Dimesiones Reef Grotto.	36
Figura 37: Distribución de la terraza.	38
Figura 38: Integración visual del diseño con el entorno.	39
Figura 39: Vistas y dimensiones del mueble sillón-estructura.....	40
Figura 40: Dimensiones de sillón.	41
Figura 41: Resultado muble sillón-estructura.....	41
Figura 42: Visualización y dimensiones mesa chill out.....	42
Figura 43: Representación zona de paso.....	43
Figura 44: Render del “The Shell’s Whisper”.....	43
Figura 45: Equipo de impresión WASP Creane 3MT.	45
Figura 46: Textura de mapa de desplazamiento.	46
Figura 47: texturizado de las superficies del mobiliario mediante en SolidWorks.	46
Figura 48: Render del “The Shell’s Whisper”.....	46

Figura 49: Análisis estructura de la mesa.....	47
Figura 50: Análisis de tensiones Von Mises en la mesa.	48
Figura 51: Análisis de tensiones Von Mises en estructura-sillón.....	48
Figura 52: Análisis de desplazamiento en estructura-sillón.	49
Figura 53: Estudio topográfico de la mesa.	50
Figura 54: Demostración de la masa inicial y final de la mesa, tras la optimización.	50
Figura 55: Parámetros de la fabricación aditiva de la mesa.	51
Figura 56: Estudio topográfico de la estructura-sillón.....	51
Figura 57: Demostración de la masa inicial y final de la estructura-sillón tras la optimización.	52
Figura 58: Peso final de la estructura-sillón.....	52
Figura 59: Peso con soportes de la estructura-sillón.....	52

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D.	20
Tabla 2: Tabla ponderación.	37
Tabla 3: Criterios para escoger el material. Nota: creación propia	44
Tabla 4: Valoración de los criterios según el material.	44
Tabla 5: Criterios para escoger la tecnología de impresión.	45

1.INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El propósito de este proyecto de final de grado es diseñar productos de mobiliario exterior para la zona de chill out del restaurante del Hotel Cádiz Bahía. Estos deben estar inspirados en el entorno marino y fabricados mediante procesos de fabricación aditiva.

Suagongo, la marca que gestionará el proyecto, fue fundada en 2020 por Raquel Suárez y Alba González. Su trabajo se centra en diseñar productos de joyería minimalistas y atemporales. Se inspiran en la naturaleza, especialmente en el mar. Además, toda su cartera de producto es fabricada de manera sostenible con materiales de alta calidad.

Este proyecto busca trasladar esa esencia de la marca al diseño del mobiliario. El objetivo es capturar la identidad del entorno marino mediante piezas que cumplan con los requisitos funcionales y estéticos de un espacio de restauración. Al mismo tiempo deben reforzar su identidad visual y contribuir a generar una atmósfera coherente.

1.2 Alcance

Este Trabajo de Fin de Grado abarca el diseño conceptual de una pieza de mobiliario exterior destinada a la zona *chill out* del restaurante del Hotel Cádiz Bahía. Se incluye el estudio de referencias formales y funcionales del sector, así como el análisis del mercado actual y de las tendencias en diseño, sostenibilidad y fabricación aditiva.

También se analizará la identidad visual de la marca Suagongo, con el objetivo de trasladar su lenguaje estético y sus valores al ámbito del mobiliario. A partir de esta investigación, se desarrollará una propuesta mediante software 3D, aplicando criterios ergonómicos y técnicas de optimización topológica.

1.3 Contextualización

El proyecto nace de la colaboración con Suagongo, una marca gallega especializada en joyería impresa en 3D e inspirada en formas marinas. Se caracteriza por transformar elementos naturales en piezas de diseño contemporáneo. Explora texturas y geometrías orgánicas que evocan el movimiento y el entorno marino.



Figura 1: Joyas Suagongo inspiradas en arrecifes

Fuente: (Suagongo, s.f.)

El Hotel Cádiz Bahía by QHotels, situado en primera línea de la Playa Victoria en Cádiz, conoce el trabajo de la marca y se siente atraído por su filosofía estética y su lenguaje formal. Por este motivo, se ha puesto en contacto con Suagongo para solicitar un diseño de mobiliario exclusivo que mantenga su línea visual y que pueda integrarse en la zona exterior del restaurante, para la zona chill out.



Figura 2: Imágenes del hotel Bahía de Cádiz.
Fuente: (Booking, s.f.)

El exterior del restaurante dispone de una amplia terraza exterior donde se distribuyen diversas áreas funcionales: zona de restauración, piscina, área de tumbonas, barra exterior... El establecimiento quiere evolucionar hacia una imagen más distintiva y coherente con su ubicación privilegiada frente al mar. Aunque el mobiliario actual cumple con su función, presenta una estética neutra. La dirección busca introducir mobiliario que refuerce la identidad visual del espacio y cree un ambiente más diferenciado y alineado con la estética marina.

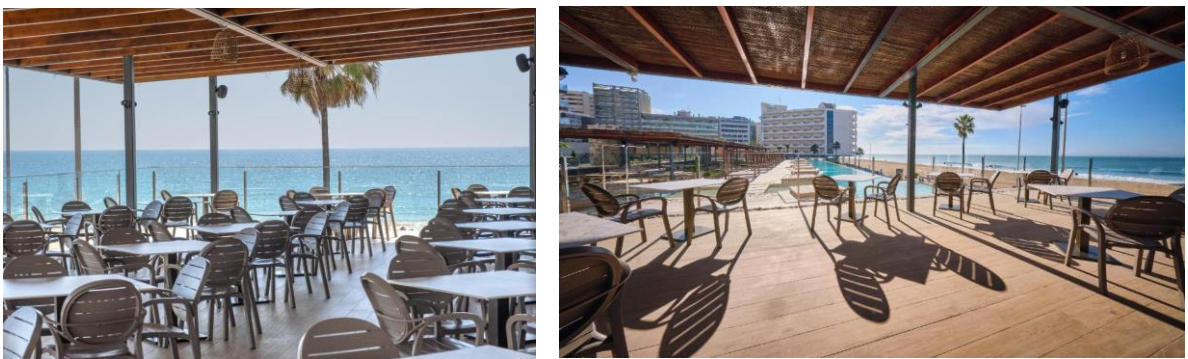


Figura 3: Imágenes de la terraza del restaurante.
Fuente: (Booking, s.f.)



Figura 4: Imágenes de la zona chill out del restaurante.

Fuente: (Booking, s.f.)

El objetivo del proyecto es intervenir en la zona chill out del restaurante, incorporando un diseño exclusivo de Suagongo que aporte personalidad y refuerce la ambientación marina del espacio. Para ello, se han desarrollado conceptos de sillones, sillas y lámparas, considerando también las mesas y el resto del mobiliario existente. La intervención se plantea teniendo en cuenta la superficie disponible, los puntos de circulación y la coherencia estética, de manera que toda la zona chill out adquiera un carácter distintivo y armonioso.

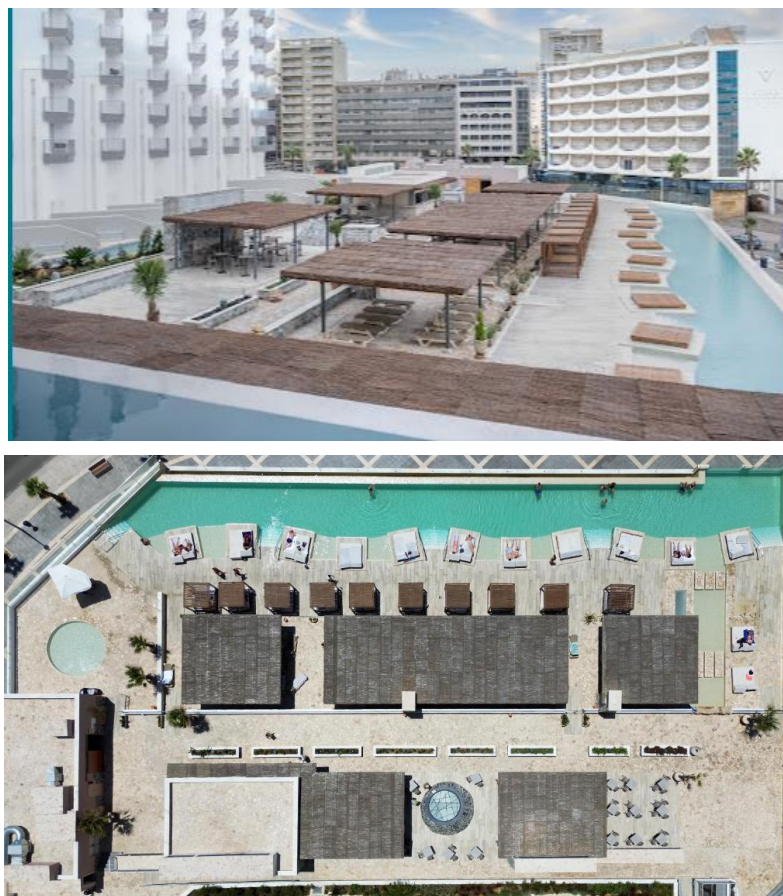


Figura 5: Vistas generales de la terraza del restaurante.

Fuente: (Booking, s.f.)

La superficie útil destinada a la zona chill out, donde se puede introducir los diseños, es el área delimitada en verde. Cuenta con aproximadamente **1100m²**, y está delimitada por el acceso desde el área de restaurante y la zona de hamacas y tumbonas de la piscina. Debe integrarse sin obstaculizar el funcionamiento del espacio.

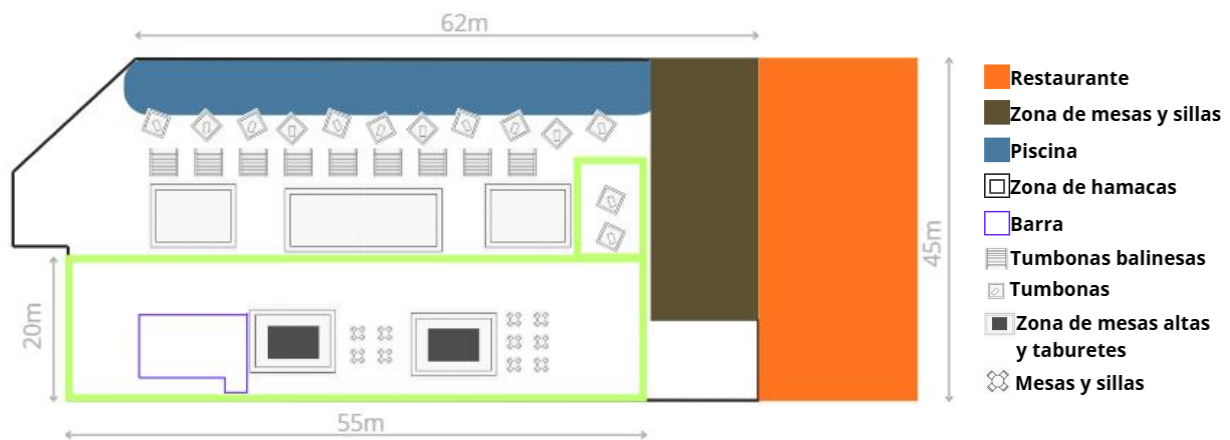


Figura 6: Plano esquemático de la terraza y delimitación de la zona chill out.

Nota: Imagen de creación propia

Suagongo acepta la propuesta porque le permite dar visibilidad a su trabajo en un espacio público de gran afluencia, mostrando cómo su lenguaje de diseño puede adaptarse a entornos reales y funcionales. Además, la colaboración ofrece una oportunidad estratégica de posicionamiento de marca, ampliando su alcance más allá del sector de la joyería y demostrando su capacidad de innovar en mobiliario y diseño de espacios.

1.4 Metodología

• Estudio del arte y análisis del contexto

Se realiza un estudio del arte sobre la evolución del mobiliario, desde sus orígenes históricos hasta la actualidad, con el fin de comprender mejor el contexto de los productos. También se investiga la fabricación aditiva y sus principales tecnologías, materiales y aplicaciones, especialmente en el ámbito del diseño de mobiliario.

Al mismo tiempo, se analizan las tendencias actuales en diseño de mobiliario para restauración. Se pondrá especial atención a aspectos como la sostenibilidad, la ergonomía, el minimalismo y la adaptabilidad a diferentes espacios y usuarios.

También se lleva a cabo un análisis de normativa vigente aplicada al mobiliario exterior y a la fabricación aditiva. Este estudio permite orientar las decisiones de diseño y fabricación, para asegurar que las piezas sean seguras y conformes a la legislación y estándares técnicos que se debe aplicar.

• Estudio de mercado y recopilación de referencias

Se lleva a cabo un análisis de mercado centrado en el mobiliario que pueda usarse en espacios de restauración, prestando atención a productos similares existentes, sus características formales, materiales empleados, precios y funcionalidades.

Además, se recopilan referencias formales y funcionales que sirven de inspiración, tanto en lo estético (formas, texturas, colores) como en lo práctico (ergonomía, resistencia, uso en exteriores). Se estudian también productos hechos con impresión 3D.

En esta fase se analiza la zona chill out del Hotel Cádiz Bahía, considerando todos los elementos de mobiliario existentes (sillones, butacas, mesas, sillas y lámparas) para garantizar coherencia con el entorno y la identidad del hotel. También se analiza la marca Suagongo, su lenguaje visual, valores y enfoque sostenible, con el objetivo de trasladar coherentemente su filosofía al diseño de mobiliario.

- **Conceptualización y generación de ideas**

A partir de los requisitos de diseño previamente definidos y tras validar esos criterios mediante el estudio de mercado y de referencias, se generan ideas a través de bocetos a mano y representaciones digitales. Se pretende explorar distintas soluciones formales.

Las ideas se valoran en función de su viabilidad técnica, su alineación con la estética de Suagongo y su adecuación al entorno de uso. De este proceso surgen varias propuestas conceptuales, de las cuales se selecciona la más adecuada para desarrollar.

- **Desarrollo del diseño**

Se modela la propuesta seleccionada mediante software 3D. Se tiene en cuenta criterios de ergonomía, dimensiones máximas de impresión y resistencia para exteriores. El diseño se desarrolla considerando posibles materiales y acabados compatibles con tecnologías de impresión 3D.

Además, se aplica optimización topológica para reducir el uso de material, mejorar el comportamiento estructural y facilitar la impresión. Este estudio no afecta a la estética ni la estabilidad de la pieza.

- **Selección de materiales y equipos**

Se investigan los materiales más adecuados para la fabricación aditiva del mobiliario. Se valora su resistencia a agentes climáticos, sostenibilidad, disponibilidad y compatibilidad con las impresoras 3D seleccionadas. Se identifican equipos de impresión de gran formato disponibles en el mercado. Se analiza sus características técnicas, capacidad y limitaciones.

2. INVESTIGACIÓN

2.1 Estado del arte

Desde tiempos inmemoriales, el mobiliario ha sido una extensión de la cultura, la tecnología y las necesidades humanas. En la antigüedad, civilizaciones como la egipcia, griega y romana crearon muebles que combinaban funcionalidad y estética, utilizando materiales como madera, piedra y metales preciosos. Durante la Edad Media y el Renacimiento, el diseño de muebles se caracterizó por su ornamentación y simbolismo, reflejando las jerarquías sociales y las creencias de la época. [1], [2]

La Revolución Industrial del siglo XIX introdujo la producción en masa y nuevos materiales como el hierro fundido y el acero, permitiendo la creación de muebles más accesibles y funcionales. Posteriormente, en el siglo XX, movimientos como el modernismo y la Bauhaus promovieron la simplicidad, la funcionalidad y la integración del arte y la tecnología en el diseño de muebles. [1], [2]

Con el paso de los años la tecnología ha avanzado, han surgido nuevas alternativas de fabricación que experimentan con materiales poco convencionales como la fibra de carbono, el acrílico e incluso objetos reciclados, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental. Esta innovación ha permitido la fabricación de muebles que revolucionan y crean nuevas tendencias, dejando de lado las técnicas convencionales y generando una visión más vanguardista en términos de funcionalidad y estética. [3]

A medida que la tecnología evoluciona y se vuelve más accesible, ha impulsado un nuevo concepto en el diseño de mobiliario, eliminando límites para la creatividad y la eficiencia de los diseñadores. Una de las técnicas más relevantes en la actualidad es la fabricación mediante impresión 3D. Esta tecnología permite desarrollar muebles con diseños originales e innovadores, ya que ofrece una gran libertad en la creación de formas y geometrías complejas, además de una gran variedad de materiales. El proceso consiste en utilizar un software que transforma las ideas en un prototipo digital, que luego se imprime capa por capa hasta convertirse en un objeto físico, con una geometría sencilla o altamente detallada. [4], [5]

Sus orígenes se remontan en 1981 con la estereolitografía (SLA), que utilizaba resinas líquidas fotosensibles. En 1988, S. Scott Crump introdujo el modelado por deposición fundida (FDM), permitiendo el uso de termoplásticos y ampliando las posibilidades de la impresión 3D. [6]

Posteriormente, otras tecnologías como la sinterización selectiva por láser (SLS) y la impresión con metales ampliaron aún más el alcance de esta técnica en sectores como la automoción, la medicina y la arquitectura. La evolución tecnológica ha permitido el desarrollo de impresoras más accesibles y eficientes, impulsando su adopción tanto a nivel industrial como doméstico. [6]

Este método no solo impulsa la innovación en el diseño, sino que también fomenta la sostenibilidad mediante el uso eficiente de materiales y la reducción de residuos. [4]



*Figura 7: Sillas impresas en 3d diseñadas.
Fuente: (Design, s.f.)*

Uno de los aspectos clave en el diseño de mobiliario es la personalización, estrechamente ligada a la ergonomía. Gracias a la impresión 3D y al uso de escáneres 3D, es posible fabricar piezas adaptadas con precisión a las necesidades del usuario, tanto en términos de ajuste anatómico como de preferencias estéticas, como tamaño, color y forma. [4], [5]



Figura 8: Mobiliario de impresión 3D.

Fuente: (ArchDaily, 2023)

Este método de impresión simplifica y agiliza el diseño mobiliario, ya que de manera rápida y con una gran precisión es posible experimentar con múltiples prototipos y fabricar piezas personalizadas al gusto de cada persona, lo que puede contribuir a reducir costes en determinados casos. Además, gracias a lo mencionado anteriormente y a la posibilidad de utilizar materiales asequibles, la impresión 3D puede representar una alternativa más económica respecto a otros métodos de fabricación, reduciendo también el residuo generado. Se considera un método relativamente sostenible, ya que utiliza únicamente el material necesario para el producto. Asimismo, existe una amplia variedad de filamentos reciclados que simulan materiales comunes, como la madera o el metal, lo que ofrece mayores opciones de personalización. [5], [7]

2.2 Técnicas de impresión 3d

Las técnicas de fabricación aditiva permiten producir piezas de forma rápida, a partir del diseño 3D permitiendo obtener formas complejas. Existen varios procesos con características distintas en precisión, calidad de la superficie, material utilizado, fuentes de energía y el precio. A continuación, se describen algunos de los procesos más relevantes.

Modelado por deposición fundida (FDM):

Esta tecnología consiste en depositar capas sucesivas de material fundido para construir el objeto. Las impresoras FDM suelen ser más asequibles en comparación con otras

tecnologías de impresión 3D. Los materiales más comunes incluyen plásticos como PLA y ABS, así como compuestos como filamentos flexibles y de fibra de vidrio. A pesar de su facilidad de uso y mantenimiento, las impresoras FDM tienen una resolución menor y una calidad de superficie más rugosa, lo que puede requerir posprocesado para mejorar la estética. Los materiales más utilizados son PLA, ABS, TPU, PET y Nylon.

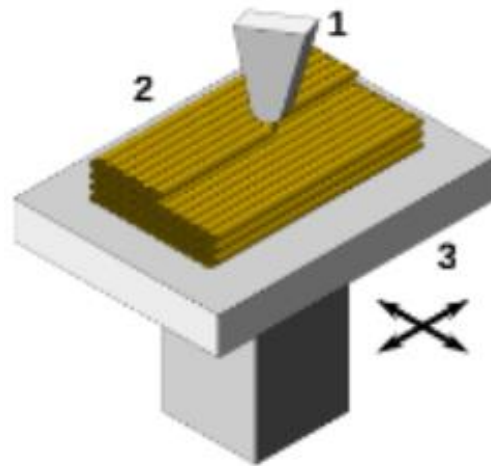


Figura 9: FDM. Fuente: (Commons, 2023)

Modelado por Estereolitografía (SLA):

Esta tecnología utiliza un láser para endurecer resina capa por capa, creando objetos con alta precisión y detalles finos. Estas impresoras pueden utilizar una gran variedad de materiales incluyendo resinas especializadas con propiedades como flexibilidad.

Es una tecnología rápida que no requiere soportes, sin embargo, es más caro y por lo tanto menos accesible. Requiere precauciones de seguridad al poder ser tóxica. Su tamaño es limitado por lo que no se podrán hacer objetos de gran tamaño.

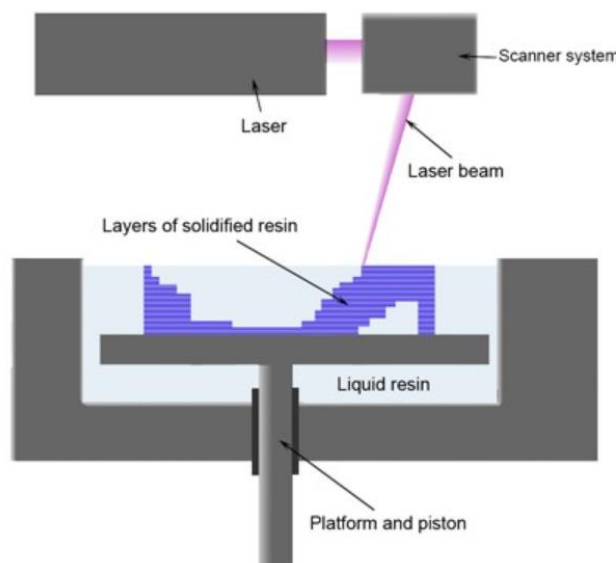


Figura 10: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLA.

Fuente: (Impresum, s.f.)

Sinterización selectiva por láser (SLS):

En este proceso, un láser funde polvo capa por capa, permitiendo la fabricación de piezas complejas sin necesidad de soportes. Las piezas realizadas con esta tecnología suelen tener buena resistencia mecánica y gran durabilidad, pero el proceso es costoso y las superficies suelen ser rugosas, lo que en ocasiones requiere posprocesamiento para mejorar la estética

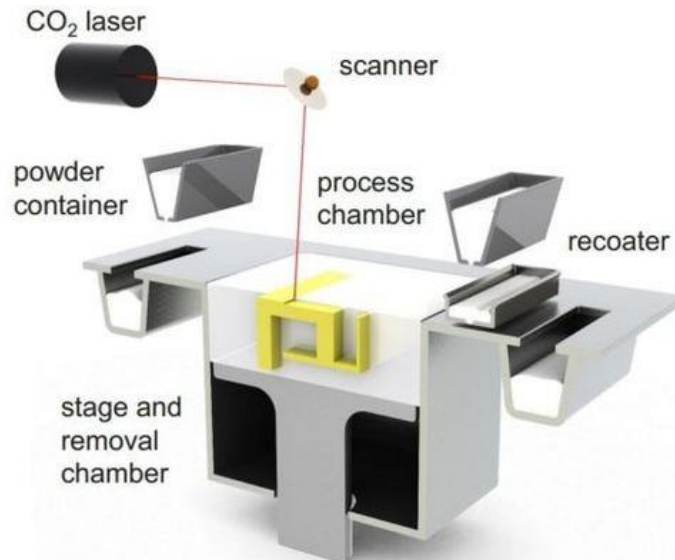


Figura 11: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLS.

Fuente: (Pinterest, s.f.)

Impresión Polyjet

La impresión 3D PolyJet es una tecnología avanzada y cara que crea rápidamente piezas precisas, aunque con una baja resistencia mecánica. Las gotas de fotopolímero se inyectan en la plataforma de construcción, luego se curan con lámparas UV para unir capas. Los materiales de soporte se disuelven o se retiran manualmente. Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son los fotopolímeros estándar y materiales flexibles.

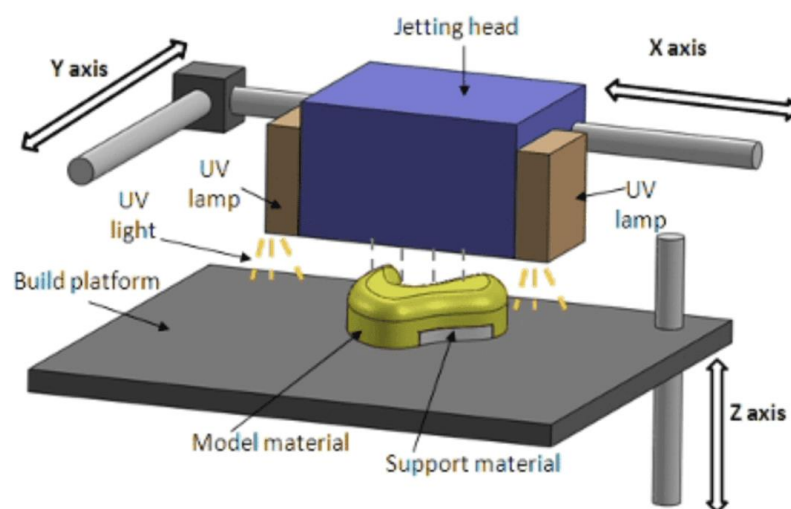


Figura 12: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión PolyJet.

Fuente: (Xometry, 2023)

Chorro de Aglutinante:

En este proceso, se aplica un aglutinante líquido sobre polvo para formar las capas de una pieza. Es una técnica rápida que reduce el desperdicio de material, pero la resolución no es tan alta y las piezas pueden ser menos duraderas. Las piezas pueden tener propiedades mecánicas inferiores. Los materiales incluyen polvo metálico, cerámico, polimérico y compuestos a partir de los anteriores.

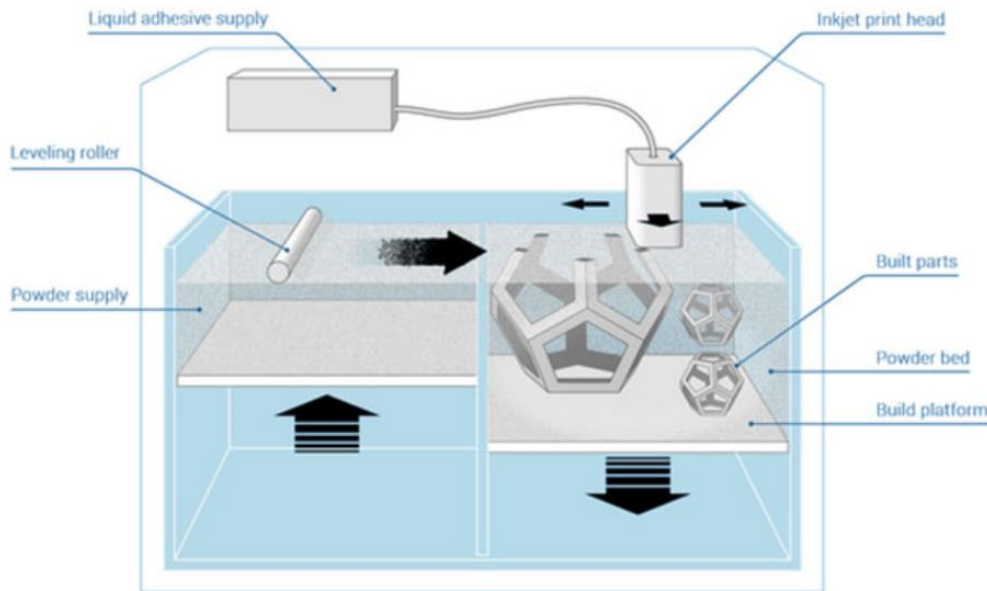


Figura 13: Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Chorro de Aglutinante.

Fuente: (3Dnatives, 2023)

Impresión 3D con materiales cerámicos

La cerámica es ideal para piezas que deben resistir altas temperaturas o desgaste. Dentro de los materiales cerámicos encontramos cerámica, la arena, cemento y piedra.

Para este tipo de impresión se emplean técnicas como Binder Jetting, Extrusión o Fotopolimerización. Generalmente se depositan capas y posteriormente se hornean para conseguir el resultado final firme.



Figura 14: Impresión 3D con arcilla.

Fuente: (Labbrut, 2022)

Impresión 3D con materiales orgánicos

Se utilizan para fabricar piel, tejidos, tendones o incluso órganos. Mediante jeringas especiales, se depositan capas sucesivas de material orgánico. Aunque es un campo en desarrollo, los avances son prometedores. La madera también es un material orgánico y se utiliza principalmente en forma para impresoras 3D FDM/FFF.

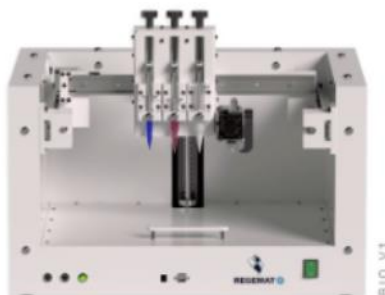


Figura 15: Bioimpresora. Fuente: (MedicalExpo, s.f.)

Impresión 3D metales

Una opción de impresión de metales es la DMP (Direct Metal Printing), que funde polvo metálico por capas de forma rápida para que el nuevo material se fije adecuadamente a la capa anterior, sin necesidad de adhesivos.



Figura 16: Impresión 3D por fundición a presión de aluminio. Fuente: (Kaitomould, 2020)

Todas estas técnicas ofrecen gran variedad de opciones para poder imprimir mobiliario en 3D y conseguir el resultado que se desee a partir de diferentes materiales y diferentes niveles de detalle. [8-11].

Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D

Características	FDM	SLA	SLS	PolyJet	Aglutinante
Precisión	Baja	Alta	Media	Alta	Media
Velocidad	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta
Coste	Bajo	Alto	Alto	Alto	Medio
Materiales	ABS	Resinas fotopolímeras	Poliamidas	Fotopolímeros	Metales
Soporte	Sí	Sí	No	Sí	No
Aplicaciones	Prototipos rápidos	Aplicaciones médicas	Piezas funcionales	Prototipos visuales	Producción en volumen

Tabla 1: Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D.

Fuente: tabla de elaboración propia

2.3 Aplicación

La fabricación aditiva tiene múltiples aplicaciones en diversos sectores industriales. Gracias a su capacidad para crear formas complejas, se han introducido en campos muy diversos como, por ejemplo:

- **Aeroespacial**

Hace viable la producción de componentes con geometrías complejas y bajo peso, como conductos o soportes estructurales. Acelera el desarrollo de prototipos funcionales, permitiendo realizar pruebas aerodinámicas y de rendimiento.

Algunas de las técnicas más utilizadas son SLS para obtener piezas de gran resistencia en polímeros técnicos, FDM para prototipos y utillaje ligeros y procesos de fundición de metales (DMP o SLM) para componentes estructurales.

En cuanto a materiales, son habituales las poliamidas y polímeros muy utilizados en la ingeniería como ABS, Nylon y compuestos de carbono. También se emplean metales, especialmente el titanio y aleaciones de aluminio, debido a su relación resistencia-peso.



Figura 17: Carcasa de cámara de combustión.

Fuente: (Maqcenter, 2024).

- **Medicina y odontología**

Permite la fabricación de implantes quirúrgicos, instrumentos médicos y modelos anatómicos, obteniendo resultados mejor adaptados a la anatomía de cada paciente con mayor precisión.

Las técnicas más utilizadas son SLA, adecuada para modelos anatómicos y guías quirúrgicas de alta resolución, y FDM, que se emplea para fabricar prótesis económicas y utensilios auxiliares. Además, en casos donde se requieren implantes permanentes, también se utilizan métodos de impresión metálica.

Los materiales más empleados incluyen resinas biocompatibles y polímeros como PLA, además de metales biomédicos como el titanio en aplicaciones quirúrgicas especializadas.

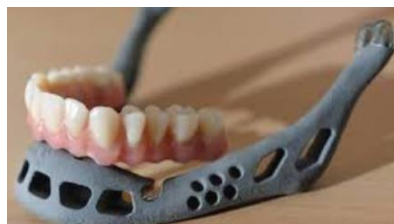


Figura 18: Implante de mandíbula para un niño con impresión 3D.

Fuente: (3D, 2023)

- **Automoción**

Facilita el desarrollo y la evaluación de modelos de componentes como chasis, carcasas de motores y elementos interiores, así como piezas finales para su uso. En ocasiones, resulta útil para crear piezas ligeras y complejas que mejoran la eficiencia de combustible y el rendimiento del vehículo.

Entre las técnicas más utilizadas destacan SLS, empleada para obtener piezas resistentes, FDM, destinada a la fabricación de prototipos, utillaje y elementos auxiliares y los procesos de impresión metálica, utilizados para producir componentes estructurales o piezas de motor sometidas a altas exigencias mecánicas.

Respecto a los materiales, se utilizan habitualmente poliamidas, elastómeros o polímeros como ABS o PC. También se incorporan compuestos reforzados con fibra de carbono así como materiales metálicos como aluminio, acero y diversas aleaciones imprimibles específicas para aplicaciones de automoción.



Figura 19: Coche fabricado con impresión 3D. Fuente: (Driver, 2014)

- **Arquitectura y construcción**

La fabricación aditiva en arquitectura y construcción se emplean para la creación de maquetas detalladas y modelos a escala de edificios y estructuras. Esta tecnología también permite la construcción de partes de edificios o incluso estructuras completas mediante la impresión de materiales como el hormigón.

La extrusión de materiales cerámicos o cementicios permite fabricar piezas complejas utilizando arcilla, cemento o morteros especiales. Por otro lado, la tecnología FDM se utiliza para maquetas arquitectónicas con polímeros como PLA, ABS o resinas de alta precisión.

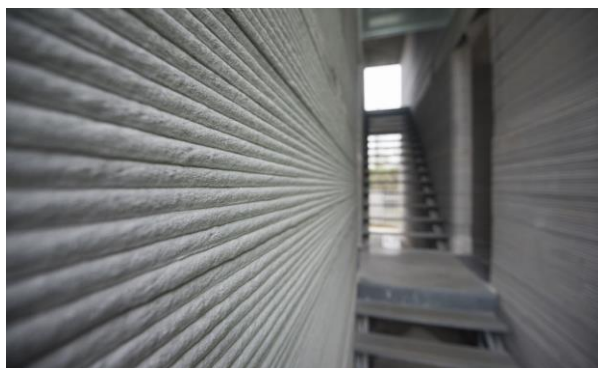


Figura 20: Edificio de hormigón con impresión 3D.

Fuente: (Univision, 2019)

- **Joyería y moda**

En el sector de la moda y la joyería, la fabricación aditiva permite la producción de piezas únicas y personalizadas, desde joyas hasta accesorios de moda. Grandes compañías como Adidas o New Balance la utilizan para fabricar suelas de calzado.

Técnicas como FDM se utilizan para prototipos simples o accesorios rígidos, mientras que tecnologías más avanzadas como MJF (Multi Jet Fusion) permiten fabricar componentes funcionales de nylon ligero. Por su parte, la impresión con resina da lugar a piezas de alta definición, muy utilizadas para joyería moderna o moldes para fundición.

Los materiales más comunes incluyen nylon, que ofrecen buena resistencia y flexibilidad, polímeros técnicos y fopolímeros para resina; y también aleaciones metálicas cuando se busca un acabado de joyería tradicional.



Figura 21: Colección de un modista con impresión 3D. Fuente: (Journal, 2015)

- **Alimentación**

Finalmente, en la industria alimentaria, la fabricación aditiva está revolucionando la producción de alimentos mediante la impresión de productos con formas y texturas personalizadas. Esta tecnología también permite la personalización de alimentos para satisfacer dietas específicas o necesidades nutricionales individuales, abriendo nuevas posibilidades en la innovación culinaria. Además, la impresión 3D de alimentos puede contribuir a mejorar nuestros hábitos alimenticios.

En este sector se extruyen materiales orgánicos comestibles como chocolate, masas, purés...



Figura 22: Tarta con impresión 3D. Fuente: (Yumda, 2023)

A parte de los sectores mencionados donde se utiliza este tipo de procesos también lo podemos encontrar en muchos otros como defensa y militar, bienes de consumo e incluso en educación e investigación. [12-19]

2.4 Empresa Suagongo

Suagongo es una marca fundada en 2020 por dos asturianas, Raquel Suárez y Alba Gonzáles, con sede en Galicia. La marca se dedica a la creación de productos de joyería minimalistas y atemporales en 3D, inspirados en la naturaleza, especialmente en el mar. Sus productos son creados con materiales de alta calidad y con objetivos sostenibles, cuidando cada etapa del proceso, desde el diseño hasta la fabricación, para ofrecer joyas únicas e innovadoras. [20]



Figura 23: Logo de Suagongo. Fuente: (Suagongo, s.f.)

La filosofía de Suagongo se basa en tres grandes tendencias del mercado [20]:

1. **Sostenibilidad:** un factor cada vez más relevante en el sector del lujo, donde los clientes buscan productos con un impacto ambiental reducido. La marca minimiza su huella ecológica con materiales responsables y producción bajo demanda.
2. **Inspiración en la naturaleza:** sus diseños evocan elementos naturales. Es una tendencia en auge en la joyería y la moda.
3. **Fabricación aditiva:** utiliza tecnología de impresión 3D para lograr formas complejas e innovadoras, que son imposibles de reproducir con métodos tradicionales.

El material utilizado es el PLA (ácido poliláctico) de origen vegetal, un recurso renovable con una huella ambiental mínima. Como la marca dice: “Creemos que la elegancia y la responsabilidad pueden coexistir, y nuestro uso de PLA es un testimonio de esa filosofía”. [20]

Para reducir el impacto ambiental, el 80% de las piezas se producen bajo demanda, como podemos leer en el artículo de Vogue Spain [21]. Además, como son piezas atemporales, esto hace que tenga una vida más longeva.

En su página web podemos ver tres colecciones [20]:

1. **Escultores en el Mar (Sculptors in the Sea):** inspirada en la vida marina. Esta colección refleja formas orgánicas que evocan erizos de mar y colores que remiten al océano. Sus diseños buscan armonizar lo moderno con lo tradicional, cuidando cada detalle con un enfoque artístico dirigido a un público que valora la autenticidad y la calidad.
2. **Dentro del Hielo (Inside the Ice):** inspirada en paisajes helados y en la formación y derretimiento del hielo. Esta colección juega con formas fluidas y materiales que transmiten claridad, pureza y frío. Sus colores vibrantes buscan captar la atención de un público sensibilizado con el cambio climático.

3. **Colección Cápsula de Concha de Vieja (Scallop Shell):** basada en la concha de vieira, un símbolo del mar, esta colección combina naturaleza y arte con formas minimalistas y orgánicas que reproducen texturas marinas.

Suagongo representa una propuesta innovadora en joyería que fusiona diseño, sostenibilidad y tecnología para ofrecer piezas. Pero también constituye una referencia para un proyecto de interiorismo o ambientación inspirado en el mar, como es el caso del restaurante.

Su estética basada en formas marinas, su apuesta por materiales ecológicos como el PLA y su enfoque artesanal mediante fabricación aditiva ofrecen un marco conceptual útil para trasladar estas mismas ideas al diseño del espacio.

2.5 Estudio de la terraza del restaurante del Hotel Cádiz Bahía

La terraza del restaurante es el espacio donde se integrará la propuesta de mobiliario desarrollada en el proyecto. Es un área exterior amplia y multifuncional, que se encuentra frente a la Playa Victoria. A continuación se analiza el entorno, con el objetivo de hacer diseños los más adaptados a este espacio.

La terraza presenta una superficie aproximada de 65 × 45 metros, organizada en distintas zonas destinadas al uso turístico y de restauración:

- **Zona de restauración:** equipada con mesas y sillas para el servicio de comidas.
- **Piscina y área de descanso:** con hamacas, tumbonas y camas balinesas orientadas hacia la piscina.
- **Barra exterior:** área de servicio y apoyo al personal del restaurante.
- **Zona chill out:** espacio destinado al descanso, la conversación y el disfrute del entorno, donde se ubicará el diseño propuesto.

Aunque cada zona cuenta con mobiliario acorde a su función, la estética general es neutra y carece de elementos distintivos vinculados al entorno marino. Por este razón, se comenzara interviniendo en el área de la zona chill out.

Dentro de la terraza se ha delimitado un área de aproximadamente 1100 m², correspondiente a la zona donde es viable introducir nuevas piezas de mobiliario, en la imagen se encuentra remarcada en verde. Esta área es flexible para introducir nuevos elementos sin necesidad de sustituir por completo el mobiliario que ya hay.

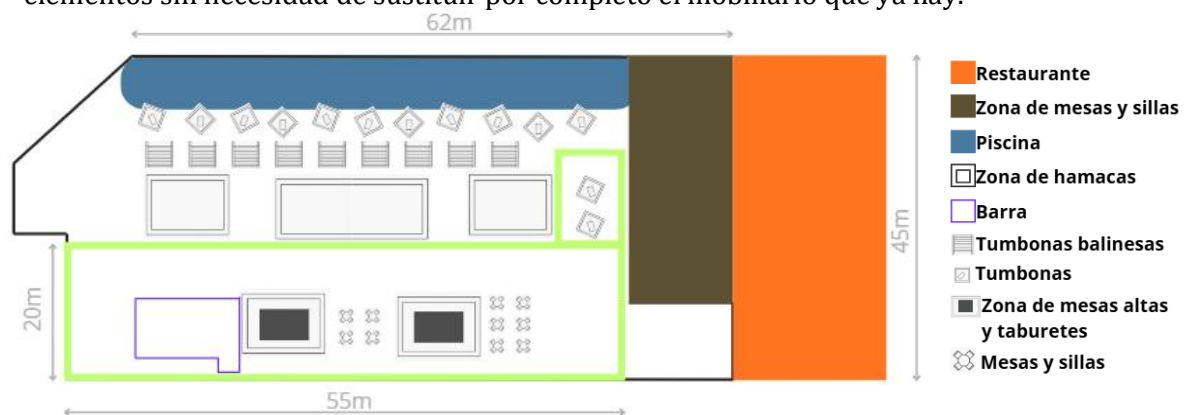


Figura 24: Plano esquemático de la terraza y delimitación de la zona chill out.

Nota: Imagen de creación propia

El mobiliario actual incluye mesas y sillas con un diseño estándar, hamacas individuales, tumbonas acolchadas, camas balinesas y mesas y taburetes altos.

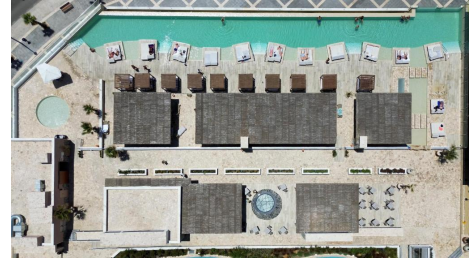
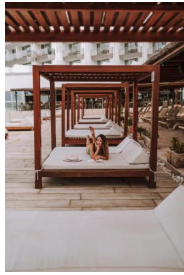


Figura 25: Mobiliario actual de la terraza.

Nota: (Booking, s.f.)

La ubicación de esta terraza influye en la toma de decisiones de materiales y el diseño. Hay que tener en consideración aspectos como:

- **Viento costero:** Cádiz presenta rachas frecuentes, por lo que el mobiliario debe ser estable y resistente a cargas elevadas.
- **Humedad y salinidad:** exposición continua al aire marino (acelera la corrosión y el deterioro de ciertos materiales).
- **Radiación solar intensa:** exige materiales resistentes a los rayos UV para evitar decoloración, fragilidad o degradación.
- **Uso intensivo:** el espacio recibe una alta afluencia diaria, lo que demanda piezas duraderas y fáciles de mantener.

Las necesidades que quiere cubrir el cliente con los productos que le ofrezcamos son:

- Reforzar su imagen asociada al entorno marino.
- Incorporar mobiliario exclusivo que diferencie la zona *chill out*.
- Mejorar la experiencia del cliente, creando un ambiente relajado y atractivo.
- Garantizar durabilidad en condiciones de sol, viento, humedad y salinidad.
- Mantener la operatividad del espacio, respetando accesos y recorridos.

2.6 Tendencias

Las tendencias de diseño de mobiliario para 2025 combinan estética, funcionalidad y sostenibilidad. El objetivo de estas tendencias es optimizar la experiencia del cliente y crear espacios adaptables y respetuosos con el medio ambiente. Estas tendencias buscan crear entornos visualmente atractivos, eficientes y responsables.

La **sostenibilidad** sigue siendo una tendencia central, destacando el uso de materiales naturales como madera, lino y algodón. Además, se utiliza mobiliario fabricado con plásticos

reciclados, textiles recuperados y maderas reutilizadas, lo que responde a la demanda de prácticas ecológicas. [22], [23]

El **minimalismo**, caracterizado por la simplicidad y la funcionalidad. Se destacan materiales naturales, formas simples y colores neutros, inspirados en la filosofía japonesa Wabi-Sabi, que valora la imperfección y la autenticidad de los objetos. [24]

Otra tendencia importante es la **flexibilidad** en el mobiliario, especialmente en espacios multifuncionales. El diseño modular permite adaptar rápidamente los espacios, como en bares y restaurantes que utilizan mesas pequeñas durante el día y las combinan en grandes mesas para cenas [22], [23]

En cuanto a los **colores**, los tonos tierra, como los marrones, ocres y beige, dominan las paletas de diseño, creando ambientes cálidos y acogedores. A estos tonos se suman los tonos pasteles, que aportan suavidad y frescura. Los contrastes de colores vibrantes se emplean para resaltar áreas específicas y aportar dinamismo a los espacios, logrando un equilibrio visual que favorece la relajación y la vitalidad. [22], [23]

También se incorporan más **espacios de relajación**, con mobiliario cómodo que permite a los clientes disfrutar de una experiencia más tranquila, consolidándose como una tendencia en entornos de lujo accesible. [23]

Finalmente, la **tecnología integrada** en el mobiliario, como puertos USB o mesas inteligentes, mejoran la eficiencia operativa y reduce el contacto entre empleados y clientes. [23], [24]

3.CONCEPTUALIZACIÓN

3.1 Requisitos del diseño

El objetivo de este proyecto es el diseño y fabricación de mobiliario para el exterior de un restaurante con inspiración marina. A través de este mobiliario, se busca capturar la esencia del entorno marino en cada pieza, utilizando tecnologías de fabricación aditiva para garantizar la libertad en la creación de formas geométricas complejas y visualmente atractivas. Estas piezas deben ser funcionales, estéticas y sostenibles, con un enfoque en materiales ecológicos y duraderos, acordes con las demandas de un entorno comercial de alta rotación como un restaurante. A continuación se enumeran los requisitos del diseño:

1. Accesibilidad: el mobiliario debe ser utilizado por el mayor número de usuarios posible.
2. Interacción intuitiva: el producto debe ser intuitivo, sencillo y sin complicaciones.
3. Estética inspirada en la naturaleza: la estética del diseño debe reflejar la inspiración marina e integrarse armónicamente en el espacio del restaurante.
4. Cohesión en el diseño: el producto debe ser una única pieza para mantener la cohesión en el diseño general.
5. Resistencia y durabilidad: los materiales utilizados deben ser resistentes a cargas, desgaste, impactos y arañazos, asegurando una larga vida útil del mobiliario en un entorno comercial .
6. Resistencia a condiciones externas: el mobiliario debe estar fabricado con materiales preparados para soportar humedad, cambios climáticos y un uso intensivo propio de espacios exteriores.
7. Enfoque sostenible: los materiales empleados deben ser sostenibles y de alta calidad.
8. Producción flexible y bajo demanda: el proceso de fabricación debe ser flexible y adaptable. El enfoque de la producción debe ser bajo demanda para reducir desperdicios y garantizar la exclusividad del producto.
9. Minimización de recursos y energía: se debe minimizar el uso de recursos y energía en el proceso de producción.
10. Ergonomía y comodidad: el mobiliario debe ser ergonómico y cómodo para largas horas de uso.
11. Seguridad y estabilidad: el diseño debe ser seguro y estable para garantizar su funcionalidad.
12. Facilidad de limpieza y mantenimiento: debe ser fácil de limpiar y mantener, utilizando materiales no porosos que eviten la acumulación de suciedad. Además el material plástico debe ser resistentes a productos de limpieza y desinfectantes.
13. Entorno agradable y relajante: el mobiliario debe crear un entorno agradable y relajante para los clientes.

Respecto a las dimensiones finales del producto, se definirán durante el desarrollo, garantizando el cumplimiento de los criterios de accesibilidad y ergonomía. Se tendrán en cuenta, según las condiciones del diseño, que permita el uso del 95% de los usuarios (percentiles 5°-95° de altura), observando tablas antropométricas.

Requisitos de Diseño y Producción

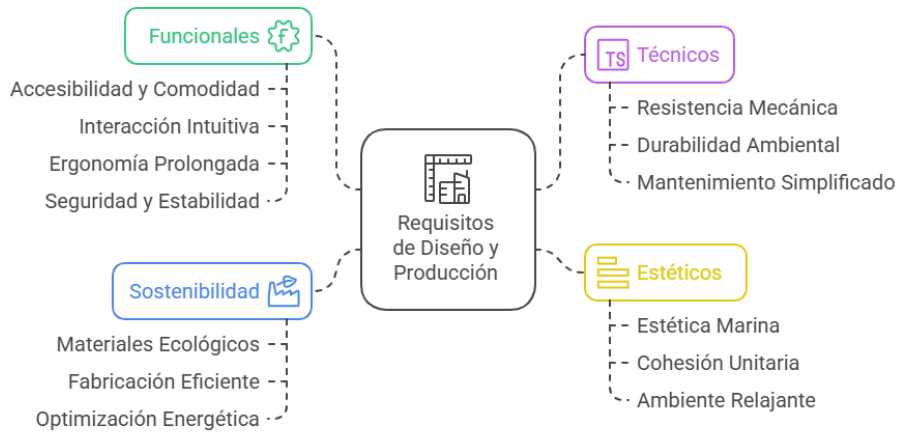


Figura 26: Resumen requisitos del diseño.

Nota: Imagen de creación propia.

3.2 Propuestas de ideas

En este apartado se propondrán distintas soluciones de mobiliario. El principal desafío identificado es la necesidad de crear un mobiliario que no solo cumpla con los requisitos funcionales y estéticos del restaurante, sino que también logre transmitir la sensación y el ambiente del mar.

Esto implica la exploración de formas orgánicas y texturas que evoquen elementos naturales marinos, como las olas, conchas, arrecifes o corales, mientras que el mobiliario garantice su resistente, comodidad y durabilidad para el uso intensivo en el entorno de un restaurante.

Para comenzar a desarrollar mis ideas, me he centrado en tres conceptos del mundo marítimo: conchas, animales como medusas y caballitos de mar y por último arrecifes o corales.

INSPIRACIÓN EN CONCHAS



Figura 27: Bocetos inspirados en conchas
Nota: Imagen de creación propia.

INSPIRACIÓN EN ANIMALES MARÍTIMOS

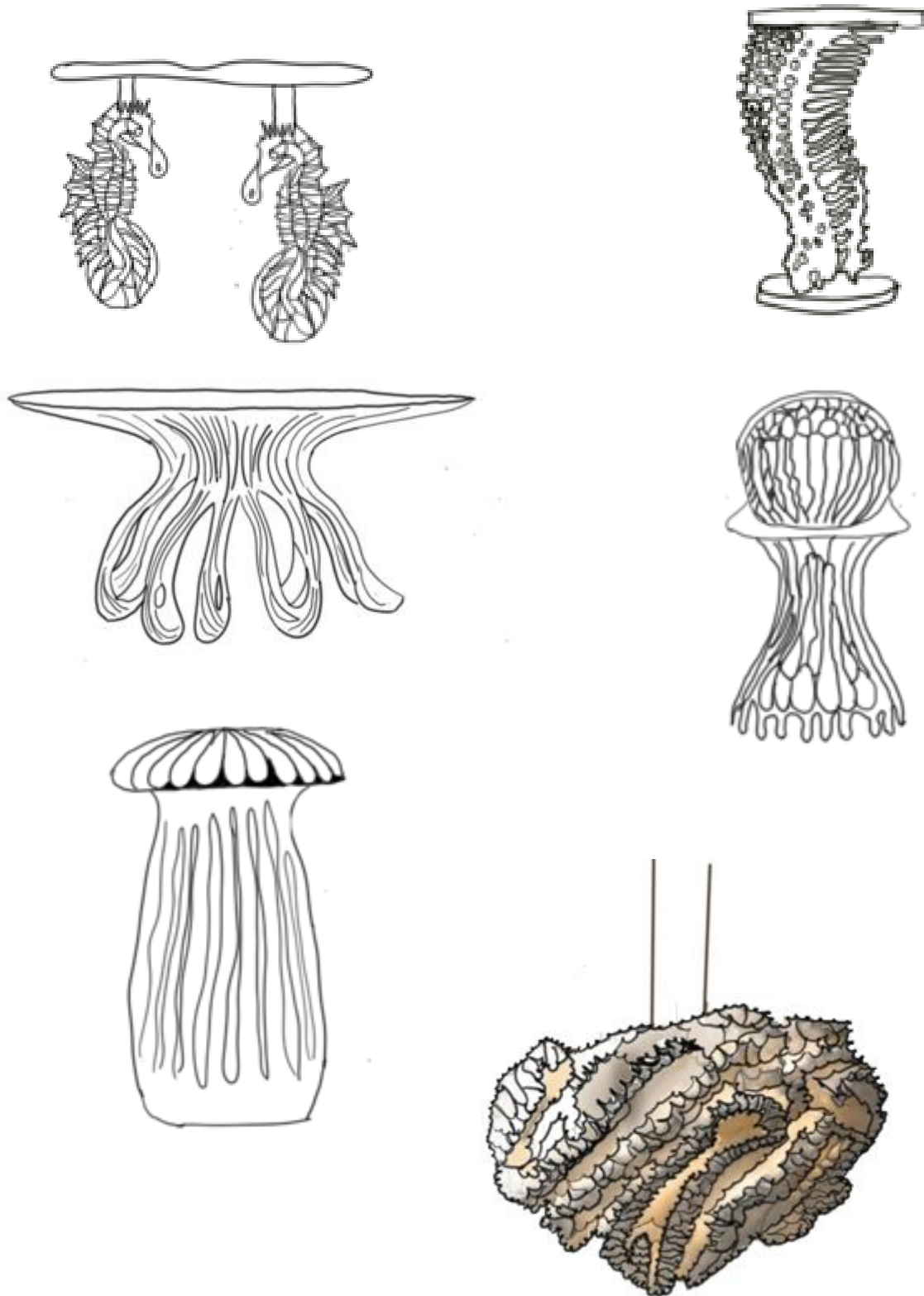


Figura 28: Bocetos inspirados en animales marítimos.
Nota: Imagen de creación propia.

INSPIRACIÓN EN ARRECIFES O CORALE



Figura 29: Bocetos inspirados en arrecifes y corales.
Nota: Imagen de creación propia.

3.3 Evaluación de idea

El diseño de este mobiliario surge en el contexto específico del Hotel Cádiz Bahía, donde se busca crear un ambiente exterior *chill out* distintivo y atractivo para los clientes. Dentro de este objetivo, se va a valorar diversas propuestas que podrán aportar identidad a la zona.

En relación con las lámparas, aunque pueden contribuir de manera significativa a generar un ambiente agradable durante la noche gracias al efecto de la iluminación, no se seleccionaron como elemento principal ya que su función se consideró secundaria frente al mobiliario destinado al descanso. Aun así, su capacidad para aportar atmósfera se tuvo en cuenta durante el proceso de selección.

Por otro lado, también he descartado aquellas estructuras con detalles ultrafinos o formas imposibles, como ciertas interpretaciones de medusas o caballitos de mar, por su alta probabilidad de fallos tanto en la fabricación como estructural en el entorno.

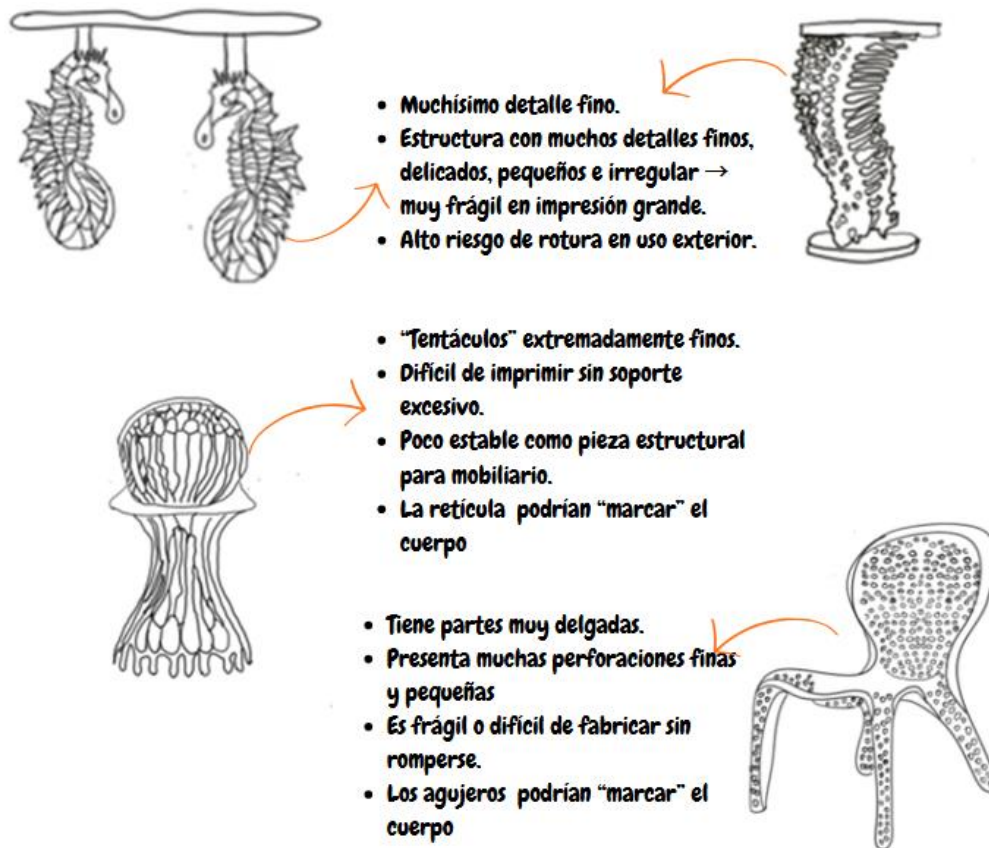


Figura 30: Justificación de descarte de conceptos.
Nota: Imagen de creación propia.

Por último, los taburetes se han descartado porque aunque algunos tienen un lenguaje formal interesante, no resultaban adecuados para un espacio *chill out* exterior enfocado al confort prolongado. Este tipo de piezas suelen ofrecer una altura fija, un apoyo limitado y una ergonomía mínima, lo cual no contribuiría a la experiencia de confort buscada.

Tras este proceso de selección, se ha identificado tres conceptos que destacan por su capacidad de generar una experiencia total en la zona *chill out*. No se trata únicamente de piezas individuales, como una silla o una mesa, sino de un conjunto. Cada elemento del concepto refuerza la identidad visual del entorno de restauración.

LOW TIDE

El concepto "Low Tide" ("Marea Baja") captura la esencia de la calma y define un refugio de relax profundo. Está diseñado para dos o tres personas, generando un espacio íntimo y protegido.

Esta formado por un mueble que tiene función de biombo en forma de concha, con unas dimensiones aproximadas de 180 cm de alto x 140 cm de ancho x 40 cm de profundidad, que permite crear un entono íntimo y protegido del espacio abierto.

El conjunto se complementa con una mesita de centro con formas orgánicas, que está más bien inspirada en el movimiento de las olas del mar, de aproximadamente 45 cm de alto x 80 cm de diámetro. Tiene una altura cómoda para apoyar bebidas o pequeños objetos mientras los clientes se relajan.



Figura 31: Boceto Low Tide.

Nota: Imagen de creación propia.

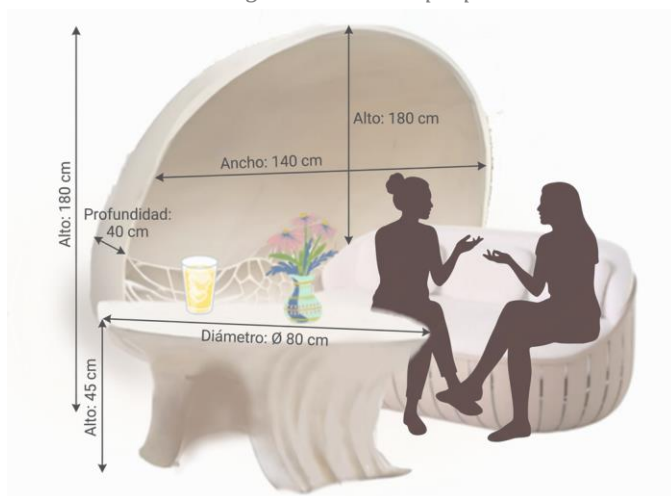


Figura 32: Dimensiones Low Tide.

Nota: Imagen de creación propia

THE SHELL'S WHISPER

Para el "The Shell's Whisper" ("El Susurro del Caparazón"), recrea la sensación de refugio y aislamiento acústico, inspirándose en la experiencia de colocar una concha en el oído y dejarse transportar por el sonido del mar. En este caso, el usuario no sostiene la concha, sino que se sienta dentro de ella, experimentando un espacio privado y envolvente que favorece la desconexión.

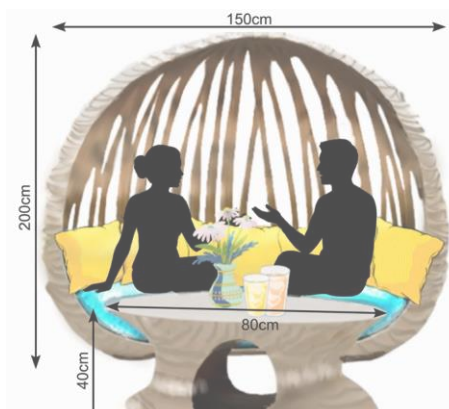
Por un lado tenemos una concha gigante de aproximadamente 200 cm de alto x 150 cm de ancho x 110 cm de profundidad. No es maciza, ya que tiene agujeros con la función de dejar pasar la luz de una manera especial y suavizar todos los sonidos de alrededor, creando un efecto de murmullo o susurro. Dentro de él va el sillón donde poder sentarse.

Complementaría al sillón, hay una mesita baja y orgánica, con unas medidas de aproximadamente 40cm de alto x 80cm de ancho, inspirada en las rugosidades de la concha y las olas del mar, donde poner tus bebidas o simplemente apoyarte.

El mobiliario está diseñado para clientes que buscan privacidad y relajación, combinando confort, diseño icónico y funcionalidad.



*Figura 33: Boceto The Shell's Whisper.
Nota: Imagen de creación propia.*



*Figura 34: Dimensiones de The Shell's Whisper.
Nota: Imagen de creación propia.*

REEF GROTTTO

Finalmente, la última propuesta bajo el nombre “Reef Grotto” está inspirada en las formas porosas, texturizadas y orgánicas de los corales y las rocas de un arrecife. Los agujeros no son solo decorativos, sino que filtran la luz, creando juegos de sombras dinámicas.

Está formado con un sillón, que tiene una base ancha y estable, una altura de 75 cm, un ancho de 110 cm y una profundidad de 95 cm, diseñado para dos personas como máximo. Su forma es orgánica, con ondulaciones y perforaciones de distintos tamaños irregulares de entre 5 y 15 cm de diámetro, que imita la porosidad de una roca. No es un sillón blando y cuenta con un cojín desmontable.

También dispone de una mesa auxiliar de baja altura (45 cm), que tiene un diámetro de 60 cm. Sigue la misma tendencia orgánico, con agujeros más pequeños.

El mobiliario genera un lugar perfecto para desconectar, leer o simplemente sentirse inmerso en un paisaje submarino.

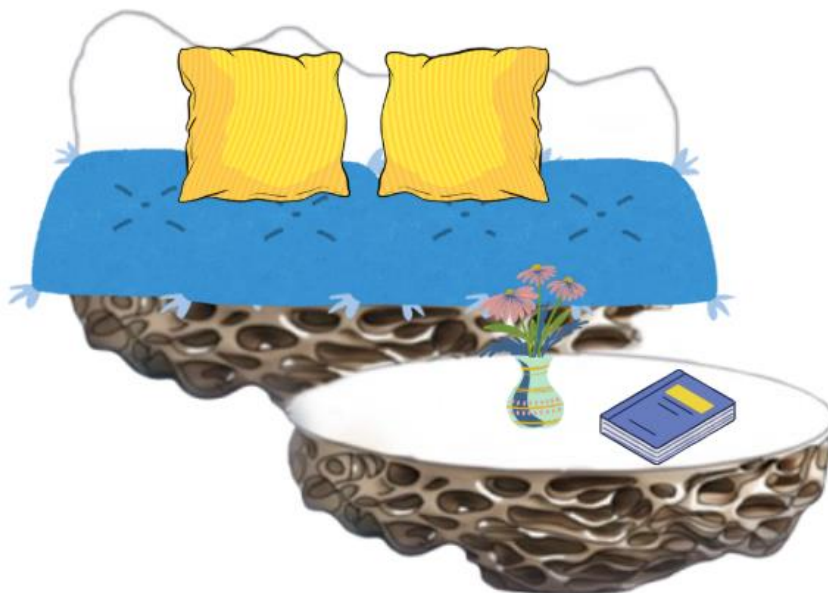


Figura 35: Boceto Reef Grotto.

Nota: Imagen de creación propia.

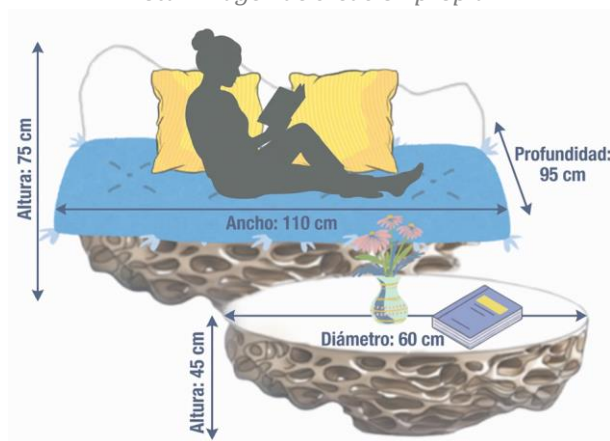


Figura 36: Dimesiones Reef Grotto.

Nota: Imagen de creación propia.

Siguiendo los criterios establecidos en la sección 3.1 se va a evaluar los tres conceptos propuestos.

Como primer criterio se consideró la **inspiración marina**. Tiene un peso del 30% ya que constituye un requisito fundamental del proyecto. El concepto con menor puntuación fue Low Tide, aunque incorpora un biombo con forma de concha y una mesa que evoca el movimiento de las olas, la representación del mar resulta más sutil en comparación con las otras propuestas. En cambio, The Shell's Whisper, gracias a su concha gigante, transmite de manera clara y directa la identidad marina. Por este motivo recibe la máxima puntuación. En un punto intermedio se encuentra Reef Grotto, que evoca arrecifes y corales con formas reconocibles, pero menos universales y simbólicas que la concha.

El segundo criterio valorado fue la **sostenibilidad y optimización de material**. En este caso Reef Grotto obtuvo la menor puntuación por su estructura porosa y de gran masa. Su diseño requiere mayor cantidad de material para garantizar estabilidad. Low Tide y The Shell's Whisper presentan volúmenes que pueden ser parcialmente huecos, lo que mejora su eficiencia material.

En cuanto a la **viabilidad técnica y fabricación aditiva**, nuevamente Reef Grotto resultó el menos favorable debido a su geometría irregular y las múltiples perforaciones que dificultan el proceso de impresión, pudiendo generar defectos o fallos estructurales. Por el contrario, Low Tide y The Shell's Whisper son más factibles de materializar mediante impresión 3D de gran formato, siendo el primero el más sencillo debido a su simplicidad.

Por último, se consideró la **innovación**. El concepto más innovador fue The Shell's Whisper, ya que transforma un elemento natural en un espacio arquitectónico habitable. Le aporta un carácter icónico y distintivo. Low Tide se sitúa en un nivel intermedio, dado que, aunque estéticamente es atractivo, se asemeja más a un biombo tradicional. Finalmente, Reef Grotto, tiene unas texturas llamativas pero presenta un lenguaje formal que puede recordar a otros productos existentes en el mercado, resultando menos diferenciador.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO (%)	Low Tide	The Shell's Whisper	Reef Grotto
<i>Inspiración marina</i>	30%	3	5	4
<i>Sostenibilidad/Optimización del material</i>	20%	4	3,5	3
<i>Viabilidad técnica y fabricación aditiva</i>	25%	5	4	3
<i>Innovación</i>	25%	4	5	4
MEDIA TOTAL	-	3,95	4,45	3,55

Tabla 2: Tabla ponderación. Nota: Creación propia.

Según la tabla de ponderación, el concepto seleccionado para el proyecto es **The Shell's Whisper**.

4. DESARROLLO DEL DISEÑO

4.1 Descripción del producto

The Shell's Whisper se instalará en la zona trasera de la terraza del restaurante del Hotel Cádiz Bahía. Esta ubicación ha sido seleccionada estratégicamente para no afectar la visibilidad de otras áreas de la terraza y para no obstaculizar la circulación del personal ni de los clientes, considerando las dimensiones de las estructuras. Inicialmente se colocarán cuatro sillones-estructura y cuatro mesas auxiliares, permitiendo evaluar la aceptación del mobiliario por parte de los clientes antes de realizar una instalación más amplia.



Figura 37: Distribución de la terraza.

Nota: Imagen de creación propia.

La propuesta sigue la línea formal y conceptual de Suagongo, marca colaboradora que aporta la identidad estética del proyecto, basada en volúmenes orgánicos, texturas naturales y geometrías inspiradas en el entorno marino. Su propósito es generar un microespacio íntimo y relajante mediante una geometría envolvente inspirada en la forma protectora de una concha marina.

Aunque en la fase conceptual se desarrolló un catálogo de alternativas con distintas morfologías y complejidades (Sección 3.2), el proceso de ponderación determinó que esta propuesta era la que mejor respondía a los criterios establecidos. En términos de inspiración marina, obtuvo la puntuación más alta al ser la propuesta con una referencia más directa, reconocible e icónica. Respecto a la sostenibilidad y optimización de material, presentó un volumen adecuado para ser aligerado mediante geometría hueca, mostrando un mejor rendimiento que otras opciones más macizas o porosas. En viabilidad técnica y fabricación aditiva, destacó por su geometría continua y su compatibilidad con impresión 3D de gran formato, lo que facilita su producción en una sola pieza. Finalmente, en innovación, sobresalió por transformar la forma de una concha en un espacio habitable con un carácter distintivo y diferenciado. Como resultado, *The Shell's Whisper* fue el concepto mejor valorado de forma global y, por tanto, seleccionado para su desarrollo.

El proyecto está compuesto por dos elementos: un sillón-estructura de gran formato y una mesa auxiliar orgánica que complementa su estética.



*Figura 38: Intearación visual del diseño con el entorno.
Nota: Imagen de creación propia.*

La pieza principal es una estructura envolvente en forma de concha. La superficie incorpora agujeros que permiten la entrada filtrada de luz y hace que el ambiente suene más calmado.

Las dimensiones de este producto han sido definidas a partir de un análisis ergonómico, integrando datos antropométricos de la población laboral española y referencias de productos en el mercado. Se ha buscado que cumpla con criterios de confort y funcionalidad para entornos de relax, con el fin de ofrecer al usuario una experiencia cómoda, segura y adaptable.

La estructura envolvente de la concha mide 185 cm de altura, 225 cm de ancho y 110 cm de profundidad, favoreciendo la desconexión del cliente en lugar. Estas dimensiones permiten acomodar la mayor parte de la población adulta (sentarse informalmente, cruzar las piernas, reclinarsse...). Su gran altura proporciona esa privacidad y da sensación de refugio.

La pieza final presenta un peso total de 88,35 kg pero para su fabricación se requiere 147,124 kg de material ASA, debido a los parámetros de relleno, soportes y márgenes necesarios. Considerando un coste de 22 €/kg, el gasto en material asciende a aproximadamente 3.236 €. El proceso completo de fabricación tiene una duración de 9 días, 23 horas y 5 minutos, lo cual refleja la escala y complejidad de la pieza, así como la necesidad de emplear maquinaria industrial de gran volumen.

Además del coste del material, es necesario considerar los gastos de fabricación que ascienden a 3309 €. Esta cifra incluye el consumo energético durante los casi diez días de impresión continua, el tiempo de supervisión técnica, la preparación previa de la máquina,, así como la almohada que incorpora. También se contempla los costes indirectos derivados de ocupación del espacio y la gestión de posibles incidencias durante el proceso.

El coste total de fabricación de la pieza es de 6.522 €, y el de venta 9.028€.

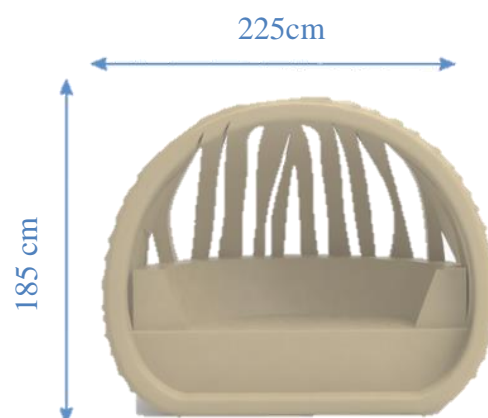
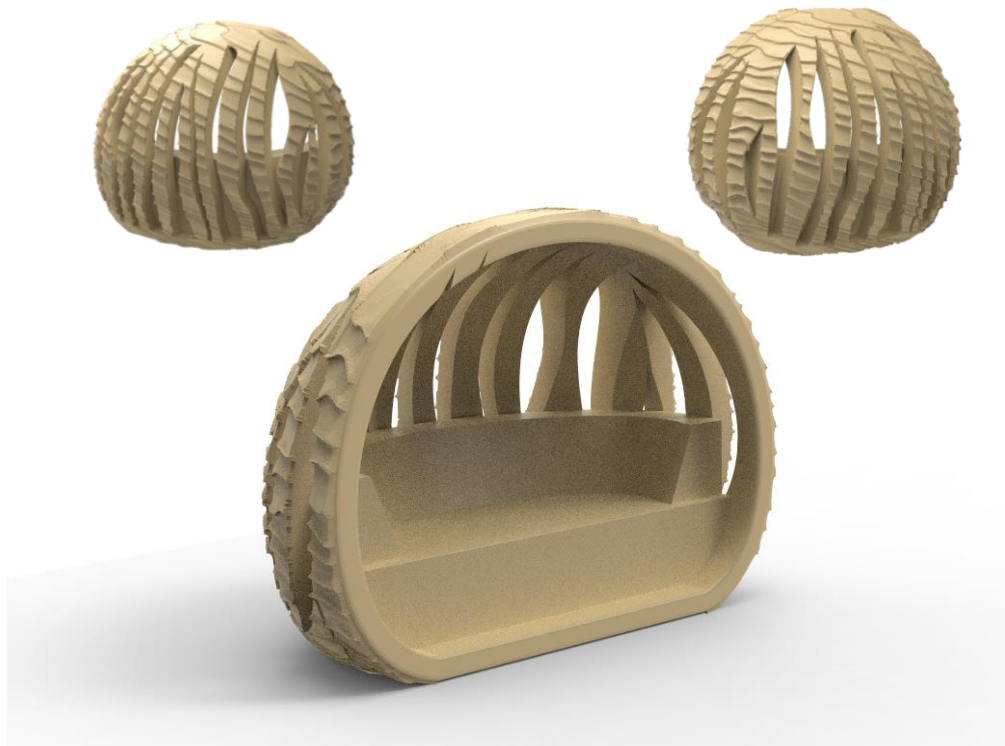
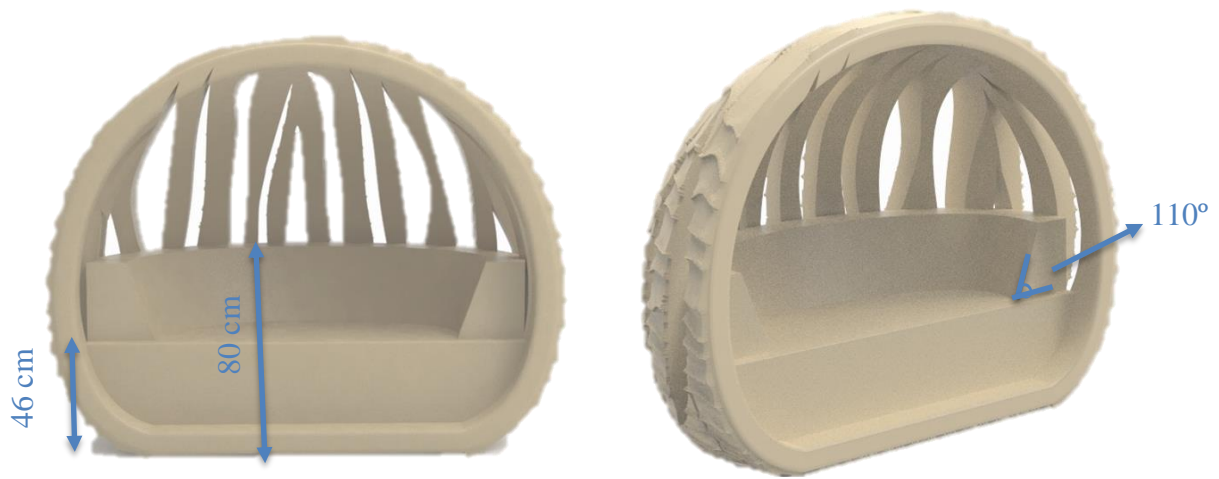


Figura 39: Vistas y dimensiones del mueble sillón-estructura.

Nota: Imagen de creación propia

En su interior se integra un sillón ergonómico cuya altura del asiento es de 46 cm, ligeramente superior al percentil 95 femenino, según [Población mujer, Anexo 12], y dentro del rango de altura habitual para muebles chill-out identificado en el estudio de mercado (35–46 cm, (Anexo 1). Esta altura permite adoptar posturas de relax más informales, no limitadas a 90°, y facilita la interacción con la mesa auxiliar sin esfuerzo.

El respaldo alcanza una altura total de 80 cm y está inclinado 110°, proporcionando soporte lumbar y dorsal hasta usuarios del percentil 95 masculinos (cuya altura sentados es 92,9cm) [Población hombre, Anexo 12]. Esta inclinación permite una distribución óptima del peso, reduciendo así la presión lumbar y adoptando posturas de descanso prolongado.



*Figura 40: Dimensiones de sillón.
Nota: Imagen de creación propia*

Se propone añadir un acolchamiento, que incremente la comodidad del asiento. Este se amoldara a distintas morfologías y posturas que pueda adoptar el consumidor, reforzando el confort y la experiencia sensorial.

Los procesos relacionados con la tapicería se subcontratan a un proveedor especializado. Esta empresa creara un acolchado con espumas recicladas y con revestimiento textil. Además se le añadirá tiras de velcro ocultas para facilitar la instalación o la retirada del acolchamiento.



*Figura 41: Resultado mueble sillón-estructura.
Nota: Imagen de creación propia.*

El conjunto se completa con una mesa baja de 40 cm de altura, diseñada para situarse ligeramente por debajo del nivel de asiento y facilitar su uso sin alterar la postura de relax del usuario. Este puede interactuar con ella sin necesidad de elevar los hombros o flexionar en exceso los codos. Las dimensiones de este producto también se encuentran en el rango habitual analizado en el estudio de mercado (Anexo 1).

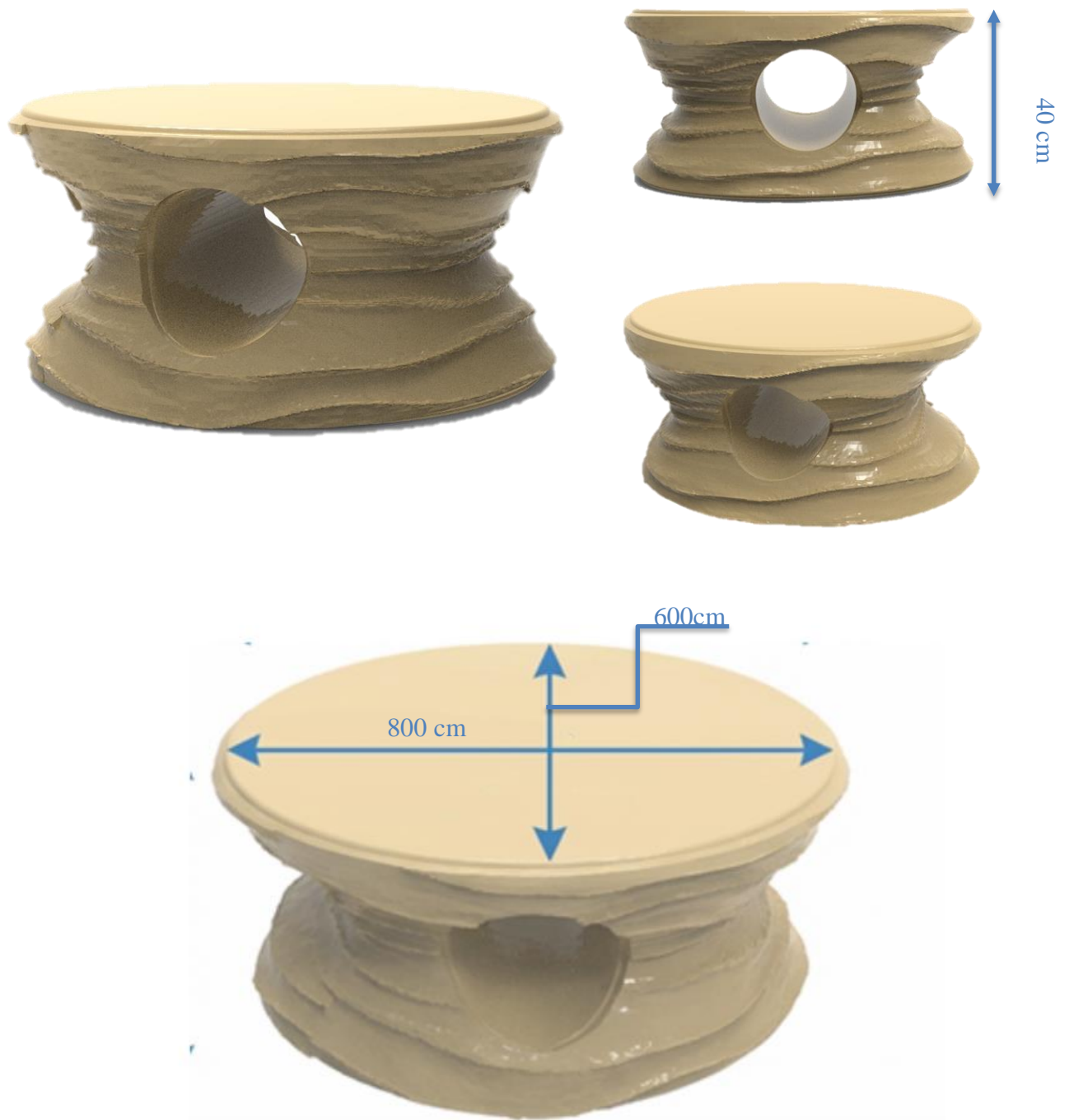


Figura 42: Visualización y dimensiones mesa chill out.
Nota: Imagen de creación propia.

La mesa final requiere 31,35 kg de material ASA para su fabricación. El proceso completo de fabricación tiene una duración de 2 días y 9 horas, un tiempo coherente con las dimensiones y geometría de la pieza. Además del material, se han considerado los gastos de fabricación, que ascienden a 648,11€.

El coste total de fabricación de la mesa es de 1555,37 €, y su precio de venta estimado es de 2.177'52.

El espacio libre alrededor de la concha y la mesa garantiza zonas de paso. Esta distancia debe ser de al menos 70 cm, asegurando la circulación del personal y de otros clientes, cumpliendo las recomendaciones de accesibilidad para entornos construidos (UNE 170001-2:2014, Anexo 2).



Figura 43: Representación zona de paso.

Nota: Imagen de creación propia.

La textura superficial representa ondulaciones presentes en la estructura principal, creando continuidad visual y reforzando el carácter de inspiración en la naturaleza del proyecto.

Ambos elementos forman un pequeño refugio sensorial donde luz, forma y textura trabajan de manera conjunta para generar una experiencia envolvente y coherente con la identidad marina del restaurante.



Figura 44: Render del "The Shell's Whisper".

Nota: Imagen de creación propia.

4.2 Selección de material y equipo de impresión

Para escoger el material adecuado se ha considerado diferentes criterios:

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
C1- Sostenibilidad y alineación con Sugagonco	Uso de materiales reciclados y/o reciclables o de origen renovable.	Alta
C2-Resistencia exterior	Resistencia frente a UV, humedad, impacto y cambios térmicos.	Muy alta
C3- Compatibilidad con fabricación aditiva	Materiales aptos para impresión 3D de gran formato.	Muy alta
C4-Estética y acabado	Posibilidad de lograr superficies orgánicas y texturas marinas. Limpieza fácil.	Media
C5-Estabilidad estructural	Resistencia mecánica y deformación	Muy alta

Tabla 3: Criterios para escoger el material. Nota: creación propia

A partir de estos criterios se evalúan diferentes materiales: PETG reciclado, nylon reforzado, PLA con fibra, bioplásticos, filamentos con fibra naturales y ASA. Viendo sus características y analizándolos, se observa que algunos materiales presentan ventajas sostenibles como el PLA o PETG reciclado, pero su durabilidad en exterior y su compatibilidad con la impresión de gran formato son limitadas. (Anexo 7.2)

Para facilitar la comparación y justificar de forma objetivo, se presenta a continuación una tabla que valora de 1 a 5 cada uno de los criterios para cada material.

MATERIAL	C1	C2	C3	C4	C5	TOTAL
PETG Reciclado	5	4	4	4	3	20
Nylon + fibra	2	5	5	3	3	18
PLA reforzado	4	2	3	5	4	18
Bioplásticos reforzados	3	3	3	4	4	17
Filamentos de madera y bambú	4	1	2	4	5	16
ASA	3	5	5	5	4	22

Tabla 4: Valoración de los criterios según el material. Nota: Creación propia.

El material seleccionado es **Acrlonitrilo Estireno Acrilato (ASA)**, ya que ha obtenido la mejor puntuación de los materiales que se han considerado debido a que satisface al máximo los requisitos establecidos. Tiene una alta resistencia a los rayos UV, previniendo el amarilleamiento y la degradación, garantizando que la pieza mantenga su integridad estructural y su belleza original durante años. La superficie es fácil de limpiar y mantener.

Su alta resistencia mecánica permite soportar cargas e impactos propios del uso intensivo en un restaurante, manteniendo la forma y los detalles orgánicos del diseño. Además tiene una baja absorción de humedad, adecuada a su entorno frente al mar.

A nivel de fabricación, el ASA es totalmente compatible con tecnologías de impresión 3D de gran formato mediante extrusión de pellet, permitiendo producir piezas de gran tamaño en una sola impresión con un acabado superficial uniforme y de calidad.

Aunque no es biodegradable, su larga durabilidad y su posibilidad de reciclaje lo alinean con una sostenibilidad basada en la vida útil prolongada, coherente con la filosofía de Suagongo. Una vez escogido el material, vamos a seleccionar la tecnología de impresión. A la hora de seleccionarla, hay que tener en cuenta que una de las dimensiones de nuestra pieza es 185 x 225 x 110 cm. Los criterios a considerar son:

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
R1-Volumen de impresión útil	Capacidad de fabricar cada pieza en una sola impresión sin ensamblajes.	Muy alta
R2-Compatibilidad con el material (ASA)	Trabajar con ASA en pallet	Muy alta
R3-Calidad y acabado	Acabado superficial considerando las curvas y relieve superficial	Alta

Tabla 5: Criterios para escoger la tecnología de impresión. . Nota: Creación propia.

Debido a las grandes dimensiones de uno de los componentes de “The Shells’s Whisper”, se observa que la gran mayoría de los equipos investigados del mercado no pueden cumplir con la capacidad de fabricar cada pieza en una sola impresión sin ensamblajes. (Anexo 5)

Solo tres impresoras la WASP Crane 3MT, el CEAD AM Flexbot y la KUKA WAAM, cumplen ese requisito. Todas las demás quedan descartadas a simple vista.

IMPRESORA	R1	R2	R3	TOTAL
WASP Crane 3MT	5	5	3	13
CEAD AM Flexbot	4	4	3	11
KUKA WAAM	5	0	2	7

Tabla 6: Valoración de los criterios según la tecnología de impresión.

Nota: Creación propia.

KUKA WAAM no es compatible con el material ASA, quedando totalmente descartada. **WASP Creane 3MT** es la que obtiene la mayor puntuación, por lo que es la solución más óptima para la producción de las piezas.

En resumen, esta máquina tiene un volumen de impresión útil, que permite imprimir la concha completa, de una sola vez y sin ensamblajes y por lo tanto la mesa también. Además es compatible con el material seleccionado, garantizando así la viabilidad técnica como la optimización de recursos. Para finalizar, aunque el acabado no es ultra liso, es adecuado para los diseños orgánicos y las texturas marinas de la superficie.

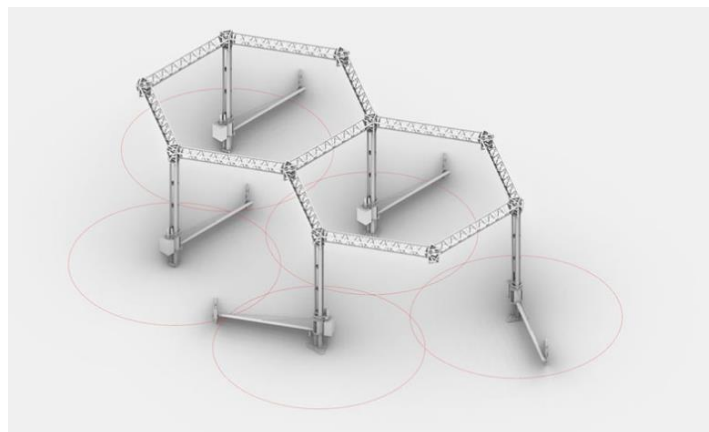


Figura 45: Equipo de impresión WASP Creane 3MT.

Fuente: 3Dnatives (Lucia, 2018)

4.3 Modelado 3d y análisis estructural

El modelado 3D se ha desarrollado en *SolidWorks*, combinando técnicas de superficies y sólidos para reproducir geometrías orgánicas y continuas.

Para generar las texturas superficiales que refuerzan la identidad visual, se ha seleccionado una imagen de referencia. Esta imagen se aplica en el panel de apariencia de la aplicación, para visualizar la superficie en las caras deseadas de las piezas.

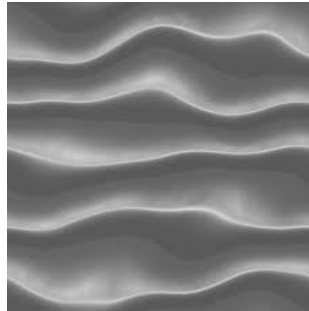
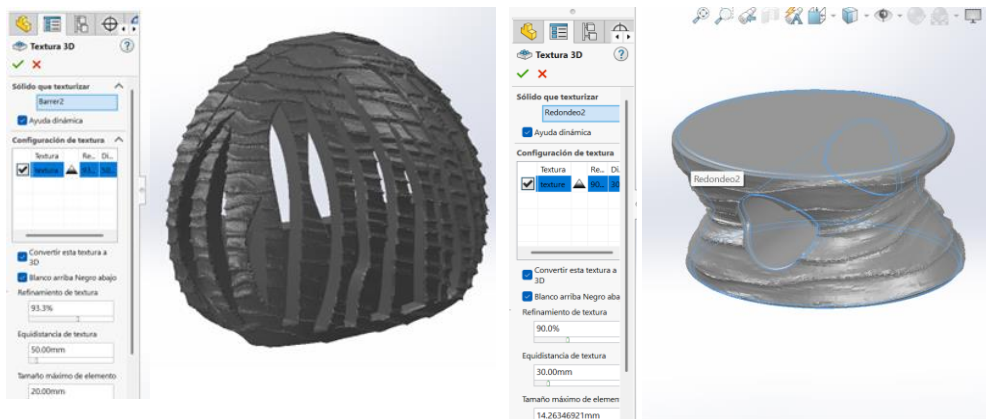


Figura 46: Textura de mapa de desplazamiento.
Fuente: (Filter Forger, s.f.)

Posteriormente, mediante la herramienta *Insertar > Operaciones > Textura 3D*, la imagen 2D se transforma en un relieve real sobre la geometría. Esto genera detalles superficiales que aportan valor estético sin inferir a la fabricación aditiva.



Nota: Imagen de creación propia

Figura 47: texturizado de las superficies del mobiliario mediante en *SolidWorks*.

Aunque el modelado se ha realiza en *SolidWorks*, los renders finales se producen en *KeyShot* y *Photoshop*. Con estas aplicaciones se ha logrado jugar con la iluminación y materiales para lograr un realismo visual. Se logra mostrar la apariencia final del producto.



Figura 48: Render del "The Shell's Whisper".

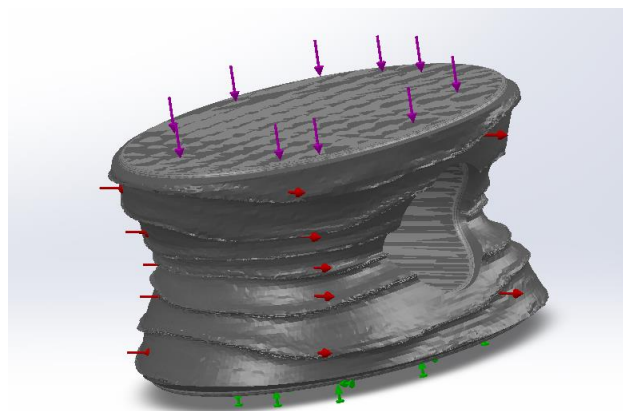
Nota: Imagen de creación propia

Una vez que tenemos los dos productos totalmente modelados, se va a realizar un análisis estructural en *SolidWorks Simulation*. Se utiliza el Método de Elementos Finitos (FEM) que permite dividir las geometrías en pequeños elementos, con el fin de ver como se comporta el mobiliario frente a cargas externas. El estudio predice deformaciones, tensiones y factores de seguridad de la pieza.

El material considerado es ASA, seleccionado en el apartado 4.2 por su resistencia mecánica y durabilidad exterior, entre otros criterios. Es un material anisótropo cuyas propiedades mecánicas varían según la dirección del material. A pesar de tener esto en cuenta, el resultado del estudio es una aproximación, ya que la respuesta del material es menos predecible que en los materiales isotrópicos. Esto se debe a que la orientación del polímero y las capas depositadas durante la fabricación, pueden generar variaciones de resistencia y rigidez. El límite elástico del ASA para la comparación con la tensión de Von Mises es de 30MPa.

Se hace un primer estudio a la mesa, donde se fija la base de la mesa que esta en contacto con el suelo (flechas verdes), asegurando que no hay desplazamiento en esta zona (UNE-EN 581-1:2017 y 15372:2017). Las cargas que se le va a aplicar son:

- **Carga estática distribuida de 1000N:** representan el peso de platos, botellas o usuarios apoyándose (flechas moradas). Cumpliendo as la normativa UNE-EN 15372:2017, que establece que las mesas de uso público deben someterse a pruebas entono a los 100-150kg distribuidas sobre la superficie.
- **Carga de viento de 1000N/m²:** equivale a 144 km/h. Se aplicada sobre la superficie lateral de mayor área. Con estas condiciones, se analiza el escenario más crítico de exposición al viento (flechas rojas).



*Figura 49: Análisis estructura de la mesa.
Nota: Imagen de creación propia*

El criterio para evaluar la resistencia del materia es **Von Mises**, permite calcular una tensión del escenario crítico planteado. El valor obtenido se compara con el límite elástico del ASA, y se calcula el factor de seguridad (FS) mediante la relación:

$$FS = \sigma Y / \sigma VM$$

En la normativa ya mencionada, se define que el valor de FS para mobiliario publico de exterior tiene que ser superior a 3.

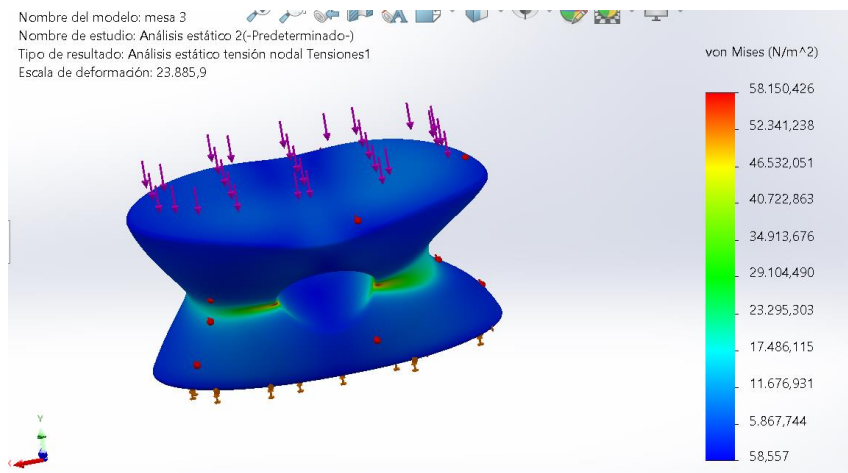


Figura 50: Análisis de tensiones Von Mises en la mesa.
 Nota: Imagen de creación propia

Los resultados obtenidos muestran tensiones tanto máximo como mínimo, extremadamente pequeñas (0,058 y 0,006 MPa respectivamente). Esto indica que generara deformaciones muy pequeñas incluso nulas.

El segundo estudio se ha realizado para la estructura-sillón. Se ha fijado la base que esta en contacto con el suelo (flechas verdes), asegurando que no hay desplazamiento en esta zona siguiendo la normativa UNE EN 581-1:2017 y UNE EN 15372:2017. Las cargas que se han aplicado en este caso son:

- **Fuerza sobre el asiento de 2000N:** representa el peso que puede ejercer los clientes al sentarse (flecha morada vertical). Se a aplicado la normativa UNE EN 15372:2017, que establece que los muebles de uso público deben someterse a pruebas considerando cargas equivalentes al peso de un usuario promedio.
- **Fuerza sobre el respaldo de 1000N:** presión ejercida por los consumidores al apoyarse en el respaldo (flechas moradas perpendiculares al respaldo).
- **Carga de viento de 1000N/m²:** equivale a 144 km/h, aplicada sobre la superficie lateral de mayor área. Con estas condiciones, se analiza el escenario más crítico de exposición al viento (flechas naranjas)

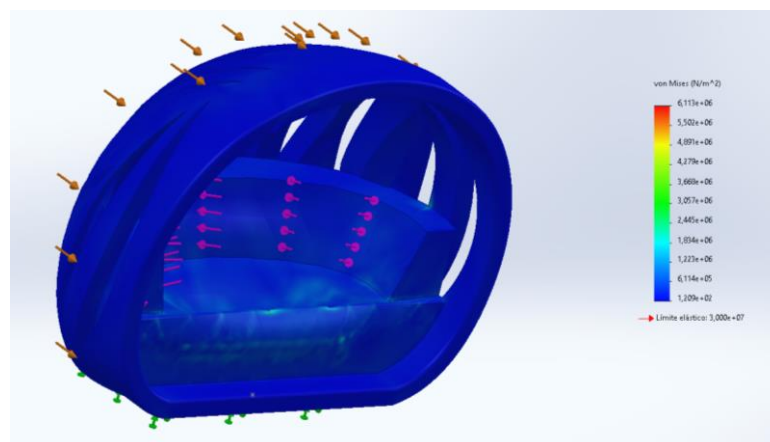


Figura 51: Análisis de tensiones Von Mises en estructura-sillón.
 Nota: Imagen de creación propia

Para interpretar mejor los resultados, creo que es conveniente en este caso ver el gráfico del desplazamiento:

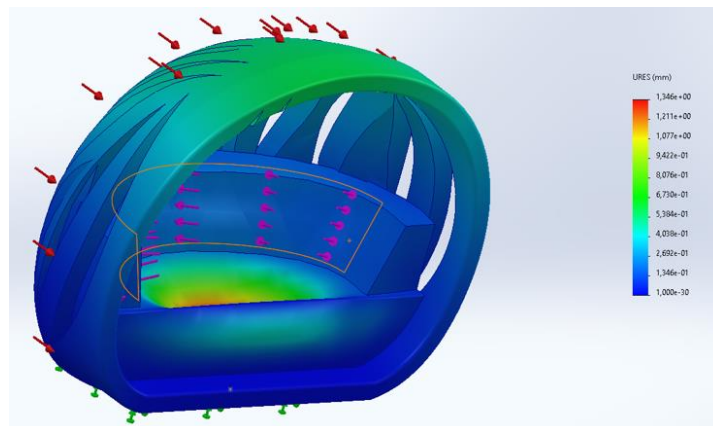


Figura 52: Análisis de desplazamiento en estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia.

Los resultados obtenidos muestran que las tensiones máximas de la estructura-sillón son muy bajas en comparación con el límite elástico del ASA (30 MPa). Esto indica que las deformaciones generadas por las cargas aplicadas, incluyendo el peso de un usuario y la exposición al viento, serán muy pequeñas en el asiento o prácticamente nulas en el resto de la pieza.

Ambos análisis nos informan que existe un comportamiento estructural muy seguro frente al caso crítico estudiado. A pesar de que ASA es un material anisótropo y sus propiedades mecánicas varían. Los resultados obtenidos permiten concluir que el diseño es robusto y fiable.

En ambos casos las tensiones máximas están muy por debajo del límite elástico del material (30MPa). Esto da a entender que las deformaciones son prácticamente nulas y que el factor de seguridad es muy alto.

Por ellos se considera la posibilidad de optimizar los diseños. Esto permite reducir el consumo de material, logrando un diseño más sostenible que siga la filosofía de Suagongo.

4.4 Optimización para fabricación aditiva

Tras el análisis estructural se procede a hacer un proceso de **optimización topográfica**. El objetivo es reducir la masa sin comprometer el comportamiento mecánico. Con este estudio se logra disminuir la cantidad de material usado, tiempos de impresión y el impacto ambiental.

Para ello se ha usado SolidWorks, empleando la herramienta de simulación para el estudio topográfico. En este software se han definido:

- Mismas cargas y condiciones de entorno que en el análisis estructural del apartado 4.3 para cada una de las piezas.
- Las caras o regiones que se desea conservar por motivos estéticos, como superficies visibles u orificios, para evitar que la optimización afecte a la apariencia final de la pieza.

La optimización topográfica sirve para ver qué partes de la pieza realmente ayudan a que sea resistente y cuáles no. Las zonas que casi no aportan fuerza se pueden quitar, mientras que las áreas importantes se mantienen con el tamaño y forma necesarios para soportar las cargas. Así se consigue que la pieza sea más ligera, eficiente y sostenible.

Además, permite ver de forma visual que partes de la pieza son realmente importantes para la resistencia y cuáles se pueden aligerar. Se representa con un mapa de color donde los tonos amarillos son el material que debe mantenerse porque es crítico para la rigidez o porque lo hemos considerado en este caso por motivos estéticos, mientras que los tonos azules indican el material que se puede reducir o eliminar sin afectar la seguridad de la pieza. A mayor intensidad del color azul mayor es la posibilidad de eliminar ese material.

A partir del estudio topográfico en la mesa, se observa que zonas de la mesa aportan poca rigidez a su diseño y que pueden ser eliminados o aligeradas. Las regiones críticas (amarillas), como las superficies de apoyo y de las áreas donde se aplica una carga, se mantiene para asegurar que siga cumpliendo con los requisitos establecidos.

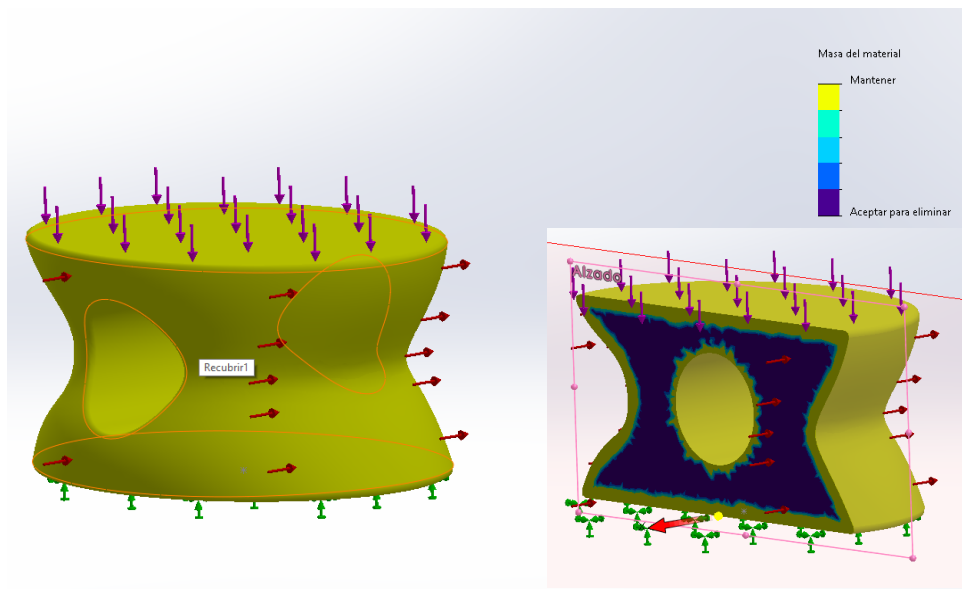


Figura 53: Estudio topográfico de la mesa.
Nota: Imagen de creación propia

Tras realizar el estudio hemos podido rediseñar las piezas disminuyendo su masa 104,65kg hasta 34,45kg. Manteniendo un comportamiento seguro frente a cargas estáticas y exposición al viento durante su uso en exterior.

Propiedades físicas de "Estudio de topología 2"

Masa = 104,65 kg

Volumen = 0,10 m³

Área de superficie = 1,85 m²

34,45 kg

Tipo de resultado: Masa (elementos)
Masa calculada del elemento: 34,4503kg

Figura 54: Demostración de la masa inicial y final de la mesa, tras la optimización.

Nota: Imagen de creación propia

El modelo optimizado ha sido exportado a *Ultimaker Cura* para su preparación de impresión 3D. Los parámetros seleccionados garantizan tanto la resistencia mecánica como una buena calidad en la reproducción de la textura, al mismo tiempo que permiten reducir ligeramente el peso.

Para mantener los detalles, se establecieron capas de 0,5 mm con boquilla de 1,2 mm y una velocidad de impresión de 50 mm/s. Finalmente, el peso estimado de la pieza es de 31,5 kg, logrando una ligera reducción respecto a los 34,45 kg iniciales, utilizando un patrón de infill *Gyroid*.

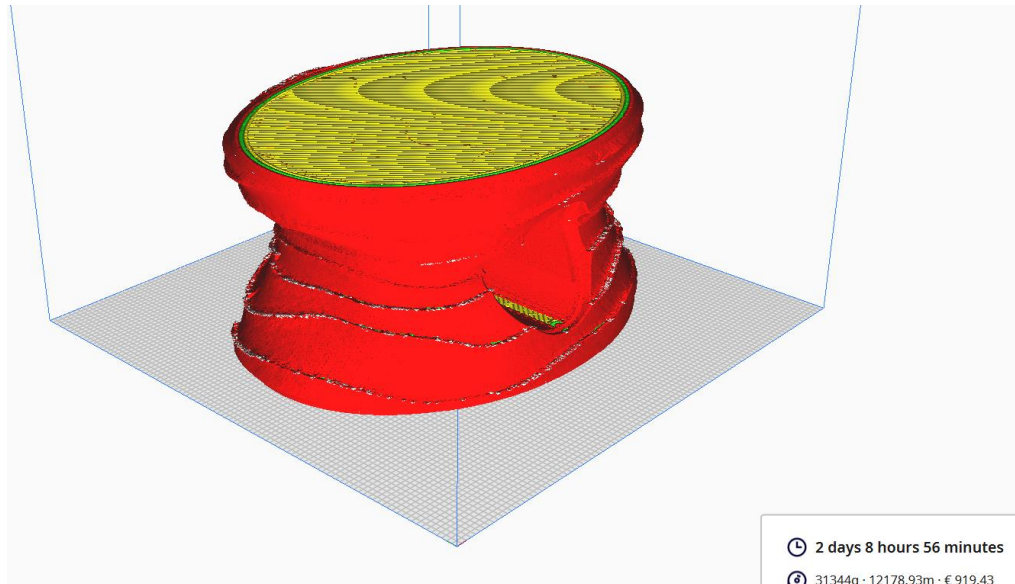


Figura 55: Parámetros de la fabricación aditiva de la mesa.

Nota: Imagen de creación propia.

Tras los resultados de la mesa, se procede a realizar la optimización de la estructura-sillón. Al igual que en el caso anterior se busca reducir la masa sin comprometer la resistencia mecánica frente a las cargas de uso y la acción del viento.

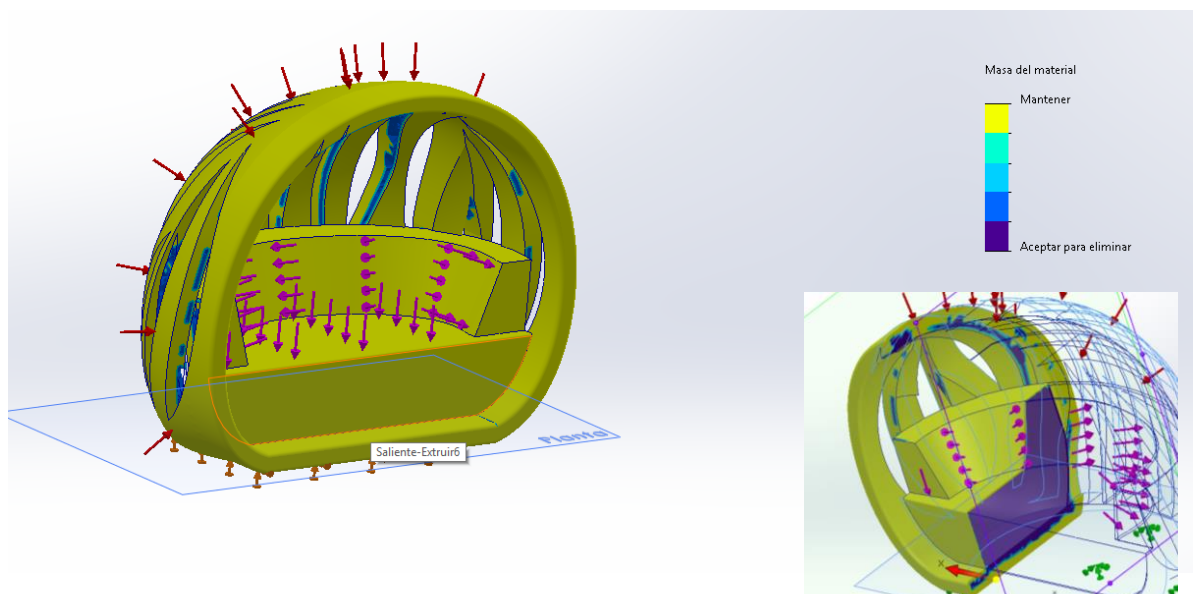


Figura 56: Estudio topográfico de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia

En este estudio hemos podido reducir la masa de 598'87 kg a 204kg, manteniendo un comportamiento seguro frente a cargas estáticas y exposición al viento durante su uso en exterior.

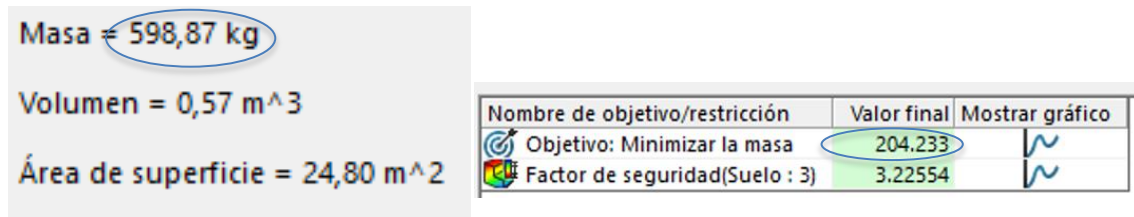


Figura 57: Demostración de la masa inicial y final de la estructura-sillón tras la optimización.

Nota: Imagen de creación propia

Posteriormente, el modelo optimizado se pasó a *Ultimaker Cura*, manteniendo parámetros similares a los utilizados para la mesa, salvo la capa que se ha pasado a 0,6mm. Realizando el estudio sin soportes, se estimó el peso final de la pieza en aproximadamente 88,5 kg, una reducción significativa respecto a los 200 kg tras la optimización topográfica.

88348g ·

Figura 58: Peso final de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia.

Seguidamente, se calculó el peso y el tiempo de impresión considerando soportes, con el objetivo de planificar la cantidad de material requerido y la duración total del proceso de fabricación.

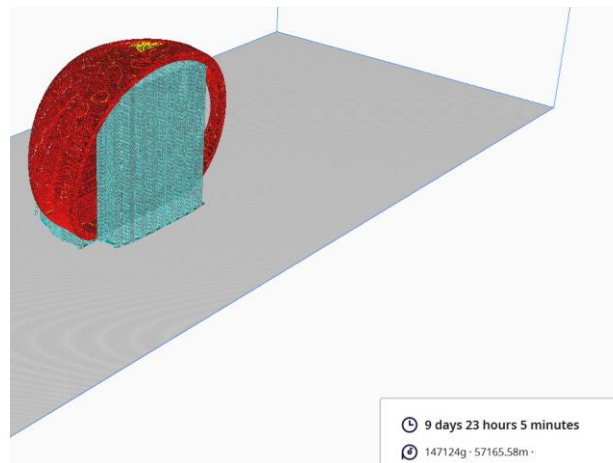


Figura 59: Peso con soportes de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia.

A pesar de que la optimización topográfica y la utilización del patrón de infill *Gyroid* permiten reducir significativamente la cantidad de material empleado, la resistencia mecánica de la pieza se mantiene. Esto se debe a que:

- La optimización elimina únicamente material que no contribuye a la rigidez o resistencia, conservando las zonas críticas con el grosor y forma necesarios para soportar las cargas de uso.

- El patrón *Gyroid*, al ser una estructura tridimensional continua, distribuye las tensiones de manera uniforme en todas las direcciones, mejorando la resistencia frente a cargas multidireccionales y evitando deformaciones locales.

Como resultado la pieza sigue siendo estructuralmente eficiente y segura. Su comportamiento mecánico es equivalente al inicial o incluso superior al diseño original macizo.

Esta reducción de masa aporta beneficios como:

- **Menor consumo de material ASA:** ahorro en costes de fabricación.
- **Reducción de tiempos de impresión:** al necesitarse menos material y menos tiempo de deposición.
- **Mejora de la eficiencia estructural** por mantener solo el material necesario en las zonas críticas y el patrón *Gyroid* en la fabricación.
- **Impacto ambiental reducido** por la optimizar el uso de recursos.
- **Mejor adaptación a la fabricación aditiva:** las nuevas geometrías requieren menos soportes y se reducen las zonas donde podría acumularse calor durante el proceso.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante el proyecto se ha diseñado un conjunto de mobiliario para la zona exterior de un restaurante. Está inspirado en el entorno marino y sigue la identidad visual de Suagongo. El diseño combina estética, ergonomía y fabricación aditiva.

Tras estudiar varias propuestas formales, el concepto *The Shell's Whisper* se consideró el más adecuado. Destaca por su inspiración marina, su forma icónica y su capacidad para crear una experiencia envolvente en la zona chill out.

La elección del material ASA permite que el mobiliario resista bien las condiciones de Cádiz, como el viento, la salinidad y la alta radiación solar. Esto mejora su durabilidad.

Entre las tecnologías analizadas, la WASP Crane 3MT fue la única capaz de imprimir las piezas en una sola estructura. Esto evita ensamblajes y permite reproducir mejor las texturas.

Los análisis FEM muestran tensiones muy bajas en comparación con el límite elástico del ASA. Las deformaciones también son mínimas, incluso con cargas altas. Con estos resultados, se aplicó una optimización topográfica para reducir la masa de las piezas sin perder resistencia. Esto refuerza el enfoque sostenible del proyecto y su relación con los valores de Suagongo.

El trabajo ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos en la titulación. También ha servido para explorar nuevas metodologías, sobre todo en el uso de formas orgánicas y fabricación aditiva.

Para futuros estudios, sería útil fabricar prototipos a escala reducida. Esto permitiría evaluar la ergonomía, la textura y los detalles del producto final. También se recomienda realizar pruebas reales en exterior para observar cómo envejece el material.

El concepto *The Shell's Whisper* puede ampliarse y dar lugar a una línea completa de mobiliario, como lámparas, taburetes o elementos decorativos. Esto ayudaría a crear una identidad unificada en todo el entorno del hotel.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Historia del diseño y la producción de muebles.* (n.d.). Kion Home. <https://www.kionhome.com/blog/historia-del-diseno-y-la-produccion-de-muebles> (accessed May, 2025)
- [2] *Origen e historia de los muebles: un viaje en el tiempo.* (n.d.). Idehábita. <https://idehabita.com/blog/origen-historia-muebles> (accessed May, 2025)
- [3] *Los muebles de diseño y el arte: una relación inseparable.* (n.d.). Kinnia Design. <https://kinniadesign.com/muebles-de-diseno-y-el-arte/> (accessed March, 2025)
- [4] *Muebles impresos en 3D: funcionalidad y sostenibilidad.* (n.d.). Filament2Print. <https://filament2print.com/es/blog/129-muebles-impresos-en-3d-funcionalidad-y-sosten.html> (accessed March, 2025)
- [5] González, M. A., & García, J. L. (2012). *Aplicaciones de la impresión 3D en la industria manufacturera.* En *Actas del Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (CIIP12), 2088-2098.* http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1283/CIIP12_2088_2098.pdf (accessed March, 2025)
- [6] GST3D. (s.f.). *La historia de la impresión 3D.* <https://gst3d.eu/la-historia-de-la-impresion-3d/> (accessed March, 2025)
- [7] *La impresión 3D en muebles, ¿es posible? | Muebles de oficina en Sevilla - Martínez & Giovanni.* (n.d.). Martínez & Giovanni. <https://www.martinezgiovanni.com/la-impresion-3d-en-muebles-es-posible/> (accessed March, 2024)
- [8] *Guía completa: Los materiales cerámicos y orgánicos en la impresión 3D.* (n.d.). 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/guia-materiales-ceramicos-organicos-impresion-3d/> (accessed February, 2024)
- [9] *Descripción general de la impresión 3D en metal (DMLS).* (n.d.). 3D Systems. <https://www.3dsystems.com/impresion-3d-metal-dmls> (accessed March, 2025)
- [10] *Tecnología PolyJet para impresión 3D.* (n.d.). Stratasys. <https://www.stratasys.com/tecnologia-polyjet> (accessed March, 2025)
- [11] *Binder Jetting, ¿qué es y cómo funciona?* (n.d.). Dassault Systèmes. <https://www.3ds.com/es/tecnologias/binder-jetting/> (accessed August, 2024)
- [12] *Fabricación aditiva: beneficios, procesos y aplicaciones.* (n.d.). Laboratorios 3D. <https://laboratorios3d.es/blog/fabricacion-aditiva-beneficios-procesos-aplicaciones/> (accessed April, 2025)
- [13] *Fabricación aditiva.* (n.d.). UNIR. <https://www.unir.net/ingenieria/revista/fabricacion-aditiva/> (accessed April, 2025)
- [14] *Impresión 3D de alimentos.* (2019, febrero 4). 3Dnatives. <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-de-alimentos-040220192/> (accessed April, 2025)

- [15] González, M. A., & García, J. L. (2012). Aplicaciones de la impresión 3D en la industria manufacturera. En *Actas del Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (CIIP12)*, 2088-2098.
http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1283/CIIP12_2088_2098.pdf (accessed May, 2025)
- [16] Weerg. (2025, noviembre 24). Impresión 3D y aeroespacial: aplicaciones, materiales y procesos. Weerg. Recuperado de <https://www.weerg.com/es/guias/impresion-3d-industria-aeroespacial> [weerg.com](https://www.weerg.com) (accessed November, 2025)
- [17] Blog Ingenius (EDDM). (2019, enero 28). Fabricación aditiva y aplicaciones en medicina. EDDM. Recuperado de <https://eddm.es/blog-ingenius/fabricacion-aditiva-aplicaciones-en-medicina/> eddm.es (accessed November, 2025)
- [18] Mint for People. (2023, marzo 10). La fabricación aditiva en la automoción: ventajas y aplicaciones. Mint for People. Recuperado de <https://mintforpeople.com/noticias/fabricacion-aditiva-automocion/> mintforpeople.com (accessed November, 2025)
- [19] Weerg. (s.f.). Guía: ropa impresa en 3D. Weerg. Recuperado de <https://www.weerg.com/es/guias/ropa-impresa-en-3d> (accessed November, 2025)
- [20] Suagongo.(n.d.). Colecciones. Suagongo. <https://suagongo.com/es/pages/collections> (accessed March, 2025)
- [21] Vogue España. (2022, junio 25). Suagongo, la firma de joyas sostenibles que une tecnología 3D y artesanía. Vogue España. <https://www.vogue.es/moda/articulos/suagongo-firma-joyas-sostenibles-tecnologia-3d-artesania> (accessed March, 2025)
- [22] Feyma. (2025). Tendencias en mobiliario de hostelería. Feyma. <https://feyma.com/blog/tendencias-en-mobiliario-de-hosteleria/> (accessed April, 2024)
- [23] Talaya-Ambrona. (2025). Tendencias en diseño de muebles para hostelería en 2025. Talaya-Ambrona. <https://www.talaya-ambrona.com/tendencias-en-diseno-de-muebles-para-hosteleria-en-2025/> (accessed April, 2024)
- [24] Hevea. (2025). Tendencias de hostelería en 2025. Hevea. <https://hevea.es/blog/tendencias-de-hosteleria-en-2025/> (accessed April, 2024)