

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**PRODUCCIÓN DE FILAMENTO PARA IMPRESIÓN 3D MEDIANTE
RECICLAJE DE ROPA**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
INGENIERO EN EJECUCIÓN DE MECÁNICA DE
PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumnos:

Paul Josthin Ahumada Acevedo

Uziel Elías Carriel Fuentes

Profesor Guía:

Ing. Juan José Figueroa Cohn

2022

DIDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico principalmente a Dios, por darme las fuerzas para seguir con nuestros sueños.

A mis padres, por ser un pilar en cada una de mis decisiones.

A mis hermanos, por confiar y creer en mis ideas e invenciones.

A mi pareja por estar día a día apoyándome y confiando en mí.

A mi mejor amigo, con el que desarrollé este trabajo, por todas las horas sin dormir por trabajar y jugar.

Y a la Universidad Técnica Federico Santa María de la sede de Concepción, por otorgar todos los conocimientos que utilizo día a día y que utilizaré el resto de mi carrera profesional.

Uziel Elías Carriel Fuentes

Dedico este proyecto y meta alcanzada a mi familia, a mi querida madre Chynty que siempre ha estado para mí incondicionalmente, a mis abuelos, Don Juan Luis y Doña María Eliana que con su ayuda y amor me ha hecho crecer como persona, a mi compadre y mejor amigo Uziel Elías que sin su ayuda no podría haber desarrollado un proyecto como este, también por su cariño y apoyo en la universidad y en los juegos, a mi hermano Luis Andrés que gracias al he podido crecer y aprender sobre lo que es tener un hermano, al esposo de mi Mamá Don Cesar Andrés que con su experiencia y enseñanzas que me ha brindado he podido concretar muchas logros en mi vida y finalmente y no menos importante a Belén Lastra, con el amor que me entrega y el apoyo que una pareja hace he podido establecer una relación.

También agradecer a la universidad y a los profesores que me han enseñado todo lo que se hasta ahora. Me queda agradecer y decir que esto es un paso más de lo que me queda por lograr en la vida.

Paul Josthin Ahumada Acevedo

RESUMEN

El presente informe busca dar solución a una problemática que hoy en día está sucediendo al norte de Chile.

Partiendo por la hipótesis de que es posible reciclar y reducir la aglomeración de ropa en los vertederos del norte de Chile, para convertir la mayor cantidad de ropa posible en filamento para impresión 3D, cuya utilización es bien aprovechada por fabricantes locales, instituciones Universitarias y una amplia variedad de industrias en Chile y el mundo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....9

Objetivos: 10

 Objetivo General 11

 Objetivos específicos.....11

Capítulo 1: Análisis del ecosistema de Iquique 1

 1. Ubicación de Iquique.....1

 1.1 Flora y fauna de Iquique 2

 1.1.1 Animales y flora que habitan en el desierto de Atacama 2

 1.2 Problemas que enfrenta el Norte de Chile 3

 1.2.1 Contaminación de los vertederos ilegales..... 4

 1.3 Aspectos e impactos ambientales 6

 1.3.1 Tabla de evaluación ambiental del Desierto de Atacama..... 8

 1.4 Disminución de la contaminación del desierto de Atacama.....8

Capítulo 2: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....3

 2. Proceso de filamentos.....10

 2.1 Poliéster..... 10

 2.2 Enlace Ester..... 10

 2.3Impresiones en 3D.....11

 2.4 Impresoras 3D y filamentos..... 12

 2.5 Etapas de la producción de filamento.....13

 2.5.1 Horno de fundición: 13

 2.5.2 Picadora:..... 13

 2.5.3 Trituradora: 14

 2.5.4 Extrusor:..... 15

 2.5.6 Embobinado: 16

 2.6 Proceso de filamento reciclado.....17

 2.6.1 Clasificación de materia prima: 17

 2.6.2 Triturado de materia prima: 18

 2.6.3 Fundición de materia prima triturada: 18

 2.6.4 Picado del material fundido:..... 18

 2.6.5 Extrusión de material picado: 18

 2.6.6 Peletización por corte de engranajes:..... 19

 2.6.7 Proceso de extrusión y embobinado: 19

Capítulo 3: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....12

3.1 Pijama de polar de cuerpo completo:..... 20

3.2 Chaqueta afelpada de poliéster: 22

Capítulo 4: Estudio de prefactibilidad 22

4. Objetivos del estudio 28

4.1 Definición del proyecto 28

4.2 Términos de referencia 29

4.3 Origen de la idea 29

4.4 Metodología para abordar el estudio 29

4.5. Modelo Canvas.....30

4.6 Análisis de la oferta 30

4.7 Análisis de demanda.....31

4.9 Determinación de costos de los equipos.....32

4.10 Determinación de ingresos 32

4.11 Determinación de costos.....33

4.12 Características y valores del filamento.....36

4.13 Flujo de caja 37

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

INTRODUCCIÓN.....9

Objetivos: 10

Objetivo General 11

Objetivos específicos.....11

Capítulo 1: Análisis del ecosistema de Iquique 1

1. Ubicación de Iquique.....1

1.1 Flora y fauna de Iquique..... 2

1.1.1 Animales y flora que habitan en el desierto de Atacama 2

1.2 Problemas que enfrenta el Norte de Chile.....3

1.2.1 Contaminación de los vertederos ilegales..... 4

1.3 Aspectos e impactos ambientales 6

1.3.1 Tabla de evaluación ambiental del Desierto de Atacama..... 8

1.4 Disminución de la contaminación del desierto de Atacama.....8

Capítulo 2: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....3

2. Proceso de filamentos.....10

2.1 Poliéster..... 10

2.2 Enlace Ester..... 10

2.3Impresiones en 3D 11

2.4 Impresoras 3D y filamentos..... 12

2.5 Etapas de la producción de filamento.....	13
2.5.1 Horno de fundición:	13
2.5.2 Picadora:.....	13
2.5.3 Trituradora:	14
2.5.4 Extrusor:.....	15
2.5.6 Embobinado:	16
2.6 Proceso de filamento reciclado.....	17
2.6.1 Clasificación de materia prima:	17
2.6.2 Triturado de materia prima:	18
2.6.3 Fundición de materia prima triturada:	18
2.6.4 Picado del material fundido:.....	18
2.6.5 Extrusión de material picado:	18
2.6.6 Peletización por corte de engranajes:.....	19
2.6.7 Proceso de extrusión y embobinado:	19
Capítulo 3: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....	12
3.1 Pijama de polar de cuerpo completo:.....	20
3.2 Chaqueta afelpada de poliéster:	22
Capítulo 4: Estudio de prefactibilidad	22
4. Objetivos del estudio	28
4.1 Definición del proyecto	28
4.2 Términos de referencia	29
4.3 Origen de la idea	29
4.4 Metodología para abordar el estudio	29
4.5. Modelo Canvas.....	30
4.6 Análisis de la oferta	30
4.7 Análisis de demanda.....	31
4.9 Determinación de costos de los equipos.....	32
4.10 Determinación de ingresos	32
4.11 Determinación de costos.....	33
4.12 Características y valores del filamento.....	36
4.13 Flujo de caja	37

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Material 1	20
Fotografía 2: Fundición de material 1	21
Fotografía 3: Resultado de material 1	21
Fotografía 4: Material 2	22

Fotografía 5: Fundición material 2	23
Fotografía 6: Resultado de material 2	23
Fotografía 7: Material 3	24
Fotografía 8: Fundición material 3	25
Fotografía 9: Material 3 en trituradora	26
Fotografía 10: Triturado de material 3	26
Fotografía 11: Deposición de material 3 en extrusora	27
Fotografía 12: Extrusión de material 3	27

ÍNDICE DE MAPA CONCEPTUAL

Mapa conceptual 1: Generación de aspectos ambientales	11
Mapa conceptual 2: Componentes e impactos ambientales	11

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Empresas de filamento	41
----------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN.....	9
Objetivos:	10
Objetivo General	11
Objetivos específicos.....	11
Capítulo 1: Análisis del ecosistema de Iquique	1
1. Ubicación de Iquique.....	1
1.1 Flora y fauna de Iquique.....	2
1.1.1 Animales y flora que habitan en el desierto de Atacama	2
1.2 Problemas que enfrenta el Norte de Chile.....	3
1.2.1 Contaminación de los vertederos ilegales.....	4
1.3 Aspectos e impactos ambientales	6
1.3.1 Tabla de evaluación ambiental del Desierto de Atacama.....	8
1.4 Disminución de la contaminación del desierto de Atacama.....	8
Capítulo 2: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....	3
2. Proceso de filamentos.....	10

2.1 Poliéster.....	10
2.2 Enlace Ester.....	10
2.3Impresiones en 3D	11
2.4 Impresoras 3D y filamentos.....	12
2.5 Etapas de la producción de filamento.....	13
2.5.1 Horno de fundición:	13
2.5.2 Picadora:.....	13
2.5.3 Trituradora:	14
2.5.4 Extrusor:.....	15
2.5.6 Embobinado:	16
2.6 Proceso de filamento reciclado.....	17
2.6.1 Clasificación de materia prima:	17
2.6.2 Triturado de materia prima:	18
2.6.3 Fundición de materia prima triturada:	18
2.6.4 Picado del material fundido:.....	18
2.6.5 Extrusión de material picado:	18
2.6.6 Peletización por corte de engranajes:.....	19
2.6.7 Proceso de extrusión y embobinado:	19
Capítulo 3: Fabricación de filamentos hechos de ropa.....	12
3.1 Pijama de polar de cuerpo completo:.....	20
3.2 Chaqueta afelpada de poliéster:	22
Capítulo 4: Estudio de prefactibilidad	22
4. Objetivos del estudio	28
4.1 Definición del proyecto	28
4.2 Términos de referencia	29
4.3 Origen de la idea	29
4.4 Metodología para abordar el estudio	29
4.5. Modelo Canvas.....	30
4.6 Análisis de la oferta	30
4.7 Análisis de demanda.....	31
4.9 Determinación de costos de los equipos.....	32
4.10 Determinación de ingresos	32
4.11 Determinación de costos.....	33
4.12 Características y valores del filamento.....	36
4.13 Flujo de caja	37

INTRODUCCIÓN

La ropa ha acompañado a la humanidad a lo largo de toda su historia, como un reflejo de una identidad, ideología, cultura, forma de pensar y de sentir. La vestimenta evoluciona junto a las distintas culturas, generaciones y aspectos geográficos, marcados por el cambio climático del mismo. Esta información es aprovechada por la industria textil para imponer modas y vender sus productos.

La industria de la moda es responsable del 10% de las emisiones de carbono a nivel global¹ y produce alrededor del 20% de las aguas residuales mundiales. Es la segunda industria más contaminante después de la petrolera, consumiendo más energía que la industria de la aviación y el transporte marítimo combinadas.

¹ <https://codexverde.cl/fast-fashion-el-corazon-de-la-contaminacion-textil/#:~:text=La%20industria%20de%20la%20moda,y%20el%20transporte%20mar%C3%ADtimo%20combinadas.>

El poliéster, la fibra sintética más utilizada para confeccionar ropa, según un informe de la BBC, necesita 70 millones de barriles de petróleo cada año para su elaboración, y tarda aproximadamente 200 años en descomponerse. Por otro lado, las fibras naturales necesitan materias primas como el algodón, y solo para obtener un kilo de algodón es necesario utilizar 10 mil litros de agua. En ese sentido, se calcula que anualmente para la fabricación de ropa se utilizan 93 mil millones de metros cúbicos de agua, cantidad suficiente para satisfacer la necesidad de 5 millones de personas.

En Chile existe una gran desinformación respecto a la industria textil. El Puerto de Iquique es el principal punto de acceso de esta industria no solo de Chile, sino también de toda Latinoamérica. Nuestro país es una de las pocas naciones que acepta el ingreso de ropa usada, ya que por razones sanitarias o por protección a la producción textil nacional, no está permitido en otros países del continente. También se considera que este plástico no es biodegradable, por lo que tarda una media de 500 años en descomponerse, afectando así drásticamente al medio ambiente del desierto si no se trata este material.

Las importaciones de ropa a Chile se realizan en formato de grandes fardos, de los cuales, una alta cantidad se descarta y se transforma en basura, lo que ha transformado al norte del país en una región afectada por grandes vertederos de ropa usada, dañando así a la flora y fauna de la zona.

Alto Hospicio, Iquique y el desierto de Atacama en Chile se han convertido en un gigantesco basurero de ropa, donde toneladas de productos textiles son desechados y terminan como basura escondida en el desierto².

Pero no todo es negativo, en este caso, ya que la mayoría de las prendas están fabricadas con plásticos como el poliéster que es una fibra sintética que es un tipo de polímero reciclable que al presentar propiedades mecánicas como la ductilidad, dureza, plasticidad y resistencias mecánicas como a la tracción y/o compresión, es posible integrarlos nuevamente a un proceso industrial para fabricar un nuevo producto.

Objetivos:

² <https://www.uchile.cl/noticias/182923/geografia-de-la-ropa-desechada-en-chile-la-moda-que-nos-mata>

Objetivo General

Crear filamentos en base de polímeros extraídos de ropa para impresoras 3D.

Objetivos específicos

- Analizar el ecosistema afectado. En base a los aspectos e impactos ambientales.
- Fabricación de filamentos reciclados a base de polímeros extraídos de la ropa.
- Elaboración de ensayo experimental de fabricación de filamentos.
- Realizar un estudio de pre factibilidad.

Capítulo 1: Análisis del ecosistema de Iquique

1. Ubicación de Iquique

Iquique es una ciudad chilena ubicada en la región de Tarapacá, con una densidad poblacional de alrededor de 2242.1 personas por metro cuadrado, según datos entregados por el Censo de Población y Vivienda 2017, y de las Proyecciones de Población 2021. Es conocida por su puerto, playas y la zona franca o también conocida como ZOFRI.

La importancia de esta ciudad, que se define por sus ciclos económicos, radica en sus antecedentes históricos, ya que en sus costas tuvo lugar el Combate Naval de Iquique el 21 de mayo de 1879. Durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera del siglo XX, fue un importante centro salitrero y, actualmente, se presenta como una importante región generadora de energías renovables no convencionales, comercial y turística.

En el siglo XIX fue un pueblo salitrero, hoy en día es un destino vacacional con zonas portuarias, playas, costas del océano pacífico y un casino frente al mar. Los últimos ciclos económicos que aún dan vida, riqueza y reafirman a la capital nortina, son la minería, la Zona Franca y el turismo, mientras que el tema energético gana un espacio importante dentro de la economía regional. Los centros urbanos también han cambiado, convirtiéndose el sector sur de la ciudad donde se concentran los pobladores de las caletas pesqueras en un potencial centro de desarrollo económico y habitacional³.

Población actualizada de Iquique

Territorio	Censo 2017	Proyección 2020	Variación (%)
Comuna de Iquique	191.468	223.463	16,71
Región de Tarapacá	330.558	382.773	15,80
País	17.574.003	19.458.310	10,72

2-1 Ilustración 1: Población actualizada de Iquique

Fuente: Censos de Población y Vivienda, Proyecciones de Población, INE

³ <https://www.goretarapaca.gov.cl/nuestra-region/geografica/#::~text=Iquique%2C%20ciudad%20puerto%20y%20capital,sobre%20el%20nivel%20del%20mar>.

1.1 Flora y fauna de Iquique

La Tierra presenta una proporción de más del 90% de agua y que existan áreas en las que el agua esté casi ausente, como es el caso del desierto de Atacama. Se estima que mide unos 1000 Km de longitud y más de 150 Km de ancho. Está ubicado en el océano Pacífico, alrededor de los volcanes por el occidente y los Andes al oriente. Su descubrimiento es muy reciente, concretamente allá por los años 70, no obstante, los científicos han revelado que es el desierto más antiguo del mundo, el cual data de más de 150 millones de años. Con anterioridad era un lecho marino, datos que lo avalan principalmente por su estructura rocosa de aljez, mineral que se forma al evaporarse el agua por el calor. A parte de lo ya mencionado anteriormente, se destaca que el desierto de Atacama está ubicado en el trópico de Capricornio, por lo que los vientos son muy secos y la humedad no supera entre 7 y 10%, ya que en el ecuador terrestre el aire se calienta y sube, a medida que va alejándose del ecuador, la condensación produce precipitaciones, no obstante, cuando rebasa la zona intertropical, trópicos de Cáncer y Capricornio, ya ha perdido la mayor parte de humedad, lo que hace que la lluvia escasee en la zona.

1.1.1 Animales y flora que habitan en el desierto de Atacama

Existen animales que pueden soportar las duras condiciones del hábitat en determinadas áreas geográficas del desierto de Atacama. Entre ellos destacan:

- Flamencos.
- Aves rapaces: búhos, aguiluchos.
- Guanacos y vicuñas.
- Roedores como las vizcachas y chinchillas.
- Zorro del desierto.
- Algunos reptiles como lagartos y serpientes.

Artrópodos:

- Saltamontes.
- Mantis religiosas.

En las zonas costeras:

- Anémonas.
- Especies de moluscos .
- Equinodermos.

En esta curiosa naturaleza paradójicamente también existen pingüinos, concretamente en las zonas costeras, principalmente por el agua fría que proviene de la Antártida.

La flora destaca por la vegetación típica del desierto, como cactus, arbustos y algunos árboles: pimientos y algarrobos⁴.



fuelle: <https://viajescaucau.com/atacama-el-desierto-mas-arido-del-mundo-chile/>

1.2 Problemas que enfrenta el Norte de Chile

Actualmente en Iquique existen diversas problemáticas que afectan directamente a la región de Tarapacá donde se encuentra su capital regional Copiapó y específicamente en Iquique con Alto Hospicio. Algunos de los problemas que se encuentran en este sector son:

- Alta delincuencia.
- La crisis de Colchane.
- Marcha contra la inmigración.
- Agresión a carabineros.
- La contaminación del desierto de Atacama.

⁴ <https://naturaleza.animalesbiologia.com/informacion/desierto-de-atacama>

Por lo que, se realiza énfasis en la contaminación del desierto de Atacama. Más de 59.000 toneladas que se importan cada año, gran parte de ellas se calcula que alrededor de 40.000 no se vende y termina en basurales clandestinos.

La mayoría de ellos ubicados a las afueras de Alto Hospicio, una comuna con altos niveles de pobreza y vulnerabilidad de la zona.

Los camiones cargados con fardos de ropa usada entran y salen de la Zona Franca de Iquique, más conocida como "Zofri". Este paraíso de las compras alberga un inmenso parque industrial donde operan más de 1.000 empresas que transan sus productos exentos de impuestos. Su lugar estratégico en el norte de Chile y a pocos kilómetros del puerto de Iquique lo convierte en un importante centro comercial para otros países latinoamericanos, como Argentina, Brasil, Perú y Bolivia. Aquí hay instaladas al menos 50 importadoras que diariamente reciben grandes cantidades de toneladas de ropa de segunda mano que luego se distribuyen a lo largo de Chile para su venta. El negocio es inmenso y completamente legal. De acuerdo con el Observatorio de Complejidad Económica (OEC)⁵, una plataforma que lleva el registro de diversas actividades económicas en el mundo, Chile es el mayor importador de ropa usada de Sudamérica, siendo el receptor de más del 90% de dicha mercancía en la región. La mayoría de esta ropa ha sido previamente donada a organizaciones benéficas en países desarrollados. Mucha de ella se revende en tiendas de caridad o se entregan a personas necesitadas, pero la que no se vende o dona en esos países termina siendo enviada a otros países como Chile, India o Ghana. En Chile está prohibido arrojar los desechos textiles en los vertederos legales pues genera inestabilidad en los suelos. Así, no hay dónde dejar lo que no se comercializa.

1.2.1 Contaminación de los vertederos ilegales

La industria de la moda es una de las más contaminantes del mundo, después del petróleo. De acuerdo con la Organización de Naciones Unidas (ONU), es responsable del 8% de los gases de efecto invernadero y del 20% de desperdicio total de agua a nivel global y es que solo para producir unos jeans se necesitan 7.500 litros de agua. Además, actualmente gran parte de la ropa está hecha de poliéster, un tipo de resina plástica que se obtiene del petróleo, y que tiene grandes ventajas frente al algodón: es muy económico, pesa poco, se seca rápido y no se arruga. El problema es que demora más de 200 años en desintegrarse, mientras que el algodón aproximadamente 30 meses y aquí, en el

⁵ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60024852>

desierto de Atacama, la mayoría de las prendas están hechas, justamente, de poliéster. Camisetas deportivas, trajes de baño o shorts lucen como nuevos, pero, con el paso del tiempo, estas prendas se empezarán a desgastar liberando micro plásticos que se dispersan en la atmósfera, afectando gravemente la fauna de la zona y el mar.

Otra de las cosas que preocupa a las autoridades locales son los incendios que anualmente se producen en estos basurales o zonas de sacrificio. Una de las soluciones que mencionan los habitantes de la región de Tarapacá es:

“Como no tiene una disposición legal, la única solución es quemarla (la ropa). Y la polución del humo es un gran problema", explica Edgard Ortega. "Esta ropa nos genera un incendio anual de grandes proporciones, que duran entre 2 y 10 días", agrega.⁶

De acuerdo con el departamento de medioambiente de la región de Tarapacá, el humo puede generar enfermedades cardiorrespiratorias entre los habitantes que viven alrededor, la mayoría de ellos inmigrantes ilegales que se instalan en casas improvisadas y en mal estado.



Ilustración 3: Restos de ropa quemada en el desierto

Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60024852>

⁶ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60024852>

1.3 Aspectos e impactos ambientales

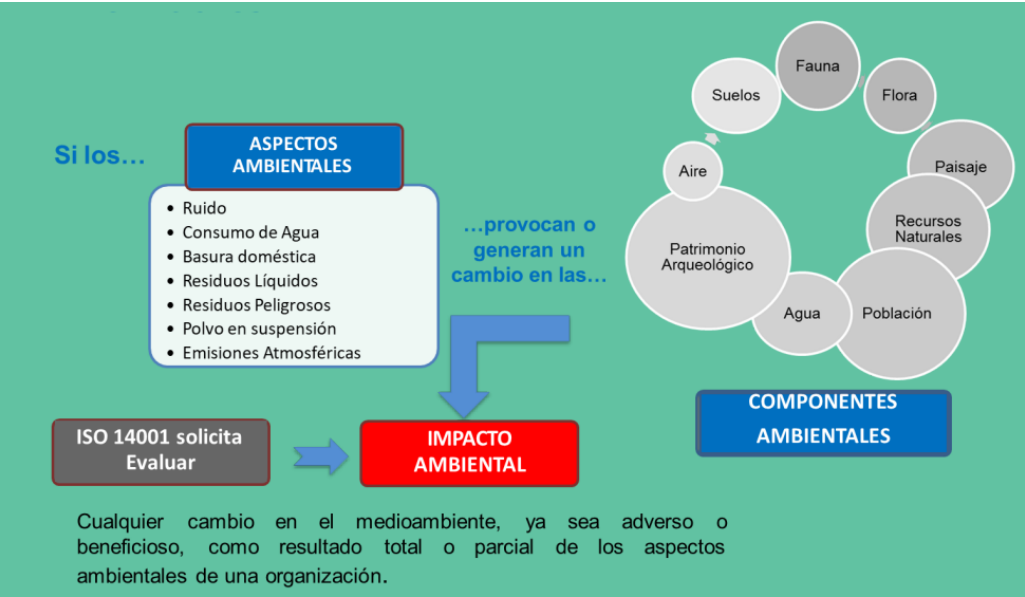
Un aspecto ambiental es el elemento de actividades, productos o servicios de una organización (industria, compañía, empresa, etc.) en el cual interactúa con el medio ambiente.



4-1 Mapa conceptual 1: Generación de aspectos ambientales

Fuente: PDF de Medio ambiente.

Los componentes ambientales son elementos que nos rodean e interactuamos con ellos, en los cuales están asociados y relacionados a los aspectos e impactos ambientales.



4-2 Mapa conceptual 2: Componentes e impactos ambientales

Fuente: PDF de Medio ambiente.

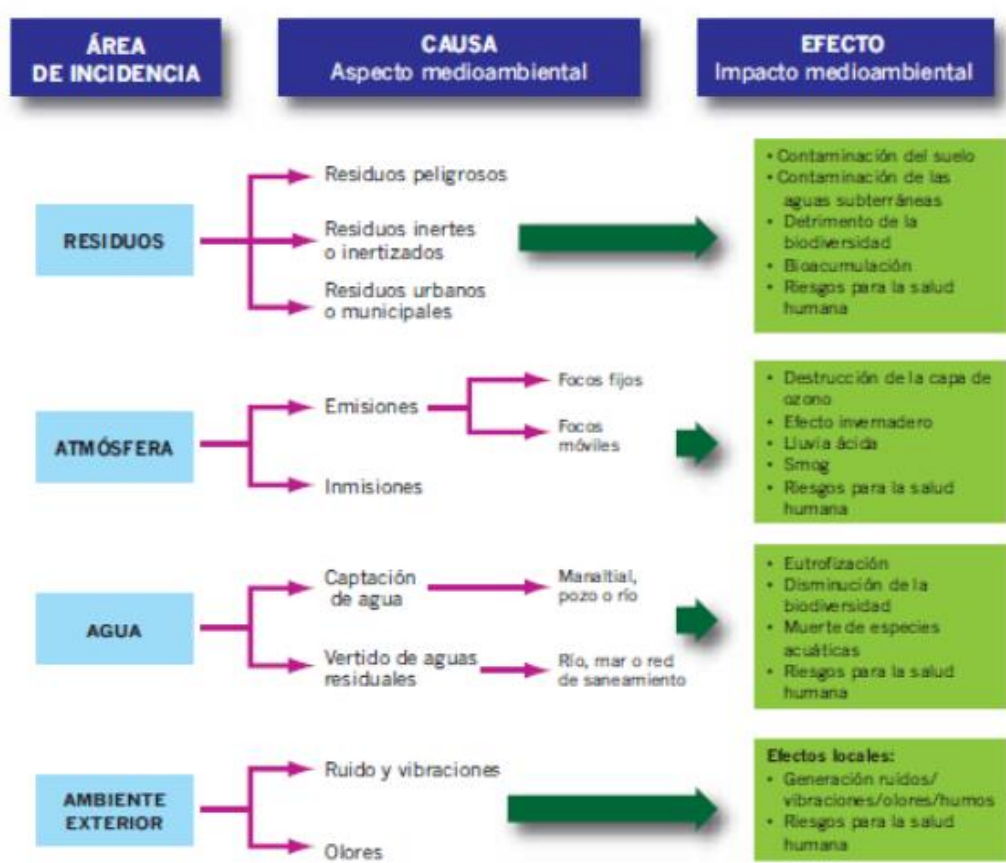
Algunos de los aspectos ambientales generales se pueden encontrar varios tipos, los cuales los más conocidos son:

- Contaminación atmosférica o ambiental.
- Contaminación hídrica o del agua.
- Contaminación de suelos.

Entre algunos de ellos también se pueden mencionar:

- Contaminación química.
- Contaminación radiactiva.
- Contaminación térmica.
- Contaminación acústica.
- Contaminación visual.

Un ejemplo del desarrollo o evaluación ambiental con estos primeros conceptos es:



4-3 Ilustración 4: Ejemplo de evaluación ambiental básica

Fuente: PDF de Medio Ambiente.

El efecto, impacto ambiental, impacto antrópico o impacto antropogénico abarca los distintos efectos que la actividad humana y el modelo de vida humano desatan sobre el medio ambiente natural.

Estas alteraciones son significativas y provocan un efecto duradero sobre los ecosistemas del planeta tierra.⁷

1.3.1 Tabla de evaluación ambiental del Desierto de Atacama

Fuentes	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
• Empresas de textiles, (importación de textiles al país) • Revendedores de ropa usada o “americana”	Contaminación visual (vertederos clandestinos y zonas de sacrificio)	Disminución de reservas naturales a nivel nacional
	Contaminación atmosférica (producido por la quema de ropa en el desierto)	Aumento de la capa de zona polar
	Utilización elevada de recursos naturales como el agua	disminución de recursos naturales para el mundo
	Contaminación de suelo (por la cantidad de ropa en el vertedero)	reducción de flora y fauna del desierto
	Aumento de gases contaminantes a la atmósfera	Disminución de la capa de ozono

4-4 Tabla 1: Evaluación ambiental del desierto de Atacama

1.4 Disminución de la contaminación del desierto de Atacama

El problema de la ropa en el desierto de Atacama no es nuevo. Hace al menos 15 años que los desechos textiles se vienen acumulando en este lugar, aunque ahora su proporción es mucho mayor, afectando un total de 300 hectáreas, según la secretaría del medioambiente de la región de Tarapacá. La solución, sin

⁷ <https://concepto.de/impacto-ambiental/>

embargo, no es sencilla. Por el momento, hay dos planes en marcha: un programa de mitigación de los basurales ilegales y la incorporación de la ropa usada en la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que establece una obligación a las compañías que importan a hacerse cargo de sus residuos. Sin embargo, aún faltan pasos importantes para que ambos planes se hagan realidad: en el caso del primero, todavía debe ser aprobado por el gobernador regional, y en el caso del segundo, aún debe elaborarse un decreto que establecerá esa obligación. Además, la falta de fiscalización y control en el área hace que sea muy fácil arrojar la ropa en vertederos ilegales⁸. "Alto Hospicio es una comuna vulnerable, que tiene un presupuesto muy bajo. No podemos contratar a más fiscalizadores, no nos dan los recursos", opinó un habitante de la Región de Tarapacá.

⁸ <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60024852>

**Capítulo 2: Fabricación de filamentos hechos de
ropa**

2. Proceso de filamentos

Para el proceso práctico que se realizará es necesario entender con qué tipo de materiales podemos trabajar y comprender las nuevas tecnologías implementadas no solo en el ámbito de la ingeniería.

Esencialmente, en el proyecto, se utilizará ropa usada como materia prima, ropa que se seleccionará para separar las prendas con mayor porcentaje de poliéster y trabajar con este material en específico.

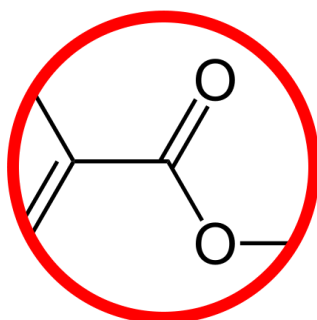
2.1 Poliéster

El poliéster es un polímero no biodegradable en ambientes naturales, su estructura molecular presenta una composición lineal; debido a dicha estructura, el poliéster entra en la clasificación de termoplástico. Es común ver que la industria utilice este material para la fabricación de hilos de coser, botellas, artículos de limpieza, juguetes, carcasas, fibras textiles, filamentos para impresión 3D, entre otros.

Todos estos poliésteres presentan una característica la cual de la cual proviene el nombre de su agrupación polimérica, esta característica es el “enlace éster”.

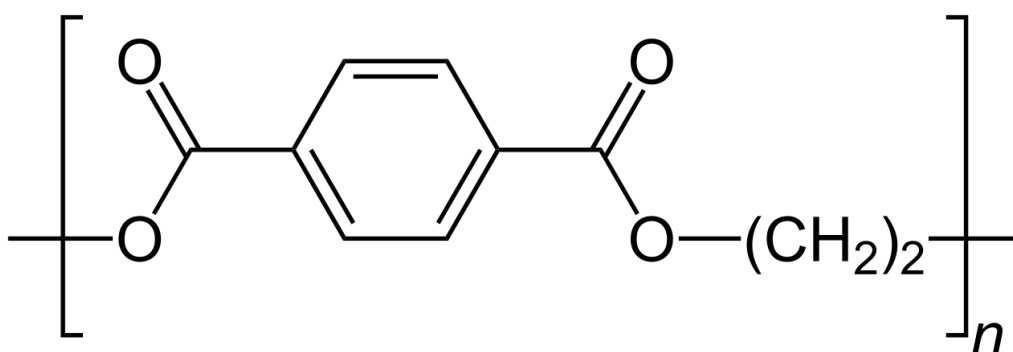
2.2 Enlace Ester

Los ésteres se forman cuando se enlaza un grupo alcohol (-OH) y un grupo ácido carboxílico (-COOH), desprendiendo en el proceso, una molécula de agua (H₂O).



5-1 Ilustración 5: Enlace éster

En la siguiente imagen se muestra una molécula de ácido poli láctico. Este material es el más utilizado por las personas que se dedican a la impresión 3D, debido a que presenta una temperatura de fusión relativamente baja, una densidad óptima para la impresión 3D y una facilidad de solidificación bajo ambientes en los que otros materiales no podrían presentar buenos resultados.



5-2 Ilustración 6: Tereftalato de etileno

Fuente: <https://www.pngwing.com/es/free-png-tkyw>

2.3 Impresiones en 3D

El mundo del diseño e impresión 3D está cada vez más integrado al conocimiento esencial que debe manejar un profesional del área mecánica, química, industrial, arquitectónica, minera, entre otros, y no solo del área de ingeniería, sino que profesionales de la salud también utilizan estos conocimientos para aplicarlos en sus respectivas áreas.

La impresión 3D requiere de una materia prima, conocida como “filamento para impresión 3D”. Este filamento debe presentar características

óptimas para su implementación en dicha finalidad, y una de las características más relevantes es que el polímero del cual está hecho el filamento debe ser que la clasificación del polímero sea de un termoplástico, por eso es por lo que para la impresión 3D es común ver materiales como:

- **ABS:** Acrilonitrilo butadieno estireno. Material más conocido por ser el plástico con el que se fabrican los juguetes de “LEGO”.
- **PLA:** Ácido poli láctico. Biopolímero fabricado en base al maíz.
- **PET:** Tereftalato de polietileno. Plástico con el que se fabrican las botellas destinadas a contener bebidas gaseosas.
- **PETG:** Poliéster de glicol. plástico conocido por ser un material ideal para la impresión 3D, fabricado con base en la combinación de tereftalato de polietileno y glicol.
- **TPU:** Poliuretano Termoplástico. El TPU es un plástico conocido en el mundo de la impresión 3D por la capacidad de fabricar piezas con propiedades elásticas hechas con este material.
- **Nylon:** Conocido mayormente en su formato de bolsas de nylon, debido a su resistencia a la tracción y resistencia al agua.
- Entre otros.

2.4 Impresoras 3D y filamentos

Los filamentos para impresión 3D son utilizados exclusivamente en impresoras MDF (Modelado por Deposición Fundida), la cual consiste en una serie de componentes estratégicamente ubicados para que un extrusor relativamente pequeño se mueva sobre una base plana, depositando un filamento que capa tras capa de impresión dará como resultado una pieza sólida que habrá sido previamente diseñada por computador. Esta tecnología principalmente fue llamada como “estereolitografía”⁹, nombre otorgado por su creador, Chuck Hull. este reconocido ingeniero impulsado por la innovación, en una noche de marzo de 1983; dio por finalizado el primer prototipo de lo que hoy conocemos como una impresora 3D.

⁹ <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/visionarios/la-impresora-3d-un-invento-de-los-80-que-triunfa-30-anos-despues/#:~:text=El%20estadounidense%20patent%C3%B3%20su%20invento,la%20venta%20el%20primer%20ejemplar.>

2.5 Etapas de la producción de filamento

Una vez dicho esto, es posible comprender cómo poder llegar a obtener un filamento óptimo para la impresión 3D. Sin embargo, dicho proceso de fabricación requiere de maquinaria industrial que su comercialización es poco común:

2.5.1 Horno de fundición:

Este tipo de horno está destinado a la fundición de materiales, ya sean metales o polímeros.

En este caso, el material a fundir serán trozos de fibras textiles hechas de 100% poliéster. Al trabajar con polímero, se deben tomar precauciones en las temperaturas utilizadas, ya que, al ser un horno tanto para metal como para polímeros, las temperaturas que puede alcanzar este tipo de horno son de una temperatura mayor a los 700 °C. Sabiendo que el polímero que se utilizará para el proyecto es un poliéster, la temperatura máxima permitida es de 300 °C, debido que al aumentar la temperatura más allá de la temperatura máxima permitida el polímero entraría en combustión y/o en carbonización.



Ilustración 7: Horno eléctrico

Fuente: <https://nabertherm.com/es/productos/industria/materiales-avanzados/hornos-fundicion/hornos-de-fundicion-la-cera-perdida>

2.5.2 Picadora:

Esta maquinaria es utilizada mayormente en las plantas de reciclaje, las cuales reúnen materiales como la madera, ruedas de caucho, plásticos de botellas

y envases, papel, cartón y algunos electrodomésticos. Dichas empresas pican el material para, ya sea, fabricar otro producto mediante la fundición de estos materiales, fabricar planchas de caucho reciclado, pellet para estufas, entre otros.

La picadora consiste en un juego de cuchillas giratorias unidas a un eje en común, las que al girar a una cierta velocidad pican cualquier elemento que sea introducido en ella; pero su capacidad de picar no es comparable a la de una trituradora debido a que una trituradora posee una mejor capacidad de destruir los materiales introducidos.

2.5.3 Trituradora:

La trituradora o Chancadora, es un elemento mayormente utilizado por empresas de reciclaje, cuya función es la de disminuir el tamaño de los elementos que en ella se depositan, mediante la trituración.

Esta máquina es necesaria para pasar de un material generado por el horno a un formato apto para la extrusión de este.



Ilustración 8: Trituradora

Fuente:

https://spanish.alibaba.com/pdetail/High60780149738.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.122d18717I5CNo&s=p

2.5.4 Extrusor:

Con esta maquinaria es posible generar un hilo de un diámetro determinado con el polímero (en formato pellet) que se tenga a disposición. El mecanismo interno de un extrusor consta de un tornillo sin fin, calefactores y una boquilla, dicho tornillo gira comprimiendo el pellet al mismo tiempo que los calefactores se calientan fundiendo así el material, la presión generada por el tornillo sin fin genera un vacío con el cual es posible empujar el material fundido hacia una boquilla que posee un diámetro de salida menor al del tornillo sin fin, generando así un flujo viscoso en forma de hilo.

Cabe señalar que en este proyecto se utilizarán dos clases de extrusores, el primero más pequeño que el segundo. Esto es debido a que el primer extrusor será utilizado para fabricar el pellet y el segundo, para generar el embobinado del material.



Ilustración 9: Extrusor

Fuente: https://spanish.alibaba.com/p-detail/SJ35-62335255693.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.7e11673dXGAYRf



Ilustración 10: Extrusor de producción industrial

Fuente: https://spanish.alibaba.com/p-detail/Experimental-62018943638.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.7e11673dXGAYRf

2.5.6 Embobinado:

Una embobinadora es un mecanismo simple pero muy necesario para fabricar el filamento de impresión 3D. Consta de un eje giratorio que a medida que el filamento sale de la extrusora, el eje enrolla el filamento dentro de un carrete diseñado específicamente para filamentos, la velocidad de giro es determinante para que el diámetro del filamento no varíe en el embobinado.



Ilustración 11: Embobinador

Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/32890063489.html>

2.6 Proceso de filamento reciclado

La intención práctica de este proyecto es poder generar un prototipo de filamento para impresión 3D y posteriormente comercializar un producto final, para esto se seguirán una serie de pasos establecidos para comprobar que los materiales elegidos son ideales para fabricar el producto esperado:

2.6.1 Clasificación de materia prima:

Debido al problema medioambiental anteriormente analizado, la materia prima que se utilizará será toda aquella fibra que sea fabricada con 100% poliéster, ya que gracias a sus propiedades fisicoquímicas es posible transformar un producto hecho 100% de este material, en otro producto completamente diferente.

En esta primera etapa se recolectarán las prendas usadas que como se mencionó anteriormente, tienen que ser confeccionadas en su totalidad por poliéster.

2.6.2 Triturado de materia prima:

Esta etapa consiste netamente en la trituración manual de las telas, separando de ellas las etiquetas, hilos y demás componentes fuera de la clasificación de un poliéster.

2.6.3 Fundición de materia prima triturada:

Utilizando herramientas facilitadas por la Universidad Técnica Federico Santa María de la sede de Concepción, se tomarán las telas previamente trituradas para introducirlas en una bandeja de acero, la cual será introducida en un horno de fundición.

Lo que se espera obtener es que el poliéster entre en fusión a los 220°C sin entrar en combustión, convirtiendo así, una prenda de ropa en una placa sólida de poliéster.

2.6.4 Picado del material fundido:

Mediante una picadora y un triturador, se procesarán las placas del material fundido para poder trabajar con una extrusora de plástico.

2.6.5 Extrusión de material picado:

Luego de obtener trozos de poliéster fundido, se introducirán en el depósito de una extrusora que, gracias a su tornillo sin fin y calentadores, fundirán nuevamente el material para hacerlo pasar por una boquilla de 2 milímetros de diámetro.

El filamento que se extraiga de esta extrusora no tendrá un diámetro óptimo para ser utilizado en una impresora 3D, ya que, su diámetro será irregular en toda su longitud.

2.6.6 Peletización por corte de engranajes:

La extrusión resultante será introducida en una peletizadora de engranajes, la cual picará el filamento en pequeñas piezas de al menos 3 milímetros de diámetro, dichas piezas serán conocidas como pellet de poliéster.

2.6.7 Proceso de extrusión y embobinado:

El pellet que anteriormente se fabricó será introducido en el contenedor de un proceso de extrusión de varias partes, pasando principalmente por una extrusora industrial que funde a una temperatura de 300 °C y tiene como finalidad generar un filamento de 1.7 milímetros de diámetro, luego debe pasar por una piscina con agua a una temperatura de 50 °C aproximadamente y por una con agua a temperatura ambiente, las cuales enfrían el filamento, posteriormente un sensor infrarrojo será el primer inspector de calidad de diámetro, este filamento será traccionado por un juego de poleas y rodillos, luego un reloj comparador dará una medida más específica de la variación del diámetro obtenido, finalmente una rebobinadora enrollará el filamento en un carrete, generando así un filamento de 1 kilogramo aproximadamente.

Capítulo 3: Fabricación de filamentos hechos de ropa

De la teoría a la práctica, hubo ciertos cambios que modificaron los resultados esperados. Para realizar un experimento que otorgue resultados positivos se buscaron métodos y herramientas que se clasificarían como “al alcance de la mano”, dentro de estos métodos fueron: La utilización de moldes de cocina, picadoras eléctricas para frutas y verduras, entre otros.

La base de este proyecto fue la utilización de prendas y textiles con un 100% de poliéster, a partir de este punto se realizaron 3 pruebas:

3.1 Pijama de polar de cuerpo completo:

El primer paso fue lavar y picar el material, para poder realizar diversas pruebas.

Al ser la primera prueba, no se consiguieron los resultados esperados, terminando con un plástico casi carbonizado debido a que se utilizó una maquinaria de oxicorte para el proceso de fundición del material.



Fotografía 1: Material 1



Fotografía 2: Fundición de material 1



Fotografía 3: Resultado de material 1

3.2 Chaqueta afelpada de poliéster:

El proceso inicial fue el mismo, lavar y picar el material para realizar diferentes pruebas con el mismo material.

Los resultados fueron mejores que con la prenda anterior, ya que para el proceso de fundición se utilizó un horno para fundir, con una temperatura inicial de 100 °C hasta una temperatura final de 300 °C. Estas temperaturas fueron definidas a partir de las temperaturas de fundición de la mayoría de los poliésteres, específicamente del PLA (ácido poliláctico) y PET (tereftalato de polietileno). La temperatura de fundición del PLA es de 190 °C y la del PET es de 250 °C.



Fotografía 4: Material 2



Fotografía 5: Fundición material 2



Fotografía 6: Resultado de material 2

3.3 Cortinas de poliéster:

En esta última prueba se estableció una temperatura máxima de 270 °C. Al alcanzar esta temperatura, la tela comenzaba a fundirse sin presentar indicios de carbonización. Debido a que este material alcanzó su punto de fusión entre los 260 °C y los 270 °C se dedujo que el material podría ser claramente tereftalato de polietileno.



Fotografía 7: Material 3



Fotografía 8: Fundición material 3

Luego de fundir el material, se extrajo con ayuda de una espátula y se depositó en una plancha de metal, para poder triturar esta masa amorfa fue necesario picar en trozos pequeños, ya que las cuchillas de la picadora de fruta no soportan el impacto. Para picar el material se necesitó ayuda de un martillo, al momento de golpear el plástico, este se rompió con facilidad debido a que estaba en una fase de cristalización debido a que se enfrió de forma lenta.



Fotografía 9: Material 3 en trituradora

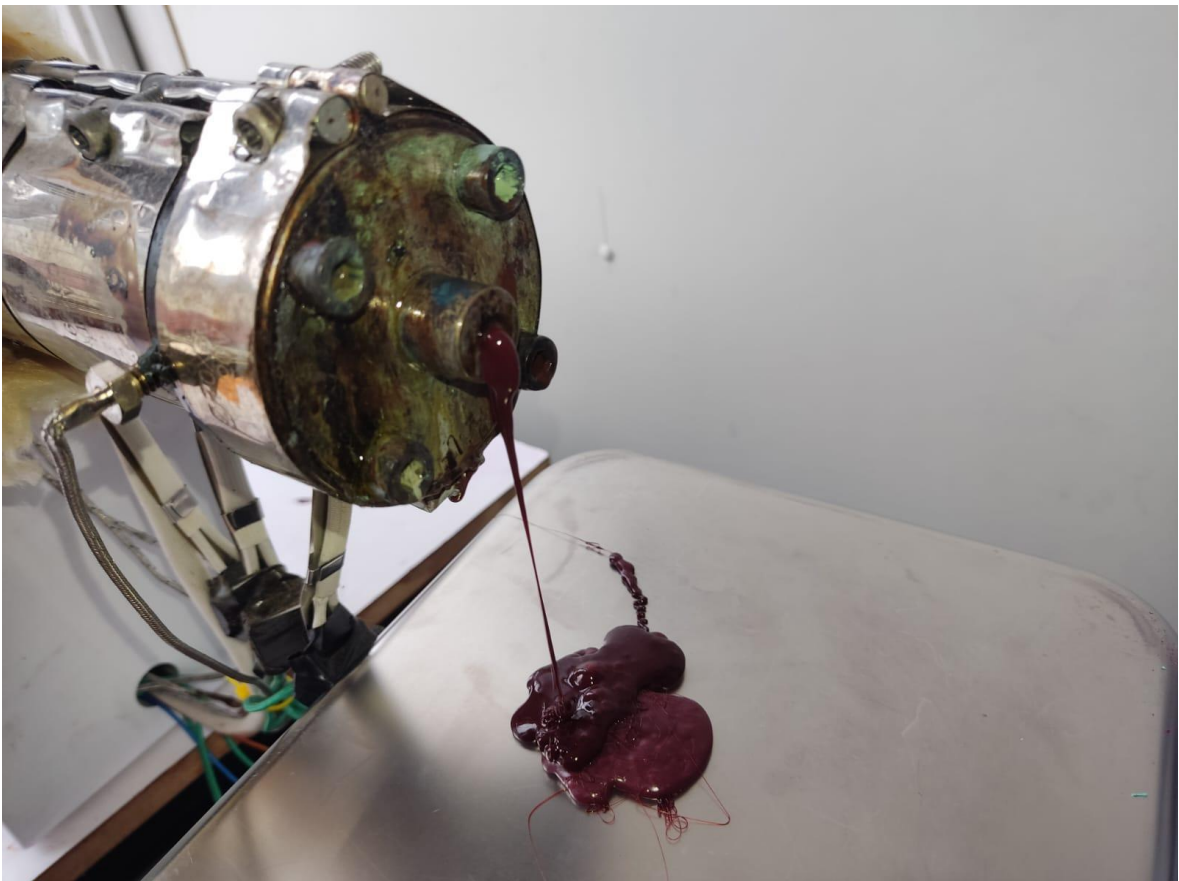


Fotografía 10: Triturado de material 3

La extrusora solo permite introducir pellet de un máximo de 4 milímetros de diámetro, así que fue indispensable triturar una cantidad alta de veces todo el material.



Fotografía 11: Deposición de material 3 en extrusora



Fotografía 12: Extrusión de material 3

Una vez triturado el material, se depositó en la tobera del extrusor de plástico, posteriormente se introdujeron los datos de la temperatura deseada en la extrusora.

Debido al extrusor que se utilizó en este experimento el resultado fue insuficiente para poder generar un filamento con este material. el extrusor utilizado contaba con una relación de compresión muy baja para lo que se necesitaba y como resultado no se obtuvo un filamento para aplicar un bobinado, ya que al alcanzar la temperatura indicada para generar un filamento, la extrusora no generaba la presión suficiente para expulsar el material, y al aumentar la temperatura, el plástico era expulsado en forma casi líquida, haciéndolo imposible de bobinar y seguir así con el experimento.

Para obtener los resultados deseados es necesario obtener un tornillo específico para la densidad y ductilidad del material que se estaba utilizando, ya que el tornillo debe generar una presión a una temperatura establecida para generar un filamento que no se rompa y no se derrita una vez haya salido de la boca del extrusor.

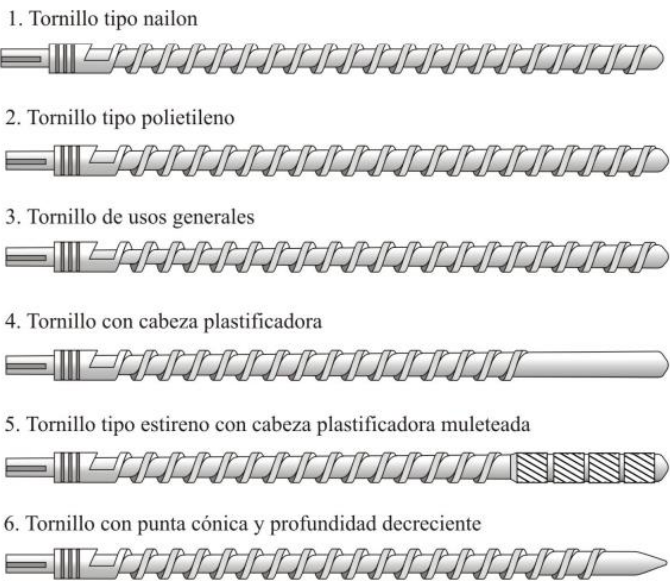


Ilustración 25: Tipos de tornillos sinfín

Fuente: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16897/1/TEMA_4_extrusion.pdf

Capítulo 4: Estudio de prefactibilidad

4. Objetivos del estudio

- Evaluar un estudio de pre factibilidad a un proyecto de disminución de contaminación en el Norte de Chile.
- Analizar la factibilidad técnica de un proceso para desempeñar la creación de filamento 3D.
- Examinar su factibilidad del costo del producto a comparación de otras marcas competidoras.

4.1 Definición del proyecto

En la actualidad de Chile existe una baja producción de filamentos, es por ello que aquellas empresas que necesitan del producto deben incurrir en compras hacia el extranjero para su comercialización y uso de este mismo, generando un alto costo en la venta de sus productos. Dentro del país existe una minoría de empresas que crean filamentos a base del reciclaje, lo que genera el impulso de la producción, garantizando mayor cobertura al momento de expandir el producto a lo largo del país por lo que resulta ser una idea viable a la hora de la producción de filamentos.

En el Norte de Chile específicamente en Iquique, existen vertederos de textiles los cuales se pueden utilizar para la creación y venta de filamentos en base a ropa 100% de poliéster contribuyendo al cuidado del medio ambiente usando una manera sustentable de producción.

Para la confección del filamento se debe garantizar la limpieza de los textiles, utilizando lavadoras con el único fin de eliminar agentes contaminantes. Para la fundición de este material y cumplir con transformarlo de sólido a líquido en conjunto con un horno, ya sea de cualquier tipo de energía (eléctrico o combustión), también se debe utilizar un triturador para crear un material similar a pellet. En el caso de la extrusión de primera etapa se utiliza un extrusor de tornillo sinfín simple para obtener esa forma base para la extrusión final. Para obtener el filamento deseado se utiliza un extrusor doble para concretar el material cumplido y así transformar una simple ropa en un material muy utilizado en la producción de objetos 3D.

Acerca del producto obtenido, se tiene que realizar un estudio para obtener un valor de venta competente contra la industria de los filamentos a base de material de PLA, ABS, etc. Para determinar se tiene que ver la base de ventas que hay en Chile como por ejemplo existe Cicla una marca chilena dedicada a la producción de filamentos y luego a la industria externa que es en Estados Unidos y Europa.

4.2 Términos de referencia

Las limitaciones del proyecto y los obstáculos que enfrentan:

- La fábrica se desarrolla en el norte de Chile, específicamente en la región de Tarapacá en la ciudad de Iquique.
- No se debe sobrepasar en una inversión de 32 millones de pesos chilenos.
- Se utiliza material PLA para la creación de filamentos reciclados.

4.3 Origen de la idea

La idea surge a partir de las problemáticas de Chile, lo que ocurre en el norte del país acerca de los vertederos de ropa. Luego de un estudio exhaustivo sobre el material de la ropa, se dio a conocer que el poliéster es un plástico que se puede trabajar en un proceso de extrusión para fabricar filamentos y usarlos en impresoras 3D.

También se analizan materiales como el metal, cartón, etc. Para poder darle uso de una manera sostenible, generando disminución de la contaminación del sector.

4.4 Metodología para abordar el estudio

La pauta de realizar se determina lo siguiente:

- Realizar un análisis de oferta comparando con los líderes de filamentos en Chile y en el extranjero.
- Desarrollar un análisis de la demanda del producto determinando qué es lo que se vende, dependiendo del tipo de filamentos que se utilizan en el mercado.
- Recolección de datos en fuentes confiables como en los datos de las empresas, encuestas y foros de discusión por internet.
- Realizar un estudio de los costos asociados a las máquinas, insumos, personal y materiales.

4.5. Modelo Canvas

Modelo de negocios Canvas

Socios claves  - Proveedores - PyMEs asociadas	Actividades claves  Venta de filamentos para impresión 3D y pellet Recursos claves  - Materia prima - Empleados - PyMEs asociadas	Propuesta de valor  - Filamentos de calidad ecoamigable - Reducción de basura y contaminación	Relación con los clientes  - En tienda Fisica - Página Web - Redes Sociales - Correo electronico - Teléfono Canales  - Tienda Fisica - Página Web	Segmento de clientes  - Makers - PyMEs - Ingenieros y Profesionales varios - Empresas - Instituciones Educativas
Estructura de costes  - Salario de Empleados - Adquisición de materias primas - Transporte de materias primas y productos comerciales			Fuente de ingresos  - Tienda fisica - Página Web	

Tabla 2: Modelo Canvas

4.6 Análisis de la oferta

La venta de filamento para impresión 3D en Chile es liderada por empresas como Cicla, MercadoLibre, TodoToner y PYMES. Por el momento, Cicla es la única empresa en Chile que fabrica sus productos dentro del país. Sin embargo, los filamentos que más se venden, independiente de la marca, son el ABS, PETG y sobre todo el PLA, esto es por su facilidad de impresión, resistencia y durabilidad.

Filaments Directory, una empresa que recopila todo tipo de información relacionada al mundo 3D, para generar una base de datos.

“Según el estudio de Filaments.Directory, el PLA sigue siendo el plástico más usado (73%), mientras que PETG ocupa el segundo lugar (10%) por delante del ABS (9%). Parece que la marca tampoco es un criterio de elección decisivo ya que el 31% de los participantes utilizan filamentos de diferentes fabricantes”.

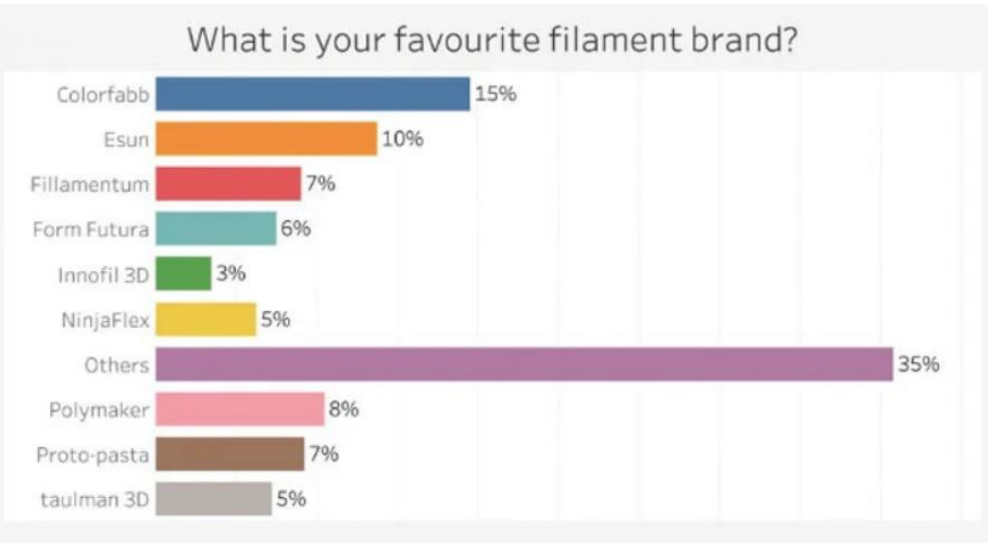


Gráfico 1: Empresas de filamento

4.7 Análisis de demanda

La impresión 3D, desde que nació hasta el día de hoy ha visto un progreso en el mundo industrial y particular. Dado al costo de producción que requiere una impresora 3D, tanto empresas como PYME han hecho inversiones para integrarse a esta nueva era del Diseño e Impresión 3D. Buscando nuevas ideas de productos, servicios, calidad, costo de tiempo e insumos.

En Chile existe una importante cantidad de emprendedores o empresas medianas que utilizan la impresión 3D para fabricar productos variados, buscando generar un producto con un alto valor agregado. Tal es el caso de Mecanic jazz, una marca de boquillas e insumos para saxofón, la cual utiliza la impresión 3D para llevar a cabo la elaboración de sus productos.

4.8 Estacionalidad de la demanda

Mensualmente, distintas PYME requieren de surtirse de la materia prima que utilizan para sus trabajos. Sin embargo, no todas estas sociedades tienen el mismo flujo de caja, por lo que algunas pueden comprar más o menos materia prima que otras. El promedio de compras por empresas es de 3 a 15 filamentos mensuales, no obstante, las compras de dichas PYME son intermitentes y no se realiza el mismo número de compras de un mes a otro, por lo general, las pequeñas empresas que tienen un menor flujo de caja, realizan compras de filamentos cada 2 o 3 meses, pero también hay casos de microempresas que tienen un alto flujo de caja que realizan una compra de 60 o 100 cada 3 meses, dependiendo de cuánto material se necesite y cuánto pueden invertir.

También, esta estacionalidad se percibe en épocas de festividades y vacaciones, donde una alta cantidad de personas naturales deciden invertir en sus propios proyectos relacionados con la impresión 3D.

4.9 Determinación de costos de los equipos

Los activos son la principal fuente de producción para la empresa. Lo cual es importante conocer sus valores.

Equipo	Cantidad	Precio
Trituradora de residuos plásticos	1	\$3152280
Extrusora de plástico pequeña	1	\$1555124
Extrusora de plástico de doble tornillo	1	\$18283224
Máquina bobinadora de filamentos	1	\$7355320
Total		\$30345949

Tabla 3: Costos de equipos

4.10 Determinación de ingresos

Un ingreso es un incremento de los recursos económicos. En donde el producto que son los filamentos reciclados son el principal ingreso del proyecto. Por lo que para obtener resultados comprometedores se estima que su valor por kilogramo debe ser de \$13.000 pesos, para entrar a la competencia nacional.

Producto	Valor	Cantidad de venta	Ingreso al año
Filamentos reciclados	\$13000 (precio de mercado)	7200	\$ 46.800.000

Tabla 4: Valor de filamento

4.11 Determinación de costos

En este punto se analizan los costos de toda la producción, como mantenimientos, mano de obra, energía, costos asociados al transporte, a la construcción principal y la administración.

Los mantenimientos a los equipos se realizan cada mes aplicando un mantenimiento preventivo controlado.

El transporte que se debe efectuar desde Iquique a la región del Bio Bio en la ciudad de Concepción para poder realizar la venta y la distribución del producto. También en el transporte de la materia prima que sería la ropa hacia el lugar efectuado para la producción.

La construcción que se debe realizar para tener el espacio y las normativas de seguridad para la producción ya sea la estructura base donde se ubican equipos, las conexiones eléctricas y la normativa de higiene del lugar.

Costos	Mensual	Anual
Mantenimiento extrusor grande	\$234050	\$2808600
Mantenimiento extrusor chica	\$170563	\$2046756
Mantenimiento peletizadora	\$108060	\$1296720
Mantenimiento bobinadora	\$134702	\$1616424
Costos de energía	\$26628	\$4.715.040
Mano de obra mantenimientos	\$533399	\$6400000
Costos de contador	\$50000	\$600000
Costos de arriendo	\$300000	\$3600000
Costos de luz	\$120000	\$1440000
Costos de agua	\$20000	\$100000
Costos de patente	-	\$100000
Costos de servicio de salud	-	\$70000

Costos de máquinas de tarjetas	\$50000	\$600000
Mano de obra de administración	\$1100000	\$13200000
Costos de transporte	\$149040	\$1788480
Mano de obra del transporte	\$800000	\$9600000
Enchufe industrial	\$34950	-
Cable eléctrico	\$54810	-
Cemento	\$23994	-
Pernos de anclaje	\$32830	-
Caja de distribución	\$71670	-
Mano de obra de elementos eléctricos y construcción	\$1960000	-
Elementos de publicidad y marketing	\$655640	\$7867680
Mano de obra de publicidad y marketing	\$1050000	\$12600000
Total		\$70449700

Tabla 5: Costos en general

4.12 Características y valores del filamento

Los valores que se estiman en la siguiente tabla están considerando en el caso hipotético del mejor de los casos para su venta.

Kg promedio producido por día	30
Días trabajados al año	240
Diámetro	1,75 mm
Peso	1 kg
Densidad del filamento	1380 kg/m3
Peso por filamento	1
Días trabajados anuales	240
Rollos por día promedio	14
Rollos anuales kg/año	7200
Toneladas año	7,2
Venta rollo	\$13.000
Ingreso por venta de filamentos anual	\$46.800.000

Tabla 6: Características del filamento

4.13 Flujo de caja

Al determinar los valores de los equipos, los mantenimientos a realizar cada mes, con los datos de los valores de mano de obra de mantenimientos, producción, administración, transporte y de energía al producir en el año 0 se puede aplicar y determinar un flujo de caja y calcular los valores del VAN, TIR y PAYBACK. Datos relevantes a la hora de conocer cómo va a ir la producción en un tiempo determinado.

- **Primero:** Ingresos por los productos en conjunto con los gastos de mantenimientos, transporte, producción, energía, publicidad y administración.
- **Segundo:** Calcular a 10 años el proyecto con un IPC del 1,0407.
- **Tercero:** Ingresar los costos de cada uno de los equipos y/o activos, calculando también su depreciación. Generando a la vez un residuo de lo que queda para posteriormente tener un valor de venta.
- **Cuarto:** Calcular el valor de los equipos/activos al igual que el capital de trabajo inicial para el año 0.
- **Quinto:** Determinar la amortización, intereses y cuotas para determinar el flujo de caja y flujo de caja acumulado. Para obtener los valores las cuotas a pagar con su interés y los años a pagar.
- **Sexto:** Calcular el VAN y el TIR y Pack back. Para conocer sus valores y saber si efectivamente es un proyecto eficiente para empezar a producir.

DESCRIPCION	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS POR FILAMENTOS		\$ 46.800.000	\$ 48.704.760	\$ 50.687.044	\$ 52.750.006	\$ 54.896.932	\$ 57.131.237	\$ 59.456.478	\$ 61.876.357	\$ 64.394.725	\$ 67.015.590
COSTOS DE MANTENIMIENTO TRITURADORA		\$ 1.296.720	\$ 1.349.497	\$ 1.404.421	\$ 1.461.581	\$ 1.521.067	\$ 1.582.975	\$ 1.647.402	\$ 1.714.451	\$ 1.784.229	\$ 1.856.847
COSTO MANTENIMIENTO EXTRUSORA PEQUEÑA		\$ 2.046.756	\$ 2.130.059	\$ 2.216.752	\$ 2.306.974	\$ 2.400.868	\$ 2.498.583	\$ 2.600.276	\$ 2.706.107	\$ 2.816.245	\$ 2.930.867
COSTO MANTENIMIENTO EXTRUSORA DOBLE		\$ 2.808.600	\$ 2.922.910	\$ 3.041.872	\$ 3.165.677	\$ 3.294.520	\$ 3.428.607	\$ 3.568.151	\$ 3.713.375	\$ 3.864.509	\$ 4.021.795
COSTOS DE PUBLICIDAD		\$ 7.867.680	\$ 8.187.895	\$ 8.521.142	\$ 8.867.952	\$ 9.228.878	\$ 9.604.493	\$ 9.995.396	\$ 10.402.209	\$ 10.825.579	\$ 11.266.180
COSTO MANTENIMIENTO BOBINADORA		\$ 1.616.424	\$ 1.682.212	\$ 1.750.679	\$ 1.821.931	\$ 1.896.084	\$ 1.973.254	\$ 2.053.566	\$ 2.137.146	\$ 2.224.128	\$ 2.314.650
COSTO DE TRANSPORTE		\$ 1.788.480	\$ 1.861.271	\$ 1.937.025	\$ 2.015.862	\$ 2.097.907	\$ 2.183.292	\$ 2.272.152	\$ 2.364.629	\$ 2.460.869	\$ 2.561.027
COSTOS DE ENERGIA (ENERGIA)		\$ 4.715.040	\$ 4.906.942	\$ 5.106.655	\$ 5.314.496	\$ 5.530.795	\$ 5.755.899	\$ 5.990.164	\$ 6.233.964	\$ 6.487.686	\$ 6.751.735
COSTOS DE ADMINISTRACION		\$ 6.410.000	\$ 6.670.887	\$ 6.942.392	\$ 7.224.947	\$ 7.519.003	\$ 7.825.026	\$ 8.143.505	\$ 8.474.945	\$ 8.819.876	\$ 9.178.845
COSTOS DE MANO DE OBRA TRANSPORTE		\$ 9.600.000	\$ 9.990.720	\$ 10.397.342	\$ 10.820.514	\$ 11.260.909	\$ 11.719.228	\$ 12.196.201	\$ 12.692.586	\$ 13.209.174	\$ 13.746.788
COSTOS DE MANO DE OBRA ADMINISTRACION		\$ 13.200.000	\$ 13.737.240	\$ 14.296.346	\$ 14.878.207	\$ 15.483.750	\$ 16.113.939	\$ 16.769.776	\$ 17.452.306	\$ 18.162.615	\$ 18.901.833
COSTOS DE MANO DE OBRA PUBLICIDAD		\$ 1.050.000	\$ 1.092.735	\$ 1.137.209	\$ 1.183.494	\$ 1.231.662	\$ 1.281.791	\$ 1.333.959	\$ 1.388.252	\$ 1.444.753	\$ 1.503.555
COSTOS DE MANO DE OBRA TRITURADORA		\$ 1.920.000	\$ 1.998.144	\$ 2.079.468	\$ 2.164.103	\$ 2.252.182	\$ 2.343.846	\$ 2.439.240	\$ 2.538.517	\$ 2.641.835	\$ 2.749.358
COSTOS DE MANO DE OBRA EXTRUSORA PEQUEÑA		\$ 1.680.000	\$ 1.748.376	\$ 1.819.535	\$ 1.893.590	\$ 1.970.659	\$ 2.050.865	\$ 2.134.335	\$ 2.221.203	\$ 2.311.605	\$ 2.405.688
COSTOS DE MANO DE OBRA EXTRUSORA DOBLE		\$ 1.680.000	\$ 1.748.376	\$ 1.819.535	\$ 1.893.590	\$ 1.970.659	\$ 2.050.865	\$ 2.134.335	\$ 2.221.203	\$ 2.311.605	\$ 2.405.688
COSTOS DE MANO DE OBRA BOBINADORA		\$ 720.000	\$ 749.304	\$ 779.801	\$ 811.539	\$ 844.568	\$ 878.942	\$ 914.715	\$ 951.944	\$ 990.688	\$ 1.031.009
COSTOS DE EMBASADO FILAMENTO		\$ 400.000	\$ 416.280	\$ 433.223	\$ 450.855	\$ 469.205	\$ 488.301	\$ 508.175	\$ 528.858	\$ 550.382	\$ 572.783
INTERESES											
DEPRECIACION		\$3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319
GNANCIA/PERDIDA K											\$ 19.891.596
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		\$ 3.913.577	\$ 25.074.341	\$ 26.256.784	\$ 27.487.353	\$ 28.768.006	\$ 30.100.781	\$ 31.487.800	\$ 32.931.271	\$ 34.433.492	\$ 35.996.852
IMPUESTO 20%		\$ 782.715	\$ 5.014.868	\$ 5.251.357	\$ 5.497.471	\$ 5.753.601	\$ 6.020.156	\$ 6.297.560	\$ 6.586.254	\$ 6.886.698	\$ 7.199.370
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		\$ 3.130.861	\$ 20.059.473	\$ 21.005.427	\$ 21.989.882	\$ 23.014.404	\$ 24.080.625	\$ 25.190.240	\$ 26.345.017	\$ 27.546.793	\$ 28.797.482
DEPRECIACION		\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319	\$ 3.978.319
ACTIVOS	\$ 39.783.192										
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 30.250.000										\$ 6.000.000
RECUPERACION CAPITAL DE TRABAJO											
VALOR RESUDUAL G/P K											
CREDITO	\$ 31.826.554										
AMORTIZACION		\$ 1.866.931	\$ 2.079.761	\$ 2.316.854	\$ 2.580.975	\$ 2.875.207	\$ 3.202.980	\$ 3.568.120	\$ 3.974.886	\$ 4.428.023	\$ 4.932.817
FLUJO DE CAJA	\$-38.206.638	\$ 5.242.250	\$ 21.958.031	\$ 22.666.892	\$ 23.387.226	\$ 24.117.517	\$ 24.855.964	\$ 25.600.439	\$ 26.348.450	\$ 27.097.090	\$ 27.842.984
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	\$-38.206.638	\$-32.964.388	\$-11.006.358	\$ 11.660.535	\$ 35.047.761	\$ 59.165.278	\$ 84.021.242	\$109.621.681	\$135.970.131	\$163.067.221	\$190.910.205
VAN	\$ 46.843.829										
TIR	45%										
PAYBACK	1,667561296										

Resultados:

- Flujo de caja el primer año: \$5.242.250 (valor positivo con utilidades).
- Flujo de caja el segundo año: \$21.958.031 (valor positivo, con utilidades).
- Capital de trabajo: \$30.250.000
- Crédito: \$31.826.554
- Utilidad después del impuesto primer año: \$3.130.861

Conclusión

Los objetivos esperados para el proyecto se cumplen casi en su totalidad. Principalmente se analiza el ecosistema afectado que es el norte de Chile en la ciudad de Iquique que sufre esta problemática de los vertederos clandestinos de ropa, por lo que se determina que es un problema que se determinó una posible solución y que también es posible determinar otras alternativas de disminución de contaminación de manera limpia y sin afectar en un grado alto al medio ambiente. En el caso de la fabricación no se cumple el objetivo por un detalle netamente del equipo, ya que al utilizar un equipo que está diseñado para crear filamento de un polímero determinado, con el material reciclado que se utiliza no es el más óptimo entonces no se pudo cumplir el objetivo, pero si se utiliza el equipo óptimo para el material reciclado si es posible realizar este proyecto y poder producir a gran escala. En el tercer objetivo que es experimentar acerca de la creación de filamento si se realiza, se aplica el proceso en cada una de sus etapas y se pudo obtener un resultado, gracias a los equipos utilizados y brindados por la universidad y la empresa Cicla. En el último objetivo se realiza el estudio de pre factibilidad que determina que se debe tener una inversión de casi 33 millones de pesos chilenos y como bien explica que los primeros años no se puede recuperar la inversión, pero si en los años siguientes se obtendrá los valores necesarios para poder obtener una ganancia deseable y una utilidad positiva.

Como síntesis se desarrolla el proyecto de manera profesional y de un buen nivel para determinar los valores deseados y con un experimento bastante necesario para darle un valor alto para poder producir y analizar si es factible aplicarlo a nivel industrial y mejorar la calidad de vida de las personas que viven en el sector de Alto Hospicio y para mejorar el medio ambiente de todos los chilenos que viven día a día en nuestro país.