



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

**Dispositivo antivaho para una montura de
gafas y desarrollo de un modelo físico.**

Autor:

Fernández Baños, Jorge

Tutor(es):

**Esandi Baztan, María Ángeles
Departamento: C.M. e I.M; I.C.G.F;
I. E.G.I. M; I.P.F; Expresión Gráfica
en la Ingeniería.**

Valladolid, diciembre 2021.

RESUMEN

El proyecto trata sobre el diseño y fabricación de un prototipo de montura de seguridad, con ventilación directa para un operario de un taller industrial estándar.

La realización del diseño esta desarrollado mediante una versión adaptada del método del famoso Bruno Munari, el diseño 3D está realizado con el programa CATIA V5 y el método de fabricación, con una impresora 3D Form3, produce las piezas mediante la técnica de estereolitografía.

PALABRAS CLAVE

Impresión 3D

Estereolitografía

Bruno Munari

Formlabs

Resina

Montura

Ventilación

Protección ocular

CATIA V5

ABSTRACT

This Project deal with the design and produce a safety glasses prototype with a natural ventilation in order to be used by a worker in a standar industrial factory.

A modified Bruno Munari´s method has been used in this process, 3D design is made by CATIA V5 program and the production method, it´s a 3D printer called Form3, which make the pieces trough the stereolithography technique.

KEY WORDS

3D print

Stereolithography

Bruno Munari

Formlabs

Resin

Glasses

Ventilation

Eye protection

CATIA V5

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	7
2. DESARROLLO DEL TFG	9
2.1. Antecedentes académicos	9
2.2. Historia de la Impresión 3D	10
2.3. Técnicas de impresión 3D	12
2.4. Método de impresión seleccionado	14
2.5. Materiales de impresión	15
2.6. Materiales de impresión seleccionados	20
2.6.1. Resina Flexible 80A	20
2.6.2. Grey Resin (Standard).....	21
2.7. Proceso del proyecto.....	23
2.7.1. Metodologías.....	23
2.7.2. Metodología seleccionada	23
2.8. Implantación Método Munari	26
2.8.1. Comodidad montura	26
2.8.2. Condensación.....	26
2.8.3. Forma de la montura	27
2.8.4. Número de piezas	28
2.9. Ejecución del prototipo 1.....	29
2.10. Ejecución del prototipo 2.....	37
2.11. Planos constructivos.....	40
2.12. Estimación económica.....	44
3. CONCLUSIONES	47
4. LINEAS FUTURAS	47
5. BIBLIOGRAFÍA	49
6. ANEXOS	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: TÉCNICA DE IMPRESIÓN FDM. (VILLAR ALARCÓN, 2021)	12
ILUSTRACIÓN 2: TÉCNICA DE IMPRESIÓN SLA. (VILLAR ALARCÓN, 2021).....	13
ILUSTRACIÓN 3: TÉCNICA DE IMPRESIÓN SLS. (VILLAR ALARCÓN, 2021).....	13
ILUSTRACIÓN 4: IMPRESORA FORM3L Y FORM3. (FORMLABS, 2021).....	14
ILUSTRACIÓN 5: FILAMENTOS PLA. (IBEROBOTICS, 2021)	15
ILUSTRACIÓN 6: FILAMENTOS ABS. (3DREY, 2021)	16
ILUSTRACIÓN 7: FILAMENTOS PETG. (3DFILAMENTO, 2021).....	16
ILUSTRACIÓN 8: EJEMPLO OBJETO REALIZADO CON TPU. (FORMIZABLE, 2021)	17
ILUSTRACIÓN 9: MOLDES DE NYLON REALIZADOS CON IMPRESIÓN 3D. (FERRER, 2021)....	17
ILUSTRACIÓN 10: HIPS COMO SOPORTE SE DISUELVE EN PRODUCTO QUÍMICO. (TRESDPRO, 2021).....	18
ILUSTRACIÓN 11: OBJETOS REALIZADO CON FLEXIBLE 80A RESIN. (FORMLABS, FORMLABS USO DE LA FLEXIBLE 80A RESIN, 2021)	21
ILUSTRACIÓN 12: EJEMPLOS DE PIEZAS PRODUCIDAS CON DRAFT RESIN (FORMLABS, 2016)	22
ILUSTRACIÓN 13: EJEMPLO MÉTODO MUNARI. (MUNARI, 1983)	25
ILUSTRACIÓN 14: EJEMPLO GAFAS SEGURIDAD VENTILACIÓN. (3M, 2012)	27
ILUSTRACIÓN 15: COMPARACIÓN MONTURA RECTANGULAR-REDONDA.....	27
ILUSTRACIÓN 16: SISTEMA ANTROPOMÉTRICO. (VÁZQUEZ MOLINI & SUSÍN BRABO)	29
ILUSTRACIÓN 17: FRONTAL MONTURA.	30
ILUSTRACIÓN 18: REVERSO FRONTAL MONTURA.	30
ILUSTRACIÓN 19: PATILLA MONTURA.....	31
ILUSTRACIÓN 20: FIGURA 1 NORMATIVA PASADORES CILÍNDRICOS.....	31
ILUSTRACIÓN 21: PASADOR MONTURA.	32
ILUSTRACIÓN 22: ZONA ALTAS TENSIONES AL RETIRAR SOPORTE.	33
ILUSTRACIÓN 23: ZONA ALTAS TENSIONES AL RETIRAR SOPORTE EN BORDE.....	33
ILUSTRACIÓN 24: SOLUCIÓN A SITUACIÓN DE ILUSTRACIÓN 20.....	34
ILUSTRACIÓN 25: IMPRESIÓN FINALIZADA EN IMPRESORA 3D.....	34
ILUSTRACIÓN 26: PIEZAS DE LA MONTURA EXTRAIDAS DE LA IMPRESORA 3D.....	35
ILUSTRACIÓN 27: DATOS DE FOTOCURADO FLEXIBLE 80A RESIN (FORMLABS, FORM CURE: AJUSTES DE TIEMPO Y TEMPERATURA, 2021).	35
ILUSTRACIÓN 28: PRIMER PROTOTIPO MONTURA.	36
ILUSTRACIÓN 29: PASOS DEL PROTOTIPO 1.	37
ILUSTRACIÓN 30: PASOS PARA EL PROTOTIPO 2.	37
ILUSTRACIÓN 31: FRENTE DE MONTURA DEL PROTOTIPO 2.....	38
ILUSTRACIÓN 32: TIEMPO DE CURADO GREY RESIN.	38
ILUSTRACIÓN 33: MONTURA PROTOTIPO 2.....	39
ILUSTRACIÓN 34: HOJA EXCEL DE ESTIMACIÓN ECONÓMICA.....	46

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El tema de este proyecto de Trabajo de Final de Grado es el diseño de una montura e impresión 3D de una montura de seguridad, que evite la formación de condensación en los cristales adjuntos a la montura.

El objetivo final del proyecto consiste en realizar mediante el programa de modelado 3D, un prototipo de montura de seguridad que cumpla con la normativa de seguridad ocular para ser utilizada por un empleado de un taller industrial, en el hipotético caso de ser producida como producto final y pueda ser impresa con la técnica moderna de impresión 3D.

El objetivo intermedio es poder desarrollar una ventilación directa, natural, que produzca la circulación del aire más caliente proveniente del usuario, el foco térmico. Evitando que el contacto entre el aire caliente y el cristal de la montura reduzca la temperatura del aire caliente, con mayor humedad por esa temperatura más elevada, y forme una condensación molesta para cualquier usuario de gafas, tanto de seguridad como de monturas estándar.

A continuación, se expone el desarrollo del Trabajo Final de Grado con una breve introducción de la impresión 3D, antecedentes al trabajo y el tipo de impresión utilizada en este caso.

2. DESARROLLO DEL TFG

2.1. Antecedentes académicos

La fabricación aditiva o impresión 3D (Martín Morlanes, 2020) está cada vez más presente en los procesos de fabricación de objetos y especialmente en el prototipado rápido, por las características que presenta.

Además, está también aportando grandes soluciones en el mundo de la biomedicina (Herrera Gil, 2019) dando lugar a la producción de férulas con una mayor ligereza, entre otras cosas, que una férula estándar.

También se puede apreciar la gran versatilidad de esta técnica de fabricación con la adaptación de elementos cotidianos a las personas de la tercera edad (Herráez Arribas, 2019).

Por consiguiente, se puede ver que la fabricación aditiva ha sido utilizada, previamente, en el campo de la óptica. Más en concreto, en la protección ocular (Espinel Pérez, 2021).

Con estos antecedentes se ha querido aportar algo más en el marco de la protección ocular realizando el diseño y el prototipo de una montura realizada mediante esta técnica y que sirva como elemento de protección ocular para un operario de taller industrial.

A la hora de seleccionar una metodología de diseño, se destaca la importancia de Bruno Munari (Julián Pérez, Espinach Orus, Verdaguer Pujades, & Tresserras Picas, 2002) que expone una metodología para el diseño sencilla, cuando las tendencias del momento, en 1979, hablaban de volver a lo artesano. E instauró la corriente de la utilización de una metodología para el diseño de un objeto, que se comentará más adelante.

Munari además, por su vida (Altomonte, 2014), las influencias recibidas y su dedicación a la enseñanza hacen que su método de diseño sea intuitivo, sencillo y rápido de captar por el diseñador.

Con los antecedentes mencionados sobre Bruno Munari, se quiere destacar su papel en el diseño industrial utilizando una adaptación de su método para la realización del diseño.

2.2. Historia de la Impresión 3D

En Abax 3D (abax3dtech.com/2020/07/24/historia-de-la-impresora-3d/), han realizado un exhaustivo resumen de la historia de la impresión 3D que sirve de apoyo al desarrollo de este punto.

El inicio de la impresión 3D se remonta al año 1976, cuando fue inventada la impresora de tinta. Lo que dejó claro que el siguiente paso debía ser la impresión de objetos, más allá de plasmarlos en un papel, como pensó el japonés Hideo Kodama, en el año 1981, cuando inventó dos métodos de fabricación en plástico con un polímero que se endurecía con la luz ultravioleta.

En 1984 Alain Le Méhauté, Oliver de Witte y Jean Claude André por un lado y Chuck Hull por otro, presentaron ambas patentes de estereolitografía. Mientras los franceses de la entonces General Electric francesa no continuaron con la idea, Chuck Hull desarrolló un sistema que creaba objetivo mediante el añadido de capas. Charles Hull, revolucionó el mercado de impresión y en 1986 se aprobó este modelo, que consistía en la creación de objetos 3D mediante datos digitales, a partir de una imagen. E incluso, en los mismos años 80, Beaman y Deckard, desarrollaron la sinterización por láser.

En el año 1992, se comercializan las primeras impresoras 3D, las cuales presentaban defectos e imperfecciones, pero conseguían producir piezas complejas en una noche.

Ya en el año 1999 fue cuando la impresión 3D se comenzó a utilizar en el campo de la medicina, pudiendo ser utilizada para el recubrimiento sintético a partir de células del paciente. Este fue un momento clave en la impresión 3D, hasta que en el año 2002 se consigue imprimir un órgano en 3D, se imprime un riñón en miniatura. Este hecho produce el desarrollo e investigación de la Medicina Regenerativa.

En 2004 surge la iniciativa RepRap (Replicating Rapid-Prototypers) proyecto de código abierto de la mano de Adrian Bowyer, profesor de la Universidad de Bath en USA. Ya el año 2005 era posible hacer realidad la democratización de la impresión 3D, gracias a la iniciativa anteriormente comentada, que empieza a buscar la manera de obtener la mayoría de los componentes de la impresora 3D mediante impresión 3D, dando lugar a la famosa frase de máquinas auto-replicas.

En 2006 ya existe la primera máquina SLS (sinterización de láser selectivo); que permite la fundición de materiales durante la impresión. Lo que a su vez deja poder plantearse la fabricación de prótesis y piezas industriales hechas de diversos materiales.

En el año 2008 RepRap consigue fabricar una impresora capaz de imprimir ella misma prácticamente todos sus componentes. De esta forma ya se podían obtener recambios para la reparación de la propia máquina.

Ya en 2011 la fabricación aditiva se utilizaba en todo tipo de industrias. Se produce una subida en investigación y producción a gran escala, así como consumo. Lo que provocó, en el mismo año 2011, la fabricación del primer avión con impresión 3D. Consistió en un avión no tripulado, el cuál fue construido en 7 días y costó unos 7.000€.

Además, la empresa Urbee presenta un prototipo de coche que trata de ser eficiente con el medio ambiente, siendo fabricada toda su carrocería mediante impresión en 3D. El coche tuvo un coste de entre 12000 y 16000€.

En 2013 Obama menciona la impresión 3D en uno de sus discursos. Encantado con dicha tecnología, piensa que tiene el potencial de revolucionar la forma en la que se hace la mayoría de las cosas y desde entonces la impresión 3D ha ido incorporando novedosas utilidades y desarrollos como es por ejemplo la impresión 4D, que es una futura tecnología.

Hoy en día, la impresión 3D es utilizada en numerosos sectores y facilita la vida de las personas, permitiendo reponer piezas descatalogadas, preparar una cirugía, realizar prendas de vestir, productos de alimentación y todo esto siendo necesario solamente un ordenador.

2.3. Técnicas de impresión 3D

La impresión 3D dispone de tres técnicas de impresión muy expandidas (Villar Alarcón, 2021):

- FDM: Es la técnica más popular y se basa en la construcción por deposición fundida. El material utilizado en esta técnica es el termoplástico, el cual a partir de un rollo de filamento alimenta una punta extrusora que va fundiendo el plástico. En su salida lo va depositando en una superficie a una temperatura muy inferior para que la solidificación se produzca de forma rápida. La punta extrusora sigue una trayectoria indicada en el archivo introducido en la máquina. Por lo tanto, la fabricación se realiza capa a capa.

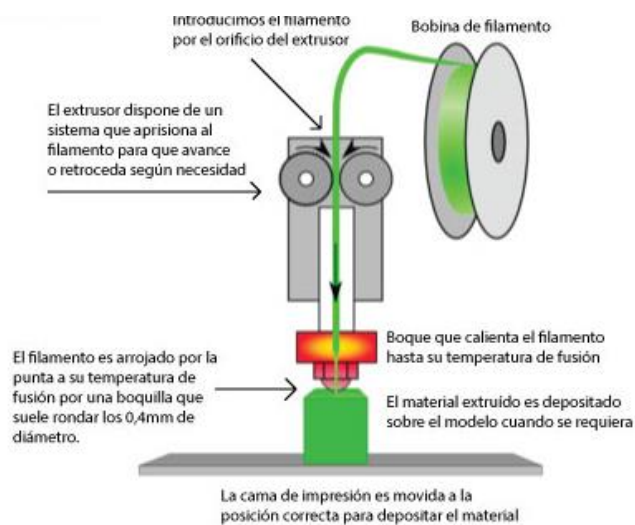


Ilustración 1: Técnica de impresión FDM. (Villar Alarcón, 2021)

- SLA: Técnica basada en la solidificación mediante luz óptica. Esta técnica es más avanzada que la FDM y permite fabricar una capa completa por unidad de tiempo, mediante la proyección de la silueta de una capa sobre una superficie transparente, solidificando la parte iluminada gracias a unos fotopolímeros que reaccionan al encontrarse en contacto con una luz de determinada longitud de onda.

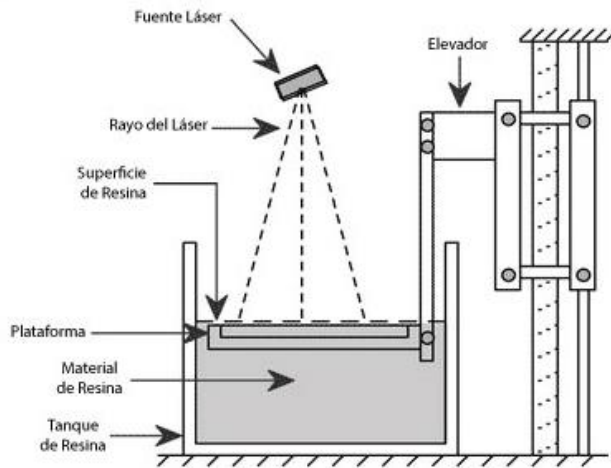


Ilustración 2: Técnica de impresión SLA. (Villar Alarcón, 2021)

- SLS: Esta técnica se basa en la sinterización mediante láser óptico. Aunque existen muchas técnicas SLS, la más común emplea un láser que solidifica el polímero en forma de polvo y uniendo las moléculas vecinales en su trayectoria da forma al objeto. La construcción es similar a la técnica FDM, pero con unos resultados mucho más precisos.

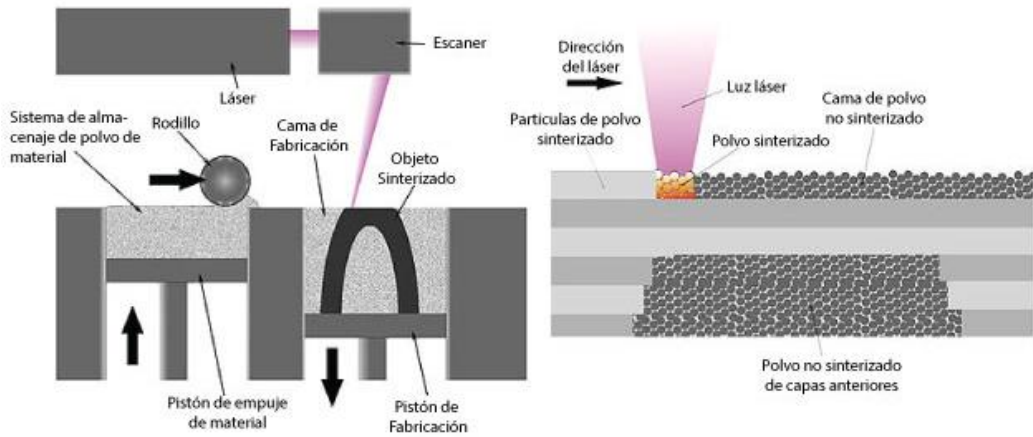


Ilustración 3: Técnica de impresión SLS. (Villar Alarcón, 2021)

2.4. Método de impresión seleccionado

Para este proyecto se dispone de la impresora 3D Form 3. Esta impresora 3D está fabricada por la empresa Formlabs (Formlabs, 2021), una empresa especializada en la impresión en 3D con sede en Massachusetts, Estados Unidos. Están centrados en el método de impresión denominado LFS, Low Force Stereolithography.

El método de impresión LFS está registrado por la empresa Formlabs y se basa en el método de impresión SLA, mediante una serie de modificaciones, mejoran el tiempo de impresión y obtienen una resolución de 25 micras, pero se sigue tratando de igual manera de una técnica de solidificación de una resina, que como se comentó en el anterior punto, solidifica la silueta de cada capa con la proyección de una luz óptica que provoca una reacción en la resina, con el resultado final de la solidificación de la zona en contacto con la luz.



Ilustración 4: Impresora Form3L y Form3. (Formlabs, 2021)

2.5. Materiales de impresión

Este punto se apoya en la información que recoge Tresdpro, (Tresdpro, 2021) una empresa española que se dedica a la producción de impresoras 3D.

Hay una gran cantidad de materiales para la impresión en 3D hoy, dependiendo de la industria donde se encuentre puede necesitar un tipo de material u otro. A continuación, se exponen una serie de materiales utilizados en la impresión 3D:

- **PLA:** Es un termoplástico biodegradable que se deriva de recursos renovables como la maicena, la caña de azúcar...Por tanto es un material muy respetable con el medio ambiente.
Es un material duro, pero quebradizo. Es un material que se enfría lentamente. Puede ser lijado y pintado con pintura acrílica.
Actualmente es un material muy popular en la comunidad de la impresión 3D por su baja toxicidad, respeto con el medio ambiente y la facilidad de trabajar con este material.



Ilustración 5: Filamentos PLA. (Iberobotics, 2021)

- **ABS:** Es un material muy duradero, fuerte, flexible y bastante resistente al calor. Las piezas rotas de ABS se pueden pegar de forma sencilla y es soluble en acetona.
El ABS puede degradarse en una exposición prolongada a la luz solar.
Hoy es muy utilizado en la industria. En la fabricación de tuberías, piezas de automoción, incluso juguetes como los LEGO.



Ilustración 6: Filamentos ABS. (3DRey, 2021)

- PETG: El politereftalato de etileno es el plástico más utilizado del mundo. Es ampliamente utilizado en procesos de termoformado y puede ser combinado con fibra de vidrio para crear resinas que pueden ser utilizados en el mundo de la ingeniería. El PETG ofrece un resultado que da a los materiales un aspecto claro, menos quebradizo y más fácil de usar que la base PET. La diferencia de los dos se encuentra en la G que quiere indicar que está modificado con glicol. Como el material es brillante, puede rayarse, mientras que la luz UV puede debilitar el material. Pero ofrece un alto nivel de durabilidad y es excepcionalmente fuerte.



Ilustración 7: Filamentos PETG. (3dfilamento, 2021)

- TPU: En general los materiales una vez se dejan enfriar obtienen su forma definitiva, pero este material es básicamente caucho. Permitiendo crear diseños flexibles, con variedades de color, flexibilidad y dureza.



Ilustración 8: Ejemplo objeto realizado con TPU. (Formizable, 2021)

- Nylon: El nylon es un material muy querido por la comunidad de impresión 3D por sus características específicas, como una mayor flexibilidad que el PLA, y por su facilidad de teñir el material.



Ilustración 9: Moldes de nylon realizados con impresión 3D. (Ferrer, 2021)

- HIPS: Plástico barato y fácil de utilizar con una excelente resistencia al impacto y maquinabilidad. Es fácilmente moldeable con una excelente estabilidad dimensional y, además, fácil de pintar y pegar. Es muy conocido fuera de la impresión 3D por su utilización en aplicaciones de procesamiento de alimentos, producción de envases de alimentos, carcasas de ordenadores, juguetes, paneles de instrumentación automotrices...etc.
El HIPS es un excelente material de soporte cuando se imprime con ABS.



Ilustración 10: HIPS como soporte se disuelve en producto químico. (Tresdpro, 2021)

- PVA: Plástico especial, soluble en agua. Se utiliza normalmente como adhesivo de papel, espesante, película de embalaje...Pero en la impresión 3D es utilizado como material de soporte en impresoras de doble extrusor o múltiples. Para una vez está terminada la impresión se introduce en agua y el soporte de PVA es diluido.
- Policarbonato (PC): Este plástico es menos utilizado que los otros mencionados anteriormente. Es utilizado como bandejas de moldeo.
- Polvos de poliamida: Gracias a su resistencia y flexibilidad, permite obtener altos niveles de detalle en el producto impreso en 3D. Especialmente adecuado para ensamblaje de piezas y el enclavamiento de piezas en un modelo impreso.
- Polvos de alúmina: Compuesto por una mezcla de poliamida y aluminio gris, el polvo de alúmina es uno de los modelos más resistentes con impresión en 3D. Reconocido por su aspecto granulado y arenoso, es fiable para modelos y prototipos industriales.
- Resinas: Es uno de los materiales más limitantes y menos utilizados en la impresión 3D. La resina ofrece en varios colores, pero el material se divide en tres tipos:
 - Resina de alto nivel de detalle: Se utiliza en modelos pequeños que requieren detalles intrincados.
 - Resina pintable: Utilizadas en impresiones 3D de superficies lisas, destacan por su gran atractivo estético,
 - Resina transparente: Esta es la resina más fuerte y la más adecuada para una gama de productos impresos en 3D. Se utiliza para modelos que deben ser suaves al tacto y de aspecto transparente.
- Metales: La impresión 3D de los metales se realiza con la técnica DMLS. Que ha sido adoptada por los fabricantes de equipos aéreos porque acelera y simplifica el proceso.
En el proceso el metal se utiliza en forma de polvo. El polvo se cuece para alcanzar su dureza. Esto permite a los impresores evitar la

fundición y hacer uso directo del polvo metálico para la formación de piezas.

La gama de metales es tan diversa como la gama de los plásticos. Puede ser utilizado acero inoxidable, bronce, oro, níquel, aluminio, titanio...etc.

- Fibra de carbono: La fibra de carbono en la impresión 3D se utiliza como capa superior sobre los plásticos. El propósito es hacer más fuerte al plástico. En la industria esta combinación de plástico y fibra de carbono está sustituyendo en algunos procesos al metal. Este proceso de impresión puede ser el futuro de la producción de piezas de fibra de carbono por su mayor velocidad de producción.
- Grafito: El grafeno es un material popular en la impresión 3D por su resistencia y conductividad. Es el material ideal para piezas que necesitan ser flexibles, como las pantallas táctiles.
- Nitinol: Es un material común en implantes médicos. Es valorado por su elasticidad. Hecho por la mezcla de níquel y titanio puede doblarse varios grados sin romperse.
- Papel: Utilizado para conseguir un prototipo rápido en 3D de una ilustración plana.

2.6. Materiales de impresión seleccionados

2.6.1. Resina Flexible 80A

Esta resina, (Formlabs, Formlabs Uso de la Flexible 80A Resin, 2021) es compatible con la impresora Form3 y tiene usos recomendados en prototipos táctiles con superficie suave.

Pero no solo queda en eso, la resina transparente tiene es además la resina más rígida de la empresa Formlabs, con una dureza Shore de 80A que simula la flexibilidad del caucho o poliuretano termoplástico y combinando esa resistencia con la blandura puede soportar esfuerzos de compresión y flexión, incluso a fatiga. (Formlabs, Resinas para Ingeniería, 2021)

Propiedades mecánicas	No poscurada	Poscurada
Resistencia a rotura por tracción	3,7 MPa	8,9 MPa
Esfuerzo de alargamiento al 50%	1,5 MPa	3,1 MPa
Esfuerzo de alargamiento al 100%	3,5 MPa	6,3 MPa
Alargamiento de rotura	100%	120%
Dureza Shore	70A	80A
Deformación permanente por compresión (23°C, 22h)	No sometido a ensayo	3%
Deformación permanente por compresión (70°C, 22h)	No sometido a ensayo	5%
Resistencia al desgarro	11 KN/m	24 KN/m
Fatiga de flexión Ross a 23°C	No sometido a ensayo	>200.000 ciclos
Fatiga de flexión Ross a -10°C	No sometido a ensayo	>50.000 ciclos
Resistencia Bayshore	No sometido a ensayo	28%

(Formlabs, Resinas para Ingeniería, 2021)



Ilustración 11: Objetos realizado con Flexible 80A Resin. (Formlabs, Formlabs Uso de la Flexible 80A Resin, 2021)

2.6.2. Grey Resin (Standard)

Según el fabricante Formlabs (Formlabs, 2016) esta resina standard puede reproducir detalles con gran calidad. Dando, además, una gran precisión en las piezas de hasta $25\mu\text{m}$ con una calidad superficial de un producto final. Siendo, además, compatible con la impresora a utilizar, la impresora Form3. Al igual que ocurría con la resina flexible anteriormente comentada.

Este material crea piezas robustas y precisas, por lo que es perfecto para prototipos rápidos y productos de desarrollo.



Ilustración 12: Ejemplos de piezas producidas con Draft Resin (Formlabs, 2016)

Propiedades mecánicas	No poscurada	Poscurada
Resistencia a rotura por tracción	38 MPa	65 MPa
Módulo de tracción	1,6 GPa	2,8 GPa
Alargamiento de rotura	12%	6,2%
Módulo de flexión	1,25 GPa	2,2 GPa
Resilencia IZOD	16 J/m	25 J/m
Temperatura de flexión bajo carga a 1,8 MPa	42,7 °C	58,4 °C
Temperatura de flexión bajo carga a 0,45 MPa	49,7 °C	73,1 °C

(Formlabs, 2016)

2.7. Proceso del proyecto

2.7.1. Metodologías

El diseñador, históricamente, prestaba atención a los elementos que le afectaban directamente y los del propio cliente olvidando los pasos intermedios que hay entre el propio diseñador y el cliente.

Actualmente, el diseño interactúa con más aspectos como el medio ambiente, la cultura y diversos aspectos, que han aportado diversos procedimientos o métodos de diseño en el ámbito industrial.

Uno de los métodos más influyentes es el método de Taguchi (Iserte Peña, Espinosa, & Domínguez, 2012) que intenta buscar los valores óptimos desde el diseño para a la hora de implantar este diseño pueda sufrir los menores cambios posibles, lo que significa dar robustez al diseño.

Otro método interesante es el método TRIZ sobre la que se han generado a posteriori otras metodologías, realizan una generación de ideas y soluciones para resolver los problemas. El diseñador Bariani, con el fin de reducir el número de piezas en busca de optimizar el proceso de fabricación se basa en este método.

Los diseñadores King y Sivaloganathan, basándose en la flexibilidad del diseño, implementaron un método que se basa diseñar pensando en futuros diseños para poder reutilizar los diseños. Produciendo con un mismo núcleo de diseño más de un producto.

Un interesante método, es el diseño para el desembalaje, el cuál trata de optimizar las operaciones de desembalaje a las que el producto se verá sometido en su vida útil. Dando una visión desde la perspectiva de la comunidad.

Con la exploración del diseñador Hopkinson en el potencial de combinar las tecnologías de prototipado rápido y la informática para el medio ambiente, más los trabajos de los diseñadores Ge y Wang. Se desarrolla una metodología de diseño para los productos electrónicos teniendo en cuenta el medio ambiente y la economía.

2.7.2. Metodología seleccionada

Para la realización del proyecto se ha utilizado como base de trabajo el esquema ideado por Bruno Munari (*¿Cómo nacen los objetos?*, 1983), en una versión adaptada del esquema al asunto que nos interesa. Porque como antes se comentó, ya está definido desde la universidad.

Bruno Munari fue diseñador, poeta, escultor, pedagogo y autor de libros. Es considerado uno de los mejores diseñadores industriales y gráficos del siglo XX. Aportó contribuciones fundamentales en diversos campos de la expresión visual y la comunicación con una investigación polifacética sobre el tema de la luz, el movimiento y el desarrollo de la actividad creativa y la fantasía en la infancia mediante juegos.

En el campo teórico, Munari contribuyó con sus fundamentos sobre el proceso de diseño. Magistralmente nos explicó *Cómo nacen los objetos*, un libro donde el milanés demostraba cómo el hecho de diseñar una marca, un cartel o un cartel es tan sencillo como cocinar, siempre que se tenga un método u orden lógico en el proceso. (Colomer, 2021)

El método del libro mencionado anteriormente parte de la frase de su amigo Antonio Rebolini: “Cuando un problema no puede resolverse, no es un problema. Cuando un problema puede resolverse, no es un problema”. De lo que se puede extraer que, si un problema no puede resolverse, podría dividirse en etapas más sencillas que pueden resolverse, no siendo problemas, y llegar a la solución.

Los problemas surgen de la necesidad de la sociedad. La solución a esos problemas mejora la calidad de vida. Estos problemas pueden ser detectados por el diseñador y propuestos a la industria o puede ser la industria quien proponga al diseñador la solución de un determinado problema.

El problema no se resuelve por sí mismo, pero en cambio contiene todos los elementos para su solución; hay que conocerlos y utilizarlos en el proyecto de solución. Incluso puede resolverse por varios caminos. Pero hay que analizar los diversos caminos a tomar y seleccionar una solución.

Para ello hay que definir el problema y descomponerlo en los elementos que lo componen, para determinar mejor el problema. Al finalizar este proceso se obtiene lo que Munari denomina “La idea”.

Los elementos del problema pueden verse como subproblemas, que son más sencillos que el problema en sí y pueden tener una solución óptima que esté en contradicción con el resto. Entonces el trabajo del diseñador consiste en conciliar las diferentes soluciones con el proyecto global.

La solución del problema general consiste en la coordinación creativa de las soluciones de los subproblemas.

Una vez recopilados los datos, para ser analizados y entender cómo se han resuelto en cada caso los subproblemas.

El paso siguiente, es analizar en la industria las técnicas que hay en el momento de producción y los materiales vigentes. Recopilar datos y analizar la vía óptima.

A continuación, se inicia la experimentación. En este punto se empieza a dar forma de objeto a los subproblemas y el problema global.

Finalmente se llega a los modelos, que consta de obtener varios bocetos para presentar a cierto público para que dé el visto bueno de uno de los bocetos y su opinión con el objetivo de mejorar ciertos aspectos. Para empezar los dibujos constructivos. Ya se tiene el objeto. (Munari, 1983)

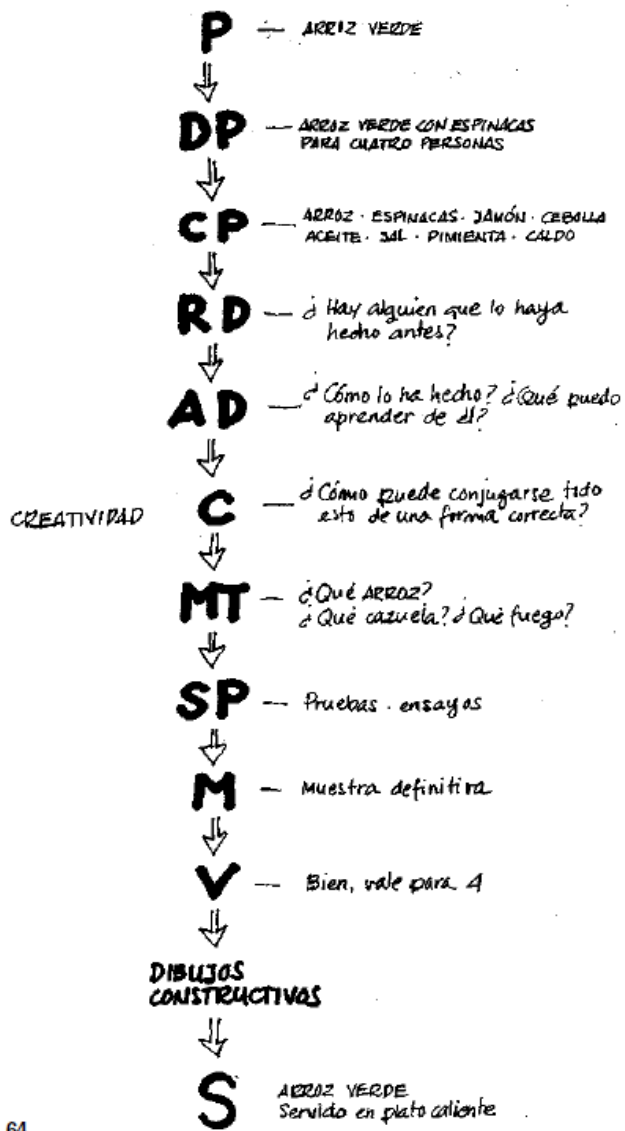


Ilustración 13: Ejemplo método Munari. (Munari, 1983)

2.8. Implantación Método Munari

El problema está definido en el punto de Introducción y Objetivos. Por lo tanto, se procede a descomponer el problema en subproblemas:

- La normativa vigente: La normativa que se tiene como referencia en la aplicación de monturas de seguridad ocular es la UNE-EN 166 (Asociación Española de Normalización , 2002). Que indica los requisitos mínimos que debe cumplir una montura de seguridad para un taller de mecanizado convencional.
- Las gafas de seguridad, debido a la cantidad de horas de uso por parte del operario, debe ser cómoda. Evitando, como dice la norma UNE-EN 166, aristas vivas y materiales irritables para la piel.
- El operario del taller que lleve la montura durante su horario laboral y dependiendo de las condiciones climáticas, elevará su temperatura corporal por la actividad propia del trabajo, que finalmente producirá sudor. Lo que acaba generando una situación incómoda donde sus gafas de protección se empañen por el efecto de la condensación (Universidad Pública de Navarra, 2021).
- La forma de la montura, para alojar las lentes, es a elección del diseñador. En este caso la única limitación está en el tamaño mínimo de la norma UNE-EN 166 y se debe realizar un sistema antropométrico.
- El número de piezas es otro subproblema. Hay que pensar si es mejor para su función y para la sencillez de construcción el utilizar las patillas de la montura en una misma pieza con el frente de la montura o producir las patillas separadas y unir las mediante un pasador que de movilidad a las patillas.

2.8.1. Comodidad montura

Para obtener una buena comodidad por parte del operario a la hora de portar las gafas de seguridad. Se ha optado por dos vías:

La primera vía, es la utilización únicamente del material Flexible 80A Resin que, al tratarse de una resina flexible, se adaptará a la forma de la cabeza del operario en el frontal y en las patillas.

La segunda vía se trata de una mezcla de la resina anteriormente citada y el material Grey Resin. Con lo que se obtiene en el frontal una buena adaptación al rostro del operario y en las patillas a cambio de una mejor adaptación, se gana en una rigidez estructural mayor.

2.8.2. Condensación

La condensación se produce por la diferencia de temperaturas entre la lente de las gafas y el aire que hay entre la montura y la piel del operario.

Si la temperatura del operario, por la labor que realiza en el taller, es alta. Entonces puede producirse un gradiente térmico que, al entrar el aire en contacto con la lente, reduzca la temperatura del aire y por tanto la capacidad de ese aire a llevar la cantidad de agua que llevaba. Lo que produce la condensación en la lente.

Para evitar este fenómeno se ha basado en las gafas de seguridad, ya existentes, que tienen la ventilación directa. Pero en este caso en vez de hacer perforaciones para el paso de aire, de arriba abajo, se realizarán unas perforaciones en la parte superior y lateral de la montura. Lo que debe dejar salir el aire caliente por la parte superior, por la menor densidad del aire caliente. Dejando los laterales como entradas de aire exterior.



Ilustración 14: Ejemplo gafas seguridad ventilación. (3M, 2012)

2.8.3. Forma de la montura

Las dos opciones que se han barajado son unas lentes redondas o rectangulares. Pero por temas de optimización el diseño 3D en CATIA y el mayor espacio de protección posible, se ha optado por unas lentes rectangulares.

Todo esto hay que implantarlo en un Sistema Antropométrico que es una representación normalizada, de las medidas del rostro humano con ciertas simplificaciones por la complejidad de la forma del rostro humano (Vázquez Molini & Susín Brabo), sin perder de vista el mínimo de campo de visión que exige la normativa UNE-EN 166.

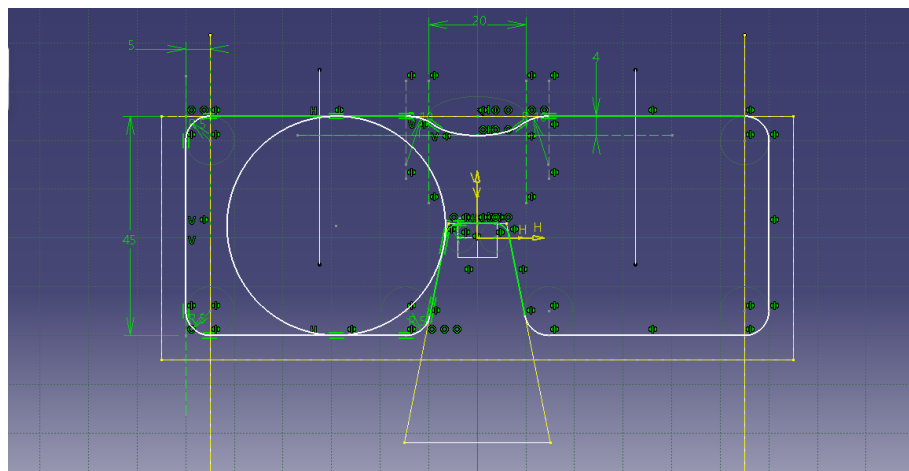


Ilustración 15: Comparación montura rectangular-redonda.

2.8.4. Número de piezas

Las dos opciones que se estudiaron fueron:

La primera opción, fue una montura no articulada, que aporta un ahorro en el tiempo de diseño porque no hay que diseñar pasadores ni uniones. Pero en su contra está que no da facilidad a la hora de guardar las gafas de seguridad al operario en los momentos donde no esté trabajando o se encuentre en otra labor sin riesgo.

Montura en varias piezas, como segunda opción, favorece el plegado de las patillas para recoger la montura de una manera óptima, en su contra se debe diseñar el pasador y la unión montura-patilla.

Para este subproblema se ha optado por la segunda opción por lo anteriormente citado y como plus en una situación de un ligero impacto da libertad a la estructura para deformarse y no romper.

Con todos los subproblemas analizados y seleccionadas las vías por las que va a transcurrir el proyecto, se va a proceder la ejecución del prototipo.

2.9. Ejecución del prototipo 1

Para la ejecución del prototipo se ha utilizado el programa CATIA V5, de diseño 3D.

El primer paso para proceder a su diseño ha sido la implantación del sistema antropométrico, esencial para conseguir una forma correcta de la montura. El sistema antropométrico puede ser cualquier persona, pero con unas pautas de medida que se recogen dentro de la normativa. Como así ocurre en el sistema antropométrico seleccionado que proviene de los profesores de la Universidad Complutense de (Vázquez Molini & Susín Brabo).

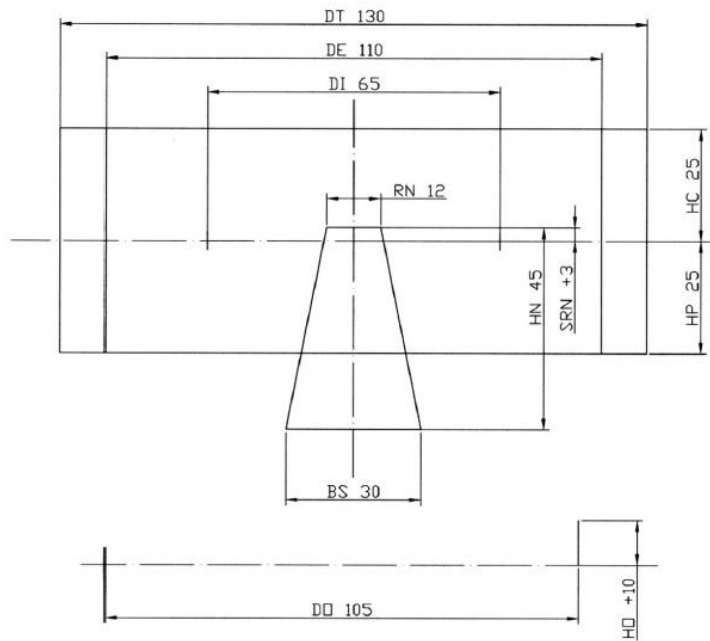


Ilustración 16: Sistema Antropométrico. (Vázquez Molini & Susín Brabo)

Con el sistema antropométrico seleccionado se ha pasado a su introducción en el programa CATIA del sistema, para más tarde proceder al diseño. Con las bases de los subproblemas analizados en el apartado de la implantación del Método de Munari.

La primera parte en ser diseñada en CATIA fue el frontal de la montura consiguiendo las premisas de los subproblemas y obteniendo el resultado que puede verse en las siguientes ilustraciones.

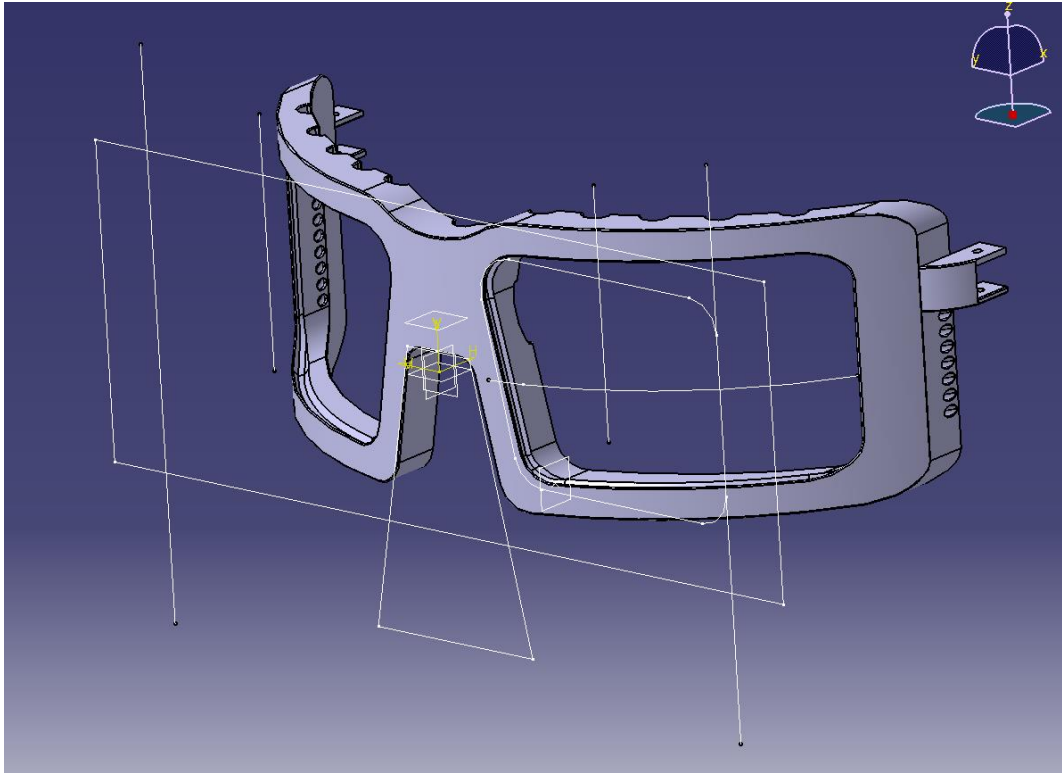


Ilustración 17: Frontal montura.

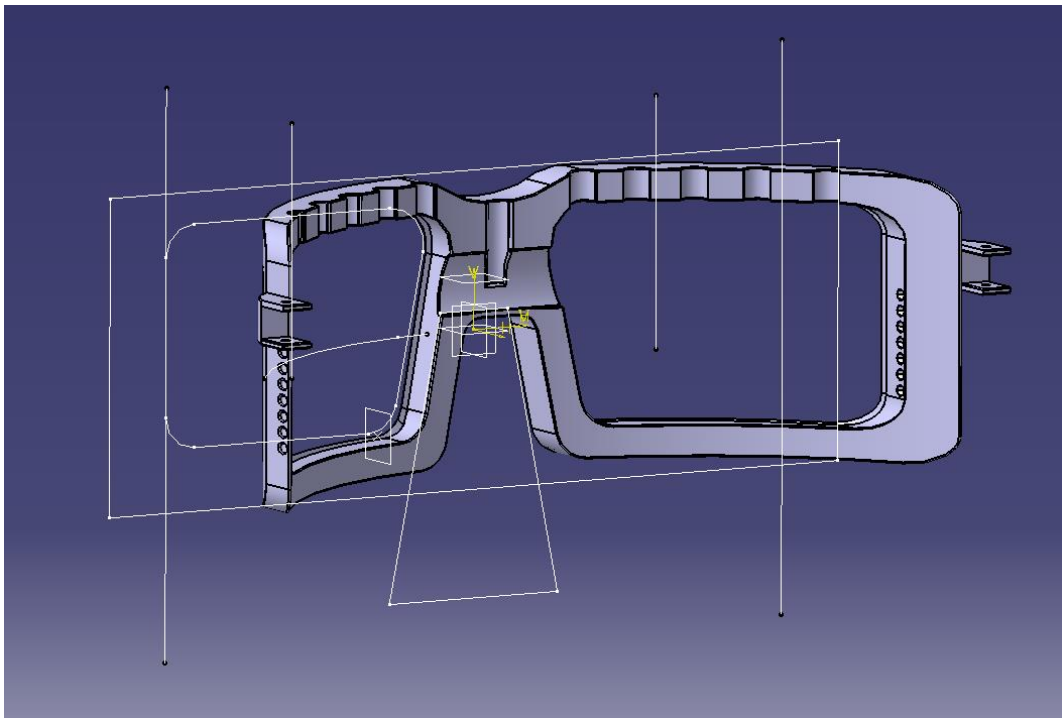


Ilustración 18: Reverso frontal montura.

Para el diseño de las patillas se ha seguido el mismo procedimiento que en el frontal de la montura. Ser fiel a las premisas de los subproblemas y estar dentro del sistema antropométrico comentado anteriormente.

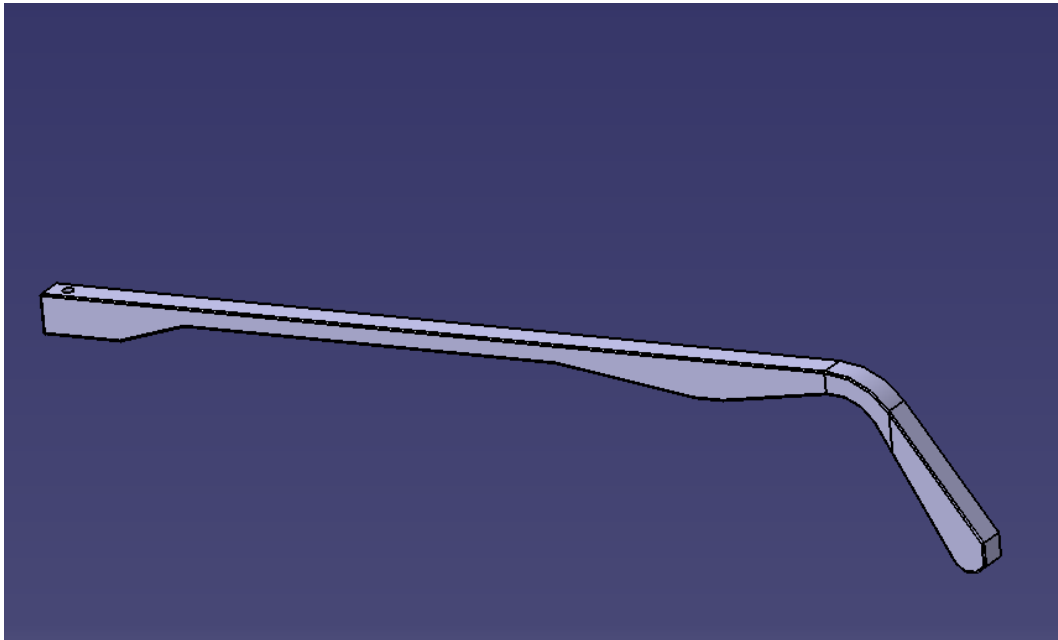


Ilustración 19: Patilla montura.

Una vez realizadas las dos piezas mayores, queda por resolver la pieza más pequeña que es fundamental para la recogida de las patillas de manera fundamental, el pasador.

Para su diseño se ha debido utilizar la normativa ISO 2338:1997 de pasadores cilíndricos (AENOR, 1998) y seguir sus pasos con el objetivo de utilizar un pasador normalizado.

3 DIMENSIONES

Véase la figura 1 y la tabla 1.

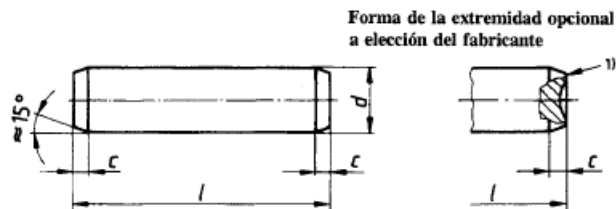


Ilustración 20: figura 1 normativa pasadores cilíndricos.

La longitud del pasador es $L=7\text{mm}$ y accediendo a la tabla 1 de la norma, la mejor opción a seleccionar es: $l=8\text{mm}$; $d=1,5\text{mm}$ y $c=0,3\text{mm}$.

En la tabla se aporta su tolerancia IT9: $t=25\mu\text{m}$

Ahora ya se obtiene el ajuste

El siguiente paso, es escoger el sistema de eje único. Lo que implica que el $ds=0$, por tanto, $di=25\mu\text{m}$.

La tolerancia para $D=1,5\text{mm}$ según la norma es IT10: $T=40\mu\text{m}$, lo que provoca que $DS=-26\mu\text{m}$ y $DI=-66\mu\text{m}$.

En definitiva, la unión presenta un ajuste $\text{Ø}1.5 \text{ Z10/h9}$

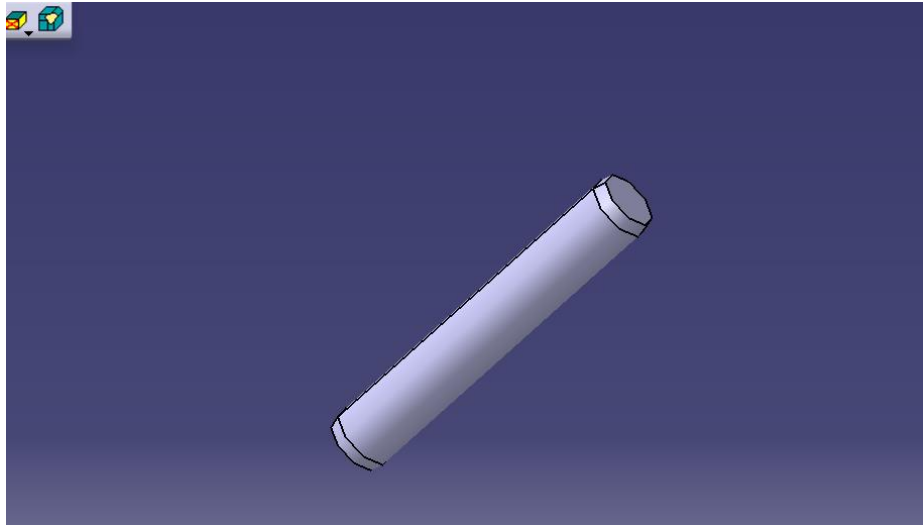


Ilustración 21: Pasador montura.

Con las tres piezas definidas, la patilla, el pasador y frente; ahora se puede obtener el conjunto en CATIA para poder procesar a continuación, con el programa PreForm la forma de lanzar las piezas a la impresora 3D.

A la hora de procesar las piezas en PreForm se ha debido optimizar el posicionamiento de las piezas y los soportes de las piezas, formados de manera automática, para que no sufran deformaciones por tensiones producidas en la propia impresión. Pero, sin dejar de lado la optimización de tiempo.

Además, hay ciertos soportes que no están colocados en sitios que pueden dejar marcas que no queremos obtener, como en los bordes. Que, al retirarlos, el programa indicaba una zona de alta tensión para la pieza pintando esa zona de color rojo. Como se aprecia en las siguientes imágenes.

En los casos donde no es posible, se ha mantenido. En otros casos, se ha podido desplazar el apoyo logrando reducir tensiones y la marca no deseada formada por los soportes.

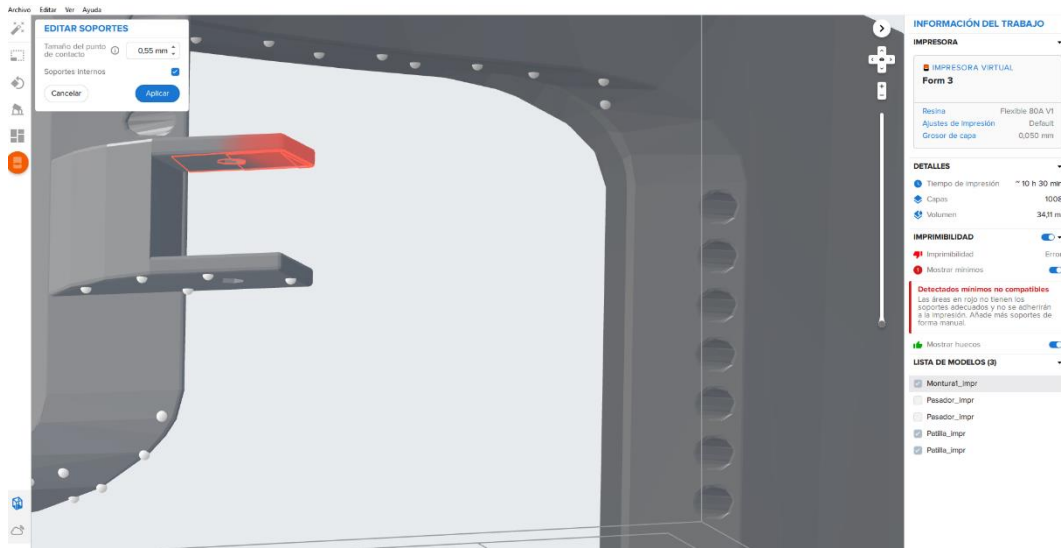


Ilustración 22: Zona altas tensiones al retirar soporte.

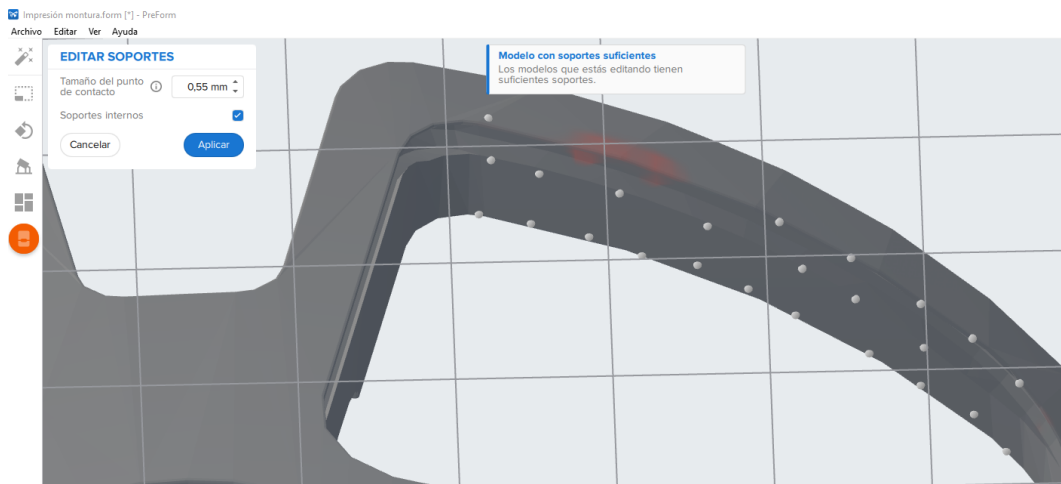


Ilustración 23: Zona altas tensiones al retirar soporte en borde.

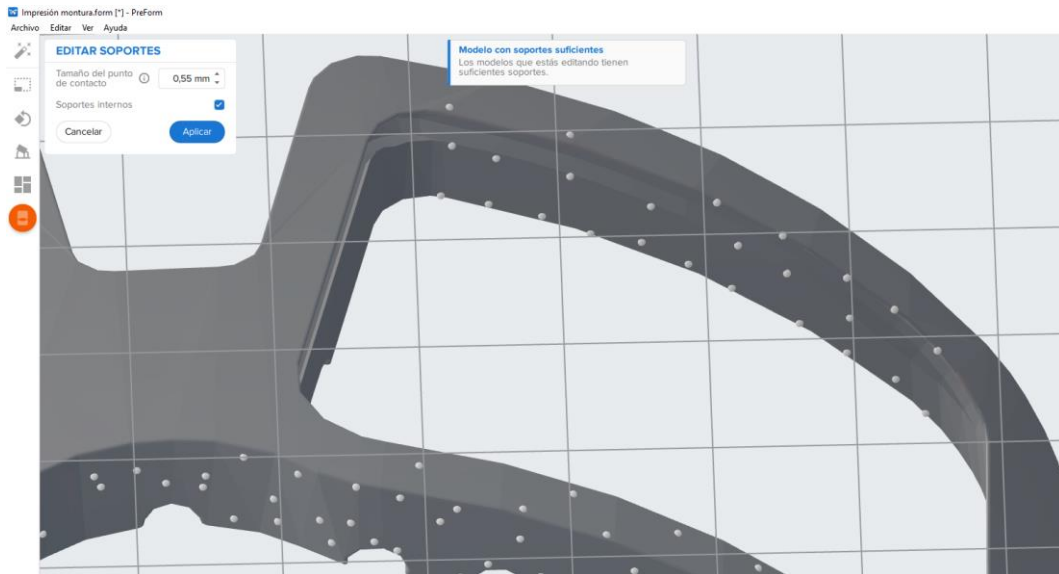


Ilustración 24: solución a situación de ilustración 20.

Con todo lo mencionado anteriormente, se envía el archivo de Preform a la impresora 3D. La cuál procesó toda la impresión en 15h. A continuación, se muestran imágenes del proceso de impresión:



Ilustración 25: Impresión finalizada en impresora 3D.



Ilustración 26: Piezas de la montura extraídas de la impresora 3D.

Ya en este punto del proceso, falta fotocurar el material para que adquiera unas mejores propiedades de resistencia y durabilidad.

Mirando la información que nos proporciona FormLabs (Formlabs, 2021), quién produce el material. Se obtiene la siguiente información:

Material	Tiempo	Temperatura
Flexible 80A V1	10 min	60 °C
Solo hay unos ajustes recomendados para el tiempo de poscurado de la resina Flexible 80A V1		

% de ganancia en resistencia a la rotura en tiempo de curado a 60 °C para Flexible 80A V1



Ilustración 27: Datos de fotocurado Flexible 80A Resin (Formlabs, Form Cure: ajustes de tiempo y temperatura, 2021).

Con el curado realizado se obtienen las propiedades deseables por el material. Pero hay que retirar los soportes producidos por la impresora. Entonces, se retiran los soportes, se monta la pieza y así se consiguió el primer prototipo.



Ilustración 28: Primer prototipo montura.

Este prototipo se ha realizado completamente con la Flexible 80A Resin de Formlabs. Lo que aportó una serie de soluciones no pretendidas que solo podían verse a la hora de realizar la impresión 3D.

El primer defecto está relacionado con la rigidez de las patillas. Son muy flexibles y se debe cambiar el material utilizado por el material Grey Resin.

La segunda deficiencia, tiene que ver con las perforaciones realizadas en el frente de la montura para asegurar la circulación de aire de manera natural. Son pequeñas y la resina flexible ha goteado, obstruyendo los orificios. Por lo tanto, se realizará una modificación en ellos para garantizar una circulación de aire. La cual se trata de aumentar el diámetro de 0,75mm a 1mm.

La tercera imperfección, es un punto totalmente estético y tiene que ver con el fotocurado indicado por Formlabs. Siguiendo las indicaciones aportadas, la resina obtiene un color amarillento y se intentará reducir ligeramente en el siguiente prototipo para obtener un acabado estético mejor.

2.10. Ejecución del prototipo 2

A la hora de llevar a cabo la impresión 3D del segundo prototipo, se encontraron problemas con la resina flexible, relacionados con su conservación, que sería utilizada en el frente de la montura. Pero, ante la imposibilidad, se ha optado por continuar con la montura completamente realizada por la Resina Grey. Por lo tanto, aunque se pierde algo de adaptabilidad, se gana rigidez en la estructura y resistencia mecánica.

Para este prototipo se ha realizado un ligero cambio, con el objetivo de obtener los pasos laterales de la ventilación, aumentando el diámetro de los pasos como puede apreciarse en las dos imágenes de a continuación:

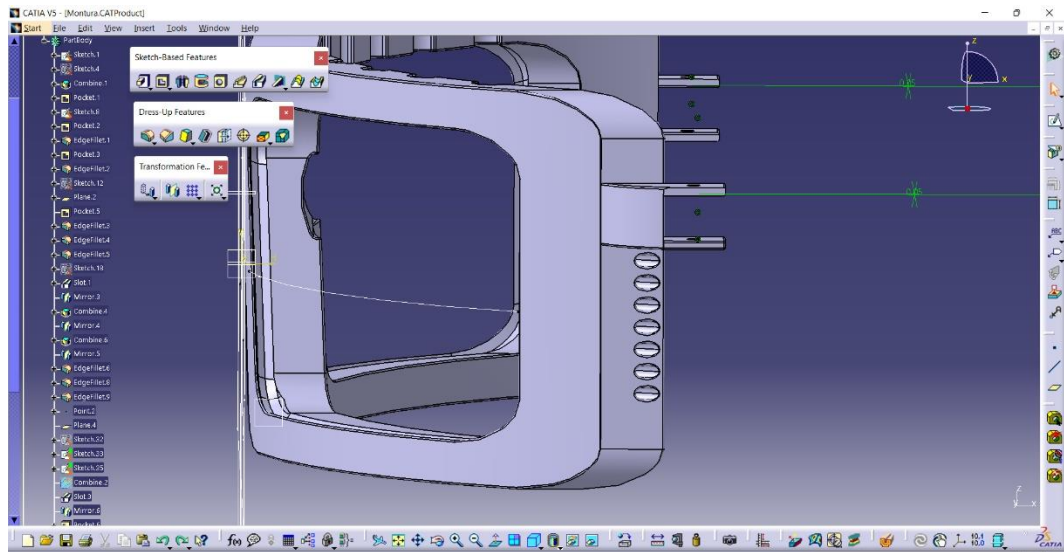


Ilustración 29: Pasos del prototipo 1.

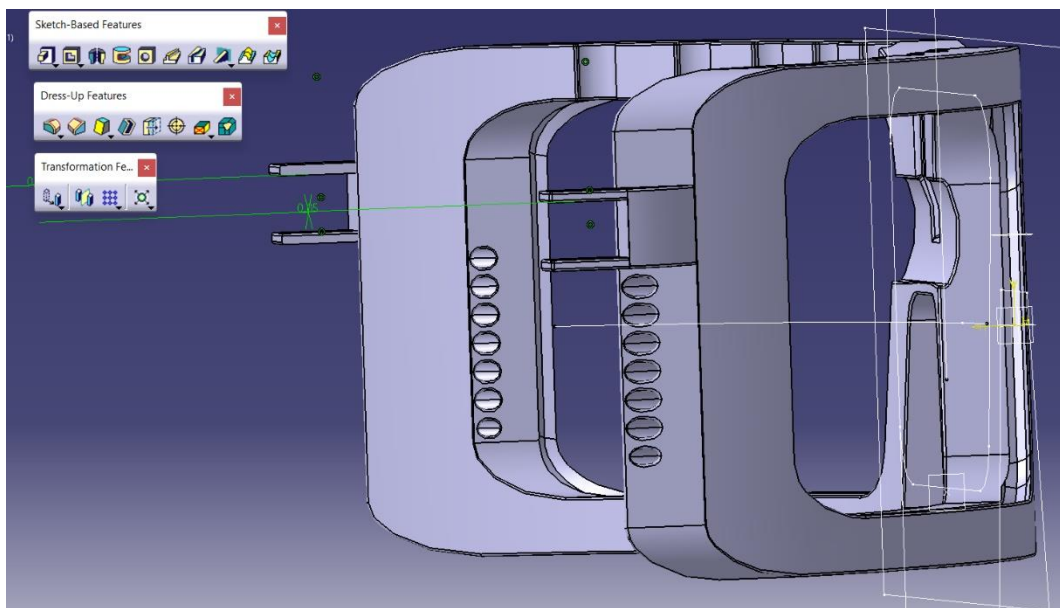


Ilustración 30: Pasos para el prototipo 2.

Tras pasar el diseño 3D de CATIA V5 a Preform, siguiendo el mismo procedimiento que en el anterior punto, se pudo lanzar el tanto el frente de la montura como las patillas sin problema. Obteniendo las piezas como pueden verse en las siguientes imágenes:



Ilustración 31: Frente de montura del prototipo 2.

Ya con las piezas realizadas, se han de pasar por el fotocurado. Que, en este caso, como estamos trabajando con otro material, al del primer prototipo, deben de cumplirse otros tiempos como se indican en la siguiente figura:

% de ganancia en módulo de tracción en tiempo de curado a 60 °C para Grey V4



Ilustración 32: Tiempo de curado Grey Resin. (Formlabs, Form Cure: ajustes de tiempo y temperatura, 2021)

Con el curado realizado, se obtienen las propiedades óptimas del material. Como sucedió en el primer prototipo, se retiran los soportes para el montaje de la montura y con este paso se obtiene el segundo prototipo y definitivo.



Ilustración 33: Montura prototipo 2.

Al producir este prototipo realizado íntegramente en Grey Resin, se ha obtenido una reducción de los tiempos de impresión. De las 15h que había tardado la primera impresión se ha pasado a unas 8h. Lo que supone un ahorro de tiempo de un 46% aproximadamente. Logrando además los objetivos que fueron expuestos en el anterior punto, como las perforaciones laterales para la correcta ventilación, la mayor rigidez de las patillas y un acabado estético de mejor calidad que en el anterior prototipo.

2.11. Planos constructivos

Los planos constructivos definen el conjunto, denominado montura y las piezas que componen dicha montura de seguridad. Con el objetivo de aportar toda la información que se necesite para dar forma a las piezas y, finalmente, a la montura de seguridad.

La obtención de los planos se ha realizado mediante el programa CATIA V5, el mismo programa utilizado para el diseño 3D, en el módulo *Drafting*.

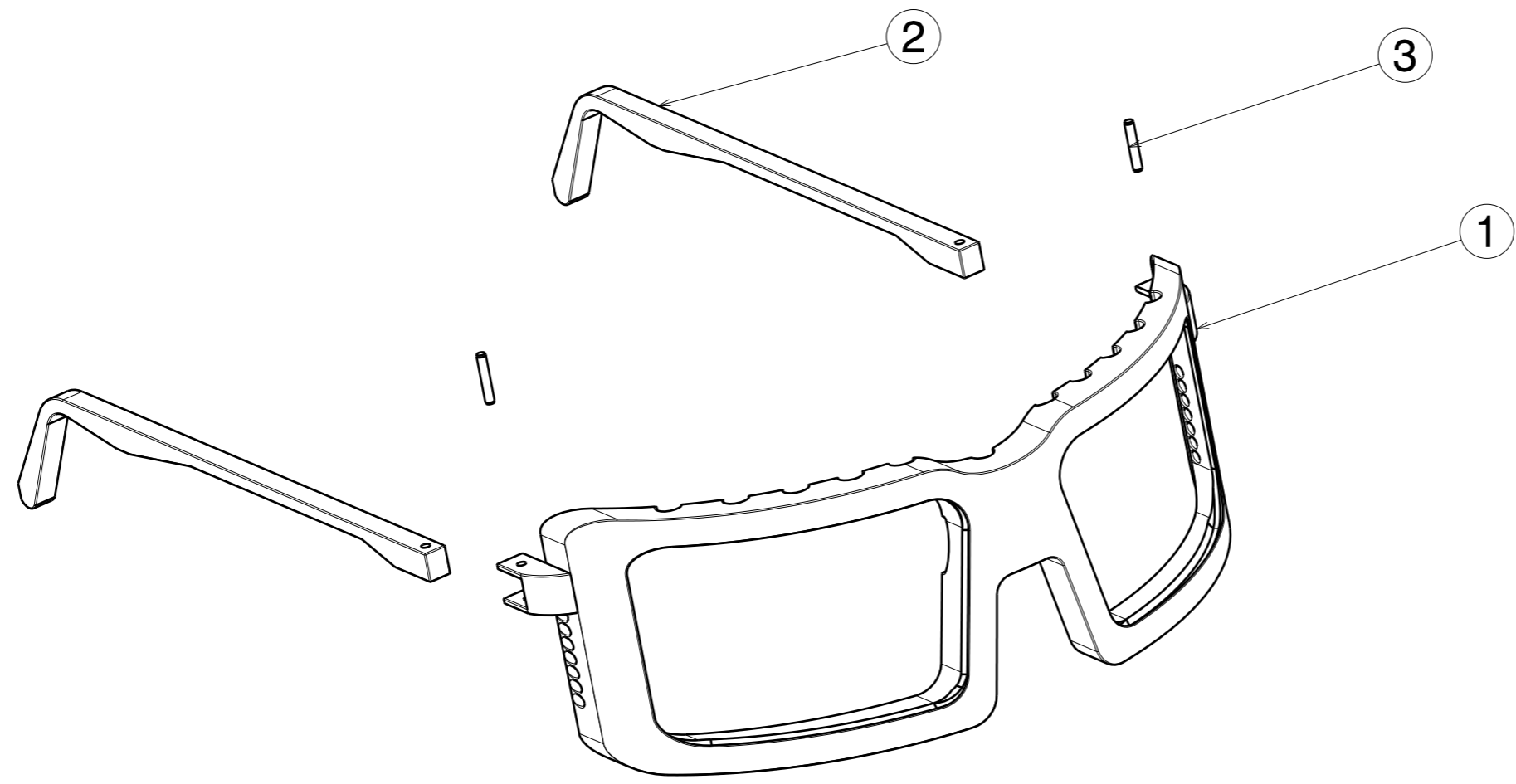
H G F E D C B A

4

3

2

1



2	Pasador	3	Grey Resin	-
2	Patilla	2	Grey Resin	-
1	Frente	1	Grey Resin	-
Cantidad	Denominación	Marca	Material	Revision

		Escuela de Ingenierías Industriales		
		TÍTULO DEL PLANO		
		Plano de conjunto		
DIBUJADO POR	FECHA	TAMAÑO	PLANO NÚMERO	REV
Jorge Fernández Baños	04/12/2021	A3	Plano 1	X
DISEÑADO POR	FECHA	ESCALA		PÁGINA
		1:1		1/1

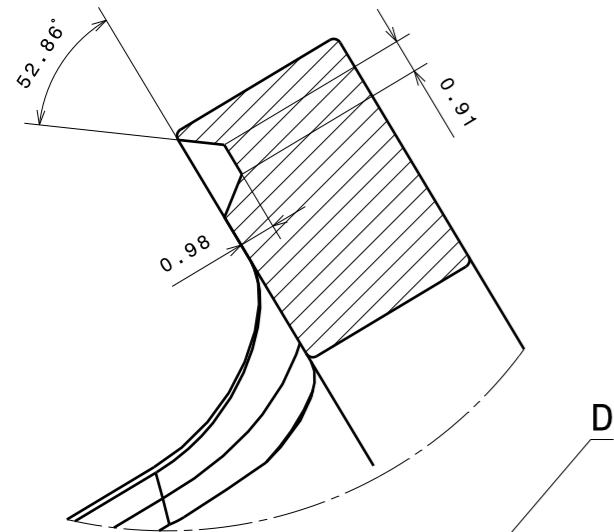
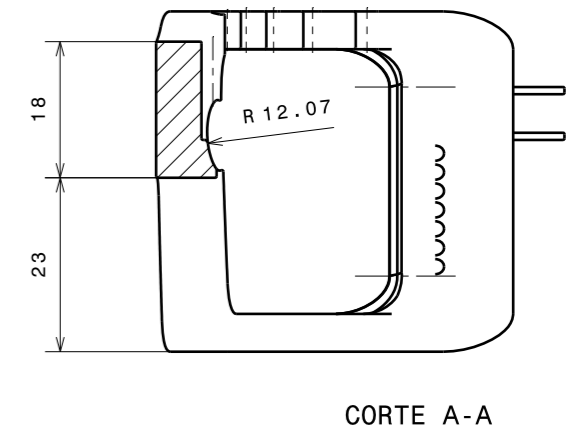
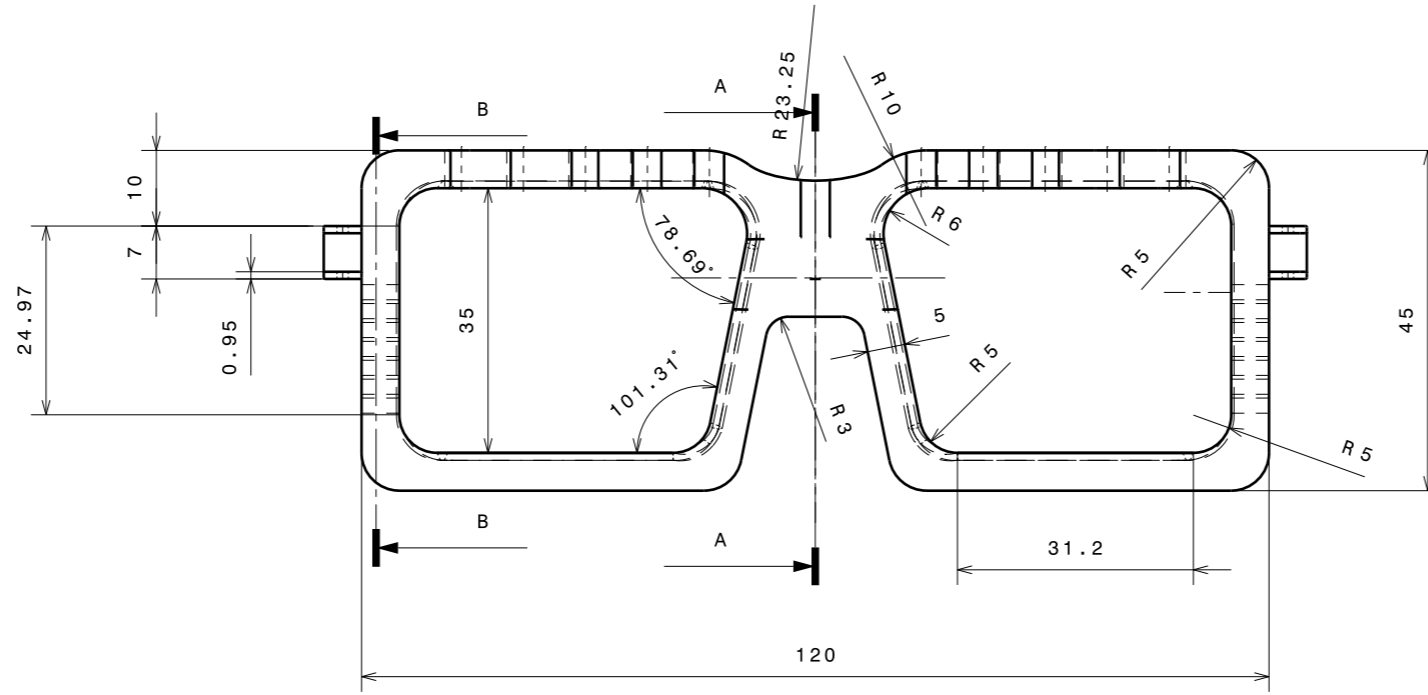
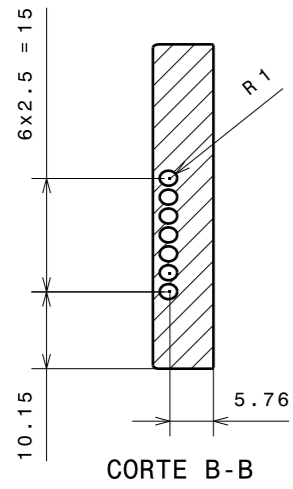
H G F E D C B A

4

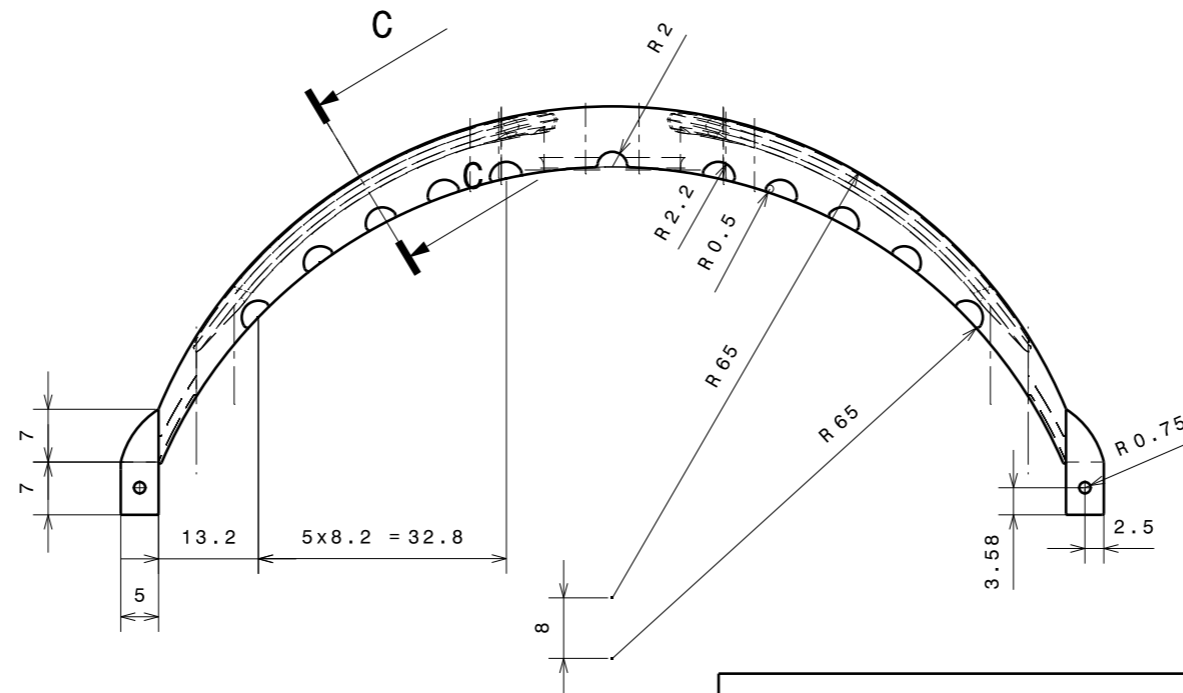
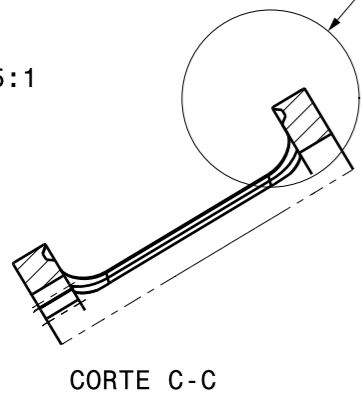
3

2

1



Detalle D
Escala: 5:1



Redondeo de fabricación R=0.2

Escuela de Ingenierías Industriales

TÍTULO DEL PLANO

Plano frente montura

DIBUJADO POR

FECHA

Jorge Fernández Baños 04/12/2021

REVISADO POR

FECHA

DISEÑADO POR

FECHA

TAMAÑO

PLANO NÚMERO

REV

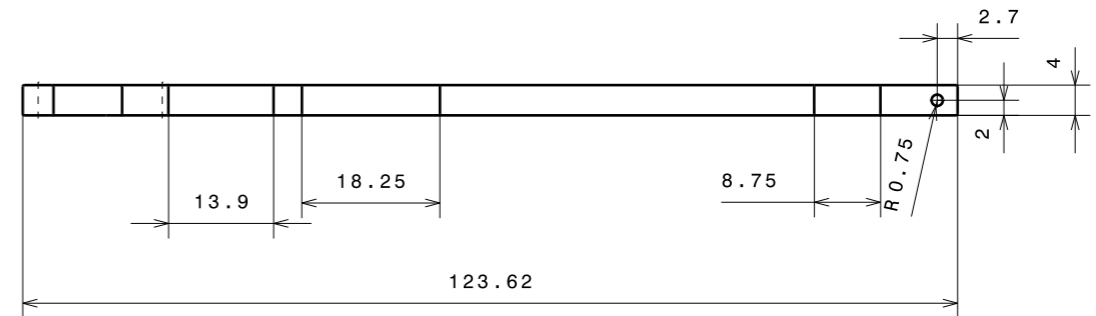
A3

Plano 2

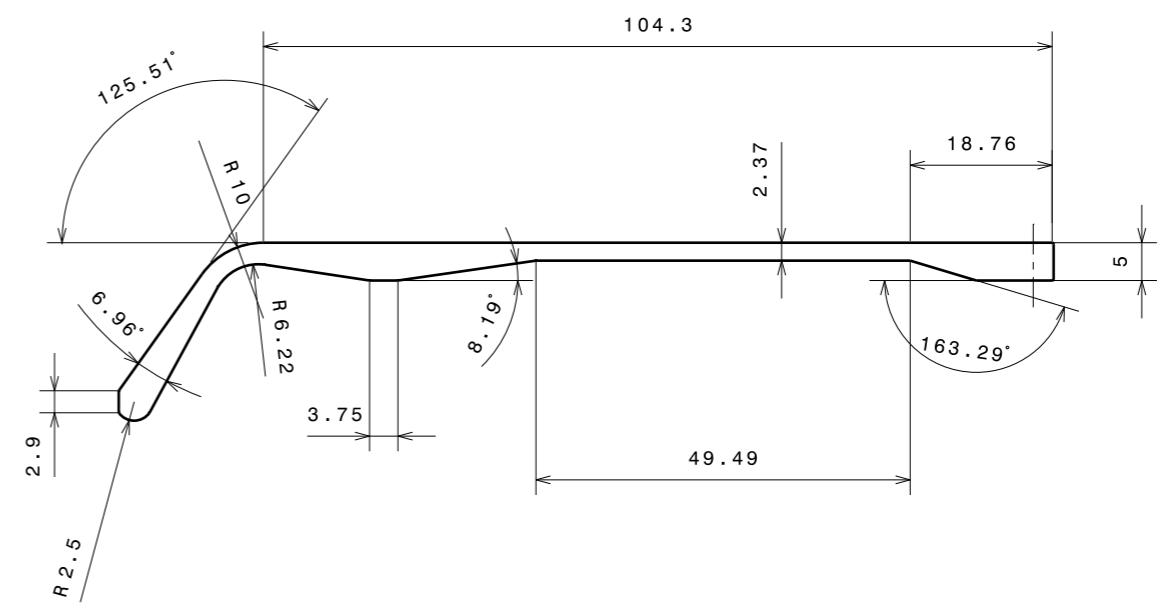
X

ESCALA 1:1

Página 1/1

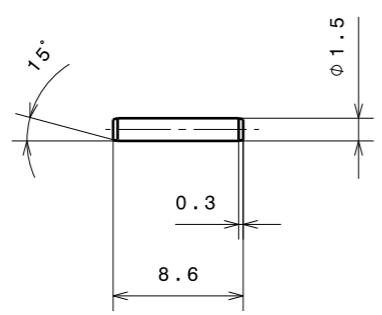


2
Escala: 1:1



3

Escala: 2:1



Redondeo de fabricación R=0.2

		Escuela de Ingenierías Industriales		
		TÍTULO DEL PLANO		
		Plano de patilla y pasador		
DIBUJADO POR	FECHA	TAMANO	PLANO NÚMERO	REV
Jorge Fernández Baños	04/12/2021	A3	Plano 3	X
REVISADO POR	FECHA			PÁGINA 1/1
DISEÑADO POR	FECHA			

2.12. Estimación económica

Para esta estimación del coste de producción, se han realizado una serie de premisas:

La primera premisa es la cantidad de material empleado por la impresión de una montura. Que se pueden consultar en los archivos del programa Preform, de Formlabs, donde se han lanzado las piezas a la impresora 3D. El cual, indica que la cantidad de material utilizado es de 23,38mL para el frente de la montura y una cantidad de 5,27mL para la realización de las patillas y los pasadores. Todo ello de Resina Grey.

Los precios de la productora de las resinas son los siguientes (Formlabs, 2021):

- 190€/L de Flexible 80A
- 135€/L de Grey Resin

Otro punto para obtener una estimación lo más cercana a la realidad, necesitamos ver el consumo que tiene la impresora 3D de electricidad. El fabricante aporta estos datos (Formlabs, 2021), donde indica un gasto eléctrico de 220W.

En la situación actual es complicado obtener un precio medio del kWh en España, pero gracias a Roams Energía (Villasur, 2021) se puede conseguir una buena estimación y nos indica que es de 0,253€/kWh.

El mayor gasto, es la obtención de una impresora 3D. En este caso la impresora que es utilizada, como se ha mencionado anteriormente, es una Form3 de la empresa Formlabs cuyo coste, de cuota oficial, es de 4.799€ (Formlabs, 2021) con los complementos para trabajar con la impresora y la máquina de curado. Pero, hay que analizar su retorno de la inversión, para ello, como es un trabajo donde no se va a producir en serie la pieza, se ha utilizado como base de cálculo un ejemplo de un estudio de costes y retorno de la inversión (SICNOVA, 2021). Utilizando como vida útil de la impresora 10 años.

También hace falta pensar en la cantidad de piezas producidas al año. La montura tarda en imprimir sus componentes, accediendo a los archivos de Preform, unas 7h y 40 min. A lo que se debe añadir el tiempo de curado que de acuerdo con el fabricante son 30 min para el material Grey Resin, como se ha visto en el anterior apartado. En total unas 8h y 10 min en producir la montura.

El tiempo de diseño de la montura es el coste de mano de obra. El tiempo estimado para el diseño de la montura es de unas 40 horas.

Para realizar una estimación del coste de diseño, se ha consultado la Guía Salarial del País Vasco, porque de los documentos consultados era el que indicaba un puesto de Técnico de Producto, el cual tiene unas ocupaciones similares a las realizadas. El documento indica que la retribución anual es de 31.700€ (LKS Next, 2021), de donde se obtiene un salario de unos 2.641,67€

mensuales. Haciendo como media 22 días laborales mensuales y 8h al día de trabajo. Se obtiene un salario por hora de trabajo de 15,01€.

Para estimar un número de piezas a producir al mes, se supone que no se debe parar la producción durante un mes y por tanto hay disponibles 720 horas de producción. Con las 8h y 10 min que son necesarias para la producción de una montura, se obtienen 88,2 monturas/mes. Dando como resultado 1058 monturas/año.

Volviendo al punto de las 40 horas de diseño, el coste de diseño de la pieza queda en 600,38€. Con el número de monturas que podemos fabricar al año, si queremos recuperar el coste de diseño en un año, el coste unitario queda en 0,57€/unidad.

El cálculo de costes se encuentra en la siguiente página, donde se muestra la hoja de Excel realizada, con los cálculos de los costes por unidad y el coste unitario total.

Material	Cantidad [mL]	Precio [€/L]					
Resina 80A	0,00	190,00				Coste eléctrico montura[€]	0,45
Resina Grey	28,65	135,00				Coste diseño por montura [€]	0,57
						Coste impresora por unidad [€]	0,45
Gasto electrico[W]	220,00					Coste material unidad [€]	3,87
Precio kWh [€]	0,253					Coste unitario TOTAL [€]	5,34
Precio Equipo [€]	4799,00						
Vida útil [años]	10						
Tiempo Frente [h]	6,25		Horas de un mes	720			
Tiempo resto [h]	1,25		Nº monturas al mes	88,2			
Curado Frente [h]	0,17		Nº monturas al año	1058			
Curado resto [h]	0,50						
TOTAL tiempo [h]	8,17						
Salario anual [€]	31700,00						
Salario mensual [€]	2641,67						
Salario diario [€]	120,08						
Salario hora [€]	15,01						
			Coste de diseño [€]	600,379			
Horas de diseño	40,00						

Ilustración 34: Hoja Excel de estimación económica

3. CONCLUSIONES

Las conclusiones que pueden extraerse son las siguientes:

- La tecnología de fabricación aditiva o impresión 3D, es muy beneficiosa desde el punto de vista de la industria para el prototipado rápido.
- La impresión 3D permite una gran versatilidad en la producción de diferentes materiales con distintas propiedades y tiempos de producción.
- El programa CATIA V5 junto al programa Preform, dan una gran visión 3D del diseño y del proceso de impresión 3D.
- Este prototipo sirve como punto de partida a una producción de un producto que ofrezca seguridad ocular, con ventilación directa, natural. A un precio reducido.

4. LINEAS FUTURAS

Una línea de trabajo de continuación para este proyecto, puede ser la producción de unas lentes graduadas, que puedan estar alojadas en la montura. Lo que evitaría problemas de confort al operario de llevar unas gafas estándar más el elemento de seguridad que proteja al operario y las gafas estándar.

Otra línea futura de trabajo podría ser el hacer un estudio que optimice de una mejor manera la producción de la montura. Junto a un estudio de un material que se adapte mejor a los fuertes impactos. Todo ello mirando a una producción en serie real de la montura.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 3dfilamento. (1 de Junio de 2021). *Bobina filamento PETG*. Obtenido de <http://www.3dfilamento.es/es/product/6898816-bobina-filamento-hdglass-%5Bpetg%5D-blinded-black-2-3kg->
- 3DRey. (1 de Junio de 2021). *Filamento ABS*. Obtenido de <https://3drey.com/producto/filamento-abs/>
- 3M. (2012). *Lente de Seguridad Maxim 2x2*.
- Abax 3D. (5 de Mayo de 2021). *La Historia de la Impresora 3D*. Obtenido de <https://abax3dtech.com/2020/07/24/historia-de-la-impresora-3d/>
- AENOR. (Mayo de 1998). *Pasadores cilíndricos de acero no templado y acero inoxidable austenítico. ISO 2338:1997*. Madrid, España: AENOR.
- Altomonte, N. (2014). *Bruno Munari e la comunicazione didattica: origini, metodi, pubblico*. Pisa: Universita' di Pisa.
- Asociación Española de Normalización . (2002). *UNE 166. Protección individual de los ojos*. Madrid, España: AENOR.
- Colomer, C. (7 de Junio de 2021). *Gráfica*. Obtenido de Bruno Munari: una vida de arte y diseño: <https://graffica.info/bruno-munari-una-vida-de-arte-y-diseno/>
- Espinel Pérez, J. (2021). *Montura de gafas y desarrollo físico*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ferrer, J. (1 de Junio de 2021). *MakerShopBcn*. Obtenido de <https://makershopbcn.com/es/filamento-de-nylon-para-impresora-3d>
- Formizable. (1 de Junio de 2021). *Filamento TPU: Explicado y Comparado*. Obtenido de <https://formizable.com/filamento-tpu-explicado-y-comparado/>
- Formlabs. (2016). *Standard*.
- Formlabs. (31 de Mayo de 2021). *Conoce la Form3 y la Form 3L, las nuevas impresoras con tecnología Low Force Stereolithography*. Obtenido de <https://formlabs.com/es/blog/presentacion-form-3-form-3l-low-force-stereolithography/>
- Formlabs. (noviembre de 2021). *Especificaciones técnicas de las impresoras 3D de estereolitografía de Formlabs*. Obtenido de <https://formlabs.com/es/3d-printers/form-3/tech-specs/>
- Formlabs. (2021). *Form Cure time and temperature settings*.
- Formlabs. (noviembre de 2021). *Form Cure: ajustes de tiempo y temperatura*. Obtenido de <https://support.formlabs.com/s/article/Form-Cure-Time-and-Temperature-Settings?language=es>

- Formlabs. (1 de Junio de 2021). *Formlabs Uso de la Flexible 80A Resin*.
Obtenido de <https://support.formlabs.com/s/article/Using-Flexible-Resin?language=es>
- Formlabs. (Noviembre de 2021). *Materiales*. Obtenido de
<https://formlabs.com/es/store/materials/?3D+Printer=5440>
- Formlabs. (1 de Junio de 2021). *Resinas para Ingeniería*. Obtenido de Flexible
80A Resin: [https://formlabs-
media.formlabs.com/datasheets/2001418-TDS-ES-0.pdf](https://formlabs-media.formlabs.com/datasheets/2001418-TDS-ES-0.pdf)
- Formlabs. (22 de Noviembre de 2021). *Tienda Formlabs*. Obtenido de Form3:
<https://formlabs.com/es/store/3d-printers/form-3/>
- Herráez Arribas, G. (2019). *Desarrollo de un mango adaptado para personas mayores mediante impresión 3D*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Herrera Gil, L. (2019). *Diseño y desarrollo de una férula de miembro superior escaneada e impresa en 3D*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Iberobotics. (1 de Junio de 2021). *Filamento PLA 1,75mm*. Obtenido de
[https://www.iberobotics.com/producto/filamento-pla-1-75mm-calidad-
premium-bq-bobina-1kg/](https://www.iberobotics.com/producto/filamento-pla-1-75mm-calidad-premium-bq-bobina-1kg/)
- Iserte Peña, G., Espinosa, M. d., & Domínguez, M. (2012). Métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial. En *Técnica Industrial* (págs. 38-44).
- Julián Pérez, F., Espinach Orus, X., Verdaguer Pujades, N., & Tresserras Picas, J. (2002). *Metodología del diseño, historia y nuevas tendencias*. Santander.
- LKS Next. (2021). En *Guía salarial de Euskadi 2021* (pág. 131). Mondragón: LKS Next.
- Martín Morlanes, J. L. (2020). *Optimización de los procesos de impresión 3D*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Munari, B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?* Barcelona: Editorial Gustavo Gilí.
- SICNOVA. (22 de Noviembre de 2021). *Cómo calcular los gastos y ROI de la impresión 3D*. Obtenido de [https://sicnova3d.com/blog/experiencias-
3d/como-calcular-los-costes-y-roi-de-la-impresion-3d/](https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/como-calcular-los-costes-y-roi-de-la-impresion-3d/)
- Tresdpro. (1 de Junio de 2021). *Tresdpro*. Obtenido de
<https://tresdpro.com/que-material-utilizan-las-impresoras-3d/>
- Universidad Pública de Navarra. (28 de junio de 2021). *Traductor de Ciencia*. Obtenido de ¿Por qué se empañan las gafas?:
<https://traductordeciencia.es/por-que-se-empanan-las-gafas/>

Vázquez Molini, D., & Susín Brabo, M. (s.f.). *Sistema Antropométrico*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Villar Alarcón, M. Á. (5 de Mayo de 2021). *Comunidad IEBS School*. Obtenido de <https://comunidad.iebschool.com/impresoras3d/2016/11/02/la-impresion-3d-que-es-y-sus-tecnicas-de-impresion/>

Villasur, S. (18 de Noviembre de 2021). *Roams Energía*. Obtenido de ¿Cuál es el precio de la luz hoy? | Noviembre 2021: <https://energia.roams.es/luz/precio-luz/>

6. ANEXOS

Normas para la realización de documentos técnicos de dibujo industrial:

- UNE-EN ISO 216:2002 Formatos
- UNE 1-032:82 Líneas
- UNE-EN ISO 5455:1996 Escalas
- UNE-EN ISO 7200:2004 Cuadro de rotulación
- UNE-EN ISO 1135:1989 Lista de elementos
- UNE-EN ISO 6433:1993 Referencias de los elementos