



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de producto sostenible con materiales de residuos
orgánicos

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería del Diseño

AUTOR/A: Ramírez Castellanos, Erika Alexandra

Tutor/a: Songel González, Gabriel

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

**DISEÑO DE PRODUCTO SOSTENIBLE CON MATERIALES DE RESIDUOS
ORGÁNICOS**

Autora: Erika Alexandra Ramírez Castellanos

Tutor: Dr. Gabriel Songel

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Curso académico 2022-2023

Universitat Politècnica de València

17 de Julio de 2023

DISEÑO DE PRODUCTO SOSTENIBLE CON MATERIALES DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Autora: Erika Alexandra Ramírez Castellanos

Tutor: Dr. Gabriel Songel González

Resumen

Dadas las condiciones medioambientales a las que se enfrenta actualmente el planeta y la responsabilidad que tiene el diseñador de productos dentro de la sociedad y el desarrollo sostenible, especialmente para mitigar el calentamiento global, el presente proyecto toma como base principal los planteamientos sobre el diseño para la sostenibilidad, Ecodiseño y Economía Circular en el diseño de productos sostenibles, haciendo un énfasis en el uso de materiales cuya tipología se caracteriza por el uso de residuos orgánicos derivado de la producción agrícola o posconsumo.

Palabras claves: Desarrollo Sostenible, Diseño para la Sostenibilidad, Ecodiseño, Materiales, Residuos Orgánicos, Productos Sostenibles.

Tabla de contenido

1.	Introducción	5
2.	Planteamiento del Problema.....	6

2.1	Cambio Climático Dentro de la Perspectiva de Desarrollo Sostenible	7
2.2	El Rol del Diseñador de Productos y Materiales Sostenibles	9
3.	Justificación	11
4.	Objetivo General	12
4.1	Objetivos Específicos.....	12
5.	Delimitación.....	13
6.	Antecedentes	21
6.1	ECOALF	22
6.2	Ecovative Design	23
6.3	Kaffeeform	24
6.4	Circular Systems	26
6.5	VEGEA	27
6.6	Full Cycle.....	28
6.7	Bionicraft	29
7.	Marco Teórico.....	31
7.1	Economía Circular	31
7.2	Ecodiseño	36
7.3	Diseño para la Sostenibilidad.....	41
7.4	Materiales de Residuos Orgánicos	46
7.4.1	<i>Filamentos - Modelado por Deposición Fundida (FDM)</i>	46
7.4.2	<i>Ananas Anam</i>	48
7.4.3	<i>Micelio</i>	49
7.4.4	<i>AIMPLAS</i>	51
7.4.5	<i>Oryzite</i>	53
8.	Metodología	54
9.	Diseño de Producto	58
9.1	Selección del Producto.....	59

9.2	Preparar un Dossier del Producto.....	59
9.3	Revisar el Mercado del Producto, en Términos de Problemas Ambientales y Sociales .	67
9.4	Reflexionar Sobre el Producto a la Luz de una Lista de Enfoques D4S	69
9.5	Definir los objetivos de mejora y enfoques de diseño del producto	71
9.6	Conceptos de rediseño	72
10.	Prototipado.....	79
10.1	Desarrollo de prototipos.....	79
10.2	Ensamble y resultado final de prototipos	84
10.3	Producto en ambiente.....	92
11.	Conclusiones	96
11.1	Hallazgos Sobre los Antecedentes y su Impacto Social.....	96
11.2	Comercialización de Materiales de Residuos Orgánicos	97
11.3	Aplicación de Material de Residuos Orgánicos a la Propuesta de Diseño de Producto 98	
11.4	Proceso de Fabricación de la Propuesta de Diseño de Producto.....	99
11.5	Futuras Líneas de Investigación.....	104
12.	Anexos	106
13.	Referencias.....	116

1. Introducción

En el marco de la crisis climática como consecuencia de la gran cantidad de desechos contaminantes provenientes de la industria, la producción y el consumo de materiales de alto impacto ambiental y adicionalmente los productos de un solo uso se han encargado de generar la contaminación de los océanos, la degradación de ecosistemas y el aumento exponencial de las emisiones de gases de efecto invernadero. Así las cosas, resulta indiscutible tomar medidas urgentes desde todos los sectores sociales para revertir esta situación y buscar soluciones sostenibles que promuevan la conservación del medio ambiente.

En este contexto, surge la necesidad de adoptar y fortalecer estrategias para el manejo de los residuos y reducir su impacto negativo. Es aquí donde el enfoque de la economía circular y el ecodiseño se convierten en herramientas fundamentales para promover un sistema productivo más sostenible y respetuoso con el entorno natural.

La economía circular se basa en la premisa de que los productos y materiales deben ser utilizados y reutilizados de manera eficiente, creando ciclos circulares donde los residuos, o también llamados subproductos, se convierten en nueva materia prima. En lugar de seguir un modelo lineal de producción, en donde se consume y desecha (usar y tirar), la economía circular busca reintegrar en las etapas de producción y un nuevo ciclo de vida de los materiales, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la regeneración (*Economía circular*, 2023).

En el presente proyecto, se ha definido como eje principal adoptar estrategias basadas en la economía circular y el ecodiseño, centrándonos en el uso de materiales a base de residuos orgánicos. Estos materiales, obtenidos a partir de desechos biodegradables, presentan una oportunidad importante y fieles a la Economía Circular para reducir la dependencia de los

recursos naturales, disminuir la generación de desechos y mitigar los impactos ambientales negativos derivados de los materiales sintéticos.

Dicho lo anterior, para el desarrollo del presente proyecto se definieron categorías de conocimiento expuestas en el capítulo de Marco Teórico tales como: Economía Circular, Ecodiseño, Diseño para la Sostenibilidad y Materiales de Residuos Orgánicos. Estas categorías, así como la información recopilada en el capítulo de antecedentes, muestran la base teórica para la aplicación de materiales de residuos orgánicos y herramientas a la hora de diseñar una línea de productos sostenibles como se desarrolla en el capítulo *Diseño de Producto*.

2. Planteamiento del Problema

El desarrollo de este capítulo se plantea desde dos perspectivas donde éstas a su vez tienen diferentes puntos de relación. Una perspectiva se centra en las consecuencias de las actividades humanas en el marco del cambio climático, dejando en evidencia información científica y proyecciones a futuro de este fenómeno. En la segunda perspectiva, se plantea como eje principal el rol del diseñador frente a la creación de productos y su impacto contra el medio ambiente. En este sentido, además, se plantean estrategias para que el rol del diseñador, dada su relación con el medio ambiente, pueda tomar decisiones enfocadas en la sostenibilidad. Sobre este último aspecto, y de cara a la naturaleza del presente proyecto, se enfatiza en los residuos agrícolas dentro de la producción o posconsumo, concibiendo éstos como materia prima para la fabricación de nuevos materiales y su aplicación en productos.

2.1 Cambio Climático Dentro de la Perspectiva de Desarrollo Sostenible

En la realidad actual, los seres humanos nos hemos sumergido en situaciones ambientales complejas que, en tendencia, podrían llegar a ser irreversibles. Muchas de las actuaciones que así lo permitirían, por ejemplo, están relacionados con hábitos, paradigmas, educación, costumbres, economía y cualquier otro tipo de variables que de alguna manera se han encargado de formarnos como lo que somos hoy por hoy, y asimismo de actuar frente a una sociedad y ecosistema. Justamente sobre este último se pretende hacer énfasis, pues debido a las actuaciones del ser humano con su entorno, éste ha sufrido afectaciones en el transcurso de los años.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante dejar en evidencia estudios científicos y ambientales que muestren panoramas actuales y futuros sobre la transformación del planeta y las actuaciones necesarias para evitar su degradación. Para tales efectos se abordarán los planteamientos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), órgano internacional científico consolidado en 1988 que se encarga de evaluar y brindar conocimiento sobre el cambio climático y sus afectaciones medioambientales y socioeconómicas (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2019).

El IPCC ha venido desarrollando una serie de informes que describe las causas del cambio climático, sus potenciales amenazas y cierto tipo de estrategias políticas, técnicas y metodológicas para atender los efectos del cambio climático. En su último informe, presentado en el año 2018, se plantea limitar a 1,5°C el incremento del calentamiento global para el año 2030, haciendo una comparativa de lo que puede llegar a pasar si en otro caso incrementara a 2°C, pues con medio grado de diferencia, los efectos ocasionados al planeta serían de mayor

impacto desde los tres pilares de la sostenibilidad; la humanidad, el medio ambiente, y la economía.

Otros aspectos que se destacan en el informe es la importancia de desarrollar estrategias de acción rápida y a gran escala que permitan reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr la neutralidad de carbono para el año 2050 ya que si se logra este objetivo serán menos las barreras para limitar el calentamiento global a 1,5°C (IPCC, 2019). Por otro lado, el estudio calcula que las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) deben reducirse aproximadamente un 25% para el 2030 y a cero para el 2050. Deben seguir reduciéndose para limitar el calentamiento global a 1,5°C.

Adicionalmente, en el informe se expresa la necesidad de adoptar cambios significativos en la energía, el transporte, la infraestructura, la industria y la agricultura para alcanzar la reducción de emisiones de CO₂, por consiguiente si se adoptaran las propuestas de mitigación, el estudio prevé que aplicando la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS), la remoción sea de 0-1, 0-8 y 0-16 GtCO₂ año⁻¹ en 2030, 2050 y 2100, y por otro lado, con medidas relacionadas con la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en los mismos años serían de 0-5, 1-11 y 1-5 GtCO₂ año⁻¹ (IPCC, 2019).

Por último, el informe precisa la importancia de adoptar una transición hacia nuevas prácticas y tecnologías desde una perspectiva de la innovación en el marco de las situaciones climáticas. Dentro de esta transición es necesario fortalecer capacidades en cuanto a la innovación industrial y tecnológica, esto a su vez respaldado por políticas nacionales o de cooperación internacional que promuevan el desarrollo sostenible, la innovación en tecnologías de mitigación, la comercialización y la participación de la población (IPCC, 2019).

Con lo dicho anteriormente, se puede afirmar la estrecha relación y corresponsabilidad que existe entre el cambio climático y el desarrollo sostenible, en donde se busca una transformación contundente en el sistema de producción y consumo de bienes y servicios, que permitan hacer una transición hacia un modelo de energía de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero, con lo cual implica directamente el desarrollo sostenible, y a su vez, fortalece el propósito de erradicar la pobreza y las desigualdades, según los planteamientos y el discurso sobre desarrollo sostenible y el informe referido anteriormente.

En este punto, se puede reflexionar y concluir sobre algunos aspectos. Se podría decir que, inmersas en las actuaciones existe una serie de roles que desempeñamos dentro de esta sociedad y ciertas responsabilidades que se encaminan a investigar, evaluar, transformar y desarrollar nuevas prácticas, nuevas tecnologías y estrategias aparte de las recomendaciones que el informe per se nos invita a implementar para mitigar el impacto ambiental.

2.2 El Rol del Diseñador de Productos y Materiales Sostenibles

En ese sentido, es importante hacer referencia al rol que tiene el diseñador, específicamente el diseñador de productos, dentro de un gran equipo multidisciplinar, para promover e implementar estrategias que aporten a la mitigación del calentamiento global. Desde el marco de un proceso de diseño, las variables de contaminación pueden reducirse desde las fases o etapas de este proceso de diseño, siendo este un aspecto sumamente importante a la hora de diseñar productos que tienen un impacto significativo en el medio ambiente y en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Tal y como lo plantean estudios sobre Ecosideño, al contemplar un análisis de ciclo de vida (ACV) a los productos dentro de estas etapas de diseño, principalmente en las etapas en donde se definen aspectos como la extracción de materias primas, producción, transporte, el uso

y el fin de la vida útil del producto, se pueden llegar a tomar decisiones muy relevantes y de alta precisión que permitan reducir la huella de carbono del producto y por consiguiente permitan promover la sostenibilidad y asimismo los retos y objetivos de cara a la Agenda 2030 y al año 2050. Adicional a lo anterior, también es de suma importancia diseñar productos que no sean de un solo uso y aún más allá, que puedan tener un valor emocional con el usuario, que sean duraderos y fáciles reparar, ya que con esta característica es posible reducir el consumo masivo por parte de los usuarios, teniendo éstos una alta responsabilidad, de igual forma, en responsabilizarse de los desechos que generan, la manera de reciclaje que desarrollan, y en general del uso que dan a los productos.

Podría decirse que otra responsabilidad, entre otras, dentro del rol de diseñador y el sector de la ingeniería, tiene que ver con la implementación de estrategias como la *Rueda Estratégica de Ecodiseño* desarrollada por Van Hamel, donde se pueden establecer parámetros claves a la hora de diseñar un producto en todo su ciclo de vida, en ocho etapas, dentro de las cuales se puede abordar el uso de materiales limpios, renovables, reciclados o reciclables (1997). Justo en esta etapa de *Materiales de bajo impacto* podría pensarse en eliminar de manera definitiva el uso de materiales no biodegradables, que no sean aptos o que dificulten su propio reciclaje, el uso de diferentes tipos de material para un solo producto, o por ejemplo en la etapa de *Optimización de la vida útil*, reducir sistemas complejos de ensamblaje, dificultad en reparaciones, entre otras tantas que pueden resolverse de manera eficiente a la hora de diseñar o rediseñar un producto (Hamel, 1997).

Ahora bien, relacionado al rol del diseñador, existe una gran importancia en su trayectoria formativa, en sus hábitos y creencias del diseño para atender a las necesidades que hoy por hoy son de suma importancia en el marco de una cultura social que necesita transitar

hacia nuevas maneras vivir, de producir y consumir. Como diseñadores es necesario promover con determinación espacios para replantearse situaciones, respuestas, resultados y cualquier aspecto que pueda ser mejorable para el fortalecimiento del ambiente y todo lo que implica pensar en un desarrollo sostenible.

3. Justificación

En la sociedad actual, el pensamiento y las prácticas de las personas es, con mayor frecuencia, más sensible en cuanto a sostenibilidad se refiere. Si bien la sociedad no es experta en todo lo que implica la sostenibilidad, ésta sí ha adquirido nociones sobre la importancia de consumir productos más ecológicos o amigables con el medio ambiente.

Más allá del cambio climático y los objetivos a alcanzar que se precisaron anteriormente, que, por supuesto es el centro de todo, es necesario como diseñadores de producto estar a la altura de la transformación que todo el ecosistema requiere, y eso incluye pensar en la demanda de los usuarios y en incrementar sus posibilidades para participar en una cultura y sociedad más sostenible, esto haciendo referencia a los hábitos de consumo de las personas.

Idear, por ejemplo, posibilidades de consumo de productos alternativos a los existentes que cumplan su misma función, pero su impacto ambiental sea reducido. Esta entre muchas otras maneras de promover la sostenibilidad.

Relacionado con lo anterior, otro aspecto a resaltar es el gran potencial que existe con el uso de residuos orgánicos provenientes de procesos agroindustriales como se da en la producción de arroz cuyo residuo es la cascarilla, o del tequila del cual su residuo es el bagazo de agave, por otro lado, el de azúcar donde su residuo es el bagazo de la caña, entre otros ejemplos. Estos residuos pueden ser un aspecto clave para la fabricación de materiales biodegradables, siendo

hoy por hoy usados en diferentes sectores comerciales y que sin lugar a duda podrían reemplazar materiales que complejizan procesos de reciclabilidad o de degradación. El potencial que puede llegar a tener el uso de esta tipología de material representa una aportación a los principios de Economía Circular, Ecodiseño y Sostenibilidad si se amplía el espectro de aplicación, si son cada vez más los productos que se fabriquen con materiales de residuos orgánicos.

Para concluir, actualmente se han establecido objetivos en los que todos los sectores sociales deben participar a la hora de pensar y hacer en pro al Desarrollo Sostenible y estos se resumen en 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible para alcanzar de cara al año 2030. Particularmente, este proyecto se relaciona y promueve el objetivo número 12, Consumo y Producción Responsable en donde básicamente vela por garantizar que los patrones de consumo y producción sean sostenibles, siendo este un factor importante a la hora de optimizar el uso de recursos y minimizar los residuos y a su vez la contaminación, promoviendo en cambio los nuevos modelos de economía circular (UN, s. f.).

4. Objetivo General

Uso y aplicación de materiales provenientes de residuos orgánicos en el diseño de producto aplicando conceptos de Ecodiseño.

4.1 Objetivos Específicos

- Identificar los diferentes tipos de materiales de residuos orgánicos disponibles para el diseño de productos sostenibles.
- Establecer convenios con empresas que puedan proveer material para su aplicación en el desarrollo de prototipos.

- Diseñar y desarrollar prototipos de productos utilizando los materiales derivados de los residuos orgánicos, teniendo en cuenta consideraciones sobre el Ecodiseño.

5. Delimitación

Como se ha mencionado anteriormente, el presente proyecto tiene como propósito diseñar un producto siguiendo los principios y lineamientos de la sostenibilidad, aplicándolos a una categoría de producto en donde sea pertinente y relevante hacerlo. Es por lo anterior que se considera necesaria dicha categoría de producto que, entre otras tantas, puedan ser susceptibles a cambios en sus etapas de su ciclo de vida, a fin de definir y limitar la aplicación teórica y práctica con respecto al diseño de un producto.

Asimismo, se define y elige tipologías de materiales que atiendan a los objetivos del presente proyecto, desarrollado en el apartado *Delimitación del Material*, y de igual forma a la teoría y antecedentes que se enmarquen en la sostenibilidad.

Por último, se realiza una breve descripción del perfil usuario al que irá dirigido el producto, teniendo en cuenta aspectos como el género, la edad, nivel socio económico, formación, entre otros aspectos que se consideran importantes a la hora de preparar un briefing para el diseño de productos.

I. Materiales:

- a. Materiales con alto porcentaje de residuos orgánicos
- b. Materiales que ya estén comercializados
- c. Materiales que se adapten a las necesidades mecánicas del producto (ej.: dureza, ligero, impermeable, etc.)
- d. Materiales tecnológicamente factibles

II. Categorías de producto:

En principio y como medida de referencia, se plantea la idea de abordar tres categorías de producto en donde se pueden aplicar materiales de dicha tipología como lo es la categoría de **mobiliario, electrodomésticos y luminaria**, presentando éstos ciertas características que por su naturaleza pueden ser susceptibles a cambios en donde puede prevalecer el uso de materiales de residuos orgánicos. Algunas consideraciones para delimitar el proyecto a las mencionadas categorías de producto son las siguientes:

- Desde el punto de vista ambiental, es conocido que, durante el proceso de fabricación de dichas categorías de producto, se busca minimizar los impactos ambientales que generan en el transcurso de su ciclo de vida, es por ello por lo que es fundamental pensar en estrategias en las que se puedan optimizar los recursos, reducir emisiones de gases de efecto invernadero y reducir el desperdicio de material.
- Desde el marco técnico de los materiales descritos anteriormente, resultan factibles, en términos tecnológicos, y confiables brindando diferentes posibilidades de uso según la resistencia de esfuerzos estudiadas por la empresa que desarrolló el material, el cual se expondrá en el apartado de *Delimitación del Material* (Anexo 01).
- A los productos de estas categorías se les puede aplicar los principios de Ecodiseño y Economía Circular dentro de los procesos que convencionalmente se usan para la fabricación de dichos productos y así permitir reducir la contaminación ambiental. Sobre esta justificación se detalla más información en el capítulo de *Marco Teórico*.
- Adicionalmente dada su función y versatilidad puede realizarse propuestas de cara a la tecnología con la que se cuenta para el desarrollo de prototipos.

Ahora bien, estas categorías de producto son tomadas como punto de partida y de exploración durante el proceso de diseño de producto, tal y como se presenta el capítulo de *Diseño de Producto*. Es allí donde se recaban algunas de las experiencias durante el proceso y la definición final de la categoría de producto.

III. Perfil de usuario:

Tabla 1. *Perfil de usuario para el diseño de productos sostenibles*

Características Demográficas	
Edad	Entre 28 hasta 69
Género	Indiferente
Tamaño de familia	Sin hijos, Con 1 o 3 hijos
Estado civil	Indiferente
Peso	Entre 50 y 90 kg
Características geográficas	
Regiones o zonas	España, Francia, Italia. (Europa)
Tamaño del lugar de residencia	Madrid, Valencia, Roma, más que 500 mil
Hábitat	Urbano
Clima	Frío, cálido, templado
Características socioeconómicas	
Nivel de ingresos	Más de 1800 euros al mes

Clase social	Media, media-alta.
Actividad profesional	Docentes, Filósofos, Ingenieros, Ambientalistas, Influencers, Autónomos.
Nivel de estudios	Universitario, Magister, Doctor

Características personalidad

Autonomía	Independiente, dependiente.
Gregarismo	Aventurero, ambientalista, pensamiento crítico.
Conservadurismo	Liberal, progresista
Autoritarismo	Activista
Impulsividad	No impulsivo

Características específicas

El público objetivo está en constante búsqueda de información y atento a los cambios o actos relevantes que se presentan en sus respectivos países y también en el mundo. Conocen los ODS y promueven la dispersión de información relacionada, ya sea escribiendo en blogs personales o publicando contenido de ONG u otras en sus redes sociales. Se esmeran por hacer visible la problemática, animando a contribuir y concientizar a través de una comunidad. Se fija en los conceptos de diseño, de estética y de comunicación.

5.1 Delimitación del Material

Como se mencionó anteriormente, en este apartado se expondrá el proceso empleado para definir y elegir el material objeto de estudio y de aplicación a la categoría de producto, siguiendo los requerimientos mencionados líneas arriba.

En primera medida se realizó una amplia búsqueda de empresas que por un lado comercializan material de dicha tipología y, por otro lado, de empresas que fabricaran productos de igual forma con materiales de estas características, a fin de ampliar las posibilidades de encontrar un/os posible/s proveedor/es. Cabe mencionar que esta información fue relevante para el desarrollo de los capítulos de *Antecedentes* y *Marco Teórico* en donde se profundiza más sobre los materiales y productos.

Como consecuencia de esta búsqueda se planteó a modo general las aplicaciones de estos materiales en diferentes categorías productos, permitiendo así encontrar ciertos vacíos en posibles aplicaciones de materiales, dando como resultado el siguiente esquema:

Figura 1. *Relación de productos con respecto a materiales*

M A T E R I A L E S

P		Textil Piña	Textil Uva	Micelio Sustrato	Cáscara de café	Posos de café	Film de café	Filamento	Cáscara de arroz
R									
O	Mobiliario	■	■	■		■			
D									
U	Moda	■	■						
C									
T	Packagin			■					■
O									
	Electrodomésticos								
	Envases				■	■	■		
	Decorativo Funcional			■	■	■		■	
	Jardinería			■				■	

En esta búsqueda se contactaron a doce empresas de cierta trayectoria que ofrecen al mercado productos y materiales bajo el concepto de Economía Circular y Sostenibilidad las cuales se mencionan en la siguiente tabla:

Table 2. *Lista de contacto de empresas relacionadas con materiales de residuos**orgánicos*

Empresa	Página	Material	Correo
Ananas Anam	https://www.ananas-anam.com/	Textil	info@ananas-anam.com
VEGEA	https://www.vegeacompany.com/	Textil	info@vegeacompany.com
Fungisem	https://fungisem.com/index.php/es/	Micelio con diferentes cargas de residuos	ventas@micelios.com
Micolegas	https://www.micolegas.com/		sporeworld@micolegas.com
Mushroom Packaging	https://mushroompackaging.com/		hello@mushroompackaging.com
Forager	https://forager.bio/		media@forager.bio
Biofab	https://www.biofab.bio/		
Huusky	https://huskee.co/	Cáscara de café	hola@huskee.co
Kaffeeform	https://www.kaffeeform.com/	Granos de café molido	https://www.kaffeeform.com/de/presse/
Film café	https://www.aimplas.es/	Film café	https://www.aimplas.es/associate/
Smart Materials 3D	https://www.smartmaterials3d.com/	Filamento	info@smartmaterials3d.com
Cáscara de arroz	https://www.ecogots.com/	Cáscara de arroz	hola@ecogots.com

Esta comunicación se da a través de correo electrónico y una carta (ver Anexo 02) presentando el contexto del proyecto e invitando a las empresas de participar en él como parte del proceso formativo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño ETSID, respaldado por el tutor del presente proyecto.

Como experiencia de esta comunicación se puede afirmar que existe la posibilidad de ampliar la red de colaboraciones entre la Universidad Politécnica de Valencia UPV y empresas

proveedoras de recursos, como en este caso, pues durante el proceso hubo contestación de varias empresas que manifestaron su interés, sin embargo, algunas empresas al ser pequeñas, no se podían comprometer con el suministro de materiales. En otros casos, no hubo contestación o, por otro lado, no producían más, quedando limitados en continuar con la colaboración.

Ahora bien, la única empresa que respondió constantemente e indagó sobre el proyecto fue Smart Materials 3D, empresa dedicada a la venta de filamento para impresoras 3D de la cual se hablará a profundidad en el capítulo de Marco Teórico. Esta empresa decidió servir como proveedor de materiales ante el presente proyecto de Máster con toda su línea de materiales ECO con el fin de aplicarlos a los productos que se desarrollarán para la mencionada categoría de producto.

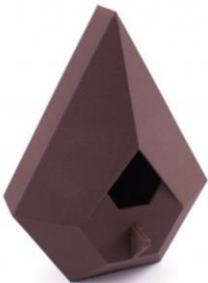
En los requerimientos de esta colaboración se definieron algunos aspectos que tienen que ver con los acuerdos entre la autora del presente proyecto y la empresa, éstos relacionados con: por parte del proveedor, el suministro completo del material de la línea ECO hecho a partir de residuos orgánicos, así como la mención de autoría de los productos y proyecto, y asimismo la mención de la UPV y la ETSID ;por parte de la autora, la información recogida en el proceso de aplicación de los materiales (fotografías, renders, entre otros), así como información técnica sobre el proceso de impresión con la tecnología disponible en la ETSID (ver Anexo 03).

Después de haber firmado el convenio de colaboración, la empresa Smart Materials 3D envió a la Universidad Politécnica de Valencia cinco bobinas de filamento de la línea ECO, puntualmente al laboratorio de impresión 3d de la ETSID, dejando reflejado oficialmente el acuerdo de colaboración entre el proyecto y la empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presenta la línea de materiales ECO a base de residuos orgánicos, que fueron obtenidos y tomados como punto de referencia para el diseño de productos:

Tabla 3. Características de la línea ECO de filamentos de Smart Materials 3D

Características	Filamento	Aplicación
<p>Olive es un filamento para impresión 3D biodegradable y compostable de alta calidad, obtenido con una matriz polimérica y una carga proveniente de la reutilización de residuos orgánicos como es el hueso de aceituna.</p>		
<p>Oyster es un filamento para impresión 3D biodegradable y compostable de alta calidad, obtenido con una base de material termoplástico y una carga proveniente de la reutilización de residuos orgánicos como es la concha de ostra triturada.</p>		
<p>Pine, filamento para impresión 3d biodegradable y compostable de alta calidad, obtenido de una matriz polimérica y una carga proveniente de la reutilización de materiales orgánicos como es la madera de pino.</p>		

<p>El filamento Cork es un compuesto de PLA que incorpora una carga de corcho en su interior.</p>		
<p>R-PET es un material 100% reciclado que mantiene todas las características de un PET, teniendo alto nivel de protección contra la radiación UV entre otras.</p>		

Nota: Imágenes tomadas de la página oficial de Smart Materials 3D.

6. Antecedentes

Con el objetivo de identificar de manera más detallada y cercana los procesos de los cuales surgen iniciativas en pro de la sostenibilidad y el uso de materiales de residuos orgánicos, es necesario realizar una recopilación de información adyacente con lo que respecta a productos o proyectos que atiendan a los principios de desarrollo sostenible y asimismo en donde se implementen prácticas de uso de residuos orgánicos, a modo de conceptualizar, en la medida de lo posible, la organización, fabricación, producción, comunicación y fin de vida útil de los productos de esta tipología.

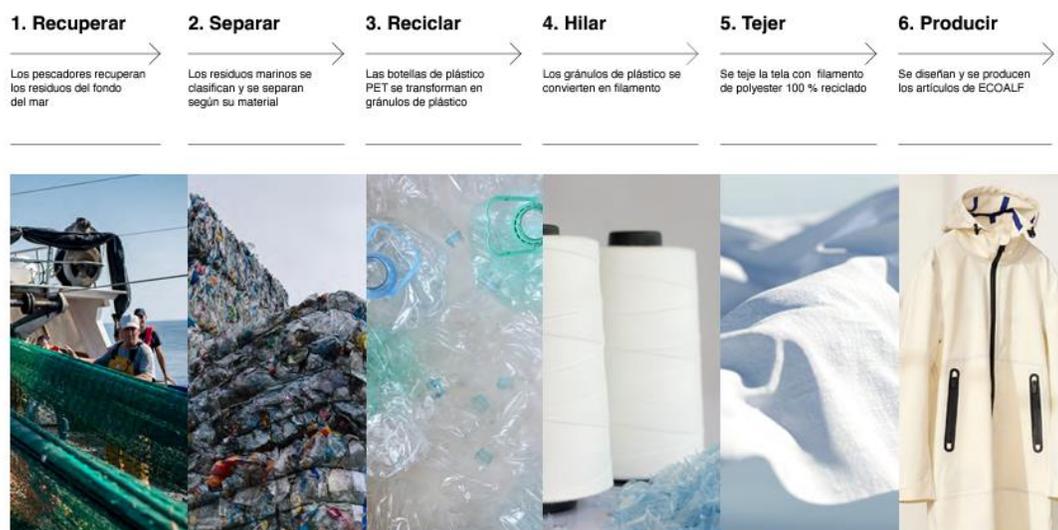
Así pues, para este estudio de antecedentes, se tomará como referencia un grupo de empresas que se basan en los principios de la Economía Circular y/o Ecodiseño aplicados a el desarrollo de productos sostenibles.

6.1 ECOALF

En el 2009 fue fundada en España, Madrid, la empresa ECOALF por Javier Goyeneche, dedicada a la fabricación y producción de ropa sostenible. La empresa mantiene como pilar utilizar materiales reciclados para producir prendas de alta calidad compitiendo con empresas que no usan materiales reciclados, siendo este aspecto parte de su misión a la hora de alcanzar igualdad de calidad (ECOALF, 2021).

En particular, ECOALF utiliza una variedad de residuos para la creación de materiales tales como: hilo hecho a partir de las botellas de plástico recicladas y recogidas del fondo del mar; hilo de poliéster reciclado, específicamente de botellas PET; nylon reciclado, algodón reciclado; lana y cashmere reciclada; neumático reciclado; PET reciclado con posos de café posconsumo; cáñamo, fibras naturales como el lino y el kapok. Estos recursos son usados por la empresa para crear sus tejidos y otros materiales. Además de su compromiso con la sostenibilidad ambiental, la empresa también trabaja para mejorar las condiciones sociales y económicas de las comunidades productoras de materiales reciclados en todo el mundo. ECOALF se ha convertido en una marca popular y reconocida a nivel mundial por su enfoque innovador y compromiso con la sostenibilidad (ECOALF, 2021).

Imagen 1. Proceso de fabricación de línea de productos, por ECOALF.



Nota: Imagen tomada de ECOALF.

6.2 Ecovative Design

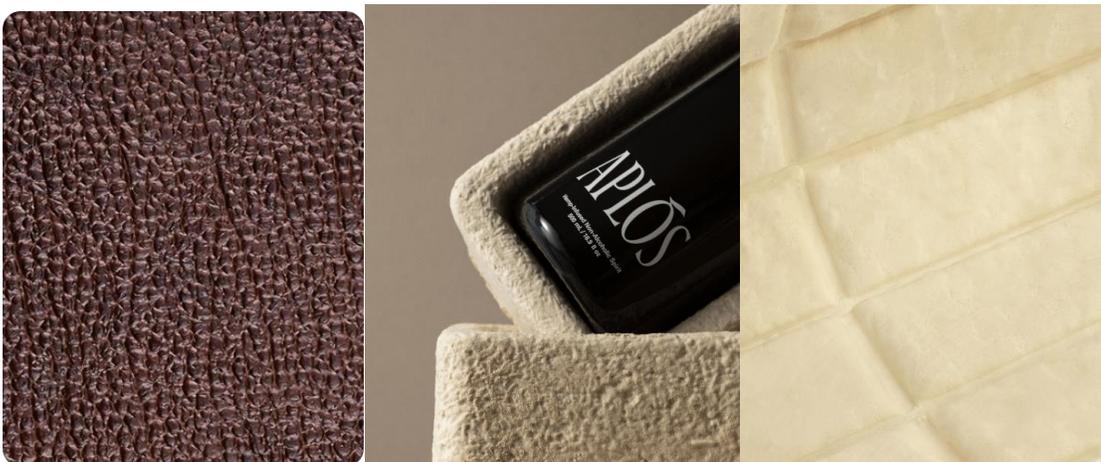
Ecovative Design es una empresa de biotecnología fundada en 2007 en Nueva York, Estados Unidos, por Eben Bayer y Gavin McIntyre. La empresa desarrolla y produce materiales innovadores y sostenibles utilizando un proceso patentado de cultivo de micelio, la red de filamentos del hongo. El micelio es un material biodegradable y compostable que se puede cultivar en residuos orgánicos como la paja, el aserrín o el bagazo, todas provenientes de residuos posindustriales.

Ecovative Design ha aplicado su tecnología para crear materiales para embalaje y construcción, como el "MycoFoam", un sustituto de poliestireno expandido utilizado en el embalaje y aislamiento. La empresa también ha desarrollado productos para la industria de la moda y el diseño, así como comida, particularmente semejante al tocino (*Ecovative - Mycelium Technology / Sustainable & Biodegradable Material, s. f.*).

Ahora bien, el producto que reúne todas las condiciones para presentarse como antecedente a este proyecto es el relacionado con el packaging a base de micelio y residuos orgánicos, y lo que lo hace aún más importante es la forma de sustituir un material tan contaminante como lo es el poliestireno.

Esta empresa se encarga de atender a soluciones a otras empresas industriales y adicionalmente a derivado en otras empresas para la fabricación de productos propios, en especial con el uso del cuero de micelio y la espuma.

Imagen 2. *Tipos de materiales creados por Ecovative Design.*



Nota: Imagen tomada de Ecovative Design.

6.3 Kaffeeform

Esta es una empresa Alemania, que se centra en la producción de productos sostenibles y ecológicos utilizando posos de café reciclados. La compañía fue fundada por Julian Lechner, quien concibió la idea de crear productos a partir de residuos de café mientras estudiaba diseño de productos en Italia. La misión de Kaffeeform es promover la sostenibilidad y la economía circular al transformar los residuos de café en productos de alta calidad y duraderos.

El proceso de producción de Kaffeeform implica recolectar posos de café de cafeterías y tiendas locales, que de otro modo serían desechados. Los posos de café se secan y se mezclan con biopolímeros naturales, fibras de madera y otros aditivos ecológicos para formar un compuesto de material único y ecológico. Este material se puede moldear por inyección en diferentes formas y productos.

Kaffeeform es especialmente conocida por sus tazas de café reutilizables y resistentes, que tienen un aspecto distintivo debido al color y la textura de los posos de café. Las tazas de Kaffeeform son aptas para lavavajillas, libres de BPA y aptas para alimentos. Además, como los posos de café contienen aceites naturales, los productos de Kaffeeform tienen un aroma agradable y sutil a café.

Imagen 3. *Producto de envase hecho con residuos de café por Kaffeeform*



Nota: Imagen tomada de Kaffeeform.

La empresa también ha ampliado su gama de productos para incluir otros artículos, como vasos, platos y cubiertos, todos ellos fabricados con el mismo material innovador a base de posos de café. Esta empresa trabaja en estrecha colaboración con cafeterías, minoristas y empresas

interesadas en productos sostenibles para distribuir sus productos en Alemania y en todo el mundo.

6.4 Circular Systems

Esta empresa ha desarrollado una tecnología para tratamiento de materiales que se centra en la creación de soluciones sostenibles y circulares para la industria textil y de la moda. La compañía tiene como objetivo transformar los sistemas de producción lineales en sistemas circulares mediante el uso de tecnologías y procesos de fabricación que reduzcan el impacto ambiental y promuevan la reutilización y el reciclaje de recursos (Circular Systems, s. f.).

La empresa ha desarrollado tres plataformas tecnológicas principales para lograr sus objetivos de sostenibilidad:

- **Texloop™:** Esta plataforma se centra en el reciclaje de fibras textiles y la creación de nuevos materiales a partir de residuos textiles postindustriales y posconsumo. Texloop™ permite a las marcas y fabricantes reciclar sus productos al final de su vida útil y producir nuevos textiles a partir de estos materiales reciclados, lo que reduce la dependencia de recursos vírgenes y minimiza el desperdicio.
- **Agraloo™:** Esta tecnología aprovecha los residuos agrícolas, como cáscaras de semillas y tallos, para producir fibras textiles sostenibles y de alta calidad. Agraloo™ transforma estos residuos en biofibras que se pueden utilizar para fabricar productos textiles y de moda, proporcionando una alternativa sostenible a las fibras convencionales y promoviendo la economía circular en la industria textil.
- **Orbital™:** La plataforma Orbital™ combina las tecnologías Texloop™ y Agraloo™ en un proceso de fabricación integrado que utiliza tanto residuos textiles como agrícolas para producir materiales.

Imagen 4. Spot fotográfico de los textiles fabricados por Circular Systems



Nota: Imagen tomada de Circular Systems.

6.5 VEGEA

Vegea es una empresa proveniente de Italia que desarrolla materiales sostenibles y ecológicos utilizando residuos de la industria vinícola. La compañía, fundada por Gianpiero Tessitore, se ha encargado de transformar estos residuos derivados de la producción del vino, como el orujo de uva y las pieles de uva, en productos de alta calidad y con conciencia ecológica, como textiles y cuero vegano. Esta empresa tiene como objetivo promover la sostenibilidad y la economía circular al aprovechar este tipo de residuos en la industria y reducir la dependencia de materiales no sostenibles y contaminantes como lo es el uso de cuero de origen animal (VEGEA, s. f.).

Imagen 5. *Aplicación de textiles en mobiliario y moda de VEGEA*



Nota: Imagen tomada de página oficial de VEGEA

El proceso de producción implica recolectar los residuos de uva que se encuentran en las bodegas vinícolas y procesarlos para extraer compuestos útiles, como fibras naturales y aceites vegetales. Estos compuestos se mezclan con otros polímeros biodegradables para formar un material flexible y resistente que puede ser utilizado en una amplia gama de aplicaciones. Por consiguiente, los productos fabricados con VegeaTextile son respetuosos con el medio ambiente y libres de crueldad animal, lo que los convierte en una opción atractiva para las marcas y los consumidores que buscan alternativas éticas y sostenibles al cuero tradicional (VEGEA, s. f.).

6.6 Full Cycle

Full Cycle Bioplastics es una empresa que se centra en la producción de materiales sostenibles y biodegradables para combatir la contaminación por plásticos y fomentar una economía circular. La compañía ha desarrollado una tecnología que convierte los residuos orgánicos en un bioplástico llamado polihidroxialcanoato (PHA) (Full Cycle, s. f.).

La misión de Full Cycle Bioplastics es abordar el problema global de la contaminación por plásticos al proporcionar una alternativa más sostenible y ecológica a los plásticos derivados del petróleo. Su tecnología permite convertir residuos orgánicos, como restos de alimentos, desechos agrícolas y lodos de aguas residuales, en un tipo de plástico biodegradable y compostable.

El proceso de producción de PHA de Full Cycle consta de varias etapas. Primero, los residuos orgánicos se someten a un proceso de pretratamiento para eliminar impurezas y preparar el material para la fermentación. A continuación, los residuos pretratados se mezclan con microorganismos específicos en un reactor de fermentación, donde los microorganismos consumen el material orgánico y lo convierten en PHA, que se acumula en sus células. Después de la fermentación, las células se cosechan y se extrae el PHA. El bioplástico resultante se puede procesar y moldear en una variedad de formas y productos, como envases, bolsas, utensilios y otros artículos.

Full Cycle Bioplastics busca colaborar con empresas, gobiernos y organizaciones que comparten su visión de un futuro más sostenible y libre de plásticos. Al adoptar la tecnología de Full Cycle, estas entidades pueden reducir su huella de carbono y contribuir a la transición hacia una economía circular, donde los residuos se convierten en recursos valiosos en lugar de ser enviados a vertederos o incineradores.

6.7 Bionicraft

Otra empresa que se destaca y enfoca en el desarrollo de materiales sostenibles es Bionicraft, específicamente por el uso de residuos orgánicos que se producen en un ámbito doméstico. La empresa ha desarrollado una tecnología que permite transformar diferentes tipos

de residuos, mezclados con otros componentes como el almidón vegetal y emulsión, en un material listo para ser moldeado mecánicamente.

La tecnología patentada de Bionicraft se basa en la recolección de residuos orgánicos alimenticios, que después pasa por un proceso de triturado y secado, para finalmente moldearse con un sistema especial que dará como resultado una maceta 100% biodegradable y compostable, cuyo uso principal es la germinación de plantas, entre flores y hierbas. Este producto tiene por nombre Alphapot, hecho con restos de comida.

Imagen 6. *Materas modulares diseñadas por Bionicraft*



Nota: Tomada de la página oficial de Bionicraft.

Una de sus principales características, es que usa principios de Ecodiseño en cuanto al uso de conceptos modulares, usabilidad, funciones indicativas, suministro de energía necesaria y un ciclo de vida circular.

Para concluir, es importante resaltar que, dentro de este sector comercial, se busca desde un principio que los materiales incorporen componentes igualmente biodegradables o por lo menos con menos impacto ambiental. Por otro lado, sus propuestas de productos pertenecen a la

sociedad moderna y son claro ejemplo de competencia frente a los productos con materiales tradicionales.

Es importante mencionar que el uso de esta tipología de material está permeando en diferentes categorías de producto, como lo es el sector textil, decorativo funcional, packaging y moda, dejando desde este punto un abanico preliminar de posibilidades para la aplicación de estos materiales a nuevas categorías de producto o incluso descentralizarlas, es decir, ampliar la posibilidades de aplicación de un tipo de material a diferentes categorías de producto, por ejemplo, un textil que pueda ser aplicado en la categoría de mobiliario y también en la categoría de luminaria.

7. Marco Teórico

Este capítulo tiene como propósito sustentar y tomar como base de referencia teórica diferentes planteamientos desde la perspectiva del presente proyecto, donde se expondrán categorías de conocimiento concernientes al desarrollo sostenible, y, adicionalmente, haciendo un énfasis en la exploración de materiales hechos a base de residuos orgánicos. Dichas categorías de conocimiento se basan en definir de manera conceptual y teórica estudios sobre: Economía circular; Ecodiseño; Diseño para la Sostenibilidad; Materiales de Residuos Orgánicos.

Cabe aclarar que los planteamientos descritos a continuación, serán la base fundamental para el desarrollo del capítulo *Diseño de producto*.

7.1 Economía Circular

Como se ha mencionado en el desarrollo del presente proyecto, existe una problemática que se ha extendido a nivel mundial y que claramente es una situación que debe atenderse mancomunadamente, ésta acerca de la crisis ambiental.

Según Ignacio Belda Hériz, en su libro “Economía Circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible”, dado el aumento de las relaciones comerciales entre Estados se ha definido un modelo de sistema de producción y consumo propiciando escenarios insostenibles en el marco del uso de recursos naturales y destrucción de ecosistemas, todo ello debido a este mismo modelo de sistema de producción y consumo humano descontrolado (Belda, 2018).

Este modelo, según lo plantea el autor, maneja una connotación muy “lineal”, donde el proceso de producción, en todas sus etapas, no contempla un aprovechamiento de recursos o un retorno de éstos al sistema productivo. Es por ello por lo que se plantea lo conocido como Economía Circular como un único modelo, hasta ahora, que atiende de manera efectiva los retos ambientales que se presentan hoy por hoy.

Según el autor, la Economía Circular se basa en transformar los sistemas de producción y consumo en un ciclo repetitivo y circular. También puede ser comparado con el concepto “de la cuna a la cuna”, en donde básicamente los recursos, materias primas, energía, entre otros, empleados para la fabricación de objetos y artefactos y después de haber llegado a su fin de vida pueden retornar al inicio del sistema de producción.

Una reflexión bastante interesante para poder entender la Economía Circular desde un punto de vista más cercano y ejemplificado es, que, básicamente la Economía Circular toma como referencia los ciclos biológicos en la naturaleza, donde todos los recursos y organismos mantienen un flujo circular y se integran unos a otros, permitiendo así generar nuevos recursos u optimizar el desarrollo de otros, por ejemplo, cuando nace un árbol y da frutos, éstos sirven para alimentar a otros animales, a su vez, las heces de los animales caen al suelo que sirve como

fertilizante para la propia semilla que se encuentra allí y así iniciar nuevamente un ciclo con el crecimiento de un nuevo árbol.

La Economía Circular busca que los productos tengan la posibilidad de circular dentro del sistema de producción para crear nuevos productos y así no sea necesario extraer nuevamente recursos y disminuya la dependencia de uso de energía no renovables y generación de residuos (Belda, 2018).

Para lograr esto, el modelo de Economía Circular plantea diferentes estrategias que básicamente se basan en las escuelas de pensamiento de la Economía Circular que han surgido con el pasar de los años y que incluso se conocen con otros nombres. Una de ellas, y con la que más se relaciona el presente proyecto, es la teoría conocida como Cradle to Cradle: De la Cuna a la Cuna, desarrollada en el 2002 por el arquitecto estadounidense Bill McDonough y a Michael Braungart, químico, de nacionalidad alemana.

En ella los autores plantean la importancia de diseñar productos pensando en el presente y futuro de los materiales, sabiendo que algunos de ellos retornarán a la biosfera y otros en cambio a la tecnosfera. En esta teoría se plantea que los materiales tecnológicos, como el plástico, el cristal o los metales, deben ser reutilizados, y, por otro lado, los materiales de carácter biológico, como la madera, el algodón, el corcho, entre otros de esta índole, pueden ser compostables y asimismo deben volver a la tierra (Belda, 2018).

El objetivo del modelo que plantea esta teoría radica en cambiar el sistema de producción a través del diseño, definiendo, desde todas las etapas de diseño, la mejor forma para optimizar los recursos y materiales durante y al final de ciclo de vida de un producto, y que éste sirva como materia prima para crear nuevos productos.

Para lograr los alcances de esta estrategia, los autores definen cinco aspectos para tener en cuenta:

- **Ciclo biológico vs. Ciclo tecnológico:** En el diseño de un producto se conciben dos tipos de componentes según los autores, nutrientes biológicos y nutrientes técnicos (tecnológicos). Asimismo, estos nutrientes tienen un ciclo dentro de su desarrollo; metabolismo biológico, que retorna a la biosfera, y el metabolismo técnico que retorna a la tecnosfera. En este punto surge un problema sobre el último metabolismo, pues todos sus componentes son acumulados en vertederos. Ahora bien, lo que plantea Cradle to Cradle: De la Cuna a la Cuna, es lograr una sinergia entre los dos ciclos y que el metabolismo técnico pueda potenciar el metabolismo biológico, por ejemplo, en la producción de materiales biodegradables, que éstos a su vez pueden servir dentro de los ciclos biológicos y también técnicos. Lo importante, entre otras cosas, que descartan los autores para que los dos materiales puedan incorporarse nuevamente en sus ciclos es que no se contaminen entre ellos, para eso es importante tener especial cuidado con agentes químicos tóxicos para la salud y el medio ambiente.
- **Ecoefectividad vs. Ecoeficiencia:** Lo que buscan estos dos principios es minimizar los procesos en donde se aplique el concepto de la cuna a la tumba, permitiendo que los materiales mantengan, en la medida de lo posible, su integridad y así que se reincorporen dentro de los ciclos productivos, viendo los materiales como nuevos recursos y no como residuos. Según los autores, un producto o sistema eco-eficaz, es aquel en donde se piensa en que, primero, los materiales técnicos puedan ofrecerse como un servicio a los clientes, algunos ejemplos pueden ser el alquiler de productos, como es el caso de las motocicletas, bicicletas, lavadoras, entre otras. Todos estos productos pertenecen a su

fabricante, permitiendo así que éste pueda desmontarla, repararla o crear nuevos productos. Y segundo, los materiales que son biológicos, producto de consumo, estén hechos con materiales que sean compatibles y seguros con la biosfera, sin causar ningún tipo de contaminación en la naturaleza.

- **Upcycling vs. Downcycling:** Hace referencia al Supraciclaje e Infraciclaje. El primero se basa en la recuperación de materiales en un gran porcentaje para la creación de nuevos productos, y además y proponer diferentes aplicaciones usando un solo material. El segundo tiene el concepto de reciclar una cantidad limitada de material y usarlo de manera limitada hasta que pierda su calidad.
- **Basura = Alimento:** Este concepto busca repensar el termino de residuos, los autores señalan que es necesario eliminar la noción sobre los residuos y convertirlos en recursos. Existen muchos materiales que no pueden ser reciclados, de origen técnico o biológico, pero sí pueden incorporarse como materia prima a la creación de nuevos recursos. Básicamente los autores plantean que la gran cantidad de basura puede llegar a ser “alimento para nuevos materiales.

Como se ha podido observar, existen diferentes frentes a la hora de aplicar acciones o enfoques que permitan transitar hacia una economía circular teniendo en cuenta su eje principal y característico como lo es la gestión eficiente de los recursos, la materia prima y los residuos. Lo anterior deja en evidencia, la coherencia entre el uso de residuos orgánicos como materia prima y la circularidad que se propone en un modelo económico más sostenible.

7.2 Ecodiseño

Teniendo en cuenta el anterior apartado, es imprescindible tomar como referencia teórica los planteamientos asociados al Ecodiseño y además identificar cómo éstos se relacionan directamente con los conceptos planteados en el desarrollo del presente proyecto, como lo son la estrecha relación que existe entre el Desarrollo Sostenible, la Economía Circular y el Ecodiseño, casi como si uno no pudiese existir sin el otro, donde cada “movimiento” tiene acciones o proyecciones propias a su esencia para que entre sí converjan y lleguen a un mismo objetivo, en este caso enmarcado en los conceptos y nociones sobre el Desarrollo Sostenible.

Ahora bien, en este punto es importante identificar cuáles son estas acciones asociadas al Ecodiseño que permiten tener un enfoque de Desarrollo Sostenible, aplicado al diseño de productos o servicios. Pues podría decirse que, el Ecodiseño es una práctica que propone ciertos aspectos metodológicos donde se encuentra el uso de herramientas y estrategias para la toma de decisiones en términos ambientales en lo que respecta a los procesos de diseño en todas sus etapas.

Dicho lo anterior, se tomará como referencia lo expuesto por los autores Joan Rieradevall y Joan Vinyets en su obra *Ecodiseño y Ecoproductos*. En primer lugar, los autores mencionan tres escenarios en los que se refleja la relación entre los productos o servicios y el medio ambiente, el primero lo llaman *productos aislados del entorno*, que como lo mencionan los autores, son la mayoría de los productos en la actualidad que al momento de ser diseñados no se contempla el impacto ambiental que éstos generan, donde centran sus procesos de diseño de cara al consumo y a un máximo beneficio económico. En el segundo escenario, se encuentran los *productos con maquillaje ambiental*, allí se encuentran los productos que fueron diseñados de igual manera que en el primer escenario, pero por demanda del mercado han debido corregir y

readaptar el diseño original por uno más sostenible, esto con una visión comercial y de marketing. Por último, el tercer escenario, la minoría, *los ecoproductos*, donde en su etapa de diseño se han aplicado y definido estrategias y acciones para reducir el impacto ambiental en el ciclo de vida del producto (Rieradevall Pons & Vinyets Rejón, 1999).

Justamente este último escenario es donde actúan los principios del Ecodiseño, pues éstos se basan, según los autores, en cinco pilares al momento de diseñar o rediseñar un producto, los cuales son:

1. Integración de participación transdisciplinaria; actores con competencias que permita tener un equipo multidisciplinar en las etapas de diseño y el ciclo de vida de producto, tanto internos como externos al proyecto, incorporando todas las reflexiones ambientales de los actores al proyecto.
2. Apropiar el concepto de ciclo de vida de los productos, éstos deben dar cuenta de la definición de una mejora ambiental a lo largo de la vida útil de los productos.
3. Hacer uso de herramientas de análisis de impacto ambiental cualitativa, semicuantitativa y cuantitativa, para determinar en cuáles etapas de diseño o rediseño es viable y factible hacer cambios que se puedan aplicar. Dentro de estas herramientas de análisis se pueden mencionar, por ejemplo, la Valoración de la Estrategia Ambiental del Producto (IVEA), Evaluación del Cambio de Diseño (ECD), Matriz MET, Análisis de Ciclo de Vida (ACV). La elección de cualquiera de las herramientas mencionadas anteriormente dependerá de los recursos económicos, personal cualificado e información ambiental que disponga el proyecto de diseño u empresa.
4. Evaluación de posibles impactos ambientales. Es necesario identificar que las decisiones de mejora que se planteen generan un balance positivo en el ciclo de vida total del

producto o, por otro lado, sólo se hace una transferencia de impacto de una etapa a otra en el ciclo de vida.

5. Proyectar la continuidad de mejora ambiental a los productos, optimizar su gestión ambiental y hacer uso de la tecnología más eficiente disponible.

Teniendo en cuenta los anteriores pilares del Ecodiseño, se desencadena una serie de estrategias que los autores definen como “*decisiones estratégicas del diseñador para favorecer el desarrollo de ecoproductos*”, posicionando estas estrategias mayoritariamente en el proceso de producción, para reducir, en la medida de lo posible, el consumo de energía y material.

Ahora bien, desde una inmersión en los sistemas de producción, los autores plantean las siguientes estrategias que pueden ser tenidas en cuenta dada la naturaleza del producto y donde claramente puedan ser aplicables, tales como:

- Estrategia de diseño para el reciclaje: esta estrategia básicamente se enfoca en pensar en el proceso de eliminación o reciclaje de los materiales que componen el producto. Esta estrategia debe permitir a los diseñadores pensar en los procesos de desmontaje de componentes, separación de materiales y fácil identificación de estos. Esta estrategia busca proyectar todos los escenarios posibles en el fin de vida del producto y tomar decisiones frente a ello, en términos de gestión de residuos.
- Estrategia de rediseño con criterios ambientales: dentro del rediseño de un producto, esta estrategia busca identificar las mejoras ambientales en los productos existentes haciendo uso de herramientas que permitan definir las etapas a las cuales sería importante aplicar cambios.
- Estrategia de diseño primario o reutilización de material reciclado en los productos: este es un enfoque que los diseñadores pueden incorporar, y es el valor cualitativo que puede

llegar a representar el uso de materiales reciclados, que esto per se, hace que el producto tenga una identidad que debe sobresalir por sus cualidades y calidad.

- Estrategia de valor estético de los productos realizados con materiales reciclados: esta estrategia se relaciona con la anterior, en la medida en que el diseñador debe generar una identidad propia a la materia prima reciclada. Esta identidad debe proyectarse en el producto y asimismo generar una revalorización a la nueva materia prima, dejando atrás la idea de que los materiales reciclados no son de calidad. Es importante que el diseñador maneje un lenguaje y comunicación dentro del producto que deje en evidencia las características táctiles, expresivas, cromáticas, entre otras, de los nuevos materiales reciclados que se proponen para su aplicación. De esta manera puede ser posible darle una identidad estética al producto y un valor de sensibilidad.
- Estrategia de diseño de productos de ciclo de vida largo: tomar decisiones sobre esta estrategia es una de las más retadoras. En primer lugar, cuando se habla de un ciclo de vida mas largo, es importante que el diseñador piense en la forma de reparación y mantenimiento del producto, lo práctico y fácil de usar, la cantidad de componentes que puede llegar a tener, entre otras de esta misma índole. Sin embargo, no sólo esto es suficiente para que un producto pueda llegar a tener una larga vida de uso, el reto más importante en este caso es que el producto pueda superar las tendencias o modas efímeras del momento, que no sea desechado por estos motivos, sino que en cambio pueda adaptarse o proyectarse a situaciones que lo requieran. A esto los autores lo llaman como la forma en que los “productos perduren en un aspecto cultural a lo largo del tiempo” (Rieradevall Pons & Vinyets Rejón, 1999).

Otra de las actividades importantes en el proceso de diseño de un ecoproducto, y como se ha mencionado anteriormente, es el uso de herramientas que permitan identificar las mejoras ambientales, éstas en cada una de las etapas del proceso de diseño y en cada etapa se proponen diferentes acciones. Para mayor entendimiento, a continuación, se presenta la tabla 2.5 expuesta en el libro de referencia.

Tabla 4. *Ecohuella del producto. Estrategias y acciones de mejora ambiental en las distintas etapas del ciclo de vida de un producto.*

Mejoras en concepto de producto	Selección de materiales menos impactantes	Reducción del impacto del proceso de producción	Disminución del impacto de la distribución	Mejora en el uso del producto	Minimización del impacto; su eliminación
Desmaterialización	Eliminación de compuestos tóxicos	Ahorro de energía y uso de energía renovable	Reducción en el peso y volumen de los envases	Utilización de energías renovables	Reutilización del producto o de sus componentes
Multifunción	Recursos renovables	Reducción de residuos	Utilización de materiales reciclados de los envases	Minimización del consumo de energía	Reciclaje
Eficiencia	Bajo contenido energético	Reducción de etapas	Reutilización de los envases	Reducción del consumo de recursos	Valoración energética
Optimización funcional	Reciclables	Mejoras de mantenimiento	Reducción del consumo de energía en el transporte	Reducción de emisiones	
	Reducción de peso y volumen		Rediseño de la logística de la distribución de los productos para reducir el consumo de energía	Durabilidad	
				Mantenimiento y reparación	
				Estructura modular	

Nota: Tabla tomada del libro Ecodiseño y Ecoproductos, (Rieradevall Pons & Vinyets Rejón, 1999)

Ahora bien, a lo que el presente proyecto respecta, se realizará de manera generaliza las actividades planteadas por cada etapa haciendo hincapié en el uso de materiales reciclados y aprovechamiento de recursos.

Para este momento, se han expuesto importantes planteamientos relacionados con el presente proyecto, en el marco de la optimización de materiales, reciclaje, tipos de material, cantidad de componentes (peso), entre otros, lo que sugiere claramente la viabilidad sobre el uso de materiales a base de residuos orgánicos, que con base en lo anterior, dan cuenta que es una estrategia valiosa para su aplicación en el diseño o rediseño de un ecoproducto, relacionándose directamente con el uso de materiales reciclados y orgánicos, y, por otro lado, con la reducción de uso de recursos como materia prima y energía, entre otras estrategias.

7.3 Diseño para la Sostenibilidad

Como se ha mencionado anteriormente, con el paso del tiempo se hace cada vez más necesario, y claramente notorio, desarrollar estrategias que permitan de manera integral satisfacer las necesidades del planeta y cualquier representación de vida que exista en ella. En ese sentido podríamos partir de la siguiente pregunta ¿cuáles son esas necesidades?

Principalmente, si hablamos en términos de necesidad universal, podría decirse que ésta surge a partir de toda aquella manifestación física, biológica o química en la vida que representa un cambio negativo a su estado natural.

Ahora bien, los seres humanos han tenido un papel protagónico a la hora de deformar aspectos esenciales de la naturaleza dentro del ecosistema en el que se habita sin importar que esto, per se, representa un atentado para sí mismos. Todo esto hay que aludirlo también a la gran sociedad moderna en la que vivimos en la que no solo se pretenden atender a necesidades humanas, sino también a deseos o carencias, posicionándose, el humano, en el centro del todo, excluyendo otras representaciones de vida. Justo allí es donde por muchos años hemos exagerado con el uso desmedido de recursos, industrializando cuanto producto parezca atractivo y “único”, fomentando el capitalismo e implementando modelos de negocio que no resultan nada sostenibles.

Actualmente existe una gran oportunidad, a través del desarrollo y diseño sostenible, de equilibrar los procesos de producción y el uso de materias primas para atender a las necesidades del planeta, siendo este el que realmente debe permanecer en el centro, como eje fundamental e imprescindible para la incorporación de nuevas estrategias y métodos producción en cualquier sector.

Para este punto es necesario retomar los planteamientos iniciales sobre sostenibilidad, en donde según el informe Bruntland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente de las Naciones Unidas, éstos se basan en atender a las necesidades del presente sin afectar de ninguna manera a las generaciones del futuro. Adicionalmente, para lograr aplicar el desarrollo sostenible en cualquier sector, es necesario adoptar tres pilares que lo fundamentan; el económico, el social y el ambiental. (ONU)

Sobre lo que expresan los autores Gerald Jonker y Jan Harmsen en su libro *Ingeniería para la Sostenibilidad*, existen diferentes perspectivas a cerca del concepto de Sostenibilidad, sin embargo, sus definiciones están orientadas a un aspecto en común, que básicamente se trata de

reducir el uso e impacto de sustancias nocivas para el medio ambiente, de una manera que resulte rentable económicamente y deseable socialmente. Ahora bien, cuando se habla del Diseño Sostenible, se toma como bases fundamentales aspectos sociales, culturales y económicos, haciendo además un énfasis en un cuarto aspecto que es el de precaución, enteramente relacionado con el medio ambiente. (Jonker & Harmsen, 2013)

Una descripción de sostenibilidad, citando a *Sustainability Design Ethics*, puede ser “*La sostenibilidad es al fin y al cabo una forma de llevar a cabo una actividad económica sensata desde el punto de vista medio ambiental para obtener los resultados socialmente aceptados*”. Adicional a lo anterior, las prácticas humanas no deben sacrificar la capacidad de ser una sociedad autosostenible en las generaciones del presente y del futuro (2009).

Ahora bien, el diseño sostenible, según referencian los autores, se puede describir como “*sin comprometer criterios de diseño normales tales como costes, apariencia y calidad, se deben tener en cuenta todos los impactos medioambientales que resultan de un diseño a lo largo de su ciclo de vida completo, incluyendo el bienestar social y económico, la ética y el medio ambiente*”. (Jonker & Harmsen, 2013)

Teniendo en cuenta las percepciones sobre desarrollo y diseño sostenible, es necesario centrarse, al igual que en el capítulo de *Ecodiseño*, en identificar las acciones, herramientas o métodos que permiten llegar a aplicar el diseño sostenible. Para ello, se tomará como referencia lo expuesto por el equipo de investigación de *Design for Sustainability – A step by step Approach*, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, donde allí se toma como punto de referencia los principios del Ecodiseño en 1990 y los conceptos sobre los productos sostenibles, dejando ver la trayectoria que estos conceptos han tomado dentro de la sociedad y asimismo su evolución, dichos cambios relacionados con aspectos de economía

mundial, métodos de producción, globalización, entre otros, que han mantenido en constante evolución los términos de Ecodiseño y Sostenibilidad.

Además de lo anterior, la publicación toma como marco general los pilares de sociedad, economía y medio ambiente, haciendo hincapié en la importancia de transformar los procesos de producción por parte de las empresas y consumo por parte de los usuarios, concluyendo, en primera instancia, en la importancia de obtener un equilibrio social. Es allí donde se los autores plantean que el Diseño para la Sostenibilidad D4S es un enfoque empresarial en donde se vela por cuidar los intereses y necesidades de los tres pilares que fundamentan la sustentabilidad; humano, ambiental y económico, llamados por el D4S; personas, planeta y ganancias. Adicionalmente, se menciona la importancia de relacionar dichos pilares con la expectativa social, la distribución homogénea de valor y la capacidad de carga de los ecosistemas (UNEP, 2009).

El D4S hace una recopilación de aspectos esenciales para pensar en el diseño de productos sostenible. Adicionalmente se encarga de orientar y brindar herramientas para poner en práctica. Podría decirse que el D4S maneja su propio proceso de diseño para que los diseñadores realmente puedan aplicar su método. En primera instancia inician con una etapa de “sensibilización”, por así decirlo, mencionando la importancia de la sostenibilidad en el diseño de productos y asimismo describiendo los desafíos y oportunidades asociados con el diseño sostenible.

Esto puede dar como resultado empatía por parte del diseñador hacia el diseño de un nuevo producto, cosa que posteriormente le permitirá comprender los impactos ambientales y sociales de los productos existentes, así como tener una un panorama del Análisis del Ciclo de

Vida ACV que le permitirán identificar áreas de mejora y puntos críticos en el diseño de productos.

Ahora bien, una vez identificados los elementos que pueden ser objeto de rediseño o de mejoras, el D4S propone el uso de una serie de herramientas que incorporan los principios de la sostenibilidad en los procesos de diseño, por ejemplo, los *Enfoques D4S* del cual se hablará en el capítulo de Diseño de producto.

Estos enfoques D4S permiten al diseñador dirigir y delimitar el alcance de su proyecto de diseño, orientándolo hacia uno o más enfoques que propone el D4S. La elección de estos enfoques dependerá de la naturaleza del proyecto y asimismo las capacidades financieras que tenga la empresa o diseñador al momento de incorporar alguno de éstos, los cuales son:

- Uso de materiales en los productos
- El uso de recursos para y por el producto
- Cuestiones sociales y éticas en la producción, distribución del uso
- Tiempo de vida del producto y recuperación al final de la vida útil
- Innovación y nuevas estrategias de producto

Cada uno de estos enfoques cuestiona al diseñador de cara a pensar en cambios en el diseño de sus productos y retomando principios de ecodiseño que deben ser tenidos en cuenta para que el producto sea sostenible.

Este documento, impulsado por el PNUMA, sin duda es una valiosa guía para los diseñadores y profesionales que deseen incorporar la sostenibilidad en el proceso de diseño de productos. Proporciona un marco claro y práctico para abordar los desafíos y aprovechar las

oportunidades para crear productos que sean funcionales, estéticamente atractivos y sostenibles a lo largo de su ciclo de vida.

7.4 Materiales de Residuos Orgánicos

De acuerdo con los apartados anteriores y al interés por encontrar materiales que impacten significativamente, de manera positiva, el medio ambiente y el desarrollo sostenible, el presente apartado pretende indagar sobre los estudios existentes y evolución de los mismos ante dicha tipología de material (residuos orgánicos), permitiendo identificar además procesos de fabricación y comercialización, entre otros aspectos que pueden ayudar a vislumbrar una posible aplicación dentro del panorama de la crisis climática.

Además de lo anterior, en este apartado se expondrán puntualmente materiales con una carga proveniente de residuos orgánicos sus características, de acuerdo con la información proporcionada por el proveedor. Esto a su vez permitirá definir, dentro del capítulo Diseño de Producto, el material idóneo para el desarrollo del producto, teniendo en cuenta la narrativa del Ecodiseño, Economía Circular y Desarrollo Sostenible.

7.4.1 Filamentos - Modelado por Deposición Fundida (FDM)

Dentro de la gama de presentación de materiales se encuentra la usada para el sector de la impresión 3D, específicamente tomando como base el Ácido Poliláctico PLA con un porcentaje de carga de diferentes residuos orgánicos. A continuación, se muestra una tabla con dichos filamentos y sus características principales.

En este caso, la empresa Smart Materials 3D ha venido desarrollando iniciativas como lo son Smartfil, cuyo propósito es el estudio y la fabricación de filamentos para impresiones en 3D. En Smartfil se presenta una línea de filamentos sostenibles que aseguran ser biodegradables y

compostables. Este filamento es obtenido por una matriz polimérica y una carga proveniente de residuos orgánicos como son el hueso de aceituna, la madera de pino y la concha de ostras. Otra iniciativa se basa en reducir, reutilizar y reciclar a través del proyecto Smart Cycle, diseñando modelos circulares donde su énfasis hace parte de un propio sistema de reciclaje de carretes de filamento de impresión, especificando veinte puntos de recogida de carretes distribuidos en, que por las características normales en las que se dan los procesos de impresión en 3D, son carretes muy óptimos para su reutilización y reciclaje, esto a su vez permitiendo reducir el gasto energético y de material para la fabricación de carretes (Smart Materials 3D, s. f.).



Nota: Imagen tomada Smart Materials 3D

El esquema de esta línea de productos se basa las siguientes fases:

1. Selección de la materia prima base: en este caso se toma como material base el Ácido Polilático (PLA) reciclado, biodegradable, reciclable y compostable.
2. Selección del residuo orgánico: proceso de reutilización de residuo o también llamado subproducto.
3. Proceso de Compounding: mezcla de materias primas por medio de extrusión – granulación para obtener el nuevo material.
4. Nuevo filamento: se obtiene el material que será objeto de estudio.

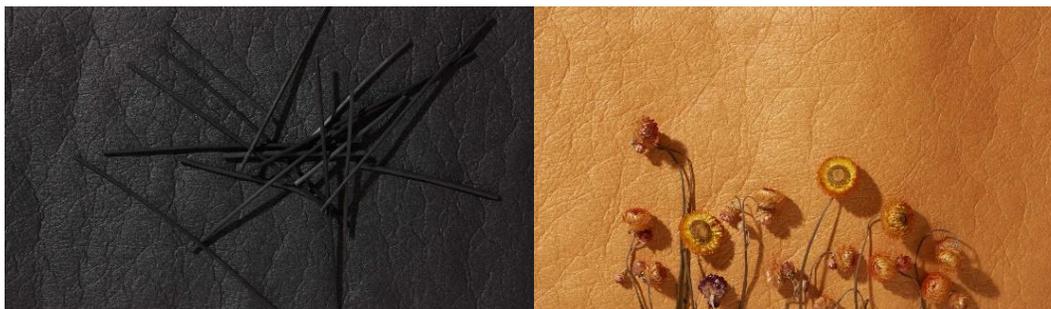
5. Definición: se define técnicamente parámetros que permitan un correcto uso del material.
6. Caracterización: pruebas físicas, mecánicas, químicas y térmicas del material.
7. Informe final: presentación de todos los hallazgos relevantes obtenidos en el desarrollo de cada fase, a modo de resultados y análisis.
8. Producto final: el nuevo filamento está listo para ser comercializado cumpliendo los estándares de calidad y sostenibilidad.

7.4.2 *Ananas Anam*

Ananas Anam es una empresa que se ha encargado de estudiar y desarrollar materiales con el uso de residuos orgánicos como lo es la fibra de las hojas de planta de la piña durante su cosecha. Dicha empresa ha lanzado comercialmente dos propuestas de material en el sector textil, Piñatex ® representado como cuero, y Piñayarn ®, un hilo 100% de origen vegetal, promoviendo así, en este sector, la posibilidad de reducir el impacto ambiental (*Ananas Anam*, 2022).

Ante la demanda del cuero, que según Ananas Anam su producción resulta ser un proceso complejo a la hora de modificar su estado natural para convertirlo en más duradero y por consiguiente más tóxico, la empresa ha desarrollado un material Piñatex ® con características muy similares, en términos estructurales, pero claramente más sostenible, sin la necesidad de agregar productos químicos nocivos para el ambiente. Caso contrario a la fabricación del cuero de origen animal.

Imagen 7. *Textiles de apariencia de cuero hecho por Ananas Anam.*



Nota: Imagen tomada de la página oficial de Ananas Anam

Otras alternativas con las que se puede comparar Piñatex ® son los cueros sintéticos como los fabricados con Cloruro de Polivinilo (PVC), ya que éstos son emanados toxicidades durante el proceso de producción, así como para su proceso de desecho o fin de vida.

El material Piñatex ® atiende a muchas de las problemáticas en el sector textil siendo éste de origen sostenible, tomando como materia prima un subproducto, y con un proceso de producción con un bajo consumo de agua y adicionalmente que no contiene productos químicos nocivos ni productos de origen animales (*Ananas Anam, 2022*).

7.4.3 Micelio

Como se mencionó anteriormente en el capítulo de Antecedentes, el micelio actualmente está tomando gran relevancia en sus aplicaciones desde diferentes perspectivas. Dada su versatilidad ha sido posible sumergir este componente de la naturaleza en aspectos que se relacionan directamente con el ser humano y lo que éste consume, desde embalaje hasta productos alimenticios.

Es por lo anterior que en este apartado abordaremos más a profundidad dicho material y las diferentes formas de obtenerlo a nivel comercial basándonos en algunas empresas, adicionalmente en la presentación y aplicación de este.

Como primera medida es importante mencionar que el micelio es un componente natural derivado de hongos que se produce bajo cuidados especiales de la naturaleza y en este caso por intervención humana, propiciando un escenario óptimo para que surja el micelio, tales como, el control de la humedad, la luz, el agua y el sustrato, este último siendo la materia orgánica en la cual se iniciaría el cultivo del micelio, que como ya se dijo anteriormente, puede ser aserrín, bagazo de caña, piña, entre muchos otras fibras y materiales. El tiempo de proceso de este cultivo puede oscilar entre dos a tres semanas para que el cultivo esté completamente desarrollado dentro del sustrato.

En el sector comercial existen diferentes tipos de presentación del micelio o incluso de elementos por separado, como herramientas, para el inicio de su cultivo e incluso cosecha de nuevos hongos.

A continuación, se presentarán estas tipologías y su característica teniendo en cuenta diferentes proveedores:

Tabla 5. *Tipos de material obtenidos a partir del micelio por diferentes empresas*

<p>Temycor</p> <p>Materia prima</p>	
--	--

Mushroom Packaging

Embalaje ya terminado con forma definida

**Forager**

Textil similar al cuero



7.4.4 AIMPLAS

Esta es una empresa tecnológica cuya experiencia se relaciona al desarrollo de materiales para la industria del plástico. Está ubicada en España, Valencia y cuenta con más de 30 años de experiencia en el sector ofreciendo diferentes servicios, como análisis y ensayos de laboratorio, formación y gestión de proyectos de I+D+i (AIMPLAS, 2022).

Uno de los proyectos en los que AIMPLAS ha trabajado es en el desarrollo de un film plástico a partir de residuos de café. Este film plástico se fabrica utilizando la borra del café, que se recupera después de la extracción del café, y se mezcla con polímeros termoplásticos para producir un material que tiene propiedades similares a las del plástico convencional.

Imagen 8. Film hecho a partir de residuos de café por AIMPLAS



Nota: Imagen tomada de la página oficial de AIMPLAS

El film plástico a base de residuos de café que AIMPLAS ha desarrollado tiene varias ventajas ambientales en comparación con los plásticos convencionales. En primer lugar, utiliza residuos de café como materia prima, lo que reduce la cantidad de residuos que se envían a los vertederos. En segundo lugar, el film plástico es biodegradable, lo que significa que puede ser descompuesto por microorganismos en un período relativamente corto de tiempo, lo que reduce su impacto ambiental (AIMPLAS, 2022).

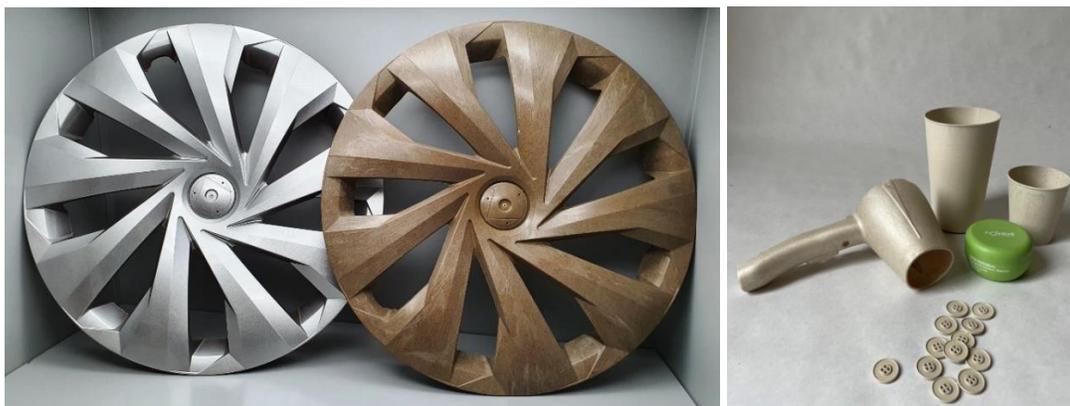
Además de sus ventajas ambientales, este film tiene propiedades físicas versátiles como la resistencia al agua, la capacidad de sellado y su flexibilidad. Estas propiedades lo hacen adecuado para una variedad de aplicaciones, incluyendo envases de alimentos y bebidas, bolsas de compras y otros productos similares que por lo general son de un solo uso.

7.4.5 *Oryzite*

Esta empresa se dedica a la producción y comercialización de productos hechos materiales a base de la cáscara de arroz. Oryzite ha desarrollado tecnologías para incorporar la cáscara de arroz en diferentes tipos de compuestos termoplásticos aprovechando en gran medida este residuo agrícola, hasta un 85% (Orizita, s. f.).

La cáscara de arroz, subproducto de la industria arrocera, es una fuente abundante y renovable en diferentes partes del mundo por lo que resulta muy conveniente y valioso su uso para la fabricación de diversos productos sostenibles, tal como lo hace esta empresa en la producción de envases, vasos, perchas, palillos para comida china, carcasas, entre otros.

Imagen 9. *Aplicación de material a base de cascarilla de arroz a productos.*



Nota: Imagen tomado de la página oficial de Oryzite.

Mediante su enfoque con el uso de residuos agrícolas y la contribución con el medio ambiente, la empresa busca promover y aplicar la economía circular y reducir el impacto ambiental relacionado con la producción y aprovechamiento de residuos.

La empresa Oryzite se distingue por su compromiso con la sostenibilidad en todas las etapas de producción. Además de utilizar una materia prima renovable y local, sus procesos de fabricación son eficientes en el uso de recursos y minimizan la generación de residuos.

Podría decirse que los pilares de esta empresa se basan en su compromiso con la sostenibilidad en cada fase de producción y, además en usar materia prima renovable y seguramente local, sus procesos de fabricación muestran un bajo porcentaje de uso de recursos (energía y agua) y adicionalmente la reducción de residuos.

8. Metodología

El presente capítulo tiene como objetivo exponer la metodología de investigación *Exploratoria y Aplicada* adoptadas para el desarrollo del proyecto. Estas dos metodologías ofrecen enfoques complementarios que permiten abordar los objetivos planteados, adaptando también estas metodologías a la naturaleza y alcance del proyecto.

En primer lugar, la metodología exploratoria según lo indica el autor Roberto Hernández Sampieri en su libro *Metodología de la Investigación*, se emplea para explorar un área temática o problema en particular poco estudiado o novedoso a fin de que el investigador incremente sus conocimientos e información sobre el tema. Su principal objetivo es identificar conceptos relacionados con el objeto de estudio y alcanzar un panorama general que le permita trazar una ruta para definir acciones, hipótesis, nuevas investigaciones, entre otras.

Este tipo de investigación o estudios exploratorios permiten familiarice con fenómenos que aparentemente pueden ser inexplorados o que no hay mucha información al respecto. Justamente este tipo de estudio permite obtener información que puede sugerir investigaciones más completas para un escenario en particular, además de indagar e identificar nuevos

conceptos, problemas, afirmaciones, entre otras que permitan ampliar la investigación (Hernández Sampieri et al., 2014).

Para este proyecto, se identificó información relacionada con el aprovechamiento de residuos orgánicos, cómo éste contribuye al medio ambiente y cual es el su papel dentro del sector comercial, por ejemplo, empresas que comercializan este tipo de materiales, la presentación o formato en que se vende, aplicaciones en productos, entre otras. Asimismo, este estudio permitió explorar el comportamiento de este tipo de materiales haciendo uso de impresoras 3d.

Ahora bien, este proyecto puede permitir diferentes frentes de investigación, unas de ellas pueden llegar a ser un listado completo de residuos pre y post agroindustriales, o, por otro lado, una caracterización de todos estos residuos a fin de encontrar similitudes en términos químicos para la creación de nuevos materiales, tipos de presentación de estos materiales, uso de diferentes tecnologías, aplicación de estos materiales en otras categorías de producto, entre muchas otras variables que se pueden llegar a proponer un estudio exploratorio con dicho objeto de estudio.

Según el autor, estos estudios, en su mayoría, se centran en identificar tendencias, áreas, entornos, contextos y situaciones de estudio, así como posibles relaciones entre variables. Además, establecen el marco para investigaciones más desarrolladas en el futuro. Estos estudios pueden llegar a ser más flexibles, en términos de metodología, si se compara con los estudios descriptivos, correlacionales o explicativos, en cambio su alcance es más amplio y no tiene una secuencia lineal de investigación, es por esto por lo que tiende a ser más disperso (Hernández Sampieri et al., 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, existen diferentes métodos para realizar un estudio exploratorio, el primero se basa en la revisión bibliográfica, entrevistas exploratorias, análisis de datos cualitativos y análisis de información de manera inductiva. A través de este tipo de estudio un poco más abierto y flexible, la metodología exploratoria permite al investigador adentrarse en el campo de estudio y descubrir nuevas perspectivas y conceptos.

Por otro lado, una vez realizada la investigación exploratoria, la investigación aplicada cobra sentido al enfocarse en la aplicación de los conocimientos obtenidos. Esta aplicación se puede lograr definiendo previamente una estructura con información cuantitativa o cualitativa.

Según la autora Yaniris Rodríguez en su obra *Metodología de la Investigación - Enfoque por competencias DGB*, la investigación aplicada busca resolver problemas desde la práctica, y, como se ha dicho anteriormente, su objetivo es encontrar conocimientos que posteriormente puedan servir para resolver un problema definido.

Este tipo de investigación es usada comúnmente para resolver problemas del día a día, por lo que el proceso de investigación resulta ser flexible y a la vez empírico, en términos de protocolos. Algunos ejemplos que menciona el autor pueden ser optimizar la producción de un cultivo, curar enfermedades específicas u optimizar el uso de energía en establecimientos (Rodríguez, 2020).

La combinación de la metodología exploratoria y aplicada en este estudio puede proporcionar una perspectiva integral y complementaria para abordar los objetivos propuestos en el presente proyecto en donde se enfatiza en el uso y aplicación de una tipología de material a una categoría de producto. Así pues, la fase exploratoria permite identificar variables clave, establecer relaciones preliminares y generar conocimiento nuevo, mientras que la fase aplicada

busca poner en práctica estos conocimientos y validar su relevancia y aplicabilidad en situaciones reales como lo es en este caso la aplicación de materiales hechos a partir de residuos orgánicos.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo que sugiere cada tipo de investigación, a continuación, se describen las acciones realizadas con respecto al presente proyecto.

Como primera medida fue imprescindible buscar todo tipo de información sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos, siendo este uno de los temas principales del proyecto. Con esta búsqueda se pretende identificar qué tipo de materiales existen y cuáles podrían llegar a ser las características de los residuos orgánicos a la hora de poder desarrollar un nuevo material. Cabe recalcar que la información encontrada no tenía un gran alcance en términos científicos que permitiera definir parámetros para la creación de nuevos materiales con carga orgánica.

Por otro lado, esta etapa exploratoria también permitió identificar algunos sectores comerciales en donde se propone el uso de esta tipología de materiales como se puede ver en el capítulo de antecedentes.

Una vez concluida la etapa de exploración, la búsqueda de información se centró en definir los puntos de convergencia entre las teorías y principios del Ecodiseño, la Economía Circular y el Desarrollo Sostenible, y el uso de materiales hechos a partir de residuos orgánicos.

Ahora bien, teniendo un marco de referencia sobre la relación existente entre todos los elementos que componen este proyecto, se hace preciso establecer vínculos colaborativos con empresas que sean expertas en la materia de la creación de materiales, para la etapa de uso y aplicación de materiales de residuos orgánicos al diseño de productos. Todo lo expuesto en los

capítulos de Antecedentes y Marco teórico, fueron de vital importancia para identificar las empresas que pueden apoyar en el presente proyecto.

Para este punto y teniendo definido el proveedor de suministros de materiales, y, por consiguiente, el tipo y presentación de material que serían suministrados fue preciso delimitar el alcance en términos de propuestas de diseño y aplicación del material. Lo anterior, expuesto de manera más detallada en los capítulos de *Delimitación y Diseño de Producto*.

9. Diseño de Producto

Para el presente proyecto se tomará como referencia lo expuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en su modelo metodológico llamado D4S (Design for Sustainability). El método D4S fue creado especialmente para las empresas que quieran dar un paso hacia la sostenibilidad con el diseño de sus productos, éste se basa en la integración de criterios de sostenibilidad en todas las etapas del proceso de diseño de productos. Su objetivo es asegurar que los productos sean diseñados considerando, no solo su funcionalidad y estética, sino también, su impacto ambiental, social y económico a lo largo de su ciclo de vida (UNEP, 2009)

Ahora bien, este modelo de diseño sostenible plantea un inicio rápido para desarrollar prácticas piloto en el marco del diseño o rediseño de productos, definiendo así nueve pasos a seguir.

Ahora bien, en lo que respecta el presente proyecto, los pasos que se tomaron como referencia para el proceso de diseño no fueron implementados fielmente a lo que sugiere el método D4S, en cambio fueron usados como punto de partida para diseñar una línea de productos de lámparas aplicando el material a base de residuos orgánicos. Este método en sí

mismo aconseja adaptarse de acuerdo con las necesidades y objetivos del proyecto, en consecuencia de ello, las etapas desarrolladas son las siguientes:

1. Seleccionar un producto.
2. Preparar un dossier del producto.
3. Revisar el mercado del producto, en términos de problemas ambientales y sociales.
4. Reflexionar sobre el producto a la luz de una lista de enfoques D4S.
5. Definir los objetivos de mejora y enfoques de diseño del producto.
6. Conceptos de rediseño.

En el documento, en cada una de estas etapas se plantean actividades y herramientas necesarias para la toma de decisiones con respecto al diseño de un producto sostenible. Allí se encuentran herramientas como enfoques D4S, áreas de impacto ambiental, áreas de impacto social, entre otras (UNEP, 2009).

9.1 Selección del Producto

Como se mencionó y justificó en el capítulo de *Delimitación*, la categoría de producto seleccionada es **luminaria**, asimismo, el formato de material con el cual se realizarán las aplicaciones será de bobinas de filamento de 1.75mm, lo cual permite delimitar aún más sus aplicaciones en dicha categoría de producto, teniendo un alcance volumétrico de menos de 30 centímetros cúbicos por pieza, dadas las características de la tecnología usada para el desarrollo de los productos, en este caso, impresoras 3D de la marca Zortrax.

9.2 Preparar un Dossier del Producto

En esta etapa se busca recopilar información de todo tipo que implique el diseño y fabricación de luminarias. Para esto, es necesario partir de una exploración de los tipos de

luminarias que hoy por hoy se pueden ver en el mercado, y de esta manera identificar qué tipo de luminaria podría desarrollar de cara al presente proyecto.

Así pues, a continuación, se expone de manera muy sucinta las variedades de luminarias según la empresa Iluxiform¹ y sus respectivos usos:

- **Lámparas de pie:** estas lámparas se caracterizan por tener una estructura que le permite tener cierta altura con respecto al suelo. Por lo general se suelen usar en espacios abiertos o en habitaciones que tengan un área considerable. Dentro de esta categoría se puede diferenciar también sus aplicaciones, para uso de lectura y decorativa o ambientales. Para el primer caso, las lámparas para lectura cuentan con un sistema que permite modificar la proyección de la luz, a través de brazos o el diseño de la estructura en sí misma. Por otro lado, las lámparas de ambiente, suelen tener una luz téneu y su uso principal es agregar un foco decorativo y de ambiente en el espacio donde se sitúe, brindando además sensaciones de relajación e intimidad.

¹ (Conoce todos los tipos de lámpara y sus principales usos - Iluxiform | Tienda Lámparas de diseño, s. f.)

Imagen 10. *Ejemplo de lámparas de pie*



Nota: Imágenes tomadas de Iluxiform.

- **Lámparas de sobremesa:** estas mesas son diseñadas para estar encima de un mueble, escritorio o mesa auxiliar. Al igual que la anterior categoría, este tipo de lámpara también tiene dos usos, en este caso, las lámparas que están en escritorios tienen movilidad en su estructura para proyectar la luz a diferentes ángulos, a su vez, esta luz es mucho más potente, esto permite ajustarse a las necesidades del trabajo que se desarrolle en el escritorio.

Para el caso de las lámparas de ambiente, éstas se ponen encima de muebles o mesas auxiliares y su luz es más tenue, siendo un foco de iluminación secundario. En los dos casos las formas y los materiales son muy variados para el diseño de este tipo de lámparas. Un matiz de este tipo de lámparas son las de mesa de noche, para su diseño es muy importante identificar el uso que se le quiere dar, si de ambiente o de lectura, asimismo, es necesario conocer algunas medidas relacionadas con la cama, el encendido y apagado de la lámpara, la regulación de la luz, entre otros.

Imagen 11. *Ejemplo de lámparas de sobremesa.*



Nota: Imágenes tomadas de Iluxiform.

- **Lámparas colgantes:** estas lámparas suelen ser en punto de atención de un espacio y suelen ubicarse en espacios amplios como salas, comedores o cocinas. Actualmente también es visto usarlas en dormitorios o escaleras en proporciones más pequeñas. Los aspectos para tener en cuenta con el diseño de una lámpara de este tipo, es la altura en la que se quiere situar la lámpara y asimismo el cable de conexión, esto lleva también a definir de qué material estará hecho para conocer su peso y luego el sistema de sujeción. La potencia de la luz estará sujeta a las necesidades del espacio.

Imagen 12. *Ejemplo de lámparas de sobremesa.*



Nota: Imágenes tomadas de Iluxiform.

- **Plafones:** los plafones son muy usados en la actualidad como fuente primaria de iluminación en alturas reducidas, éstas son instaladas directamente en el techo y también pueden ofrecer una luz tenue o difusa. También es necesario saber qué tipo de material se fabricará y el espacio en donde será instalado, pues con esta información se pueden definir aspectos como el tamaño del plafón y su resistencia ante diferentes ambientes, por ejemplo, la humedad.

Imagen 13. *Ejemplo de lámparas plafones.*



Nota: Imagen tomadas de Iluxiform.

- **Apliques de pared:** este tipo de lámpara se instala directamente en la pared, por lo que es necesario incrustar el cableado. Usualmente la aplicación de estas lámparas se da en pasillos, escaleras o espacios que no tengan luz natural. Al igual que los demás tipos de lámparas, depende de su uso para definir qué tipo de luz se pondrá. Este tipo de lámpara también es usado en el concepto de mesa de noche, cuando el espacio del dormitorio es pequeño.

Imagen 14. *Ejemplo de lámparas plafones.*



Nota: Imágenes tomadas de Iluxiform.

- **Lámparas portátiles:** según Iluxiform este tipo de lámparas ha revolucionado el sector luminario, pues con sus diseños y concepto, pueden transportarse de un lugar a otro sin necesidad de conectarse a ninguna fuente eléctrica. Generalmente estas lámparas se basan en diseños ya existentes, adaptándolos a una nueva funcionalidad y es la portabilidad.

Imagen 15. *Ejemplo de lámparas plafones.*

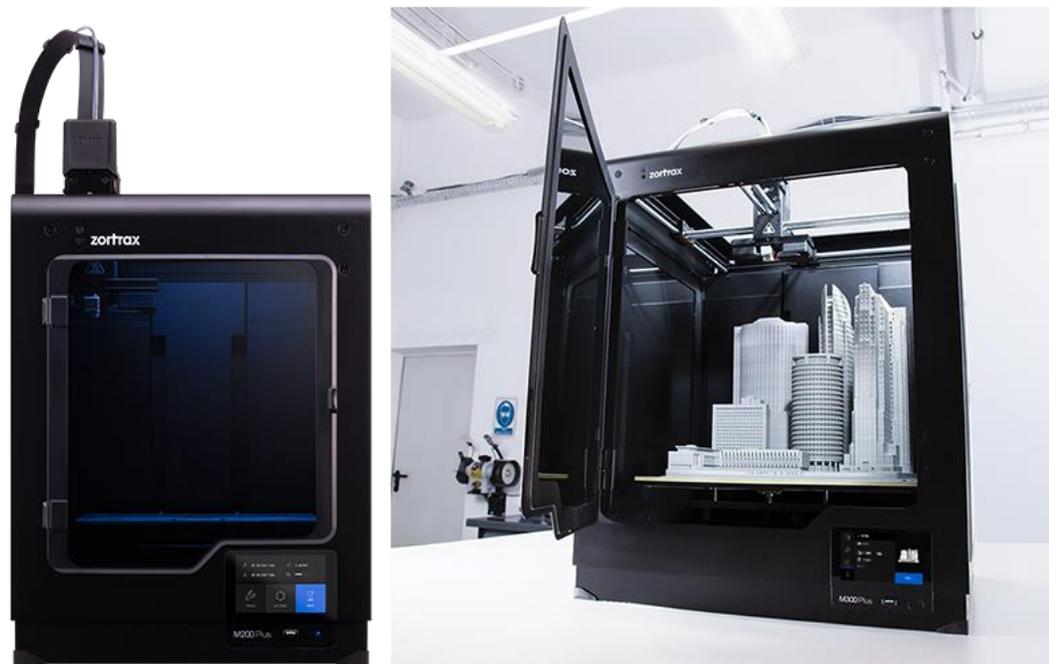


Nota: Imágenes tomadas de Iluxiform.

Grosso modo, lo anterior es una recopilación de información valiosa para continuar con la definición y delimitación de esta categoría de producto. Conociendo hasta ahora los tipos de lámparas, es ahora necesario identificar cuáles son los procesos de fabricación más comunes usados dentro de este sector y asimismo los materiales empleados.

Ahora bien, teniendo en cuenta el concepto que tiene cada uno de los tipos de lámparas y sus diferentes aplicaciones, es momento de definir, de acuerdo con el alcance del presente proyecto, el tipo de lámpara que será objeto de estudio y diseño, para la aplicación del material mencionado anteriormente. Para esto también hay que tener presente la factibilidad en términos tecnológicos en la que se pueden hacer los prototipos, ésta siendo en impresión 3d con una capacidad de impresión de 20 y 30 centímetros cúbicos en las impresoras que se relacionan a continuación:

Imagen 15. *Impresoras 3D marca Zortrax de referencia 200 Plus y 300 Plus.*



Nota: Imágenes tomadas de la página oficial de Zortrax.

Con estas proporciones y con el ánimo de no exagerar en número de piezas que vayan a conformar las lámparas, se decide finalmente **escoger la tipología de lámpara de sobremesa.**

Como se expuso anteriormente, este tipo de lámpara puede aplicarse para ambientar un espacio o para proporcionar focos de luz intensos en un espacio de lectura o trabajo.

Imagen 16. *Moodboard de referencias para la propuesta de diseño de producto.*



Nota: Imágenes tomadas de tableros en Pinterest.

9.3 Revisar el Mercado del Producto, en Términos de Problemas Ambientales y Sociales

Este apartado se centrará en identificar desde una perspectiva de Economía Circular, cuáles son las acciones que desarrollan las empresas de luminaria para tener un ciclo más sostenible dentro de los procesos de producción. Para esto, se toma como referencia lo expuesto en la columna web *Hacia una economía circular en iluminación*, por Engineering and Technology y publicado por CDT.

En este artículo mencionan algunas de las preocupaciones ambientales y la cercanía que tiene el sector luminario con este problema, algunas hacen parte del desperdicio de materiales.

En esta columna se mencionan algunas de las problemáticas de la sociedad global en términos de derroche de recursos y contaminación ambiental, así como la necesidad de adoptar un enfoque sostenible en la fabricación de productos en el sector luminario y destaca la importancia de la economía circular como modelo para minimizar el desperdicio y apoyar el ahorro de energía.

Una manera de entender cuáles pueden ser estos problemas ambientales y sociales es revisando, por ejemplo, cuáles son esas acciones que las empresas aplican para ser más sostenibles, como es el caso de la empresa Signify en el sector de la iluminación, pues ésta está operando de manera sostenible y se ha convertido en una empresa neutra en carbono, estableciendo objetivos de crecimiento relacionados con la economía circular (*Hacia una economía circular en iluminación – Portal CDT*, s. f.).

En cuanto a las soluciones de iluminación circular propuestas por Signify, se presentan cuatro categorías de acción: luminarias reparables, componentes circulares, sistemas inteligentes y servicios circulares. En el caso de la primera categoría, luminarias reparables, se destaca la

capacidad de prolongar la vida útil y económica del producto mediante el diseño modular y el uso de materiales reciclables. La empresa también menciona que las luminarias impresas en 3D (piezas modulares) reducen significativamente la huella de carbono y permiten una fabricación más cercana al cliente y que esta sea bajo demanda.

La segunda categoría, los componentes circulares, como su nombre refiere tiene un enfoque retorno, donde las partes son fácilmente reemplazables y hechos de componentes reciclables, lo que a su vez permite extender la vida útil de las luminarias.

Los sistemas inteligentes, la tercera categoría, se encarga de monitorear el estado de las luminarias para identificar en qué momento es conveniente hacer mantenimiento, optimizando así la reducción en desperdicios y costos.

Por último, la categoría de los servicios circulares, se ejemplifican en el modelo de luz como servicio (LaaS), allí ofrecen el diseño de la lámpara, su instalación y mantenimiento en un único contrato de compra. Esto evita la necesidad de desechar luminarias y brinda diferentes alternativas al cliente una vez terminada la vida útil del producto, que puede ser devolver, reutilizar o reciclar al final del contrato (*Hacia una economía circular en iluminación – Portal CDT, s. f.*).

Con lo anterior podemos destacar varios aspectos importantes que hacen referencia clara a la economía circular, uno de estos es prestar servicios completos, incluyendo la reparación y mantenimiento, otro es hacer piezas modulares con el fin de ahorrar recursos y energía (de fabricación y transporte), reemplazar componentes particulares en lugar de todo el producto, y, entre otras cosas, fabricar los productos bajo demanda.

9.4 Reflexionar Sobre el Producto a la Luz de una Lista de Enfoques D4S

Teniendo en cuenta lo anterior y conociendo más de cerca algunas de las acciones para pensar en el diseño de una luminaria, a continuación, se definen aspectos precisos para dicho diseño, teniendo presente el tema central del presente proyecto con respecto al uso de materiales a base de residuos orgánicos. Para esto se toma como referencia la herramienta de *Enfoques D4S* el cual su aplicación permite pensar en las características y las posibles mejoras del producto inclinándolo hacia uno de los enfoques que propone esta herramienta.

Estos son los enfoques y algunas de sus características:

- a. **El uso de materiales en los productos:** Aquí se plantean cuestionamientos sobre el origen de los materiales y su impacto ambiental, por ejemplo, si son de fuente renovable o no, si pueden ser reciclados o si provienen del reciclaje, si tienen componentes tóxicos, entre otros. Por otro lado, si el peso total del producto se ha optimizado o no, la cantidad de materiales diferentes que se emplean, sistemas de unión de componentes. Y, por último, qué tipo de packaging es usado y cómo se puede optimizar en el transporte.
- b. **El uso de recursos para y por el producto:** Este enfoque se centra en la entrada de recursos, si son elementos con bajo consumo de energía a partir de combustibles fósiles, o por el contrario emplean energía renovable, adicionalmente, cuáles son las mejoras para las salidas de polución y desperdicios. Por otro lado se encuentra todo lo relacionado con la distribución y transporte en las etapas del ciclo de vida del producto. Por último, cuál es el impacto en el uso del producto, por ejemplo, qué se necesita para que el producto funcione y si es posible el uso de energía renovable.
- c. **Cuestiones sociales y éticas en la producción, distribución del uso:** En este enfoque se busca mejorar los beneficios sociales y económicos de la manufactura. Se pueden

plantear preguntas como, cuáles son los problemas sociales y éticos como consecuencia de la producción, distribución y uso de los productos o también partir de elegir, de manera adecuada, a proveedores de componentes o materia prima que establezca buenas prácticas sociales y laborales. Estas entre algunas otras sugiere este enfoque.

- d. **Tiempo de vida del producto y recuperación al final de la vida útil:** En primera medida, este enfoque busca ampliar la vida útil de los productos, para esto se plantean diferentes estrategias, como, por ejemplo, lograr que el producto sea más duradero empleando materiales de calidad, esto minimizará la entrada y salida de materiales, o, por otro lado, pensar en diseños que superen modas y en cambio tengan un valor emocional con los usuarios. Adicionalmente, hay que considerar extender la vida útil de todos los componentes y de todo el producto en sí, ya que si es necesario cambiar un componente no se verá afectado todo el producto, lo anterior también se relaciona con diseñar productos que sean modulares y de fácil desmontaje.
- e. **Innovación y nuevas estrategias de producto:** En este punto se hace necesario pensar en otros tipos de soluciones, pues este enfoque presente explorar alternativas para satisfacer las necesidades de los usuarios a través de un servicio o un nuevo producto o incluso desarrollar un producto híbrido que permita realizar las funciones de dos o más productos. Lo anterior se relaciona directamente con las amplias oportunidades tecnológicas a las que se tenga acceso.

Para concluir esta etapa se define que los enfoques que se toman como punto de referencia, de acuerdo con los propósitos del presente proyecto, son los **a y d**. En primera medida se emplea el uso de un material plástico con una combinación de PLA y una alta carga de material orgánico de diferentes orígenes, como ya se ha mencionado anteriormente. Esto

promueve inmediatamente la reducción de entrada de materiales y adicionalmente que éstos sean de fuente renovable. También es preciso recalcar que los componentes de los productos diseñados se realizarán de la manera en que más se pueda optimizar el material.

En el segundo aspecto, se encuentra extender la vida útil del producto, esto puede lograrse definiendo, durante el proceso de diseño, componentes que sean modulares, de fácil ensamblaje y mantenimiento. Adicionalmente, el aspecto que podría llegar a superar modas y por el contrario genere un valor significativo para los usuarios, es precisamente el origen de los materiales, donde no sólo se está adquiriendo un producto sino construyendo una iniciativa, un discurso o posición frente a la naturaleza de este tipo de productos sostenibles. Esto puede llegar a representar un valor simbólico al usuario, que finalmente se verá reflejado en la vida útil del producto.

9.5 Definir los objetivos de mejora y enfoques de diseño del producto

Siguiendo los objetivos del presente proyecto, el cual se basa en el uso de materiales a base de residuos orgánicos como estrategia para reducir el impacto ambiental y asimismo todo lo expuesto en el capítulo de *Delimitación* y los planteamientos mencionados sobre D4S y el Ecodiseño, este proceso de diseño se enfocará en los siguientes aspectos:

- Uso de materiales a base de residuos orgánicos
- Reducir el uso de diferentes tipos materiales
- Aplicar principios modulares
- Minimizar el peso en todos los componentes
- Fácil ensamblaje
- Variedad de tecnología luminaria (Bombillo, Cinta LED, Recargable)

- Proyección para proceso de fabricación industrial (inyección)
- Eliminar el uso de pegamentos o adhesivos tóxicos

9.6 Conceptos de rediseño

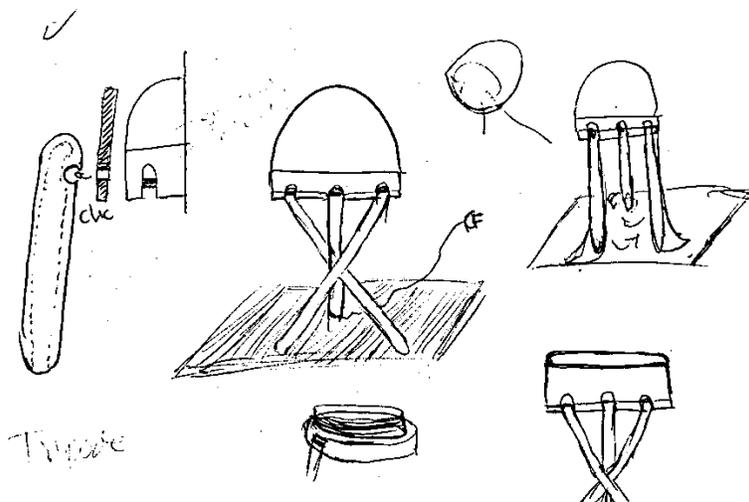
Como resultado de la recopilación de información expuesta en el transcurso de todo el proyecto, en el diseño de conceptos de luminarias se hace especial énfasis en formas que simbolizan elementos naturales, por ejemplo, el uso de curvas y semi esferas estarán presentes en el desarrollo de ideación en esta etapa de diseño.

Aquí se expone las ideas que para la autora son más relevantes y coherentes con el proyecto y las que finalmente pasaron a la etapa de prototipado con aplicación del material.

Concepto 1

Esta primera idea surge desde el principio funcional de los trípodes de cámaras profesionales. En esta propuesta se plantea la manera de poder proyectar la iluminación desde diferentes ángulos sin una manera específica de hacerlo, pues las patas no tendrían la opción de regularse de altura, únicamente en posición.

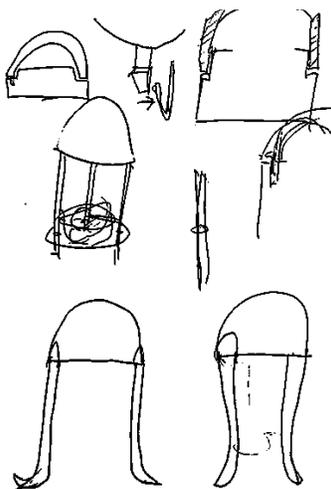
Todos los elementos que componen esta lámpara están pensados para ensamblarse de manera práctica y sin ningún tipo de adhesivo o tornillería, dando como resultado componentes inferiores, intermedios y superiores. Los inferiores siendo los que brindan la altura y estabilidad, el intermedio que permite la unión de los demás componentes y el superior que contiene los elementos eléctricos de iluminación.



Nota: Boceto de concepto 1 inicial con funcionamiento de patas móviles.

Analizando algunas variables como la estabilidad y la fricción que podrían llegar a tener las patas de esta lámpara, se decide dejarlas en una posición fija sin que esto cambie el diseño completo.

Al tener una forma tan “minimalista” los puntos de acceso a fuentes de energía se reducen, es por lo que desde este momento se decide que la lámpara fuese recargable y se activara desde un comando remoto.



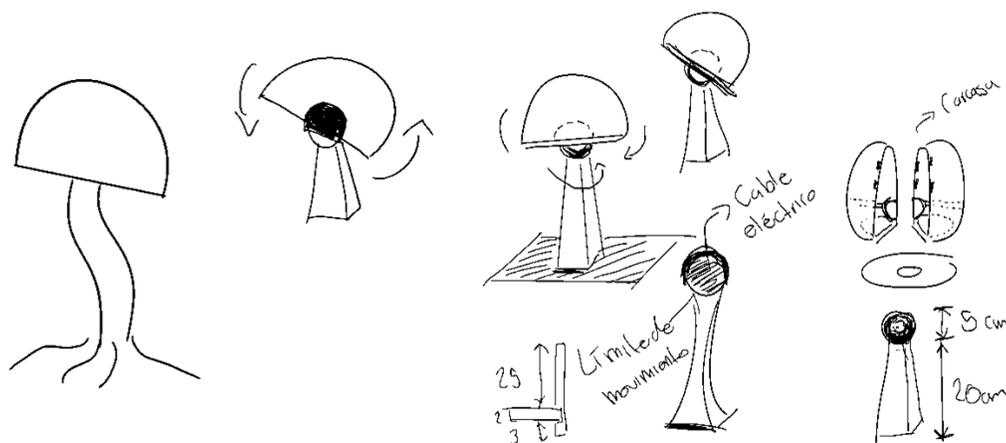
Nota: Boceto de concepto 1 modificado con patas fijas.

Así pues, esta lámpara está dividida por los siguientes componentes: patas x3, aro de unión, lámina translúcida y carcasa superior.

Concepto 2

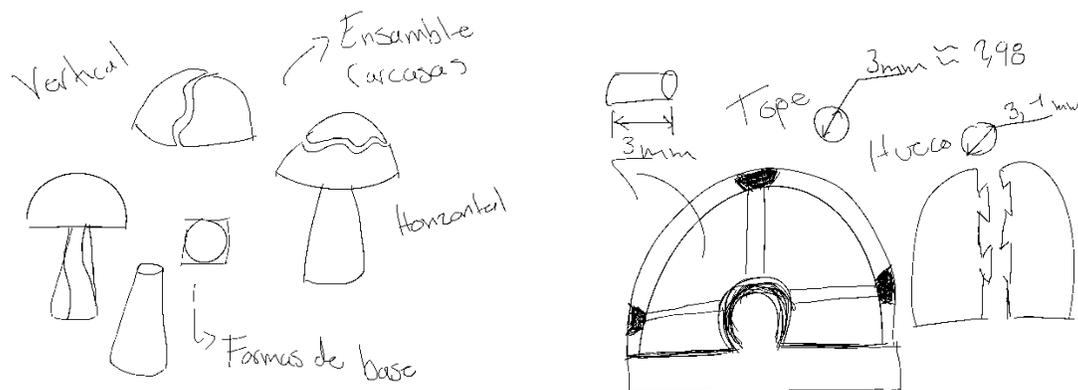
En esta idea se propone una lámpara con la función de proyectar luz desde diferentes ángulos, y además brindar conceptos de movimiento y fluidez de la lámpara, por ello se plantea el sistema tipo rótula para lograr que la lámpara tenga dinamismo, como puede suceder con los hongos mientras están en la tierra.

Los componentes en primera instancia se dividen en una base piramidal o cónica y en su punta una forma esférica, una lámina translúcida por donde pasará la luz y dos carcasas.



Nota: Boceto de concepto 2 inicial con funcionamiento de tipo rótula.

La manera de ensamble de las carcasas en un principio estaba dada por perfiles que en un lado de la cara plana de la carcasa estaba extruido y en el otro lado no. Por otro lado, se propone una estructura interna para sujetar el sistema de rótula entre las dos carcasas, así:

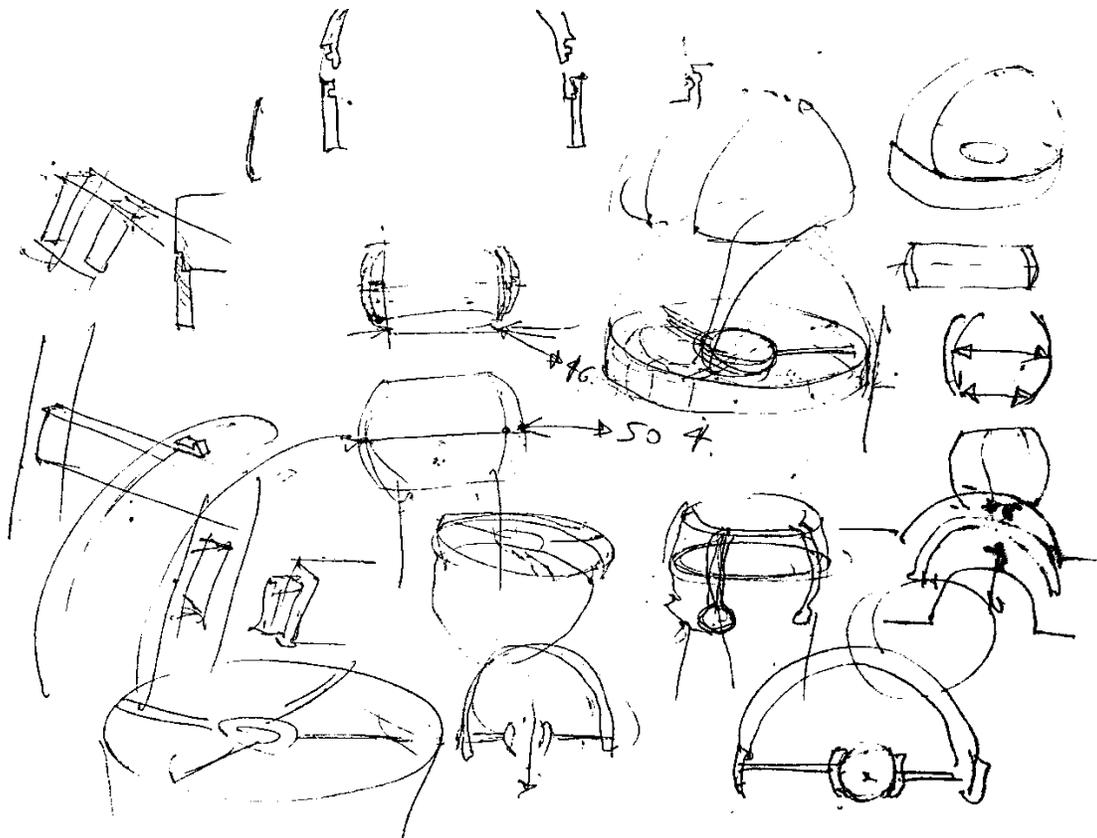


Nota: Boceto de concepto 2 con posible sistema de ensamble.

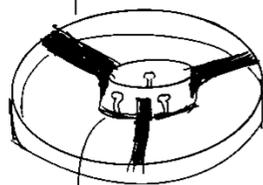
Para este punto se consideró necesario hacer una serie de testeos rápido en impresión 3d que permitieron identificar la funcionalidad de este sistema de ensamble haciendo unos perfiles cilíndricos en la cara plana de cada carcasa. Se pudo concluir con este testeo que los perfiles cilíndricos podrían ser vulnerables a quiebres dada la fuerza y movimiento que se les aplicaría a las carcasas una vez ensambladas y por otro lado a la poca estabilidad que tendría la estructura interna sujetando la rótula.

El reto para ese momento radicaba en encontrar un sistema que permitiera el correcto funcionamiento de la rótula, pues era necesario que la forma esférica entrara en el espacio que compone la carcasa para que esta gire y sobre todo que permanezca su estabilidad. Así pues, se ideó otro sistema de ensamblaje que dio como resultado dividir la carcasa de la estructura interna.

Esta estructura interna partió de la idea original pero ahora sus puntos o nervios de sujeción están en los laterales; el sistema de apertura de esta pieza de rótula, en donde entrará la esfera de la base, consiste en hacer una eliminación de material con una forma que permita abrirse a presión y volver a su posición inicial de la siguiente manera:

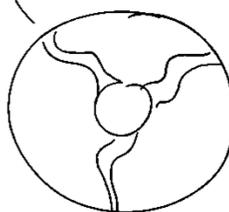


Neuros



Ramas
Cierre y apertura
de pieza

Formas
orgánicas

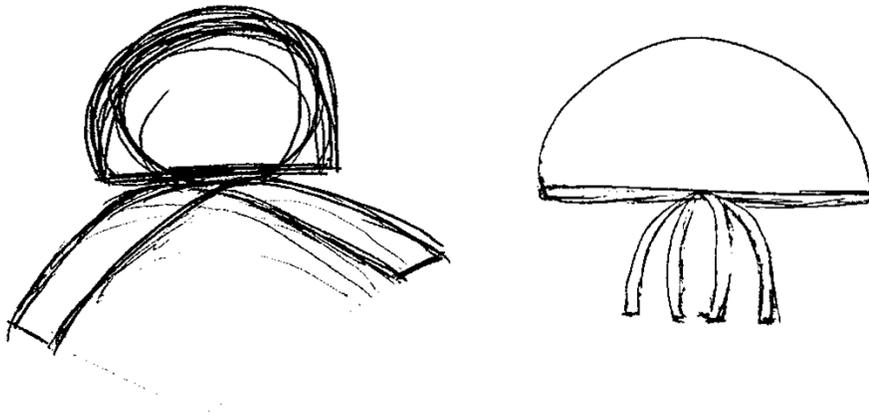


Nota: Boceto de concepto 2 Con definición de estructura y sistema de ensamble.

Concepto 3

Esta idea surge a partir del proceso de fabricación de productos con madera curvada. El propósito de esta idea es mostrar una pieza de “lámina curvada” que haga alusión a la madera.

Inicialmente se pensó en hacer una base en forma de arco que soportara una carcasa en donde estaría la parte eléctrica, este mismo concepto se modificó transformando la base en arcos de patas conectados entre sí. Al igual que las anteriores ideas, esta se basa en el uso de formas semi esféricas y simples así:



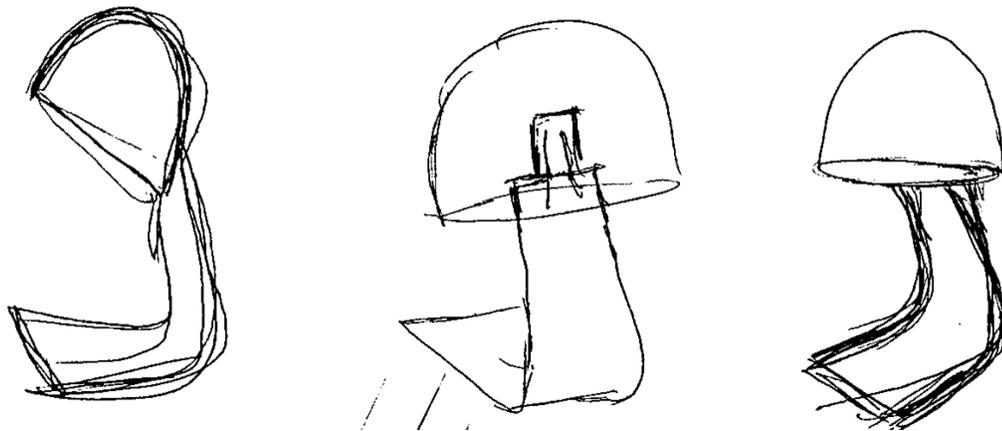
Nota: Boceto de concepto 3 inicial incorporando la curva marcada de componentes.

Los sistemas de unión en este punto no se alcanzaron su madurez, por lo cual se propuso otro modelo para incorporar el concepto de láminas de madera curvada como lo es en los siguientes casos:



Nota: Boceto de concepto 3 modificación de patas o base curvada.

Finalmente, por practicidad, en cuanto al sistema de producción en dos piezas y el método de ensamblaje, se opta por elegir esta opción la cual se basa en una base en forma de L curvada que se ensambla a través de un saliente con la pieza superior, de la siguiente manera:



Nota: Boceto de concepto 2 definición final de la base curvada y sistema de ensamblaje.

10. Prototipado

En esta etapa se presenta el desarrollo de prototipos e impresión de los modelos, exponiendo de manera secuencial los hallazgos obtenidos, así como las acciones que permitieron alcanzar los resultados previstos.

10.1 Desarrollo de prototipos

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología disponible para llevar a cabo los prototipos son las impresoras 3d ubicadas en el laboratorio de impresión 3d de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño ETSID.

En primera instancia, y como se mencionó anteriormente, en ciertos momentos dentro del proceso de ideación fue necesario realizar una serie de testeos con las piezas que representaban mayor precisión, en términos de tolerancias. En la siguiente imagen se muestran las piezas impresas para dos tipos de lámparas, concepto 1 y concepto 2.

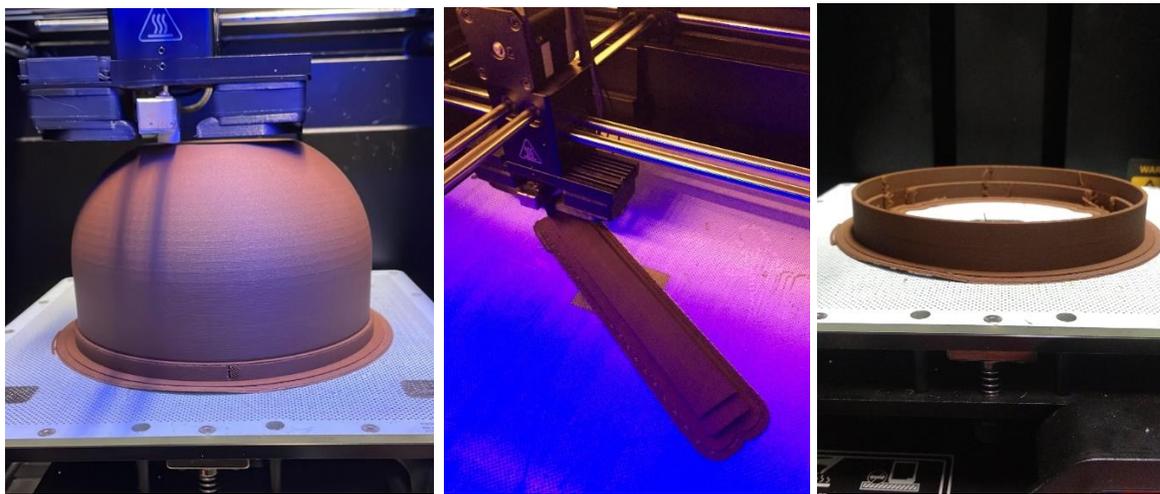


Nota: Testeo de componentes de los conceptos de diseño en piezas requeridas.

En estas primeras piezas se pudo identificar el comportamiento de las carcasas, el sistema de rótula, las roscas y elementos traslúcidos.

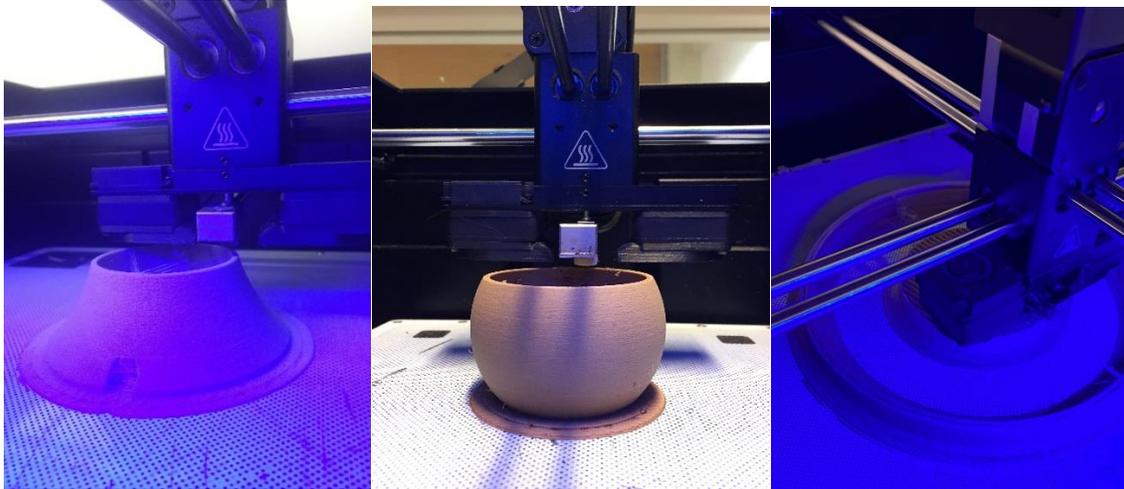
Una vez identificados las características idóneas de impresión, se procede a imprimir a escala real los componentes de cada lámpara con el material propiamente dicho.

Para los tres conceptos de lámparas, se empleó el material a base de corcho reciclado, hueso de aceituna y madera reciclada, la impresión se dio de manera normal siguiendo las indicaciones del fabricante, dando como resultado una muy buena calidad de impresión como se muestra a continuación:



Nota: Proceso de impresión del concepto 1 de diseño.

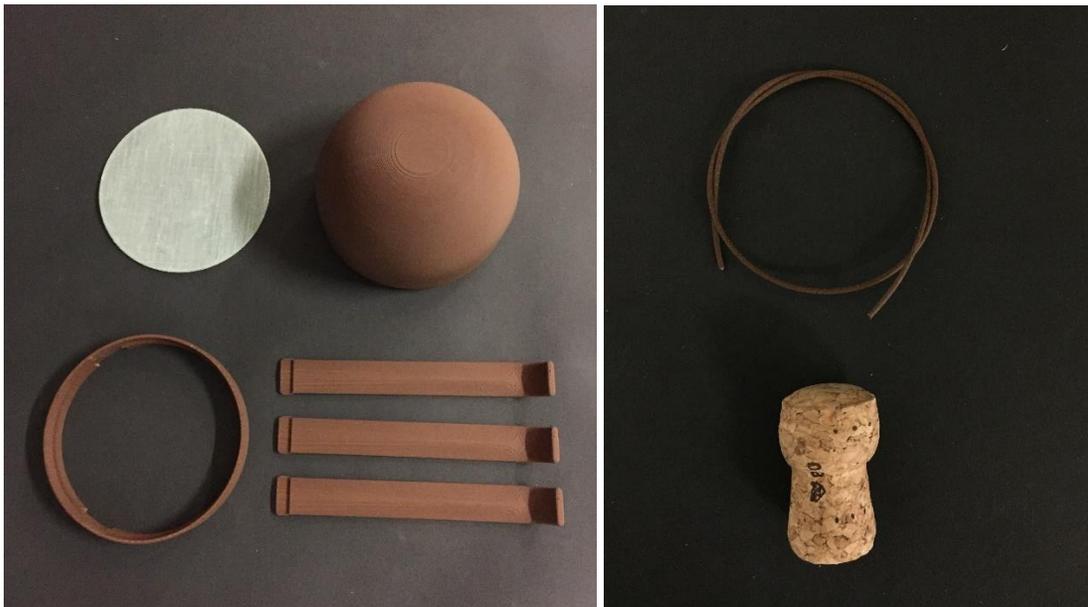
Sin embargo, empleando el material a base de conchas trituradas fue difícil encontrar una óptima configuración de impresión en las impresoras 3d aun siguiendo las indicaciones del fabricante. Esto dio como resultado la pérdida de material para poder desarrollar el prototipo y divisiones en las piezas, pues en repetidas ocasiones la impresora dejaba de extruir material por atascamiento, dejando la pieza sin terminar. Lo anterior se atribuye al hecho de que este tipo de material conserva gran cantidad de partículas de conchas, lo que puede dificultar su extrusión, sin embargo, con otro tipo de tecnología y proceso, como el de inyección, no ocurriría esta situación.



Nota: Proceso de impresión del concepto 2 de diseño.

Finalmente se imprimen todas las piezas de cada concepto de lámpara, intentando lograr su mejor calidad y estética dentro de los parámetros de impresión. A continuación se muestra los componentes de cada lámpara:

- **Concepto 1 material de corcho reciclado**



Nota: Despiece del concepto 1 de diseño.

- **Concepto 2 con material de semilla de aceituna**



Nota: Despiece del concepto 2 de diseño.

- **Concepto 3 con material de madera reciclada**



Nota: Despiece del concepto 3 de diseño.

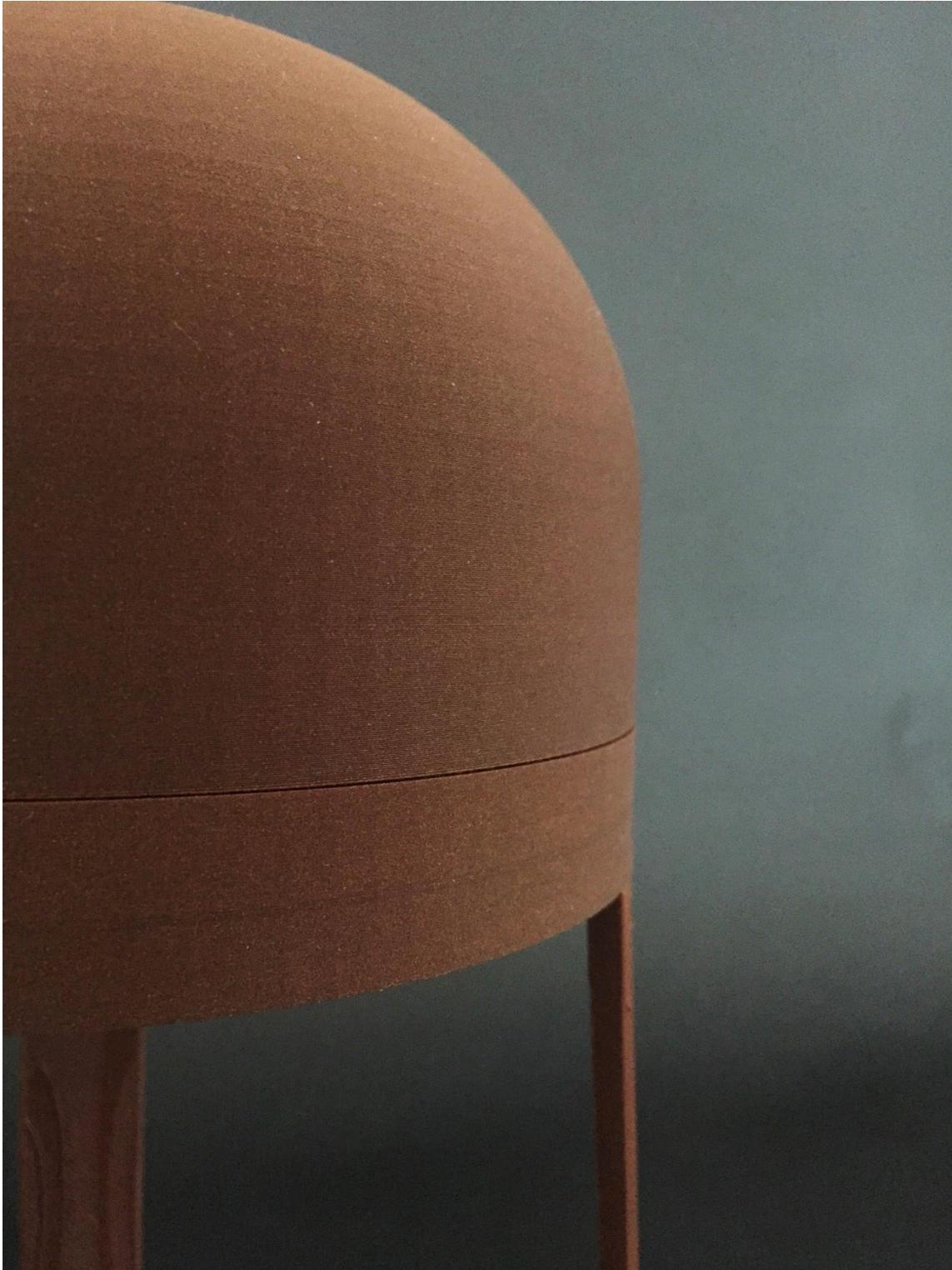
- **Concepto 2 con variación con material de contra triturada**



Nota: Despiece del concepto 2 de diseño con variación.

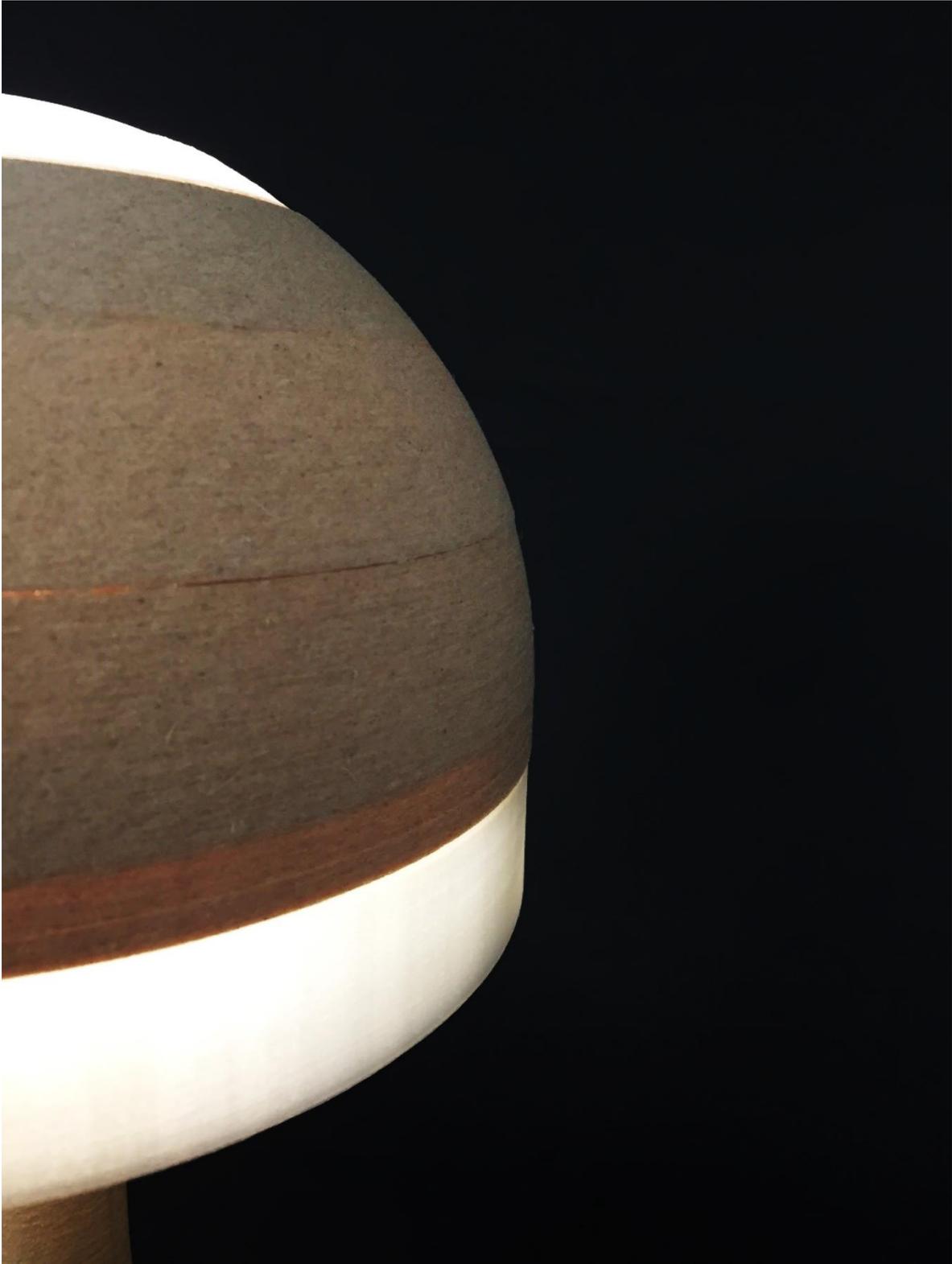
10.2 Ensamble y resultado final de prototipos

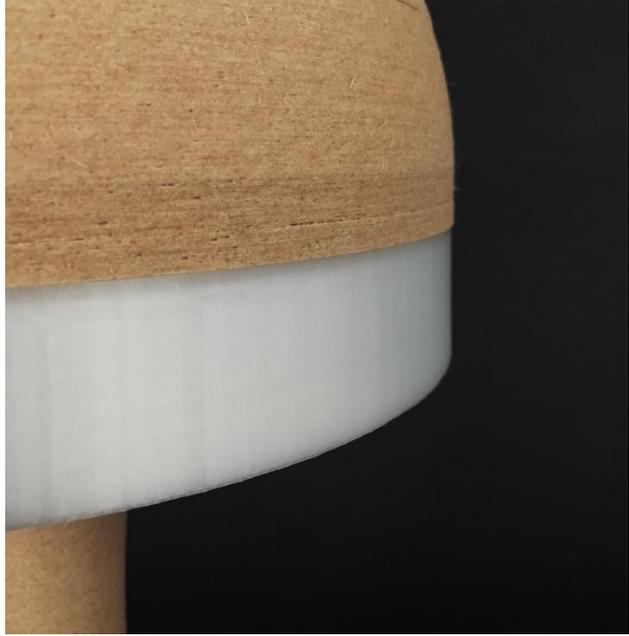
Concepto 1





Concepto 2 con variación





Concepto 3





Concepto 2





Linea de lámparas



10.3 Producto en ambiente

Con el ánimo de visualizar la aplicación de los productos en ambiente, a continuación se presenta la línea de productos cumpliendo su función de diseño.

Concepto 1



Concepto 2

Concepto 2 con variación

Concepto 3



11. Conclusiones

En este capítulo, se presentarán las conclusiones obtenidas a partir de la investigación realizada, que abordó los siguientes apartados: los hallazgos sobre los antecedentes y su impacto social, la comercialización de materiales de residuos orgánicos, la aplicación de material de residuos orgánicos a la propuesta de diseño de producto y el proceso de fabricación de la propuesta de diseño de producto.

11.1 Hallazgos Sobre los Antecedentes y su Impacto Social

Dadas las circunstancias medioambientales, crucial que la industria agrícola ponga un enfoque especial en el desarrollo de estrategias para promover la creación de nuevos materiales a base de residuos orgánicos. Esta iniciativa representa una oportunidad significativa para abordar dos desafíos importantes: la gestión adecuada de los residuos y la búsqueda de alternativas sostenibles a los materiales convencionales.

La transformación de los residuos orgánicos en nuevos materiales ofrece numerosos beneficios. En primer lugar, reduce la cantidad de desechos que terminan en vertederos o se incineran, lo que ayuda a mitigar los impactos ambientales negativos asociados con la gestión inadecuada de residuos. Al utilizar estos residuos como materia prima para la creación de nuevos materiales, se promueve la economía circular y se evita la sobreexplotación de los recursos naturales.

Adicionalmente, la creación de nuevos materiales a partir de residuos orgánicos ofrece la oportunidad de desarrollar productos más sostenibles en términos de impacto ambiental. Estos materiales pueden tener propiedades beneficiosas, como ser biodegradables, compostables o tener un menor consumo energético durante su producción. Al utilizar estos materiales en diferentes sectores, como el embalaje, la moda, el mobiliario, entre otros, se fomenta la adopción

de prácticas más responsables y se impulsa la transición hacia una economía más circular y regenerativa.

La colaboración entre la industria agrícola, los investigadores, los diseñadores es fundamental para impulsar la innovación y el desarrollo de nuevos materiales a base de residuos orgánicos que promuevan de manera práctica la reducción de impacto ambiental de deforestes frentes. Por otro lado, es necesario invertir en investigación y desarrollo para explorar las posibilidades y mejorar la viabilidad técnica y comercial de estos materiales, pues es evidente que no existe gran oferta ni acceso a los mismos en comparación de materiales nocivos o de alto impacto.

11.2 Comercialización de Materiales de Residuos Orgánicos

Es importante reconocer la necesidad de realizar inversiones significativas en investigación y desarrollo para explorar a fondo las posibilidades de los nuevos materiales a base de residuos orgánicos y mejorar su viabilidad técnica y comercial. A pesar de los avances en este campo, es evidente que la oferta y el acceso a estos materiales aún son limitados en comparación con los materiales convencionales que hoy en día representan un alto impacto en el medio ambiente.

La investigación y el desarrollo desempeñan un papel fundamental en el proceso de innovación y mejora continua de los materiales sostenibles. Es a través de la investigación que se pueden identificar y desarrollar nuevas tecnologías, procesos y técnicas de producción que maximicen las propiedades y ventajas de los materiales a base de residuos orgánicos. Esto implica la colaboración entre científicos, ingenieros, diseñadores y expertos en sostenibilidad para explorar nuevas aplicaciones, mejorar la calidad y optimizar el rendimiento de estos materiales.

Este tipo de desarrollo permitirá abordar los desafíos técnicos y comerciales asociados con la producción y comercialización de materiales sostenibles. Es necesario transitar hacia estudios de aplicación y de viabilidad económica para garantizar que los nuevos materiales cumplan con los estándares de calidad, seguridad y rendimiento necesarios para su adopción a gran escala. Asimismo, se requiere la colaboración con empresas, inversores y actores clave en la cadena de suministro para desarrollar estrategias comerciales sólidas que impulsen la aceptación y el uso de estos materiales en diferentes sectores.

Es importante destacar que la falta de oferta y acceso a los materiales sostenibles no solo se debe a limitaciones técnicas, sino también a barreras económicas y culturales. El cambio hacia materiales más sostenibles implica un cambio de paradigma en la forma en que se diseñan, producen y consumen los productos, por lo tanto, es necesario fomentar la conciencia y la educación sobre los beneficios de los materiales sostenibles, así como seguir fortaleciendo las políticas y regulaciones que promuevan su adopción.

A medida que se superen las barreras técnicas, económicas y culturales, se abrirán oportunidades para que los materiales sostenibles desempeñen un papel central en la construcción de una economía más circular y en la reducción del impacto ambiental de la industria.

11.3 Aplicación de Material de Residuos Orgánicos a la Propuesta de Diseño de Producto

La aplicación de material de residuos orgánicos a la propuesta de diseño de producto demostró ser prometedora, pues los resultados de esta aplicación indicaron que estos materiales pueden ofrecer propiedades y características beneficiosas, como biodegradabilidad, resistencia y versatilidad, que los hacen adecuados para diversas aplicaciones fuera de la categoría de luminaria. Además, otro aspecto a resaltar es la presentación en la que se puede obtener este tipo

de materiales como lo es la granza, algo muy importante a la hora de pensar en la fabricación de productos a gran escala, ya que este tipo de formato es uno de los más usados cuando se trata del sector industrial.

La idea principal es que de acuerdo con las necesidades de las empresas y/o futuras investigaciones se emplee el tipo de fabricación adecuado. Para este caso se propone el tipo de fabricación por inyección, diseñando casi la totalidad las piezas para este tipo de proceso.

Por otra parte, se puede concluir que la incorporación de materiales de residuos orgánicos per se, genera beneficios ambientales y sociales, al tiempo que se fomenta la adopción de prácticas más sostenibles, puede llegar a ser una entrada directa hacia el diseño de productos sostenibles, cuidando claramente todas las acciones dentro de las etapas de producción. El uso de estos materiales a gran escala puede ser significativamente positivo con lo que respecta a mitigar el calentamiento global.

Otro aspecto a destacar, es la base de referencia que se plantea en el presente proyecto para futuras investigaciones, en donde se expone información que más adelante puede desarrollarse desde otra perspectiva, dejando abierto y sujeto a cambios temas relacionados con la aplicación de esta tipología de material a otras categorías de producto, o incluso partir de los conceptos y prototipos del diseño de luminarias expuestas en este proyecto, para perfeccionarlas o rediseñarlas teniendo en cuenta los resultados obtenidos.

11.4 Proceso de Fabricación de la Propuesta de Diseño de Producto

Para este momento es importante recalcar que la autora del presente proyecto mantuvo acceso al laboratorio de impresión 3d de la ETSID en calidad de becaria en formación por un

periodo de 8 meses, lo cual sirvió para aplicar los conocimientos adquiridos en esa etapa formativa en el proceso de desarrollo de prototipos en impresión 3d.

Al ser una tipología de material poco convencional, y además con poca información respecto a la configuración de impresión, fue necesario realizar pruebas de impresión logrando así identificar los perfiles idóneos de configuración del programa de Zortrax.

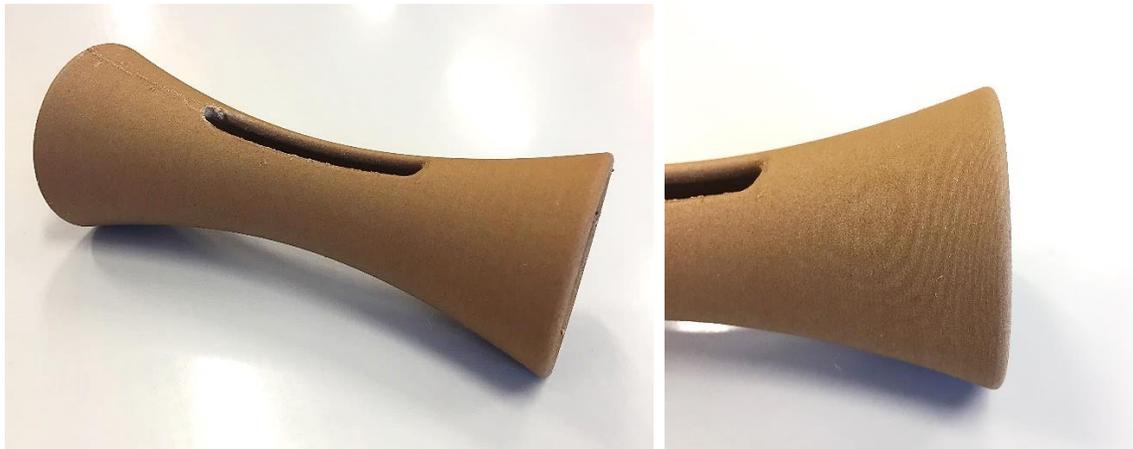
Las primeras pruebas realizadas cumplieron a satisfacción los parámetros de impresión y asimismo la calidad y acabado estético fueron óptimos. Cabe mencionar que estas pruebas se realizaron en objetos a escala pequeña, con el único objetivo de observar el comportamiento del material.

Material de semilla de aceituna



Nota: Testeo de impresión con material de semilla de aceituna.

Material de madera reciclada



Nota: Testeo de impresión con material de madera reciclada.

Para estas pruebas, así como en la impresión propia del modelo como de los soportes se configuraron los mismos parámetros dando como resultado una superficie con buenos acabados y en el caso del amplificador para dispositivos móviles, cumpliendo su función de amplificar las ondas de sonido. La configuración empleada fue la siguiente:

Tabla 6. Configuración de impresión en software de Zortrax

Tiempo estimado de impresión: 6h 50m	Diámetro de la boquilla: 0.4 mm
Consumo de material: 30.36m (87g)	Capa: 0.29 mm
Impresora: Zortrax M200 Plus	Calidad: Por defecto
Perfil: Última configuración	Relleno: 20%
Tipo de soporte: Automático	Velocidad de ventiladores: Auto
Soportes: 30°	Costura: Normal
Contorno Exterior: 0.00	Soportes Lite: No
Orif.: 0.00	Puentes: Si
Hueco de relleno - contorno: 0.40	Máx. espesor de pared: 2.63 mm

Hueco de superior - contorno: 0.28	Primera Capa Densidad: 100%
Cantidad capas Superior: 6	Primera Capa Velocidad de impresión: 100%
Cantidad capas Inferior: 3	Primera Capa Ratio de flujo: 100%
Separación de primera capa respecto al raft: 0.38 mm	Velocidad de impresión: +0%
Raft CONECT.: Si	Vel. sum. material: +0%
Capas del tablero: 7	Relleno de capa superior (%): 100
Espacio de plataforma: 0.35 mm	Relleno de capa inferior (%): 100
Raft Densidad: 100%	Temp. extrusión: 230
Raft Velocidad de impresión: 100%	Temp. de la placa: 40
Raft Ratio de flujo: 100%	Velocidad de retracción: 80
Distancia de retracción: 0.8	ESPACIO XY: 0.36
Soportes Densidad: 3.50 mm	Torre de refrigeración: No

Ahora bien, haciendo otro tipo de testeo donde se deseaba evaluar la definición de modelo, modificando únicamente la altura de capa a 0.14, se obtuvo como resultado lo siguiente:



Nota: Testeo de caja de auriculares en material de madera reciclada.

Como se puede observar, en el recorrido de curvas superior de la impresión quedaron algunos relieves de filamento lo que sugiere hacer modificaciones en el perfil de impresión cuando se trata de modelos con superficies como las de este ejemplo. Por otro lado, Los soportes en este tipo de material pueden llegar a ser más robustos, lo que, en algunos casos, dificulta su extracción.

Otro punto por destacar se trata del proceso de impresión del material de concha triturada, ya que, siguiendo las recomendaciones de los proveedores, en repetidas ocasiones las impresoras sufrían de atascamiento por el acumulo de partículas en la boquilla, dando como resultado la división forzosa de piezas en el producto final.

Uno de los ajustes de configuración usados, y el que más dio resultado, fue incrementar la velocidad de suministro de material a un 30% y reducir la velocidad de impresión a un 10%.



Nota: Secciones de impresiones fallidas con materia de concha triturada.

Otro aspecto muy relevante durante todo el proceso de prototipado, fueron las actividades del día a día dentro del laboratorio de impresión 3d, pues como se comentó, la autora al ser

becaria de este laboratorio, pudo participar en actividades que permitieron hacer un proceso de divulgación de conocimiento sobre este tipo de materiales y su alcance, tal como en el caso de la iniciativa de Praktikum, en donde un grupo de estudiantes tienen espacios de inmersión dentro de las instalaciones de la UPV y asimismo realizan una serie de actividades prácticas. Pues en este tipo de encuentros se pudo dar a conocer la línea de productos y teorizar sobre este tipo de materiales y tecnología disponible para tratarla, adicionalmente del fin de vida que puede llegar a tener este tipo de materiales.

11.5 Futuras Líneas de Investigación

Para seguir avanzando en términos de sostenibilidad, es fundamental establecer líneas futuras de investigación que permitan ampliar y profundizar nuestro conocimiento en diferentes áreas.

Una de estas líneas de investigación puede consistir en explorar la aplicación de materiales a base de residuos orgánicos en otras categorías de productos ampliando la oferta y asimismo teniendo un mayor alcance. Lo anterior implicaría investigar y desarrollar nuevas técnicas de producción y fabricación para adaptar estos materiales a diferentes sectores industriales. Así pues, se reduciría la dependencia de los recursos naturales como materia prima virgen.

Por otro lado, es esencial fomentar la investigación y el desarrollo de nuevos materiales a partir de residuos orgánicos. Esto implica explorar la viabilidad de utilizar diferentes tipos de desechos biodegradables y emplear técnicas de transformación para obtener materiales con propiedades específicas. Estos nuevos materiales podrían ofrecer una alternativa más sostenible a los productos convencionales y contribuir a la reducción de la huella ambiental.

Otro paso importante en esta dirección es realizar un estado del arte exhaustivo de todos los residuos orgánicos existentes y su potencial aplicativo. Esto implicaría investigar y catalogar los diferentes tipos de residuos orgánicos, su disponibilidad, su composición química y sus características físicas. Esta información sería invaluable para identificar las mejores estrategias de aprovechamiento y valorización de estos residuos, así como para establecer criterios de selección en futuros proyectos.

Por último, es crucial llevar a cabo investigaciones para la caracterización de los residuos orgánicos. Esto implica estudiar en detalle las propiedades y comportamientos de los materiales derivados de estos residuos, como su durabilidad, resistencia, degradación, entre otras. Una caracterización permitiría comprender mejor las propiedades y limitaciones de estos materiales, así como identificar posibles aplicaciones y áreas de mejora.

12. Anexos

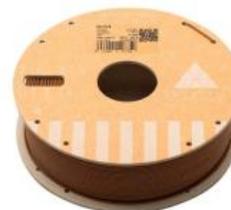
Anexo 01



OLIVE

Es un filamento de PLA con una alta carga de madera obtenida del hueso de la aceituna, es biodegradable y completamente compostable, gracias a las partículas de madera el acabado superficial de las piezas es similar a la madera natural dando como resultado un tacto y color muy orgánico.

Adecuado para piezas de decoración, prototipado, diseño, y piezas donde requieran un tacto y estética similar a la madera.



Reciclable
Recyclable
Recyclable



Compostable
Compostable
Compostable



Biodegradable
Biodegradable
Biodegradable

	VALORES	UNIDAD DE MEDIDA	STANDAR
PROPIEDADES FÍSICAS			
Composición química	Compuesto de PLA con madera de hueso de aceituna.		
Densidad	1,11	g/cm ³	ISO 1183
PROPIEDADES MECÁNICAS ⁽¹⁾			
	PLANO XY	PLANO XZ	
Resistencia a la tracción	35.8	15.5	MPa
Módulo de tracción	2771	2200	MPa
Fuerza flexible	71.6	35.4	MPa
Módulo de flexión	3102	2260	MPa
Alargamiento a la tracción (hasta la rotura)	1.5	0.9	%
Fuerza de Impacto Charpy (entalla, 23°C)	-	-	kJ/m ²
Dureza	82		Shore D
<small>⁽¹⁾Valores obtenidos sobre probetas impresas, nozzle 0,6 mm, infill rectilíneo 100%, altura de capa 0,2 mm para más información póngase en contacto con nosotros mediante correo electrónico a info@smartmaterials.com o visite nuestra web www.smartmaterials3d.com</small>			
PROPIEDADES DE IMPRESIÓN			
Temperatura de impresión	200 – 230		°C
Temperatura de la cama	40 – 60		°C
Ventilador de capa	100		%
Velocidad de Impresión	25 – 50		mm/s
Flujo	100		%
Altura de capa	≥ 0.2		mm
Recomendaciones de boquilla (Latón)	≥ 0.6		mm

TAMAÑO	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	EMBALAJE
M	750 g	1065 g	1.75 mm/2.85 mm	Natural	Caja cartón, bobina de cartón, bolsa al vacío, desecante.

FICHA TÉCNICA VERSION 1.1



PINE

Es un filamento de PLA con una alta carga de fibras de maderas de pino, es biodegradable y completamente compostable, gracias a las partículas de madera el acabado superficial de las piezas es similar a la madera natural dando como resultado un tacto y color muy orgánico.

Adecuado para piezas de decoración, prototipado, diseño, y piezas donde requieran un tacto y estética similar a la madera.



Reciclable
Recyclable



Compostable
Compostable



Biodegradable
Biodegradable

	VALORES		UNIDAD DE MEDIDA	STANDAR
PROPIEDADES FÍSICAS				
Composición química	Compuesto de PLA con madera de pino.			
Densidad	1.09		g/cm ³	ISO 1183
PROPIEDADES MECÁNICAS ⁽¹⁾				
	PLANO XY	PLANO XZ		
Resistencia a la tracción	32.4	12.8	MPa	ISO 527
Módulo de tracción	2944	1841	MPa	ISO 527
Fuerza flexible	65.2	23.8	MPa	ISO 178
Módulo de flexión	3304	1737	MPa	ISO 178
Alargamiento a la tracción (hasta la rotura)	1.2	0.8	%	ISO 178
Fuerza de Impacto Charpy (entalla, 23°C)	-	-	kJ/m ²	ISO 179
Dureza	85.2		Shore D	ISO 7619 - 1
PROPIEDADES DE IMPRESIÓN				
Temperatura de impresión	200 - 230		°C	
Temperatura de la cama	40 - 60		°C	
Ventilador de capa	100		%	
Velocidad de Impresión	25 - 50		mm/s	
Flujo	100		%	
Altura de capa	≥ 0.2		mm	
Recomendaciones de boquilla (Latón)	≥ 0.6		mm	

⁽¹⁾Valores obtenidos sobre probetas impresas, nozzle 0,6 mm, infill rectilíneo 100%, altura de capa 0,2 mm para más información póngase en contacto con nosotros mediante correo electrónico a info@smartmaterials.com o visite nuestra web www.smartmaterials3d.com

TAMAÑO	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	EMBALAJE
M	750 g	1065 g	1.75 mm/2.85 mm	Natural	Caja cartón, bobina de cartón, bolsa al vacío, desecante.

FICHA TÉCNICA

VERSIÓN 1.1
REVISIÓN: 20/11/2021



CORK

Filamento para impresión 3D biodegradable y compostable de alta calidad, obtenido de una matriz polimérica y una carga proveniente de la reutilización de materiales orgánicos, en este caso, corcho.

Las piezas impresas con este material se caracterizan por tener un acabado muy suave, mate y agradable al tacto.

Este filamento tiene una tonalidad oscura que lo diferencia del resto de filamentos sostenibles.



Reciclable
Recyclable
Recyclable



Compostable
Compostable
Compostable



Biodegradable
Biodegradable
Biodegradable

	VALORES	UNIDAD DE MEDIDA	STANDAR
PROPIEDADES FÍSICAS			
Composición química	Compuesto de PLA con fibras de corcho.		
Densidad	1.05	g/cm ³	ISO 1183
PROPIEDADES MECÁNICAS ⁽¹⁾			
	PLANO XY	PLANO XZ	
Resistencia a la tracción	23.2	9.2	MPa
Módulo de tracción	1301.7	1032.5	MPa
Fuerza flexible	43.8	18.1	MPa
Módulo de flexión	221.5	201.3	MPa
Alargamiento a la tracción (hasta la rotura)	1.5	0.7	%
Fuerza de Impacto Charpy (entalla, 23°C)	-	-	kJ/m ²
Dureza	81		Shore D
PROPIEDADES DE IMPRESIÓN			
Temperatura de impresión	200 – 230		°C
Temperatura de la cama	40 – 60		°C
Ventilador de capa	100		%
Velocidad de Impresión	25 – 50		mm/s
Flujo	100		%
Altura de capa	≥ 0.2		mm
Recomendaciones de boquilla (Latón)	≥ 0.6		mm

⁽¹⁾ Valores obtenidos sobre probetas impresas, nozzle 0,6 mm, infill rectilíneo 100%, altura de capa 0,2 mm para más información póngase en contacto con nosotros mediante correo electrónico a info@smartmaterials.com o visite nuestra web www.smartmaterials3d.com

TAMAÑO	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	EMBALAJE
M	750 g	1065 g	1.75 mm/2.85 mm	Natural	Caja cartón, bobina de cartón, bolsa al vacío, desecante.

AVISO: la información proporcionada en las hojas de datos está destinada a ser solo una referencia. No debe utilizarse como valores de diseño o control de calidad. Los valores reales pueden diferir significativamente dependiendo de las condiciones de impresión. El rendimiento final de los componentes impresos no solo depende de los materiales, también son importantes las condiciones de diseño e impresión.

OYSTER

FICHA TÉCNICA VERSION 1.0



OYSTER

Smartfil Oyster es un filamento para impresión 3D biodegradable y compostable de alta calidad, obtenido con una matriz polimérica y una carga proveniente de la reutilización de residuos orgánicos como es la concha de ostra triturada. Hemos elaborado un filamento, que además favorece la economía circular y mejora la calidad medioambiental.



Reciclable
Recyclable
Recyclable



Biocompostable
Biocompostable
Biocompostable

	VALOR	UNIDADES DE MEDIDA	STANDARD		
PROPIEDADES FÍSICAS					
Composición química	Compound PLA with oyster shell				
Densidad	1.54	g/cm ³	ISO 1183		
PROPIEDADES MECÁNICAS					
Resistencia a la Tracción	42.3	MPa	ISO 527		
Fuerza Flexible	74.9	MPa	ISO 178		
Módulo de Tracción	3403	MPa	ISO 527		
Módulo de Flexión	3690	MPa	ISO 178		
Alargamiento hasta Rotura	1.5	%	ISO 527		
Dureza	87.2	Shore D	ISO 7619-1		
PROPIEDADES DE IMPRESIÓN					
Temperatura de Impresión	200-230	°C			
Cama Caliente	0-40	°C			
Ventilador de Capa	100	%			
Velocidad de Impresión	25-45	mm/s			
Flujo	100	%			
Altura de Capa	≥ 0.2	mm			
Recomendaciones de Boquilla	≥ 0.6	mm			
TAMAÑO	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	PACKAGING
M	750 g	1065 g	1.75 mm/2.85 mm	Natural	Caja de cartón, bobina de cartón, bolsa al vacío, bolsa desecante



RPET

El R-PET es un filamento sostenible, proviene directamente del reciclaje de las botellas de agua o refresco.

Este material, a diferencia del PETG, tiene mayor rigidez, y menor translucidez, el resto de propiedades se mantienen.

Posee el certificado de contacto con alimentos, y es un material apto para el uso médico, además, puede ser esterilizado con rayos gamma, óxido de etileno y autoclave.



	VALORES	UNIDAD DE MEDIDA	STANDAR		
PROPIEDADES FÍSICAS					
Composición química	PET reciclado				
Densidad	1.37	g/cm ³	ISO 1183		
PROPIEDADES MECÁNICAS⁽¹⁾					
	PLANO XY	PLANO XZ			
Resistencia a la tracción	51.3	27.2	MPa		
Módulo de tracción	2333.1	2358.3	MPa		
Fuerza flexible	108.7	54.9	MPa		
Módulo de flexión	382.6	312.2	MPa		
Alargamiento a la tracción (hasta la rotura)	5.4	1.7	%		
Fuerza de Impacto Charpy (sin entalla)	-	-	kJ/m ²		
Dureza	84.5		Shore D		
			ISO 7619 – 1		
<small>(1) Valores obtenidos sobre probetas impresas, nozzle 0,6 mm, infill rectilíneo 100%, altura de capa 0,2 mm para más información póngase en contacto con nosotros mediante correo electrónico a info@smartmaterials.com o visite nuestra web www.smartmaterials3d.com</small>					
PROPIEDADES DE IMPRESIÓN					
Temperatura de impresión	260 – 280		°C		
Temperatura de la cama	70 – 90		°C		
Ventilador de capa	40-60		%		
Velocidad de Impresión	30 – 40		mm/s		
Flujo	100		%		
Altura de capa	≥ 0.2		mm		
Recomendaciones de boquilla (Latón)	≥ 0.4		mm		
TAMAÑO					
	PESO NETO	PESO BRUTO	DIAMETROS	COLOR	EMBALAJE
M	750 g	1065 g	1.75 mm/2.85 mm	Natural	Caja cartón, bobina de cartón, bolsa al vacío, desecante.

AVISO: la información proporcionada en las hojas de datos está destinada a ser solo una referencia. No debe utilizarse como valores de diseño o control de calidad. Los valores reales pueden diferir significativamente dependiendo de las condiciones de impresión. El rendimiento final de los componentes impresos no solo depende de los materiales, también son importantes las condiciones de diseño e impresión.

Anexo 02



Reciban un cordial saludo,

Se dirige a Uds. el profesor Gabriel Songel, Catedrático de Diseño en la Universitat Politècnica de València desde 2002.

La alumna de máster Erika Alexandra Ramírez está desarrollando un proyecto de investigación que se basa en el diseño de productos enfocado hacia el Ecodiseño y la Economía Circular con el uso de materiales de desecho orgánico, en el marco del Máster de Ingeniería del Diseño de la Escuela Técnica de Ingeniería del Diseño, de nuestra universidad.

Por medio de la presente, quiero solicitar su colaboración para el suministro de materiales biodegradables a base de residuos orgánicos con fines académicos y de investigación en el campo del diseño, ecodiseño y economía circular.

Dada su alta experiencia y desarrollo tecnológico en el tema de materiales, para el proyecto y para la Universidad sería una gran oportunidad para que la comunidad estudiantil y profesorado conozcan y experimente con los materiales que han desarrollado.

Como institución académica de prestigio nacional e internacional, nuestra misión es fomentar la innovación y la creatividad en todas las áreas del conocimiento, por ende, nos interesa tener aliados estratégicos que compartan nuestros valores y compromisos en materia de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente.

En particular, estamos interesados en disponer de materiales biodegradables hechos a partir de residuos orgánicos (subproductos) que puedan ser aplicados en el diseño de productos de diseño, promoviendo así un modelo de economía circular. Creemos firmemente que el uso de estos materiales es fundamental para lograr una economía más sostenible y responsable, y estamos comprometidos a promover su uso en nuestra Universidad.

Si están interesados en colaborar con nosotros en este proyecto, o en presentar su empresa y sus productos para los futuros ingenieros, por favor, pónganse en contacto con la alumna Erika Alexandra Ramírez que se dirigirá a Uds.

Agradecemos su atención y esperamos tener noticias tuyas pronto.

Atentamente,

GABRIEL
SONGEL
GONZALEZ

Firmado digitalmente por
GABRIELSONGELGONZALEZ
Fecha: 2023.04.27 17:19:56
+02'00'

Dr. Gabriel Songel González

Universitat Politècnica de València

Anexo 03



CONTRIBUCIÓN DE PATROCINIO DE FILAMENTO

CAMPAÑA PUBLICITARIA

CLIENTE: Erika Alexandra Ramírez Castellanos (UPV)

VALOR ECONÓMICO DE LA CONTRIBUCIÓN:

€ 128,25 (compuesto por las 5 bobinas de la gama Smartfil ECO 750g).

TIPO DE CONTRAPRESTACIÓN: Campaña de comunicación y presencia de la marca.

ACCIONES

Se nos facilitará el siguiente material para su uso en los medios de comunicación usados por Smart Materials 3D

- Imágenes
- Renders
- Fotografías
- Prototipos
- Ficha con especificaciones de configuración impresión óptima de acuerdo con cada material y a las impresoras con las que contamos

RESEÑAS EN LA PÁGINA WWW.SMARTMATERIALS3D.COM DE TODOS LOS PRODUCTOS PROBADOS

- Las publicaciones deben incluir la mención a @SmartMaterials3D y los hashtags #ECO, #SmartfilECO #BeSmart.
- Se debe realizar una reseña en el sitio web de Smart Materials 3D del producto que se está probando. Smart Materials compartirá, comentará y retuiteará las publicaciones.

Acepto las condiciones descritas anteriormente el día 17 de 05 de 2023.

Firmado por:

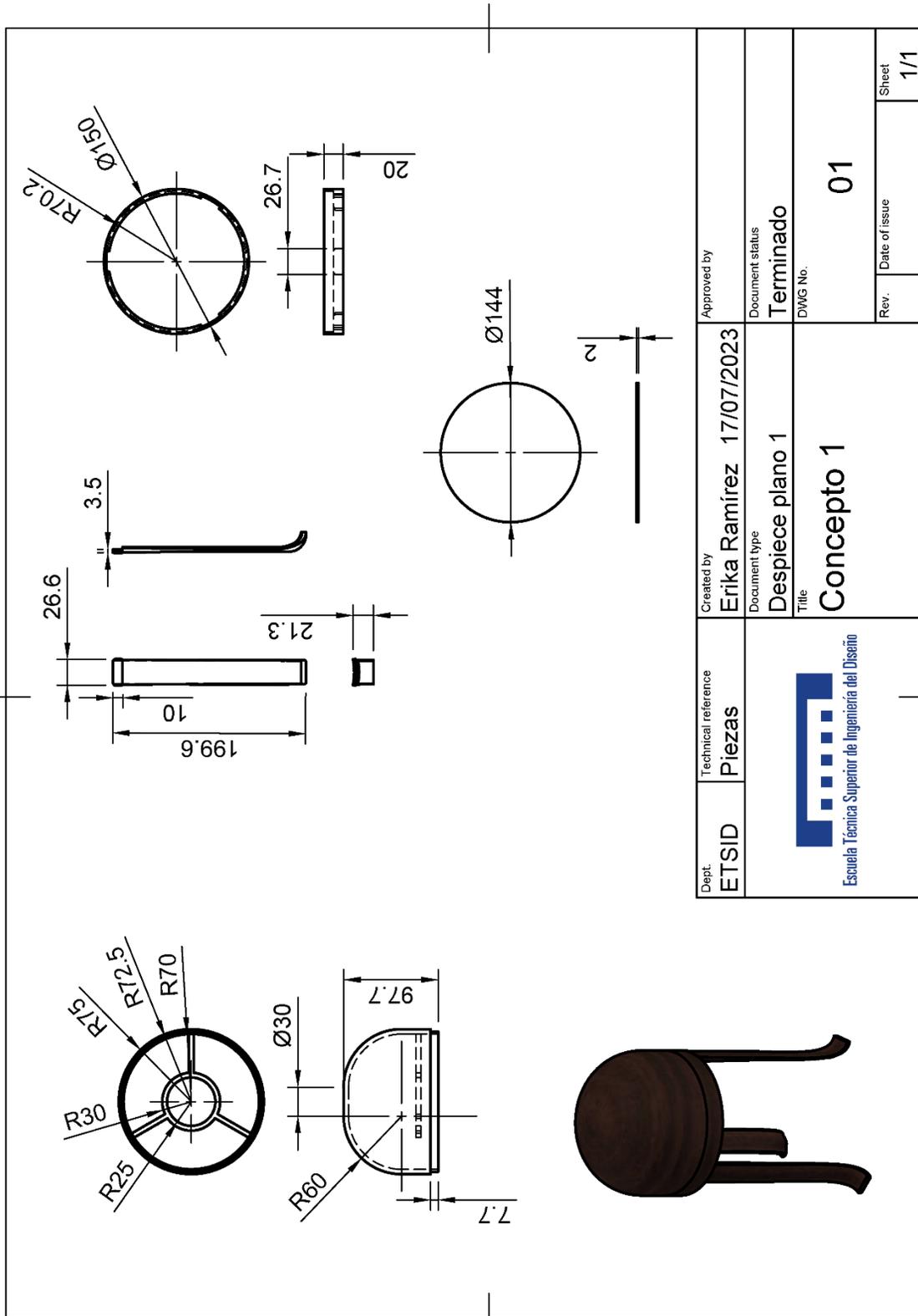
Erika Alexandra Ramírez Castellanos

NIE: Y8868153B

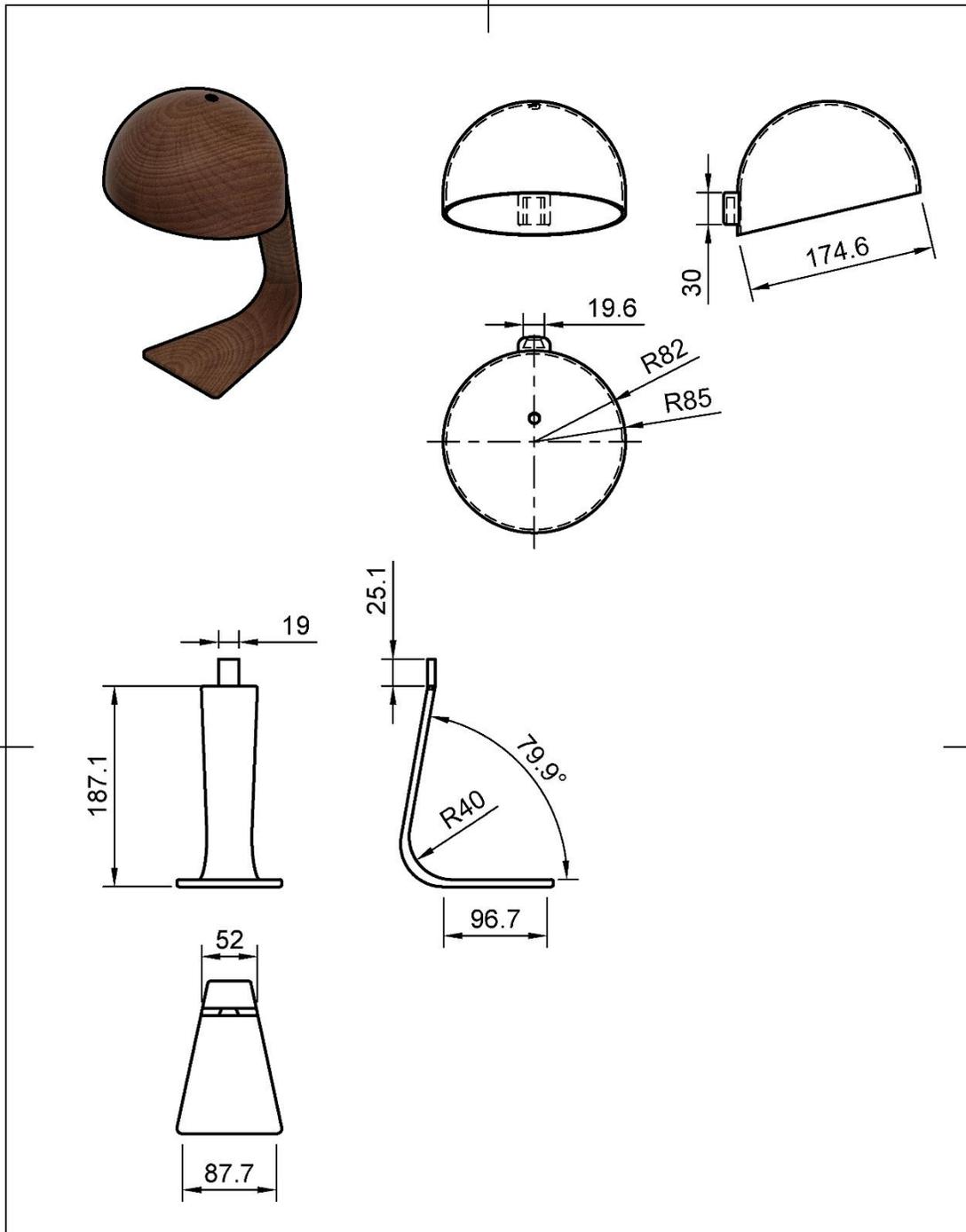
Be Smart

PoL Ind. El Retamar. C/ Tomillo 7
Vial G - 23680 Alcalá la Real. Jaén. Spain
☎ +34 953 041 993
✉ info@smartmaterials3d.com
www.smartmaterials3d.com

Anexo 04



Dept. ETSID	Technical reference Piezas	Created by Erika Ramirez 17/07/2023	Approved by
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		Document type Despiece plano 1	Document status Terminado
		Title Concepto 1	
		DWG No. 01	Rev.
		Date of issue	Sheet 1/1



Dept. ETSID	Technical reference Piezas	Created by Erika Ramírez 17/07/2023	Approved by	
 <p>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</p>		Document type Despiece plano 3	Document status Terminado	
		Title Concepto 3	DWG No. 03	
		Rev.	Date of issue	Sheet 1/1

13. Referencias

AIMPLAS. (2022, diciembre 9). AIMPLAS obtiene un film plástico a partir de residuos de café.

AIMPLAS. <https://www.aimplas.es/blog/aimplas-obtiene-un-film-plastico-a-partir-de-residuos-de-cafe/>

Ananas Anam. (2022, noviembre 8). Ananas Anam. <https://www.ananas-anam.com/>

Belda, I. (2018). *Economía Circular un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*.

Tébar Flores.

Circular Systems. (s. f.). *Circular Systems / Regenerative Impact*. Recuperado 3 de abril de 2023, de <https://circularsystems.com/>

Conoce todos los tipos de lámpara y sus principales usos—Iluxiform | Tienda Lámparas de diseño. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2023, de

<https://iluxiform.com/blog/articulo/tipos-de-lampara-y-usos.html>

ECOALF. (2021). *Memoria de sostenibilidad 2021, NO ES UNA UTOPIÍA*. ecoalf.

<https://ecoalf.com/pages/memoria-de-sostenibilidad>

Economía circular: Definición, importancia y beneficios | Noticias | Parlamento Europeo.

(2023, mayo 24).

<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

Ecovative—Mycelium Technology | Sustainable & Biodegradable Material. (s. f.). Recuperado

24 de marzo de 2023, de <https://www.ecovative.com/>

Full Cycle. (s. f.). *Home—PHA Technology Company | Producing a Biodegradable Alternative to Plastic | Convert Organic Waste into PHA, a Better Bioplastic | Full Cycle*.

Recuperado 3 de abril de 2023, de <https://fullcyclebio.com/>

- Hacia una economía circular en iluminación – Portal CDT.* (s. f.). Recuperado 4 de julio de 2023, de <https://www.cdt.cl/hacia-una-economia-circular-en-iluminacion/>
- Hamel, V. (1997). *Rueda estratégica del ecodiseño.* <https://docplayer.es/68596994-Rueda-estrategica-del-ecodiseno-van-hemel.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Callado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGRAW-HILL.
- IPCC. (2019). *Global Warming of 1.5 °C* — (Científico N.º 6; p. 32). <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Jonker, G., & Harmsen, J. (2013). *Ingeniería para la sostenibilidad. Guía práctica para el diseño sostenible.* Editorial Reverté S. A.
- Orizita. (s. f.). *Orizita | un material redefinido.* Recuperado 17 de mayo de 2023, de <https://www.oryzite.com/>
- Rieradevall Pons, J., & Vinyets Rejón, J. (1999). *Ecodiseño y ecoproductos* (Primera). Rubes editorial.
- Rodríguez Sánchez, Y. (2020). *Metodología de la Investigación—Enfoque por competencias DGB.* Klik Soluciones educativas.
- Smart Materials 3D. (s. f.). *Nueva línea Sostenible.* Smart Materials 3D. Recuperado 8 de marzo de 2023, de <https://www.smartmaterials3d.com/c/nueva-linea-sostenible>
- UN. (s. f.). Sustainable consumption and production. *United Nations Sustainable Development.* Recuperado 16 de julio de 2023, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>
- UNEP. (2009). *Design for Sustainability A step-by-step Approach.*
- VEGEA: *Innovative biomaterials for fashion & design.* (s. f.). VEGEA. Recuperado 3 de abril de 2023, de <https://www.vegeacompany.com/>

