



“CUERO VEGETAL”

**Material textil no tejido basado en fibras de
corteza de *Eucalyptus Globulus* para
aplicaciones de diseño de indumentaria**

MEMORIA DE TÍTULO

Autor

CLAUDIA MORENO IBARRA

Profesor guía:

PH.D. ANDREA WECHSLER PIZARRO

Santiago - Marzo

2019

AGRADECIMIENTOS

A mi amada familia, por apoyarme incondicionalmente y comprenderme en este camino que intempestivamente decidí emprender.

A Héctor, mi amor, por ser el compañero paciente y amoroso que se involucró en mis aspiraciones como si fueran suyas.

A mis mascotas, Wiwo y Albita, que fueron mis fieles compañeros en mis noches en vela.

Al equipo del Área Técnica de la empresa Envases del Pacífico, EDELPA, por facilitar todos sus equipos de ensayo para poder concretar este proyecto y en particular a Manuel y Christian que desinteresadamente pusieron a disposición su tiempo y sus conocimientos con el fin de ayudar.

Al Laboratorio de Materiales Compuestos Biobasados de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, LabMat, por ser el espacio de desarrollo donde germinó y se concretó este proyecto.

A José Avendaño, dueño de NEGPOST por poner a completa disposición sus equipos de impresión y su total voluntad para obtener la presente memoria en nuestras manos.

Y a la profe Andrea, que con sus conocimientos, experiencia y disposición infinita siempre me alentó a seguir adelante sin miedo al camino pedregoso que este proceso significa.

"Cualquiera que esté acostumbrado a menospreciar la vida de cualquier ser viviente está en peligro de menospreciar también la vida humana"

Albert Schweitzer

Premio Nobel de la Paz 1952

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABLAS.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Sustentabilidad.....	19
2.1.1 Ecología Industrial.....	19
2.1.2 Lineamientos De La Sustentabilidad Referido A Los Materiales.....	21
2.2 La Industria Forestal.....	22
2.2.1 Plantaciones Forestales Y Su Participación En La Industria.....	22
2.2.2 Residuos Forestales.....	24
2.2.3 “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ” Y Sus Residuos En Plantas De Celulosa.....	24
2.2.4 Corteza De “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ”.....	26
2.2.5 Industria Forestal Y Sustentabilidad.....	27
2.2.6 Incendios Forestales.....	29
2.2.7 Silvicultura Preventiva.....	30
2.3 Industria Textil.....	31
2.3.1 Industria Textil Y Sustentabilidad.....	31
2.3.2 Textiles Sustentables.....	33
2.3.3 Ejemplos De Materiales Textiles Basados En Residuos.....	34
2.4 Textiles No Tejidos.....	37
2.4.1 Procesos De Fabricación De Textiles No Tejidos.....	38
2.4.2 Procesos De Obtención De Fibras Naturales Para Textiles No Tejidos.....	38
2.4.3 Ligantes Utilizados En Materiales Textiles No Tejidos.....	40
2.4.4 Látex Natural.....	42
2.4.5 Criterios De Selección De Ligante.....	44
2.5 Industria Del Cuero.....	45
2.5.1 El Cuero: Un Material No Sustentable Y Cruel.....	45
2.6 Colorantes.....	46
2.6.1 Anilinas.....	47
2.7 Los Materiales como Vínculo Emocional entre el Usuario y los Objetos.....	48
2.7.1 La emoción y el ciclo de vida de un producto.....	48
2.8 Usuario: Consumidor Consciente.....	49

2.8.1 Características Del Consumidor Consciente.....	49
2.9 La Industria del Calzado en Chile.....	50
2.9.1 El Calzado Femenino en el Siglo XX.....	50
2.9.2 Calzado Cómodo: Adaptabilidad a la Biomecánica de la Marcha.....	50
III. MÉTODOS.....	56
1. Etapa 1: Seleccionar Ligante Para La Conformación De Material Textil No Tejido.....	58
1.1 Actividad 1: Revisión Bibliográfica Sobre Ligantes Utilizados Para La Conformación De Textiles No Tejidos.....	59
1.2 Actividad 2: Análisis Comparativo De Los Posibles Ligantes A Utilizar.....	59
2. Etapa 2: Desarrollar Material Textil No Tejido Basado En Fibras De Corteza De <i>Eucalyptus Globulus</i> Y Ligante Seleccionado.....	60
2.1 Actividad 1: Definir Métodos De Obtención De Fibra.....	61
2.2 Actividad 2: Definir Proceso De Mezcla De Componentes.....	64
2.3 Actividad 3: Definir Proceso De Conformación Del Material.....	66
2.4 Actividad 4: Definir Proporción De Fibra V/S Ligante.....	67
3. Etapa 3: Caracterizar El Nuevo Material Textil No Tejido Según Ensayos Físico- Mecánicos, Trabajabilidad, Coloración Y Caracterización Expresivo-Sensorial.....	68
3.1 Actividad 1: Ensayos Físicos.....	69
3.2 Actividad 2: Ensayos Mecánicos.....	71
3.3 Actividad 3: Ensayos De Trabajabilidad.....	72
3.4 Actividad 4: Ensayos De Coloración.....	76
3.5 Actividad 5: Caracterización Expresivo – Sensorial.....	76
4. Etapa 4: Proponer Aplicaciones De Diseño De Indumentaria.....	79
4.1 Actividad 1: Definir Propuesta De Aplicación De Indumentaria Representativa De Los Atributos Relevantes Del Nuevo Material Textil No Tejidos.....	80
4.2 Actividad 2: Desarrollo De Aplicación De Indumentaria Representativa De Los Atributos Relevantes Del Nuevo Material Textil No Tejidos.....	80
VI. RESULTADOS.....	83
1. Etapa 1: Resultado Selección De Ligante Para La Conformación De Material Textil No Tejido. 84	
1.1 Actividad 1: Resultado Revisión Bibliográfica Sobre Ligantes Utilizados Para La Conformación De Textiles No Tejidos.....	85
1.2 Actividad 2: Resultado Análisis Comparativo De Los Posibles Ligantes A Utilizar.....	85
2. Etapa 2: Resultado Desarrollo Material Textil No Tejido Basado En Fibras De Corteza De “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ” Y Ligante Seleccionado.....	87
2.1 Actividad 1: Resultado Métodos De Obtención De Fibra.....	88
2.2 Actividad 2: Resultado Proceso De Mezcla De Componentes.....	89

2.3 Actividad 3: Resultado Proceso De Conformación Del Material.....	91
2.4 Actividad 4: Resultado Proporción De Fibra V/S Ligante.....	94
3. Etapa 3: Resultado Caracterización Del Nuevo Material Textil No Tejido Según Ensayos Físico-Mecánicos, Trabajabilidad, Coloración Y Evaluación Perceptual.....	96
3.1 Actividad 1: Resultados Ensayos Físicos.....	97
3.2 Actividad 2: Resultados Ensayos Mecánicos.....	99
3.3 Actividad 3: Resultados Ensayos De Trabajabilidad.....	101
3.4 Actividad 4: Resultados Ensayos De Coloración.....	107
3.5 Actividad 5: Resultados Caracterización expresivo-sensorial.....	109
4. Etapa 4: Resultados Propuestas De Aplicaciones De Diseño De Indumentaria.....	114
4.1 Actividad 1: Resultados Definición De Propuesta De Aplicación De Indumentaria Representativa De Los Atributos Relevantes Del Nuevo Material Textil No Tejidos.....	115
4.2 Actividad 2: Resultado Desarrollo De Aplicación De Indumentaria Representativa De Los Atributos Relevantes Del Nuevo Material Textil No Tejidos.....	118
V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	125
VI. LISTA DE REFERENCIAS.....	128
VII. ANEXOS.....	132

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema Lineal A Sistema Cíclico.....	20
Figura 2: Metas De La Ecología Industrial: Los Tres Elementos De La Sustentabilidad Y Las Interrelaciones Entre Sus Componentes.....	20
Figura 3: Plantaciones Forestales Según Especie.....	22
Figura 4: Disponibilidad Futura De Madera Pulpable Por Tipo De Fibra.....	23
Figura 5: Diagrama De Procedencia De Residuos En El Proceso De Producción De La Celulosa.....	25
Figura 6: Proceso De Descortezado.....	26
Figura 7: Bosque De “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ”.....	28
Figura 8: Incendio Forestal En La Región De O’higgins Año 2019.....	29
Figura 9: Esquema Sobre El Ciclo De Uso De Los Residuos Forestales.....	30
Figura 10: Consumo Mundial De Fibras.....	32
Figura 11: Contaminación Por Extracción De Petróleo.....	32
Figura 12: Fibra De Hoja De Piña Utilizada Como Materia Prima Para La Producción De Textil Piñatex.....	34
Figura 13: Productos Piñatex.....	34
Figura 14: Productos Crabyon.....	35
Figura 15: Productos Sasawashi.....	35
Figura 16: Productos S.Café.....	36
Figura 17: Cardas Con Lana Cardada.....	38
Figura 18: Fabricación De Tejido De Corteza En Uganda.....	39
Figura 19: Sangrado Del Árbol “ <i>Hevea Brasiliensis</i> ” Para Extracción Del Látex.....	43
Figura 20: Terminología Esencial Usada para Describir las Regiones del Pie y Tobillos.....	51
Figura 21: Análisis Dinámico de Distribución de Cargas en la Huella Plantar.....	53
Figura 22: Ángulos del Arco Longitudinal Medial.....	53
Figura 23: Movimientos del Pie en la Fase de Apoyo del Ciclo de la Marcha.....	54
Figura 24: Máxima flexión del Pie durante la marcha.....	54
Figura 25: Proceso De Remojo.....	61
Figura 26: Proceso De Batido.....	62
Figura 27: Proceso De Cardado.....	62
Figura 28: Proceso De Secado.....	63
Figura 29: Proceso De Tamizado.....	63
Figura 30: Amasado De La Mezcla.....	65
Figura 31: Laminado De La Mezcla.....	65
Figura 32: Impregnación De La Mezcla.....	66

Figura 33: Proceso De Conformación.....	66
Figura 34: Métodos de unión.....	73
Figura 35: Herramientas De Corte Y Perforado.....	74
Figura 36: Métodos De Moldeado.....	75
Figura 37: Probetas de Estudio expresivo-sensorial.....	37
Figura 38: Ejemplo de Escala de Evaluación expresivo-sensorial.....	78
Figura 39: Elementos para Producción de Moldes y Corte y Confección.....	82
Figura 40: Resultado Proceso De Batido.....	88
Figura 41: Resultado Proceso De Cardado.....	88
Figura 42: Resultado Obtención De Fibra De Corteza De “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ”	89
Figura 43: Resultado Proceso De Amasado.....	89
Figura 44: Resultado Proceso De Laminación.....	90
Figura 45: Resultado Proceso De Impregnación.....	90
Figura 46: Prensa Xilográfica.....	91
Figura 47: Resultado Generación De Material.....	92
Figura 48: Proporciones De Fibra V/S Ligante.....	94
Figura 49: Gráfico Comparativo Ensayo De Tracción De Los Materiales En Estudio.....	99
Figura 50: Gráfico Comparativo Ensayo de Compresión de Materiales en Estudio.....	100
Figura 51: Gráfico Comparativo Ensayo De Tracción En Uniones Del Cuero Vegetal.....	101
Figura 52: Gráfico Comparativo Ensayo De Tracción En Uniones Cuero Animal y Cuero Vegetal.....	102
Figura 53: Resultados De Corte Con Herramientas.....	104
Figura 54: Resultados De Perforados Con Sacabocado.....	104
Figura 55: Conformación De Material Sobre Molde De Media Esfera.....	105
Figura 56: Prensado De Material En Molde De Media Esfera.....	105
Figura 57: Resultados De Moldeo De Media Esfera.....	105
Figura 58: Resultados De Moldeo de Sobre Relieve.....	106
Figura 59: Resultados De Coloración Con Anilina Montblanc.....	108
Figura 60: Resultados De Conformación con Fibra Teñida con Anilina Montblanc.....	108
Figura 61: Resultados Diferencial Semántico “Consumidores Conscientes”	110
Figura 62: Resultados Diferencial Semántico “Diseñadores”	111
Figura 63: Resultados Diferencial Semántico “Grupo Control”	112
Figura 64: Diagrama de atributos comunes.....	113
Figura 65: Ficha Técnica Del Nuevo Material Textil No Tejido.....	115
Figura 66: Boceto Propuesta de Calzado.....	119
Figura 67: Elaboración de Moldes de Capellada.....	120

Figura 68: Elaboración de Moldes de Planta.....	121
Figura 69: Moldeo de Planta.....	121
Figura 70: Corte de Capellada.....	122
Figura 71: Costura de Capellada.....	122
Figura 72: Perforación de Capellada y Terminación de Ojetillo.....	122
Figura 73: Aparado del Calzado.....	123
Figura 74: Calzado terminado.....	124

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Lineamientos De La Sustentabilidad Referido A Los Materiales.....	21
Tabla 2: Resumen De Indicadores.....	23
Tabla 3: Residuos Industriales Por Especie.....	25
Tabla 4: Composición Química De La Corteza De “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ”.....	27
Tabla 5: Composición Del Látex Natural.....	42
Tabla 6: Criterios De Selección De Ligante.....	44
Tabla 7: Fases del Ciclo de la Marcha y el Rol del Calzado.....	52
Tabla 8: Tabla Resumen De Métodos Aplicados.....	57
Tabla 9: Proporciones Fibra V/S Látex.....	67
Tabla 10: Grupos Encuestados Con Diferencial Semántico.....	77
Tabla 11: Tabla Comparativa De Ligantes.....	86
Tabla 12: Proceso De Desarrollo Del Nuevo Material Textil No Tejido.....	93
Tabla 13: Resultados Contenido De Agua De Látex Natural Meister.....	94
Tabla 14: Evaluación Cualitativa De Proporciones Fibra V/S Ligante.....	95
Tabla 15: Resultados Prueba De Densidad.....	97
Tabla 16: Resultados Prueba Contenido De Humedad.....	97
Tabla 17: Resultados Absorción De Agua.....	98
Tabla 18: Resultados Hinchamiento.....	98
Tabla 19: Resultados Ensayo De Tracción.....	99
Tabla 20: Resultados Ensayo de Compresión.....	101
Tabla 21: Resultados Ensayo De Tracción Métodos De Unión Cuero Vegetal.....	102
Tabla 22: Resultados Ensayo De Tracción Métodos De Unión Material Cuero Vegetal y Cuero Animal.....	102
Tabla 23: Evaluación Calidad De Corte Con Herramientas.....	103
Tabla 24: Evaluación Calidad De Perforado Con Sacabocado.....	104
Tabla 25: Cantidad De Encuestados Con Diferencial Semántico.....	109
Tabla 26: Atributos Opuestos según Tipo de Experiencia.....	109
Tabla 27: Caracterización expresivo-sensorial.....	113
Tabla 28: Requerimientos de la Aplicación.....	116
Tabla 29: Valoración de Potenciales Aplicaciones de Indumentaria.....	117

I. INTRODUCCIÓN

Sustentabilidad y el uso de los residuos como materia prima secundaria: Una propuesta de material textil sustentable basado en residuos de la industria forestal chilena.

La alta tasa de crecimiento de la población mundial ha significado la demanda cada vez mayor de bienes y servicios y junto con ello la sobreexplotación de la capacidad del planeta para sobrellevar la exigencia extrema de la actividad humana industrializada. La pésima planificación de los sectores industriales para llevar a cabo sus objetivos productivos ha desencadenado un estado de severo deterioro en términos medioambientales. El reciente cuestionamiento respecto a las secuelas que traen consigo algunos sistemas de producción han constatado las grandes cantidades de residuos que genera la actividad industrial y el consumo indiscriminado de recursos naturales por parte de ciertos sectores productivos.

El constante aumento de la producción de Celulosa en Chile ha significado la acumulación de altos volúmenes de residuos provenientes de su transformación. Tomando en cuenta que la Industria de la Celulosa produce 3 millones de toneladas anuales (ODEPA, 2007) y que cada tonelada de producto maderero genera un aproximado de 0,15 toneladas de residuos (Seijas-Velásquez et al., 2015) se puede afirmar que anualmente se obtiene un aproximado de 450.000 toneladas de residuos sólidos provenientes principalmente de la especie "*Eucalyptus Globulus*", por ser la especie predilecta para la industria de la celulosa. Estos desechos son acumulados en sectores dispuestos para este fin, los cuales se encuentran en constante peligro de auto-ignición, una de las principales causas de los incendios forestales en nuestro país y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (CONAF, 2017). En Chile los incendios afectan en promedio, a 60 mil hectáreas anuales, un cuarto de las cuales corresponde a plantaciones forestales, lo que genera pérdidas para el país por sobre los US\$60 millones anuales (CORMA, 2016).

Actualmente, el Ministerio de Agricultura ha dispuesto una serie de técnicas de manejo del combustible existente en los bosques producto de la actividad forestal, de modo de evitar que se produzca un incendio forestal o, si se inicia, para retardar su propagación y mitigar los daños (Lignum, 2015). En este contexto, dentro de las actividades inherentes al manejo forestal y la prevención de incendios forestales, debe jugar un rol preponderante la Silvicultura Preventiva, la cual apunta a dar valor agregado a los residuos forestales, otorgándoles utilidad como materia prima secundaria (Haltenhoff, 2006).

Por otro lado la industria textil está catalogada como la segunda más contaminante del planeta después del petróleo. La obtención de sus materias primas significa un excesivo consumo de agua y petróleo (recursos no renovables) y sus desechos un problema de acumulación debido a su condición no biodegradable.

Este proyecto de investigación estudiará ambos sectores industriales desde el punto de vista de la Sustentabilidad con el fin de relacionarlos y generar un beneficio mutuo, convirtiendo el problema de una en la oportunidad para la otra.

El objetivo general de esta investigación para llevar a cabo esta interrelación es el siguiente:

Desarrollar un material textil no tejido basado en los residuos de corteza de *Eucalyptus Globulus* para aplicaciones de diseño de indumentaria

Para cumplir con este objetivo se hace pertinente contestar la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera se puede desarrollar un material textil no tejido sustentable basado en residuos de corteza de *Eucalyptus Globulus*?

Hipótesis: Al extraer mecánicamente las fibras de corteza de *Eucalyptus Globulus*, éstas se pueden emplear como componente base en la conformación de un textil no tejido al agregar un ligante que cumpla con los lineamientos de la sustentabilidad.

Para llevar a cabo esta investigación se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Seleccionar un ligante para la conformación del material textil no tejido que cumpla con los lineamientos de la sustentabilidad
2. Desarrollar el material textil no tejido basado en fibras de corteza de *Eucalyptus Globulus* y ligante seleccionado
3. Caracterizar el nuevo material textil no tejido según ensayos físico-mecánicos, trabajabilidad, coloración y caracterización expresivo - sensorial
4. Proponer aplicación de diseño de indumentaria

La metodología utilizada para estructurar esta investigación se divide en 4 etapas:

1. Selección del ligante para la conformación del material textil no tejido:

Para la selección se realiza una revisión bibliográfica de la cual se elabora una tabla que contenga los potenciales ligantes a utilizar y sus características, para luego compararlos y seleccionar el más adecuado según los criterios basados en los lineamientos de la sustentabilidad.

2. Desarrollo del material textil no tejido basado en fibras de corteza de *Eucalyptus Globulus* y ligante seleccionado

Esta etapa busca establecer el método de elaboración del nuevo material desde la obtención de sus componentes (Fibra de Eucalipto) hasta la conformación del material final a través de métodos experimentales y de revisión bibliográfica.

3. Caracterización del nuevo material textil no tejido según ensayos físico-mecánicos, trabajabilidad, coloración y caracterización expresivo-sensorial

Esta etapa pretende rescatar las características físico-mecánicas, de trabajabilidad y las posibilidades de coloración que el nuevo material posee a través de pruebas de

laboratorio. Además, se realiza una caracterización expresivo-sensorial del material con diseñadores de distintas especialidades y con los potenciales usuarios de productos elaborados con este nuevo material. Estos resultados, asignarán características particulares con el fin de establecer las futuras aplicaciones.

4. Propuesta de aplicaciones de diseño de indumentaria

Para el cumplimiento de esta etapa se elabora una ficha técnica con las características propias del material, la cual establecerá los requerimientos para la definición y el desarrollo de la aplicación representativa de todos los atributos y posibilidades que este nuevo material posee.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDAD

El concepto de sustentabilidad ha sido definido a lo largo de una serie de importantes congresos mundiales y engloba no sólo al diseño, sino a toda la actividad humana (Escobar, 2011). Los primeros acercamientos que existieron respecto a este tema nacieron a través de múltiples acuerdos en los diversos órdenes sociales a nivel mundial luego de la toma de conciencia del estado ambiental extremadamente degradado en que se encontraba el planeta debido a la actividad industrial (Mercado and Córdova, 2005).

El concepto de sustentabilidad está definido como: “La capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras” (ONU, 1987). Ésta definición ha ido transformándose durante décadas hasta llegar al concepto actual que basa el sistema ecológico en tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: la económica, la social y la ambiental.

La intención que se busca a partir de la sustentabilidad es establecer una nueva relación entre la economía, el ambiente y la sociedad. No pretende detener el progreso ni retornar a estados primitivos, sino que busca precisamente fomentar el progreso pero desde un punto de vista diferente (Calvente, 2007).

2.1.1 ECOLOGÍA INDUSTRIAL

La ecología industrial es un enfoque del diseño industrial, ya sea de productos o de procesos, que busca promover el desarrollo sustentable tanto a nivel global como local. Busca utilizar los recursos de manera eficiente, mejorar la calidad de vida humana y ambiental y que resurja la equidad social. Pretende reducir el impacto ambiental que conllevan los procesos industriales, promover la creación de empleos, disminuir los costos de producción y que se fortalezca la base industrial (Rosemberg 2008). Para esto, la ecología industrial busca hacer que los sistemas industriales funcionen de manera similar al comportamiento que tienen los sistemas naturales, generándose así una simbiosis entre todos los factores constituyentes se sistema transformando el modelo lineal de los sistemas productivos antiguos en un modelo cíclico (Figura 1), impulsando las interacciones entre economía, ambiente y sociedad e incrementando la eficiencia de los procesos industriales (Cervantes et al., 2009).

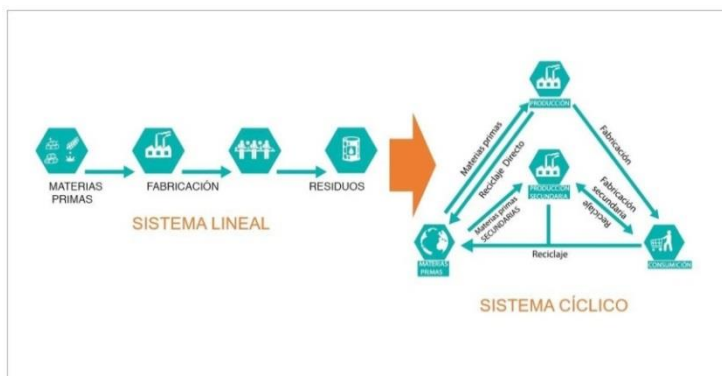


Figura 1: Sistema lineal a sistema cíclico (Sanabria, 2015)

El modelo productivo imperante se resume en la secuencia lineal: EXTRACCIÓN-FABRICACIÓN-DESECHO, mientras que el nuevo sistema productivo que propone la Ecología Industrial está definido por el ciclo: RECICLAJE-FABRICACIÓN-RECICLAJE (Escobar, 2011). En este nuevo sistema presenta una nueva acepción del concepto de “desecho”, dejando de ser considerado materia de descarte transformándolo en materias primas secundarias con un potencial valor para otras industrias.

Lo que la Ecología industrial busca es garantizar la interacción armónica entre las tres áreas fundamentales de la sustentabilidad: Medio ambiente, Sociedad y Economía (Figura 2),

proporcionando las condiciones ideales para el adecuado desarrollo humano y de las futuras generaciones (Cervantes et al., 2009).

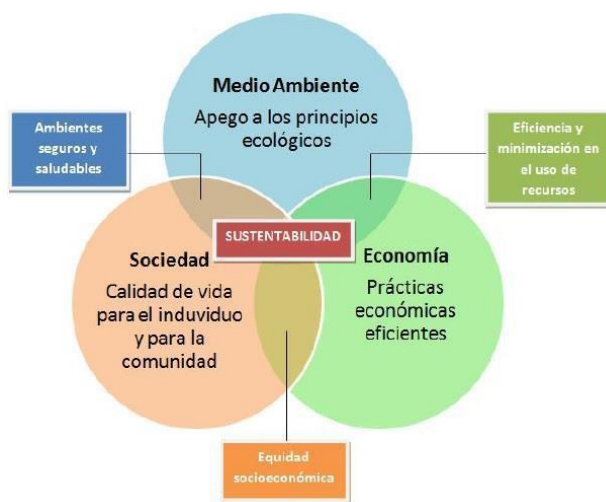


Figura 2: Metas de la Ecología Industrial: Los tres elementos de la sustentabilidad y las interrelaciones entre sus componentes (Cervantes et al., 2009).

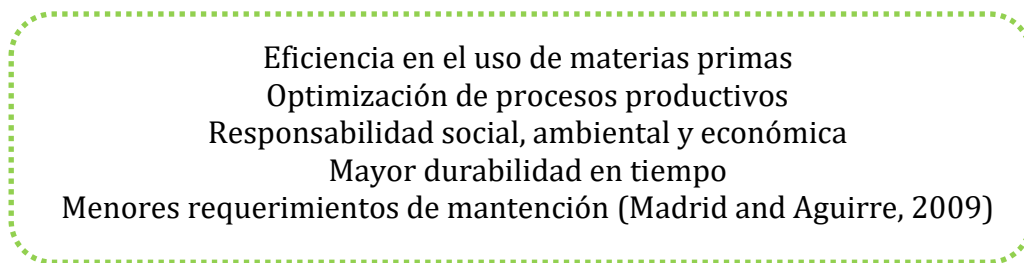
Al momento de interactuar los tres elementos constituyentes del sistema sustentable, se desprenden los lineamientos esenciales para que esta interrelación ocurra, los cuales determinan la manera de abordar el nuevo sistema industrial, asegurando la sustentabilidad de éste. Es imprescindible tener en cuenta estos lineamientos ya que determinan las acciones y prácticas necesarias para insertarse dentro del sistema sustentable. El desarrollo

económico y la producción masiva de bienes ha traído consigo severos daños medioambientales debido a la relación que existe entre el crecimiento de la población y el aumento de la actividad industrial y junto con ello el deterioro ambiental (Cervantes et al., 2009), es por eso que los sectores industriales se han planteado aminorar el impacto ambiental que supone sus métodos de producción preservando y cuidando los recursos naturales y energéticos y reducir la generación de desechos que representan una amenaza para la salud y el planeta. Ello supuso elaborar acuerdos para que los países disminuyeran los impactos generados por las actividades productivas (Mercado and Córdova, 2005). Sin embargo aún existen sectores industriales, o parte de ellos, que no han sabido replantear sus sistemas productivos para el beneficio mutuo que traen consigo los sistemas basados en la ecología industrial.

2.1.2 LINEAMIENTOS DE LA SUSTENTABILIDAD REFERIDO A LOS

MATERIALES

Los materiales sustentables o también llamados verdes, son aquellos que durante el ciclo de: extracción, producción, uso y descarte, tienen un bajo impacto ambiental sin comprometer la calidad de vida de los seres vivos que interactúan con él. Entre sus características se encuentran:



A continuación se presenta una tabla con los Lineamientos de la sustentabilidad referido a los materiales, con el fin de establecer de manera precisa los requerimientos que se deben considerar durante toda la toma de decisiones de esta investigación.

TABLA 1: LINEAMIENTOS DE LA SUSTENTABILIDAD REFERIDO A LOS MATERIALES



Fuente: Elaboración propia basado en (Madrid and Aguirre, 2009, Cervantes et al., 2009)

2.2 LA INDUSTRIA FORESTAL

El sector Forestal en Chile goza de un destacado desarrollo debido a que posee grandes extensiones de territorio con masa arbórea desarrollada gracias a las características propias del suelo y el clima que han permitido el desarrollo de multiplicidad de especies nativas como también una notoria adaptación de especies exóticas introducidas para la explotación forestal. Chile cuenta con una superficie continental de 75,7 millones de hectáreas (CORMA, n.d.), de las cuales 15,9 millones de hectáreas corresponden a cobertura forestal -aproximadamente un quinto del área total del país, con bosques nativos que representan el 85,4 % (13,6 millones de hectáreas) y plantaciones forestales que llegan a un 14,6 % (2,3 millones de hectáreas) (ONECIFM, 2013). Esto ha llevado a la Industria Forestal a ser un pilar fundamental en el desarrollo económico del país siendo el segundo sector exportador y el primero basado en un recurso natural renovable. (ONECIFM, 2013). El producto interno bruto del país es de aproximadamente US\$ 67 mil millones de los cuales US\$ 2,5 mil millones son aportados por las actividades forestales (Cerde et al., 2004). Además es importante destacar que el sector forestal está en constante crecimiento y ha experimentado en la última década un crecimiento superior a un 7 % anual, siendo el monto exportado, en promedio, de US\$2.000 millones anuales (Schlegel and Echeverria, 2003)

2.2.1 PLANTACIONES FORESTALES Y SU PARTICIPACIÓN EN LA INDUSTRIA

Las plantaciones forestales cubren en la actualidad aproximadamente 2,5 millones de hectáreas y están constituidas en más de un 93% por las especies exóticas “*Pinus radiata*”, “*Eucalyptus globulus*” y “*E. nitens*”, (INFOR, 2016), las cuales se distribuyen de la siguiente manera según especie (Figura 3)

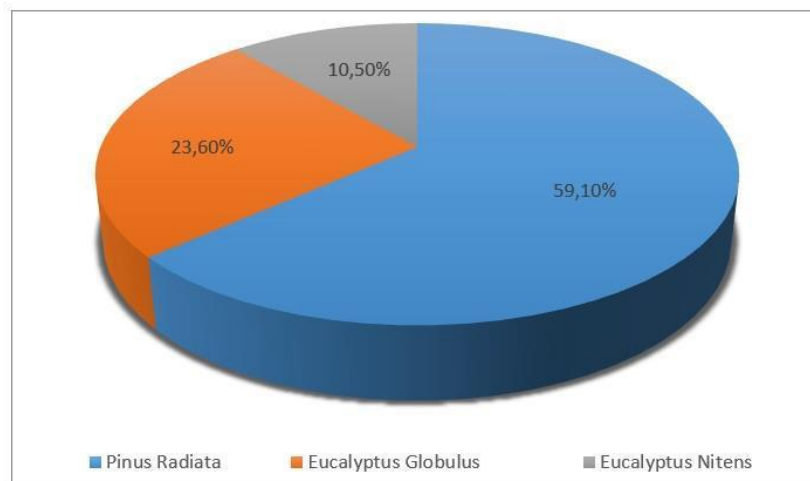


Figura 3: Plantaciones forestales según especie. Elaboración propia basado en (INFOR, 2016)

Si bien, el “*Pinus radiata*” presenta una mayor participación dentro de la industria, en los últimos años sus indicadores han ido en descenso, teniendo una variación negativa de un -2,4%, en cambio las plantaciones de Eucalipto, *globulus* y *nitens*, tienen una tendencia al alza, con una variación positiva de un 2,2% (Tabla 2)

TABLA 2: RESUMEN DE INDICADORES

Recurso Forestal (1000 ha)/ Forest Resource (1000 ha)	2013	2014	2015	Var 15/14
Bosque Nativo (1)/ <i>Native Forest</i>	13.360	14.317(2)	-	7,2% (4)
Plantaciones forestales (3)/ <i>Forest Plantations</i>	2.448	2.427	-	-0,9% (4)
Pino radiata/ <i>Radiata Pine</i>	1.470	1.434	-	-2,4% (4)
Eucalipto/ <i>Eucalyptus</i>	811	829	-	2,2% (4)
Plantación Anual (1)/ <i>Annual Plantation</i>	95	99	91	-8,1%
Áreas Silvestres (1)/ <i>Wild Areas</i>	14.596	14.716	14.643	-0,5%

Fuente: INFOR (2016)

Esto debido a que la producción de la celulosa por parte de la industria chilena se ha duplicado entre los años 200 y 2013 (Barrera 2014), la que utiliza fibras basadas en las dos principales especies, “*Pinus radiata*” y “*Eucalyptus globulus*” (Latifoliada). Sin embargo los últimos años la proporción de Latifoliadas (fibra corta) ha experimentado un aumento llegando al 46% de la producción total. (Rivera Arriagada, 2012), esto debido a que esta especie es mucho más eficiente a la hora de la obtención del producto final. Para producir 1 tonelada de celulosa de fibra larga se requieren 5 a 6 metros cúbicos de madera de pino radiata, mientras que para producir 1 tonelada de celulosa de fibra corta se requieren 3 a 4 metros cúbicos de madera de eucalipto (ODEPA, 2007).

La figura 4 muestra la disponibilidad futura de madera pulpable en Chile, diferenciada por tipo de fibra

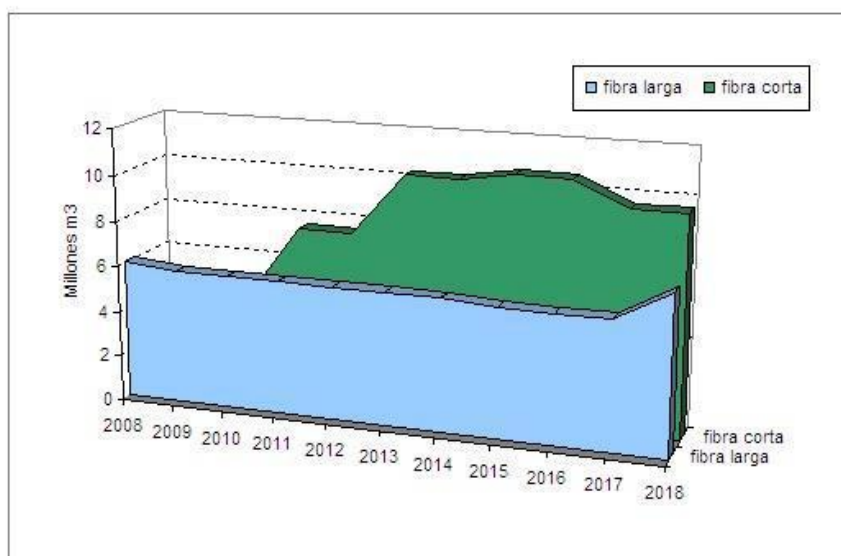


Figura 4: Disponibilidad futura de madera pulpable por tipo de fibra. (ODEPA, 2007)

En el caso de la fibra corta (proveniente de la especie "*Eucalyptus Globulus*") presenta una mayor disponibilidad futura, que corresponde a aproximadamente 5,5 millones de m³ extras disponibles al año 2018.

Las exportaciones del primer trimestre del 2016 de productos madereros fueron liderados por la exportación de pulpa (1.131.820 toneladas) seguido por la exportación de maderas aserradas (620.994 toneladas) (INFOR, 2016) con una cantidad de toneladas totales de 1.752.814 de productos madereros sólo en cuatro meses.

2.2.2 RESIDUOS FORESTALES

Los altos volúmenes de producción de la Industria Forestal tienen como consecuencia la acumulación de grandes cantidades de residuos que tienen como destino formar parte de grandes cerros o de quema en calderas sin brindar un mayor valor agregado o alcanzar una mayor eficiencia energética. Normalmente un aserradero produce entre 0,05 y 0,15 toneladas de residuos sólidos por tonelada de madera producida y transformada (Seijas-Velásquez et al., 2015).

Tomando en cuenta que sólo la industria de celulosa en Chile produce aproximadamente 3 millones de toneladas anuales (ODEPA, 2007) y que cada tonelada de producto maderero genera un aproximado de 0,15 toneladas de residuos (Seijas-Velásquez et al., 2015) se puede afirmar que anualmente se obtiene un aproximado de 450.000 toneladas de residuos sólidos provenientes principalmente de la especie "*Eucalyptus Globulus*", por ser la especie predilecta para la industria de la celulosa.

2.2.3 EUCALYPTUS GLOBULUS Y SUS RESIDUOS EN PLANTAS DE CELULOSA

El Eucalipto es la especie arbórea de origen australiano con más de 600 tipos, posee una adaptabilidad al clima y al suelo chileno incomparables, por esta razón las plantaciones de eucaliptos han prosperado en el país. Árbol de rápido crecimiento (10-14 años) que puede alcanzar los 60 m. de altura, con la corteza blanquecina que se desprende en tiras en los ejemplares adultos (Sotomayor, 2010). Como se ha visto anteriormente la disponibilidad de residuos provenientes del Eucalipto es cada vez mayor, sin embargo estos tienen un costo de oportunidad menor que el pino, ya que el pino se utiliza de variadas formas. Este costo menor hace que el precio al cual se puede acceder a comprar los restos de eucalipto sea menor que el precio del residuo de pino. El residuo de pino tiene un costo mayor al del eucalipto, debido a que ya existen plantas energéticamente autosustentable, que ocupan como principal materia prima el desecho de pino para producir energía (Sotomayor, 2010). Dentro de los residuos provenientes del Eucalipto se pueden obtener diversos subproductos potenciales para ser utilizados como materia prima para nuevas aplicaciones (Tabla 3).

TABLA 3: RESIDUOS INDUSTRIALES POR ESPECIE

Tipo bosque	Manejo forestal	Industria para cada tipo de bosque	Desecho
Pino radiata	Desecho de podas	Aserrío	Corteza
	Desecho de raleos		Aserrín verde
	Desecho corta final		Tapas y cantonera
		Remanufacturas	Aserrín seco
			Virutas
			Despunte
Eucalipto	Desecho de podas	Aserrío	Corteza
	Desecho de raleos		Aserrín verde
	Desecho corta final		Tapas y cantonera
		Celulosa	Corteza
Bosque nativo	Desecho corta final	Aserrío	Corteza
			Aserrín verde
		Confeción de leña	Tapas y cantonera

Fuente: Bertran and Morales (2008)

Como se aprecia en la tabla 2 el principal subproducto que es posible extraer de la industria de la celulosa es la corteza, la cual se presenta como uno de los residuos más abundantes debido a la alta producción de madera pulpable dentro del país. Los residuos de corteza de Eucalipto provenientes del proceso productivo de la celulosa se originan exclusivamente en la primera etapa de transformación denominada “Descortezado” (Figura 5).

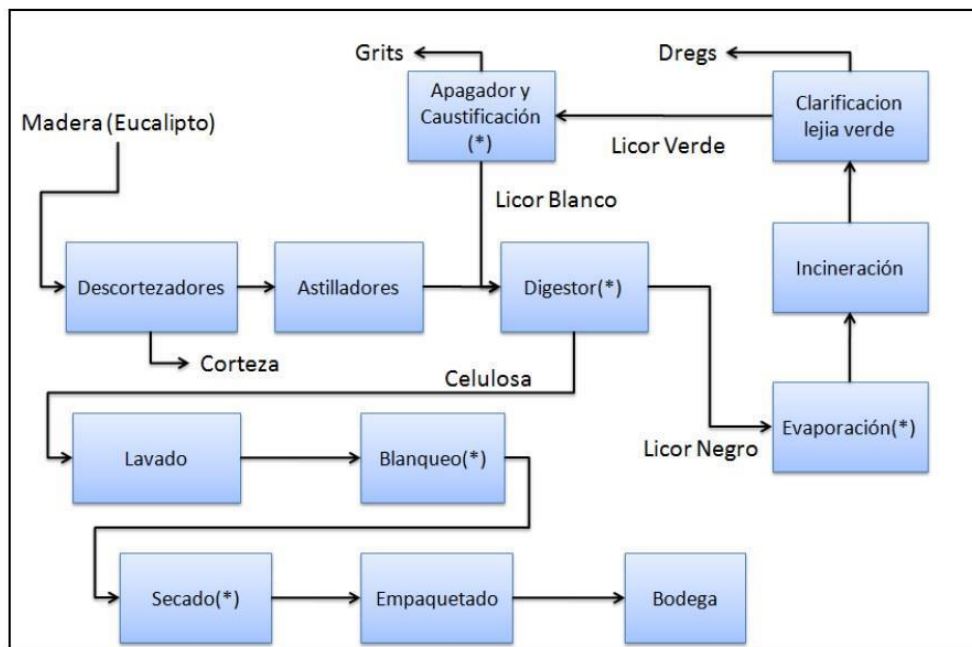


Figura 5: Diagrama de procedencia de residuos en el proceso de producción de la celulosa (Porras, 2011).

Este proceso se realiza mediante tambores rotatorios cilíndricos dentro de los cuales los troncos se golpean contra las paredes o contra otros troncos, y producto del impacto se desprende la corteza (Sanz, n.d.).



Figura 6: Proceso de descortezado (Forestindustria, 2015)

Actualmente, estos residuos se manejan de dos formas.

- Parte de la Corteza es quemada para la utilización de la caldera recuperadora del licor verde.

- El resto de los desechos son llevados a un Área de Desechos Controlados propio de la Planta, el cual tiene como finalidad acumular desechos sólidos

La mayor problemática con el desecho

surge del segundo punto, ya que si bien el Área de Desechos Controlados tiene el espacio suficiente para seguir acumulando desechos por un par de años más, el costo que significa operar este vertedero y sus dificultades en el tratamiento han llevado a buscar nuevas soluciones, entre ellas darle alguna utilidad y/o valor agregado (Porras, 2011).

2.2.4 CORTEZA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*

Una de las partes más distintivas de cada uno de los tipos de Eucaliptos existentes es su corteza, siendo ésta un rasgo que permite identificar la taxonomía de cada uno. Se identifican dos tipos de corteza: corteza persistente y corteza caduca

Para el caso del "*Eucalyptus Globulus*" el tipo de corteza que posee es del tipo caduca, la cual tiene la particularidad de desprenderse naturalmente en largas tiras cuando cada capa se renueva, al contrario de la corteza persistente que su capa externa no se renueva en profundidad por lo que no se desprende

tan fácilmente (Jacobs, 1981). La corteza de *Eucalyptus Globulus* es un residuo lignocelulósico compuesto químicamente por tres biopolímeros: celulosa, poliosas (hemicelulosas) y lignina. Por otra parte los componentes secundarios o extraíbles es un conjunto de sustancias entre las cuales se encuentran taninos, aceites volátiles, resinas, ácidos grasos, gomas, látex, alcaloides y otros compuestos orgánicos complejos (Barahona, 2005). En la Tabla 4 se puede ver los porcentajes de cada uno de estos componentes presentes en la corteza de *Eucalyptus Globulus*

TABLA 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CORTEZA DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*

Corteza de Eucalipto	
(% sobre base seca)	
Cenizas	4,74
Extractos:	
Agua fría	2,59
Agua caliente	5,31
1% NaOH	26,58
Material libre de extractos	80,80
Lignina insoluble en ácido	16,73
Lignina soluble en ácido	2,48
Celulosa	41,63
Azúcares totales	62,47
Monosacáridos:	60,98
Glucosa	42,91
Galactosa	2,21
Xilosa	12,72
Arabinosa	2,26
Manosa	0,88

Fuente: Santos (2013)

La celulosa es el principal componente de la pared celular, representa entre un 43 y un 50% del peso de las especies latifoliadas (Barahona, 2005). La celulosa se utiliza principalmente para la producción de papel y cartones y en segundo lugar para la Industria textil, ya que confiere resistencia y suavidad a los productos finales (Sanz, n.d.).

La lignina es una macromolécula presente en un 17 a 26% en latifoliadas y es el compuesto más resistente a la degradación térmica y a los solventes químicos. Es un compuesto termoplástico, característica relevante para la fabricación de productos provenientes de esta materia prima (Barahona, 2005).

2.2.5 INDUSTRIA FORESTAL Y SUSTENTABILIDAD

La necesidad de incorporar el concepto de sustentabilidad al sector productivo forestal ha sido una preocupación a nivel mundial debido al crecimiento demográfico y al creciente desgaste de los recursos naturales que esto significa. La inmensa importancia que los bosques significan se debe a los múltiples beneficios que entregan al planeta, renuevan el aire de la tierra, dan trabajo a millones de personas, proveen materia prima para innumerables productos y son el hábitat más rico de biodiversidad. Por todas estas razones es imperativo mantener sus múltiples funciones en el tiempo (Laroze, 2014).

Actualmente en Chile el manejo de los bosques es parte de la política pública, debido a la significativa incidencia que tiene sobre los tres principios que persiguen las normativas de certificación forestal a nivel mundial y que al darse de forma inseparable conforman el manejo sustentable, esto es productividad del bosque, en armonía con el medio ambiente y con responsabilidad social (Laroze, 2014).

A nivel mundial, el 30% de los bosques productivos están certificados. Chile ha sido pionero en esta materia, comenzando hace poco más de 14 años y a la fecha registra sobre 65% de las plantaciones forestales certificadas (Laroze, 2014). Si bien existe interés de parte del Estado Chileno en llevar a cabo iniciativas relacionadas al desarrollo sustentable de los bosques, aún está en deuda respecto al manejo que se le da a los residuos provenientes de las actividades forestales.

El aumento de los procesos productivos está generando una gran cantidad de residuos, los que, sin lugar a dudas, constituyen a aumentar el riesgo de incendios forestales. Este problema se ha transformado, adicionalmente en los últimos años a escala global, en un problema de características sociales. Estos ya no sólo destruyen a su paso vegetación si no también ponen en serio riesgo y destruyen asentamientos humanos, los cuales cada vez en mayor medida están teniendo una relación más estrecha con las áreas de plantaciones forestales (Haltenhoff, 2006)



Figura 7: Bosque de "*Eucalyptus Globulus*" (COMACO, 2019)

2.2.6 INCENDIOS FORESTALES

“Un incendio forestal es un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Es decir, es el fuego que quema árboles, matorrales y pastos. Es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso” (CONAF, 2017).

En Chile los incendios afectan en promedio, a 60 mil hectáreas anuales, un cuarto de las cuales corresponde a plantaciones forestales, lo que genera pérdidas para el país por sobre los US\$60 millones anuales (CORMA, 2016). Es por esto que el Ministerio de Agricultura, a través de CONAF, se ha hecho cargo de este problema desarrollando iniciativas de prevención y combate de incendios forestales, las cuales se abordan desde distintas áreas de trabajo: Investigación, educación y difusión, regulación, protección SNASPE, Silvicultura Preventiva, quemadas controladas.



Figura 8: Incendio forestal en la Región de O'Higgins año 2019 (DiarioUChile, 2019)

2.2.7 SILVICULTURA PREVENTIVA

La silvicultura preventiva es una serie de técnicas de manejo forestal destinadas a eliminar o reducir el riesgo de incendio y junto con ello los eventuales daños que deja (Sánchez, 2005). Por lo tanto la silvicultura preventiva o manejo de combustible es la modificación, ordenamiento o eliminación de la vegetación viva o muerta y de los residuos vegetales para evitar que se produzca un incendio (Lignum, 2015). En este contexto, inherente a este manejo forestal y su prevención de incendios forestales cumple un rol fundamental la Silvicultura Preventiva que busca dar valor agregado a los residuos forestales, otorgándoles utilidad como materia prima secundaria tal como se muestra en la figura 9 (Haltenhoff, 2006).

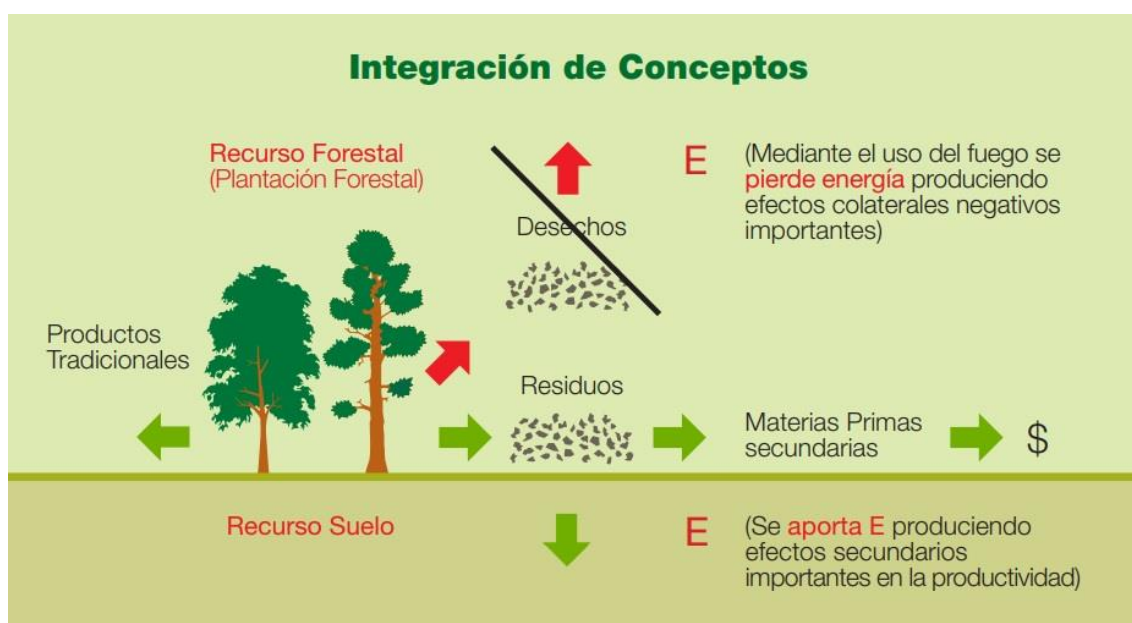


Figura 9: Esquema sobre el ciclo de uso de los residuos forestales (Haltenhoff, 2006)

Actualmente el principal uso que se les da a los residuos forestales es para la generación de energía para el propio abastecimiento de las grandes empresas forestales, sin embargo para los pequeños y medianos aserraderos esta alternativa se vuelve imposible de implementar debido a la gran inversión tecnológica que requiere su transformación. Por esto dar nuevas alternativas de utilización de los residuos no es solo una opción para solucionar los incendios forestales, sino que también una alternativa económica y social, generando nuevas fuentes de ingreso para los propietarios industriales y la posibilidad de nuevos empleos para las comunidades aledañas al bosque y a los sectores de producción forestal. Como se puede ver, el escenario que se describe se ajusta y se estructura de manera perfecta dentro de los lineamientos de la Sustentabilidad que rigen toda esta investigación, ya que considera los tres aspectos esenciales: Sociedad, medioambiente y economía (Rosemberg 2008).

2.3 INDUSTRIA TEXTIL

Desde la aparición del ser humano sobre la tierra ha recurrido a la ropa y el alimento para sobrevivir (Lee Ivester and Neefus, 2001b). La industria textil es una de las más antiguas del mundo y se considera de las primeras ocupaciones del hombre en sociedades organizadas (Du, 2009). Esta actividad tiene como objetivo satisfacer el bienestar y la calidad de vida, lo que hace irrefutable considerar a la Industria Textil como básica para la subsistencia, solo aventajada por la industria alimenticia, ya que alimentarse y cubrir el cuerpo para protegerlo de ambiente hostil son necesidades primordiales del ser humano (Toledo, 1948), es por esto que el quehacer de la Industria Textil es tan relevante a nivel de desarrollo humano ya sea en el ámbito económico como social, ya que satisface una necesidad considerada fundamental y universal, por ende no puede eliminarse ni reemplazarse, sino que mejorar sus actividades en beneficio del propio ser humano.

Actualmente el sector textil representa el 6% de la producción económica mundial (Retana, 2014). Su facturación alcanza a los 3 billones de dólares anualmente, cuenta con 250.000 fábricas y 40 millones de empleados. El mercado de la moda vende anualmente alrededor de 80.000 millones de prendas en el mundo (Sánchez, 2017).

2.3.1 INDUSTRIA TEXTIL Y SUSTENTABILIDAD

La industria textil está catalogada como la segunda más contaminante después del petróleo debido a la gran cantidad de residuos que genera y el alto consumo de agua, energía y reactivos químicos (Fisher, 2015, VirtualPro, 2007). La producción textil cada año genera 400 billones de metros cuadrados de tela, equivalente a 70 millones de toneladas de ropa (Cuevas, 2016).

Para la producción de fibras textiles sintéticas se utiliza como materia prima químicos derivados del petróleo, recurso no renovable perteneciente a la primera industria más contaminante del planeta, causando efectos adversos sobre el ser humano y el medioambiente (VirtualPro, 2016, Escobar, 2011).

Según las proyecciones respecto a la sobreexplotación del petróleo se estima que si la extracción continúa al ritmo actual las reservas mundiales durarían aproximadamente 40 años (Suárez, 2010).

Para la producción de poliéster se usa 70 millones de barriles de petróleo al año, mientras que la fibra demora 200 años en degradarse (HispanTv, 2017).

El mayor problema se suscita debido al constante crecimiento de la producción de fibras sintéticas, ya que al ser compuestas por petróleo generan menos gastos de producción (Moya, 2016). Actualmente el consumo de fibras se distribuye de la siguiente forma (Figura 6):

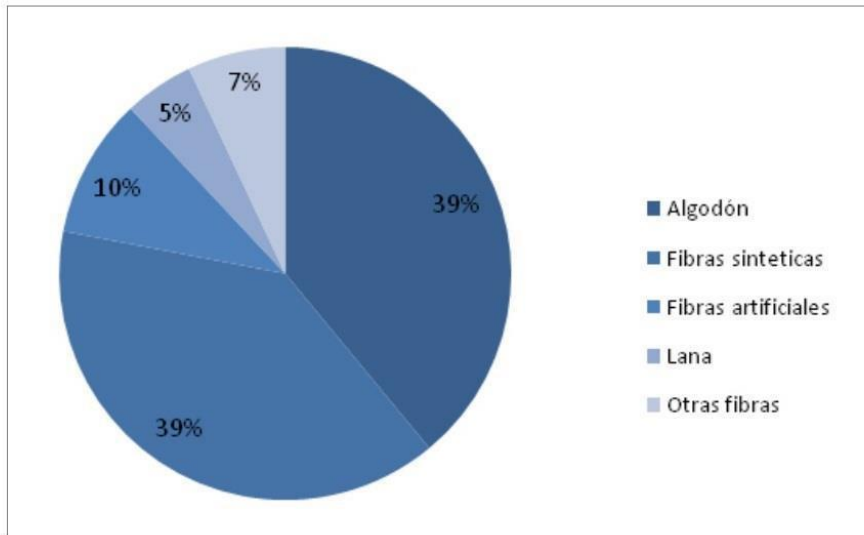


Figura 10: Consumo mundial de fibras (Enciso et al., 2010)

En el año 2013, la producción mundial de fibra se situó en 92,3 millones de toneladas, un 2,8% más que en el año anterior. Las fibras sintéticas fueron las que registraron un mayor crecimiento, alcanzando 60,3 millones de toneladas, un 6,1% más que en 2012. En cambio, la producción de fibras naturales disminuyó un 3%, hasta 32 millones de toneladas (Riera, 2014).

Por otro lado el cultivo de fibras naturales no representa una real solución sustentable a la producción de fibras textiles, ya que su fabricación significa un gran consumo de recursos y su proceso es altamente contaminante. Por ejemplo el algodón resulta que es el que más consume plaguicidas: 24% de todos los insecticidas y 11% de todos los pesticidas del mundo que afectan la tierra y el agua. Incluso si es algodón orgánico, se pueden haber necesitado 5000 galones de agua para la confección de una camiseta (HispanTv, 2017).



Figura 11: Contaminación por extracción de petróleo (Velásquez, 2017)

Es por esto que se hace patente la necesidad de generar nuevos textiles que tengan como eje central los conceptos de sustentabilidad con el objetivo de aminorar los problemas cada vez mayores de disminución de los recursos naturales y la contaminación de los procesos productivos de los actuales textiles.

2.3.2 TEXTILES SUSTENTABLES

En el mercado actual la oferta de textiles no sustentables es muy alta. La industria del Diseño de Vestuario y los productores de textiles siguen produciendo los mismos materiales basados en fibras sintéticas sin tomar el peso del daño ambiental que esto significa y aunque existe una variedad de textiles todos se encuentran en la misma línea, siguen siendo sintéticos o artificiales. Hasta hoy no ha existido un verdadero compromiso de explorar nuevos materiales y métodos de conformación que se adapten a la difícil realidad del estado del planeta en materia medioambiental. La forma tradicional de producir fibras sintéticas en cuanto a tiempo y precio ha hecho que la industria de la moda se acople a usar textiles que contaminan el ecosistema y lo degradan cada día más (Moya, 2016).

En los últimos años ha surgido la inquietud respecto a cómo paliar los efectos adversos que la producción textil conlleva y cómo darle un nuevo enfoque desde lo sustentable. Desde la aparición de las fibras textiles sintéticas y artificiales la producción textil ha ido dejando de lado el uso de las fibras naturales, por esta razón la FAO busca hacer resurgir la producción y comercio de las fibras naturales, dadas sus características de biodegradabilidad (las fibras naturales pueden biodegradarse en meses mientras que los materiales sintéticos pueden tardar siglos) dándoles valor a sus atributos naturales, ambientales, saludables y de confort (Marino, 2009, Moya, 2016). Sin embargo se debe tener en cuenta la utilización de otros recursos naturales para la producción de cualquier tipo de fibra, como por ejemplo el agua, un recurso natural limitado susceptible a acabarse dentro de un tiempo cada vez más cercano (Escobar, 2011). En el caso de algunas fibras naturales como el algodón el uso de éste recurso para su producción es excesivo. Es por esto que los textiles que son calificados como sustentables deben cumplir ciertas normas para ser considerados como tales:

Los materiales e insumos de procesos y productos deben ser seguros para la salud humana y ecológica en todas las fases del ciclo de vida del producto

Toda la energía, materiales, insumos y proceso deben provenir de fuentes renovables o reciclados

Todos los materiales son capaces de regresar con seguridad a cualquier ambiente natural o sistemas industriales

Todas las etapas del ciclo de vida del producto deben apoyar activamente la reutilización o el reciclaje de estos materiales en el más alto nivel posible de calidad

No usar procesos químicos sino físicos o mecánicos para su producción
(Moya, 2016, Villegas and González, 2013)

La sustentabilidad en la moda está estrechamente ligada al futuro de la industria. Se hace estrictamente necesario que las grandes empresas productoras tomen conciencia a partir de todas las tragedias conocidas. Por esta razón es que algunos diseñadores se han replanteado el uso de ciertas materias primas, sin embargo para poder avanzar en este sentido es necesaria mayor innovación tecnológica (Marín, 2016).

2.3.3 EJEMPLOS DE MATERIALES TEXTILES BASADOS EN RESIDUOS

PIÑATEX – Carmen Hinojosa: Cuero en base a fibra de hoja de piña

Es un textil natural basado en las fibras de la hoja de piña, que son los residuos de la industria productora de esta fruta. Las hojas son el subproducto de una industria ya existente, por lo tanto no necesita tierra, agua, fertilizantes ni pesticidas adicionales para su producción. Además el proceso de producción de este material a diferencia de la producción del cuero, no involucra ningún químico dañino (Piñatex, 2017).



Figura 12: Fibra de hoja de piña utilizada como materia prima para la producción de textil Piñatex (Piñatex, 2017)



Figura 13: Productos Piñatex (Piñatex, 2017)

CRABYON – Caparazón de cangrejo / Viscosa con Quitina

Este material se fabrica mezclando viscosa con quitosano, un derivado de la quitina. La quitina es un compuesto natural que se encuentra en las conchas de cangrejos y mariscos que los protegen de su entorno. Al igual que la celulosa de las fibras vegetales, la quitina es fácil de transformar en textiles, ya que tiene una textura suave y se tiñe fácilmente. Tiene propiedades antibacterianas y de control de olores. Se obtiene de los desechos de la fabricación de carne de cangrejo y es completamente biodegradable. La tela resultante es segura e hipoalergénica para las personas con piel sensible (Post, 2014).



Figura 14: Productos Crabyon (RelaxMaternity, 2017)

SASAWASHI – Papel tradicional Japonés *washi* mezclado con *kumasaza* (bambú)

Sasawashi es un material natural elaborado a partir de la combinación de papel japonés con *kumazasa*, un tipo de bambú que crece en las tierras altas de Japón. El *Kumazasa* otorga propiedades antibacterianas, desodorantes y de absorción de humedad. Similar al lino, se usa para hacer pantuflas, toallas de baño, ropa de cama y peluches. Este nuevo material también busca agregar valor cultural a sus productos, porque el *kumazasa* crece solo en Japón (Post, 2014).



Figura 15: Productos Sasawashi (SASAWASHI, 2017)

S.Café – Empresa SINGTEX: Restos de café

Esta empresa comenzó a integrar los posos de café (sedimento o residuo que queda en el filtro al prepararlo) en sus telas por sus propiedades para controlar los malos olores. En un principio, el café provenía de cafeterías cercanas a la empresa, pero el proyecto ha crecido y ahora las compañías fabricantes serán sus proveedoras. La tela se llama S.Café y es usada para hacer prendas deportivas, ya que proporciona protección UV, se seca rápidamente y absorbe olores de forma natural. El textil está siendo utilizado en marcas de ropa como Hugo Boss, Timberland y Warrior (Evia, 2014).



Figura 16: Productos S.Café (S.Café, 2017)

Todos los ejemplos de textiles basados en residuos anteriormente expuestos tienen como punto en común la utilización de sus desechos para el aprovechamiento como materia prima para la producción de nuevos textiles, lo que podría representar una solución a nivel global de la problemática de la contaminación generada por la Industria Textil, sin embargo éstos utilizan residuos generados sólo a nivel local, lo que significaría un obstáculo para la producción del material en otras partes del mundo.

Esta condición podría considerarse como un punto en contra si no se toma en cuenta que éstos representan una oportunidad de desarrollo industrial local para cada comunidad. Por esto se hace patente la necesidad de desarrollar materiales textiles basados en residuos locales con la finalidad de dar solución a las problemáticas propias de la producción textil y de la acumulación de residuos provenientes de las diversas actividades industriales de cada zona y para el desarrollo económico e industrial local debido a la oportunidad que presenta.

2.4 TEXTILES NO TEJIDOS

Los textiles no tejidos son telas de fibras, ya sean naturales o creadas por el hombre, las cuales no han sido hiladas y que se encuentran unidas por medio de distintos procedimientos mecánicos, térmicos o químicos (Sabanés, 2013). Estas telas son láminas, velos o napas de fibras flexibles y porosas. Para su producción no es necesario formar una calada de hilos sino que las fibras se tuercen aleatoriamente.

Las fibras son adheridas entre sí:

- Añadiendo adhesivos
- Uniendo las fibras con calor
- Juntando las fibras, diluyendo y re solidificando su superficie
- Formando marañas o mechones con las fibras
- Usando puntadas sobre las fibras (QuimiNet, 2011)

Los no-tejidos pueden tener una vida útil corta o larga dependiendo de su composición, donde los materiales y técnicas de producción constituyen un factor diferenciador clave.

Los textiles no tejidos empezaron a investigarse a finales del decenio de 1940, entró en fase de desarrollo durante el siguiente, e inició la difusión comercial en el de 1960. En el curso de los 35 años siguientes, la industria de los no tejidos maduró y abrió mercados, atraídos por sus prestaciones y su buen precio en comparación con los géneros tradicionales esto debido a que representan una alternativa económicamente viable, ya que los costos de producción disminuyen considerablemente al evitar el proceso de hilatura que incrementa el valor de los productos en el mercado. Este sector ha sobrevivido a las recesiones mucho mejor que el de los textiles convencionales (Sabanés, 2013, Lee Ivester and Neefus, 2001a).

Los no tejidos posibilitan nuevas aplicaciones en distintos sectores y actualmente existe un notable incremento de su producción a nivel mundial. Las innovaciones en los no tejidos van en aumento debido a su creciente demanda gracias a la variedad de posibilidades que ofrece este tipo de material y la versatilidad en sus aplicaciones en el sector industrial (Sabanés, 2013).

Debido a los bajos costos de producción y a la versatilidad que posee la conformación de los textiles no tejidos según la aplicación a la cual se dirija, éste se presenta como alternativa de desarrollo viable dentro del marco de los lineamientos de la sustentabilidad.

2.4.1 PROCESOS DE FABRICACIÓN DE TEXTILES NO TEJIDOS

En la conformación de un material textil no tejido se reconocen dos factores que lo componen, en primer lugar la red de fibras llamadas “velo o manto” y en segundo lugar la “consolidación o acabado”, la cual se refiere al proceso de unión de las fibras o filamentos que da la terminación superficial necesaria para el producto final. Para este proceso de consolidación o acabado del no tejido existen 3 métodos:

- Mecánico: A través de fricción
- Químico: Adosado a través de ligantes (Resinas)
- Térmico: A través de cohesión (Borovich, 2005)

2.4.2 PROCESOS DE OBTENCIÓN DE FIBRAS NATURALES PARA TEXTILES NO TEJIDOS

Existen variados tratamientos que se aplican a fibras cortas de origen natural con el fin de evitar el proceso de tejido debido a que la longitud de las fibras no permiten ser hiladas:

Cardado de lana:

Para llevar a cabo este proceso se utilizan las cardas, que son dos tablas con asas que llevan en una de sus caras innumerables puntas de alambre similar a un cepillo metálico. Se dispone la fibra sobre las puntas de una de las cardas y con la otra se roza cruzando las puntas con la finalidad de ir peinando la red de fibras, separándolas y eliminando la suciedad que contenga. Este proceso se repite hasta obtener vellones de lana cardada o peinada (Monesma, 2011).



Figura 17: Cardas con lana cardada (Universoveja, 2012)

Tela de corteza:

Uno de los sistemas más antiguos de fabricar vestidos sin tejerlos en un telar es elaborarlos a partir de la corteza de ciertos árboles. Este proceso estuvo muy extendido por todo el mundo, y aún hoy en día podemos encontrar ejemplos en las zonas de bosques más frondosos de África, el Sudeste Asiático y Polinesia. En Indonesia y Polinesia se emplea la corteza interior de la morera del papel, mientras que en África Central se obtiene de una especie de higuera. Los africanos extraen una lámina de corteza del árbol, que cuecen al vapor para suavizarla, colocándola a continuación sobre un tronco y batiéndola con mazos de madera con muescas hasta que las fibras se apelmazan. Al batirlas las fibras que se encuentran dispuestas paralelamente se estiran en diferentes direcciones hasta conseguir una gran lámina de corteza.

En Tonga, las telas de tapa se obtienen de la corteza exterior de un árbol joven, que después se sumerge en agua de mar durante dos semanas, para extraer finalmente la corteza interior. Ésta se corta en estrechas franjas que se baten sobre un tronco con un mazo de madera. Así la corteza adquiere la apariencia de fieltro y aumenta su ancho más del doble, obteniéndose un material de gran resistencia y flexibilidad. Con estas franjas y con almidón se hace una pasta para formar una tela de grandes dimensiones (Gillow, 2000)



Figura 18: Fabricación de tejido de corteza en Uganda (UNESCO, 2009)

2.4.3 LIGANTES UTILIZADOS EN MATERIALES TEXTILES NO TEJIDOS

Los agentes ligantes (resinas) son productos químicos usados para la unión, transformación y acabado de los no tejidos. Los más utilizados para este tipo de material son los siguientes: Látex sintético, polímeros de ácido acrílico, polímeros vinílicos (acetato de vinilo, clorato de vinilio), poliuretano, goma siliconada, termoplásticos (poliamidas, polietileno, EVA, PVC) y termofijos (resina fenólica)(Borovich, 2005)

Látex sintético

- Procedencia:* Resina que procede del petróleo, de naturaleza 100% química.
- Características:* Buena adaptabilidad y firmeza. Gomoso al tacto, de olor fuerte. Propiedades mecánicas superiores al caucho natural, por esta razón se utiliza principalmente en la Industria Automotriz
- Duración:* De 20 a 25 años con antioxidantes (Haiku-Futon, 2010).

Polímeros de ácido acrílico

- Procedencia:* Polímero sintético usado en la fabricación de fibras acrílicas.
- Usos:* El acrilato de etilo es un compuesto de polímeros de emulsión y solución para capas de tejidos, papel y cuero. Se usan también como adhesivos y para encuadernaciones. En tanto, el ácido poliacrílico se usa en la fabricación de caucho y pinturas látex (Rostagno, 2012).

Polímeros vinílicos (acetato de vinilo, clorato de vinilio)

- Procedencia:* Polímero secundario sintético derivado del petroquímico etileno.
- Características:* Es líquido incoloro, volátil e inflamable con un olor descrito como dulce. Moderadamente tóxico por ingestión y absorción por la piel.
- Usos:* El principal uso de sus polímeros es en pegamentos, pinturas, textiles y productos de papel. Sus copolímeros se han usado en baldosas para suelos de vinilo y en discos fonográficos (QuimiNet, 2012, Chow, 1998)

Poliuretano

- Procedencia:* Los poliuretanos son polímeros sintéticos.
- Características:* Pueden ser de dos tipos, flexibles o rígidos, dependiendo del poliol usado.
- Usos:* Los mercados más importantes de los poliuretanos flexibles los constituyen la industria mueblera y de transporte. Más del 90% de los poliuretanos flexibles se emplean para hacer colchones y para acolchonar muebles. Los poliuretanos elastoméricos son duros, resistentes a la abrasión, a los aceites y a la oxidación. Otros usos de los poliuretanos incluyen aparatos domésticos, bajoalfombras, laminados textiles, recubrimientos, calzado, empaques, juguetes y fibras (Chow, 1998).

Termoplásticos (poliamidas, polietileno, EVA, PVC)

Los termoplásticos son polímeros de cadenas largas que cuando se calientan se reblandecen y pueden moldearse a presión. Representan el 78-80% de consumo total de los plásticos.

El polietileno es uno de los termoplásticos más utilizados y los productos que se obtienen van desde materiales de construcción y aislantes eléctricos hasta material de empaque. Se trata de un plástico barato que puede moldearse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas.

El caso del polipropileno presenta propiedades como una buena resistencia térmica y eléctrica además de baja absorción de humedad. Posee dureza, alta resistencia a la abrasión y al impacto, excelente transparencia, y que no es tóxico.

El PVC es un polímero que se obtiene polimerizando el cloruro de vinilo. Existen dos tipos de cloruro de polivinilo, el flexible y el rígido. Ambos tienen alta resistencia a la abrasión y a los productos químicos. El gran problema radica en su alta toxicidad en su composición como en su proceso de fabricación tanto para el medio ambiente como para el ser humano (Chow, 1998).

Termofijos (resina fenólica)

Las resinas fenólicas son ampliamente usadas en diversos objetos, como es el caso de ruedas para carros de carga, por sus excelentes propiedades mecánicas, térmicas, químicas y una mayor resistencia eléctrica y estabilidad dimensional que los termoplásticos. El producto tiene una leve toxicidad, la que se ve aumentada debido al carácter corrosivo propio del producto. La entrada en ríos y cursos de agua puede ser dañina para la vida acuática (Rodani, 2017, Oxiquim, 2007).

Es importante destacar que las resinas anteriormente revisadas y que corresponden a las más utilizadas por la industria textil, todas son derivadas del petróleo, además de algunas ser tóxicas y contaminantes (Chow, 1998), lo cual se desmarca de los lineamientos de la sustentabilidad que rige toda esta investigación. Sin embargo existe una opción que se integra dentro de la clasificación de cauchos o látex anteriormente expuesta pero de origen natural.

2.4.4 LÁTEX NATURAL

El látex natural se obtiene a partir de la savia extraída del árbol "*Hevea brasiliensis*" o árbol del caucho. Desde la antigüedad, este árbol era conocido y utilizado por los nativos de América para la obtención del látex. El nombre de caucho proviene de la palabra "*cautchuc*" con la que los indios habitantes de Perú designaban al árbol hevea, y que significa "árbol que llora". Los europeos conocieron por primera vez esta sustancia al producirse el descubrimiento de América, y el mismo Hernán Cortés pudo comprobar la existencia de algunos objetos fabricados por los indios con este material; con ella confeccionaban abrigos, calzados resistentes al agua y pelotas que empleaban en determinados juegos rituales y juntas de canalizaciones de agua herméticas.

El látex es el jugo blanco o amarillento que circula por los vasos de este árbol, este líquido lechoso o resina es abundante hasta los 25 años de edad del árbol. Se obtiene sangrando el tronco mediante incisiones angulares en V. Es importante saber que el látex es una secreción inservible o producto de desecho del árbol y cuanto más se extrae tanto más la planta se regenera con lo que resulta siempre beneficioso para el árbol (Haiku-Futon, 2010, Icarito, 2009).

El látex natural está compuesto por dos componentes principales:

Hidrocarburo cucho y agua, lo que se encuentran en los siguientes porcentajes (Tabla 5):

TABLA 5: COMPOSICIÓN DEL LÁTEX NATURAL

Componente	Porcentaje
Agua	30% - 60%
Hidrocarburo Caucho	30% - 36%
Resina	2%
Proteína	1.5%
Quebrachitol (C₇H₁₄O₆)	0.5%
Cenizas	0.5%

Fuente: Elaboración propia basado en (Sarabia, 2014)

Como se puede apreciar en la tabla 5, el látex está compuesto mayormente de agua en un rango de un 30% a 60% del contenido total. Esta variación se produce dependiendo del sector del árbol de donde se extrae. Esta cantidad de agua contenida en el látex se evaporará posterior al proceso de coagulación (Sarabia, 2014).



Figura 19: Sangrado del árbol "*Hevea brasiliensis*" para extracción del látex (C.C.C., 2014)

Propiedades:

- Antibacteriano y antifúngico natural, ya que no es un sustrato apto para el crecimiento de estos organismos.
- Transpirabilidad: El látex natural permite una buena transpiración si se combina con fibras naturales. Cualquier fibra sintética sobre un material natural ahoga su transpirabilidad haciendo sudar en verano y sentir frío en invierno.
- Durabilidad: El látex natural tiene una durabilidad entre 17 y 20 años si se mantiene bien ventilado y no está en contacto directo con el sol. A partir de este tiempo comienza a desintegrarse, soltando poco a poco un polvillo que hace que disminuya su densidad progresivamente.
- Indeformable: Su alta densidad 75-80kg m³ asegura la indeformabilidad
- Biodegradable (Haiku-Futon, 2010).

Características:

- Mayor resistencia al rasgado que los hules sintéticos
- Compuesto de una sola parte, no requiere de mezclado (Diverquimicos, 2017)
- No es un adhesivo tóxico, no existe riesgo para trabajar con este producto
- No es inflamable
- No es explosivo (MADESA, 2012)

Aplicaciones actuales:

- Guantes quirúrgicos
- Profilácticos
- Colchones
- Laminado de telas
- Fijado de cueros previo a costura

2.4.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LIGANTE

Para la selección del ligante a utilizar en la conformación del nuevo material se emplean criterios definidos bajo los lineamientos de la sustentabilidad.

TABLA 6: CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LIGANTE

Origen Natural	MEDIO AMBIENTE
Biodegradable	
Proveniente de fuentes renovables	
Utilización de residuos	
Reciclaje	
No contaminante	
Minimiza el impacto ambiental	
Bajo nivel de energía en su procesamiento	ECONOMÍA
Bajo costo	
Componentes accesibles en el lugar de producción	
Componentes no tóxicos/ Inocuo para el ser humano	SOCIEDAD
No compromete la calidad de vida de los seres vivos	
Procesos de manufactura seguros para los trabajadores	

Fuente: Elaboración propia basado en (Cervantes et al., 2009, Madrid and Aguirre, 2009)

2.5 INDUSTRIA DEL CUERO

El cuero es la capa de tejido que recubre al animal. Gracias a la flexibilidad y resistencia que posee se ha utilizado en diversos usos industriales. Para su producción es necesario separar la capa de piel del cuerpo del animal, eliminando pelos o lana para luego someterlo al proceso de curtido. Éste consiste en evitar la putrefacción de la piel muerta a través de tratamientos con químicos, transformándolo en un material que no se descompone. Sus aplicaciones son en calzado, marroquinería, bolsos, vestuario, muebles, etc (Definicion.de, 2019).

2.5.1 EL CUERO: UN MATERIAL NO SUSTENTABLE Y CRUEL

En la actualidad aún se piensa que el cuero es un material noble que cabe dentro del grupo de los materiales sustentables debido a su origen natural y a su capacidad de biodegradarse, sin embargo esta creencia no es del todo cierta, ya que la producción del cuero conlleva una serie de problemas no menores que lo excluye completamente de esa categoría (ExpokNews, 2010).

En primer lugar la crianza de ganado destinado a ser sacrificado para la obtención de la materia prima significa aportar a la deforestación del planeta y a los daños medioambientales que esta causa, esto debido a la enorme extensión de pastizales que se destinan para la alimentación ganadera. En los últimos 25 años se han deforestado 3.300.000 km² de superficie boscosa, un equivalente a la superficie total del territorio de la India. Esto ha significado la liberación de miles de millones de toneladas de bióxido de carbono a la atmosfera y la extinción de miles de especies todos los años (FAO, 2016).

Por otro lado el proceso de curtido es tremendamente tóxico, ya que para su procesamiento se utilizan sustancias químicas como formaldehído, alquitrán de hulla y derivados y acabados basados en cianuro y sulfato de cromo. Todas estas sustancias son consideradas tóxicas para la salud humana (PETA, 2018, MINSAL, 2016).

Un tercer factor que en la última década ha tomado gran relevancia es el nivel de crueldad que significa la obtención del cuero. Anualmente la industria mundial del cuero mata a más de 1.000.000.000 de animales, los cuales antes de morir, viven un calvario de maltrato extremo. Las vacas son castradas, descornadas y marcadas con hierros ardientes. Su colas son mutiladas y todo sin ningún tipo de medicamento que reduzca ese dolor (PETA, 2018). No solo las vacas son torturadas y sacrificadas, también son víctimas cabras, cerdos, ovejas, corderos, caballos, ciervos, serpientes, caimanes y elefantes (Capacete, 2018).

Las prácticas poco éticas que la producción del cuero conlleva, ha sensibilizado a un grupo cada vez mayor de personas que se han hecho conscientes del nivel de crueldad de esta industria, por esta razón han preferido optar por alternativas que respeten al medioambiente y no contribuyan a la tortura.

2.6 COLORANTES APTOS PARA CORTEZA DE “*EUCALYPTUS GLOBULUS*”

Colorante es una sustancia que al ser aplicada modifica el color percibido de los objetos o les da color a los que no los tiene (Billmeyer and Saltzman, 2000). Existen diversos tipos de colorantes según su origen, pero su efectividad varía según el tipo de fibra con el que interactúa. Para el caso de las fibras celulósicas (corteza de “*Eucalyptus Globulus*”) los colorantes con mayor afinidad son los sintéticos, los cuales si bien no son naturales tienen un impacto ambiental menor, esto debido a que los colorantes naturales necesitan de una gran cantidad de materia prima para producir una pequeña cantidad y su costo es mucho mayor que uno sintético. Además, la solidez del color generalmente es bastante baja. Por esta razón actualmente se prefieren los colorantes sintéticos para este tipo de sustrato (Fibra).

Dentro de la clasificación de colorantes sintéticos que son afines con fibras celulósicas existen 5 tipos: Directo, reactivo, de tina, de azufre y pigmentos (Farrell, 2011, Udale, 2008).

Colorante directo: La aplicación de este tipo de colorante es sencilla, económica y tiene una amplia gama de colores. Está indicada para productos de costo bajo y que no se laven rutinariamente (Farrell, 2011).

De tina: Los resultados de color se caracterizan por tener una excelente solidez. Son caros y la gama de colores disponibles es limitada. El procedimiento de coloración es complejo ya que no se disuelve en medios acuosos, además de ser riesgosa su manipulación ya que puede producir combustión espontánea. Para su reducción se utiliza hidróxido de sodio e hidrosulfito de sodio (Farrell, 2011, GillingHam, 2001).

Reactivo: Los resultados de este tipo de coloración tienen una excelente solidez tanto a la luz como al lavado. Posee una amplia gama de colores brillantes. Para colorar se necesita un medio alcalino, es decir añadir carbonato de sodio más sal. Las variaciones de alcalinidad y sal influyen en el resultado final, por ende para llevar a cabo este método de manera efectiva es necesario tener control de estas variables (Udale, 2008, Farrell, 2011).

De azufre: Es un método de coloración económico con una solidez pobre a moderada. Al igual que los colorantes de tina el procedimiento es complejo por no disolverse en medios acuosos. Para su reducción se utiliza sulfuro de sodio (GillingHam, 2001, SCD, 1998).

Pigmentos: Este método de pigmentación es considerado como complejo, ya que no es soluble en agua y no posee afinidad con la fibra, por ende necesita de un aglutinante para poder adherirse a esta (Billmeyer and Saltzman, 2000).

Tomando en cuenta aspectos como disponibilidad, nivel de complejidad en el proceso, contaminación, seguridad en el uso y los gastos económicos asociados, se considera que el colorante que mejor se adapta a estos requisitos es el Directo. Si bien el origen de estos colorantes no es natural es el que cumple mayormente con los requerimientos para un primer estudio exploratorio de color.

2.6.1 ANILINAS

El colorante directo más común es la anilina (Martínez, 2017), la cual tiene dos versiones según el campo de aplicación que se desea intervenir. Existe la anilina para textiles y la anilina para madera. Ambas tienen un buen nivel de afinidad con fibras celulósicas, sin embargo los métodos de aplicación y sus especificaciones técnicas son distintas. Es necesario conocer estas características teniendo en cuenta los peligros que puedan presentar en su manipulación y los niveles de toxicidad para el ser humano en el uso posterior.

Especificaciones técnicas de la anilina para textiles:

Método de aplicación: Para llevar a cabo este método de coloración se requiere del hervor de agua mezclada con la anilina y la fibra a teñir durante 25 minutos. Además de adicionar sal a la mezcla transcurrida la mitad del tiempo (MontBlanc, 2019).

Identificación de riesgos: Este producto no tiene ningún tipo de indicación de peligro para el ser humano. No es irritante para la piel ni los ojos (DyStar, 2013).

Especificaciones técnicas de la anilina para madera:

Método de aplicación: Este tipo de anilina es más concentrada que la textil. El polvo debe diluirse en agua fría sin necesidad de hervir y se aplica de manera directa sobre la fibra con brocha, pistola a presión, etc. (Beltrán, 2019).

Identificación de riesgos: Presenta peligro para la salud de las personas. En contacto con la piel no es extremadamente peligroso pero puede producir irritación. Se recomienda evitar el contacto con la piel. Peligroso si es ingerido (Skorpio, 2018).

De acuerdo a las especificaciones técnicas y de seguridad anteriormente descritas, la anilina más apta para un primer estudio experimental de color es la textil, esto debido a que no presenta impactos negativos en la salud humana a nivel cutáneo, considerando que las posteriores aplicaciones del nuevo material desarrollado cumplirá la función de un material textil, por ende se encontrará constantemente en contacto con la piel del usuario.

2.7 LOS MATERIALES COMO VÍNCULO EMOCIONAL ENTRE EL USUARIO Y LOS OBJETOS

Todo ser humano experimenta un sinnúmero de emociones en su vida cotidiana provocadas por las diversas interacciones que se producen al momento de relacionarse con su entorno. Situaciones que vive, actividades que realiza, otras personas con las que interactúa, etc, son detonantes de distintos estados emocionales. Una de esas interacciones, que muchas veces pasa desapercibida pero que contiene un alto nivel de influencia sobre ese estado emocional, es la que deriva de la relación que establece con los objetos de su entorno, ya sea al utilizarlos como al momento de diseñar.

La forma de un objeto, los materiales que lo componen y los colores que posee, son elementos fundamentales que se relacionan estrechamente en la construcción de la percepción y el pensamiento del usuario y son estratégicos en la evocación de emociones, por ende es fundamental tenerlos en consideración al momento de desarrollar un proyecto de Diseño.

Los materiales han sido objeto de desarrollo por parte de los diseñadores industriales debido a que ya no solo se consideran por su uso puramente práctico sino que también por su contribución a crear diferentes experiencias expresivas y sensoriales que son determinantes al momento de interactuar con él.

Un material desarrollado por un diseñador posee cualidades particulares que se diferencian de los materiales convencionales provenientes de la ciencia y la ingeniería. Es estrictamente necesario considerar aspectos funcionales como las propiedades físico-mecánicas de estos, sin embargo la nueva visión que el Diseño aporta a la producción de nuevos materiales se refleja en la concepción misma de éste, ya que considera la relación con los potenciales usuarios y la exaltación de sus cualidades expresivo-sensoriales (Rognoli and Ayala García, 2018).

2,7.1 LA EMOCIÓN Y EL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO

Los estudios realizados en los últimos años evidencian la importancia de las emociones en el comportamiento sostenible, esto debido a que el vínculo que se genera entre el usuario y el objeto fruto de las emociones que le causa, influye directamente en la durabilidad de éste. Actualmente los productos de consumo masivo están pensados para crear un vínculo pasajero, siendo desechados en un tiempo acotado. Sin embargo el diseñador debe ser capaz de garantizar la sostenibilidad de los objetos creando una relación duradera y estrecha con su usuario a través del significado emocional que éste porta, proyectando soluciones objetuales sostenibles. Por esto es necesario que el diseñador genere productos que conecten emocionalmente con el usuario, pasando de ser simples objetos a convertirse en elementos de conexión e interacción entre las personas y el medio ambiente, alargando considerablemente el ciclo de vida de éstos.

En este sentido los materiales juegan un rol fundamental en la creación de relaciones duraderas, ya que tienen la capacidad de entregar cualidades propias a los objetos que conforma y puede contribuir notablemente en la percepción final de éste (Rognoli and Ayala García, 2018)

2.8 USUARIO: CONSUMIDOR CONSCIENTE

En la última década nuestro país ha vivido una serie de cambios sociales importantes. Hitos como la revolución pingüina ocurrida en el año 2006 y el surgimiento de las redes sociales ha llevado a la ciudadanía a querer ser partícipe activo de la realidad política, social y medioambiental. Los movimientos sociales que han ocurrido el último tiempo en nuestro país dan cuenta de una toma de conciencia por parte de la sociedad chilena. Esto ha llevado al surgimiento de un nuevo tipo de consumidor que cada vez toma mayor relevancia en nuestro país, el consumidor consciente.

La característica que define a este nuevo consumidor es la responsabilidad que adopta frente al impacto social, animal o medioambiental que provocan sus hábitos y sus decisiones de compra. Este tipo de consumidor muchas veces puede llegar a castigar a empresas que tienen comportamientos poco éticos con el medio ambiente como contaminación del aire, el agua, maltrato animal, explotación de recursos renovables, discriminación, etc, premiando a las que sí consideran este foco social-ambiental responsable (Avaria et al., 2013).

Este grupo de consumidores conscientes va en constante crecimiento. Actualmente representan un 35% del mercado (Pereda, 2017).

2.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMIDOR CONSCIENTE

1. Representa el 35% del mercado
2. Edad promedio: 25 años
3. Ingreso familiar promedio \$1.810.855,86
4. Pertenecientes a los niveles socioeconómicos medios y altos
5. Hombres: 41%; Mujeres 59% (Pereda, 2017, Avaria et al., 2013)

Tienen conductas que se condicen a su postura y creen fehacientemente en que un cambio de hábitos de consumo personal puede traer consigo un cambio en el impacto negativo de estas decisiones de compra. Son personas que invierten esfuerzo en reciclar, ahorrar en consumo energético y evitar productos que dañen el medio ambiente. Creen que aún hay cosas por hacer y que se debe seguir trabajando por lograr una vida sustentable. No se conforma con lo que hace y cree que puede hacer más. Cree que las autoridades no hacen bien su trabajo en materia medioambiental y que las leyes en este ámbito son insuficientes. Tienen tendencia a consumir arte y cultura y tienen un deseo constante de aprender y afrontar retos y nuevas experiencias (Avaria et al., 2013).

2.9 LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN CHILE

Chile es el mayor consumidor de calzado de Latinoamérica, estimándose un consumo de 5 a 6 pares anuales per cápita, lo que corresponde a un aproximado de 103 millones de pares al año. En los últimos 5 años el consumo de calzado en Chile ha crecido en un 10% siendo la mujer la mayor consumidora de esta prenda de vestir representando el 62% del mercado. Sin embargo solo el 10% del calzado vendido en el país corresponde a manufactura nacional, el resto proviene de importaciones desde países como China, Vietnam, Indonesia y Brasil (Adimark, 2014b, Pradel, 2016).

No obstante es importante destacar el resurgimiento de la industria del calzado nacional en los últimos años con la aparición de una cantidad importante de nuevos empresarios interesados en reducir la brecha que existe entre la producción de calzado nacional y la importación de productos (Pradel, 2016). El director gerente de Fedeccal (Cámara de Industriales del Cuero, Calzado y Afines) Pedro Beriestain (2016) afirma: *“En los últimos cinco años ha surgido una cantidad importante de nuevos micro y pequeños talleres y fábricas y aunque sus cifras todavía no gravitan en el escenario nacional, de a poco están marcando presencia, con sus propias marcas y conceptos”*

2.9.1 EL CALZADO FEMENINO EN EL SIGLO XX

Actualmente el calzado femenino a nivel mundial ya no pretende cumplir con cánones sociales de belleza, sino que responde a la necesidad de un calzado más práctico acorde a las distintas actividades cotidianas que la mujer realiza. A partir de los años 60 la mujer comienza a tomar parte más activa del espacio público por lo que la altura del taco del calzado femenino comienza a decrecer, mientras que las puntas largas y angostas poco a poco se volvieron más cuadradas. Los grandes diseñadores de la época como Pierre Cardin y André Courrèges proponen un calzado que incluía tacos bajos con puntas cuadradas o redondeadas.

En los años 70, bajo la influencia de los movimientos políticos y sociales que transformaron completamente la sociedad, la moda toma un carril más diverso y gracias al movimiento “hippie” surge el concepto de “comodidad” que regirá las décadas siguientes hasta la actualidad (Espinoza, 2013).

2.9.2 CALZADO CÓMODO: ADAPTABILIDAD A LA BIOMECÁNICA DE LA MARCHA

En los últimos años el concepto de comodidad en el calzado femenino ha tomado gran relevancia. La necesidad de llevar a cabo múltiples actividades cotidianas ha llevado a los diseñadores de calzado a generar propuestas que cumplan con este objetivo. Sin embargo para poder diseñar un calzado de estas características es necesario entender la anatomía y la biomecánica del pie durante ciclo de la marcha y establecer el rol que cumple el calzado en estos dos ámbitos.

A) ANATOMÍA DEL PIE

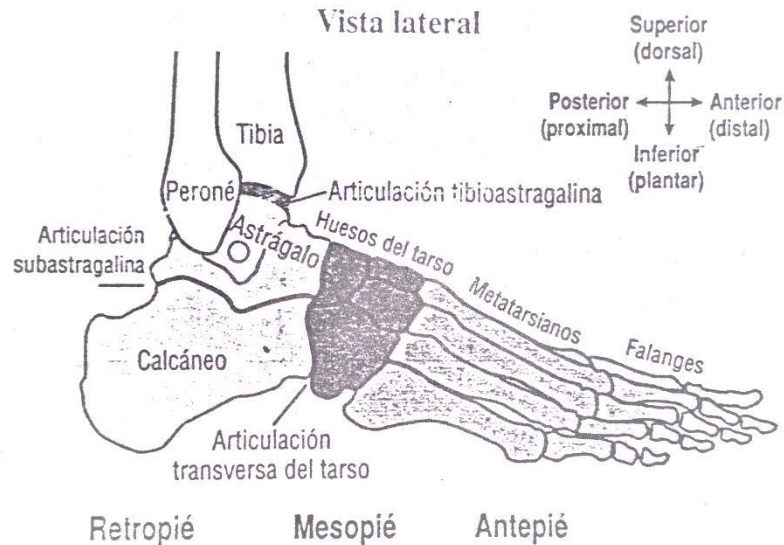


Figura 20: Terminología esencial usada para describir las regiones del pie y tobillos (Neumann, 2007)

Como se aprecia en la figura 20 el pie se divide en 3 zonas principales: Retropié (zona del talón), mesopié (zona central del pie) y antepié (zona de los metatarsos y falanges). Todos estos componentes cumplen roles específicos en el proceso de marcha y condicionan directamente la forma del calzado.

B) BIOMECÁNICA DEL PIE EN MARCHA

El ciclo de marcha se divide en dos grandes fases: Fase de apoyo, cuando el pie está en contacto con el suelo y fase de oscilación, cuando el pie se eleva. En estas dos fases el pie pasa por distintos periodos según la posición y trabajo que realiza y el calzado juega un rol fundamental en hacer posible que estos eventos sucedan de la manera más natural con el objetivo de no causar patologías relacionadas a una incorrecta postura del pie:

TABLA 7: FASES DEL CICLO DE LA MARCHA Y EL ROL DEL CALZADO

FASES	EVENTOS	DESCRIPCIÓN	ROL DEL CALZADO
FASE DE APOYO	Contacto del talón	Instante en que el talón entra en contacto con el suelo	Amortiguar fuerza de reacción con el suelo
	Pie plano	Instante en que toda la superficie plantar entra en contacto con el suelo	Mantener arco interno del pie
	Punto medio	El peso del cuerpo pasa directamente al pie	
	Despegue del talón	El talón se levanta del suelo	Brindar flexibilidad a la zona metatarsofalángica
FASE DE OSCILACIÓN	Comienzo de la oscilación	Los dedos se levantan del suelo	Liviano para mantener la elevación
	Punto medio de la oscilación	Pie en elevación	
	Final de la oscilación		

Fuente: Elaboración propia basado en (Godoy, 2019, Neumann, 2007)

Como se aprecia en la tabla 7 y según la biomecánica del pie en marcha, para conseguir un calzado cómodo, éste debe ser capaz de adaptarse a cada una de las fases y eventos propios de este proceso cumpliendo con 4 exigencias principales:

1. Amortiguar la fuerza de reacción con el suelo en la fase de apoyo:

Para esto es necesario contar con una planta construida de un material lo suficientemente resistente a las fuerzas de compresión que el cuerpo genera (Godoy, 2019). Estas fuerzas aplicadas por el pie en el suelo son llamadas fuerzas podales. Estas fuerzas de reacción se dividen en 3 categorías: Fuerzas verticales, fuerzas anteroposteriores y fuerzas mediales laterales y cada una tiene valores representados por un porcentaje del peso corporal.

Fuerzas de reacción del suelo:

- Verticales: Valor máximo = 120% del peso corporal
- Anteroposteriores: Valor máximo = 20% del peso corporal
- Mediales - laterales: Valor máximo = 5% del peso corporal

En este caso las fuerzas verticales son las que mayor carga generan siendo ligeramente mayores al peso corporal (Neumann, 2007).

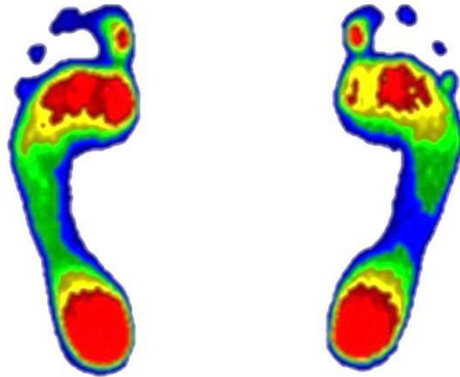


Figura 21: Análisis dinámico de distribución de cargas en la huella plantar (Gutiérrez, 2019)

Como se observa en la figura 21 las zonas de color rojo y amarillo corresponden a las zonas de mayor carga en el pie, es decir las fuerzas verticales que se ubican en el talón y en la zona metatarsofalángica.

2. Mantener el arco interno propio de la morfología del pie:

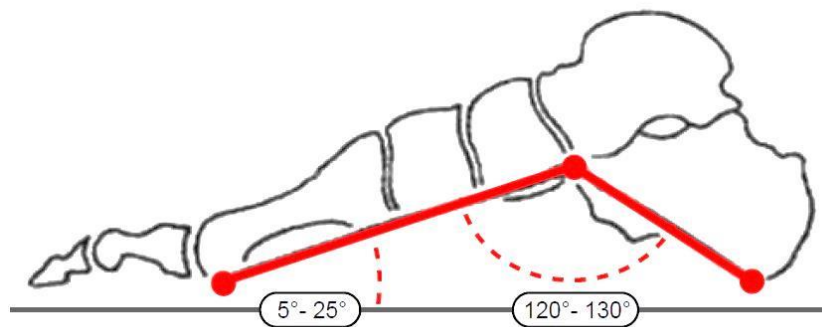


Figura 22: Ángulos del arco longitudinal medial (Larrosa and Mas, 2003)

Para diseñar un calzado cómodo que no genere patologías posturales es necesario respetar los parámetros anatómicos propios del pie. Como se observa en la figura 22 el pie naturalmente posee un arco central en la zona plantar llamado arco longitudinal medial. Este genera un ángulo que va desde los 120° a los 130° de apertura entre el calcáneo y los huesos metatarsianos. Estos últimos también generan un ángulo respecto del suelo que posee un rango que va desde los 5° a los 25° (Neumann, 2007, Larrosa and Mas, 2003).

3. Ser lo suficientemente flexible para adaptarse al movimiento del pie al caminar (Hiperextensión de las articulaciones metatarsofalángicas)



Figura 23: Movimientos del pie en la fase de apoyo del ciclo de la marcha

Como se observa en la figura 23 durante la marcha se identifican zonas de mayor actividad debido a los movimientos de flexión y extensión del pie. Hacia el final de la fase de apoyo al despegar el talón, el antepié y el mesopié producen la zona de mayor flexión en el proceso de marcha.

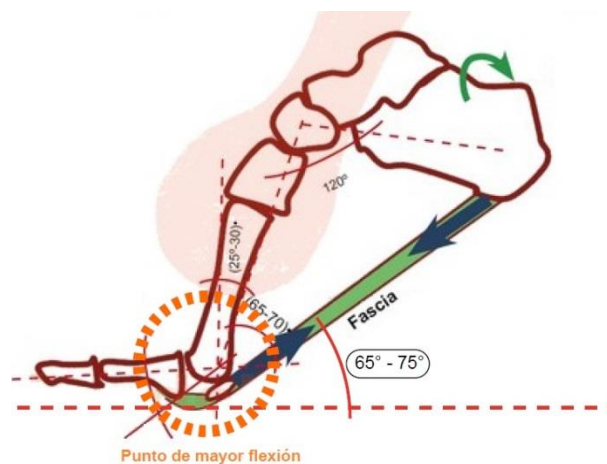


Figura 24: Máxima flexión del pie durante la marcha (Vásquez, 2016)

Como se observa en la figura 24 la elevación del talón puede llegar a generar un ángulo entre 65° - 75° respecto de la horizontal del suelo, momento en que se genera la máxima flexión del pie durante la marcha (Godoy, 2019).

4. Ser lo suficientemente liviano para no ser una sobrecarga al momento de mantener el pie en elevación

Un calzado puede pesar entre los 220 grs, en el caso de una zapatilla ligera de running hasta 1, 400 kg, en el caso de una bota de cuero. Va a depender del modelo del zapato y del uso que se le quiera dar, el peso que este requiera. Para el caso del calzado de ciudad su peso se encuentra en un rango que va desde 1 kg a 1,200 kg. Este tipo de calzado no requiere ser extremadamente ligero ya que su uso no le exige grandes velocidades de marcha ni grandes distancias de recorrido (Godoy, 2019).

La kinesiología ha descartado categóricamente dos tipos de calzado: Los que poseen tacos por sobre los 3 cm y los que son totalmente planos. Los tacones altos no respetan el arco interno del pie y no distribuye las cargas de manera uniforme llevando el peso corporal a la zona del antepie (metatarso y falanges) afectando directamente al equilibrio y estabilidad del cuerpo. En el caso de los zapatos completamente planos no cumplen eficientemente la función de amortiguación en la fase de apoyo, además de no respetar el arco natural del pie. El hecho de no cumplir con estos puntos puede desembocar en problemas crónicos en las extremidades inferiores del cuerpo y a la columna (Godoy, 2019).

Otro aspecto a considerar son las terminaciones internas del zapato como costuras y uniones, ya que pueden causar daños a la piel lo que produce heridas y lesiones, incluso en casos más extremos sangramiento agudo debido a patologías de sensibilidad deficiente en los pies (Godoy, 2019).

Se puede concluir que para diseñar un zapato cómodo es necesario considerar 5 aspectos cruciales:

- La altura del taco: No debe ser completamente plano y no superior a 3 cm
- La morfología de la planta: Respetar el arco interno del pie
- La flexibilidad y amortiguación de la planta: Este aspecto está determinado por el tipo de material que se utiliza para su elaboración
- El peso del calzado: No debe superar los 1,200 kg para que no signifique una sobrecarga
- Las terminaciones internas: Debe ser completamente liso

III. MÉTODOS

TABLA 8: TABLA RESUMEN DE MÉTODOS APLICADOS

OBJETIVO GENERAL		
Desarrollar un material textil no tejido basado en los residuos de corteza de “ <i>Eucalyptus Globulus</i> ” para aplicaciones en Diseño de Indumentaria		
ETAPAS	ACTIVIDADES	TAREAS
1. Seleccionar ligante para la conformación del material textil no tejido	1. Revisión bibliográfica sobre ligantes utilizados en la conformación de textiles no tejidos	1. Identificar ligantes 2. Identificar características
	2. Análisis comparativo de los potenciales ligantes a utilizar	1. Establecer criterios de selección 2. Elaborar tabla comparativa
2. Desarrollar material textil no tejido basado en fibras de corteza de <i>Eucalyptus Globulus</i> y ligante seleccionado	1. Definir método de obtención de fibra	1. Revisión bibliográfica sobre métodos de obtención 2. Generación de fibras según variables
	2. Definir proceso de mezcla de componentes	1. Disposición del manto según variables experimentales 2. Incorporación del ligante según variables experimentales
	3. Definir proceso de conformación de material	1. Revisión bibliográfica sobre proceso de conformación de materiales compuestos basados en fibras lignocelulósicas y látex 2. Generación de material según variables de procesos de conformación de materiales compuestos
	4. Definir proporción de fibra v/s ligante	1. Identificación de contenido de agua del látex a utilizar 2. Conformación de probetas de diferentes proporciones 3. Elaboración de tabla comparativa de resultados cualitativos
3. Caracterizar el nuevo material textil no tejido según ensayos físico-mecánicos, trabajabilidad, coloración y caracterización expresivo-sensorial	1. Ensayos físicos	1. Densidad 2. Contenido de humedad 3. Absorción de agua 4. Hinchamiento
	2. Ensayos mecánicos	1. Ensayo de tracción sobre caucho vulcanizado y elastómeros termoplásticos 2. Coeficientes estático y cinético de fricción sobre película plástica y láminas 3. Ensayo de compresión
	3. Ensayos de trabajabilidad	1. Ensayos de tracción en uniones 2. Corte 3. Perforado 4. Moldeabilidad
	4. Estudio de coloración	1. Revisión bibliográfica sobre colorantes más adecuados para fibras vegetales y aplicación de indumentaria 2. Selección de colorante a través de revisión bibliográfica 3. Pruebas de coloración con colorante seleccionado
	5. Caracterización expresivo-sensorial	1. Definición de grupo de estudio 2. Aplicación de encuesta 3. Análisis de resultados
4. Proponer aplicación de Diseño de Indumentaria	1. Definir propuesta de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido	1. Elaboración de ficha técnica del material desarrollado 2. Elaboración de tabla de requerimientos de la aplicación 3. Propuesta de aplicación
	2. Desarrollo de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido	1. Consulta a expertos en el área de calzado 2. Desarrollo propuesta formal 3. Fabricación de propuesta de aplicación

Fuente: Elaboración propia

1. ETAPA 1

**“SELECCIONAR LIGANTE PARA LA
CONFORMACIÓN DE MATERIAL TEXTIL NO
TEJIDO”**

1.1 Actividad 1: Revisión bibliográfica sobre ligantes utilizados para la conformación de textiles no tejidos

Para el cumplimiento de esta primera actividad relacionada con la Etapa 1 del proyecto, se realiza una revisión bibliográfica con la finalidad de identificar el universo de ligantes existentes para la producción de materiales textiles no tejidos, conociendo sus características más relevantes para posteriormente hacer una adecuada selección según los lineamientos de esta investigación.

Esta actividad se divide en dos tareas:

1.1.1 Tarea 1: Identificar ligantes

1.1.2 Tarea 2: Identificar características relevantes de los ligantes

1.2 Actividad 2: Análisis comparativo de los posibles ligantes a utilizar

Para el cumplimiento de esta segunda actividad ligada a la Etapa 1, se analizan las características de los ligantes, extraídas de la primera actividad, para establecer los criterios de selección según los atributos de sustentabilidad.

Estos se analizarán comparativamente para una adecuada selección. Esta actividad se divide en dos tareas:

1.2.1 Tarea 1: Establecer criterios de selección

1.2.2 Tarea 2: Elaborar tabla comparativa

2. ETAPA 2

**“DESARROLLAR MATERIAL TEXTIL NO TEJIDO
BASADO EN FIBRAS DE CORTEZA DE
EUCALYPTUS GLOBULUS Y LIGANTE
SELECCIONADO”**

2.1 Actividad 1: Definir método de obtención de fibra

Para el desarrollo del nuevo material es importante establecer el procedimiento para obtener la fibra a partir de las tiras de corteza. Para lograr esta actividad es necesario estudiar los diversos métodos de obtención de otras fibras naturales aplicables a este caso particular y experimentar con ellos hasta generar la materia prima que posteriormente conformar el nuevo material.

Para el cumplimiento de esta actividad se han establecido dos tareas:

2.1.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre métodos de obtención de fibras cortas naturales: En este caso se revisaron métodos de obtención de fibras cortas naturales, específicamente de la tela de corteza indígena y lana cardada, que posteriormente se aplicaron a la corteza de Eucalipto.

2.1.2 Tarea 2: Generación de fibras según variables de obtención de fibras cortas: Las variables en orden secuencial que se aplicaron en base a la revisión bibliográfica para establecer el procedimiento de obtención de fibra de corteza de Eucalipto, son los siguientes:

- **Remojo de la corteza:** Se remoja la corteza durante 2 semanas, de tal forma que absorba suficiente humedad para que la corteza se vuelva flexible y la fibra se ablande. Ésta se sumerge en agua potable durante el tiempo establecido en la revisión de literatura.



Figura 25: Proceso de remojo. Elaboración propia

- Batido de la corteza: Con mazo de goma de 16 onza marca F3C se baten las cortezas húmedas sobre una piedra lisa de modo que con los golpes las fibras cedan y se separen unas de otras.



Figura 26: Proceso de batido. Elaboración propia

- Cardado de la corteza: Con dos cardas o cepillos metálicos de 13 cm con mango, la fibra obtenida en el paso anterior, aun estando húmeda, se procede a peinar con ambos cepillos, llevando las motas de fibra de una carda a otra, de manera que las fibras se separen aún más, se afinen y se limpien de impurezas, obteniendo así una lana de corteza de Eucalipto.



Figura 27: Proceso de cardado. Elaboración propia

- Secado de la fibra: Luego de obtener la lana de corteza, ésta debe secarse a 60°C en “Estufa Digital Microprocesada de Secado y Esterilización REDLINE” durante 16 hrs. Este procedimiento busca preparar la fibra para la mezcla con el ligante, eliminando toda la humedad adquirida en los pasos anteriores.



Figura 28: Proceso de secado. Elaboración propia

- Tamizado de la fibra: Una vez obtenida la fibra seca, ésta se tamiza con un tamiz metálico con una medida de 10 mesh.

La finalidad de este paso es eliminar las impurezas que la humedad podría haber retenido en la fibra.



Figura 29: Proceso de tamizado. Elaboración propia

2.2 Actividad 2: Definir proceso de mezcla de componentes

Toda esta actividad se desarrolló de manera experimental debido a que no existen precedentes de conformación de textiles no tejidos basados en fibras naturales lignocelulósicas y látex. La finalidad de esta actividad experimental es encontrar el mejor método de unión de fibra y ligante. Para esto se llevó a cabo 2 tareas asociadas:

2.2.1 Tarea 1: Definición de disposición del manto según variables de experimentación

Las variables de experimentación que se utilizaron fueron las siguientes:

- Disposición del manto para mezcla a través de amasado (Figura 25): En primera instancia se procede a la unión de la fibra y ligante a través de la técnica del amasado para obtener una mezcla homogénea. Para esto la fibra se añade de manera libre con el fin de ser mezclada sin una estructura, para posteriormente mezclar amasando.

- Disposición del manto para mezcla a través de laminado (Figura 26): Como segunda opción se experimenta con el proceso de laminado sin mezclar la fibra con el ligante. Se prueban 3 tipos de laminados: Laminado 1 cara, laminado dos caras, laminado 1 cara con refuerzo. En todos estos casos la disposición del manto fue la misma, una cama de fibras dispuestas de manera homogénea y aleatoria, solo la ubicación de éste varió.

Disposición del manto para laminado 1 cara: Ésta se ubica sobre la lámina de látex dispuesta en 1 de las caras del molde.

Disposición del manto para laminado 2 caras: Ésta se ubica entre las dos láminas de látex dispuestas en las dos caras del molde.

Disposición del manto para laminado 1 cara con refuerzo: Ésta se ubica sobre la lámina de látex reforzada con malla tul, ubicada en 1 de las caras del molde.

- Disposición del manto para mezcla a través de impregnación (Figura 27): Esta tercera experimentación busca mezclar los componentes sin la necesidad de amasar. Para esto se dispone el manto de manera homogénea y aleatoria creando una capa de lana de corteza sobre el molde sin ligante, para luego ser impregnado con látex.

2.2.2 Tarea 2: Definición de incorporación de ligante según variables de experimentación

Las variables de experimentación que se utilizaron fueron las siguientes:

- Incorporación del ligante para mezcla a través de amasado (Figura 29): En primera instancia se procede a la unión del ligante con la fibra a través de la técnica del amasado para obtener una mezcla homogénea. Para esto el ligante se añade de manera libre con el fin de humedecer la fibra, para posteriormente mezclar amasando.

- Incorporación del ligante para mezcla a través de laminado (Figura 30): Como segunda opción se experimenta con el proceso de laminado sin mezclar el ligante con la fibra. Se prueban 3 tipos de laminados: Laminado 1 cara, laminado dos caras, laminado 1 cara con refuerzo. En todos estos casos la incorporación del ligante fue la misma, creando una lámina de látex sobre el molde aplicada con espátula Lizcal plástica lisa de 2", sólo la cantidad de capas varió.

Incorporación del ligante para laminado 1 cara: Para esto se crea una capa de látex sobre el molde en una de sus caras.

Incorporación del ligante para laminado 2 caras: Para esto se crean dos capas de látex sobre el molde en cada una de sus caras, las cuales contendrán al manto.

Incorporación del ligante para laminado 1 cara con refuerzo: Para esto se dispone la malla tul sobre el molde para aplicar sobre él una capa de látex.

- Incorporación del ligante para mezcla a través de impregnación (Figura 31): Esta tercera experimentación busca mezclar los componentes sin la necesidad de amasar. Para esto el látex se derrama sobre el manto de modo que se reparta de manera homogénea impregnando el total de la fibra.



Figura 30: Amasado de la mezcla. Elaboración propia



Figura 31: Laminado de la mezcla. Elaboración propia



Figura 32: Impregnación de la mezcla. Elaboración propia

2.3 Actividad 3: Definir proceso de conformación del material

Para el cumplimiento de esta actividad relacionada con la Etapa 2 del proyecto, se realiza una revisión bibliográfica con la finalidad de establecer los métodos de conformación de materiales textiles no tejidos y compuestos. Para ello se establecieron dos tareas necesarias para concretar esta actividad:

2.3.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre proceso de conformación de materiales compuestos basados en fibras lignocelulósicas y látex: Se toma como referente la conformación de materiales compuestos de origen similar al material desarrollado, de manera de establecer las variables a considerar post mezcla de los componentes

2.3.2 Tarea 2: Generación de material según variables de procesos de conformación de materiales compuestos: En base a la revisión bibliográfica se establecen las siguientes variables para un eficiente resultado: Prensado, curado y desmoldado



Figura 33: Proceso de conformación. Elaboración propia

2.4 Actividad 4: Definir proporción de fibra v/s ligante

2.4.1 Tarea 1: Identificación de contenido de agua del látex a utilizar

El látex natural posee un alto contenido de agua en su composición. Se considera entre un 30% y un 60% de agua, por lo tanto es necesario establecer cuál es el contenido exacto del ligante utilizado (Látex natural Meister). Para conocer el porcentaje de agua se vierte 7,72g de látex en un vaso de precipitado y se lleva a cabo el proceso de curado de 8 hrs en “Estufa Digital Microprocesada de Secado y Esterilización REDLINE” a una temperatura de 60°C. Posteriormente se pesó la probeta y se calculó la diferencia de peso inicial menos el peso final.

2.4.2 Tarea 2: Conformación de probetas de diferentes proporciones

Para llevar a cabo esta experimentación se realizaron probetas de 5 x 5 cm de las siguientes mezclas

TABLA 9: PROPORCIONES FIBRA V/S LÁTEX

	Fibra (%)	Látex (%)
Mezcla 1	70%	30%
Mezcla 2	50%	50%
Mezcla 3	30%	70%
Mezcla 4	10%	90%

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Tarea 3: Elaboración de tabla comparativa de resultados cualitativos

Se elaboró una tabla comparativa de las 4 mezclas de componentes de manera de seleccionar la más adecuada para el desarrollo del material textil no tejido que cumple con los siguientes criterios:

- Cohesión fibra – ligante
- Disposición uniforme de la fibra en el ligante

3. ETAPA 3

**“CARACTERIZAR EL NUEVO MATERIAL
TEXTIL NO TEJIDO SEGÚN ENSAYOS FÍSICO-
MECÁNICOS, TRABAJABILIDAD, COLORACIÓN
Y CARACTERIZACIÓN EXPRESIVO-SENSORIAL”**

3.1 Actividad 1: Ensayos físicos

3.1.1 Tarea 1: Densidad:

En primer lugar, previo a la realización de los ensayos, es importante medir la densidad del material en estado natural sin ningún tipo de intervención física que las pruebas posteriores pueden provocar, alterando la óptima caracterización del nuevo material. Para hacer este cálculo es necesario medir las dimensiones de la probeta y pesarla. Se midieron 5 probetas de 30 x 30 x 2 mm y se promediaron sus resultados.

Para el cálculo de la densidad del material se utilizará la siguiente fórmula (Beylerian et al., 2008).

$$\text{Densidad} = \frac{M}{V}$$

Donde la variable M es la masa de la probeta y V el volumen.

3.1.2 Tarea 2: Contenido de humedad:

Para el cálculo del contenido de humedad del material se utilizará la siguiente fórmula (ASTM, 1999):

$$\text{Porcentaje contenido de humedad} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

Donde W1 es el peso inicial de la probeta y W2 es el peso de la probeta luego de ser secada por 24 hrs (ASTM, 1999) a 75°C, norma modificada debido a que la temperatura máxima que el látex natural soporta corresponde a 90°C y la temperatura ideal de secado por 24 hrs. manteniendo las características del material son 75°C. Para este ensayo se utilizan 5 probetas de 50 x 50 x 2 mm.

3.1.3 Tarea 3: Absorción de agua

Para la realización de esta prueba es necesario sumergir la probeta en agua durante 24 hrs en total. Durante la prueba se debe medir su peso en 3 ocasiones: Antes de sumergir la probeta, transcurridas 2 horas sumergida en el agua y transcurridas las 24 horas sumergida (ASTM, 1999). Al igual que el ensayo anterior se utilizan 5 probetas de 30 x 30 x 3 mm.

Para el cálculo de la absorción de agua se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje absorción de agua} = \frac{W2 - W1}{W1} \times 100$$

Donde W1 es el peso inicial de la probeta previo a sumergirla en agua y W2 es el peso de la probeta luego de haberla sumergido transcurrido el tiempo total de la prueba.

3.1.4 Tarea 4: Hinchamiento

Para la realización de esta prueba es necesario medir las dimensiones de la probeta previo y posteriormente a sumergirla en el agua.

Para el cálculo del hinchamiento del material se aplicará la siguiente fórmula (ASTM, 1999):

$$\text{Porcentaje de hinchamiento} = \frac{X2 - X1}{X1} \times 100$$

Donde la variable X1 es el espesor inicial de la probeta previo a sumergirla y la variable X2 es el espesor de la probeta después de sumergirla transcurrido el tiempo total de la prueba. Para la realización de este ensayo se utilizan 5 probetas de 30 x 30 x 3 mm.

3.2 Actividad 2: Ensayos mecánicos

3.2.1 Tarea 1: Ensayo de tracción sobre caucho vulcanizado y elastómeros termoplásticos – ASTM D412

La norma ASTM D412 (ASTM, 2016) especifica las condiciones de ensayo para determinar las propiedades de tracción de elastómeros moldeados y troquelados. Este test mide la fuerza peak, tensión, peak de elongación, % de elongación, total de elongación y % de elongación total (EDELPA, 2018).

Para llevar a cabo este ensayo se sometió a prueba 4 materiales distintos: El nuevo material basado en fibra de corteza de Eucalipto más látex natural, látex natural sin fibra, cuero y cuerina. Se seleccionaron estas 4 muestras de material para realizar un análisis comparativo respecto al comportamiento del material en estudio v/s materiales con características similares utilizados en indumentaria.

Este test se realizó en la empresa EDELPA (Envases del Pacífico) en una máquina de prueba universal VantageNX EJA serie. Se sometieron a prueba 3 probetas de 25 x 2,5 cm por cada uno de los materiales como indicó el experto del Departamento Área Técnica de la empresa. Las mordazas se ubicaron a una distancia de 4 cm. Se midió la fuerza peak, tensión, peak de elongación, % de elongación, total de elongación y % elongación total.

3.2.2 Tarea 2: Coeficientes estático y cinético de fricción sobre película plástica y láminas – ASTM D1894

Este ensayo determina los coeficientes de fricción de películas plásticas cuando se deslizan sobre sí mismas o sobre otras superficies según la norma ASTM D1894 (ASTM, 2014) . En este caso se realizó la prueba sobre una superficie metálica indicado por el experto del Departamento Área Técnica por ser la superficie que genera menos roce.

Para este análisis, se cortaron probetas del ancho del patín: 63,5 mm², para luego evaluar a través de 3 repeticiones en un Cofímetro de laboratorio marca Param MXD-02. Condiciones de ensayo: Peso Patín 200 g – Velocidad 150 (EDELPA, 2018)

3.2.3 Tarea 3: Ensayo de compresión

Con el fin de conocer la capacidad del nuevo material de resistir los esfuerzos mecánicos de compresión que condicionará la selección de la aplicación de indumentaria se realiza este ensayo en el laboratorio de ensayos de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM). Se ensayaron 5 probetas de 100 x 20 x 8 mm según lo indicado por el experto a cargo del laboratorio. Para llevar a cabo este ensayo se utilizó una máquina de ensayo Zwick Roell Z005.

En este caso el material que se seleccionó como comparativo fue la Goma Eva, ya que es utilizada en indumentaria (calzado casual) frente a esfuerzos de compresión (plantas de zapato).

3.3 Actividad 3: Ensayos de trabajabilidad

Los siguientes ensayos de trabajabilidad se basan en la norma ASTM D1666-87 modificada debido a que no existen normas de evaluación relacionadas al trabajo con textiles no tejidos o cuero y sus herramientas correspondientes. Esta norma evalúa el comportamiento de la madera o sus símiles frente al trabajo con distintas herramientas. Por esta razón, para este caso particular, se establecieron las herramientas propias del trabajo en cuero que son las siguientes:

Punzón crochet
Sacabocado
Cuchillo cartonero
Cuchillo zapatero de precisión
Tijera de sastrería
Hilo encerado
Adhesivos Agorex 60 y Dekaflex 60
(Molnár and Vass, 2008, Cancino, 2018)

3.3.1 Tarea 1: Ensayo de tracción en uniones:

Para el cumplimiento de esta tarea se realizaron 4 tipos de unión relacionadas al trabajo con materiales similares al desarrollado: Cuero y cuerina y así verificar el comportamiento del nuevo material con los distintos métodos de unión posibles. Para realizar esta evaluación se construyen 3 probetas de cada método de 25 x 2,5 cm, las cuales se someterán a ensayo de tracción según la norma ASTM D412 (ASTM, 2016) para conocer y comparar la fuerza de cohesión con cada método.

- Costura manual en cuero: Para realizar este tipo de unión se utilizó la costura recta con hilos en línea que se utiliza principalmente para unir dos piezas de cuero en aplicaciones de calzado, cinturones, cintas de carga y plásticos (Groz-Beckeret, 2007). Este tipo de costura se realizó con hilo encerado y punzón ranurado de zapatero.

- Adhesión con ligante: Se utilizó Látex Natural Meister como adhesivo, ya que se utiliza para variados materiales como tela, cuero, poliestireno, papel, etc. (MADESA, 2012).

- Adhesión con Agorex 60: Este adhesivo de contacto es uno de los más usados en la confección de calzado (Cancino, 2018), por lo cual se utiliza para comprobar la factibilidad de uso con el nuevo material desarrollado.

- Adhesión con Dekaflex 60: Este adhesivo PU – PVC es muy utilizado en el aparado de calzado, principalmente en la unión de la planta con el resto del zapato (Cancino, 2018), por lo cual se utiliza para comprobar la factibilidad de uso con el nuevo material desarrollado.

Luego de construir las probetas con los 4 métodos de unión seleccionados se sometieron a ensayo de tracción para conocer la fuerza de cohesión de cada uno de los métodos, basándose en el ensayo de tracción sobre caucho vulcanizado y elastómeros termoplásticos – ASTM D412 (ASTM, 2016).



Figura 34: Métodos de unión. Elaboración propia

3.3.2 Tarea 2: Corte

Para el cumplimiento de esta segunda tarea se realizaron 3 pruebas de corte con herramientas utilizadas en el trabajo con cuero para verificar el comportamiento del nuevo material.

De cada método se hicieron 5 repeticiones con probetas de 150 x 70 x 2mm:

- Corte con tijera sastre: Se utilizó una tijera de sastrería marca Mundial modelo 490-12 (Figura 29)

- Corte con cuchillo cartonero: Para este tipo de corte se utilizó una hoja universal grande de 18 mm marca Olfa (Figura 29)

- Corte con cuchillo zapatero de precisión: Para esta prueba se hicieron cortes con un cuchillo universal zapatero de precisión con ángulo de 30° (Figura 29)

3.3.3 Tarea 3: Perforado

Para realizar esta prueba se utilizó un sacabocados marca Jinfeng Tools de 9", con diámetros de perforación de 2 mm, 2,5 mm, 3 mm, 3,5 mm, 4 mm y 4,5 mm. Se realizó 5 perforaciones por cada medida de diámetro (Figura 33)



Figura 35: Herramientas de corte y perforado. A. Tijera de sastre. B. Cuchillo zapatero de precisión. C. Cuchillo cartonero. D. Sacabocado. Elaboración propia

3.3.4 Tarea 4: Moldeabilidad

Una de las ventajas que presenta este material es su capacidad de ser moldeable para formar cuerpos en 3 dimensiones. Para conocer el comportamiento de este material frente a las curvaturas tridimensionales se aplicaron dos posibles morfologías: la semiesfera y relieves de superficie. La finalidad de esta tarea es conocer las posibilidades de dar forma al material y establecer la manera más efectiva de construir los moldes considerando el método y la materialidad de éste.

- Forma semiesfera:

Método 1: Para llevar a cabo este método se construyó un molde de media esfera a través de impresión 3D con filamento ABS y sellado con una capa de masilla mágica. El procedimiento de mezclado se realizó de la misma forma que la conformación del material en molde plano. Se dispuso el manto sobre el molde y luego se vertió el ligante.

- Forma sobre relieves

Método 2: Para llevar a cabo este método se construyó un molde de masilla mágica conformado a partir de la planta de un calzado de seguridad de manera de probar distintos relieves.

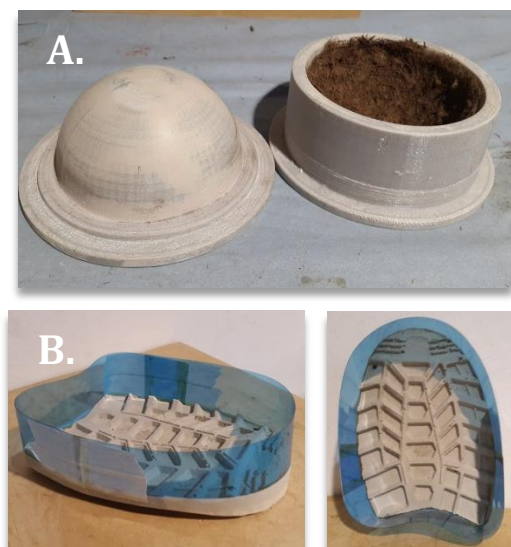


Figura 36: Métodos de moldeado. A. Molde semiesfera impreso en 3D.
B. Molde sobre relieves masilla mágica. Elaboración propia

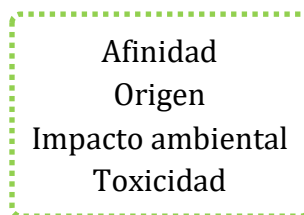
3.4 Actividad 4: Ensayos de coloración

3.4.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre colorantes más adecuados para fibras vegetales y aplicación de indumentaria:

La búsqueda estuvo orientada a seleccionar el colorante existente con menor impacto ambiental, con mayor afinidad con fibras celulósicas e inocuas al momento de ser utilizado, ya que este tipo de aplicaciones tienen contacto directo con la piel del usuario.

3.4.2 Tarea 2: Selección de colorante a través de revisión bibliográfica

Para la selección del colorante adecuado se realizó un cuadro comparativo donde se calificó cada tipo de colorante según los siguientes criterios:



3.4.3 Tarea 3: Pruebas de coloración con colorante seleccionado

Para realizar esta tarea se lleva a cabo el proceso de teñido de la fibra con los colores seleccionados para este fin.

3.5 Actividad 5: Caracterización expresivo-sensorial

Para conocer la percepción de las personas respecto del nuevo material desarrollado se realizó una evaluación a través de una encuesta de diferencial semántico en 3 realidades distintas: Una dentro del contexto del potencial usuario (Consumidor consciente), otra desde la mirada del diseño y una tercera genérica y aleatoria que funciona como grupo control para tener un punto comparativo (Foncea, 2017).

Para este fin se construyeron 3 probetas de 9 x 4 cm con dos esquinas redondeadas y dos esquinas rectas, cada una de un color diferente: Una probeta con la fibra de color natural, una segunda probeta de color “solferino” y una tercera probeta teñida con color “azul pavo”.

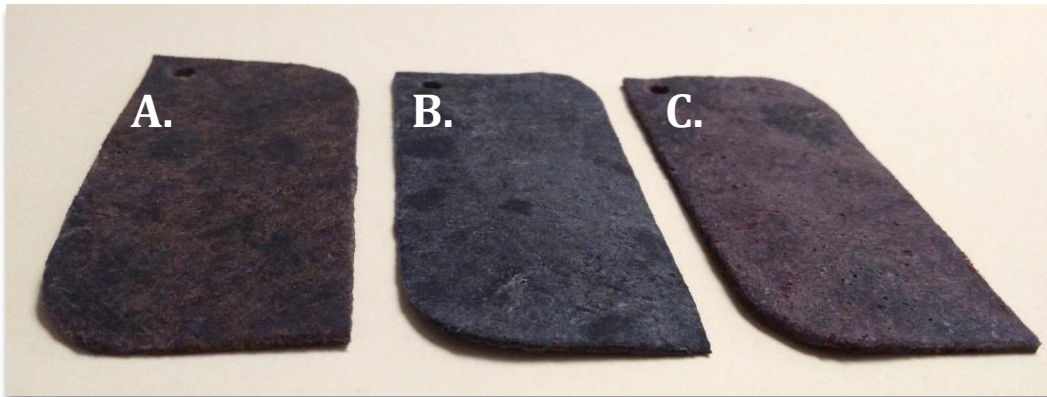


Figura 37: Probetas estudio expresivo-sensorial. A. Color natural. B. Color azul pavo. C. Color Solferino. Elaboración propia

3.5.1 Tarea 1: Definición grupo de estudio:

A través de revisión bibliográfica se identificó y caracterizó al usuario y en base a esa información se cuantificó la cantidad de personas pertenecientes a este grupo y se calculó estadísticamente la muestra para realizar el estudio. El universo encuestado se dividió en dos clases: Grupo experimental y grupo control. Estas dos clases se subdividieron en 3 grupos a los que se les aplicó la encuesta y se organizan de la siguiente manera (Tabla 9):

TABLA 10: GRUPOS ENCUESTADOS CON DIFERENCIAL SEMÁNTICO

Clase	N°	Nombre del grupo
GRUPO EXPERIMENTAL	1	Consumidores conscientes
	2	Diseñadores titulados y en formación
GRUPO CONTROL	3	Cualquier profesional

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Tarea 2: Diseño y aplicación de encuesta

La experiencia material se estructura en 3 componentes experienciales: La experiencia estética o sensorial (lo que es percibido directamente con los 5 sentidos), la experiencia de significado (cuando se le atribuye un significado o concepto) y la experiencia emocional (cuando hace sentir algo) (Rognoli and Ayala García, 2018). Según estos 3 aspectos se seleccionaron las cualidades a evaluar del nuevo material en estudio y se estructuró un listado de atributos opuestos que fueron calificados del -3 al 3, siendo el |1| el menos representativo de la cualidad y el |3| el más representativo. Se incluyó la opción de calificar con cero cuando se consideró que el material no se podía clasificar en ninguno de los dos atributos propuestos (Aros et al., 2009).

ATRIBUTO		ESCALA							ATRIBUTO	
Suave	-3	-2	-1	0	1	2	3	Áspero		

Figura 38: Ejemplo de escala de evaluación expresivo-sensorial. Elaboración propia basado en (Aros et al., 2009)

Luego se realiza la encuesta en distintos puntos de Santiago según el grupo al que se aplicó. Al momento de llevar a cabo esta encuesta se instruyó a los participantes sobre el método de evaluación y se indicó la confidencialidad de sus respuestas:

- Grupo 1: Consumidores conscientes: Esta se llevó a cabo en la feria de emprendimiento vegano “Impulsa Veg” ubicada en Praga 510, providencia.

- Grupo 3: Cualquier profesional: Estas encuestas se realizaron en distintas partes de Santiago a través de solicitud directa o de contacto por terceros.

- Grupo 2: Diseñadores titulados y diseñadores en formación: Esta se realizó a estudiantes de Diseño Industrial de diferentes niveles de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Se contactó a diseñadores titulados de dos especialidades, industrial y vestuario.

3.5.3 Tarea 3: Análisis de resultados

Para analizar los resultados de la encuesta se elaboraron gráficos que representan las respuestas obtenidas por cada uno de los grupos encuestados. Posteriormente se realizó un análisis comparativo para obtener conclusiones respecto a la percepción del material desarrollado por cada uno de los grupos y asignar las características expresivo-sensoriales del nuevo material.

4. ETAPA 4

“PROPONER APLICACIONES DE DISEÑO DE INDUMENTARIA”

4.1 Actividad 1: Definir propuesta de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido

4.1.1 Tarea 1: Elaboración de ficha técnica del material desarrollado

Se elaboró una ficha técnica de manera de resumir en un documento técnico todos los atributos propios del material desarrollado con el propósito de establecer la propuesta representativa final.

4.1.2 Tarea 2: Elaboración de tabla de requerimientos de la aplicación

En base a la ficha técnica se construyó una tabla de requerimientos que dirigió la confección de la aplicación de diseño de indumentaria. Como resultado de esta tabla se establecen 3 posibles aplicaciones que posteriormente en la “Tarea 3” serán evaluadas concluyendo con la más representativa.

4.1.3 Tarea 3: Propuesta de aplicación

Se realizó una tabla de potenciales aplicaciones, la que a través de evaluación de cumplimiento de atributos se concluye la propuesta final más representativa. Se proponen 4 posibles aplicaciones: Marroquinería, sombrerería, calzado y accesorios y se evalúan respecto al nivel de cumplimiento con la característica propia del material. La valoración es de 0 a 3, donde el 0 “no cumple”, el 1 “cumple medianamente”, el 2 “cumple” y el 3 “cumple notablemente”

4.2 Actividad 2: Desarrollo de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido

4.2.1 Tarea 1: Consulta a expertos en el área de calzado

Durante todo el proceso de desarrollo se consultó a dos expertos en el diseño y confección de calzado.

EXPERTO 1: Gabriela Cancino, Diseñadora de Vestuario, Diseñadora de calzado y asesora de imagen. Actualmente académica de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile y dueña de la marca de calzado “Rezza por los tuyos”.

EXPERTO 2: Don Sergio, zapatero experto en la confección y reparación de calzado de todo tipo. Dueño del taller “Don Checho” ubicado en la comuna de Peñalolén. En base a la consulta a los expertos se estableció el método de trabajo para la confección de un calzado.

4.2.2 Tarea 2: Desarrollo propuesta formal

De acuerdo a las características del material, las características del usuario y la información técnica extraída de la consulta a los expertos respecto a los procesos de fabricación de calzado, se determina el tipo de calzado a desarrollar de acuerdo a sus propias características. Posteriormente se presenta la propuesta de aplicación a través de bocetos.

4.2.3 Tarea 3: Fabricación de propuesta de calzado

Para la fabricación del calzado esta tarea se divide en dos etapas

- *Etapa de producción de moldes:*

Moldes de la capellada: Para la realización de los moldes de la capellada se utilizaron las siguientes herramientas y materiales:

Horma de balerina talla 35, cinta de enmascarar 18 mm, cinta métrica para costura, lápiz mina 2B, cuchillo zapatero de precisión, cartulina española, papel mantequilla.

El proceso comienza con el enmascarado de la horma para luego trazar el diseño de la capellada sobre la cinta. Una vez trazada toda la forma, se corta y se desmonta de la horma y se pega en plano sobre una cartulina donde se agregan los centímetros necesarios para las uniones. En base al molde construido se corta la capellada y el forro del zapato.

Moldes de la planta: Para la realización del molde de la planta del zapato se modela en el programa Autodesk Inventor para posteriormente exportar a programa 123DMake con el fin de generar las costillas que conforman el molde final en MDF de 3mm a través de corte láser marca "Univeral Laser Systems" disponible en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile.

Luego se procede al armado de los moldes, el lijado de las costillas y la aplicación del barniz y la cera desmoldante.

- Etapa de corte y confección:

Aparado de la capellada: Para el aparado de la capellada primero se cosen las piezas con hilo encerado y punzón croché y se une el forro con el exterior del zapato. Se monta la plantilla sobre la horma fijándola con tachuelas de ½". Luego se ubica la capellada sobre la horma para comenzar el armado. Se fija todo el contorno de la capellada sobre horma y la plantilla con tachuelas de ½" y se aplica adhesivo Dekaflex 60 para adherirlo definitivamente y retirar las tachuelas.

Aparado de la planta: Luego de conformada la planta sobre el molde, esta se monta con adhesivo Dekaflex 60 sobre el inferior de la horma donde están ubicadas la plantilla y los bordes de la capellada. Dejar secar y desmontar el zapato.

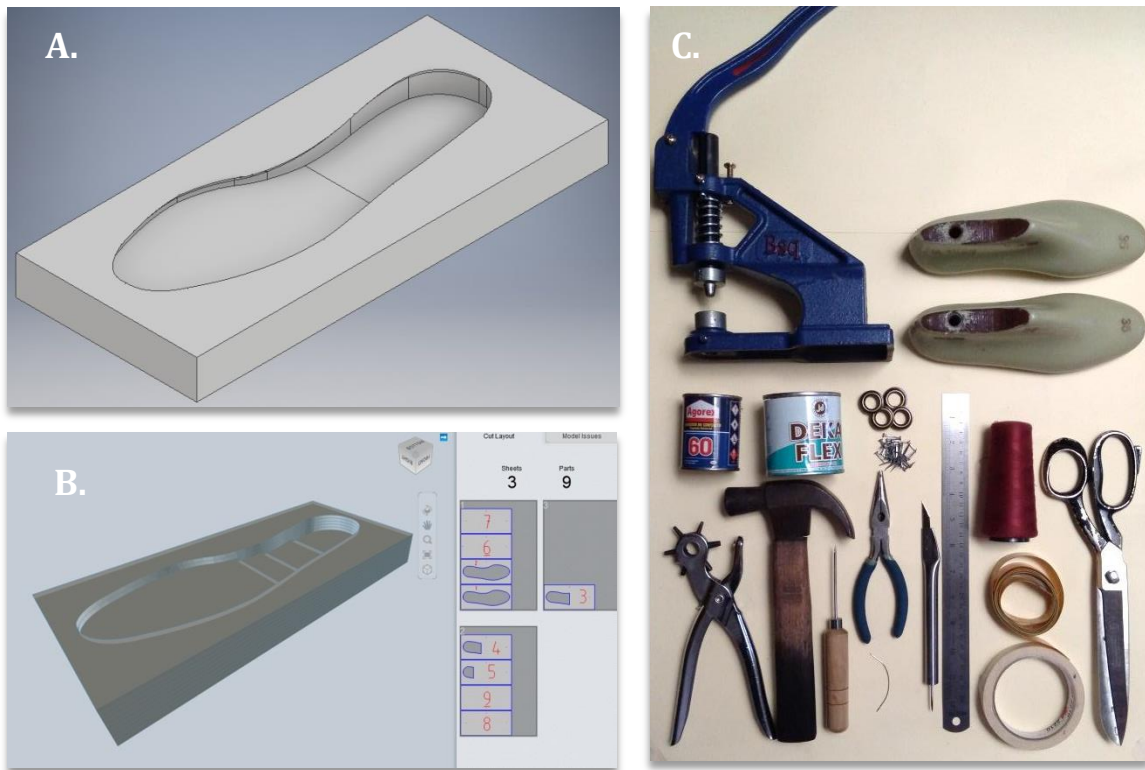


Figura 39: Elementos para producción de moldes y corte y confección. A. Render molde planta. B. Costillas molde de planta. C. Herramientas para producción de capellada y aparado. Elaboración propia

IV. RESULTADOS

1. ETAPA 1

**“RESULTADO SELECCIÓN DE LIGANTE PARA
LA CONFORMACIÓN DE MATERIAL TEXTIL NO
TEJIDO”**

1.1 Actividad 1: Resultado revisión bibliográfica sobre ligantes utilizados para la conformación de textiles no tejidos

1.1.1 Tarea 1: Identificar ligantes:

En base a la revisión bibliográfica respecto a los ligantes utilizados en la conformación de materiales textiles no tejidos se identificaron los siguientes:

Látex sintético, polímeros de ácido acrílico, polímeros vinílicos, poliuretano, termoplásticos, termofijos y látex natural, los que fueron analizados y comparados según sus características particulares.

1.1.2 Tarea 2: Identificar características relevantes de los ligantes:

De acuerdo a la identificación de los ligantes utilizados para materiales textiles no tejidos se identificaron las características de éstos relacionado a los lineamientos de la sustentabilidad. El detalle se encuentra en el capítulo 2, sección 2.4.3 titulado “Ligantes utilizados en materiales textiles no tejidos”.

1.2 Actividad 2: Resultado análisis comparativo de los posibles ligantes a utilizar

1.2.1 Tarea 1: Establecer criterios de selección

Los criterios de selección del ligante son los siguientes:

- Origen natural
- Biodegradable
- Proveniente de fuentes renovables
- Bajo nivel de energía en su procesamiento
- Bajo costo
- Accesible
- No tóxico / Inocuo para el ser humano

1.2.2 Tarea 2: Elaborar tabla comparativa

En la tabla 11 se muestran los resultados de la comparación de los potenciales ligantes identificados en la revisión bibliográfica. Éstos fueron calificados con valor 1 o 0 según los criterios de selección de ligante que se enmarcan en los lineamientos de la sustentabilidad. El valor 1 significa que cumple con el criterio, el valor 0 significa que no cumple con el criterio.

Según este análisis comparativo el ligante más óptimo y que cumple todos los criterios es el látex natural. Según criterios medioambientales es una resina de origen natural (árbol Hevea), es biodegradable y proviene de una fuente renovable (vegetal). Según el grupo de criterios económicos utiliza bajo nivel de energía para su procesamiento, ya que cura a 60°C si se desea acelerar el proceso o bien a temperatura ambiente. Es de bajo costo ya que 1 lt de este ligante tiene el valor de \$3.720.-. Además es accesible ya que se encuentra en cualquier punto del país en donde vendan este tipo de productos. Según criterios relacionados a la sociedad, esta resina es inocua al ser humano tanto al momento de la manipulación en la elaboración de productos que poseen este componente, como en el posterior uso en la población, ya que no es tóxica, ni inflamable, ni produce irritabilidad. Inclusive es recomendada para personas que poseen algún tipo de hipersensibilidad en la piel.

TABLA 11: TABLA COMPARATIVA DE LIGANTES

CRITERIOS DE SELECCIÓN	POTENCIALES LIGANTES						
	LÁTEX SINTÉTICO	POLÍMEROS DE ÁCIDO ACRÍLICO	POLÍMEROS VINÍLICOS	POLIURETANO	TERMOPLÁSTICOS	TERMOFIJOS	LÁTEX NATURAL
Origen natural	0	0	0	0	0	0	1
Biodegradable	0	0	0	0	0	0	1
Proveniente de fuentes renovables	0	0	0	0	0	0	1
Bajo nivel de energía en su procesamiento	0	0	0	0	0	0	1
Bajo costo	1	1	1	1	1	1	1
Accesible	1	1	1	1	1	1	1
No tóxico / Inocuo para el ser humano	1	1	1	1	1	1	1
PUNTAJE	3	3	3	3	3	3	7

Fuente: Elaboración propia

2. ETAPA 2

**“RESULTADOS DESARROLLO MATERIAL
TEXTIL NO TEJIDO BASADO EN FIBRAS DE
CORTEZA DE EUCALYPTUS GLOBULUS Y
LIGANTE SELECCIONADO”**

2.1 Actividad 1: Resultado método de obtención de fibra

2.1.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre métodos de obtención de fibras cortas naturales:

Respecto a la revisión bibliográfica realizada se toma como referente de método de obtención de fibra dos técnicas:

Tela de corteza y cardado de lana

2.1.2 Tarea 2: Generación de fibras según variables de obtención de fibras cortas:

De acuerdo a la información extraída de la revisión bibliográfica se aplican los procesos pertinentes a la obtención de fibras cortas de origen natural. Éstas mostraron resultados óptimos al aplicarlos a la corteza de *Eucalyptus Globulus*, obteniendo como resultado una lana de corteza tal como se aprecia en las siguientes imágenes:



Figura 40: Resultado proceso de batido. Elaboración propia



Figura 41: Resultado proceso de cardado. Elaboración propia



Figura 42: Resultado obtención de fibra de corteza de “*Eucalyptus Globulus*”. Elaboración propia

2.2 Actividad 2: Resultado proceso de mezcla de componentes

2.2.1 Tarea 1: Definición de disposición del manto según variables de experimentación

2.2.2 Tarea 2: Definición de incorporación de ligante según variables de experimentación

Experimentalmente se llevaron a cabo 3 procesos de mezcla de los componentes (fibra y ligante) obteniendo resultados óptimos en el proceso de impregnación, ya que permite el manejo de la distribución de los componentes sobre el molde, no tiene problemas de unión del ligante con la fibra y se obtiene un buen acabado en el resultado final.

El proceso de amasado (Figura 43) presenta problemas para el manejo de la distribución de los componentes, ya que este se concentra y no permite volver a dispersarlo para posterior disposición en el molde.

El proceso de laminado (Figura 44) presenta dos problemas principales: El laminado de 1 capa no ofrece un acabado óptimo dejando libre parte de la fibra que se desprende. El doble laminado no se adhiere eficientemente a la fibra, separándose una capa de la otra.



Figura 43: Resultado proceso de amasado. Elaboración propia

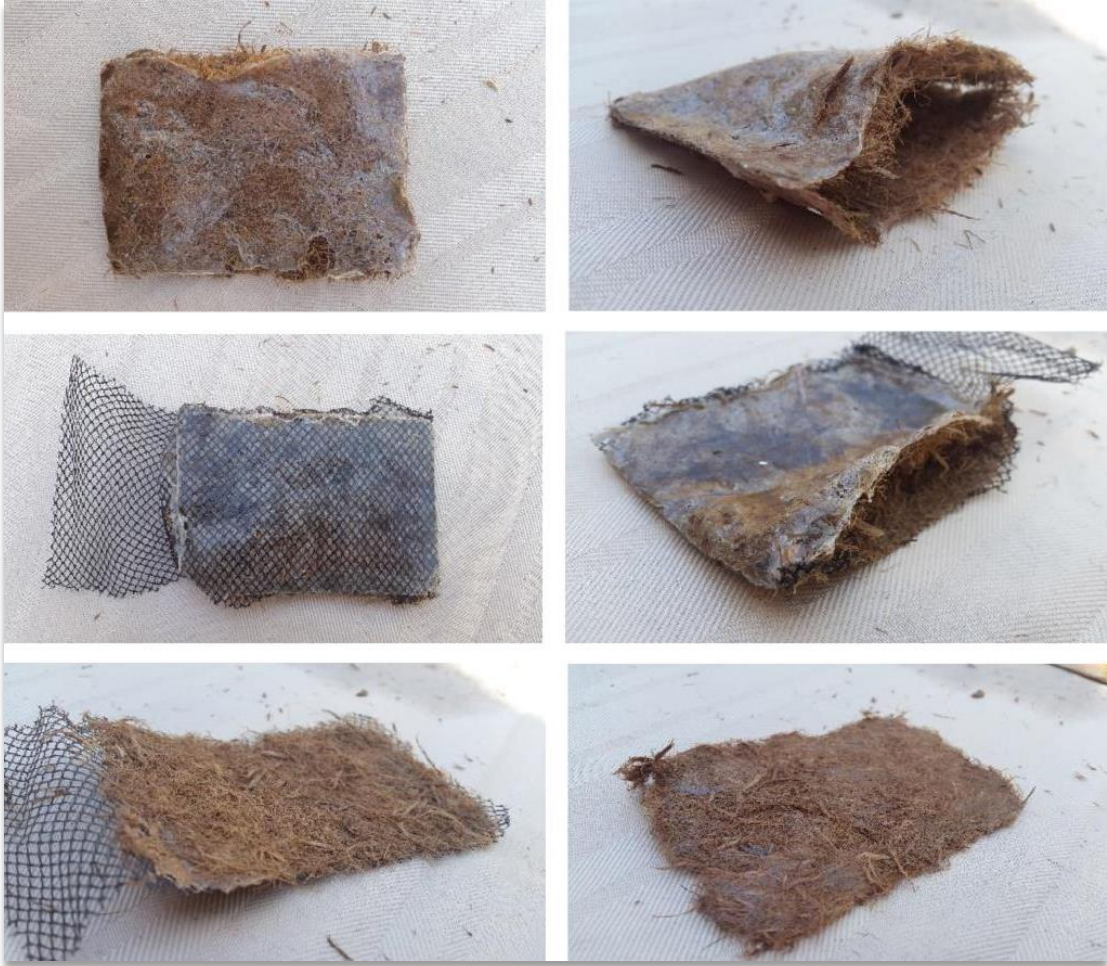


Figura 44: Resultado proceso de laminado. Elaboración propia

El proceso de impregnación (Figura 45) es el resultado más eficiente ya que soluciona los problemas producidos en los métodos de conformación anteriormente descritos:



Figura 45: Resultado proceso de impregnación. Elaboración propia

2.3 Actividad 3: Resultado proceso de conformación del material

2.3.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre proceso de conformación de materiales compuestos basados en fibras lignocelulósicas y látex:

Según esta revisión bibliográfica se establecieron los siguientes factores a considerar:

Prensado: Se utilizaron prensas manuales tipo C metálicas y prensa xilográfica para mejorar la uniformidad de la presión y la fuerza ejercida, lo cual mejoró considerablemente el resultado de conformación. Se utiliza un molde de MDF de 6 mm con un marco de cuero que se ubica en una de las caras del molde para dar la altura necesaria que definirá el grosor del nuevo material. Este consta de dos piezas que se montan una sobre otra al momento de prensar.

Curado: Según especificaciones técnicas del látex natural este debe ser curado por 8 hrs a una temperatura de 60°C (Diverquimicos, 2017)

Desmoldado: Otro factor que incide en el acabado del nuevo material es el desmoldado. Para esto el molde debe ser tratado de manera que la gran cantidad de agua que posee el látex natural no se filtre o destruya el molde. Por esta razón se utilizó mylar, ya que por ser una lámina de poliéster esta no filtra el ligante al molde y permite un acabado liso.



Figura 46: Prensa xilográfica. Elaboración propia

2.3.2 Tarea 2: Generación de material según variables de procesos de conformación de materiales compuestos



Figura 47: Resultado generación de material. Elaboración propia

TABLA 12: PROCESO DE DESARROLLO DEL NUEVO MATERIAL TEXTIL NO TEJIDO

PROCESO DE DESARROLLO MATERIAL	OBTENCIÓN DE FIBRA	
	1. REMOJAR LA CORTEZA	Remojar en un recipiente con agua durante dos semanas
	2. BATIR LA CORTEZA HÚMEDA	Golpear la corteza sobre una superficie firme con mazo de goma
	3. CARDAR LA CORTEZA	Con cardas metálicas peinar la corteza para extraer las fibras
	4. SECAR LA FIBRA OBTENIDA	Secar a 80°C por 12 horas
	MEZCLA DE COMPONENTES	
	5. DISPONER EL MANTO	Hacer una cama de fibra homogénea sobre el molde
	6. VERTER EL LIGANTE	Verter el látex sobre la fibra dispuesta impregnándola completamente sin intervenir con las manos ni otras herramientas
	7. PRENSAR	Ubicar la tapa sobre la mezcla y prensar fuertemente en prensa xilográfica
	CONFORMADO	
8. CURAR LA MEZCLA	Curar la mezcla ya prensada por 8 horas a una temperatura de 60°C	
9. QUITAR PRENSAS	Pasadas las 8 horas quitar las prensas y abrir el molde hasta que coagule completamente el látex y el molde quede frío	
10. DESMOLDAR	El molde una vez frío, desprender la lámina de textil no tejido listo para ser utilizado	

Fuente: Elaboración propia

2.4 Actividad 4: Resultados proporción de fibra v/s ligante

2.4.1 Tarea 1: Identificación de contenido de agua del látex a utilizar

Según el estudio experimental que se realizó se obtuvo el siguiente resultado:

TABLA 13: RESULTADOS CONTENIDO DE AGUA DE LÁTEX NATURAL MEISTER

Peso látex inicial (g)	Peso látex final (g)	Peso perdido (g)	Porcentaje de pérdida
7,72 g	4,84 g	2,88 g	37%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 12 el estudio de contenido de agua Látex Natural Meister arrojó un resultado de un 37% de pérdida, eso quiere decir que posterior al proceso de coagulación del látex el agua se evapora cambiando el peso final total del material resultante. Esto indica que las proporciones que se establezcan de fibra v/s ligante cambiarán posterior al proceso de curado.

Para efectos de esta investigación se consideraron las proporciones de los componentes sin curar, ya que son las que guían el desarrollo del material en el proceso de producción del material.

2.4.2 Tarea 2: Conformación de probetas de diferentes proporciones

Las siguientes imágenes dan cuenta de los resultados obtenidos de manera experimental de las distintas proporciones de fibra v/s ligante. Estas proporciones se consideran con el látex sin curar, es decir en estado líquido, ya que posterior a la coagulación estas proporciones cambian debido a la pérdida de agua de un 37% del látex.

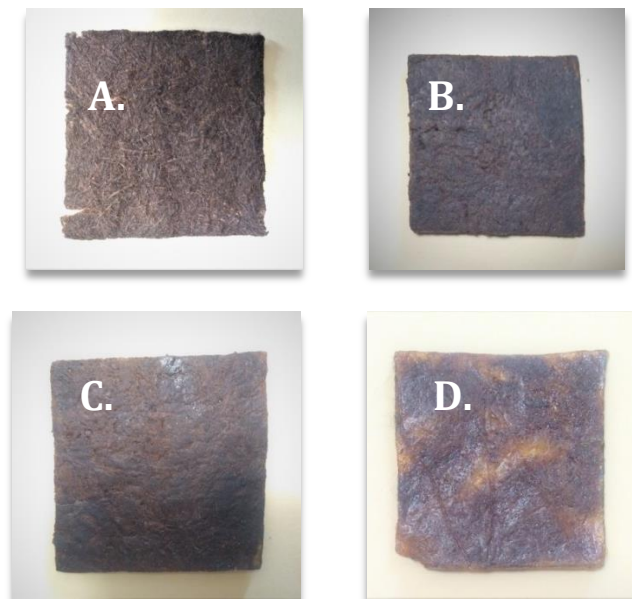






Figura 48: Proporciones de fibra v/s ligante. A. Proporción 70%-30%
B. Proporción 50%-50% C. Proporción 30%-70%. D. Proporción 10%-90%. Elaboración propia

2.4.3 Tarea 3: Elaboración de tabla comparativa de resultados cualitativos

TABLA 14: EVALUACIÓN CUALITATIVA DE PROPORCIONES FIBRA V/S LIGANTE

	Fibra (%)	Látex (%)	Imagen	Cohesión fibra – ligante	Disposición uniforme de la fibra en el ligante
Mezcla 1	70%	30%		Se observa una cohesión deficiente. Si bien las fibras se mantienen unidas la probeta se rompe fácilmente	Se logra una buena disposición de las fibras en toda la probeta
Mezcla 2	50%	50%		Se observa una mejor cohesión de las fibras pero el acabado aún no es parejo en la probeta completa. Se observan imperfecciones en la superficie	Se logra una disposición uniforme de las fibras en toda la probeta
Mezcla 3	30%	70%		Excelente cohesión de las fibras y un acabado superficial sin defectos	Se logra una buena disposición de las fibras en toda la probeta
Mezcla 4	10%	90%		Excelente cohesión, sin embargo se observa un exceso de ligante, por lo que se pierde la red de fibras	La disposición de las fibras es deficiente. Tienen a acumular en ciertos sectores de la probeta y otras partes quedan sin fibra

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 14 la proporción de componentes más adecuada para conformar un material con las características necesarias de nivel de cohesión de sus fibras y la uniformidad de estas es la compuesta de:

70% látex natural y 30% fibra de corteza de “*Eucalyptus Globulus*”

Estas proporciones se consideran con el látex en estado líquido. Las proporciones del material resultante con el látex coagulado son las siguientes:

59,5% látex natural y 40,5% fibra de corteza de “*Eucalyptus Globulus*”

3. ETAPA 3

**“RESULTADOS CARACTERIZACIÓN DEL NUEVO
MATERIAL TEXTIL NO TEJIDO SEGÚN
ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICOS,
TRABAJABILIDAD, COLORACIÓN Y
CARACTERIZACIÓN EXPRESIVO-SENSORIAL”**

3.1 Actividad 1: Resultados ensayos físicos

3.1.1 Tarea 1: Densidad:

TABLA 15: RESULTADOS PRUEBA DE DENSIDAD

RESULTADOS DE DENSIDAD	
Material	Densidad (g/cm³)
Cuero vegetal	1,1
Cuero animal	0,59
Cuerina	0,57

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 15, de los resultados de las 5 probetas ensayadas por cada uno de los materiales, se obtuvo que el material propuesto “*cuero vegetal*” posee una densidad de 1,1 g/cm³ a diferencia del cuero animal que presenta una densidad más baja con un 0,59 g/cm³ y la cuerina con una densidad de 0,57 g/cm³.

3.1.2 Tarea 2: Contenido de humedad:

TABLA 16: RESULTADOS PRUEBA CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Material	Porcentaje
Cuero vegetal	1,0 %
Cuero animal	3,7 %
Cuerina	3,7 %

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 16 los resultados del ensayo indican que el nuevo material desarrollado tiene un contenido de humedad de **1%**, un porcentaje despreciable en comparación a materiales similares como el cuero o la cuerina, que poseen un contenido de humedad de un 3,7%.

3.1.3 Tarea 3: Absorción de agua

TABLA 17: RESULTADOS ABSORCIÓN DE AGUA

ABSORCION DE AGUA	
Material	Porcentaje
Cuero vegetal	3 %
Cuero animal	233 %
Cuerina	103 %

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 17 la absorción de agua del “*cuero vegetal*” corresponde a un **3%**, una cantidad despreciable de absorción comparada con materiales similares como el cuero, con un porcentaje de absorción de un 233% y la cuerina con un 103% de absorción. Por lo tanto este nuevo material tiene un excelente comportamiento con el agua.

3.1.4 Tarea 4: Hinchamiento

TABLA 18: RESULTADOS HINCHAMIENTO

HINCHAMIENTO	
Material	Porcentaje
Cuero vegetal	7 %
Cuero animal	50 %
Cuerina	20 %

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 18 el hinchamiento que sufre el “*cuero vegetal*” es mínimo, lo que corresponde a un **7%** comparado a otros materiales similares como son el cuero, con un porcentaje de hinchamiento de un 50% y la cuerina con un valor de 20%. Se puede concluir que el cambio dimensional que sufre este nuevo material al estar en contacto con el agua es mínimo, por ende puede estar presente en contextos donde el agua esté presente.

3.2 Actividad 2: Resultados ensayos mecánicos

3.2.1 Tarea 1: Ensayo de tracción sobre caucho vulcanizado y elastómeros termoplásticos – ASTM D412

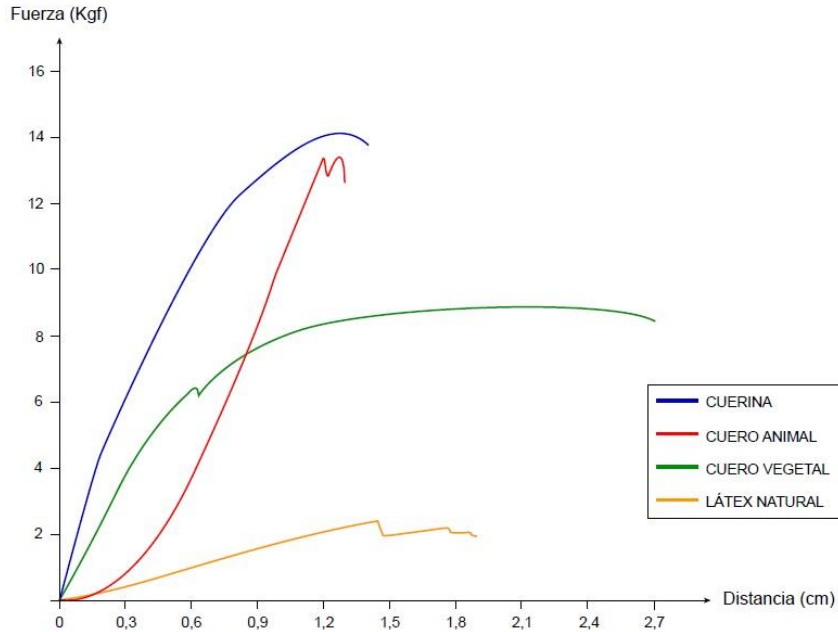


Figura 49: Gráfico comparativo ensayo de tracción de los materiales en estudio. Elaboración propia basado en (EDELPA, 2018)

TABLA 19: RESULTADOS ENSAYO DE TRACCIÓN

Material	Peak de fuerza (Kgf)	Total de elongación (cm)	Módulo de Young (MPa)
Cuerina	14,2	1,4	2.240
Cuero Animal	13,4	1,3	2.080
Cuero Vegetal	8,7	2,7	332
Látex Natural	2,3	1,9	160

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico de la figura 49 los materiales que alcanzaron un mayor peak de fuerza son la cuerina y el cuero animal seguidos del material propuesto “*Cuero vegetal*” y finalmente el látex sin fibra, que presenta un nivel de resistencia bastante menor al resto. Por otro lado, los que alcanzaron una mayor elongación son el “*cuero vegetal*”, seguido del látex sin fibra y por último, el cuero y la cuerina que presentaron niveles considerablemente más bajos.

Se puede concluir que el material que presenta un mejor comportamiento frente a esfuerzos de tracción es el “*cuero vegetal*”, ya que tiene la particularidad de llegar a su peak de fuerza y aun así no fracturarse, al contrario del cuero y la cuerina, que si bien soportan cargas relativamente altas, al momento de llegar a su peak de fuerza estos se fracturan de manera inmediata. Esta característica se ve reflejada en los valores obtenidos en el módulo elástico o módulo de Young, que indica el nivel de rigidez de los materiales, es decir, mientras mayor sea el valor, mayor será la rigidez del material. Como se observa en la tabla 19 el “*cuero vegetal*” presenta un módulo de elasticidad de 332 MPa mientras que el cuero y la cuerina presentan módulos de 2.080 y 2240 MPa respectivamente, es decir el “*cuero vegetal*” es ideal para aplicaciones donde se exija adaptabilidad al movimiento pero sin cargas excesivamente elevadas.

3.2.2 Tarea 2: Coeficientes estático y cinético de fricción sobre película plástica y láminas – ASTM D1894

Resultado: No aplica (EDELPA, 2018)

Para este análisis no se pudo realizar las mediciones correspondientes debido a las limitaciones del equipo, ya que la fuerza que se necesita para sacar al material del reposo es superior a 600gr, límite máximo especificado en el equipo. Este ensayo al no poderse llevar a cabo demuestra la capacidad antideslizante del material desarrollado, ya que el equipo no tuvo la fuerza suficiente para sacarlo del reposo, por ende el “*cuero vegetal*” es ideal para aplicaciones donde se requieran elementos antideslizantes.

3.2.3 Tarea 3: Ensayo de compresión

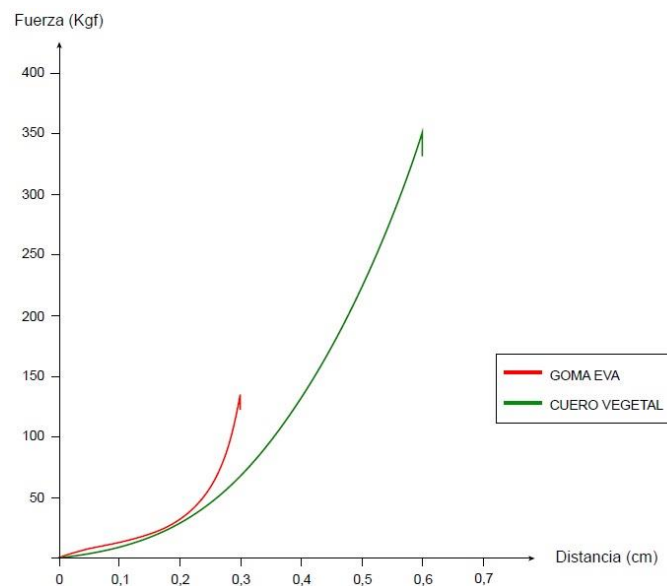


Figura 50: Gráfico comparativo ensayo de compresión de materiales en estudio. Elaboración propia basado en (UTEM, 2019)

TABLA 20: RESULTADOS ENSAYO DE COMPRESIÓN

Material	Peak de fuerza (Kgf)	Total de elongación (cm)
Cuero Vegetal	350,6	0,6
Goma EVA	129,7	0,3

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico de la figura 50 el “*cuero vegetal*” propuesto por esta investigación tiene una notable resistencia a la compresión, logrando un peak de fuerza de 350,6 Kgf, lo que supera con creces a la resistencia que posee la goma EVA que soporta 129,7 Kgf. Si bien la Goma EVA queda muy por debajo a la resistencia que posee el cuero vegetal, aun así este material tiene un excelente desempeño en el ámbito del calzado incluso utilizándose para plantas de zapatillas deportivas. Esto quiere decir que el “*cuero vegetal*” funciona adecuadamente para este tipo de aplicaciones, incluso quedando por sobre la exigencia mínima de un material convencionalmente utilizado para este fin.

3.3 Actividad 3: Resultados ensayos de trabajabilidad

3.3.1 Tarea 1: Ensayo de tracción en uniones:

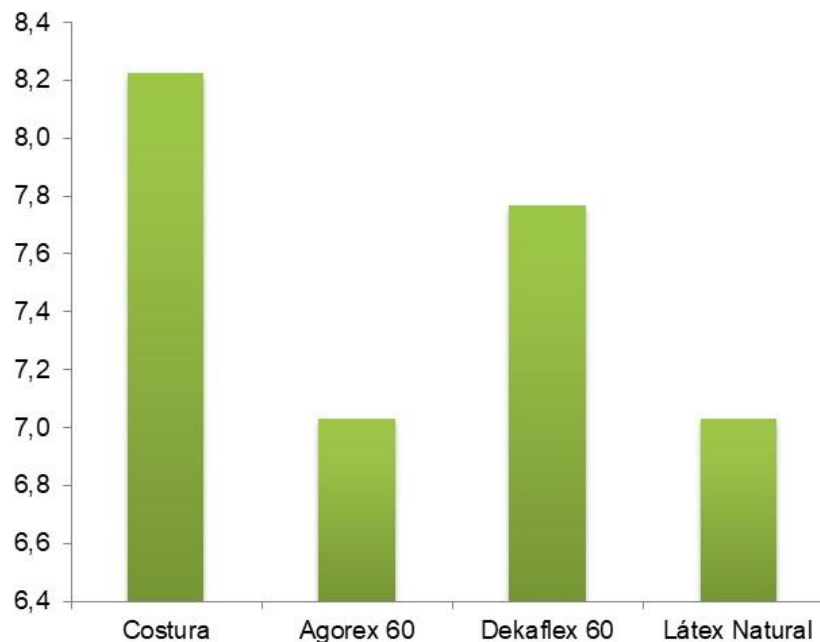


Figura 51: Gráfico comparativo ensayo de tracción en uniones de cuero vegetal. Elaboración propia basado en (EDELPA, 2018)

TABLA 21: RESULTADOS ENSAYO DE TRACCIÓN MÉTODOS DE UNIÓN CUERO VEGETAL

Método de unión	Peak de fuerza (Kgf)
Costura	8,2
Agorex 60	7,0
Dekaflex 60	7,8
Látex natural	7,0

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura 51 se exponen los resultados de la fuerza del vínculo que posee cada uno de los métodos de unión con el material en estudio. El método que presenta mayor fuerza de vínculo es el cosido con valores que llegan a 8227.15 g.

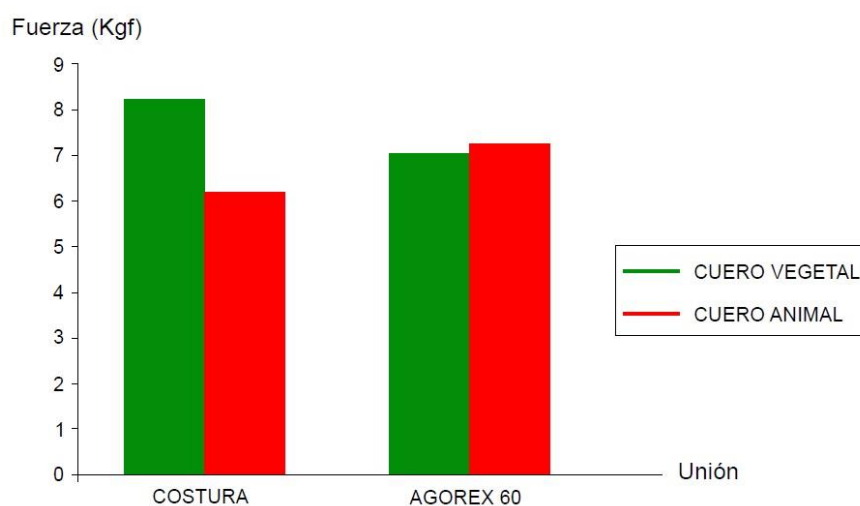


Figura 52: Gráfico comparativo ensayo de tracción en uniones cuero animal y cuero vegetal. Elaboración propia basado en (EDELPA, 2018)

TABLA 22: RESULTADOS ENSAYO DE TRACCIÓN MÉTODOS DE UNIÓN CUERO VEGETAL Y CUERO ANIMAL

Método de unión	Material	Peak de fuerza (Kgf)
Costura	Cuero vegetal	8,2
	Cuero animal	6,2
Agorex 60	Cuero vegetal	7,0
	Cuero animal	7,3

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de la figura 52 compara los resultados obtenidos de los métodos de unión del material en estudio con los métodos de unión utilizados en el trabajo en cuero. Como puede observarse el método que sigue siendo superior es la costura en “*cuero vegetal*”. Sin embargo, es importante recalcar que del punto de vista estadístico según el análisis ANOVA (Análisis de varianza), las diferencias resultantes no son significativas, por ende se puede concluir que para la aplicación de indumentaria cualquiera de estos métodos de unión que se seleccione será igualmente eficiente.

3.3.2 Tarea 2: Corte

TABLA 23: EVALUACION CALIDAD DE CORTE CON HERRAMIENTAS

HERRAMIENTA DE CORTE	Valoración				
	1	2	3	4	5
Tijera de sastre					X
Cuchillo cartonero			X		
Cuchillo zapatero de precisión				X	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23 de resultados evalúa la calidad del corte de cada herramienta, tomando en cuenta el acabado que deja. Como se puede observar de las 3 opciones ensayadas la que obtuvo una mejor calificación fue la tijera de sastre, esto debido a que esta herramienta ejerce la fuerza de corte en ambas caras lo que permite un resultado más prolijo. Al contrario de las otras opciones que al hacer la fuerza desde una de las caras, al deslizar la herramienta tiende a empujar el material dejando expuestas las fibras que lo componen.

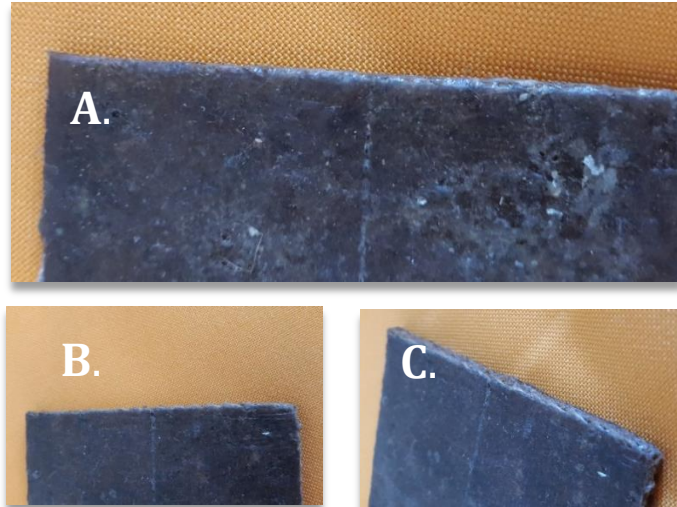


Figura 53: Resultados de corte con herramientas. A. Corte con tijera sastre. B. Corte con cuchillo zapatero de precisión. C. Corte con cuchillo cartonero. Elaboración propia

3.3.3 Tarea 3: Perforado

TABLA 24: EVALUACION CALIDAD DE PERFORADO CON SACABOCADO

HERRAMIENTA DE PERFORADO	Valoración				
	1	2	3	4	5
Sacabocado			X		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 24 de resultados, la perforación con herramienta sacabocado se evaluó con un 3. Esta herramienta logra perforar todas las medidas ensayadas, sin embargo el diámetro de las circunferencias no es uniforme en todas las repeticiones al perforar. En conclusión cuando se trabaje la perforación en el “*cuero vegetal*” es necesario un acabado que permita mantener el diámetro de las perforaciones.



Figura 54: Resultados de perforados con sacabocado. Elaboración propia.

3.3.4. Tarea 4: Moldeabilidad



Figura 55: Conformación de material sobre molde de media esfera. Elaboración propia

Como se ve en la figura 55 para moldear en este tipo de molde es necesario disponer la fibra como un manto y luego verter el látex sobre él para luego prensar.



Figura 56: Prensado de material en molde de media esfera. Elaboración propia

Los mayores problemas surgieron debido al látex, ya que por ser un ligante en estado líquido y por efecto de la gravedad, este tiende a concentrarse en mayor medida en el fondo del molde empujando también parte de la fibra hacia el centro. Esto tiene como consecuencia los siguientes resultados:

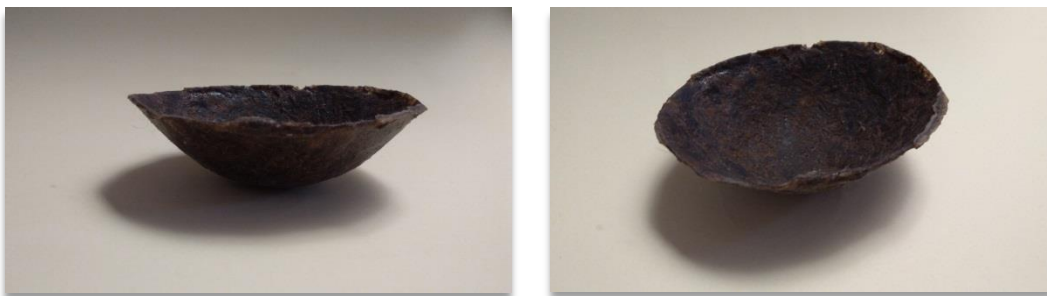


Figura 57: Resultados de moldeo de media esfera. Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 55 el acabado de los bordes de la probeta son deficientes incluso quedando parte de la fibra sin ligante. Además existe una mayor concentración de material en el centro de la semicircunferencia lo que hace que exista un mayor espesor y mayor rigidez en ese sector.

Cabe mencionar que el proceso de desmolde también tuvo inconvenientes, ya que por el exceso de humedad el molde desprendió parte de la capa de masilla mágica que lo sellaba.

Método 2:



Figura 58: Resultados de moldeo de sobre relieve. Elaboración propia

Como se observa en la figura 58 el material logra moldearse perfectamente al relieve de la planta del calzado. Las imperfecciones en la superficie de la prueba resultante se debe a problemas netamente de prensado. Es sumamente necesario formar el material, en cualquiera de sus formatos con una prensa que logre una presión más eficiente que la presión manual.

3. 4 Actividad 4: Resultados ensayos de coloración

3.4.1 Tarea 1: Revisión bibliográfica sobre colorantes más adecuados para fibras vegetales y aplicación de indumentaria:

De acuerdo a la revisión bibliográfica se obtiene que el colorante más adecuado para realizar los ensayos de coloración es la anilina para textiles, esto considerando factores como: Afinidad con la fibra, impacto ambiental e inocuidad en el ser humano.

3.4.2 Tarea 2: Selección de colorante a través de revisión bibliográfica

Si bien el origen de la anilina es sintético tiene un menor impacto ambiental que un colorante de origen natural, esto debido a que para producir una pequeña cantidad de colorante se necesita una gran cantidad de materia prima. Además la estabilidad de color de un colorante natural es mucho menor.

Por otro lado para establecer su inocuidad se analizaron las fichas técnicas de los fabricantes y la anilina para textil es completamente inocua.

Para la realización de los ensayos se utilizó anilina Montblanc de los siguientes colores:

- 1 - Negro
- 5 - Azul pavo
- 12 - Fuego
- 26 - Solferino

3.4.3 Tarea 3: Pruebas de coloración con colorante seleccionado



Figura 59: Resultados de coloración con anilina Montblanc. Elaboración propia

Como se observa en la Figura 59 la característica particular de los colores obtenidos al teñir las fibras es su luminosidad oscura (Pantone, 2019), esto debido a la base de color propio de la fibra de corteza de "*Eucalyptus Globulus*" que predispone a conseguir este tipo de cualidad en los resultados de coloración.



Figura 60: Resultados de conformación con fibra teñida con anilina Montblanc. A. Azul pavo. B. Solferino. Elaboración propia

Por otro lado es importante considerar el tono que adquiere el material luego de ser conformado. Como se observa en la figura 60 los colores tienden a oscurecerse aún más, debido al color ámbar que aporta el látex luego de secar.

3.5 Actividad 5: Resultados caracterización expresivo-sensorial

3.5.1 Tarea 1: Definición grupo de estudio:

En primer lugar, en base a las cifras arrojadas por distintos estudios estadísticos, se cuantificó el grupo de potenciales usuarios “Consumidores conscientes” que habitan la ciudad de Santiago. Según el último CENSO del año 2017 en la Región Metropolitana habitan 7.036.792 personas (INE, 2017), de las cuales el 35% (2.462.877 personas) corresponden a los niveles socioeconómicos medios y altos (Adimark, 2014) y de estos, un 4,2% pertenecen al rango etario 25 – 29 años (103.440 personas) (INE, 2017). Con estos datos se define el grupo de estudio con el software de “Cálculo de tamaño de muestra” de la empresa CADEM, que calcula las variables estadísticas para realizar estudios a la población. Con un nivel de confianza de un 90% y un error máximo aceptable de un 9%, el cálculo arrojó el siguiente universo de estudio:

TABLA 25: CANTIDAD DE ENCUESTADOS CON DIFERENCIAL SEMÁNTICO

Clase	N°	Nombre del grupo	Cantidad
GRUPO EXPERIMENTAL	1	Consumidores conscientes	16
	2	Diseñadores titulados y en formación	16
GRUPO CONTROL	3	Cualquier profesional	10

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Tarea 2: Diseño y aplicación de encuesta:

Los atributos seleccionados según el tipo de experiencia a evaluar fueron los siguientes:

TABLA 26: ATRIBUTOS OPUESTOS SEGÚN TIPO DE EXPERIENCIA

TIPO DE EXPERIENCIA	ATRIBUTOS OPUESTOS	
EXPERIENCIA ESTÉTICA O SENSORIAL	Suave	Áspero
	Cálido	Frío
	Blando	Duro
	Liviano	Pesado
	Brillante	Mate
	Flexible	Rígido
EXPERIENCIA DE SIGNIFICADO	Natural	Artificial
	Honesto	Falso
	Costoso	Barato
	Baja calidad	Alta calidad
	Resistente	Frágil
	Formal	Informal
	Duradero	Temporal
	Convencional	Innovador
	Raro	Común
	Bruto	Procesado
Sostenible	Insostenible	
EXPERIENCIA EMOCIONAL	Agradable	Desagradable
	Aburrido	Interesante
	Bello	Feo

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Tarea 3: Análisis de resultados

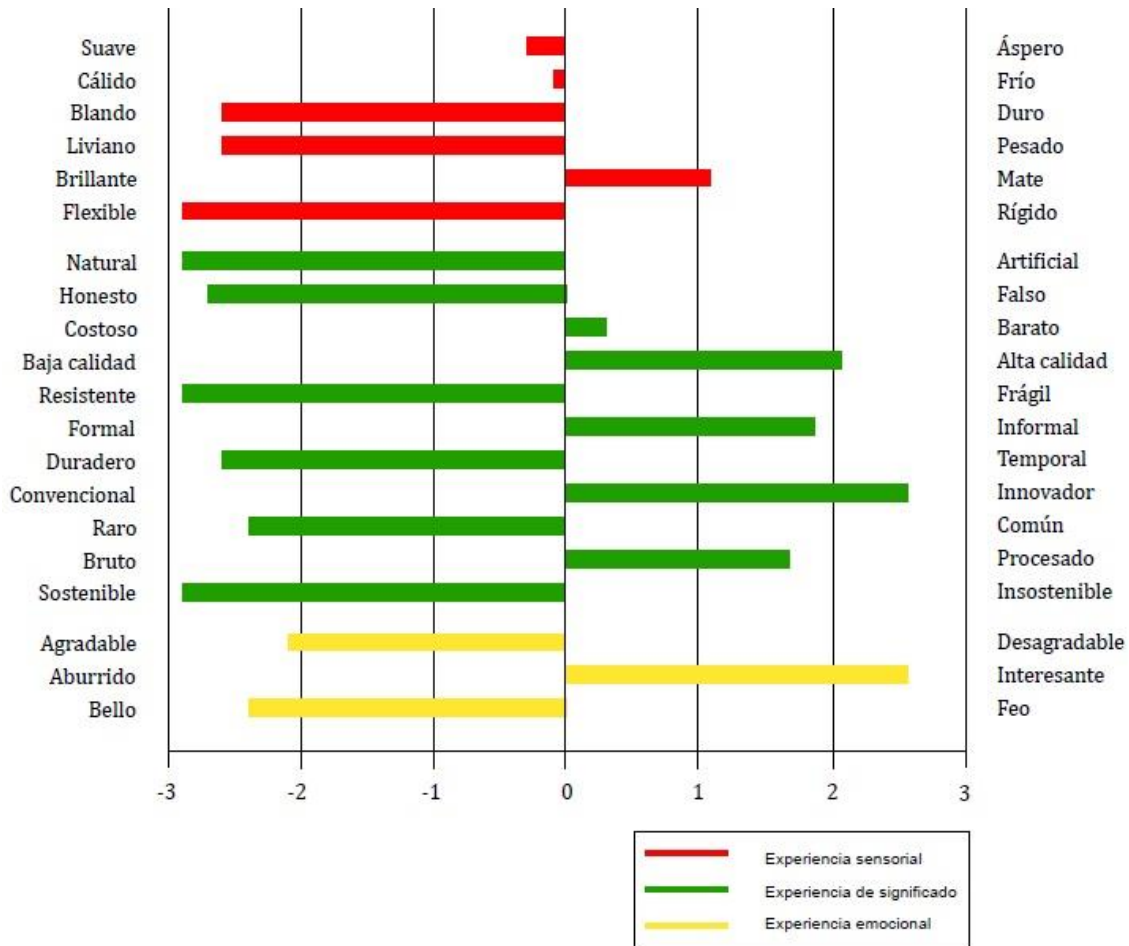


Figura 61: Resultados diferencial semántico “Consumidores conscientes”. Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico de la figura 61 los consumidores conscientes evaluaron con valores mayores a 2 los siguientes atributos: Blando, liviano, flexible, natural, honesto, alta calidad, resistente, duradero, innovador, raro, sostenible, agradable, interesante y bello. Los resultados obtenidos demuestran una percepción muy positiva respecto al “cuero vegetal” por parte de este grupo, ya que el 71% de los atributos correspondientes a la experiencia sensorial y emocional fueron evaluados positivamente con valores mayores a 2. Se infiere que esta buena aceptación se debe a la predisposición innata de este tipo de personas a buscar y elegir opciones más ecológicas e innovadoras que replacen los materiales no sustentables actualmente utilizados por el mercado.

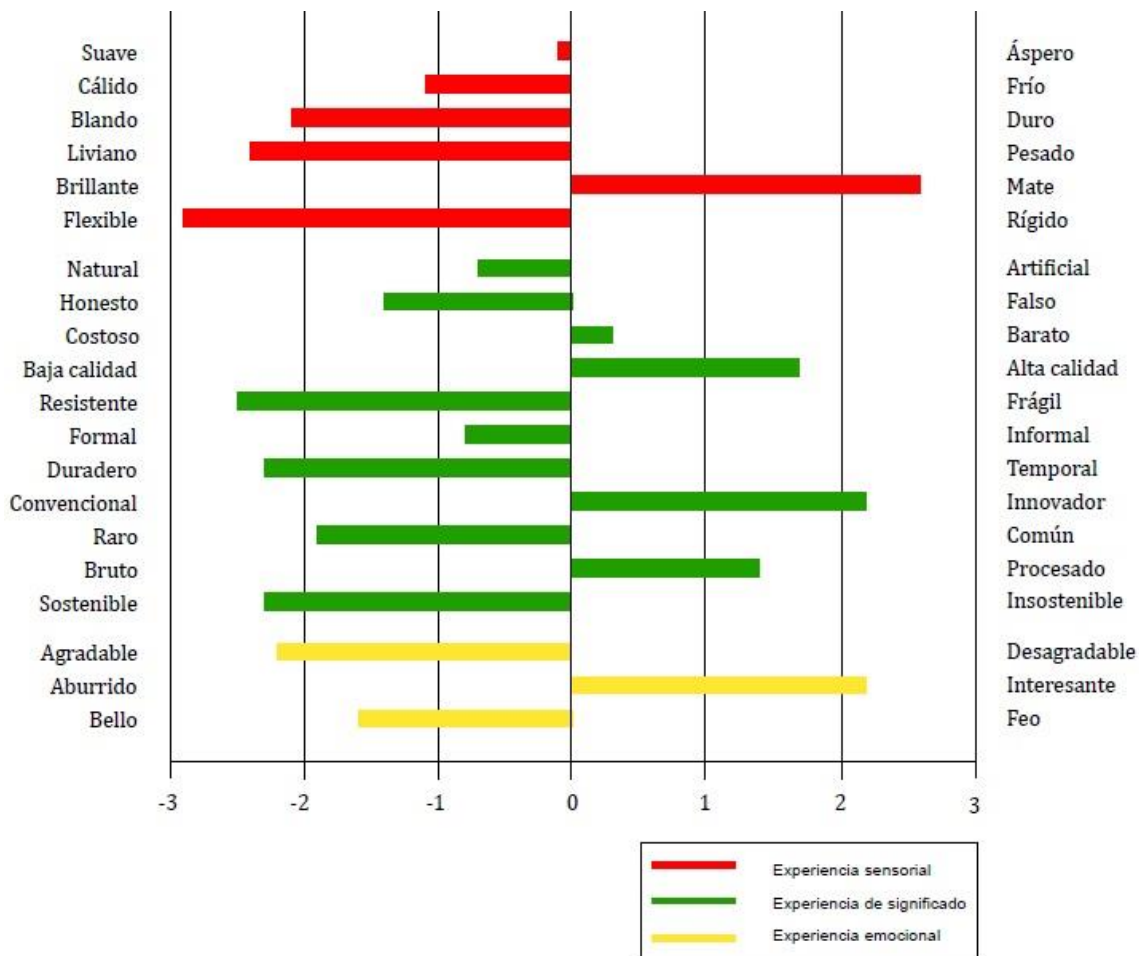


Figura 62: Resultados diferencial semántico “Diseñadores”. Elaboración propia.

En el caso del grupo de los Diseñadores, como se aprecia en el gráfico de la figura 62 los atributos que fueron calificados con valores mayores a 2 son los siguientes: Blando, liviano, flexible, mate, resistente, duradero, innovador, sostenible, agradable, interesante. Los resultados obtenidos de este grupo dan cuenta de una percepción positiva frente del “cuero vegetal”, ya que no existen conceptos negativos en la evaluación, sin embargo solo el 42% de los conceptos correspondientes a la experiencia de significado y la experiencia emocional fueron calificados con valores mayores a 2. Se puede inferir que conceptos como honesto, natural, raro y bello estuvieron ausentes debido a la mirada crítica que un diseñador posee. Para evaluar un material como “honesto” o “natural” deben conocer la información exacta de los componentes que lo constituyen, así mismo para definirlo como “bello”, deben tener más información respecto al tipo de objetos que conformarán. Por otro lado el concepto de “raro” no obtuvo una calificación mayor a 2 ya que la innovación es parte fundamental del trabajo propio de esta disciplina, por ende este tipo de personas tienen experiencias previas de interacción con elementos que salen de lo común.

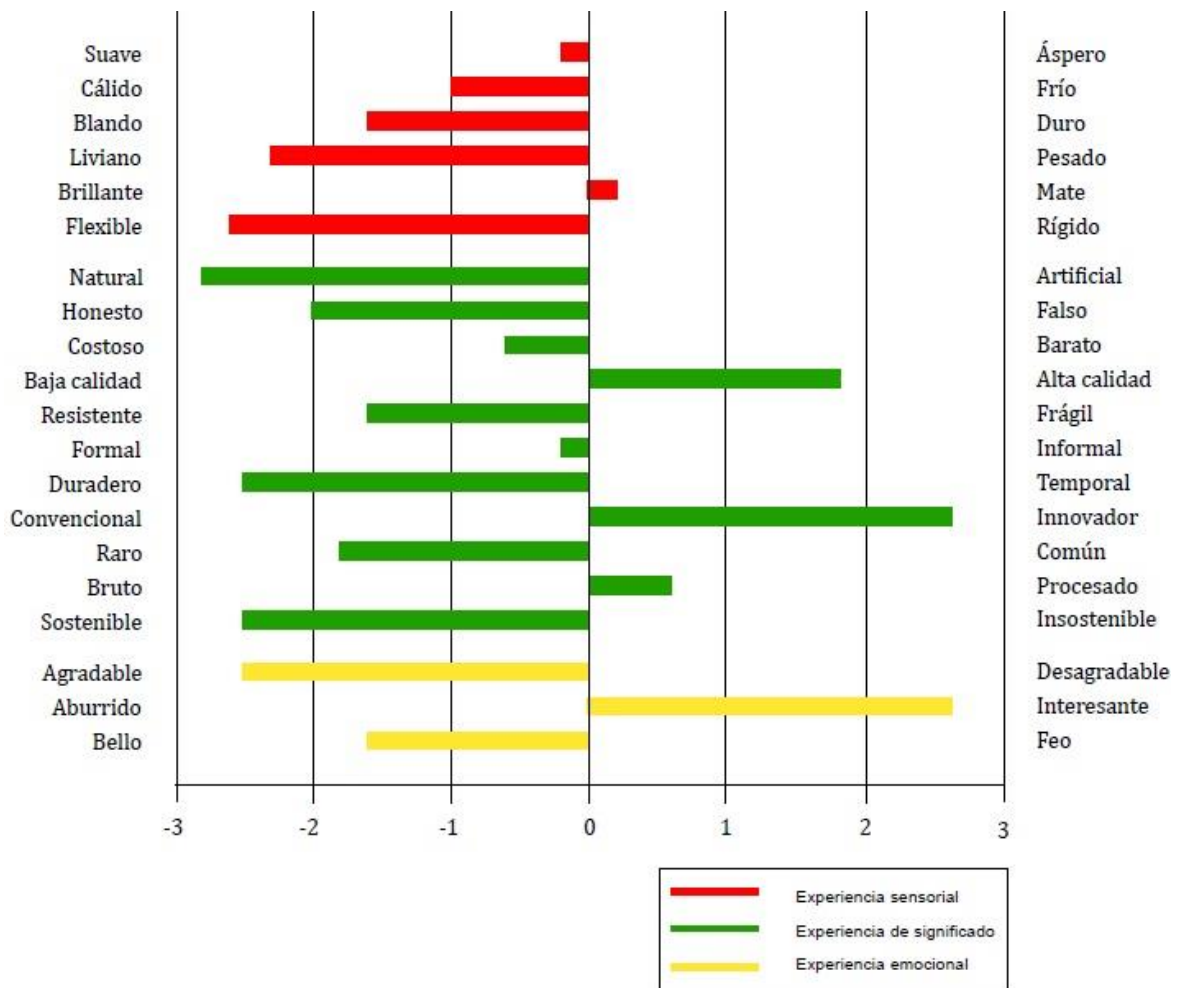


Figura 63: Resultados diferencial semántico “Grupo control”. Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico de la figura 63 en el caso del grupo control los conceptos evaluados con valores mayores a 2 son los siguientes: Liviano, flexible, natural, duradero, innovador, sostenible, agradable e interesante. Si bien los resultados demuestran una buena aceptación con este nuevo material, existe una mayor cantidad de conceptos dudosos que no marcaron una tendencia clara representado por un 30% de los atributos disponibles para ser evaluados, esto puede deberse a que este tipo de personas no acostumbran a interactuar con elementos que salgan de lo común, por ende fue difícil etiquetarlos con un adjetivo claro.

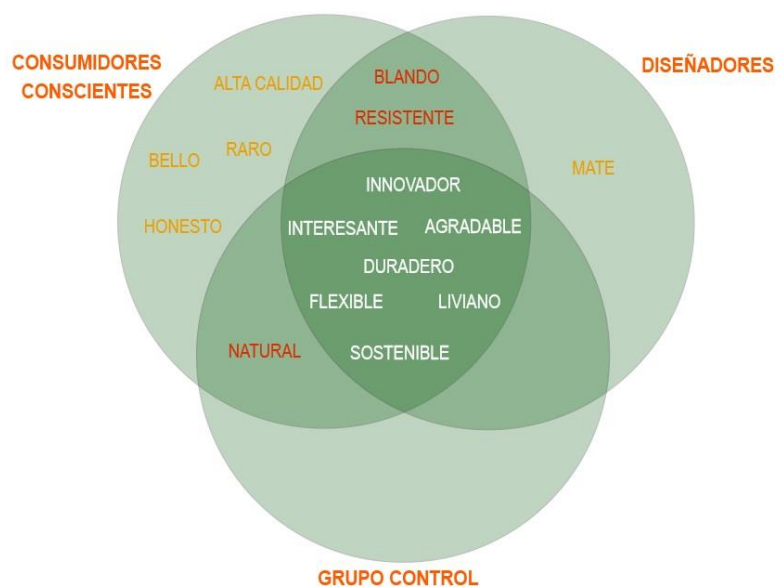


Figura 64: Diagrama de atributos comunes. Elaboración propia.

Como se observa en el diagrama de la figura 64 los conceptos que fueron evaluados con valores mayores a 2 y que coinciden entre los 3 grupos encuestados son: Flexible, liviano, duradero, sostenible, innovador, interesante y agradable, por ende este grupo de conceptos son percibidos de manera transversal por la población. También se destacan atributos como “natural” percibido por el grupo de consumidores conscientes y el grupo control y “blando” y “resistente” por parte de los diseñadores y los consumidores conscientes. Como conclusión, del punto de vista expresivo-sensorial el “cuero vegetal” se caracteriza de la siguiente forma:

TABLA 27: CARACTERIZACIÓN EXPRESIVO-SENSORIAL

CUERO VEGETAL	Experiencia sensorial	Flexible
		Blando
		Liviano
	Experiencia de significado	Resistente
		Duradero
		Natural
		Sostenible
	Experiencia emocional	Innovador
		Interesante
Agradable		

Fuente: Elaboración propia.

4. ETAPA 4
“RESULTADOS PROPUESTAS DE APLICACIONES
DE DISEÑO DE INDUMENTARIA”

4.1 Actividad 1: Resultados definición propuesta de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido

4.1.1 Tarea 1: Elaboración de ficha técnica del material desarrollado

FICHA TÉCNICA DE MATERIAL

CUERO VEGETAL

1. DESCRIPCIÓN

Laminado textil no tejido

2. ESPECIFICACIONES

Composición: 40% Corteza Eucalipto
60% Látex Natural

Origen: 100% vegetal

Peso por área: 73 gr por m²

3. PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS

Densidad: 1,1 g / cm³

Contenido de humedad: 1,0 %

Absorción de agua: 3,0 %

Hinchamiento: 7,0 %

Temperatura límite de utilización: 90°C

Resistencia a la tracción: 8,7 Kgf

Resistencia a la compresión: 350,6 Kgf



4. EFECTOS SOBRE LA SALUD

Piel: Inocuo

5. CARACTERÍSTICAS

Material flexible, impermeable y antideslizante. Antibacteriano y antifúngico. No tóxico. No inflamable.

6. APLICACIONES

Material diseñado para aplicaciones de indumentaria como calzado, marroquinería, accesorios. Ideal para plantas, huellas y capellada de zapatos.

Figura 65: Ficha técnica del nuevo material textil no tejido. Elaboración propia

4.1.2 Tarea 2: Elaboración de tabla de requerimientos de la aplicación

TABLA 28: REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Impermeable	La aplicación debe considerar la interacción con el agua
Antideslizante	La aplicación debe considerar en su uso algún elemento antideslizante
Flexible	Ideal para el movimiento del cuerpo debido a su flexibilidad
Alta resistencia a la compresión	Debe considerar grandes esfuerzos de compresión generados por el cuerpo
Moldeable	La aplicación debe considerar la construcción de una de sus partes con este método de conformación
Adaptable	La aplicación debe considerar formas complejas a las que se adapte
Con perforaciones, corte, costuras y pegado	La aplicación debe permitir ser trabajada con estos 4 métodos

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Tarea 3: Propuesta de aplicación

Como el material desarrollado se considera un símil al cuero este enmarca su potencial aplicación de indumentaria en artículos donde el cuero es la principal materia prima para desarrollarlos, estos son:

- Marroquinería: Carteras, bolsos, billeteras
- Sombrerería: Sombreros, gorros, tocados
- Calzado: Calzado casual de uso diario
- Accesorios: Guantes, pulseras

TABLA 29: VALORACIÓN DE POTENCIALES APLICACIONES DE INDUMENTARIA

	POTENCIALES APLICACIONES			
	MARROQUINERÍA	SOMBRERERÍA	CALZADO	ACCESORIOS
Impermeable	3	3	3	1
Antideslizante	0	0	3	0
Flexible	0	2	3	3
Alta resistencia a la compresión	0	0	3	0
Moldeable	2	3	3	3
Adaptable	0	3	3	0
Con perforaciones, corte, costuras y pegado	3	3	3	3
TOTAL	8	14	21	10

Como se observa en la tabla 29 la aplicación que rescata de manera más completa los atributos relevantes del nuevo material desarrollado es el calzado, alcanzando la puntuación máxima de 21 puntos, seguido de la sombrerería con 14 puntos, los accesorios con 10 puntos y finalmente la marroquinería con 8 puntos.

4.2 Actividad 2: Resultados desarrollo de aplicación de indumentaria representativa de los atributos relevantes del nuevo material textil no tejido

4.2.1 Tarea 1: Consulta a expertos en el área de calzado

En base a la consulta a los expertos se estableció el método de fabricación de un calzado que se detalla a continuación:

1. Elaboración de moldes de la capellada

- 1.1 Enmascarar la horma: Con cinta de enmascarar de 18 mm se procede a forrar completamente la horma siguiendo los relieves de la misma con el fin de obtener toda la superficie cubierta de papel para posteriormente dibujar sobre ella el diseño del calzado.
- 1.2 Trazar líneas y puntos base para la construcción de un calzado: Existen puntos técnicos mediante los cuales se estructura un calzado, estos son: Línea central de horma, altura talón, punto metatarsiano o quebrante, punto cero, línea metatarsiana, línea de profundidad.
- 1.3 Trazar el diseño del calzado sobre la horma: Dibujar el diseño del calzado sobre la horma respetando los puntos y líneas base
- 1.4 Cortar los excedentes de la cinta de enmascarar: Con cuchillo zapatero cortar y quitar los excedentes de cinta dejando adherida a la horma solo las piezas que corresponden al diseño del calzado.
- 1.5 Desmontar el diseño trazado: Despegar la cinta de la horma que corresponde a al diseño del calzado
- 1.6 Pegar el diseño sobre cartulina española: Una vez desmontada la cinta con la forma del calzado pegarla sobre cartulina quedando completamente plana
- 1.7 Trazar márgenes de costura: Una vez pegado el diseño del calzado sobre la cartulina agregar los márgenes de corte para las costuras
- 1.8 Cortar el molde: Cortar el molde respetando los márgenes de costura

2. Corte y confección

2.1 Marcar moldes de capellada y forro sobre el material a utilizar: Con lápiz color blanco marcar moldes sobre el material seleccionado para la capellada y el forro. Para forrar el zapato se utiliza crea de algodón.

2.2 Cortar piezas: Con tijera sastre o cuchillo zapatero se cortan las piezas que componen el zapato.

2.3 Coser las piezas y el forro: Marcar con punzón los orificios de costura, luego con hilo encerado y punzón crochet unir las piezas.

3. Aparado

3.1 Montar la plantilla sobre la base de la horma: Montar la plantilla sobre la horma fijándola con dos tachuelas. Esta unión es temporal ya que una vez armado el calzado completo éstas deben retirarse para desmontar

3.2 Montar la capellada sobre la horma y la plantilla: Montar la capellada fijando todo el borde con tachuelas mientras se tensa la capellada de manera que tome la forma de la horma de manera prolija. Poco a poco quitar las tachuelas mientras se va pegando con Agorex 60 sobre la plantilla. Esperar que seque

3.3 Montar la planta: Unir la planta a la capellada que se encuentra sobre la horma con pegamento Dekaflex 60.

4.2.2 Tarea 2: Desarrollo propuesta formal

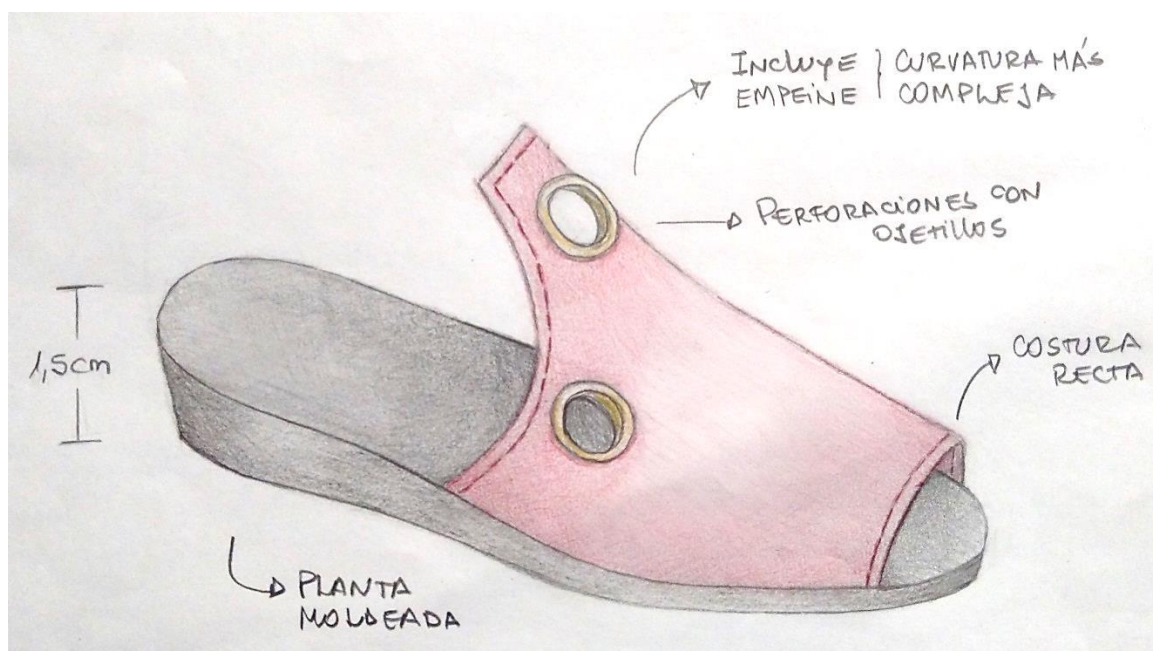


Figura 66: Boceto propuesta de calzado. Elaboración propia.

4.2.3 Tarea 3: Fabricación de propuesta de calzado

- *Etapa producción de moldes:*

Moldes de capellada:



Figura 67: Elaboración de molde de capellada. Elaboración propia

Moldes de planta:

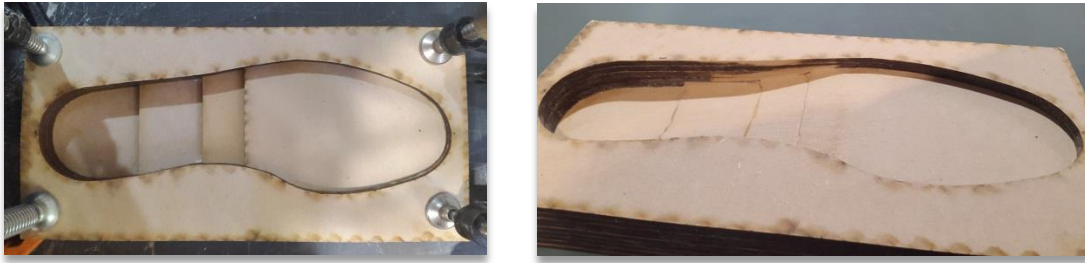


Figura 68: Elaboración de molde de planta. Elaboración propia

- *Etapa de corte y confección:*



Figura 69: Moldeo de planta. Elaboración propia



Figura 70: Corte de capellada. Elaboración propia



Figura 71: Costura de capellada. Elaboración propia



Figura 72: Perforación de capellada y terminación de ojete. Elaboración propia



Figura 73: Aparado del calzado. Elaboración propia



Figura 74: Calzado terminado. Elaboración propia

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

CONCLUSIONES

Este proyecto tuvo como objetivo general desarrollar un material textil no tejido basado en los residuos de corteza de *Eucalyptus Globulus* para aplicaciones de diseño de indumentaria y para su logro se realizó una combinación de revisión bibliográfica y trabajo experimental que buscaba responder a la pregunta de investigación: ¿De qué manera se puede desarrollar un material textil no tejido sustentable basado en residuos de corteza de *Eucalyptus Globulus*?

Originalmente se planteó la hipótesis de que al extraer mecánicamente las fibras de corteza de *Eucalyptus Globulus*, éstas se pueden emplear como componente base en la conformación de un textil no tejido al agregar un ligante que cumpla con los lineamientos de la sustentabilidad.

Para responder esta pregunta, comprobar la veracidad de la hipótesis planteada y llevar a cabo el objetivo general se cumplieron a cabalidad los objetivos específicos a través de las etapas, actividades y tareas descritas en el capítulo III “Métodos” y sus respectivos resultados descritos en el capítulo IV “Resultados”

1. Seleccionar un ligante para la conformación del material textil no tejido

En esta etapa se logró seleccionar un ligante sustentable, 100% vegetal, lo suficientemente accesible y que cumplió con las características básicas para la conformación de un material textil, es decir su flexibilidad. Junto con esto, el ligante identificado le confirió atributos particulares al nuevo material desarrollado en esta investigación como su calidad impermeable, flexible y antideslizante.

2. Desarrollar el material textil no tejido basado en fibras de corteza de *Eucalyptus Globulus* y ligante seleccionado

Esta etapa se logra llevar a cabo de manera experimental, estructurándose así el método de conformación más efectivo para este nuevo material. Los principales problemas que el material demostró en el acabado superficial se debió a las limitaciones del equipamiento disponible, ya que el prensado es fundamental al momento de la conformación. Originalmente solo se contaba con prensas tipo C metálicas, método que posteriormente fue mejorado con una prensa xilográfica, que aporta una presión con una mayor uniformidad en la fuerza ejercida, lo que demostró una considerable mejora en la obtención del nuevo material.

3. Caracterizar el nuevo material textil no tejido según ensayos físico-mecánicos, trabajabilidad, coloración y caracterización expresivo-sensorial.

Esta etapa logra identificar y describir las características particulares del nuevo material desarrollado tanto los aspectos físico-mecánicos como de la orden de la percepción de los potenciales usuarios y la comunidad en general. Además se logra establecer los métodos de trabajo con este nuevo material rescatando sus posibilidades y desechando las técnicas que no funcionan.

4. Proponer aplicación de diseño de indumentaria

Este objetivo logra demostrar de manera empírica que este nuevo material es efectivo para confeccionar objetos de diseño de indumentaria. Se selecciona la aplicación más representativa de todos los atributos determinados en la etapa anterior con el fin de demostrar en un objeto tangible la verosimilitud de trabajar este nuevo material, culminándose así esta investigación.

Todo el trabajo realizado y sus resultados comprueban que la hipótesis planteada al comienzo de esta investigación es correcta, sin embargo se debe considerar siempre que el desarrollo de un nuevo material, cualquiera sea, es un proceso de innovación continua y que siempre tiene la opción de mejorar y de encontrar nuevas variables que potencien los resultados obtenidos, sin embargo es importante destacar que los hallazgos de la presente investigación demuestran las posibilidades ciertas de que en un futuro pueda ser llevado a la producción industrial.

TRABAJO FUTURO

Se considera la necesidad imperiosa de sofisticar el equipamiento de desarrollo, ya sea en el proceso de prensado como el de la obtención de la fibra. Se considera el uso de una prensa hidráulica de platos calientes, una cardadora eléctrica y la elaboración de moldes poliméricos, todo esto con el fin de obtener un resultado mucho más prolijo que lo que los métodos artesanales pueden dar.

Por otro lado es importante hacer un estudio en profundidad dedicado a la coloración, de manera de encontrar métodos más sustentables de teñido, además de establecer la paleta cromática completa que el nuevo material puede adquirir.

Desde el punto de vista físico mecánico se hace necesario realizar más ensayos los que se realizan posteriormente a la construcción del calzado, ya que se pone a prueba al zapato elaborado. También, otra manera de comprobación es el uso empírico de un calzado desarrollado con este material, evaluando periódicamente el comportamiento del material en uso.

Y finalmente se hace imperativo realizar un análisis de ciclo de vida de manera de establecer los métodos más apropiados de desechar este calzado al llegar a su fin de vida, ya que si bien es un calzado 100% natural – vegetal, cada componente vuelve a la naturaleza de manera distinta.

VI. LISTA DE REFERENCIAS

- ADIMARK. 2014a. *Mapa socioeconómico de Chile* [Online]. Available: [http://www.adimark.cl/medios/estudios/Mapa Socioeconomico de Chile.pdf](http://www.adimark.cl/medios/estudios/Mapa_Socioeconomico_de_Chile.pdf) [Accessed 18 Febrero 2019].
- ADIMARK 2014b. *Mujeres: ¿En qué piensan? ¿Qué buscan? ¿Cómo se vinculan con el consumo?* Santiago, Chile.
- AROS, M., NARVÁEZ, G. & AROS, N. 2009. El diferencial semántico par la disciplina del Diseño, una herramienta para la evaluación de productos. *XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Badajoz, España.
- ASTM 1999a. Standard Test Method for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. West Conshonhocken, USA: American Society for Testing and Materials International.
- ASTM 1999b. Standard Test Method for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. West Conshonhocken, USA: American Society for Testing and Materials International.
- ASTM 2014. Standard Test Method for Static and Kinetic Coefficients of Friction of Plastic Film and Sheeting. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM 2016. Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- AVARIA, M., CATALÁN, L. & SAIEG, J. 2013. *Consumo consciente y responsable en Chile: Características y segmentación de los perfiles de consumidores responsables en Chile*. Pregrado, Universidad de Chile.
- BARAHONA, G. 2005. *Variación de la composición química en albura, duramen y altura de madera pulvable de Eucalyptus Globulus provniente de Monte Alto y Monte Bajo*. Universidad de Chile.
- BARRERA, D. 2014. Exportaciones chilenas de celulosa. ODEPA.
- BELTRÁN, C. 9 Enero 2019. *RE: Diferencias entre anilina paraa textil y anilina para madera*.
- BERTRAN, J. & MORALES, E. 2008. Potencial de generación de energía por residuos del manejo Forestal en Chile. Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile (CNE/GTZ).
- BEYLERIAN, G., QUINN, B. & DENT, A. 2008. *Ultramateriales : formas en que la innovación en los materiales cambia el mundo*, España, Art Blume, S.L.
- BILLMEYER & SALTZMAN 2000. *Principles of Color Technology*, New York.
- BOROVICH, A. 2005. Manual de No Tejidos: Clasificación, identificación y aplicaciones. Megaplastic.
- Producción de caucho*, 2014. Directed by C.C.C. Colombia: Confederación Cauchera Colombiana.
- CALVENTE, A. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana.
- CANCINO, G. 17 Octubre 2018. *RE: Guía para la construcción de un calzado*.
- CAPACETE, F. 2018. La estremecedora verdad sobre el cuero. *Diario de Mallorca*.
- CERDA, I., LÓPEZ, A. & MIQUEL, C. 2004. Informe Nacional Chile. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina. FAO.
- CERVANTES, G., SOSA, R., RODRÍGUEZ, G. & ROBLES, F. 2009. Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*.
- CHOW, S. 1998. Polímeros derivados del petróleo. México, D.F.: Instituto latinoamericano de la comunicación educativa.
- COMACO. 2019. *Bosques de Eucalyptus* [Online]. Chile. [Accessed 17 Enero 2019].
- CONAF 2017. Incendios Forestales en Chile.
- CORMA 2016. Estadísticas Incendios Forestales.
- CORMA n.d. Chile Forestal.
- CUEVAS, A. 2016. Nuevas telas para una moda sustentable. *Paula*. Chile.
- DEFINICION.DE. 2019. *Definición de cuero* [Online]. [Accessed 18 Enero 2019].
- DIARIOUCHILE. 2019. 2019 “en llamas”: miles de hectáreas quemadas por incendios forestales evitables. 3 Enero.
- DIVERQUIMICOS. 2017. *Compuesto látex natural para la fabricación de moldes flexibles* [Online]. Bogotá. [Accessed].
- DU, H. 2009. La Industria Textil y de Confecciones en el desarrollo económico de la República Polular China. *EUMED*, 11.
- DYSTAR 2013. Ficha de Datos de Seguridad. DyStar Colours Distribution GmbH.
- EDELPA 2018. Informe Técnico. Santiago - Chile: EDELPA.

- ENCISO, E., GUERRERO, L., CHARRY, J. G., CIFUENTES, J. C., AMAYA, A. E., BURITICÁ, S., FLÓREZ, D. & AMAYA, D. 2010. Agenda prospectiva de Investigación y desarrollo Tecnológico para la cadena productiva de Algodón, Textil, Confecciones en Colombia con énfasis en ropa infantil. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- ESCOBAR, D. 2011. *Desarrollo textil sustentable, Proyecto de diseño textil sustentable para la República Argentina*. Universidad de Palermo.
- ESPINOZA, F. 2013. Zapatos femeninos, seducción paso a paso. Santiago, Chile: Museo Histórico Nacional.
- EVIA, M. J. 2014. *6 sorprendentes materiales sustentables* [Online]. Expok. [Accessed].
- EXPOKNEWS 2010. ¿Puede el cuero ser un material sustentable?
- FAO 2016. Ganadería y deforestación. *Políticas pecuarias*.
- FARRELL, M. 2011. Sustainable Cotton Dyeing.
- FISHER, E. Honoring Eileen Fisher. Riverkeeper's Annual Fishermen's Ball, 2015 New York.
- FONCEA, D. 2017. *Caracterización de un material laminado desarrollado a partir de corteza de eucalyptus globulus para potenciales aplicaciones en líneas de productos*. Pregrado, Universidad de Chile - Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Descortezado Eucalipto a tambor*, 2015. Directed by FORESTOINDUSTRIA. Chile.
- GILLINGHAM, E. 2001. Co-application of hydroxyalkyl Dyes and polyphosphonic acids to cotton to achieve dye-fibra covalent bonding Coloration technology.
- GILLOW, J. S., BRYAN 2000. *Tejidos del mundo: Guía visual de las técnicas tradicionales*.
- GODOY, J. 12 Febrero 2019. *RE: Características de un calzado cómodo y la biomecánica de la marcha*.
- GROZ-BECKERET 2007. Costuras en cuero: Costuras para cada aplicación. Groz-Beckeret.
- GUTIÉRREZ, M. 2019. *Estudio computarizado de la marcha* [Online]. Madrid, España: Clínica del Pie. Available: <https://www.clinicadelpie.com.es/estudio.htm> [Accessed 17 Febrero 2019].
- HAIKU-FUTON. 2010. Látex natural, propiedades y características.
- HALTENHOFF, H. 2006. Silvicultura Preventiva, Silvicultura para la prevención de incendios forestales en plantaciones forestales. 2ª ed.: Corporación Nacional Forestal, CONAF.
- HISPANTV. 2017. Industria de la moda es la segunda más contaminante del mundo. *HispanTv*.
- ICARITO. 2009. Caucho.
- INE 2017. Resultados CENSO de población y vivienda 2017. Chile.
- INFOR 2016. Anuario forestal 2016.
- JACOBS, M. R. 1981. *El Eucalipto en la repoblación forestal*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- LAROZE, A. 2014. Chile, país de sustentabilidad forestal. *Lignum* [Online].
- LARROSA, M. & MAS, S. 2003. Alteraciones de la bóveda plantar. *Elsevier*, 30, 467-538.
- LEE IVESTER, A. & NEEFUS, J. 2001a. Industrias textiles y de la confección. *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. OIT.
- LEE IVESTER, A. & NEEFUS, J. 2001b. Industrias textiles y de la confección. *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. OIT.
- LIGNUM 2015. Conoce la silvicultura preventiva y su relevancia para combatir los incendios.
- MADESA 2012. Adhesivo Meister - Látex Natural. Santiago.
- MADRID, H. & AGUIRRE, M. F. 2009. Materiales sustentables, el siguiente paso para ser más verdes. Ingeniería DICTUC.
- MARÍN, N. 2016. Moda sustentable: El nuevo glamour ecológico. *Caras*.
- MARINO, P. 2009. Textiles sustentables: El auge de las fibras nobles y el cuidado del medio ambiente. *Saber Cómo*, 77.
- MARTÍNEZ, I. 2017. *Desarrollo de un método de coloración de la fibra de mimbre blanco con colorante Reactivo*. Universidad de Chile.
- MERCADO, A. & CÓRDOVA, K. 2005. Desarrollo sustentable - industria: más controversias menos respuestas. *Ambiente & Sociedad*, VIII.
- MINSAL 2016. Estrategia Nacional de Cáncer. Chile 2016. Santiago, Chile.
- MOLNÁR, M. & VASS, L. 2008. *Zapatos de caballero hechos a mano*.
- MONESMA, E. 2011. Las Hilanderas de Ochagavía. *Costumbres y Recuerdos; Oficios perdidos*. Ochagavía (Navarra): Documentales Etnográficos.
- MONTBLANC. 2019. *Aprende a teñir* [Online]. Chile: Montblanc. [Accessed 10 Enero 2019].

- MOYA, M. S. 2016. *Textiles sustentables artesanales: La reinención de los textiles naturales artesanales en el calzado*. Universidad de Palermo.
- NEUMANN, D. 2007. *Fundamentos de la rehabilitación física. Cinesiología del sistema musculoesquelético*, Badalona, España, Editorial Paidotribo.
- ODEPA 2007. Evolución de la producción de celulosa en Chile (1990-2006).
- ONECIFM. 2013. *La importancia del Sector Forestal* [Online]. [Accessed].
- ONU 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future.
- OXIQUIM 2007. Hoja de datos de seguridad de productos.
- PANTONE. 2019. *Las características del color* [Online]. Available: <https://store.pantone.com/es/es/caracteristicas-del-color> [Accessed 6 Enero 2019].
- PEREDA, C. 2017. *Tercera parte de los consumidores en Chile expresa una actitud "consciente" frente a las compras* [Online]. Chile: Innovacion.cl. [Accessed 12 Enero 2019].
- PETA. 2018. *Siete datos sobre el cuero que te harán odiarlo* [Online]. PETA Latino. Available: www.petalatino.com [Accessed 12 Enero 2019].
- PIÑATEX. 2017. *¿Qué es Piñatex?* [Online]. [Accessed].
- PORRAS, S. A. 2011. *Producción de compost a partir de residuos sólidos de una planta de celulosa*. Universidad de Chile.
- POST, R. 2014. The strange science behind design: materials from unusual sources. *The Guardian*.
- PRADEL, D. 2016. Chile es el mayor consumidor de zapatos dentro de Latinoamérica. *El Mercurio*.
- QUIMINET. 2011. *Las principales características de las telas Non Woven* [Online]. [Accessed].
- QUIMINET. 2012. Usos y aplicaciones del acetato de polivinilo.
- RELAXMATERNITY. 2017. *Baby boy and girl Crabyon products* [Online]. [Accessed].
- RETANA, C. 2014. Frédéric Godart. Sociología de la moda (Buenos Aires: Edhasa, 2012), 126 pp. *Revista Mexicana de Sociología*, 76, 324-327.
- RIERA, S. 2014. El consumo de fibras textiles bate récords en 2013 por el tirón de las economías emergentes. *Modaes.es*.
- RIVERA ARRIAGADA, M. R. 2012. *Implementación de nuevas secuencias de blanqueo en pulpa de Eucalipto para maximizar el desarrollo de la fibra y minimizar la materia orgánica en el efluente*. Universidad de Concepción.
- RODANI. 2017. *Resina fenólica* [Online]. [Accessed].
- ROGNOLI, V. & AYALA GARCÍA, C. 2018. Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: creación y pensamiento*, 3(4), 1-15.
- ROSEMBERG, A. 2008. Ecología y simbiosis industrial: Nuevos conceptos que agregan valor al relacionamiento productivo. *VirtualPro*.
- ROSTAGNO, H. 2012. Los riesgos del Acido Acrílico y sus derivados.
- S.CAFÉ. 2017. *Products* [Online]. [Accessed].
- SABANÉS, M. A. 2013. *Uso de No Tejidos de Fibras Vegetales en Matrices de Cemento para Materiales de Construcción*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- SANABRIA, C. 2015. Buenas prácticas en Industria Ecológica: El modelo Kalundborg.
- SÁNCHEZ, C. 2017. La industria textil, la segunda más contaminante del planeta. *XLsemanal*.
- SÁNCHEZ, J. A. 2005. *Formulación de bases para un plan predial de manejo del fuego. Utilizando como caso de estudio: Predio pantanillos VII Región.*, Universidad de Chile.
- SANTOS, J. 2013. *Formulación y caracterización de adhesivos para tableros de madera empleando taninos de la cáscara de Castaña y de la corteza de Eucalipto*. Universidad de Santiago de Compostela.
- SANZ, A. n.d. Tecnología de la celulosa. La industria papelera.
- SARABIA, A. 2014. *Comparación de dos métodos de coagulación del látex (Hevea brasiliensis) en el Magdalena Medio Colombiano*. Posgrado, Universidad Nacional de Colombia.
- SASAWASHI. 2017. *Products* [Online]. [Accessed].
- SCD 1998. *The Theory of Coloration of Textiles*, England, Society of Dyers and Colourists.
- SCHLEGEL, B. & ECHEVERRÍA, C. 2003. Certificación forestal en Chile: Descripción de los recursos forestales chilenos. Chile: Universidad Austral de Chile.
- SEIJAS-VELÁSQUEZ, S., SEIJAS-BERNABÉ, P., SEIJAS-BERNABÉ, N., CHÁVEZ-SÁNCHEZ, A., SALGADO-RODRÍGUEZ, L. & ALVA-CASTAÑEDA, M. 2015. Optimización del proceso de densificación de desechos lignocelulósicos para conformación de pellets energéticos. *Revista Sciéndo*, 74-81.
- SKORPIO 2018. Hoja de datos de seguridad. Santiago, Chile: Anilinas Skorpío Ltda.

- SOTOMAYOR, R. C. 2010. *Estudio exploratorio de producción de bioetanol y de coproductos de biorefinería a partir de residuos de Eucalipto*. Universidad de Chile.
- SUÁREZ, S. 2010. *Producción textil sustentable y diseño renovable*. Universidad de Palermo.
- TOLEDO, P. 1948. *La Industria Textil*. Universidad de Chile.
- UDALE, J. 2008. *Diseño textil : tejidos y técnicas*, Barcelona, Gustavo Gili.
- La fabricación de tejidos de corteza en Uganda*, 2009. Directed by UNESCO.
- UNIVERSOVEJA. 2012. *Lana* [Online]. Available: www.universoveja.wordpress.com [Accessed 18 Enero 2019].
- UTEM 2019. Reporte ensayos de compresión. Santiago, Chile: Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica Metropolitana.
- VÁSQUEZ, T. 2016. *Qué es el Mecanismo de Windlass y cómo funciona la propulsión del corredor* [Online]. Available: <https://blogdelrunner.com/mecanismo-windlass-la-propulsion-del-corredor/> [Accessed 17 Febrero 2019].
- VELÁSQUEZ, F. 2017. Corte de Apelaciones condena a ENAP a pagar 710 millones por derrame de petróleo. *Diario UChile*.
- VILLEGAS, C. & GONZÁLEZ, B. 2013. Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Legado de Arquitectura y Diseño*.
- VIRTUALPRO 2007. Industria Textil y Medio Ambiente. *VirtualPro*, 39.
- VIRTUALPRO 2016. Presentan procesos para combatir contaminación por residuos de perforaciones petroleras. *VirtualPro*.

VII. ANEXOS

ANEXO 1

EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE MATERIALES

Grupo Material

Ocupación: _____

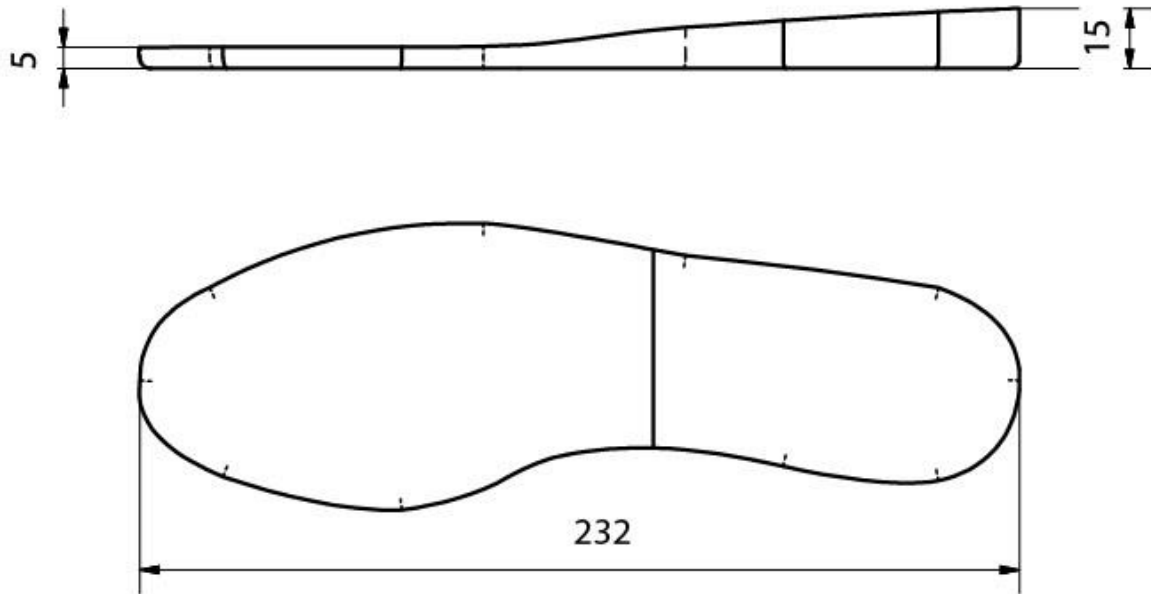
Edad: _____ Sexo: F____ M____ Otro____

A continuación se presenta una lista de atributos opuestos. Seleccione el que represente mejor al material en la escala del 1 al 3, siendo 3 el más representativo y 1 el menos representativo. El 0 indica que el material no califica en ninguno de los dos atributos propuestos.

ATRIBUTO	ESCALA							ATRIBUTO
Suave	-3	-2	-1	0	1	2	3	Áspero
Cálido	-3	-2	-1	0	1	2	3	Frío
Blando	-3	-2	-1	0	1	2	3	Duro
Liviano	-3	-2	-1	0	1	2	3	Pesado
Brillante	-3	-2	-1	0	1	2	3	Mate
Natural	-3	-2	-1	0	1	2	3	Artificial
Honesto	-3	-2	-1	0	1	2	3	Falso
Lujoso	-3	-2	-1	0	1	2	3	Humilde
Costoso	-3	-2	-1	0	1	2	3	Barato
Baja calidad	-3	-2	-1	0	1	2	3	Alta calidad
Resistente	-3	-2	-1	0	1	2	3	Frágil
Flexible	-3	-2	-1	0	1	2	3	Rígido
Agradable	-3	-2	-1	0	1	2	3	Desagradable
Formal	-3	-2	-1	0	1	2	3	Informal
Duradero	-3	-2	-1	0	1	2	3	Temporal
Convencional	-3	-2	-1	0	1	2	3	Innovador
Aburrido	-3	-2	-1	0	1	2	3	Interesante
Raro	-3	-2	-1	0	1	2	3	Común
Bruto	-3	-2	-1	0	1	2	3	Procesado
Bello	-3	-2	-1	0	1	2	3	Feo
Sostenible	-3	-2	-1	0	1	2	3	Insostenible

ANEXO 2

PLANO PLANTA (1:2)



PLANO CAPELLADA (1:2)

