



Universidad Católica
San Pablo

Facultad de Ingeniería y Computación

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE ECOETIQUETAS COLGANTES TIPO I A PARTIR
DEL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS DE
LAS INDUSTRIAS CURTIEMBRE Y PAPELERA PARA SER
UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL EN AREQUIPA**

Tesis presentada por los bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial:

Antuane Solange Centeno Rodriguez

Jonathan Roger Vizcarra Treviño

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor: **Mag. Jeanette Fabiola Diaz Quintanilla**

AREQUIPA, 2024

Trabajo de titulación

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
8	revistas.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unbosque.edu.co Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios, nuestra fuente de fortaleza y sabiduría, por sostenernos en este viaje académico. A nuestras familias, quienes han sido nuestro apoyo incondicional y fuente de inspiración, les dedicamos este logro con gratitud por su confianza, aliento constante y sacrificios. Nuestros padres, guías desde la distancia, y nuestras madres, ejemplos de perseverancia e impulsoras en los momentos difíciles, han pilares fundamentales. A nuestros hermanos, ejemplos de constancia e inteligencia, y a nuestros amigos, verdaderos tesoros que compartieron risas y nos motivaron en los días complicados, les agradecemos profundamente.

A nuestra asesora, quien nos dio la oportunidad de formar parte de proyectos que transformaron nuestras vidas tanto laboral como personal, nuestro más sincero agradecimiento. Este logro no es solo nuestro, sino de quienes han dejado una huella en nuestro camino, brindándonos apoyo, comprensión y enseñanzas. A todos ustedes, nuestra gratitud permanente por acompañarnos en esta travesía.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a la Universidad Católica San Pablo por brindarnos una formación integral y un entorno académico enriquecedor. De manera especial, extendemos nuestro reconocimiento al Instituto de Ingeniería, Energía y Medio Ambiente, por promover el desarrollo de proyectos innovadores y fomentar nuestro crecimiento profesional y personal. Sin su apoyo, esta experiencia no habría sido posible.

RESUMEN

La investigación se centró en abordar la huella ambiental de la industria textil en Arequipa mediante el desarrollo de ecoetiquetas colgantes tipo I, fabricadas de manera sostenible a partir de residuos de curtiembres y papeleras. Este enfoque innovador y económicamente viable busco seguir promoviendo prácticas más sostenibles en la industria de la moda, pues, el análisis exhaustivo de la gestión de residuos en estas industrias proporciono una base sólida para guiar la propuesta hacia la sostenibilidad, además el diseño de las ecoetiquetas se basó en la utilización de virutas de cuero y papel bond reciclado, demostrando la viabilidad de incorporar materiales reciclados en la producción de etiquetas ecoamigables.

La metodología del estudio incluyó la validación y evaluación de las ecoetiquetas según la norma ISO 14024, mediante pruebas químicas, fisicoquímicas y mecánicas, junto con una evaluación económica comparativa entre las ecoetiquetas desarrolladas y las etiquetas convencionales utilizadas en la industria textil. Se establecieron criterios de diseño, se seleccionaron materiales y equipos, y se llevaron a cabo pruebas de validación técnica para garantizar la calidad del producto. Los resultados indicaron que las ecoetiquetas cumplían con los estándares industriales, mostrando una adecuada resistencia, adherencia de tinta y durabilidad. Además, desde una perspectiva económica, estas ecoetiquetas presentaron ventajas comparativas, al reducir costos mediante el uso de materiales reciclados.

En conclusión, la tesis propuso una solución integral que equilibrio la responsabilidad ambiental con consideraciones económicas en el contexto de la industria textil en Arequipa. Se demostró que es posible desarrollar ecoetiquetas sostenibles a partir de residuos, ofreciendo una alternativa que no solo contribuye a la reducción de desechos, sino que también proporciona beneficios económicos, posicionando a la industria textil regional en un camino hacia la sostenibilidad.

Palabras clave: Industria textil, ecoetiqueta, moda sostenible, residuos, curtiembre, papel, gestión de residuos, viruta de cuero, reciclaje, sostenible, desechos.

ABSTRACT

The research focuses on addressing the environmental footprint of the textile industry in Arequipa through the development of type I hanging eco-labels, sustainably manufactured from waste from tanneries and paper mills. This innovative and economically viable approach seeks to continue promoting more sustainable practices in the fashion industry, since the exhaustive analysis of waste management in these industries provides a solid basis to guide the proposal towards sustainability, in addition to the design of the eco-labels. It was based on the use of leather shavings and recycled bond paper, demonstrating the feasibility of incorporating recycled materials in the production of eco-friendly labels.

The methodology of the study included the validation and evaluation of the eco-labels according to the ISO 14024 standard, through chemical, physicochemical and mechanical tests, together with a comparative economic analysis between the developed eco-labels and conventional labels used in the textile industry. Design criteria were determined, materials and equipment were selected, and technical validation tests were carried out to guarantee product quality. The results indicated that the eco-labels met industrial standards, showing adequate resistance, ink adhesion and durability. Furthermore, from an economic perspective, these eco-labels present comparative advantages, by reducing costs through the use of recycled materials.

In conclusion, the thesis proposes a comprehensive solution that balances environmental responsibility with economic considerations in the context of the textile industry in Arequipa. It is demonstrated that it is possible to develop sustainable eco-labels from waste, offering an alternative that not only contributes to waste reduction, but also provides economic benefits, positioning the regional textile industry on a path towards sustainability.

Keywords: Textile industry, eco-label, sustainable fashion, tannery, paper, waste management, leather shavings, recycling, sustainable, waste.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	7
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO	13
1.1 Antecedentes generales de las industrias de cuero, papelería y textil	13
1.1 Planteamiento del Problema.....	16
1.1.1 Identificación del Problema.....	16
1.1.2 Formulación del Problema	19
1.1.3 Descripción del Problema	19
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo General	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 Justificación del Trabajo	22
1.3.1 Justificación Ambiental.....	22
1.3.2 Justificación Económica.....	22
1.3.3 Justificación Social.....	23
1.3.4 Justificación Metodológica.....	23
1.4 Alcance del Trabajo	24
1.4.1 Delimitación Temática	24
1.4.2 Delimitación Espacial	24
1.4.3 Alcance Temporal	24
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO	25
2.1 Antecedentes de Investigación	25
2.2 Marco Teórico y Legal.....	33
2.2.1 Industria de Curtiembre	33
2.2.2 Marco legal de la industria de curtiembre	35
2.2.3 Industria Papelería.....	36
2.2.4 Industria Textil.....	37
2.2.5 Características de la industria textil	38
2.2.6 Etiquetas.....	40
2.2.7 Ecoetiquetas	44
2.2.8 Alternativas Sostenibles en la Industria Textil	47
2.2.9 Diseños de Plackett-Burman	48
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	49
3.1 Aspectos Metodológicos de la Investigación	49
3.1.1 Primera etapa: Revisión bibliográfica de las diferentes industrias.....	50

3.1.2	Segunda etapa: Diseño y desarrollo de ecoetiquetas.....	51
3.1.3	Tercera etapa: Validación y evaluación de ecoetiquetas.....	55
3.1.4	Cuarta etapa: Evaluación económica comparativa entre las ecoetiquetas y las etiquetas normales en la industria textil	57
3.2	Diseño de Investigación	58
3.3	Tipo de Investigación.....	59
3.4	Métodos de Investigación.....	59
3.5	Técnicas de investigación.....	62
3.6	Instrumentos de investigación	63
3.7	Población Objetivo.....	64
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL		65
4.1	Análisis situacional del sector	65
4.1.1	Sector de la Industria de Curtiembre	65
4.1.2	Sector Textil.....	68
4.1.3	Sector de la Industria Papelera	70
4.2	Identificación de principales puntos de mejora de la propuesta:	74
4.2.1	Sector de la Industria de Curtiembre:	74
4.2.2	Sector de la industria Textil:.....	75
4.2.3	Sector de la Industria Papelera:	75
4.3	Unificación de puntos de mejora de la propuesta:	76
CAPITULO V: DISEÑO DE LAS ECOETIQUETAS COLGANTES.....		80
5.1	Consideraciones Iniciales.....	80
5.2	Diseño y Planteamiento de la Propuesta.....	80
5.2.1	Selección de materiales	81
5.2.2	Modelo Experimental / Características de la Propuesta.....	84
5.2.3	Procedimiento / Desarrollo de la propuesta	90
5.3	Características de la ecoetiqueta.....	97
5.4	Evaluación de la propuesta.....	99
5.5	Evaluación de Costos de Fabricación de la ecoetiqueta vs etiqueta convencional.....	108
5.5.1	Costos Asociados a la fabricación de ecoetiqueta y etiqueta convencional	108
5.5.2	Impacto Potencial en el Mercado Textil	113
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		115
6.1	Conclusiones	115
6.2	Recomendaciones.....	116
BIBLIOGRAFÍA:		117

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Ecoetiquetado según ISO 14000</i>	44
<i>Tabla 2: Ventajas y desventajas de las ecoetiquetas</i>	46
<i>Tabla 3: Datos técnicos de la licuadora</i>	52
<i>Tabla 4: Datos de máquina agitadora de turbina</i>	53
<i>Tabla 5: Datos de moldes</i>	53
<i>Tabla 6: Datos de prensa hidráulica</i>	54
<i>Tabla 7: Cuadro resumen de etapas de la investigación</i>	68
<i>Tabla 8: Diagnóstico cuantitativo de la industria de curtiembre</i>	7168
<i>Tabla 9: Situación de la industria textil de Arequipa</i>	7169
<i>Tabla 10: Consumo Per Cápita de papel</i>	71
<i>Tabla 11: Demanda histórica del papel en el Perú y Arequipa</i>	72
<i>Tabla 12: Generación de residuos sólidos papel cartón mensual en el distrito de Arequipa año 2014</i>	73
<i>Tabla 13: Evaluación de puntos de mejora en las industrias</i>	77
<i>Tabla 14: Diseño Plackett-Burman</i>	7785
<i>Tabla 15: Composición de las planchas de cartón</i>	86
<i>Tabla 16: Criterios para las pruebas mecánicas y fisicoquímicas</i>	88
<i>Tabla 17: Plancha A 651510-01</i>	91
<i>Tabla 18: Plancha B 651525-03</i>	91
<i>Tabla 19: Espesor de ecoetiqueta prensada (mm)</i>	98
<i>Tabla 20: Peso de ecoetiqueta</i>	98
<i>Tabla 21: Tamaño de ecoetiqueta</i>	98
<i>Tabla 22: Gramaje de ecoetiqueta</i>	98
<i>Tabla 23: Cuadro comparativo de pruebas físicas</i>	99
<i>Tabla 24: Prueba 1 de litografía y resistencia al agua</i>	101
<i>Tabla 25: Prueba 2 de litografía y resistencia al agua</i>	102
<i>Tabla 26: Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de pruebas de resistencia al agua y resistencia de litografía al agua</i>	103
<i>Tabla 27: Prueba de absorción</i>	104
<i>Tabla 28: Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de cobb</i>	105
<i>Tabla 29: Prueba de adherencia de tinta</i>	106
<i>Tabla 30: Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de prueba de adherencia de tinta</i>	107
<i>Tabla 31: Cuadro comparativo de pruebas físicas</i>	108
<i>Tabla 32: Cálculo de Factor Carga Social</i>	109
<i>Tabla 33: Cálculo de Mano de obra directa</i>	109
<i>Tabla 34: Cálculo de Tasa para Mano de Obra Directa</i>	109
<i>Tabla 35: Cálculo de Costos indirectos de fabricación para una ecoetiqueta</i>	110
<i>Tabla 36: Cálculo de tasa para Costos indirectos de fabricación para una ecoetiqueta</i>	110
<i>Tabla 37: Cálculo de requerimientos para una ecoetiqueta</i>	110
<i>Tabla 38: Cálculo de costos de requerimientos para elaborar una ecoetiqueta</i>	111
<i>Tabla 39: Cálculo de Costos indirectos de fabricación para una etiqueta</i>	111

Tabla 40: Cálculo de tasa para Costos indirectos de fabricación para una etiqueta	111
Tabla 41: Cálculo de requerimientos para una etiqueta.....	112
Tabla 42: Cálculo de costos de requerimientos para elaborar una etiqueta.....	112
Tabla 43: Cálculo de costo de fabricación unitario para una ecoetiqueta.....	112
Tabla 44: Cálculo de costo de fabricación unitario para una etiqueta	113

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Árbol de problemas.....	18
Figura 2: Disposición de los clientes hacia las prendas ecológicas	26
Figura 3: Función de regresión entre la valoración del SGC y costos de desechos y desperdicios	27
Figura 4: Uso kg de emisiones equivalentes de CO2 de unos jeans a lo largo de su ciclo de vida.....	28
Figura 5: Diagrama de flujo del proceso de curtiembre	34
Figura 6: Diagrama de flujo de elaboración de etiquetas convencionales	41
Figura 7: Elementos de una etiqueta convencional que afectan al medio ambiente	43
Figura 8: Diagrama de flujo de elaboración de ecoetiquetas	45
Figura 9: Etapas para obtener ecoetiquetas.....	49
Figura 10: Secuencia de actividades de la revisión bibliográfica.....	50
Figura 11: Secuencia de actividades del diseño y desarrollo de ecoetiquetas.....	51
Figura 12: Licuadora.....	52
Figura 13: Prensa hidráulica.....	54
Figura 14: Secuencia de actividades de validación y evaluación de ecoetiquetas.....	55
Figura 15: Secuencia de actividades del diseño y desarrollo de ecoetiquetas.....	57
Figura 16: Demanda futura de Papel Kraft y bond.....	72
Figura 17: Diagrama de flujo para realizar ecoetiqueta	90
Figura 18: Resultado del licuado.....	91
Figura 19: Aditivo con mezcla resultante	92
Figura 20: Máquina agitadora de turbina.....	92
Figura 21: Mezcla	93
Figura 22: Moldeado	93
Figura 23: Desmoldado de plancha A4	94
Figura 24: Prensado	94
Figura 25: Diseño de ecoetiquetas.....	95
Figura 26: Tinta ecológica.....	96
Figura 27: Corte e impresión de ecoetiqueta.....	96
Figura 28: Puntos de la ecoetiqueta	97
Figura 29: Ecoetiqueta sumergida en agua.....	102
Figura 30: Prueba cobb de ecoetiqueta.....	105

INTRODUCCIÓN

La industria textil, fundamental en la economía global, se enfrenta a crecientes críticas debido a su impacto ambiental negativo. Según la Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), esta industria ocupa el segundo lugar a nivel mundial en términos de contaminación, solo detrás del sector energético (Villemain, 2019). En particular, la región de Arequipa, Perú, destaca por su significativa contribución al Producto Bruto Interno (PBI) a través de la industria textil. Sin embargo, esta prosperidad económica está acompañada de desafíos ambientales graves derivados de prácticas insostenibles.

El modelo de "moda rápida" o "fast fashion", que ha ganado predominancia en la industria textil, exacerba estos problemas. Este modelo se caracteriza por la producción acelerada y la constante rotación de colecciones a precios bajos, lo que ha resultado en un aumento dramático en la generación de residuos textiles. A nivel global, menos del 1% de la ropa se recicla efectivamente, mientras que la mayoría de los desechos textiles se depositan en vertederos o se incineran (Villemain, 2019). En Arequipa, la industria textil sigue siendo dependiente de materiales no renovables, como el poliéster, que emite tres veces más dióxido de carbono que el algodón y contribuye significativamente al cambio climático (Moreira, 2018). Además, las etiquetas convencionales utilizadas en los productos textiles, a menudo fabricadas con materiales de origen virgen que no tienen un ciclo de reutilización y métodos poco sostenibles, agravan aún más este problema.

Para abordar estos desafíos, surgió el concepto de "ecoetiquetas", una solución que buscó mitigar el impacto ambiental asociado con las prácticas actuales de etiquetado en la industria textil. Las ecoetiquetas están diseñadas para informar a los consumidores sobre las características ambientales de los productos y promover prácticas más sostenibles. A diferencia de las etiquetas tradicionales, que utilizan materiales no reciclables y procesos contaminantes, las ecoetiquetas buscan reducir el impacto ambiental al aprovechar materiales reciclados y adoptar métodos de producción más ecológicos (Frutos, 2021).

Este trabajo se centró en el desarrollo de ecoetiquetas colgantes tipo I utilizando residuos reciclados de virutas de cuero y papel bond, como una alternativa sostenible a las etiquetas convencionales en la industria textil de Arequipa. La metodología propuesta incluyó varios pasos clave. Primero, se llevó a cabo un análisis bibliográfico para evaluar la situación actual

del manejo de residuos en las industrias textil, papelera y de curtiembre. Este análisis proporcionó una comprensión del contexto y las oportunidades de mejora en el manejo de desechos.

A continuación, se diseñaron las ecoetiquetas, enfocándose en la utilización innovadora de materiales reciclados. Se desarrolló un proceso de creación que abarcó la definición de criterios de diseño, la selección de materiales y equipos adecuados, y la implementación de prácticas sostenibles en la producción. Para garantizar que las ecoetiquetas cumplan con los estándares ambientales, se realizaron pruebas físicas, mecánicas y fisicoquímicas para validar su funcionalidad y sostenibilidad. Finalmente, se llevó a cabo una evaluación económica para comparar el costo de las ecoetiquetas con el de las etiquetas convencionales, con el objetivo de demostrar que esta propuesta no solo es ambientalmente responsable, sino también económicamente viable.

La novedad de este trabajo radica en la integración de residuos de virutas de cuero y papel bond reciclado en la fabricación de ecoetiquetas para la industria textil. Este enfoque innovador proporciona una alternativa sostenible a las etiquetas convencionales, al tiempo que contribuye a la economía circular al reutilizar materiales que de otro modo serían desechados. Además, se buscó demostrar que las ecoetiquetas pueden ser una opción económica viable, desafiando la percepción de que los productos sostenibles son necesariamente más costosos. Al implementar esta metodología, el estudio no solo ofrece una solución práctica para la región, sino que también establece un modelo que podría ser replicado en otras áreas y sectores, promoviendo así prácticas más responsables y sostenibles en la industria textil a nivel global.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

1.1 Antecedentes generales de las industrias de cuero, papelería y textil

En todo el mundo, la producción de residuos sólidos ha experimentado un aumento significativo, impulsado por el crecimiento de las labores del ser humano, de la población y el desarrollo tecnológico. Esta situación plantea desafíos tanto a nivel social, como económico, pues la gestión adecuada de los residuos se vuelve cada vez más complicada debido a la diversidad y cantidad de desechos generados, la falta de eficiencia del recogido de residuos, el tratamiento final inadecuado, los presupuestos insuficientes destinados a la gestión de residuos, los efectos ambientales, la carencia de involucramiento de la ciudadanía y sus hábitos consumistas. (Saldaña et al., 2013) A lo largo de la historia, las sociedades han dependido de la materia prima, energía y agua para poder desarrollarse. A medida que las comunidades han crecido, la demanda de estos recursos ha aumentado, lo que al mismo tiempo ha conducido a un aumento representativo en la producción de desechos sólidos. Lamentablemente, gran parte de estos residuos son desechados o abandonados sin control alguno, sin que se reconozca su potencial como materias primas aprovechables. (Rendón et al., 2018) Esto ha dado lugar a numerosos impactos ambientales negativos y a que la sociedad actual se enfrente a una realidad preocupante: ausencia de conciencia ambiental en los ciudadanos y tasas altas de producción de residuos sólidos, lo cual ha dado lugar a un problema serio, donde los residuos son arrojados en lugares públicos, ríos, entre otros. Estas prácticas irresponsables tienen graves consecuencias, pues deterioran las condiciones sanitarias en las áreas urbanas y generan problemas de contaminación ambiental y salud pública. Lo que hace evidente que se necesite una acción urgente para abordar este desafío y fomentar el cambio en cuanto a la forma de gestionar los residuos, promoviendo la conciencia y responsabilidad ambiental en toda la sociedad. (Hernández et al., 2023) Sin embargo, la gestión de desechos sólidos es complicada a causa de su composición, pues esta varía en función del lugar de generación y de los hábitos y cultura de la población. (Rendón et al., 2018) La presencia de residuos y contaminación alcanzan a ser considerados señalizadores de ineficiencia del proceso, lo cual se convierte en pérdidas económicas, de recursos, condiciones inadecuadas de trabajo y daños al medioambiente. En general, los contaminantes no son más que recursos que se encuentran fuera de lugar. Las industrias que lo producen son necesariamente menos eficientes porque las tecnologías o procesos que utilizan generan residuos o emisiones contaminantes, es decir, consumen más recursos y energía, lo que los lleva a reducir su nivel de competencia y productividad, lo que origina costos adicionales. (Tejerina et al., 2013) En el Perú, la realidad

económica y legal en cuanto al manejo de los residuos sólidos, es influenciada por diversos factores. En primer lugar, se ha promovido la cultura de clasificar los residuos en el lugar donde se generan (los hogares) a través de programas implementados por diferentes entidades en todo el país. Esta práctica se ha fomentado con la finalidad de mejorar la administración de los residuos y fomentar su valor. Según lo establecido en el artículo 24 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L N° 1501) otorga a Municipalidades el derecho de ejecutar programas de clasificación de residuos sólidos en el lugar de generación y de recolectar selectivamente los residuos dentro de su área de influencia. Al mismo tiempo, se exige fomentar el valor de los residuos y garantizar una correcta gestión final. Siendo importante destacar que los residuos sólidos orgánicos como los inorgánicos poseen un valor económico, pues los residuos orgánicos, luego de pasar por un procedimiento de descomposición y transformación de materia orgánica, pueden ser aprovechados como abono o fertilizante. Por otro lado, los desechos sólidos inorgánicos pueden ser comercializados a compañías o agrupaciones dedicadas al reciclaje, lo que indica que existe un potencial económico en el manejo de los residuos sólidos, en el cual se busca promover su reutilización y reciclaje como una forma de generar ingresos y fomentar la economía circular. Así, se busca no solo cumplir con la normativa legal, sino también aprovechar los recursos disponibles y reducir el efecto medioambiental de los desechos. (Moza, 2021) La curtiembre es una industria que se ocupa de procesar pieles que comúnmente son de ganado, estas son tratadas para convertirse en cuero y ser usadas en prendas de vestir, calzado, tapicería, entre otros. Posterior a la elaboración del cuero quedan productos residuales o subproductos, como los restos de carnaza, sulfuros, grasas, cal, sólidos del pelo, aerosoles sólidos, polvo de curtido, restos de cuero, entre otros. Ello es un aspecto que conlleva a una gran dificultad en la industria de la curtiembre, pues aporta a la contaminación y ante esta demanda, las curtiembres buscan que la producción del cuero sea ambientalmente sustentable, y, por tanto, reducir los grados que están afectando al mundo en general. (Silva & Salinas, 2022) Esta industria genera un efecto considerable en ámbitos como el económico, social y ambiental, tanto por la mano de obra que emplean, los recursos que desplazan y los desechos que originan. Pues, de un total de 300.000 toneladas de pieles que se procesan cada año, sólo el 50% es convertida en cuero; la cantidad restante se convierte en residuos del proceso. (Flores et al., 2013) Hoy en día, al ser la industria de curtiembre una generadora de gran cantidad de residuos sólidos y aguas residuales altamente contaminantes, se requiere de forma necesaria y urgente un correcto procedimiento para los residuos. (Sanchez, 2018) Pues el 20% de los residuos sólidos producidos es de virutas de cuero, originadas por las máquinas “rebajadoras”, las cuales atribuyen igualdad al grosor durante la fase de

“terminación” del cuero curtido al cromo. Ello ocurre porque, a pesar de que se ha mejorado los aspectos tecnológicos en esta industria, sus máquinas homogeneizadoras no logran el uniforme espesor que se desea, por lo que se tiene que realizar necesariamente una rectificación del material, siendo esto lo que origina un considerable volumen de virutas de cuero. (Flores et al., 2013) Por lo cual, se efectúan esfuerzos para perfeccionar los procesos, con el propósito de ejecutar las llamadas “tecnologías limpias”. Ante la imposibilidad de llegar a este propósito se llevan a cabo actividades que le dan valor a los residuos para recircularlos, con el fin de modificarlo en productos, materia prima o para darles un adecuado acondicionamiento para disponerlos en rellenos sanitarios. (Flores et al., 2013) Por ende, con el objetivo de brindar valor a la viruta de cuero, se plantea usarla como una de las principales materias primas para fabricar una ecoetiqueta.

La industria papelera es otra que también genera una cantidad grande de residuos sólidos, pues el cartón y papel componen 90% de los residuos de las oficinas, además son estos uno de los lugares que más papel usan, por lo que resultan ser excelentes áreas para obtener papel bond reciclado. (Aldana et al., 2022) Esta industria fabrica una extensa diversidad de artículos papeleros. Bajo el nombre general de “papel” abarca una amplia gama de artículos con variedad de usos. Existe un modelo de papel para cada finalidad, desde los tipos más populares como los llamados “papeles gráficos” (que incluyen papel de escritura, de prensa y de impresión), papel sanitario e higiénico y los usados en la elaboración de embalajes y envases, hasta una gran cantidad de papeles especiales. (Asociación hispánica de historiadores del papel, 2013) El papel es uno de los productos más usados para diversas funciones de las labores de oficina en las empresas, este producto al ser el más usado también es uno de los que se busca sea más reciclado, es por ello que se requiere que estos papeles de oficina que están en desuso se reciclen. Reciclando el papel disminuye la cantidad de desperdicios que se origina y al ser un material que se deja expuesto al entorno, varios de los químicos que lo componen (como el cloro), son los que acaban contaminando el ecosistema. (Zea, 2021) Por ello la industria del papel se encuentra realizando enormes esfuerzos por introducir diversas alternativas sostenibles y así disminuir el impacto ambiental que causa el desecho de sus productos. (Redes, 2018)

Si bien, el avance de la industrialización ha generado una mejora en la calidad de vida de las sociedades al ofrecer nuevos productos y procesos más complejos, este desarrollo también ha llevado al incremento en la producción de desechos, lo cual ha dado lugar a críticas y a una imagen negativa. Pese a que estos residuos no son el enfoque original de la transformación industrial, podrían tornarse en materia prima para diferentes productos. Actualmente, existen

pocas alternativas económicas y sociales para aprovechar los residuos, lo que conduce a un manejo deficiente y a la degradación de los recursos naturales. En la actualidad, las industrias mencionadas son apreciadas no solo por su desempeño económico, sino también por la conexión que tienen con el medio ambiente. La protección ambiental ya no es simplemente una obligación sujeta a sanciones o multas, sino que representa amenazas y oportunidades que podrían influir en su estadia en el mercado. Por lo tanto, es crucial utilizar sus residuos de manera eficaz, económica y ecológicamente racional. Pues debido a la creciente inquietud ambiental de la sociedad, las industrias deben ser sensibles a los temas ambientales y producir de manera sostenible. Lo que lleva a la necesidad de buscar convertir sus residuos en productos útiles de mayor valor agregado. (Cury et al., 2017) Por ello se busca aprovechar el valor económico de los residuos impulsando así una gestión más sostenible y responsable. (Moza, 2021)

Por lo tanto, para disminuir el efecto perjudicial con el medio ambiente, es imperativo aprovechar los desechos generados por las industrias mencionadas, cumplir con las leyes de gestión de residuos, aportar a la sociedad con acciones concretas para lograr un manejo eficiente, sostenible y responsable de los residuos, y a la economía al aprovechar el valor económico de los residuos de viruta de cuero y papel reciclado a través de su venta y uso como materia prima, logrando así generar una gestión más sostenible y responsable. De este modo, el presente trabajo de investigación se planteó luego de reconocer una gran oportunidad para utilizar los residuos mencionados, generando nuevas alternativas sostenibles para ser utilizadas en el sector textil, concretamente en el desarrollo de ecoetiquetas colgantes tipo I a partir de residuos generados de viruta de cuero y papeles bond reciclados para la etapa de etiquetado de prendas en la industria textil de la moda de la región Arequipa.

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Identificación del Problema

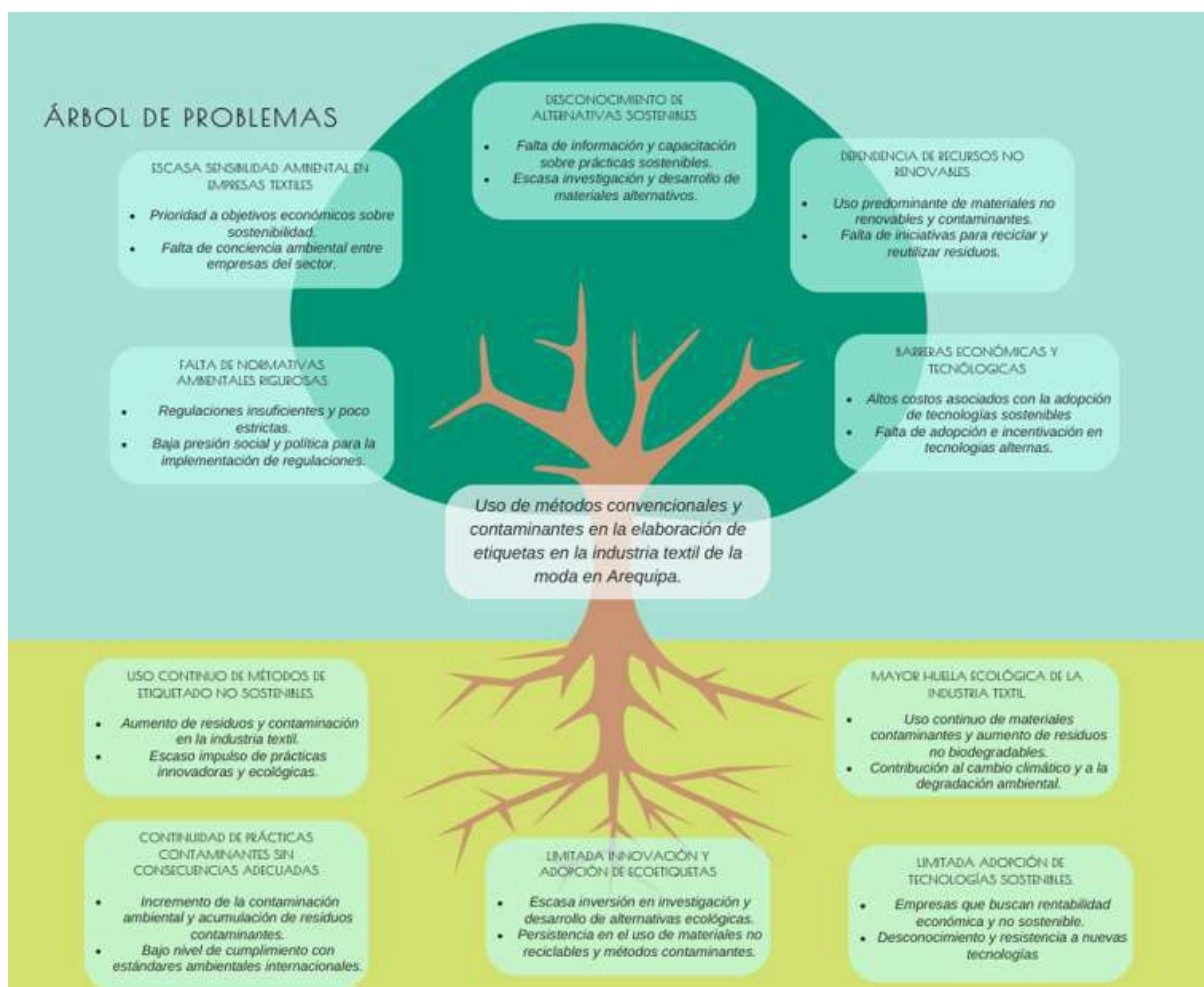
Cuando se piensa en las industrias que generan una huella perjudicial al medio ambiente, se suelen mencionar las industrias como la de manufactura, transportes, alimentaria e inclusive la de energía. No obstante, según la Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la industria de la moda ocupa el segundo puesto en cuanto a las principales fuentes de contaminación a nivel mundial. (Villemain, 2019) A nivel global, se recicla como prenda de vestir menos del 1 % de ropa, debido en gran parte a tecnologías inadecuadas. Desde 1996, la cantidad comprada de ropa por individuo incrementó un 40% por

el intenso descenso de precios, lo que ha significado acortar la vida útil de las prendas de vestir. Las personas adquieren aproximadamente 26 kg de prendas textiles y descartan alrededor de 11 kg anualmente. La ropa usada puede reciclarse, pero la mayor parte (87%) se deposita en vertederos o se incinera. (Parlamento Europeo, 2020) En Perú, la industria textil representa la tercera actividad con mayor aporte al PBI. Pues son alrededor de 400 mil empleos directos los que genera. Además, por su valiosa conexión con otras industrias o sectores tales como ganadero, agrícola, fibras manufactureras, químicos y plásticos originan 900 mil empleos indirectos en la economía. (Sociedad Nacional de Industrias, 2021)

Actualmente, aproximadamente el 60% de los tejidos de las industrias textiles se elaboran partiendo del petróleo, siendo el poliéster el material comúnmente más utilizado, el cual emite aproximadamente tres veces más dióxido de carbono que el algodón, impurificando así la atmósfera y originando un efecto ambiental al planeta. (Moreira, 2018) Hoy en día se ha dado origen a un nuevo modelo que está empezando a dominar el sector, el cual es el de “moda rápida”, que promete a los clientes constantes variedades de colecciones a precios muy económicos, motivando así a comprar y tirar prendas de vestir a menudo. (Villemain, 2019) Esta nueva tendencia, la popular “fast fashion”, también es considerada como la moda de baja calidad, moda rápida y moda barata, la cual está haciendo que el efecto medioambiental ocasionado por la industria textil crezca desenfrenadamente, al originar un sin fin de residuos textiles que acaban en el vertedero o incinerados, porque escasamente son reciclados. Como consecuencia, la elaboración de los artículos de vestir se ha duplicado entre los años 2000 a 2014 y diversos especialistas, dentro de ellos especialistas de las Naciones Unidas, sostienen que este nuevo modelo es el causante de una extensa serie de reacciones negativas para el ámbito económico, ambiental y social, y destacan el valor de asegurar que la ropa sea fabricada de una forma cada vez más sostenible y ética posible. (Organización de Consumidores y Usuarios, 2022) Por otra parte, está incorporándose una nueva preferencia de moda llamada “Slow fashion”, un modelo donde los compradores están mostrando interés por proteger al medio ambiente, valorar los artículos bien elaborados y comprender el detrás de la fabricación de esto. Indistintamente del favoritismo por el que los clientes puedan optar en cuanto a las diferentes tendencias, es necesario que ellos comprendan sobre las tendencias. (Mihanovich, 2021) Como ciudadanos globales desempeñamos un papel significativo. Cada vez nos volvemos más responsables en relación a lo que consumimos y los días en que se compraba solo por estar a la moda van quedando atrás. Por ello, mientras más informados se encuentren los consumidores, la industria se verá obligada a ajustarse a las demandas del consumidor y sólo acabando con la cultura del desperdicio se logrará realmente que la industria de la moda

sea sostenible. Si se fomentará un cambio en la manera del uso de alternativas sostenibles en la industria textil, en la manera de un adecuado cuidado de las prendas de vestir y las campañas de reciclado, se lograría un efecto superior para reducir y mitigar el impacto ambiental. (Villemain, 2019) Uno de los procesos que supone un gran impacto medioambiental en la industria textil, es el de la etapa de etiquetado, el cual es necesario detener. Por consiguiente, se han comenzado a desarrollar y fomentar alternativas numerosas para obtener procesos textiles mucho más respetuosos con el medioambiente. (Frutos, 2021) En estos últimos años se han ido fomentando opciones para las formas de elaboración convencionales que busquen alcanzar productos textiles menos contaminantes, como lo es el evitar el uso de productos contaminantes que generen consecuencias que perjudican al planeta y a la humanidad. (Villemain, 2019)

Figura 1:
Árbol de problemas



El árbol de problemas presentado revela que la industria textil enfrenta desafíos significativos debido al uso de métodos tradicionales en la elaboración de etiquetas. Estos problemas, que afectan tanto a la salud pública como al medio ambiente, se agravan por la falta de conciencia ambiental, regulaciones insuficientes y el acceso limitado a tecnologías sostenibles. Para superar estos desafíos, es crucial implementar políticas más estrictas, fomentar la educación ambiental y destacar que existen alternativas ecológicas que pueden ser eficientes en costos, fáciles de adoptar para los consumidores y beneficiosas para la sostenibilidad. Estas acciones no solo mejorarán la competitividad de la industria, sino también su sostenibilidad a largo plazo.

Por ello, a partir de lo expuesto, el problema que se desea solucionar en el presente trabajo es el uso de métodos convencionales y contaminantes para la elaboración de etiquetas utilizadas en la industria textil de la moda de la región Arequipa.

1.1.2 Formulación del Problema

¿Cómo reemplazar los métodos convencionales y contaminantes para la elaboración de etiquetas utilizadas en la industria textil de la moda de la región Arequipa?

1.1.3 Descripción del Problema

Partiendo de la problemática encontrada en la industria textil de la moda en la Región de Arequipa se identifican cinco principales causas del problema: En primer lugar, existe una escasa sensibilidad hacia los problemas ambientales por parte de las empresas. Esta falta de conciencia se debe a varios factores, como la carencia de conciencia ambiental y la priorización de objetivos económicos de corto plazo. Esta falta de sensibilidad lleva a que las empresas no presten la debida atención a los efectos de sus prácticas en el medio ambiente, ya que su enfoque principal está en maximizar sus ganancias sin considerar los impactos negativos que generan. (Larios, 2019) En segundo lugar, se destaca la falta de normativas ambientales rigurosas en la industria de la moda, como un segundo aspecto relevante. Pese a que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) afirmó que esta industria contribuye con el 10 % de las emisiones globales anuales de gases de efecto invernadero (Villemain, 2019), aún no se han implementado regulaciones adecuadas para abordar esta problemática. Aunque existen algunas regulaciones y normativas, estas suelen ser laxas y poco aplicadas. Esto permite que se lleven a cabo prácticas no sostenibles sin consecuencias legales significativas. La falta de regulaciones más rigurosas es resultado de la falta de presión social y política para su implementación, así como de la influencia de la industria en la formulación de políticas.

(González & Sánchez, 2019) En tercer lugar, hay un desconocimiento generalizado de alternativas sostenibles para la producción en la industria textil. La falta de información y conocimiento sobre prácticas más respetuosas con el medioambiente dificulta que las compañías adopten dichas alternativas. Esto se debe a la falta de investigación y desarrollo de tecnologías y procesos sostenibles, así como a la falta de difusión de buenas prácticas y ejemplos exitosos en la implementación de modelos sostenibles en la industria (Carrera-Gallissá, 2017). En cuarto lugar, se evidencia una dependencia de recursos no renovables para la fabricación de textiles y prendas de vestir. Según un estudio de Larios (2019), la gran mayoría de la industria textil emplea aproximadamente el 97 % de materias primas provenientes de recursos naturales no utilizados previamente, mientras que solo el 2 % proviene de fuentes recicladas. Esta situación se debe en gran parte a su dependencia de materiales como el algodón y el petróleo, los cuales son limitados y no renovables, además de ocasionar considerables impactos ambientales durante su extracción y procesamiento. Esta dependencia se debe en parte a la disponibilidad y las características físicas de estos materiales, pero también a la falta de financiación en la investigación y desarrollo de materiales alternativos y sostenibles (Villemain, 2019). Por último, se enfrenta un limitado acceso a tecnologías e infraestructura apropiada para la implementación de métodos sostenibles en la industria textil de la moda. Las tecnologías y las infraestructuras necesarias para implementar procesos más sostenibles suelen requerir inversiones significativas, tanto en términos económicos como en conocimientos técnicos. Las empresas de menor tamaño pueden tener dificultades para acceder a estas tecnologías y recursos debido a barreras financieras y falta de capacitación especializada (Roffé & Ignacio, 2024). Los efectos derivados del problema identificado son diversos. En primer lugar, la producción intensiva y las prácticas poco sostenibles en la industria textil de la moda han ocasionado un incremento en la contaminación. Estas circunstancias pueden acarrear serias repercusiones en relación a la salud de los empleados, compradores y el medio ambiente en su conjunto. La exposición a sustancias perjudiciales y la liberación de contaminantes en el suelo, aire y agua pueden dar lugar a enfermedades respiratorias, trastornos cutáneos y daños ambientales significativos (González & Sánchez, 2019). En segundo lugar, la carencia de alternativas respetuosas con el medio ambiente en la industria ha promovido la adopción de métodos convencionales y contaminantes. La falta de conciencia ecológica y la escasa implementación de prácticas sostenibles han perpetuado el uso de materiales y procesos que generan un impacto perjudicial en el entorno. Como resultado, se aporta a la degeneración de los recursos naturales y a la acumulación de residuos no biodegradables (Larios, 2019). En tercer lugar, la ausencia de materiales y el incremento de los precios de los recursos no

renovables afectan negativamente la rentabilidad de las empresas textiles. La dependencia de estas fuentes limitadas y costosas de materias primas crea una situación de vulnerabilidad en la industria, ya que cualquier fluctuación en los precios puede generar un efecto considerable en los costos de producción. Esto puede llevar a una disminución de la competitividad y a dificultades para complacer la demanda de los clientes (Carrera-Gallissá, 2017). En cuarto lugar, la falta de competitividad en el mercado global hace que la industria textil de la moda se enfrente a una fuerte competencia a nivel internacional, y las empresas que no adopten prácticas sostenibles corren el riesgo de quedar rezagadas. La falta de innovación y la ausencia de una ventaja competitiva basada en la sostenibilidad pueden limitar el crecimiento económico y tecnológico (Villemain, 2019). Por último, la escasa oferta de productos textiles sostenibles en el mercado conduce a una demanda insatisfecha por parte de los consumidores conscientes del medio ambiente, donde cada vez más consumidores buscan opciones más sostenibles y éticas. La falta de productos textiles que cumplan con estos criterios genera una disparidad entre la oferta y la demanda, lo que impide el desarrollo de un mercado más sostenible y limita las oportunidades de crecimiento para las empresas comprometidas con prácticas responsables (Wajcman, 2014).

En consecuencia, se quiere abordar estos efectos y buscar soluciones que promuevan prácticas más sostenibles en la industria textil de la moda en la región. Por ello, el presente trabajo implica la elaboración de ecoetiquetas para solucionar el problema expuesto, buscando reemplazar el uso de métodos convencionales y contaminantes en la elaboración de etiquetas en la industria textil de la moda de la región Arequipa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar ecoetiquetas colgantes tipo I a partir del aprovechamiento de residuos de manera sostenible de virutas de cuero y papel bond reciclado para ser utilizado en la industria textil de la moda en la región Arequipa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar bibliográficamente la situación actual del manejo de residuos en la industria de curtiembre, papelera y de las etiquetas en la industria textil.
- Diseñar una ecoetiqueta colgante tipo I a partir de los residuos de viruta de cuero y papel bond reciclado.

- Desarrollar un proceso de creación de ecoetiquetas colgantes de tipo I, que abarque establecer criterios de diseño y seleccionar los materiales y equipos adecuados.
- Validar y evaluar el producto final mediante pruebas físicas, mecánicas y fisicoquímicas para garantizar su cumplimiento con los criterios de una ecoetiqueta.
- Evaluar económicamente el desarrollo de las ecoetiquetas colgantes tipo I.

1.3 Justificación del Trabajo

1.3.1 Justificación Ambiental

El presente trabajo plantea una alternativa ambientalmente sostenible para abordar el desperdicio de residuos en la industria papelera y curtiembre. La propuesta se fundamenta en la reutilización de estos desechos como materia prima para la fabricación de etiquetas recicladas, específicamente ecoetiquetas colgantes tipo I, utilizadas en la industria textil de la moda. Esta alternativa busca generar un enfoque sostenible que promueva la reducción y aprovechamiento de desechos, disminuya la demanda de recursos naturales y contribuya a la conservación del medioambiente. Pues, en primer lugar, al reutilizar los residuos de la industria papelera y curtiembre como materias primas en la producción de etiquetas ecoamigables, se evita que estos desechos terminen en vertederos o sean incinerados, lo cual ayuda a disminuir la contaminación del suelo, agua y aire. Al aprovechar estos residuos existentes, se minimiza la necesidad de extraer y procesar nuevos recursos, disminuyendo así el impacto ambiental asociado a su producción. Además, al promover la producción de ecoetiquetas, se fomenta la adopción de prácticas más sostenibles en la industria textil de la moda, dado que, estas etiquetas representan una alternativa ecoamigable a comparación de las etiquetas convencionales y ello debido a que se fabrican a partir de materiales reutilizados y reducen la demanda de recursos naturales. De esta manera, se busca reducir la huella ambiental de las industrias mencionadas.

1.3.2 Justificación Económica

El trabajo busca obtener una etiqueta ecológica y comparar su costo en el mercado con el de las etiquetas convencionales, para así demostrar que esta propuesta aparte de ser amigable con el medio ambiente y de darle una segunda oportunidad a los residuos, es más económica en comparación con las etiquetas convencionales, pues se busca incentivar a las empresas a adoptar estas ecoetiquetas como una opción rentable y sostenible, promoviendo así prácticas más responsables desde la perspectiva económica y ambiental. Un aspecto clave de esta propuesta es el aprovechamiento de los residuos de la industria papelera y curtiembre. Estos

residuos, en lugar de ser descartados o sometidos a procesos costosos de gestión y disposición, se utilizarán como materia prima para la elaboración de ecoetiquetas, por lo que, al emplear estos residuos en lugar de adquirir nuevos materiales, se reducen los costos asociados con la adquisición y transporte de insumos, lo que se refleja en los costos más bajos para la producción de ecoetiquetas. Además, se disminuye la dependencia de recursos naturales y se evita la necesidad de extraer y procesar nuevos materiales, lo cual también se traduce en ahorros económicos. La obtención de materiales reciclados suele requerir menos energía y recursos en comparación con la producción de materiales nuevos, lo que contribuye también a reducir los costos de operación. Otro factor que es importante considerar es la demanda creciente de productos sostenibles por parte de los consumidores, pues existe una tendencia hacia la preferencia de productos que demuestren un compromiso ambiental sólido. Esto puede generar mayores ingresos, mejorar la rentabilidad de las empresas que adopten estas ecoetiquetas y evitar costos asociados con la gestión y disposición de desechos. Sumado a ello, la implementación de prácticas sostenibles en la cadena de suministro, como la utilización de ecoetiquetas, puede resultar en ahorros significativos a largo plazo en términos de costos de gestión de residuos y posibles multas o sanciones relacionadas con la contaminación ambiental.

1.3.3 Justificación Social

Este trabajo tiene como fin ofrecer a las personas una alternativa sostenible para que, en vez de botar los residuos, lo usen o comercialicen potencialmente como materia prima, ya que, al hacerlo, se promueve la idea de aprovechar los recursos existentes y reducir el desperdicio, alentando a las personas a adoptar prácticas más sostenibles y contribuir a la economía circular y a la preservación del medioambiente. Una de las principales ventajas sociales de esta propuesta es la creación de oportunidades económicas y comerciales, pues al incentivar a las personas a utilizar y comercializar los residuos como materia prima, se generan nuevas posibilidades de empleo y emprendimiento. Además, esta propuesta promueve la participación activa de los ciudadanos en la transición hacia prácticas más sostenibles, pues al brindar a las personas la oportunidad de ser parte del proceso de reutilización de los residuos, se fortalece su sentido de responsabilidad ambiental y se promueve una mayor conciencia sobre la importancia de reducir el desperdicio y preservar los recursos naturales.

1.3.4 Justificación Metodológica

El trabajo cuenta con una justificación metodológica basada en el desarrollo de una metodología amigable, la cual asegura el cumplimiento de los estándares de calidad y

sostenibilidad, ya que, esta investigación propone desarrollar ecoetiquetas colgantes tipo I a partir de residuos de papel y cuero, dirigidas a la industria textil, papelera y de curtiembre. Además, se establecen criterios de diseño que cumplen con estándares ambientales, incluyendo la elección de materiales sostenibles, tintas ecológicas y prácticas de producción responsables.

Asimismo, se seleccionaron materiales reutilizados, como residuos de papel y cuero, promoviendo la reducción de desechos y la reutilización de materias primas. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad industrial, sino que también optimiza el uso de recursos y minimiza el impacto ambiental, justificando así la elección de nuestra metodología para el desarrollo de ecoetiquetas. Con esta propuesta, buscamos no solo cumplir con los estándares de sostenibilidad, sino también sentar las bases para futuras investigaciones y aplicaciones industriales en la creación de productos más amigables con el medio ambiente.

1.4 Alcance del Trabajo

1.4.1 Delimitación Temática

El presente trabajo de investigación se encaminó a desarrollar ecoetiquetas colgantes tipo I en la industria textil de la moda a partir del aprovechamiento de residuos de las industrias de curtiembre y papelera. Así mismo se abarcó desde la identificación de los residuos, pasando por la validación y evaluación del producto obtenido, así como la evaluación económica para el desarrollo de ecoetiquetas.

1.4.2 Delimitación Espacial

El estudio se realizó en los laboratorios situados en la Universidad Católica San Pablo.

1.4.3 Alcance Temporal

La investigación se desarrolló a partir de agosto del año 2023 hasta noviembre del mismo año.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO

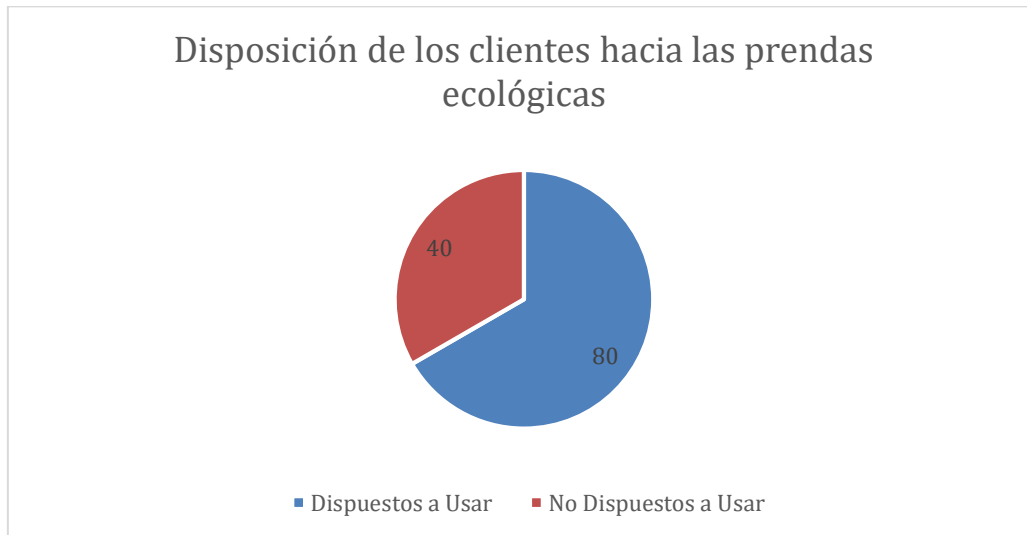
2.1 Antecedentes de Investigación

Para ahondar en el trabajo de investigación es necesario revisar los antecedentes que lo sustentan. Para ello, estos se presentarán de lo más general a lo más específico, comenzando por los antecedentes generales relacionados con el concepto de sostenibilidad en la industria textil. Posteriormente, se abordarán los antecedentes específicos sobre el aprovechamiento sostenible de residuos orgánicos en la industria textil, así como el uso e importancia de ecoetiquetas en esta industria. De esta manera, se pretende brindar una perspectiva amplia y detallada sobre el tema a desarrollar.

Gérard Wajcman (2014) argumenta que la moda sostenible y la alta costura pueden coexistir en un equilibrio que respete tanto la creatividad como el impacto ambiental. El autor subraya la importancia de un enfoque integral que abarque todo el ciclo de vida de las prendas, más allá de las prácticas de producción. Para apoyar su posición, menciona prácticas sostenibles adoptadas por algunos diseñadores, como el uso de materiales orgánicos, la reducción de residuos y la reutilización de prendas. También enfatiza la relevancia de diseñar ropa de alta calidad que perdure en el tiempo. Wajcman examina la influencia de la publicidad y el marketing en la percepción de las prácticas sostenibles en la moda y propone soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos actuales del sector. La figura 1 se resumen los resultados de una encuesta citada en su artículo, se revela que un 80% de los consumidores están dispuestos a usar prendas ecológicas, aunque el 40% restante muestra reticencias, lo que resalta la necesidad de estrategias de sensibilización. En conclusión, este artículo defiende la coexistencia equilibrada entre la moda sostenible y la alta costura, enfatizando la necesidad de un enfoque integral que considere todo el ciclo de vida de las prendas. Estos principios son cruciales para investigaciones como la nuestra, ya que ayudan a sustentar y promover un desarrollo más sostenible en la industria textil local.

Figura 2:

Disposición de los clientes hacia las prendas ecológicas

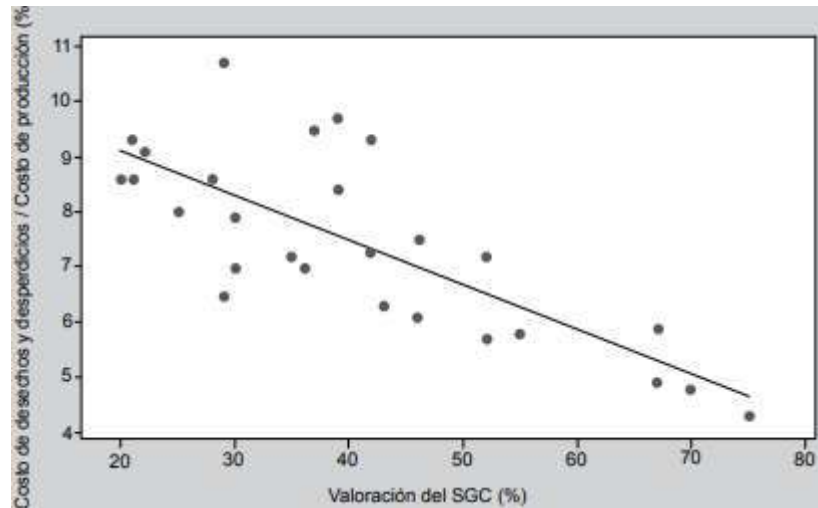


Nota. Adaptado de “Alta costura con tendencia ecológica. Revista Convicciones”, por G. Wajcman, 2014.

Bonilla Pastor (2015) analizó la gestión de calidad en las micro y pequeñas empresas (MYPES) del sector textil peruano, centrándose en su relación con los costos de desechos y desperdicios. La figura 2 muestra como el autor mediante una ecuación de regresión y la técnica Delphi, identificó once aspectos clave de gestión, destacando que "la eficacia de la gestión de la calidad influye directamente en los niveles de desechos y desperdicios", con una calificación de 4.6 en la escala de Likert. Más del 50% de los expertos coincidieron en que el compromiso de la dirección y la competencia del personal son fundamentales para la productividad y calidad en las MYPES de confección. Los resultados indicaron una correlación positiva entre la gestión de calidad y la reducción de costos por desperdicios, resaltando que una gestión de calidad efectiva es esencial para mejorar la eficiencia y competitividad, además de minimizar el impacto ambiental. Se identificaron prácticas como el control de procesos, la capacitación del personal y la mejora continua como estrategias clave. Las conclusiones revelaron una fuerte correlación inversa entre la valoración de la gestión de calidad y los costos por desechos, subrayando la necesidad de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) robusto que optimice la eficiencia y contribuya a la sostenibilidad del sector. Las recomendaciones de Bonilla Pastor son particularmente relevantes para la investigación sobre ecoetiquetas colgantes tipo I en Arequipa, al proponer estrategias para mejorar la gestión de residuos y reducir el impacto ambiental en la industria textil.

Figura 3:

Función de regresión entre la valoración del SGC y costos de desechos y desperdicios

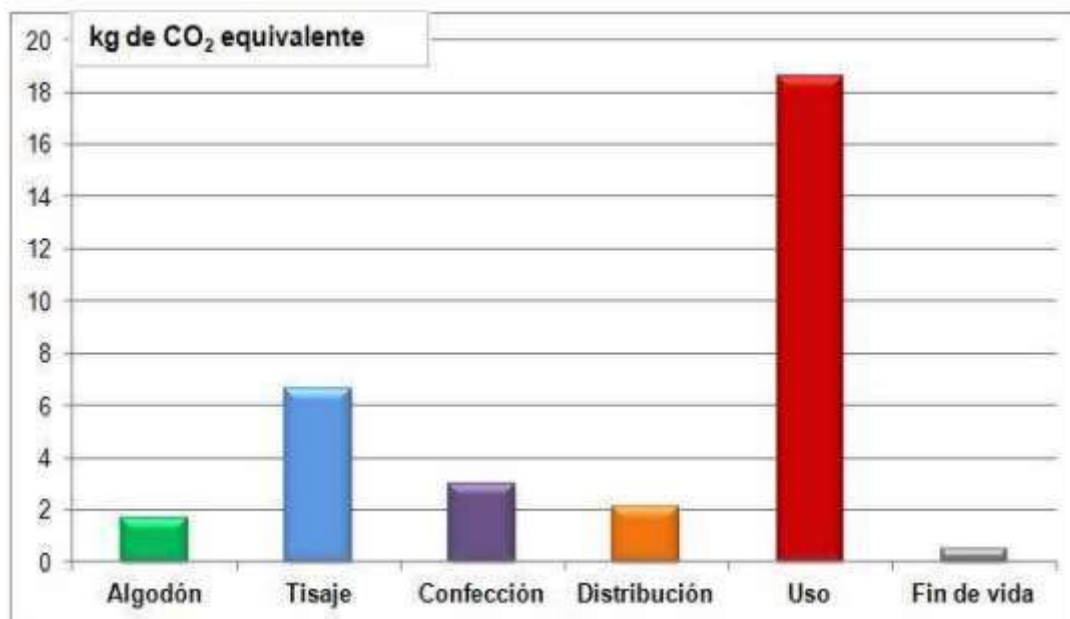


Nota. Adaptado de “La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil”, por B. Pastor, 2015.

Carrera-Gallissà (2017) enfatiza la importancia de promover la sostenibilidad en la industria textil, identificando los desafíos que enfrenta para lograrlo. A través de una combinación de revisión de literatura y estudios de casos, el autor señala que el sector tiene un alto impacto ambiental debido al uso intensivo de recursos, la emisión de gases de efecto invernadero y la generación de residuos. La figura 3, muestra que se utilizan combustibles fósiles tanto en la obtención de fibras naturales como en el proceso textil, con un consumo energético mayor en el uso doméstico de algunas prendas. También menciona el impacto del transporte de materias primas, que contribuye significativamente a las emisiones de CO₂. Este artículo propone estrategias sostenibles como la ecoeficiencia, el diseño sustentable y la economía circular, respaldadas por casos de éxito. Sin embargo, las empresas enfrentan retos como la falta de incentivos económicos y compromiso limitado de los actores clave. Carrera-Gallissà subraya que es crucial que las empresas no solo adopten estas prácticas, sino que también eduquen a los consumidores sobre su impacto ambiental. En resumen, para avanzar hacia una industria textil más sostenible, es vital superar estos desafíos a través de innovaciones tecnológicas y cambios en los hábitos de consumo, lo cual es relevante para investigaciones sobre residuos en la industria textil, curtiembre y papelera, promoviendo la aceptación de ecoetiquetas sostenibles.

Figura 4:

Uso kg de emisiones equivalentes de CO₂ de unos jeans a lo largo de su ciclo de vida



Nota. Adaptado de “Los retos sostenibilistas del sector textil”, por Carrera-Gallissà, 2017.

Barreira Rodríguez (2017) analiza el impacto del etiquetado social en la competitividad empresarial, centrándose en el sello de calidad "Made in Green". A través de un análisis de contenido de empresas españolas que obtuvieron este sello, se evaluó su ventaja competitiva, que certifica el compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad social. Los resultados muestran que el sello puede mejorar la percepción de las empresas como éticas y responsables, influyendo positivamente en su competitividad. Sin embargo, se identificaron deficiencias en su implementación, resaltando la necesidad de mayor transparencia y comunicación efectiva para maximizar sus beneficios. El artículo ofrece una perspectiva sobre cómo el etiquetado social afecta la competitividad, siendo relevante para el marketing sostenible y la responsabilidad social corporativa. El sello "Made in Green" se presenta como una herramienta valiosa para las empresas que desean destacar su compromiso, aunque su efectividad depende de una implementación clara y coherente. La investigación también destaca la importancia de regulaciones y monitoreo efectivos, proporcionando insights para entender cómo las ecoetiquetas colgantes tipo I pueden promover prácticas sostenibles y mejorar la reputación en la industria textil de Arequipa.

Reyes Rojas (2018) examina en su artículo el impacto de las ecoetiquetas en el medio ambiente y las organizaciones, utilizando una metodología que combina fuentes bibliográficas y entrevistas con expertos en el tema. Su investigación se centra en el potencial de las ecoetiquetas para contribuir a la sostenibilidad ambiental y mejorar la reputación de las organizaciones. A través de una revisión exhaustiva de la literatura y un análisis detallado de los certificados de ecoetiquetas, se evalúa cómo estas etiquetas promueven prácticas sostenibles. Los resultados destacan que las ecoetiquetas pueden tener un efecto positivo tanto en la preservación del medio ambiente como en la mejora de la imagen corporativa. Además, se demuestra que desempeñan un rol fundamental en la educación de los consumidores acerca del impacto ambiental de los productos y servicios que adquieren. Esto sugiere que, al elegir productos etiquetados, los consumidores pueden tomar decisiones más informadas y responsables. El artículo proporciona una visión completa y rigurosa sobre el impacto de las ecoetiquetas, siendo relevante para investigadores y profesionales del marketing que desean entender mejor cómo estas etiquetas pueden facilitar el cuidado del medio ambiente y fortalecer la reputación organizacional. Este estudio no solo ofrece insights valiosos sobre la funcionalidad de las ecoetiquetas, sino que también resalta su importancia en el contexto de las estrategias sostenibles y la responsabilidad social empresarial. En conjunto, la investigación es invaluable para quienes buscan implementar prácticas que promuevan la sostenibilidad en sus organizaciones.

Larios (2019) aborda en su artículo los desafíos de sostenibilidad que enfrenta la industria textil y propone soluciones para superarlos. Resalta la necesidad de implementar prácticas sostenibles en la fabricación, minimizar el impacto ambiental y colaborar a lo largo de la cadena de suministro para lograr una producción de moda más transparente. También enfatiza la importancia de educar y sensibilizar a los consumidores sobre la sostenibilidad, así como de buscar nuevas tecnologías y medios de transporte que reduzcan el impacto ambiental de la industria. El artículo ofrece una visión general de los problemas de sostenibilidad en la moda y sugiere estrategias para promover prácticas más responsables. Larios menciona siete estrategias propuestas por Green Strategy, que incluyen la fabricación basada en la demanda, prácticas respetuosas con el entorno, diseños de alta calidad y atemporales, la adquisición de artículos de segunda mano, y la aplicación de los principios de las cuatro R: reemplazar, reducir, redirigir y repensar. Finalmente, Larios destaca la relevancia de la sostenibilidad y la innovación tecnológica, elementos esenciales para el desarrollo de ecoetiquetas colgantes tipo I a partir de residuos de curtiembre y papelera en Arequipa. Este enfoque contextualiza la

investigación actual sobre la integración de prácticas sostenibles en la industria textil mediante el uso de materiales reciclados.

Callejo-Rodríguez (2019) investiga cómo perciben los consumidores la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en el sector textil y el impacto de las etiquetas sociales en sus decisiones de compra. Mediante una encuesta en línea, la autora recopila datos que revelan actitudes positivas hacia la RSE y una influencia significativa de los sellos sociales en el comportamiento de compra. Sin embargo, se observan discrepancias entre lo que los consumidores declaran y sus acciones reales. El estudio destaca la conciencia de los consumidores sobre la RSE y el impacto positivo de los certificados de sostenibilidad. En resumen, el artículo proporciona una visión detallada sobre cómo las actitudes hacia la RSE y el etiquetado social afectan el comportamiento del consumidor en el mercado textil. Es útil para investigadores y profesionales del marketing que buscan entender la influencia de estas etiquetas y cómo pueden mejorar la competitividad empresarial. Además, el estudio es relevante para investigaciones ecoamigables, ya que muestra cómo los consumidores valoran la RSE y cómo los sellos sociales pueden impactar sus decisiones, aunque resalta la necesidad de alinear mejor las prácticas empresariales con las expectativas de los consumidores en términos de responsabilidad social y ambiental.

González y Sánchez (2019) analizan la sostenibilidad en la industria textil y de la moda, destacando la paradoja entre la creciente conciencia sobre la necesidad de prácticas sostenibles y los posibles impactos negativos de estas. Los autores debaten la falta de consenso sobre la definición de "sostenibilidad" en el sector, subrayando la importancia de un enfoque integral que incluya la reducción de residuos, la eficiencia energética, y la responsabilidad social y ética en la producción. El artículo también examina las prácticas actuales en sostenibilidad dentro del sector, enfatizando la necesidad de mayor transparencia y responsabilidad por parte de las empresas. En conclusión, proponen un enfoque holístico y ético para abordar los desafíos de la sostenibilidad en la industria textil. Utilizando una metodología basada en la revisión de literatura y la observación de prácticas empresariales, esta investigación aporta un marco teórico que respalda la integración de prácticas sostenibles en la cadena de suministro textil. La perspectiva de González y Sánchez refuerza el enfoque ético y ambiental de las ecoetiquetas, facilitando su aceptación en un mercado cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

Silva-Martínez (2021) examina el concepto de moda sostenible y su interrelación con la sociedad y la economía, argumentando que va más allá de la producción ecológica, abarcando también prácticas sociales justas y responsables. A través de un análisis exhaustivo de la literatura, la autora explora ejemplos de prácticas sostenibles en diversas culturas y contextos socioeconómicos, destacando que la moda sostenible promueve la producción local, la selección cuidadosa de materiales y la transparencia en la cadena de suministro. El artículo sostiene que la moda sostenible puede abordar tanto los problemas ambientales como los sociales inherentes a la industria, beneficiando no solo al medio ambiente, sino también promoviendo la justicia y equidad social, lo que mejora la calidad de vida de quienes participan en la cadena de suministro. Silva-Martínez subraya la importancia de adoptar prácticas socialmente responsables y proporciona ejemplos prácticos de su integración con la moda sostenible. Además, insta a continuar la investigación en este campo, especialmente en la incorporación de prácticas justas en la cadena de suministro. En resumen, el estudio enfatiza la necesidad de un enfoque integral en la moda sostenible, que incluya consideraciones ambientales y sociales, fortaleciendo así la investigación sobre ecoetiquetas colgantes tipo I y resaltando la importancia de prácticas responsables en la industria textil.

Ranasinghe y Jayasooriya (2021) investigan los efectos sociales y económicos de la implementación de un sistema de ecoetiquetado en la industria textil de Sri Lanka, abordando un vacío en la literatura existente sobre el tema en países en desarrollo. A través de un exhaustivo análisis de la literatura y un estudio de caso en la industria textil del país, los autores evalúan los criterios e indicadores utilizados en sistemas de ecoetiquetado internacionales y analizan su posible impacto local. Los resultados del estudio destacan la importancia de considerar diversos aspectos del ciclo de vida de los productos textiles, así como la necesidad de desarrollar marcos de ecoetiquetado específicos para cada país, lo que podría facilitar un enfoque más adaptado a las realidades locales. Se propone un enfoque "puerta a puerta" que podría generar beneficios tanto sociales como económicos, promoviendo la transparencia en la cadena de suministro y mejorando la posición de Sri Lanka en el mercado internacional. Estos hallazgos constituyen un antecedente valioso para investigaciones futuras, ya que ofrecen una comprensión profunda de los objetivos y metodologías previas, así como de los resultados obtenidos. Además, el estudio contribuye significativamente a la literatura sobre ecoetiquetado en la industria textil, mostrando cómo la implementación de estos sistemas no solo puede aumentar la transparencia en las cadenas de suministro, sino también fortalecer la competitividad global de los países al fomentar prácticas más sostenibles y éticas. Esta

investigación subraya la relevancia de adaptar los sistemas de ecoetiquetado para maximizar su impacto en contextos específicos.

Castro Falero (2021) presenta la metodología Objectives, Decisions, Solutions (O.D.S) como una herramienta de gestión destinada a mejorar la calidad y eficiencia en la producción y diseño dentro del sector textil y de la moda. Esta metodología se divide en tres fases: en la fase de objetivos se establecen metas; en la fase de decisiones se evalúa la situación y se determinan acciones; y en la fase de soluciones se planifican y ejecutan dichas acciones. El artículo valida esta metodología a través de dos casos de estudio: uno enfocado en resolver problemas de calidad en una empresa textil y otro en optimizar la eficiencia de la cadena de suministro en una compañía de moda. Utilizando tanto una revisión bibliográfica como su experiencia práctica, el autor demuestra la aplicabilidad de O.D.S en la industria. Los resultados muestran cómo esta metodología mejora la calidad y la eficiencia operativa. En resumen, Castro Falero resalta que O.D.S es efectiva para abordar problemas en el sector textil y de la moda, ofreciendo un marco robusto que podría ser valioso en investigaciones sobre ecoetiquetas y sostenibilidad.

Jácome Pilco et al. (2023) presentan un proceso innovador para obtener fibras textiles a partir de residuos orgánicos, proponiendo una solución sostenible y económica para la industria textil. En su artículo, abordan el problema de la acumulación de desechos y la creciente demanda de materiales, sugiriendo el uso de técnicas de biotecnología para procesar desechos agrícolas, como tallos de maíz. Detallan el proceso de termo difusión de vapor y tratamiento químico, que permiten obtener fibras de alta calidad. Además, realizan pruebas de tracción, resistencia a la formación de bolas y abrasión, confirmando que las fibras cumplen con los estándares necesarios para la fabricación de prendas. Esta alternativa no solo ayuda a reducir la acumulación de desechos, sino que también disminuye la dependencia de materiales textiles convencionales. Su estudio es significativo para la investigación actual, ya que representa una forma innovadora de abordar los desafíos de residuos orgánicos y demanda de materiales, lo que podría tener un impacto positivo en la sostenibilidad del sector textil en general.

2.2 Marco Teórico y Legal

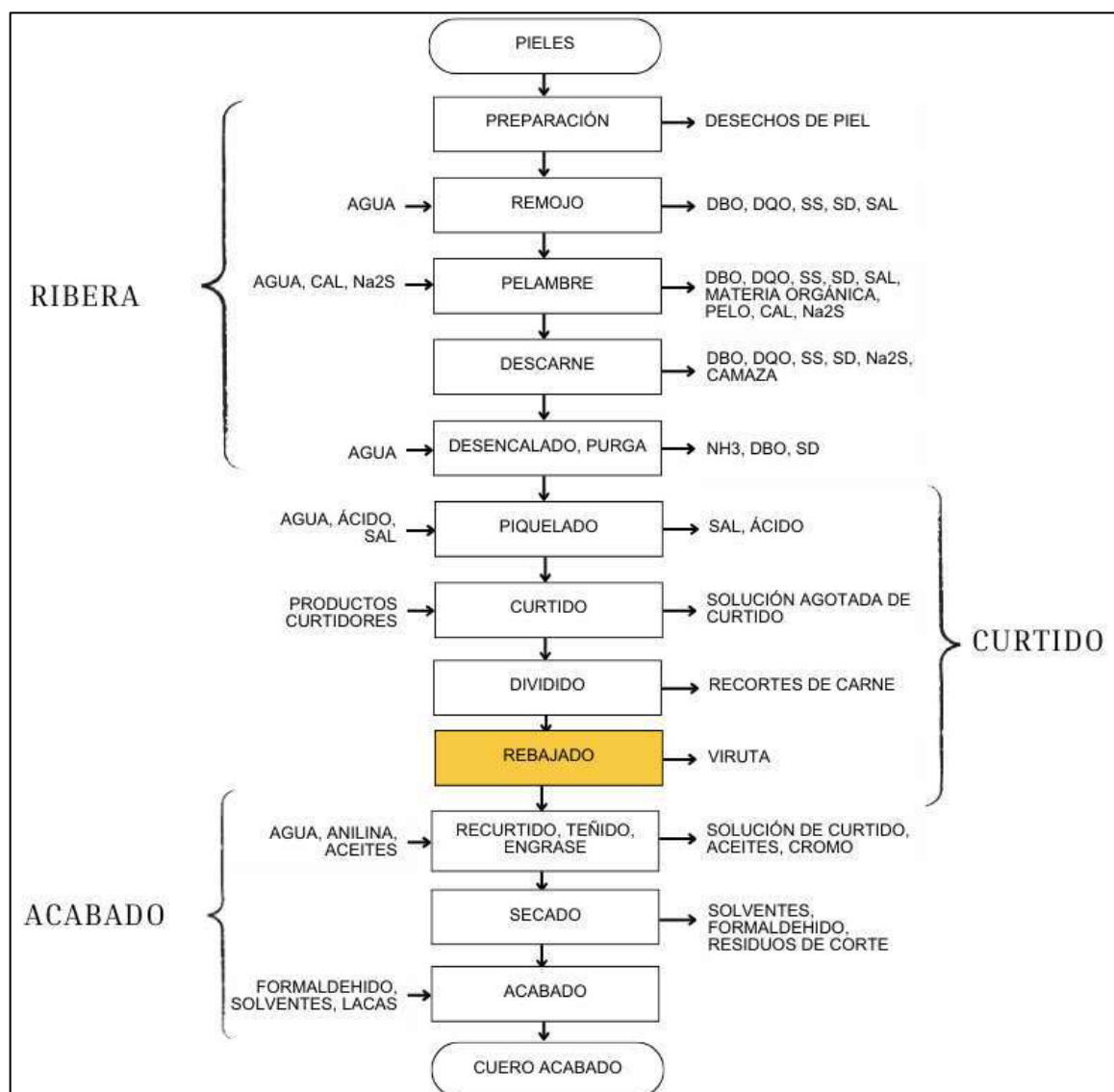
2.2.1 Industria de Curtiembre

La industria de curtiembre utiliza pieles crudas de animales obtenidas como subproductos de las industrias cárnicas, que se preservan permanentemente para evitar la putrefacción. Esta industria, es considerada una de las principales fuentes de contaminación ambiental (Shaibur, 2022).

En el Perú esta industria realiza una actividad que viene de varios años atrás y que con el tiempo se ha ido perfeccionando, desarrollándose en gran mayoría de las regiones del Perú, primando la región de Arequipa, Lima y Trujillo. (Rey, 2013)

Según Córdova et al. (2014), la industria de la curtiembre convierte las distintas pieles de animales en cuero mediante un proceso compuesto por varias etapas clave. A continuación, se presenta un diagrama de flujo que ilustra las tres principales etapas del proceso, seguido de una descripción detallada de cada una de ellas:

Figura 5:
Diagrama de flujo del proceso de curtiembre



Nota. Adaptado de “Aprovechamiento continuo de viruta de cuero como complemento en la obtención de papelería industrial alternativa”, por J. Díaz, 2024.

- **Ribera:** Prepara la piel para la producción de cuero mediante varios pasos como el remojo para rehidratar y limpiar la piel, el pelambre para disolver el pelo y desdoblar las fibras, el desencalado para lavar la piel y neutralizarla, el descarnado para eliminar la grasa y el tejido conjuntivo de manera mecánica, y la purga enzimática como complemento para eliminar proteínas no estructuradas y mejorar la elasticidad de la piel.
- **Curtido:** En esta etapa, se estabiliza la estructura de la piel mediante productos sintéticos, naturales y químicos. Primero, se realiza el piquelado, donde la piel se

prepara químicamente para el curtido utilizando ácido sulfúrico y fórmico. Luego, se lleva a cabo el curtido propiamente dicho. Posteriormente, se realiza el dividido, en donde se separa el lado de la carne del lado de la flor del cuero, y finalmente el rebajado, que consiste en raspar el cuero para lograr homogeneidad y un espesor definido.

- **Acabado:** Esta etapa incluye varios procesos clave para darle al cuero sus propiedades finales. Primero, se realiza el recurtido, que consiste en una segunda fase de curtido para mejorar la textura y firmeza del cuero. Luego, el cuero pasa por el proceso de teñido, que le proporciona el color deseado, seguido por el engrase, que da características de suavidad y tacto a las pieles. Posteriormente, se realiza el secado para eliminar la humedad y finalmente el acabado, que otorga la apariencia final, ajustando el brillo y color del cuero, además de corregir posibles desperfectos que presente la piel. Dando como resultado es una materia prima lista para ser transformada en diferentes productos según las necesidades de la industria.

Cada etapa genera residuos en diferentes estados (sólido, líquido y gaseoso) que deben ser tratados para reducir su impacto ambiental. Las curtiembres originan una importante suma de residuos sólidos perjudiciales, los cuales contienen significativas cantidades de cromo.

Entre estos residuos, se encuentra la viruta de cuero que se origina en el proceso de curtido, específicamente en el rebajado, cuya finalidad es emparejar las superficies para obtener un mismo grosor. Estas virutas contienen entre 2.5% y 5% de cromo trivalente, el cual es menos tóxico en comparación con el cromo hexavalente. Sin embargo, si no se trata adecuadamente para su disposición final, el cromo trivalente puede convertirse en cromo hexavalente, que es altamente tóxico y cancerígeno. (Shaibur, 2022)

2.2.2 Marco legal de la industria de curtiembre

La industria de las curtiembres genera diversos residuos de manejo difícil, como pelos, grasas, pieles, envases con sustancias tóxicas, trozos de piel con cromo y virutas. Para estos casos, se aplica una norma ambiental basada en el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que establece las atribuciones, derechos y responsabilidades compartidas de toda la sociedad.

El objetivo es que las industrias se inclinen a maximizar la eficiencia en el uso de sus materiales, asegurando un manejo y gestión económica, sanitaria y ambientalmente adecuada de sus residuos sólidos, conforme a los principios, obligaciones y lineamientos establecidos. Además, es necesario que estas empresas se comprometan con el registro de compromisos de

producción sostenible, tanto en curtiembres como en textiles, mediante la Directiva N° 02-2019-MINAM/DM. Esta directiva contempla la revisión de las suscripciones, propuestas, controles y validación del cumplimiento de los compromisos de una fabricación sustentable en relación a los residuos sólidos. Sin embargo, es evidente que estas dos normas no son suficientes para lograr un cambio significativo en las industrias respecto a los daños ambientales que causan. (Dorador et al., 2022)

2.2.3 Industria Papelera

Industria dedicada a la fabricación de diferentes variedades de papel, incluyendo papel bond de oficina, papel tissue y otros derivados, así como una amplia gama de cartones de diferentes espesores. (Suyo, 2018)

El papel que se fabrica por esta industria, juega un papel crucial en la transmisión y registro de información, siendo el papel para fotocopiadoras e impresoras el más solicitado. En efecto, las economías prósperas han experimentado un crecimiento paralelo al uso del correo directo y la publicidad, lo cual ha llevado a una sustitución de los artículos de papel reutilizable por opciones desechables. Por consiguiente, en países altamente industrializados, aproximadamente el 40% de los desechos enviados a incineradoras o vertederos están compuestos por artículos de papel. (Velandia, 2014)

Los desechos inorgánicos se emplean principalmente como materia prima en aplicaciones forestales y en la producción de cemento. Sin embargo, estas alternativas tienen un valor agregado muy limitado, lo que disminuye su potencial. Por lo tanto, todavía existe una falta de nuevas soluciones que puedan aprovechar los residuos de esta industria de manera más eficiente y contribuir a la reducción del impacto ambiental. (Arroyo et al., 2018)

Según Cardenas & Salazar (2019), las regulaciones ambientales y normativas aplicadas a esta industria, al igual que en otras industrias, no resultan suficientes, ya que no existen normas específicas que aborden concretamente la reducción de los residuos generados por las industrias. No obstante, en el caso de la industria papelera, se destacan las siguientes normativas relevantes:

- **Ley General del Ambiente:** Establece los fundamentos de la gestión ambiental a nivel nacional y define los deberes y responsabilidades de los actores comprometidos en la conservación y protección del medio ambiente.

- **Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua:** Define los límites permisibles de contaminantes en las aguas residuales producidas por la industria papelera y otros sectores industriales.
- **Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos:** Define los lineamientos fundamentales para una adecuada administración de los desechos sólidos en el país. Esta ley establece las responsabilidades de los generadores de residuos, así como los mecanismos de tratamiento y disposición adecuados.
- **Reglamento sobre la Evaluación y Gestión de Riesgos Ambientales:** Establece pautas y normativas para la identificación, evaluación y manejo de los riesgos ambientales en diferentes actividades, incluyendo la industria papelera.

2.2.4 Industria Textil

La industria textil es una de las más añejas del planeta, generando altos ingresos en países en desarrollo. (Ranasinghe & Jayasooriya, 2021) Este sector abarca una cadena de etapas que incorporan el tratamiento de la fibra artificial y natural para fabricar hilos, seguido por la elaboración y acabado de telas, y culmina con la confección de artículos de vestir. En el Perú, la producción textil ha experimentado un notable incremento en los últimos años en el mercado internacional. (Bustamante, 2016)

La industria textil engloba diversas actividades que van desde la adquisición de materia prima, como el cultivo de algodón y la cría de ovinos para obtener fibras naturales y lana, hasta el procesamiento de petroquímicos y la fabricación de celulosa para elaborar fibra sintética y artificial. Posteriormente, se realiza la hilandería para convertir las fibras en hilos, que a su vez se transforman en telas. Finalmente, en la etapa de confección, se fabrican prendas de vestir y diversos productos textiles. (Arévalo & Méndez, 2022)

Según Arévalo & Méndez (2022), la etapa de confección comprende varias actividades, las cuales son:

- **Diseño:** Se elabora el modelo de la prenda a producir, el tipo de textil a usar, la cantidad y talla.
- **Tendido y trazado:** Consiste en desenrollar el textil que está plegado para que recupere su forma inicial, asegurando así que las prendas no presenten fallas y que el patronaje se desarrolle correctamente, evitando desperfectos y desperdicios.
- **Corte:** Las piezas se separan y son cortadas según el molde elegido.
- **Confección:** Se ensamblan las piezas de la prenda según talla, referencia y color.

- Terminado y revisado: Se realiza el ajuste final de cada prenda para asegurar que cumpla con los estándares de calidad requeridos para su uso por los clientes. En esta etapa se añaden etiquetas con información relevante como la composición del tejido, instrucciones de cuidado, tallas y marcas comerciales. El etiquetado es crucial para cumplir con las regulaciones y normativas de la industria textil y proporcionar información adecuada al consumidor.
- Empaque: Las prendas son dobladas y empaquetadas para su comercialización.

2.2.5 Características de la industria textil

a. Contaminante

Los artículos producidos por la industria textil contribuyen significativamente a la contaminación de vertederos, agua y emisiones de gases de efecto invernadero.

El proceso de fabricación de prendas utiliza una gran cantidad de agua, además de tierras para el cultivo de algodón y otras fibras. En el año 2015, el sector consumió aproximadamente 79.000 millones de metros cúbicos de agua, cifra que aumentó a 266.000 millones de metros cúbicos en 2017. Sumado a ello, los tintes y materiales de acabado que usan contribuyen al 20% de contaminación del agua potable a nivel global. Esto se debe a que el lavar estos materiales sintéticos origina aproximadamente 0.5 millones de toneladas de microfibras al año, las que terminan en los océanos, además de originar el 10% de emisión global del carbono, siendo ese porcentaje incluso mayor del que generan los medios de transporte, marítimos y aéreos. Otro aporte que se suma al impacto ambiental negativo, es la manera en que los habitantes desechan su ropa en vez de donarla o reutilizarla, ello debido a que la ropa que es comprada por habitante aumentó un 40% tras una robusta caída en los precios, lo que ha provocado la disminución de la vida útil de las prendas textiles. (Parlamento Europeo, 2020)

b. Moda sostenible

Esta industria se encuentra en la búsqueda de aportar de manera sostenible, pues es consciente que hay variedad de factores que están haciendo que su industria afecte negativamente al medio ambiente, entre ellos se encuentra el uso indiscriminado de agua, energía y otros recursos naturales. Convirtiendo a la industria en el segundo sector económico que más contamina. (Carranza, 2019) Además de la nueva cultura de usar y tirar, lo que es un nuevo paradigma que involucra a esta industria, el cual es el de la sociedad consumista actual, lo que está impulsando a comprar excesivamente prendas de vestir y generando con ello una

gran presión por buscar producir una cantidad mayor y con gran rapidez. Logrando con ello incrementar el impacto negativo hacia el medio ambiente. (Dorador et al., 2022)

De esta industria, el 95% de sus productos puede ser reutilizado o ser convertido en un artículo nuevo, pues el número de prendas que es desechado anualmente por este sector, es muy cercano a lo producido en un mismo periodo. Un ejemplo muy claro de ello es que el año 2012, fueron producidos catorce millones de toneladas y fueron desechadas doce millones, lo cual hace ver que solo se pudo reciclar dos millones de toneladas, es decir, se recicló una tonelada muy baja a comparación de lo producido.

La huella de carbono que está dejando el producir indiscriminadamente hace que esta industria opte por intentar reducir el impacto ambiental, utilizando fibras con materiales reciclados y ecológicos, además de estimular el reciclaje para los diferentes artículos textiles y reducir así los desechos, pues este sector se encuentra apostando por disminuir los residuos que deja al elaborar prendas textiles.

Estos residuos no deberían ser desechados, dado que la ropa que se usa en el hogar forma parte de más del 4% de basura producida, cifra que se podría reducir si se toman en cuenta diferentes maneras de darle un aprovechamiento a lo que no se usa, como lo son donarlos, reciclarlos o/y reutilizarlos. Aportando con ello un gran beneficio para el planeta y reduciendo así el impacto que se genera por producir textiles nuevos y la materia prima que involucra. (Torres, 2017)

c. Marco legal

En Perú, el desarrollo de los derechos de la moda, están aún en una etapa inicial, por ello no hay una norma como tal para esta actividad. Considerando ello, algunos abogados consideran las normas de la industria textil manteniendo un criterio de análisis transversal, es decir, desglosan los derechos en torno a la industria textil en diferentes aspectos como lo son: Derecho Societario, Derecho Ambiental y Derecho a la Competencia.

En estos derechos se ve claramente cómo se busca vincular de cierta manera los derechos industriales e invenciones dentro de esta industria, además de la protección de las marcas y los impactos ambientales. Para el derecho ambiental se busca eliminar o atenuar con los daños de la industria que aportan a la contaminación, además de que se vuelvan parte de una Sociedad BIC (Sociedad de Beneficio e Interés Colectivo), que es el lograr aportar positivamente a la sociedad y volverse sostenible para el medio ambiente, pues al no tener bien enfocadas sus normas ambientales, existen diferentes normas generales usadas en actividades más contaminantes en la que este sector se apoya, como lo es la norma mencionada anteriormente de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la industria de curtiembre o también

en diversas iniciativas como las que fomenta la Asociación de Moda Sostenible, la cual busca promover la producción de moda sostenible en Perú llevada de la mano con la conservación del Medio Ambiente. (Dorador et al., 2022)

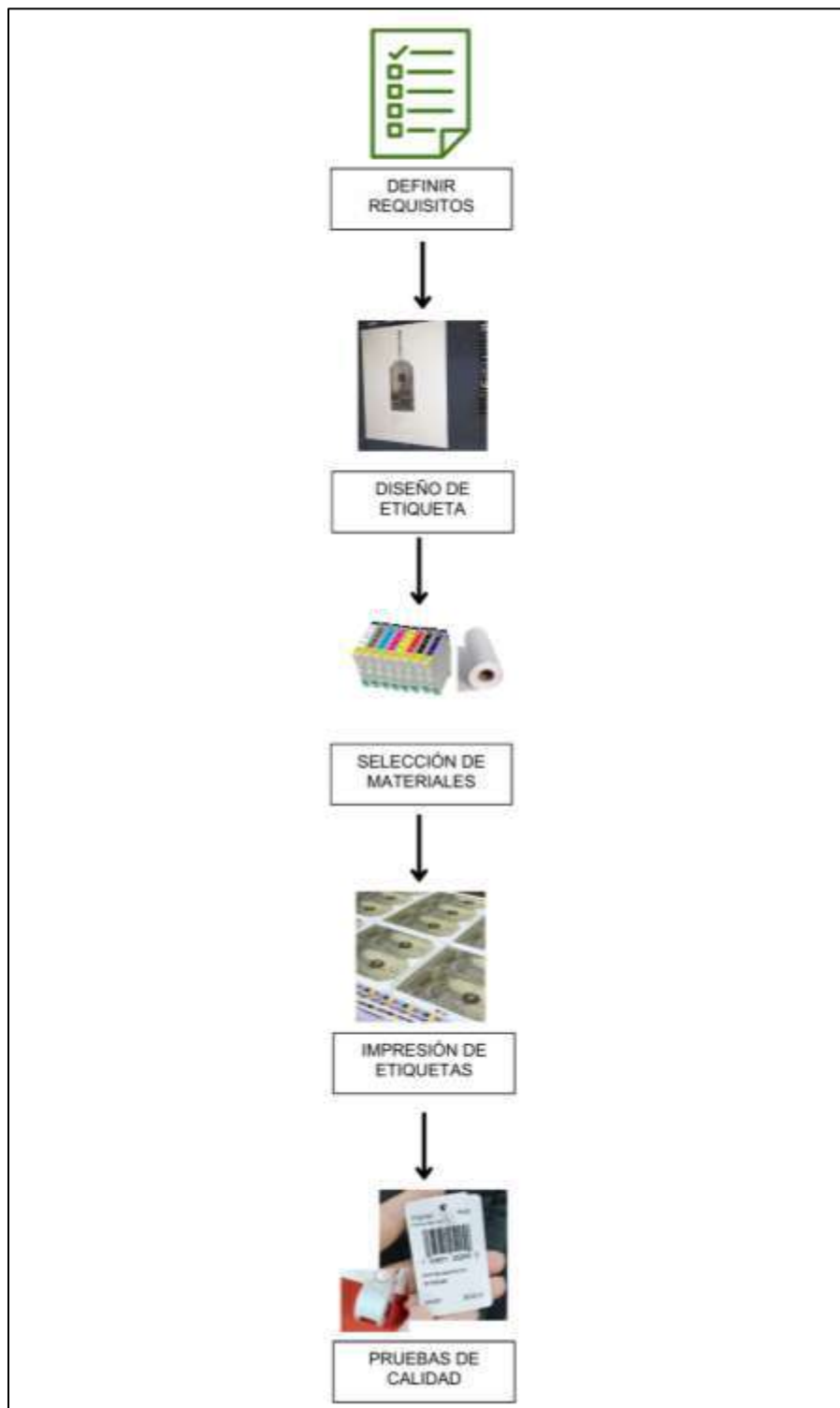
2.2.6 Etiquetas

Parte valiosa del producto, la cual se puede encontrar adherida al producto o en el empaque, cuyo fin es proporcionar a los compradores información necesaria que le ayude a reconocer el producto por su marca, diseño y nombre, además de permitirle comprender sus características (peso, talla, ingredientes, componentes, entre otros), instrucciones de uso o mantenimiento, lugar de origen y otros datos relevantes que se encuentran sujetos a las normativas o leyes vigentes según el sector o industria al que pertenezcan. (Segovia, 2018)

A continuación, se presenta un diagrama ilustrativo de flujo que muestra el proceso para elaborar etiquetas convencionales, seguido de una descripción detallada de cada una de las etapas:

Figura 6:

Diagrama de flujo de elaboración de etiquetas convencionales



- **Definir requisitos:** Antes de comenzar a elaborar las etiquetas, es importante comprender los requisitos legales, normativas y especificaciones de la industria para asegurarse de que las etiquetas cumplan con todos los estándares requeridos.

- **Diseño de etiqueta:** Basándose en los requisitos establecidos, se procede a diseñar la etiqueta. Esto incluye determinar el tamaño, la forma y los elementos gráficos necesarios, como logotipos, instrucciones, advertencias y códigos de barras.
- **Selección de materiales:** Para fabricar etiquetas, se utilizan diversos materiales como papel couché, plástico (como PVC o polipropileno), tejidos de algodón o poliéster, materiales sintéticos de imitación piel y cuero auténtico. Estos materiales son utilizados como base para imprimir los diseños seleccionados, destacando el papel couché por su capa de estuco compuesta por adhesivos y pigmentos minerales, que permite resaltar los colores impresos.
- **Impresión de etiquetas:** Se emplean técnicas como la impresión offset, serigrafía o impresión digital para asegurar una impresión clara, precisa y de alta calidad en las etiquetas.
- **Acabados de etiqueta:** En esta etapa se aplican los detalles finales, como la forma de corte (redonda, cuadrada u otras), texturas, y cualquier elemento adicional que mejore la presentación y funcionalidad de la etiqueta.
- **Pruebas de calidad:** Realizar pruebas de calidad en las etiquetas impresas para verificar que cumplen con los estándares requeridos. Esto puede incluir pruebas de legibilidad, durabilidad, adherencia y resistencia a condiciones ambientales o productos químicos, según sea necesario.

Aunque el proceso convencional de etiquetado permite la disponibilidad de materiales y la capacidad de producción a gran escala, presenta desventajas en términos de impacto ambiental debido a la generación de residuos y el uso de tintas y adhesivos no biodegradables (Hernández et al, 2023).

Figura 7:

Elementos de una etiqueta convencional que afectan al medio ambiente



Pues como podemos ver en la imagen, según Sánchez (2013), el uso de etiquetas que contengan tintas y pegamentos incompatibles con el reciclaje puede tener un gran impacto en la sostenibilidad debido a varios factores:

- **Tintas Tóxicas:** Las tintas utilizadas en las etiquetas contienen componentes tóxicos o químicos no biodegradables. Estos pueden causar impactos adversos al medioambiente durante el proceso de reciclaje o al finalizar su vida útil, filtrándose en el suelo o el agua, causando contaminación y daños a los ecosistemas.
- **Adhesivos Sintéticos:** Las resinas utilizadas en las etiquetas convencionales a menudo contienen adhesivos de base sintética que no son biodegradables. Estos adhesivos pueden dificultar el proceso de reciclaje y, en algunos casos, pueden incluso requerir el uso de productos químicos agresivos para su eliminación, lo que genera consecuencias perjudiciales para el medioambiente.
- **Contaminación del Suelo y Agua:** Los componentes tóxicos de tintas y adhesivos pueden filtrarse en el suelo y el agua, afectando ecosistemas y la calidad del agua.
- **Uso de Productos Químicos Adicionales:** La eliminación de adhesivos y resinas no reciclables a menudo requiere productos químicos agresivos, lo que contribuye a la contaminación y tiene impactos ambientales negativos adicionales.

Estos factores subrayan la necesidad de considerar alternativas más sostenibles en la producción de etiquetas para reducir el impacto ambiental.

2.2.7 Ecoetiquetas

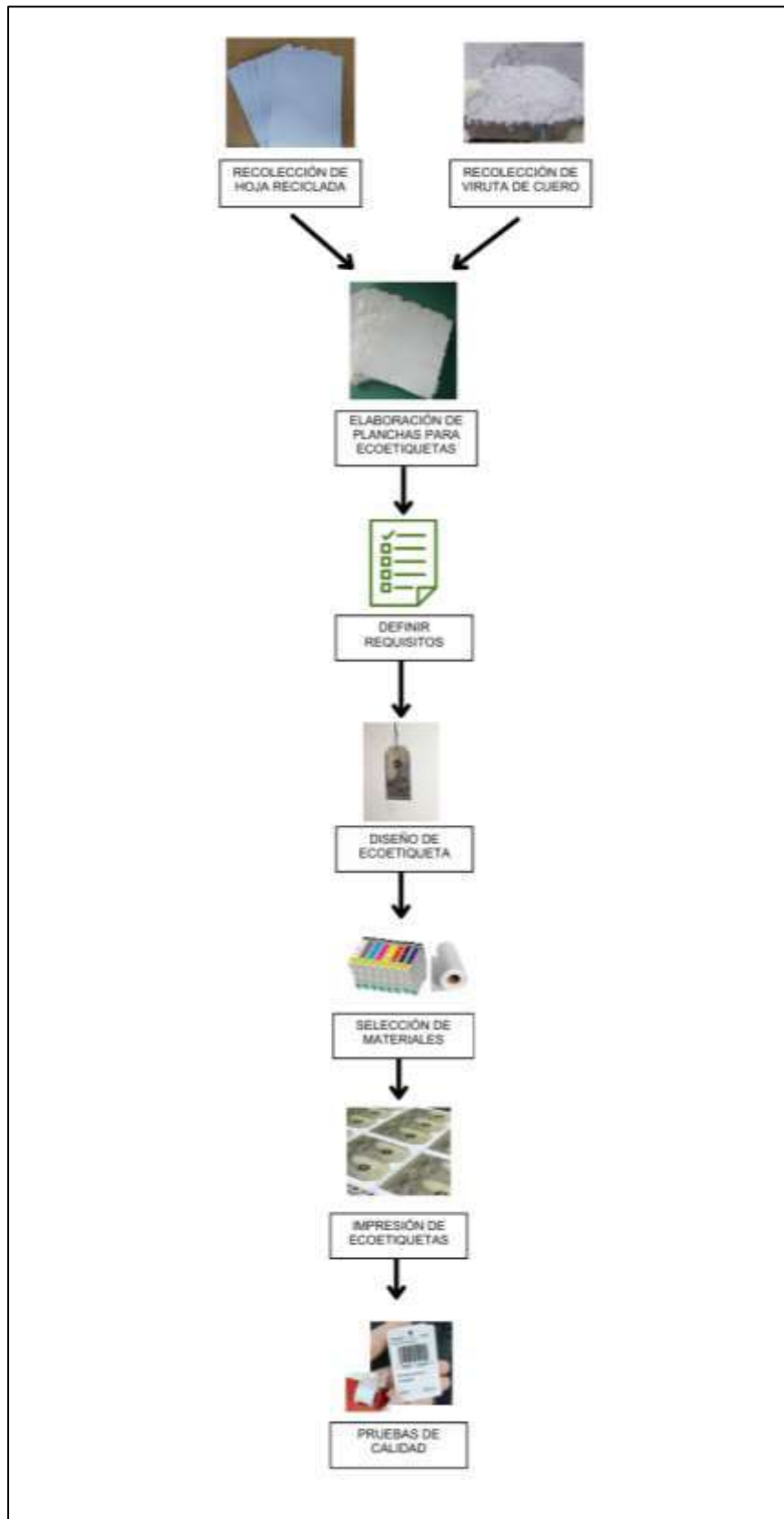
Las ecoetiquetas, son distintivos que llevan los artículos, materiales, productos o incluso servicios que sostienen un impacto menor respecto al medio ambiente, a causa de que obedecen con una serie de criterios que son ecológicos, considerando el análisis de ciclo de vida y otros criterios puntuales. Estas ecoetiquetas se originan por la demanda global creciente por cuidar el medio ambiente por parte de la sociedad, compañías y gobiernos. (Martínez Rodríguez et al., 2018) Por ello, el ecoetiquetado cuenta con una clasificación conforme a la ISO 14000, de las cuales se mencionan a continuación sus características.

Tabla 1:
Ecoetiquetado según ISO 14000

NORMA	CARACTERÍSTICAS
ETIQUETA TIPO I, ISO 14024	Producidas por terceros, poseen una reputación y credibilidad superiores en comparación con las de tipo II.
ETIQUETA TIPO II, ISO 14021	Diseñadas por las propias organizaciones, son un requisito para demostrar que los productos que comercializan son respetuosos con el medio ambiente.
ETIQUETA TIPO III, ISO 14025	Su obtención requiere la realización de un análisis de ciclo de vida (ACV), lo que les otorga mayor credibilidad; sin embargo, su comprensión resulta complicada debido a la gran cantidad de información técnica que presentan.

Nota: La tabla muestra las características que tiene cada tipo de etiqueta según su número. Tomado de Eco-labeling and green products: Development and competitiveness por M. Martinez & et al., 2018, Revista Tecnología en Marcha. 31(2), 87-97.

Figura 8:
Diagrama de flujo de elaboración de ecoetiquetas



Como se puede observar, este diagrama muestra de manera clara y concisa los pasos esenciales para la elaboración de ecoetiquetas, destacando la importancia del uso de materiales reciclables y ecológicos, lo cual es fundamental para garantizar un impacto ambiental mínimo en todas las etapas del producto.

2.2.7.1 Ventajas y Desventajas

Según Rodríguez (2015), las ecoetiquetas presentan una serie de beneficios y desventajas, dentro de las cuales las más relevantes son:

Tabla 2:
Ventajas y desventajas de las ecoetiquetas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Las ecoetiquetas promueven la eficiencia, pues usualmente son más económicas, permitiendo a los consumidores tomar decisiones que apoyen al medio ambiente.	Posible engaño en las afirmaciones, pues, algunos fabricantes pueden utilizar ecoetiquetas con afirmaciones exageradas o poco precisas sobre la sostenibilidad, lo que puede llevar a los consumidores a creer que están comprando productos más ecológicos de lo que realmente son.
Estimulan el desarrollo del mercado, ya que los consumidores prefieren productos con ecoetiquetas, lo que impacta directamente en la oferta y demanda del mercado.	Las ecoetiquetas suelen incluir información técnica sobre la sostenibilidad y el impacto ambiental del producto. Esto puede ser difícil de entender para algunos consumidores que no están familiarizados con términos técnicos o detalles específicos sobre prácticas ambientales. La falta de comprensión puede hacer que algunos consumidores no utilicen efectivamente esta información al tomar decisiones de compra, reduciendo así el impacto positivo que las ecoetiquetas podrían tener en la elección de productos más sostenibles.
Promueven las certificaciones, las cuales juegan un gran rol para los clientes, ya que al evidenciar que los productos que usan son menos nocivos para el medioambiente, generan una ventaja competitiva y por ende una diferenciación.	Con el aumento de ecoetiquetas disponibles, puede haber una saturación en el mercado que dificulte la diferenciación entre productos genuinamente sostenibles y aquellos que solo están etiquetados como tales, complicando la elección del consumidor.

2.2.8 Alternativas Sostenibles en la Industria Textil

Según la Fundación Ellen MacArthur (2015), la economía circular se presenta como un enfoque integral que busca abordar desafíos globales tales como el cambio climático, la disminución de biodiversidad, la generación de residuos y la contaminación. Esta estrategia se apoya en un análisis de los sistemas de producción y consumo, identificando puntos críticos que permiten fomentar el flujo de materiales y prolongar la vida útil de los mismos gracias al empleo de tecnologías innovadoras y la promoción de alianzas y colaboraciones entre diversos actores. En última instancia, esto conduce a una utilización más eficiente de recursos esenciales como el agua y la energía, alineándose con los principios del desarrollo sostenible.

En el contexto de la industria textil, esto conlleva la necesidad de examinar minuciosamente cada etapa del proceso de producción, evaluar su impacto en el medio ambiente y analizar los puntos críticos en los que es esencial enfocarse para lograr la sostenibilidad en esta industria. Este enfoque reconoce la importancia de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la de las futuras generaciones.

En este contexto, el enfoque y la metodología de la economía circular permiten a las empresas aumentar su productividad sin causar un gran impacto negativo en el equilibrio ambiental. Además, es crucial considerar los posibles beneficios económicos que pueden surgir para las empresas, en el sector textil, esto se traduce en una operación continua que genera empleo y satisface la demanda del público a través de un diseño circular que busca eliminar los residuos y la contaminación al reintegrarlos en la cadena de producción y alargar la vida útil de los productos. (Ellen MacArthur Foundation, 2015)

El enfoque en la circularidad dentro de la industria de la moda no es una novedad; se ha estado explorando durante un largo periodo y ha conducido al descubrimiento de tecnologías y tácticas diseñadas para reducir el impacto de los desechos generados por esta industria (Quintanero, 2022). Según Quintero (2022), después de realizar un análisis exhaustivo, se evidenció que la industria de la moda sigue operando de manera lineal, destacando la necesidad urgente de desarrollar nuevas metodologías y reconsiderar el ciclo de producción y consumo de la moda con una perspectiva circular, con el objetivo principal de reducir significativamente los impactos ambientales, en particular los relacionados con los residuos textiles. Por ello es esencial asegurar que el flujo de materias primas derivadas del reciclaje sea suficiente y apropiado para lograr la máxima regularidad posible.

A pesar de que los patrones de oferta y demanda pueden ocasionalmente requerir la incorporación de materiales nuevos en ciertos momentos de la producción, el objetivo es minimizar esto mediante una eficaz cadena de recogida de materiales reciclados, como se ha logrado exitosamente en otros sectores como el vidrio, el papel y el aluminio.

Además de impulsar avances tecnológicos y modificar la estructura y el funcionamiento de la industria, así como comprender los principios de la economía circular y aplicar modelos de negocio sostenibles, es imperativo cambiar la mentalidad de los consumidores e incluir potenciales soluciones para la implementación de estrategias de colaboración entre las diferentes industrias, el gobierno y las instituciones académicas, con el objetivo de identificar diversos enfoques mediante los cuales los desechos textiles post consumo puedan convertirse en un nuevo recurso para otras industrias o viceversa. Esto adquiere relevancia porque abre la posibilidad de considerar los desechos post consumo como un recurso adicional para ciertas industrias, evitando así que se conviertan en residuos en su totalidad.

2.2.9 Diseños de Plackett-Burman

Un diseño experimental se refiere a un enfoque científico que posibilita a un investigador mejorar la comprensión de un proceso y determinar cómo las variables de entrada influyen en una respuesta o variables de salida.

En caso del diseño Plackett-Burman (PB), este facilita la exploración de los factores que influyen en el proceso (Fang, Zhao y Song, 2010). Pues este modelo es particularmente útil en las primeras etapas de la experimentación cuando no se dispone de un conocimiento completo sobre el sistema en cuestión. Estos diseños son ideales para identificar factores significativos o esenciales, lo que ayuda a descartar factores que no son relevantes. Su característica distintiva es que involucran un número específico de experimentos, representado como $4n$, donde “n” puede ser 1, 2, 3, y así sucesivamente. En cada caso, el número máximo de factores que se pueden estudiar es $4n-1$. Por lo tanto, un diseño Plackett-Burman que consta de 8 experimentos no puede investigar más de 7 factores, mientras que uno con 12 experimentos puede evaluar hasta 11 factores, y así sucesivamente. En teoría, es posible analizar hasta 99 factores en 100 experimentos utilizando hojas de cálculo. (Briefs, 2013). Es por ello que, en la práctica, los diseños de Plackett-Burman pueden ser útiles si se seleccionan adecuadamente los niveles de los factores, lo que puede proporcionar resultados valiosos para identificar factores clave en un sistema sin necesidad de realizar un gran número de experimentos.

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1 Aspectos Metodológicos de la Investigación

Figura 9:
Etapas para obtener ecoetiquetas



El propósito del presente trabajo es diseñar ecoetiquetas para aprovechar la viruta de cuero y el papel bond reciclado de oficina para ser utilizado en la industria textil, a fin de lograr dicho objetivo se realizaron 4 etapas, las cuales son:

3.1.1 Primera etapa: Revisión bibliográfica de las diferentes industrias

Figura 10:

Secuencia de actividades de la revisión bibliográfica



Como se ve en la imagen presentada, en esta etapa se realizó un levantamiento de información que ayudó a conocer las industrias de curtiembre, papelera y textil, sus características, procesos que desarrollan y los problemas que estas le están generando al medio ambiente con sus residuos. Esta revisión bibliográfica se realizó con el apoyo de diferentes buscadores de confianza como lo son: ScieceDirect, Google Scholar, Scielo, Renati, entre otros, con la ayuda de estos sitios web, se buscaron papers que se encuentren relacionados:

- Primero, al proceso que realiza la industria de curtiembre, que residuos se encuentra generando, cómo los está tratando y si existen normas que esta industria siga para reducir la contaminación ambiental.
- Segundo, a la industria papelera, cuántos residuos de papel de oficina genera y si cuenta con soluciones para rehusar los papeles bond que se desechan.
- Tercero, a la industria textil de la moda, cuáles son sus procesos, si estos se alinean a normas que cuiden el medio ambiente, que tipos de residuos están generando, si se lleva a cabo una gestión adecuada de residuos y cómo se puede aportar para que esta industria disminuya su impacto ambiental y/o que alternativas se podrían llevar a cabo.
- Cuarto, los tipos de etiquetas que existen, las características cualitativas y técnicas que deben tener para considerarse etiquetas, que normas siguen, cuál es su ciclo de vida y si estas generan un impacto relevante que aporte a la contaminación ambiental.

El resultado que se obtuvo en esta etapa es un conocimiento más completo, sólido y detallado sobre la industria papelera, de curtiembre y textil, incluyendo sus procesos, los residuos que generan y los problemas ambientales asociados, además de que mediante la recopilación de información de fuentes confiables y por medio de la revisión de papers relacionados, se buscó

identificar las prácticas actuales, normativas existentes y las posibles soluciones para disminuir el impacto ambiental que estas industrias están causando, para con ello poder proponer alternativas que contribuyan a reducir su impacto contra el medio ambiente y promover una gestión sostenible de sus residuos.

3.1.2 Segunda etapa: Diseño y desarrollo de ecoetiquetas

Figura 11:

Secuencia de actividades del diseño y desarrollo de ecoetiquetas



En esta etapa, se usó información previamente recolectada en la etapa anterior, en donde se logró identificar el proceso que se va a realizar en las operaciones a desarrollar y así mismo en cada operación se diseñó el protocolo de pruebas a seguir para la elaboración de ecoetiquetas, determinando los materiales y las cantidades que se usaron, ya que, para realizar las planchas de cartón ecológico de tamaño A4, fue necesario preparar y saber las cantidades óptimas de los residuos de viruta de cuero previamente estabilizada, papel bond reciclado de oficina, agua destilada y la cantidad y el tipo de resina a usar. Además del tiempo, capacidad, temperatura y otras características con las que se usaron los equipos mencionados a continuación:

- Licuadora: Dispositivo utilizado para moler papel en medio acuoso, con cuchillas internas que giran a 3000 rpm. La licuadora se enciende con un botón ubicado en la parte inferior del aparato y tiene una capacidad máxima de 10 litros. A continuación, se detallan sus características:

Tabla 3:
Datos técnicos de la licuadora

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CAPACIDAD
Capacidad del Vaso	l	10
Tensión	V	220
Frecuencia	Hz	50
Potencia del Motor	CV	0,5
Rotación	RPM	3000

Figura 12:
Licuadora



- Máquina agitadora de turbina: dispositivo que mezcla líquidos usando una turbina accionada por un motor. Ayuda para preparar soluciones y homogeneizar mezclas, su panel de control permite ajustar la velocidad y el tiempo de agitación, asegurando un rendimiento óptimo y seguro. A continuación, se detallan algunas características referenciales:

Tabla 4:*Datos de máquina agitadora de turbina*

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CAPACIDAD
Capacidad	L	1-3
Tensión nominal	V	380 – 480
Frecuencia de rotación	Rpm	10 – 300
Potencia nominal	HP	1

- Moldes: utilizados para proporcionar una superficie lisa y estable que permite secar planchas de papel de manera uniforme y sin arrugas. A continuación, se detallan sus características:

Tabla 5:*Datos de moldes*

CARACTERÍSTICAS	DATOS
Capacidad	1.2 l
Largo	29.7 cm
Ancho	21 cm
Profundidad	3 cm
Material	Vidrio

- Prensa: máquina utilizada para el prensado, compuesta por vasos impulsados por pistones. Mediante la fuerza generada por un pistón de menor área a cierta presión, permite aplicar una presión mayor y uniforme. A continuación, se detallan algunas características referenciales:

Tabla 6:
Datos de prensa hidráulica

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CAPACIDAD
Capacidad de mesa	Kg	3
Largo	Cm	29.7
Ancho	Cm	21
Profundidad	Cm	3
Tensión	V	220
Presión	Psi	3000
Potencia del Motor	Kw	3.6
Temperatura	C°	200
Velocidad	mm/s	5

Figura 13:
Prensa hidráulica



Con estos equipos, se buscó tener como resultado una plancha de cartón ecológico de tamaño A4 que aproveche los residuos de viruta de cuero y papel bond reciclado, para así, con ello obtener las ecoetiquetas, las cuales involucraron otras operaciones como lo son:

- Corte de planchas: implicó usar equipos especializados para realizar un corte exacto, reduciendo al mínimo los residuos y asegurando bordes bien definidos.
- Impresión con tinta ecológica y soluble en agua: consistió en seleccionar tintas amigables con el medio ambiente, ajustar las impresoras para estas tintas y efectuar una impresión uniforme y de alta calidad en las planchas.
- Repujado: implicó elegir el diseño deseado, preparar los moldes de repujado y usar una máquina para presionar el molde contra la plancha, creando una impresión en relieve o hundida que aporta textura a las etiquetas.
- Troquelado: incluyó seleccionar un troquel con la forma deseada, ajustar la máquina de troquelado, cortar las etiquetas con la forma específica y revisar las etiquetas troqueladas para asegurar que cumplan con los estándares de calidad.

El resultado final al que se llegó en esta etapa, es el de obtener ecoetiquetas a partir de residuos de papel bond reciclado y viruta de cuero, todo ello con un proceso que garantice el uso eficiente de los materiales, cantidades, equipos y métodos respetuosos con el medioambiente.

3.1.3 Tercera etapa: Validación y evaluación de ecoetiquetas

Figura 14:

Secuencia de actividades de validación y evaluación de ecoetiquetas



Para esta etapa, se llevaron a cabo análisis y pruebas exhaustivas en el producto desarrollado con el objetivo de confirmar de manera objetiva que cumple con las características requeridas para una ecoetiqueta tipo I, de acuerdo con los estándares establecidos por la norma ISO 14024. Para lograr este objetivo, se siguieron los siguientes pasos:

- Definición de las características esperadas: En primer lugar, se definieron de manera precisa las características que se espera que cumpla una ecoetiqueta tipo I, en línea con los requisitos establecidos por la norma ISO 14024. Estas características incluyeron aspectos relacionados con el impacto ambiental, la forma de producción, los materiales utilizados, la gestión de residuos, la vida útil y otros aspectos relevantes.
- Establecimiento de parámetros y criterios de evaluación: Se establecieron los criterios y parámetros de evaluación que se aplicaron para definir si el producto cumple con las características definidas. Se crearon métricas, se realizaron pruebas específicas y se establecieron estándares de referencia que permitieron una evaluación objetiva y rigurosa.
- Análisis y pruebas del producto: En esta fase, se llevaron a cabo análisis y pruebas en el producto para verificar si cumple con los criterios establecidos. Estas pruebas fueron químicas, fisicoquímicas y mecánicas; las cuales se realizaron utilizando metodologías y equipos adecuados para garantizar resultados precisos y confiables.
- Recopilación de evidencias y resultados: En el cuarto paso, se recopilaron de manera precisa y detallada las evidencias y resultados de los análisis realizados. Se documentaron los métodos empleados, valores obtenidos y cualquier otra información relevante que respaldó los hallazgos.
- Comparación con los criterios de evaluación: Se compararon los resultados conseguidos con los criterios de evaluación establecidos. Si el producto cumple con todas las características definidas, por lo cual se concluyó que cumple con los requisitos de la norma ISO 14024, confirmando así su idoneidad como ecoetiqueta tipo I.

Esta etapa permitió obtener una evaluación objetiva y respaldada por evidencias del producto desarrollado, asegurando que cumple con los estándares establecidos y garantizando su calidad y conformidad con la normativa aplicable en la industria textil de la moda en la región Arequipa.

3.1.4 Cuarta etapa: Evaluación económica comparativa entre las ecoetiquetas y las etiquetas normales en la industria textil

Figura 15:

Secuencia de actividades del diseño y desarrollo de ecoetiquetas



En esta etapa de la metodología de investigación, se llevó a cabo una evaluación económica exhaustiva que comparó el desarrollo de las ecoetiquetas colgantes tipo I con las etiquetas normales utilizadas en la industria textil. La intención fundamental fue realizar una evaluación económica del proceso de desarrollo de las ecoetiquetas colgantes tipo I. Para lograrlo, se siguieron los siguientes pasos:

- Determinación y estimación de los costos relacionados al desarrollo de las ecoetiquetas colgantes tipo I. Se realizó una evaluación detallada de los costos de los materiales necesarios, los procesos de fabricación involucrados, los costos de mano de obra requeridos y cualquier otro gasto relacionado con la creación de las ecoetiquetas.
- Estudio de los costos asociados a las etiquetas normales utilizadas en la industria textil. Se evaluaron los costos involucrados en la producción de las etiquetas convencionales.
- Comparación exhaustiva de los costos entre las ecoetiquetas colgantes tipo I y las etiquetas normales. Se analizaron y contrastaron los costos obtenidos en los pasos anteriores, permitiendo determinar si el desarrollo y utilización de las ecoetiquetas resulta más o menos costoso en comparación con las etiquetas tradicionales.

La finalidad de esta etapa fue proporcionar una evaluación económica que permita analizar económicamente las ecoetiquetas colgantes tipo I en comparación con las etiquetas normales. Los resultados de esta evaluación fueron de gran relevancia para tomar decisiones informadas sobre la adopción y utilización de las ecoetiquetas en la industria textil, considerando tanto los aspectos ambientales como los económicos.

Tabla 7:
Cuadro resumen de etapas de la Investigación

Etapa	Actividad
Primera etapa: Revisión bibliográfica	Búsqueda de información general
	Selección de fuentes bibliográficas
	Revisión sobre la industria de curtiembre
	Revisión sobre la industria papelera
	Revisión sobre la industria textil
	Análisis de información sobre etiquetas
Segunda etapa: Diseño y desarrollo de ecoetiquetas	Recopilación y organización de datos
	Revisión de la información previa
	Diseño del protocolo de pruebas
	Selección y adquisición de materiales
	Preparación de materiales y equipos
Tercera etapa: Validación y evaluación de ecoetiquetas	Desarrollo de planchas ecológicas
	Diseño, corte, impresión y troquelado de etiquetas
	Definición de características esperadas
	Establecimiento de criterios de evaluación
	Análisis y pruebas en ecoetiquetas
Cuarta etapa: Estimación económica	Recopilación de evidencias
	Comparación con criterios de evaluación
	Estimación de costos de ecoetiquetas
	Evaluación de costos de etiquetas convencionales
	Comparación y evaluación de costos

Como podemos observar, el cuadro muestra la secuencia detallada de actividades que se realizaron, las cuales están divididas en cuatro etapas esenciales. Esta estructura facilita un enfoque integral de la tesis, abordando desde la investigación inicial hasta la comparación económica.

3.2 Diseño de Investigación

El tipo de investigación a desarrollar es de tipo experimental, ya que, como se afirma anteriormente, se realizaron actividades a nivel laboratorio y diferentes etapas experimentales, en donde se realizó la recopilación y preparación de los residuos, además del diseño y desarrollo, utilizando diferentes materiales y procesos específicos en donde se manipularon variables como los residuos de cuero y papel bond reciclado, agua destilada y resina, así como las cantidades y características de los equipos utilizados, además de efectuar la elaboración de

las ecoetiquetas colgantes, la evaluación de sus propiedades y características. Por lo que esta investigación implicó la manipulación de variables, pruebas y evaluaciones del producto y obtención de datos y evidencia empírica para respaldar las afirmaciones y validar la factibilidad y eficacia de las ecoetiquetas colgantes desarrolladas, lo que hizo que se considere este trabajo como diseño experimental.

3.3 Tipo de Investigación

La presente investigación se enmarca dentro de una investigación descriptiva y comparativa. La investigación descriptiva se justifica al analizar bibliográficamente la actual situación de la gestión de los residuos en las industrias de curtiembre, papelera y textil, a través de la revisión de estudios, normativas y prácticas existentes en dichas industrias. Esta actividad tuvo como objetivo obtener un conocimiento detallado y sólido sobre los procesos, los residuos generados y los problemas ambientales asociados a cada una de ellas. Por otro lado, se realizó una investigación comparativa, en la cual se llevaron a cabo actividades como el diseño y desarrollo de las ecoetiquetas colgantes tipo I. Durante este proceso, se establecieron criterios para la creación del producto. Además, se realizaron pruebas exhaustivas con el fin de validar y evaluar las ecoetiquetas obtenidas. Asimismo, se realizó una evaluación económica para comparar el costo de estas ecoetiquetas con el de las etiquetas convencionales utilizadas en la industria textil.

3.4 Métodos de Investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se aplicó el método cuantitativo, que se caracteriza por su enfoque en la recopilación y análisis de datos medibles y estadísticamente significativos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el método cuantitativo permite medir objetivamente variables, facilitando la obtención de resultados precisos y replicables. Este enfoque fue adecuado para el presente trabajo, ya que se generaron datos específicos sobre la viabilidad y eficacia de las ecoetiquetas desarrolladas a partir de residuos de papel y cuero.

Además, esta investigación es de tipo aplicada, ya que tuvo como objetivo resolver un problema práctico mediante la implementación de soluciones basadas en los datos recopilados. Según Sampieri, Collado y Lucio (2014), la investigación aplicada se enfoca en el uso de conocimientos teóricos para resolver problemas específicos en contextos

reales, lo que justifica el uso del método cuantitativo en este estudio. Por lo expuesto, en el presente trabajo se generó:

- Data para determinar si las ecoetiquetas desarrolladas cumplen con los criterios y parámetros requeridos de las etiquetas ecológicas tipo I: Se recopiló información para evaluar si las ecoetiquetas desarrolladas cumplan con los criterios y parámetros requeridos de las etiquetas ecológicas tipo I.
- Pruebas mecánicas:
 - Flexibilidad de la plancha horizontal: Esta prueba evaluó la capacidad de la ecoetiqueta para doblarse en dirección horizontal sin romperse. Según González et al. (2018), la flexibilidad adecuada de una ecoetiqueta debe permitir una deformación mínima de 20° sin presentar fisuras o rupturas. Esto es esencial para garantizar que la etiqueta mantenga su integridad durante el uso y manipulación en distintas aplicaciones.
 - Flexibilidad de la plancha vertical: Similar a la prueba anterior, esta medición en la dirección vertical asegura que la ecoetiqueta conserve su integridad en todas las direcciones. Un rango de flexibilidad de 15-25° en ambos ejes (horizontal y vertical) es recomendado para asegurar su resistencia en diferentes condiciones (González et al., 2018).
- Pruebas físicas:
 - Espesor de ecoetiqueta prensada: La medición del grosor se realizó con un vernier, lo cual fue fundamental para garantizar la consistencia y calidad del producto. Según Ruiz y Martínez (2019), un espesor de 0.2-0.4 mm es ideal para mantener un equilibrio entre rigidez y flexibilidad, asegurando que la etiqueta sea fácil de aplicar y duradera.
 - Peso de ecoetiqueta: Según Andrade y Silva (2019), el peso de las etiquetas ecológicas debe estar en concordancia con el gramaje y las dimensiones especificadas para asegurar su funcionalidad y durabilidad.
 - Tamaño: Las dimensiones de la ecoetiqueta se midieron para asegurar el cumplimiento con los requisitos de diseño. Dependiendo de la aplicación, las dimensiones pueden variar, pero generalmente se recomienda un tamaño estándar de 50x70 mm (Rodríguez & Fernández, 2021).

- Gramaje de ecoetiqueta: En la industria del etiquetado, el gramaje adecuado para ecoetiquetas suele oscilar entre 80 g/m² y 120 g/m², dependiendo del tipo de papel y su aplicación específica (Martínez & Gómez, 2020).
- Pruebas fisicoquímicas:
 - Absorción de humedad: Utilizando el modelo de prueba Cobb, se evaluó cuánta humedad puede absorber la ecoetiqueta. Para asegurar su durabilidad, un valor de absorción de humedad de ≥ 50 g/m² en 30 minutos es considerado aceptable (García et al., 2020).
 - Prueba de adherencia de tinta: Esta prueba determinó la capacidad de la tinta para adherirse a la superficie de la ecoetiqueta. Según estudios de Ramírez y Castro (2019), una adherencia de $\geq 80\%$ es necesaria para garantizar que el diseño impreso permanezca intacto durante el uso.
 - Prueba de resistencia al agua: Para asegurar que la ecoetiqueta pueda resistir la exposición al agua, se realizó una prueba de inmersión controlada. Un tiempo de exposición de 60 minutos sin signos de degradación es considerado adecuado para etiquetas de alta durabilidad (Hernández & Gómez, 2018).
 - Prueba de resistencia de litografía al agua: Evaluar la resistencia de la impresión litográfica al agua fue crucial para garantizar que el diseño impreso no se degrade bajo condiciones húmedas. Un valor de degradación de $\leq 5\%$ es recomendado por estudios recientes (Luna & Navarro, 2021).

Estos métodos proporcionaron datos que respaldan el producto y generan conocimiento, asegurando que las ecoetiquetas desarrolladas son de alta calidad, duraderas y cumplen con los estándares ecológicos requeridos. Sumado a ello se realizó:

- Evaluación de los costos de ecoetiquetas y etiquetas normales, lo que implicó la identificación de costos de materiales, de mano de obra, del proceso de fabricación y otros gastos asociados a ambos tipos de etiquetas. Ello permitió realizar una comparación objetiva entre las dos opciones.

Por lo tanto, este método de investigación comprendió un enfoque cuantitativo que proporcionó una base sólida de datos con los que se obtuvieron resultados medibles y comparables en el estudio de las ecoetiquetas.

En cuanto al tipo de reflexión, el método que se aplicó es el experimental, ya que en este trabajo se requirió diseñar y desarrollar las ecoetiquetas, lo que implica manipular y combinar

diferentes elementos para evaluar su desempeño. El método experimental es adecuado porque permite establecer relaciones causa-efecto entre las variables manipuladas y las propiedades resultantes de las ecoetiquetas. Según Field (2018), el método experimental se caracteriza por la manipulación controlada de variables independientes para observar sus efectos en las variables dependientes, lo que es esencial para determinar las cantidades y características óptimas de los materiales. Por ello, en este trabajo, se determinaron cantidades y características de materiales como la viruta de cuero, malla, papel y aditivos, y se estableció un protocolo de pruebas que incluyó la preparación de muestras, la realización de pruebas y mediciones, y la evaluación de las diferentes propiedades que estas ecoetiquetas tienen, para lo cual se usó:

- **Diseño Plackett-Burman:** Se implementó el diseño experimental de Plackett-Burman para identificar y optimizar los factores que afectan las características de las ecoetiquetas. Se realizaron pruebas sistemáticas en las que variaron factores como la cantidad de viruta de cuero, malla, papel, y aditivos (variables independientes) para observar su efecto en las propiedades finales de la etiqueta, como el espesor y la resistencia (variables dependientes). Este enfoque permitió obtener una formulación óptima en términos de características y desempeño de las ecoetiquetas. Además, permitió realizar un número reducido de experimentos para determinar las variables que tienen un impacto significativo en el desempeño de las ecoetiquetas.

Usar el diseño mencionado permitió que se puedan obtener datos que respalden conclusiones y recomendaciones con las que debe contar una investigación experimental. Por ello, el método experimental fue el más apropiado para este trabajo debido a la necesidad de diseñar procesos y experimentos controlados para así desarrollar y evaluar las ecoetiquetas, lo que requirió de manipulación y combinación de elementos, la realización de pruebas específicas y la recopilación de los datos resultantes que sirvieron para tener resultados fundamentados y concretos.

3.5 Técnicas de investigación

- **Revisión bibliográfica:** Mediante esta técnica, se buscó, selecciono y analizo información relevante en fuentes bibliográficas confiables sobre las industrias mencionadas.
- **Diseño de experimentos:** Se aplico esta técnica para planificar y controlar de manera sistemática los diferentes aspectos del proceso de desarrollo de las ecoetiquetas.

- Diagrama de flujo: Se emplearon diagramas de flujo para visualizar y seguir las etapas y procedimientos implicados en la elaboración de las ecoetiquetas.
- DAP (Diseño Asistido por Computadora): Se utilizó esta técnica para agilizar y mejorar el diseño de las ecoetiquetas mediante la creación de modelos virtuales.
- Pruebas mecánicas: Se realizaron ensayos de flexión para evaluar la resistencia y durabilidad de las ecoetiquetas.
- Evaluación económica: En esta etapa se realizó una evaluación comparativa de los aspectos económicos asociados con la implementación de las ecoetiquetas en comparación con las etiquetas normales utilizadas en la industria textil.
- Balance de materia: Esta técnica se empleó para evaluar el flujo y la distribución de materia en el desarrollo de las ecoetiquetas. Este balance permitió identificar y cuantificar las corrientes de materiales que ingresan y salen del sistema, así como establecer los balances correspondientes para cada componente relevante.

3.6 Instrumentos de investigación

- Buscadores especializados: Se utilizaron plataformas como ScienceDirect, Google Scholar y Scielo para acceder a estudios, artículos científicos y normativas relacionados con las industrias de curtiembre, papelera y textil.
- Protocolo de pruebas: Se elaboró un documento detallado que describe los pasos, materiales, cantidades y condiciones necesarias para la fabricación de las ecoetiquetas.
- Equipos de análisis y pruebas: Se utilizaron balanzas, micrómetro y máquinas de ensayos mecánicos, entre otros instrumentos, para realizar las pruebas y análisis requeridos en la validación y evaluación de las ecoetiquetas.
- Software de gestión de proyectos: Estas herramientas permitieron planificar, organizar y supervisar todas las tareas asociadas con la elaboración de ecoetiquetas. Se utilizó para establecer hitos, asignar tareas, gestionar recursos, realizar seguimiento del progreso y mantener comunicación con el equipo de trabajo.
- Base de datos de costos: Se recopiló información sobre los costos asociados con la fabricación y el uso de las ecoetiquetas, así como los costos de las etiquetas normales utilizadas en la industria textil.
- Herramientas de cálculo financiero: Se emplearon hojas de cálculo o software especializado para realizar cálculos de los costos que intervienen para el desarrollo de la ecoetiqueta, como Microsoft Excel.

- Herramientas de análisis de datos: Para analizar los datos recopilados durante la investigación, se utilizaron herramientas de análisis de datos, como hojas de cálculo y software estadístico. Estas herramientas permitieron realizar análisis descriptivos, análisis de tendencias, correlaciones y otros análisis cuantitativos para obtener información valiosa sobre el rendimiento de las ecoetiquetas.
- Hoja de cálculo del balance de materia: Para facilitar la implementación del balance de materia, se utilizó una hoja de cálculo diseñada específicamente para registrar y realizar los cálculos necesarios. La hoja de cálculo usada fue la de Microsoft Excel, la cual permitió tener un registro organizado de los materiales de entrada y salida, así como la realización de los cálculos correspondientes.

3.7 Población Objetivo

La población de estudio que conforma el presente trabajo incluye:

- Residuos de viruta de cuero que generan las industrias de curtiembre de la región Arequipa, así como sus procesos, características, problemas ambientales que ocasionan y normas a las que se rigen.
- Papel bond de oficina que genera la industria papelerera. Se obtuvo información de los residuos de papel de oficina y asimismo las posibles alternativas para su reutilización.

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Análisis situacional del sector

4.1.1 Sector de la Industria de Curtiembre

Históricamente, en la producción de cuero en Perú, se utiliza aproximadamente entre el 60% y el 80% del cromo empleado en el proceso de curtido. (Córdova et. al 2014) Según Saxena et.al (2017), la ineficiente retención de la sal de cromo oscila entre un 50% y un 70% durante el proceso de curtido, lo que conlleva al desperdicio de material por un lado y perturbación del equilibrio ecológico por otro.

Arequipa es la fuente del 40% de todo el cuero necesario para satisfacer la demanda nacional. La región alberga un aproximado de 400 empresas de curtiembres, que van desde pequeñas a grandes, organizadas en 60 asociaciones, además de otras empresas informales. Estas industrias generan vertidos que contienen altos niveles de materia orgánica y concentraciones de sustancias como el sulfuro y el cromo, que en el corto o largo plazo lograrían representar graves riesgos para la salud de los habitantes y el entorno. Por ello, el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales (MITINCI) ha sugerido a estas industrias que establezcan plantas de tratamiento de aguas residuales compartidas y plantas de reciclaje de cromo.

Sin embargo, las empresas no han implementado esta recomendación, lo que ha llevado a un aumento en la proliferación de empresas informales en varias áreas en las que vierten sus vertidos y residuos sin previo tratamiento. Esto, a su vez, ha resultado en un incremento de los niveles de contaminación en los ríos locales. Pues, por lo general, los residuos generados por el proceso de curtido contienen diversos componentes en cantidades variables, pero considerablemente relevantes. Estas variaciones dependen de la materia prima utilizada, el proceso de producción y el producto final resultante de la transformación de las pieles. Algunos de los materiales que suelen encontrarse en los desechos de curtido incluyen elementos como pelo, fragmentos de piel y carne, sangre, restos orgánicos, sales, sal de mesa, virutas de cuero, sales de cromo, sulfuros, y otros similares. (Solis Pareja, 2020)

Según Solis Pareja (2020), durante el proceso de curtido, el producto final representa menos del 30% del producto inicial, lo que significa que una parte significativa del material de

partida se convierte en residuos sólidos. Estos residuos pueden clasificarse en tres categorías principales:

a) Residuos sin curtir: Un ejemplo de estos residuos son los recortes de piel sin procesar. Cuando las pieles de los animales ingresan a la industria, se procede a recortar ciertas partes específicas cuya curtición no tiene un valor significativo. Estas partes suelen ser el cuello, la cola y las extremidades. En el caso de las pieles de oveja, también se recorta la lana. Los fragmentos de piel que se descartan contienen subproductos como carnazas, grasas, sangre y desechos, que contribuyen a la carga orgánica presente en los residuos de la curtición.

b) Residuos Curtidos: tomando como ejemplo las partes de cuero que han sido divididas, como en el caso de cuero de vaca, o que no han sido divididas, como en el caso de ovejas y cabras, es necesario igualar su grosor a un nivel específico. Este proceso se lleva a cabo en una máquina de rebajar y produce virutas de cuero que en la mayoría de las situaciones son descartadas como residuos.

c) Lodos de plantas depuradoras: Los lodos generados en las plantas depuradoras de efluentes líquidos de la industria de curtido tienen una relación específica. Por cada 100 kilogramos de piel en bruto seca de vacuno, se estima que contienen aproximadamente 35 kilogramos de materia seca. Estas estaciones de depuración tienen como tarea principal trasladar la contaminación presente en el agua a los sólidos residuales o lodos.

En general, las empresas Arequipeñas dedicadas al procesamiento de cueros liberan sus aguas residuales en canales o ríos cercanos, que son utilizados de manera directa o indirecta por los agricultores para el riego de sus cultivos. Esta práctica resulta en la transferencia de metales potencialmente peligrosos, como el cromo, al agua que se utiliza para regar las plantas cultivadas, y finalmente llega a los cuerpos humanos o animales, provocando toxicidad. No obstante, es importante destacar que la toxicidad del cromo depende principalmente de su forma química, por lo que los efectos en la salud asociados están influenciados por las distintas formas químicas de exposición. En el caso de la industria de la curtiembre, el cromo es el componente que se halla en la mayoría de sus residuos. Este elemento pertenece a la categoría de los metales pesados, que comprende aproximadamente unos 40 elementos caracterizados por su alto peso atómico (superior a 44) y una densidad específica superior a 5 g/cm³. (Solís Pareja, 2020).

Por lo cual, Solis Pareja (2020), nos dice que un metal pesado se caracteriza por ser un elemento que exhibe propiedades metálicas típicas, como ductilidad, conductividad eléctrica, alta densidad, capacidad de actuar como catión y afinidad hacia ligandos. Bajo la categoría de metales pesados se engloba un grupo de 65 elementos que se encuentran en la tabla periódica y tienen un número atómico superior a 20. Estos elementos presentan una densidad relativa alta, igual o superior a 5 g/cm^3 en su forma elemental. Los metales pesados tienen diversas propiedades fisicoquímicas y biológicas, y pueden formar complejos en forma de iones libres o participar en reacciones redox que pueden ser potencialmente perjudiciales para los organismos. Además, el cromo es un metal pesado que presenta diferentes estados de valencia, incluyendo bivalente, trivalente y hexavalente, siendo este último de especial relevancia debido a su alta toxicidad.

En particular, el cromo trivalente y el cromo hexavalente tienen la capacidad de desnaturalizar proteínas y precipitar ácidos nucleicos, lo que los hace altamente perjudiciales. Además, se ha observado una fuerte asociación entre los cromatos y la inducción de cáncer en el pulmón y el sistema digestivo. Pues se ha establecido con suficiente evidencia que el cromo (VI) posee una potente capacidad carcinogénica tanto para seres humanos como para animales y plantas. Este efecto carcinogénico se produce cuando el cromo (VI) penetra en las células a través del sistema de transporte en la superficie celular y se reduce a su forma de cromo (III), lo que desencadena una serie de efectos genotóxicos variados. (Raj et al. 2014).

Tabla 8:
Diagnóstico cuantitativo de la industria de curtiembre

Indicador	Valor
Porcentaje de cromo utilizado en curtido	60%-80% (Córdova et al., 2014)
Retención ineficiente de cromo	50%-70% (Saxena et al., 2017)
Producción de cuero de Arequipa	40% de la producción nacional
Número de curtiembres en Arequipa	400 curtiembres (60 asociaciones)
Porcentaje de residuos generados	Producto final es < 30% del material original (Solis Pareja, 2020)
Metales pesados (Cromo VI)	Carcinogénico, altamente tóxico, ligado a cáncer pulmonar y digestivo (Raj et al., 2014)

Como se puede observar en el cuadro, se presenta una visión clara y cuantitativa de los principales desafíos del sector de curtiembre en Perú, Arequipa. Este diagnóstico resalta la urgente necesidad de implementar medidas efectivas para reducir la generación de residuos y mejorar la gestión de contaminantes, particularmente el cromo, que representa un grave riesgo ambiental y para la salud pública. La información recopilada subraya la importancia de adoptar tecnologías de tratamiento y reciclaje adecuadas para mitigar los impactos negativos y promover una industria más sostenible y responsable.

4.1.2 Sector Textil

En Arequipa, la industria textil ha experimentado un crecimiento significativo en la última década, impulsada por la creciente demanda de fibras textiles y colorantes. Esta expansión ha dado lugar a un aumento en la producción de residuos sólidos y la utilización de sustancias químicas, lo que ha tenido un impacto ambiental considerable. La industria textil en Arequipa se ha convertido en una de las principales fuentes de contaminación de recursos hídricos, justo después de la agricultura, debido a los procesos de teñido y producción (Cruz, 2022).

La producción textil genera una variedad de residuos, incluyendo cartón, papel y plástico provenientes de envases vacíos, bobinas y carretes. También se generan lodos de aguas

residuales, trapos aceitados contaminados, y desechos de la confección como agujas, cuchillas, chatarra, pelusas, etiquetas y restos de hilos y telas (Cordero Cobos, 2013). Estos residuos tienen un impacto ambiental significativo, contribuyendo a la contaminación de los recursos hídricos y aumentando la carga de desechos en los vertederos. Según el informe de la Environmental Justice Foundation (EJF) citado por Osorio et al. (2018), los desechos textiles representan aproximadamente el 5% de la capacidad total de los vertederos, con un millón de toneladas de textiles desechados en vertederos al aire libre cada año. Además, se estima que el 20% de la contaminación industrial de las fuentes de agua dulce se origina en los procesos textiles y de teñido, especialmente en la producción de denim.

El creciente interés de los consumidores por prácticas éticas y sostenibles ha impulsado la demanda de moda sostenible en Arequipa. Las ecoetiquetas emergen como una herramienta clave para identificar productos más sostenibles y comunicar los esfuerzos ambientales de las marcas. Estas etiquetas no solo informan a los consumidores sobre el impacto ambiental de los productos, sino que también incentivan a los fabricantes a adoptar prácticas más sostenibles (Henninger, 2015).

Tabla 9

Situación de la industria textil de Arequipa

Aspecto	Valor
Crecimiento en la producción textil	Incremento del 15% anual en los últimos 5 años (Cruz, 2022)
Porcentaje de residuos textiles en vertederos	5% de la capacidad total de los vertederos (Osorio et al., 2018)
Toneladas de textiles desechadas anualmente	1 millón de toneladas (Osorio et al., 2018)
Niveles de contaminación de fuentes de agua dulce	20% atribuida a procesos textiles y de teñido (Osorio et al., 2018)
Impacto de ecoetiquetas en el mercado	Promueven consumo y producción sostenible, influyen en consumidores y fabricantes (Henninger, 2015)

Como se puede observar en el cuadro, el sector textil en Arequipa enfrenta desafíos cuantificables significativos en la gestión de residuos y la contaminación de los recursos hídricos. La adopción de prácticas más sostenibles y el uso de ecoetiquetas son fundamentales para mitigar estos problemas y fomentar una industria textil más responsable y ambientalmente amigable.

4.1.3 Sector de la Industria Papelera

Debido a la creciente demanda del papel en diversas aplicaciones, su producción conlleva un considerable impacto ambiental. Esto hace necesario buscar técnicas e innovaciones que aborden de manera efectiva estos problemas medioambientales. Una alternativa viable consiste en la reutilización del papel, ya que esta práctica evita la tala de árboles, reduce el consumo de agua y energía, y aprovecha el papel y cartón usados que, de otra manera, se convertirían en desechos urbanos. Por lo tanto, es imperativo establecer procesos de reciclaje que fomenten una gestión ambiental adecuada de los residuos de papel y cartón generados por el consumo. El reciclaje no solo aporta soluciones a los problemas ambientales, sino que también tiene un impacto positivo en el ámbito social. (Cuadros & Meza 2017)

De acuerdo con el estudio de mercado realizado por Revilla (2016), se analizó la característica del consumo anual de papel per cápita en kilogramos, abarcando el período desde 2001 hasta 2012, con una proyección que se extiende hasta el año 2016.

Tabla 10:
Consumo Per Cápita de papel

AÑO	CONSUMO PER CAPITA DE PAPEL (KG)	POBLACIÓN DEL PERÚ	POBLACIÓN DE AREQUIPA
2000	12.21	25,983,588	1,084,725
2001	12.38	26,366,533	1,100,094
2002	12.88	26,739,379	1,114,590
2003	13.28	27,103,457	1,128,454
2004	13.68	27,460,073	1,141,933
2005	14.08	27,810,540	1,155,267
2006	14.48	28,151,443	1,168,238
2007	14.87	28,481,901	1,180,683
2008	15.68	28,807,034	1,192,932
2009	16.38	29,132,013	1,205,317
2010	17.62	29,461,933	1,218,168
2011	19.03	29,797,694	1,231,553
2012	19.69	30,135,875	1,245,251
2013	20.55	30,475,144	1,259,162
2014	20.98	30,814,175	1,273,180
2015	21.46	31,151,643	1,287,205

Nota. Adaptado de “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción y comercialización de bolsas a base de papel reciclado en la ciudad de Arequipa”, por Revilla, 2016.

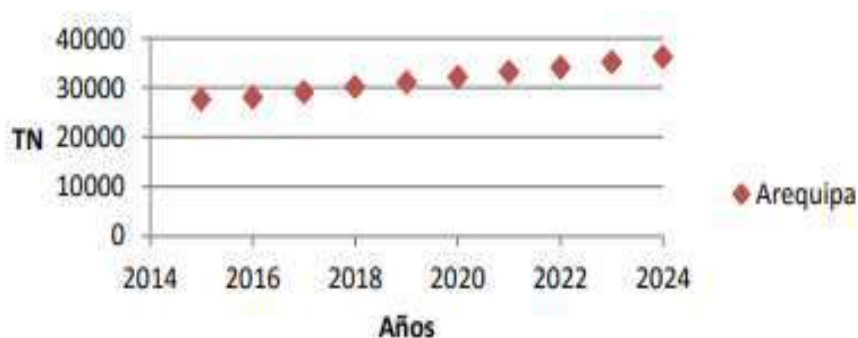
A partir de los datos sobre el consumo individual de papel, Revilla (2016), calculó la estimación del consumo total de papel para todo el país, incluida la región de Arequipa, como se muestra en la tabla 02. Además, generó un gráfico que representa la tendencia proyectada de la demanda futura de esta materia prima, como se detalla en la tabla 07.

Tabla 11:
Demanda histórica del papel en el Perú y Arequipa

AÑO	CONSUMO DE PAPEL EN EL PERÚ (Tm)	CONSUMO DE PAPEL EN AREQUIPA (Tm)
2000	317.260	13244.49
2001	326.412	13618.95
2002	344.392	14355.46
2003	359.890	14984.03
2004	375.589	15618.93
2005	391.500	16263.16
2006	407.500	16910.58
2007	423.599	17559.78
2008	451.606	18701.52
2009	477.263	19746.41
2010	519.039	21460.81
2011	567.184	23441.97
2012	593.405	24520.20
2013	626.226	25874.22
2014	646.507	26712.39
2015	668.592	27626.64

Nota. Adaptado de “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción y comercialización de bolsas a base de papel reciclado en la ciudad de Arequipa”, por Revilla, 2016.

Figura 166:
Demanda futura de Papel Kraft y bond



Nota. Adaptado de “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción y comercialización de bolsas a base de papel reciclado en la ciudad de Arequipa”, por Revilla, 2016.

Tabla 12:*Generación de residuos sólidos papel cartón mensual en el distrito de Arequipa año 2014*

2014	S/. Ton	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
		Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton	Tn	S/. Ton
Papel	750	3,7	2775	3,75	2813	4,21	3158	4,41	3308	4,76	3570	4,77	3577,5	4,81	3608	4,86	3645	4,9	3675	4,95	3713	5,2	3863	5,52	4140
Cartón	200	2,07	414	2,12	424	2,36	471,8	2,54	507,8	2,59	517,8	2,599	519,8	2,609	521,8	2,63	525,8	2,65	529,8	2,67	533,8	2,8	565,8	2,87	573,8
TOTAL		5,77	3189	5,87	3237	6,57	3629	6,95	3815	7,35	4088	7,369	4097,3	7,419	4129	7,49	4171	7,55	4205	7,62	4246	8	4428	8,39	4713,8

Nota. Adaptado de “Evaluación económica de una propuesta de negocio del mercado de papel y cartón para las recicladoras del proyecto PEI en la ciudad de Arequipa”, por Cuadros & Meza, 2017.

El incremento significativo en la demanda de papel ha generado una cantidad creciente de residuos sólidos, lo que complica considerablemente la gestión de estos desechos debido a los crecientes costos asociados con su recolección, transporte y disposición. Se estima que sólo alrededor del 30 por ciento de estos residuos se deposita en rellenos sanitarios. Además de la responsabilidad de las entidades encargadas del tratamiento de residuos, es fundamental considerar el proceso de generación de desechos, que involucra a toda la sociedad. Este proceso ha llevado a la saturación de los lugares destinados para la disposición de residuos, como los rellenos sanitarios, lo que ha ocasionado problemas como malos olores, proliferación de fauna nociva y, lo más crucial, la falta de espacio para su almacenamiento. Es esencial destacar que el desafío de los residuos sólidos no finaliza con la recolección, sino que marca el inicio de un proceso más complicado y costoso, con un alto valor añadido en términos de costos para las autoridades locales (Cuadros & Meza 2017).

4.2 Identificación de principales puntos de mejora de la propuesta:

De acuerdo con el capítulo IV, donde se aborda el análisis situacional de cada sector estudiado, se identificaron una serie de puntos de mejora significativos que aportarán valor a la industria en la gestión sostenible de residuos. Estos puntos de mejora derivan directamente de la propuesta de diseño de ecoetiquetas que utilizan viruta de cuero y papel bond reciclado de oficina. A continuación, se resumen los principales puntos de mejora identificados en cada industria analizada en el presente trabajo de investigación:

4.2.1 Sector de la Industria de Curtiembre:

- Reducción de Residuos de Curtiembre: Implementar prácticas de curtido más eficientes y limpias para minimizar la generación de residuos, especialmente la viruta de cuero y los lodos de las plantas depuradoras.
- Reciclaje y Reutilización de Residuos: Investigar y desarrollar métodos para reciclar y reutilizar los residuos de curtido, convirtiéndolos en productos de valor.
- Mejora de la Gestión de Sustancias Químicas: Implementar un manejo más riguroso de las sustancias químicas utilizadas en el proceso de curtido para reducir el impacto ambiental y los riesgos para la salud.
- Colaboración Interindustrial: Fomentar la colaboración con las industrias que puedan intervenir en un proceso similar para la obtención de un producto o por

un beneficio común para una gestión más integrada de residuos y producción sostenible.

- Ecoetiquetas y Concientización: Fomentar la adopción de ecoetiquetas que informen a los consumidores sobre la sostenibilidad de los productos de cuero y concientizar a las empresas de curtido sobre la importancia de adoptar prácticas más limpias y sostenibles.
- Educación Ambiental: Concientizar y educar a las empresas de curtido sobre la importancia de la gestión ambiental y el cumplimiento de regulaciones

4.2.2 Sector de la industria Textil:

- Reducción de Residuos Textiles: Fomentar la adopción de prácticas de producción sostenibles que minimicen la generación de residuos textiles y promover la reutilización de materiales.
- Gestión Eficiente de Etiquetas colgantes: Establecer sistemas eficientes de gestión de etiquetas, como cartón, papel y plástico, utilizados en la industria textil para reducir los residuos.
- Educación y Concientización: Educar a los consumidores y a las empresas sobre la importancia de la moda sostenible y la gestión adecuada de residuos textiles.
- Colaboración Interindustrial: Fomentar la colaboración con las industrias que puedan intervenir en un proceso similar para la obtención de un producto o por un beneficio común para una gestión más integrada de residuos y producción sostenible.
- Ecoetiquetas y Concientización: Promover el uso de ecoetiquetas en prendas textiles que comuniquen su sostenibilidad y educar tanto a los consumidores como a las empresas sobre la importancia de la moda sostenible y la gestión adecuada de residuos textiles.

4.2.3 Sector de la Industria Papelera:

- Reciclaje y Reutilización de Papel: Promover la reutilización del papel y cartón usados y desarrollar sistemas de reciclaje eficientes para reducir los residuos de papel.
- Ecoetiquetas y Concientización: Promover el uso de ecoetiquetas y concientizar a los consumidores sobre la importancia de la moda sostenible, aprovechando que en la actualidad se vive en un mundo donde la sostenibilidad está siendo un

factor importante en la competitividad entre empresas y a la hora de comprar un producto.

- Investigación en Tecnologías Sostenibles: Invertir en investigación y desarrollo de tecnologías más limpias y eficientes para la producción de papel, reduciendo así el impacto ambiental.
- Ecoetiquetas y Concientización: Impulsar el uso de ecoetiquetas en productos de papel y cartón para informar a los consumidores sobre su origen sostenible y concientizar a las empresas y a los consumidores sobre la relevancia de la gestión responsable de los recursos forestales y el reciclaje de papel.
- Gestión de la Demanda: Gestionar la demanda de papel de manera sostenible, promoviendo el uso responsable y la educación sobre la importancia del reciclaje de papel.

4.3 Unificación de puntos de mejora de la propuesta:

Una vez identificados los puntos de mejora más destacados en cada industria de estudio, se elaboró una tabla donde se englobaron los puntos de mejora antes señalados, de tal manera que se tenga una visión global para elaborar una matriz de calificación cualitativa. Esta matriz busca asignar un mayor puntaje a aquellos puntos que el presente trabajo logre resolver.

Para evaluar cada punto de mejora, se empleó un sistema de calificación del 1 al 3, donde:

- 3: Indica que el punto de mejora está completamente resuelto, brindando un beneficio significativo y concreto a las industrias de curtiembre, textil y papelería.
- 2: Indica que el punto de mejora está en proceso de resolución, pero que aún solo abarca la resolución de problemas en 2 industrias.
- 1: Indica que el punto de mejora no está resuelto, ya sea porque no se han tomado medidas al respecto o porque las acciones implementadas solo generan resultados en una industria.

Este sistema de calificación cualitativo permite priorizar las áreas de mejora que más impacto tendrán en el rendimiento y eficiencia de las tres industrias, enfocándose en resolver aquellos puntos que aporten mayores beneficios conjuntos.

Tabla 13:
Evaluación de puntos de mejora en las industrias

PUNTOS DE MEJORA	CURTIEMBRE	TEXTIL	PAPELERA	PUNTAJE
Reducción de residuos	X	X	X	3
Reciclaje y reutilización de residuos	X	X	X	3
Mejorar gestión de sustancias químicas	X			1
Educación ambiental	X	X	X	3
Gestión eficiente de etiquetas colgantes		X		1
Colaboración Interindustrial	X	X	X	3
Ecoetiquetas y concientización	X	X	X	3
Tecnologías sostenibles			X	1
Gestión de la demanda			X	1

Los puntos de mejora ganadores son los que tiene puntaje 3 por lo cual son los siguientes:

- **Reducción de Residuos:** Este punto de mejora se centra en minimizar la generación de residuos en todas las industrias, lo que es esencial para reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. La reducción de residuos es un objetivo clave en la gestión ambiental de cualquier sector.
- **Reciclaje y Reutilización de Residuos:** La promoción del reciclaje y la reutilización de residuos es fundamental para cerrar el ciclo de vida de los materiales y minimizar la cantidad de residuos que terminan en vertederos. Esto es relevante para las tres industrias en términos de sostenibilidad y gestión de recursos.
- **Colaboración Interindustrial:** La colaboración entre sectores permite abordar desafíos comunes y encontrar soluciones más integrales. Al trabajar juntos en la gestión de residuos y la sostenibilidad, las industrias pueden lograr una mayor eficiencia y reducción de impactos ambientales.
- **Ecoetiquetas y Conciantización:** La promoción del uso de ecoetiquetas y la concientización sobre prácticas sostenibles son cruciales para informar a los

consumidores y fomentar la adopción de decisiones más responsables en todas las industrias. Esto tiene un impacto directo en la percepción de la sostenibilidad de los productos y en el comportamiento de compra.

- **Educación Ambiental:** La educación ambiental es un punto crítico en la promoción de prácticas sostenibles y la adopción de una mentalidad de gestión ambiental en las empresas. Esto ayuda a crear una cultura de sostenibilidad que es relevante en todos los sectores.

Estos puntos de mejora son esenciales en los tres sectores industriales porque abordan desafíos comunes relacionados con la gestión de residuos y la promoción de prácticas sostenibles. La combinación de estos enfoques puede contribuir significativamente a la mejora del desempeño ambiental en cada uno de estos sectores y, además, puede propiciar la posibilidad de desarrollar un producto conjunto aprovechando los residuos generados en los tres sectores. Esto fomenta la economía circular y la maximización de recursos, lo que beneficia tanto a nivel ambiental como económico.

Además, estos puntos de mejora se justifican con los beneficios que se esperan tener de ellos, los cuales no solo mejoran la sostenibilidad de los sectores en cuestión, sino que también tienen un impacto positivo en el medio ambiente, la salud humana y la sociedad en su conjunto al promover prácticas más responsables y la conservación de recursos naturales. Los beneficios son los siguientes:

- **Reducción de Residuos y Contaminación Ambiental:** La implementación de prácticas sostenibles en las industrias textil, de curtiembre y papelera reducirán significativamente la contaminación y la acumulación de residuos en vertederos y rellenos sanitarios. Esta reducción beneficia tanto al medio ambiente como a la salud pública.
- **Aprovechamiento de Recursos:** El reciclaje y la reutilización de materiales y residuos generados en estos sectores contribuirán a un uso más eficiente de los recursos naturales, reduciendo la dependencia de materias primas vírgenes. Esto fomenta la conservación de recursos valiosos.
- **Mejora de la Gestión de Sustancias Químicas:** La adopción de prácticas más seguras y la gestión adecuada de sustancias químicas tóxicas en la curtiembre y la industria textil minimizará los riesgos para la salud de los trabajadores y las comunidades locales. Esto promueve ambientes de trabajo más seguros y saludables.
- **Promoción de la Educación y Concientización:** Aumentar la conciencia sobre la importancia de la gestión sostenible de residuos y la moda sostenible no solo en la

industria, sino también entre los consumidores, podría llevar a un cambio cultural y comportamental hacia prácticas más responsables. Esto impulsa una mayor responsabilidad ambiental.

- **Conservación de Recursos Naturales:** La reducción de la tala de árboles y la conservación de recursos forestales a través del reciclaje y la reutilización del papel contribuirán a la conservación de los bosques y la biodiversidad. Esto preserva el equilibrio ecológico.
- **Innovación y Diversificación:** La colaboración interindustrial para la gestión de residuos puede fomentar la innovación y la diversificación de productos, lo que aumenta la competitividad y la adaptabilidad de las empresas.
- **Crecimiento de la Economía Circular:** Al aprovechar los residuos de un sector para generar productos o materias primas en otros sectores, se promueve la economía circular, en la que los recursos se utilizan de manera más eficiente y se reducen los desechos.
- **Eficiencia en Costos:** La gestión eficiente de residuos y la reducción de la generación de residuos pueden llevar a una disminución de los costos asociados al manejo de residuos, como la eliminación y el tratamiento.
- **Generación de Sinergias:** Al aplicar estos puntos de mejora en conjunto, se pueden crear sinergias que potencien los beneficios en cada sector y promuevan la colaboración a nivel empresarial y comunitario.

CAPITULO V: DISEÑO DE LAS ECOETIQUETAS COLGANTES

5.1 Consideraciones Iniciales

Este proyecto se llevó a cabo con el propósito de abordar problemas significativos de gestión de residuos y sostenibilidad en las industrias de curtiembre, textil y papelera en Perú, específicamente en la región de Arequipa. La justificación se basa en las siguientes consideraciones:

- **Problema Ambiental Urgente:** Las industrias mencionadas generan una cantidad considerable de residuos y tienen un impacto ambiental significativo. La gestión inadecuada de estos residuos contribuye a la contaminación del agua y la tierra, así como a las emisiones de carbono. Abordar estos problemas es una necesidad urgente para preservar el entorno natural y cumplir con las regulaciones ambientales.
- **Oportunidad de Ecoetiquetas Colgantes:** La introducción de ecoetiquetas colgantes que utilizan materiales como la viruta de cuero y el papel bond reciclado presenta una oportunidad única para fomentar prácticas sostenibles en estas industrias. Estas etiquetas pueden contribuir a reducir los residuos, promover el uso eficiente de recursos y concienciar a los consumidores sobre la importancia de la sostenibilidad.
- **Información Disponible:** Se cuenta con datos sólidos y estudios de mercado que respaldan la viabilidad del proyecto, como el consumo per cápita de papel y la demanda de papel en Arequipa. Esta información fue fundamental para fundamentar el enfoque y las medidas propuestas.
- **Cumplimiento Normativo:** La tesis se llevó a cabo en cumplimiento con las regulaciones y normativas ambientales vigentes en Perú. Esto asegura que el proyecto se desarrolle de manera legal y ética, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental.

5.2 Diseño y Planteamiento de la Propuesta

Para llevar a cabo la ejecución de esta propuesta se realizaron diversas actividades, las cuales comprendieron desde la elaboración de la materia prima hasta el desarrollo del producto. Dentro de estas actividades, se realizaron las pruebas necesarias relacionadas con el desarrollo del producto que sirvieron para comprobar las características del mismo y realizar mejoras hasta llegar a obtener una ecoetiqueta colgante tipo I.

Para la realización de estas actividades, se contó con la ayuda del Instituto de Ingeniería, Energía y Medio Ambiente de la Universidad Católica San Pablo, en donde se realizaron las pruebas necesarias del producto a elaborar.

Partiendo del diseño realizado por el IIEM en su proyecto “APROVECHAMIENTO CONTINUO DE VIRUTA DE CUERO COMO COMPLEMENTO EN LA OBTENCIÓN DE PAPELERÍA INDUSTRIAL ALTERNATIVA”, se ejecutaron diferentes actividades para la obtención de la materia prima, las cuales se detallan a continuación.

5.2.1 Selección de materiales

Según lo señalado por Desai y Mital (2021), enfatizan la importancia crítica de elegir los materiales adecuados al diseñar o desarrollar un producto. En el contexto de la sostenibilidad, es esencial para las empresas que buscan crear productos sostenibles evitar la utilización de materiales contaminantes, como el plástico, en sus productos. Este enfoque resalta la relevancia de desarrollar alternativas, como una etiqueta que aproveche los residuos de otras industrias.

MATERIALES

- **Viruta de cuero:** material obtenido al desgarrar o cortar cuero en trozos pequeños, utilizado en artesanía y confección de productos de cuero. Las características que debe tener son:
 - Tamaño de malla: Trozos de 1 o 3 mm para asegurar una buena mezcla con los demás materiales.
 - Calidad: Debe estar libre de contaminantes y manchas para garantizar la integridad del producto final, para ello es necesario que haya sido previamente estabilizada.
 - Textura: Uniforme para evitar irregularidades en la superficie de las ecoetiquetas.
- **Papel bond reciclado:** papel bond desechado que se recoge de diversas fuentes, como oficinas, hogares, escuelas y empresas. Las características que debe tener son:
 - Gramaje: Entre 75 y 80 g/m² para asegurar resistencia y durabilidad.
 - Tamaño: A4
 - Calidad de reciclaje: Debe cumplir con estándares que aseguren la mínima presencia de contaminantes y un buen estado.

- **Aditivo:** sustancia añadida a otros materiales para mejorar sus propiedades o características específicas. Las características que debe tener son:
 - Propiedades: Debe mejorar la flexibilidad, adhesión o resistencia de los materiales.
 - Marca: Vinnapas
- **Moldes:** formas o moldes utilizados en la fabricación de objetos para darles una forma específica.
 - Material: Vidrio
 - Alto: 29.7 cm
 - Ancho: 21 cm
 - Profundidad: 2 – 5 cm
- **Luna de reloj:** una lupa o lente de aumento utilizada en entornos de laboratorio para observar detalles pequeños o realizar mediciones precisas en muestras o instrumentos. Las características que debe tener son:
 - Material: Vidrio
 - Tamaño: Aproximadamente 6 cm de diámetro
- **Espátula:** herramienta plana y delgada utilizada para raspar, mezclar o aplicar sustancias. Las características que debe tener son:
 - Material: Plástico resistente
 - Diseño: Plano y con bordes lisos para evitar dañar los materiales
- **Recipiente:** contenedor utilizado para almacenar, transportar o contener líquidos, sólidos u otros materiales. Las características mínimas que debe tener son:
 - Profundidad: 10 – 15 cm
 - Tamaño: Aproximadamente 9 cm de diámetro
 - Material: Plástico o acero
 - Capacidad: Adaptable al volumen de material a almacenar o mezclar.
- **Tul can can:** tejido ligero y transparente con acabado rígido con capacidad de mantener su forma y volumen. Las características mínimas que debe tener son:
 - Composición: Tejido ligero y rígido, adecuado para mantener su forma.
 - Transparencia: Alta para permitir una visualización clara de los objetos.
 - Tamaño: Aproximadamente 31 cm de largo x 23 cm de ancho.
- **Agua destilada:** agua que ha sido purificada mediante destilación para eliminar impurezas y minerales. Las características mínimas que debe tener son:

- Pureza: Debe tener una conductividad muy baja y estar libre de minerales y contaminantes.
- Presentación: En envases limpios y sellados para evitar contaminación.
- **Tinta ecoamigable:** tinta que se fabrica de manera respetuosa con el medio ambiente, utilizando ingredientes menos dañinos y procesos sostenibles. Las características mínimas que debe tener son:
 - Composición: Libre de químicos que dañen el medio ambiente y metales pesados.
 - Durabilidad: Resistente a la decoloración y a las condiciones ambientales.
- **Bandeja rectangular de vidrio:** recipiente plano y rectangular hecho de vidrio. Las características mínimas que debe tener son:
 - Material: Vidrio
 - Alto: Aproximadamente 30 cm
 - Ancho: Aproximadamente 21 cm
 - Profundidad: 2 – 5 cm

EQUIPOS

- **Máquina agitadora de turbina:** un equipo utilizado en laboratorios y procesos industriales para mezclar líquidos o suspender partículas en un líquido mediante una turbina giratoria. Las características mínimas que debe tener son:
 - Capacidad: Capaz de manejar volúmenes de 1 a 3 litros como mínimo.
 - Velocidad: Ajustable, con un rango mínimo de 10 a 300 rpm.
 - Tipo de turbina: Paleta
- **Licuada:** electrodoméstico diseñado para mezclar, triturar y licuar ingredientes. Las características mínimas que debe tener son:
 - Tensión: 220 V
 - Capacidad del vaso: Mínimo 3 litros.
- **Prensa:** un dispositivo utilizado para aplicar fuerza con el fin de comprimir, moldear o extraer líquidos o sólidos de materiales, como en una prensa hidráulica o una prensa de impresión. Las características mínimas que debe tener son:
 - Tipo: Hidráulica
 - Ajustes: Presión y temperatura ajustable según el tipo de material.
 - Tamaño de la cama: A-4 o Adaptable al tamaño de las ecoetiquetas (plancha u/o producto final).

- **Impresora:** dispositivo electrónico que se utiliza para generar copias impresas de documentos, imágenes o gráficos en papel u otros medios. Las características mínimas que debe tener son:
 - Tipo: De inyección de tinta compatible con tintas ecoamigables.
 - Resolución: Alta resolución, de al menos 1200 x 1200 dpi.
 - Capacidad de manejo de medios: Compatible con papel reciclado y superficies gruesas.
- **Micrómetro:** instrumento de medición de alta precisión que se utiliza para medir dimensiones lineales extremadamente pequeñas, con una resolución mucho mayor que una regla convencional. Las características mínimas que debe tener son:
 - Precisión: Resolución de 0.01 mm o mejor.
 - Tipo: Digital o analógico, con calibración precisa.
- **Balanza:** instrumento de medición que se utiliza para determinar la masa de un objeto o sustancia, generalmente en unidades de peso como gramos o kilogramos. Las características mínimas que debe tener son:
 - Precisión: Capaz de medir con una resolución de 0.01 gramos.
 - Capacidad de pesaje: Como mínimo hasta 5 kg.
 - Tipo: Analítica para medidas de alta precisión.

5.2.2 Modelo Experimental / Características de la Propuesta

Según el proyecto realizado por el IIEM, se tienen diferentes formulaciones para elaborar la materia prima necesaria de la ecoetiqueta a realizar. Para ello se tomaron en cuenta cuatro factores, los cuales son: viruta de cuero, malla, papel y aditivo en diferentes cantidades. Por lo que fue necesario buscar una herramienta estadística que permitiera saber las formulaciones más óptimas para obtener materia prima que cumpla con los estándares requeridos. Por ello se consideró seleccionar el diseño experimental de Plackett-Burman, ya que este, se centra en evaluar el impacto en la respuesta cuando se introducen cambios deliberados en los niveles de los factores.

Tabla 14:
Diseño Plackett-Burman

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Factores	4
Corrida base	12
Bloque base	1
Réplicas	3
Total de corridas	36
Total de bloques	1

Nota. Adaptado de “Aprovechamiento continuo de viruta de cuero como complemento en la obtención de papelería industrial alternativa”, por J. Diaz, 2024.

Tabla 15:
Composición de las planchas de cartón

% PAPEL	% VIRUTA	% ADITIVO	# MALLA (mm)
75	15	10	3
75	10	25	3
75	15	25	1
65	10	25	3
65	10	25	3
65	15	25	3
75	15	10	3
65	10	10	3
75	15	25	1
75	15	10	3
75	15	10	3
65	15	25	1
65	15	25	1
75	10	25	1
75	10	10	1
65	15	25	3
65	15	25	1
65	15	10	1
75	10	25	3
75	10	10	1
65	10	10	1
75	10	25	1
65	10	10	3
65	15	10	1
75	10	25	1
65	15	10	1
65	10	10	1
75	15	25	1
65	15	25	3
65	10	25	3
75	10	10	1
65	10	10	3
75	10	25	3
65	10	10	1
75	15	10	3

Nota. Adaptado de “Aprovechamiento continuo de viruta de cuero como complemento en la obtención de papelería industrial alternativa”, por J. Diaz, 2024.

A partir del diseño mencionado, se concluyó necesario llevar a cabo un total de 12 muestras, cada una de ellas con tres repeticiones, y ocho composiciones distintas.

Una vez obtenido el producto final, se procedió a evaluarlo, tanto desde una perspectiva mecánica como desde un punto de vista fisicoquímico. Así que para saber cuál es la mejor formulación para elaborar la materia prima de las ecoetiquetas, se llevó a cabo la evaluación cualitativa de las muestras centrándose en las propiedades mecánicas preferibles del producto final. Durante la fase experimental, se observó que algunas de las muestras mostraban una baja resistencia al desgarre, lo cual se manifestaba a través de la aparición de grietas y fisuras en el producto. Estas características se sometieron a una evaluación mecánica y fisicoquímica mediante una comparación entre el cartón convencional y el producto resultante. La Tabla 15 presenta los criterios que se evaluaron y sus respectivas calificaciones en una escala del 1 al 4, donde el puntaje más alto represento el mejor resultado posible.

Tabla 16:
Criterios para las pruebas mecánicas y fisicoquímicas

Características	Parámetros	Puntaje
Flexibilidad de la Plancha horizontal	La plancha puede doblarse 45° sin romperse ni presentar fisuras.	1
	La plancha puede doblarse 90° sin romperse ni presentar fisuras.	2
	La plancha puede doblarse 135° sin romperse ni presentar fisuras	3
	La plancha puede doblarse en dos sin romperse ni presentar fisuras 180°.	4
Flexibilidad de la Plancha vertical	La plancha puede doblarse 45° sin romperse ni presentar fisuras.	1
	La plancha puede doblarse 90° sin romperse ni presentar fisuras.	2
	La plancha puede doblarse 135° sin romperse ni presentar fisuras	3
	La plancha puede doblarse en dos sin romperse ni presentar fisuras 180°.	4
Absorción de humedad (prueba Cobb)	No se encuentra dentro de los estándares es menor a 50 g/m2	1
	Se encuentra dentro de los estándares es mayor a 50 g/m2	2

Nota. Adaptado de “Aprovechamiento continuo de viruta de cuero como complemento en la obtención de papelería industrial alternativa”, por J. Diaz, 2024.

Además, se realizaron pruebas de Resistencia a la Flexión y Resistencia ECT que se remitieron a un laboratorio especializado, donde se llevó a cabo el análisis de las dos composiciones más prometedoras: 651510-01 y 651525-03. Finalmente, para poder elegir entre las dos composiciones se realizó la prueba de Cobb, en esta prueba, se midió la capacidad de la materia prima para retener agua, expresada como la cantidad de agua absorbida por unidad

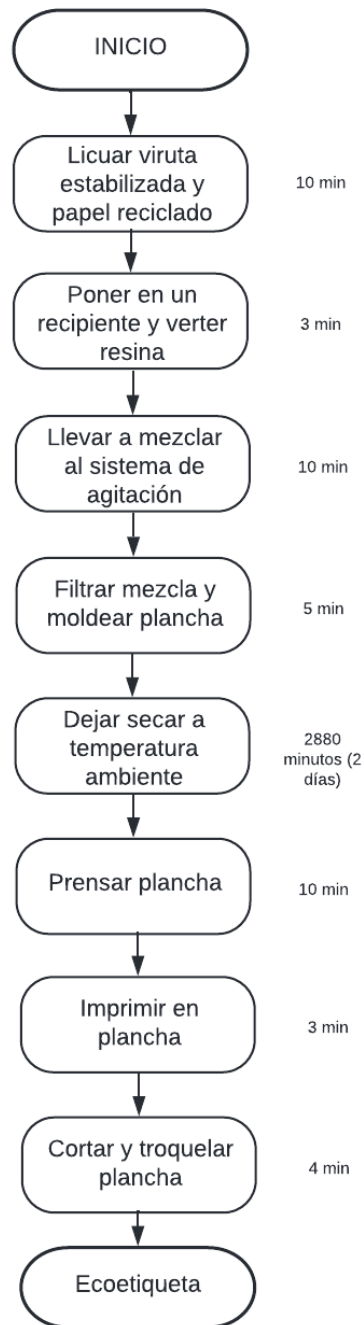
de área del cartón en un intervalo de tiempo específico. Después de haber realizado esta prueba, se determinó que ambas composiciones cumplen con los criterios establecidos, ya que, si los valores son ≥ 50 g/m², se considera que el papel está cumpliendo con el estándar. Por ello, tras someter las muestras a diversos análisis en el laboratorio, utilizando los criterios predefinidos, se determinó que las formulaciones que presentaron los mejores resultados fueron la 651510-01 y la 651525-03. Ambas obtuvieron una calificación de 12 en la cuantificación de los criterios evaluados, lo cual representó la puntuación más alta en general. Cabe recalcar que cada uno de los criterios de referencia empleados en el procedimiento para obtener la materia prima se definieron siguiendo las pautas (parámetros) establecidas en las diferentes normas ISO.

Por lo tanto, las muestras que lograron las calificaciones más sobresalientes para la elaboración de la materia prima para realizar las ecoetiquetas estaban compuestas por un 65% de papel, un 15% de viruta de cuero molida con un tamiz de 0.1 mm de tamaño y un 10% de aditivo VINNAPAS y la segunda por 65% de papel, un 15% de viruta de cuero molida con un tamiz de 0.3 mm y un 25% de aditivo VINNAPAS.

5.2.3 Procedimiento / Desarrollo de la propuesta

Figura 17:

Diagrama de flujo para realizar ecoetiqueta



Como se muestra en el diagrama de flujo, la fabricación de una plancha que contiene 16 etiquetas es de 45 minutos, cabe precisar que a este tiempo le faltaría agregar los 2 días de secado que es un tiempo muerto por lo que no se está considerando para el cálculo de tiempo total de fabricación de una ecoetiqueta. Por otro lado, se vio que para llevar a cabo la

elaboración de las planchas que son la materia prima de la ecoetiqueta, se emplea una licuadora comercial en la que se coloca agua destilada y materiales provenientes de la industria papelera y de curtiembre (papel cortado en trozos de aproximadamente 2 x 3 cm y viruta de cuero). Para ello, basados en las 2 muestras óptimas mencionadas anteriormente, la formulación de las planchas A4 a realizar se detallan a continuación:

Tabla 177:
Plancha A 651510-01

Papel (%)	Papel (gr)	Viruta %	Viruta (g)	Aditivo %	Aditivo (g)
65%	50	15%	11,51	10%	7,68

Tabla 18:
Plancha B 651525-03

Papel (%)	Papel (gr)	Viruta %	Viruta (g)	Aditivo %	Aditivo (g)
65%	50	15%	11,51	25%	19,2

En la licuadora se combinó agua destilada, viruta de cuero y papel por 10 minutos.

Figura 18:
Resultado del licuado



Una vez completado el proceso de licuado, la mezcla resultante se transfirió a un recipiente de acero inoxidable, al cual se le añadió Vinnapas, un aditivo que tiene la función de cohesionar la preparación, para luego proceder a llevarlo al sistema de agitación, donde se mezcló la sustancia resultante con el aditivo a 300 rpm por 10 minutos.

Figura 19:
Aditivo con mezcla resultante



Figura 20:
Máquina agitadora de turbina



Una vez obtenida la mezcla, se inició el proceso de moldeado de las planchas A4, integrando prácticas sostenibles de aprovechamiento de residuos de la industria de curtiembre y papelera, promoviendo así un enfoque ecoamigable con una eficaz gestión de residuos sólidos. El moldeado se llevó a cabo en un molde tipo rejilla de forma rectangular y dimensiones A4. Este molde, fue diseñado específicamente para posibilitar la eliminación del exceso de agua, permitiendo que los componentes sólidos de la mezcla se concentren en él. Sobre el molde, se dispuso una capa de tul can can, y con el objetivo de garantizar una distribución homogénea, se vertió la muestra de manera uniforme. Este proceso se realizó con

la ayuda de una paleta especial que facilito la dispersión uniforme de la mezcla sobre el molde. De este modo, no solo se aseguró la calidad y uniformidad de las planchas A4, sino que también se enfatizó el compromiso con la sostenibilidad mediante la integración de residuos reciclados en el proceso de producción. Este enfoque ecoamigable y la adecuada gestión de residuos sólidos se alinean con las mejores prácticas ambientales, contribuyendo a un ciclo de producción más responsable y respetuoso con el medio ambiente.

Figura 21:
Mezcla



Figura 22:
Moldeado



Seguidamente en un recipiente de vidrio se puso un tul can can y sobre este se colocó la plancha A4 previamente moldeada, donde se quedó aproximadamente por 2 días. Durante este periodo de secado, se fomentó la eficiencia energética al aprovechar recursos naturales como la luz solar y temperatura ambiente, contribuyendo así a un proceso más sostenible. Además, se implementó una gestión de residuos sólidos eficaz, asegurando que los materiales utilizados sean reciclables y que cualquier residuo generado durante la producción sea tratado de manera responsable.

Figura 23:
Desmoldado de plancha A4



Dando como resultado una plancha A4 de textura rugosa y no uniforme, por lo cual se utilizó una prensa hidráulica que permitió obtener una textura más suave y uniforme de la plancha, ya que después del proceso de secado, la textura de la plancha se asemeja a la de un producto artesanal y no a la de una plancha de ecoetiqueta (lisa).

Figura 24:
Prensado



Con las planchas listas, se comenzó con el proceso de diseño de las ecoetiquetas, el cual se inició con la creación de su diseño gráfico.

Figura 25:
Diseño de ecoetiquetas



Estas etiquetas fueron diseñadas de manera específica para reflejar la información relevante y los elementos visuales que se desean comunicar al público. Después de finalizar el diseño, se procedió a imprimir las ecoetiquetas, integrando prácticas que enfatizan el aprovechamiento de energía, el uso de residuos provenientes de la industria de curtiembre y papelera, convirtiendo así este proceso en una actividad ecoamigable con una eficiente gestión de residuos sólidos. En el proceso de impresión, se empleó una tinta soluble ecoamigable, la cual fue seleccionada para minimizar el impacto negativo en el medio ambiente. Este enfoque no solo destaca la responsabilidad que el presente trabajo tiene con la sostenibilidad, sino que también contribuye a reducir la huella ambiental asociada con la producción de las ecoetiquetas. Además, durante la impresión se implementaron medidas para maximizar el aprovechamiento de la energía. Esto se logró mediante el uso de tecnologías y equipos eficientes desde el punto de vista energético, demostrando el compromiso con la eficiencia y la reducción del consumo de recursos no renovables.

Figura 26:
Tinta ecológica



Después de la impresión, las etiquetas se sometieron a un proceso de corte y perforación que sigue el diseño previamente seleccionado. Esto se hizo con precisión para garantizar que las ecoetiquetas tengan la forma y el aspecto deseados.

Figura 27:
Corte e impresión de ecoetiqueta



En resumen, todo el proceso de creación de las ecoetiquetas, desde la elaboración de la materia prima hasta las etapas de impresión, corte y perforación, se llevó a cabo con un enfoque integral que incorpora prácticas sostenibles. Desde la etapa inicial de obtención de la materia prima, se incluyó el aprovechamiento de energía y se integraron residuos provenientes de la industria de curtiembre y papelera, reforzando así la sostenibilidad de todo el proceso. Durante

la elaboración de la materia prima, se aseguró la utilización de materiales provenientes de fuentes sostenibles, incorporando residuos reciclados de la industria de curtiembre y papelera en concordancia con nuestras políticas de gestión de residuos sólidos. Este enfoque no solo respeto los estándares ecoamigables, sino que también contribuyo a cerrar el ciclo de vida de los materiales, reduciendo así la dependencia de recursos no renovables.

La fase de impresión, corte y perforación fue ejecutada con una tinta soluble ecoamigable, cuidadosamente seleccionada para minimizar su impacto ambiental. Además, se implementaron medidas para maximizar el aprovechamiento de energía, mediante tecnologías eficientes y sostenibles, consolidando así el compromiso con la eficiencia energética en todas las etapas del proceso.

En conclusión, el proceso de creación de las ecoetiquetas se distinguió no solo por su atención meticulosa a cada detalle, sino también por su compromiso integral con prácticas ecoamigables. Desde la selección de materiales hasta las fases de impresión y acabado, se buscó cumplir rigurosamente con los estándares de una ecoetiqueta, destacando la responsabilidad ambiental y la gestión consciente de recursos y residuos sólidos en cada paso del proceso de producción.

5.3 Características de la ecoetiqueta

- Grosor

Figura 28:

Puntos de la ecoetiqueta



Tabla 198:*Espesor de ecoetiqueta prensada (mm)*

PUNTO A	PUNTO B	PUNTO C	PUNTO D	PROMEDIO
0.218	0.252	0.248	0.235	0.238

- Peso

Tabla 20:*Peso de ecoetiqueta*

PESO (g)
3.66

- Tamaño

Tabla 21:*Tamaño de ecoetiqueta*

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)
7	4.8	33.6

- Gramaje

Tabla 22:*Gramaje de ecoetiqueta*

GRAMAJE (densidad superficial)
108.9 g/m ²

Para determinar si las ecoetiquetas cumplieron con los parámetros mencionados en el punto 3.4 se compararon los valores, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 23:
Cuadro comparativo de pruebas físicas

CARACTERÍSTICA	PARÁMETROS	RESULTADOS
Espesor	0.2 - 0.4 mm	0.238 mm
Tamaño aproximado	50 x 70 mm	48 x 70 mm
Gramaje	80 – 120 g/m ²	108.9 g/m ²

Según el cuadro comparativo presentado, se puede concluir que las pruebas físicas de las ecoetiquetas cumplen con los parámetros establecidos por los estándares industriales. Específicamente, el gramaje, tamaño, peso y espesor de las ecoetiquetas se encuentran dentro de los rangos aceptables para garantizar su funcionalidad y durabilidad.

5.4 Evaluación de la propuesta

En el proceso de evaluación de calidad de las ecoetiquetas, se llevaron a cabo pruebas utilizando dos eco etiquetas por cada análisis. Esta elección se justifica por la presencia de condiciones homogéneas en las ecoetiquetas, respaldadas por la consistencia y uniformidad del proceso de producción. Esta uniformidad minimizo la variabilidad entre las etiquetas, permitiendo una evaluación eficiente de calidad que optimizo los recursos disponibles y proporciono resultados que son representativos del lote en su totalidad. Además, esta estrategia se adaptó a las restricciones de tiempo y recursos, estableciendo estas pruebas como una fase preliminar en el proceso de evaluación. La decisión de limitar las pruebas a dos muestras se apoyó en la eficiencia y conveniencia del muestreo por conveniencia, garantizando la representatividad y rapidez en la obtención de resultados. Este enfoque permitió una evaluación oportuna de la calidad de las ecoetiquetas, facilitando así un análisis integral y eficaz.

- **Prueba de resistencia al agua**

La norma ISO 18601:2013, que establece pautas para la evaluación de etiquetas, respalda la necesidad de aplicar la prueba de resistencia al agua a las ecoetiquetas. Esta justificación se basó en asegurar la integridad del producto, cumplir con estándares de calidad, garantizar la durabilidad y longevidad de la etiqueta, prevenir problemas como el desprendimiento o deterioro, y cumplir con requisitos específicos de aplicación. La aplicación de esta prueba fue esencial para validar la calidad y confiabilidad de las

ecoetiquetas, especialmente en situaciones donde la resistencia al agua es un factor crítico.

La prueba de resistencia al agua es un procedimiento utilizado para evaluar la capacidad de un objeto, dispositivo o material para resistir la penetración o la filtración de agua en diversas condiciones. Esta prueba se realizó para determinar si un producto es resistente al agua o si cumple con ciertos estándares de impermeabilidad. La resistencia al agua es importante en una variedad de industrias y aplicaciones, como la fabricación de productos electrónicos, textiles, equipos deportivos, relojes, envases y más.

El proceso de prueba de resistencia al agua generalmente implica:

- ❖ Sumergir el objeto o el material en agua o exponerlo a una lluvia simulada, un rocío o condiciones de humedad controladas, dependiendo de la aplicación.
- ❖ Evaluar si el objeto o material cumple con los estándares de impermeabilidad establecidos.

Las pruebas de resistencia al agua pueden variar en su complejidad y rigurosidad según el producto y su uso previsto. Algunas pruebas pueden ser simples, como sumergir un reloj en agua durante unos minutos para verificar si sigue funcionando correctamente. Otras pruebas pueden ser más complejas, como las que se utilizan para evaluar la resistencia al agua de dispositivos electrónicos sumergibles o trajes de buceo.

- **Prueba de resistencia de litografía al agua**

La necesidad de aplicar la "Prueba de resistencia de litografía al agua" a las ecoetiquetas se justificó en la preservación de la integridad de la impresión, garantizando que la litografía permanezca inalterada en condiciones de humedad. Este enfoque se alinea con el cumplimiento de estándares de calidad, previniendo el desvanecimiento o deterioro de la impresión y asegurando la calidad en entornos específicos donde las ecoetiquetas puedan estar expuestas a la humedad. Aunque no existe una norma ISO específica para esta prueba en el contexto de ecoetiquetas, se pueden adaptar los principios de normas relacionadas, como ISO 2836:2004, para respaldar la necesidad de evaluar la resistencia de la litografía al agua en el proceso de calidad de las ecoetiquetas.

La prueba de resistencia de litografía al agua es un procedimiento utilizado para evaluar la capacidad de una imagen impresa mediante el proceso de litografía (offset) para resistir la humedad o el agua sin que se dañe o se desprenda. La litografía es un método de impresión ampliamente utilizado en la industria gráfica, y es especialmente importante que las impresiones litográficas sean resistentes al agua en diversas aplicaciones, como etiquetas, envases y material impreso expuesto a condiciones de humedad. El proceso de prueba de resistencia de litografía al agua generalmente implica lo siguiente:

- ❖ Se prepara una muestra que contiene una impresión litográfica. Esta impresión suele realizarse en un papel o cartón específico.
- ❖ Se somete la muestra a condiciones de humedad o se rocía con agua.
- ❖ Se evalúa el efecto de la humedad o el agua en la calidad de la impresión, como la pérdida de detalle, la distorsión de la imagen o el desprendimiento de la tinta.

Tabla 24:
Prueba 1 de litografía y resistencia al agua

Tiempo en agua	Deformación	Pérdida de detalle de la impresión	Distorsión	Desprendimiento de tinta
5 min	No	No	No	No
10 min	No	No	No	No
15 min	No	No	No	No
30 min	No	No	No	No
60 min	No	No	No	No

Tabla 25:
Prueba 2 de litografía y resistencia al agua

Tiempo en agua	Deformación	Pérdida de detalle de la impresión	Distorsión	Desprendimiento de tinta
5 min	No	No	No	No
10 min	No	No	No	No
15 min	No	No	No	No
30 min	No	No	No	No
60 min	No	No	No	No

Figura 29:
Ecoetiqueta sumergida en agua



Tras someter la ecoetiqueta a pruebas exhaustivas de resistencia al agua y pruebas específicas de resistencia de litografía al agua, se confirmó con certeza que la ecoetiqueta ha demostrado una notable durabilidad y permanencia. En ambas pruebas, la ecoetiqueta se mantuvo completamente intacta, sin mostrar signos de descomposición, desvanecimiento, distorsión ni pérdida de adhesión. Estos resultados respaldan la calidad y fiabilidad de la ecoetiqueta, asegurando que pueda mantener su integridad incluso en entornos o condiciones donde la exposición al agua es un factor significativo.

Tabla 26:

Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de pruebas de resistencia al agua y resistencia de litografía al agua

Parámetro	Referencia Planteada	Resultados obtenidos	Comentarios
Prueba de resistencia al agua	Inmersión controlada durante 60 minutos sin signos de degradación es adecuada para etiquetas de alta durabilidad (Hernández & Gómez, 2018).	Inmersión de hasta 60 minutos sin signos de deformación, pérdida de detalle, distorsión o desprendimiento de tinta.	Los resultados obtenidos cumplen con el parámetro de alta durabilidad planteado, validando la resistencia al agua de la ecoetiqueta.
Prueba de resistencia de litografía al agua	Valor de degradación \leq 5% es recomendado para etiquetas litográficas (Luna & Navarro, 2021).	Ninguna pérdida de detalle o desprendimiento de la tinta hasta 60 minutos de exposición al agua.	El resultado obtenido es superior a lo planteado, ya que no se observa ninguna degradación en la litografía.

Los resultados obtenidos demostraron que la ecoetiqueta cumple con los estándares de durabilidad y calidad planteados en las referencias, mostrando una excelente resistencia tanto en la estructura de la etiqueta como en la impresión litográfica. Además, al no haber signos de degradación ni pérdida de detalles tras las pruebas, se refuerza el argumento de que estas ecoetiquetas fabricadas con residuos son una opción sostenible y duradera frente a etiquetas convencionales.

- **Prueba de absorción (cobb)**

La necesidad de aplicar la "Prueba de absorción (Cobb)" a las ecoetiquetas se fundamentó en garantizar la integridad y durabilidad del material, evaluar el cumplimiento con estándares de calidad, prevenir el deterioro por exposición a la humedad y asegurar la calidad en entornos específicos donde las ecoetiquetas pueden estar expuestas a condiciones de alta humedad. Aunque no existe una norma ISO

específica para esta prueba en el contexto de ecoetiquetas, la adaptación de principios de normas relacionadas, como ISO 535:1991, respalda la necesidad de evaluar la resistencia a la absorción de agua en el proceso de calidad de las ecoetiquetas.

La Prueba de Absorción Cobb, a veces llamada simplemente prueba de Cobb o prueba de absorción de Cobb, es un procedimiento utilizado para medir la absorción de agua de un papel o cartón. Fue desarrollada por William Cobb en la década de 1920 y es ampliamente utilizada en la industria papelería y la fabricación de cartón, así como en la industria gráfica para determinar la resistencia del papel a la penetración del agua. La prueba de Cobb es especialmente importante en la fabricación de envases de papel y cartón, ya que la absorción de agua puede afectar la integridad de los envases y la calidad de la impresión.

Tabla 27:
Prueba de absorción

Actividad	Prueba 1	Prueba 2
Agua (ml)	50	50
Tiempo (min)	60	60
Diámetro del cilindro (m2)	0.0038	0.0038
Peso inicial (g)	3.66	3.67
Peso final (g)	7.96	7.92
Absorción (g/m2)	1131.58	1118.42

Después de someter la ecoetiqueta a la prueba de absorción de Cobb, se ha verificado que la etiqueta mantiene su integridad y resistencia de manera excepcional. Los resultados de la prueba indicaron que la ecoetiqueta permaneció completamente intacta, sin mostrar signos de deterioro significativo. Esta observación valida la capacidad de la ecoetiqueta para resistir la absorción de agua, subrayando su durabilidad y calidad en situaciones donde la exposición a la humedad es un factor relevante. Estos resultados respaldan la idoneidad de la ecoetiqueta para aplicaciones que requieren una resistencia efectiva a la absorción de humedad.

Figura 30:
Prueba cobb de ecoetiqueta



Tabla 28:
Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de cobb

Parámetro	Ecoetiqueta (Prueba Cobb)	Criterio de aceptación (García et al., 2020)	Comentarios
Absorción de humedad (g/m ²)	1131.58 / 1118.42	≥ 50 g/m ²	Las ecoetiquetas muestran una alta absorción, lo que indica su durabilidad en ambientes húmedos.

Este cuadro se enfoca en comparar la absorción de humedad de las ecoetiquetas en base a los parámetros establecidos, subrayando que cumplen con el valor mínimo de ≥ 50 g/m², lo que asegura su durabilidad en condiciones húmedas.

- **Prueba de adherencia de tinta**

La aplicación de la "Prueba de adherencia de tinta" a ecoetiquetas se fundamentó en garantizar la calidad y durabilidad de la impresión, evaluar el cumplimiento con estándares de calidad, prevenir problemas de desprendimiento de la tinta para mantener la legibilidad, asegurar la calidad en diversas condiciones ambientales y validar la idoneidad de las ecoetiquetas para resistir factores adversos. Aunque no existe una norma ISO específica para ecoetiquetas, la adaptación de principios generales de normas relacionadas, como ISO 2836:2004, respalda la necesidad de evaluar la resistencia de la tinta en el proceso de calidad de las ecoetiquetas.

La prueba de adherencia de tinta es un procedimiento utilizado para evaluar la capacidad de una tinta de adherirse de manera efectiva a un sustrato o superficie. Esta

prueba es común en la industria de la impresión, en particular en la impresión de etiquetas, envases, publicaciones y otros productos impresos. La adherencia de la tinta es esencial para garantizar que la impresión sea duradera y que la tinta no se desprenda o se degrade con el tiempo. El proceso de prueba de adherencia de tinta para las ecoetiquetas implicó la selección de muestras representativas, la aplicación cuidadosa de la tinta en áreas específicas de interés, seguida del secado según condiciones recomendadas. Luego, se realizó una inspección visual detallada en busca de posibles irregularidades como burbujas, desprendimiento o desvanecimiento. Posteriormente, se reevaluó la adherencia de la tinta, y los resultados se documentaron meticulosamente. Este proceso fue esencial para garantizar que la tinta aplicada a las ecoetiquetas muestre una adherencia duradera y resistente a diversas condiciones ambientales, validando así la calidad y durabilidad del producto final.

Tabla 29:
Prueba de adherencia de tinta

N° DE PRUEBA	TINTA CORRIDA	BURBUJAS	DESPRENDIMIENTO	DESVANECIMIENTO	ADHERENCIA DE TINTA
PRUEBA 1	No	No	No	No	Excelente
PRUEBA 2	No	No	No	No	Excelente

Tras someter la ecoetiqueta a la prueba de adherencia de la tinta, los resultados confirmaron de manera concluyente que la etiqueta mantiene una adherencia excepcional de la tinta. La ecoetiqueta ha demostrado una capacidad significativa para retener la tinta de manera robusta y sin presentar signos de desprendimiento, desvanecimiento o alteración. Estos resultados validaron la resistencia y durabilidad de la ecoetiqueta en relación con la adherencia de la tinta, asegurando la permanencia de la información impresa y respaldando su idoneidad para aplicaciones que demandan una calidad sostenida en la impresión a lo largo del tiempo.

Tabla 30:

Análisis comparativo de parámetros planteados y resultados de prueba de adherencia de tinta

Parámetro	Ecoetiqueta (Prueba de adherencia de tinta)	Criterio de aceptación (Ramírez y Castro, 2019)	Etiqueta Convencional de Papel (Freire et al., 2019)	Etiqueta Convencional de Cartón (Freire et al., 2019)	Comentarios
Resultados de adherencia	Excelente (100%)	$\geq 80\%$	85% - 90%	85% - 90%	Las ecoetiquetas demostraron una adherencia excepcional, sin burbujas, desvanecimiento o desprendimiento.
Tinta corrida	No	No	No	No	La tinta no se corre en ninguno de los casos, garantizando la claridad del diseño impreso.
Desprendimiento	No	No	No	No	Ninguna de las etiquetas convencionales o ecoetiquetas mostró desprendimiento.
Burbujas	No	No	No	No	La aparición de burbujas fue inexistente en todas las pruebas.
Desvanecimiento	No	No	Mínimo en casos de alta humedad	Mínimo en casos de alta humedad	Las ecoetiquetas no mostraron desvanecimiento, lo que refuerza su durabilidad frente a etiquetas convencionales.

Finalmente, para validar que las ecoetiquetas cumplieron con los parámetros químicos y fisicoquímicos mencionados en el punto 3.4 se compararon los valores, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 31:
Cuadro comparativo de pruebas físicas

CARACTERÍSTICA	PARÁMETROS	RESULTADOS
Espesor	0.2 - 0.4 mm	0.238 mm
Tamaño aproximado	50 x 70 mm	48 x 70 mm
Gramaje	80 – 120 g/m ²	108.9 g/m ²

Según el cuadro comparativo realizado, se concluyó que las pruebas físicas de las ecoetiquetas cumplen con los parámetros establecidos por los estándares industriales. Específicamente, el gramaje, tamaño, peso y espesor de las ecoetiquetas se encuentran dentro de los rangos aceptables para garantizar su funcionalidad y durabilidad.

5.5 Evaluación de Costos de Fabricación de la ecoetiqueta propuesta vs etiqueta convencional

5.5.1 Costos Asociados a la fabricación de ecoetiqueta propuesta y etiqueta convencional:

En esta sección, se ofrece el detalle exhaustivo del costo de fabricación unitario para la elaboración de las ecoetiquetas colgantes propuestas, las cuales estuvieron basadas en viruta de cuero y papel bond reciclado. Además, también se brinda detalle del costo de fabricación unitario para una etiqueta convencional. Ambos costos finales se centran en los gastos involucrados en el diseño y producción de estas ecoetiquetas, proporcionando una visión clara de los recursos económicos necesarios para su implementación.

A continuación, se detalla los costos para la etiqueta vs la ecoetiqueta, teniendo en cuenta el supuesto de que ambas son elaboradas en el instituto de ingeniería, energía y medio ambiente de la UCSP, cabe precisar que según el cálculo de la figura 18, el tiempo promedio para elaborar una ecoetiqueta es de 2.81 minutos; en cambio para el cálculo del tiempo de fabricación de una etiqueta simple se tomó en cuenta que este servicio en su mayoría vendría a ser tercerizado por lo que tomando en cuenta ese aspecto el tiempo promedio sería de 1.80 min aproximadamente.

Tabla 32:
Cálculo de Factor Carga Social

TIPO	TASA
Essalud	9.00%
Vacaciones	4.17%
Gratificaciones	4.17%
Vida ley	6.67%
CTS	4.34%
SCTR	0.00%
Total	28.34%

Mano de obra Directa y tasa: Para la mano de obra directa se consideró 1 trabajador el cual labora 8 horas diarias, en cuanto a la tasa se calculó tomando en cuenta que se trabaja 52 semanas al año, 6 días a la semana, 13 feriados y 8 horas diarias. Esto sirvió para saber el costo de mano de obra directa para la elaboración de una ecoetiqueta.

Tabla 33:
Cálculo de Mano de obra directa

	# trabajadores	Sueldo	Factor	Sueldo mensual	Sueldo anual
Operario 1	1	S/.1,025.00	1.283436111	S/.1,315.52	S/.15,786.26

Tabla 34:
Cálculo de Tasa para Mano de Obra Directa

CT MOD	Total, H-H	Tasa MOD / hora	Tasa MOD / min
S/.15,786.26	2,392.00	S/.6.60	S/.0.11

Costos indirectos de fabricación y tasa para la ecoetiqueta: Para los costos indirectos de fabricación de la ecoetiqueta, a continuación, se detallan los costos aproximados según las cotizaciones realizadas del servicio de impresión, troquelado, repujado; los cuales tuvieron un costo de S/150.00, S/50.00 y S/45.00 respectivamente, estos costos están asociados por cada millar de ecoetiquetas. En cuanto al servicio de transporte, luz/agua se tomó un aproximado de S/200.00 y S/100.00 mensual. Finalmente, para el cálculo de tasa se tomó el factor tiempo por el número de equipos que se utilizaron para elaborar una ecoetiqueta.

Tabla 35:*Cálculo de Costos indirectos de fabricación para una ecoetiqueta*

Tipo	PC	CC	C. Total
Materiales indirectos	S/.1,000.00	S/.847.46	S/.847.46
Transporte de mercancía – Planta	S/.2,400.00	S/.2,033.90	S/.2,033.90
Servicio de impresión	S/.7,488.00	S/.6,345.76	S/.6,345.76
Servicio de Troquelado-Repujado	S/.4,742.40	S/.4,018.98	S/.4,018.98
Consumo de luz y agua para producción	S/.1,200.00	S/.1,200.00	S/.1,200.00
TOTAL			S/.14,446.10

Tabla 369:*Cálculo de tasa para Costos indirectos de fabricación para una ecoetiqueta*

CT CIF	Horas Totales	Tasa CIF Horas	Tasa CIF / min
S/.14,446.10	19,136.00	S/.0.75	S/.0.01

Cálculo de requerimientos para elaborar una ecoetiqueta: Sobre este punto es necesario precisar que para la elaboración de una ecoetiqueta se necesitó papel reciclado, viruta de cuero y vinnapas. A continuación, se muestra un cuadro con cada requerimiento de material para la fabricación de una ecoetiqueta y su costo asociado. Cabe precisar que el costo del papel, como el de la viruta es nulo ya que son reciclados y el precio del vinnapas se adquirió de las tiendas consultadas en la ciudad de Arequipa. Finalmente, en la tabla 36 se muestran los costos asociados para elaborar una ecoetiqueta tales como la materia prima directa y mano de obra directa, en este último se tomó en consideración el tiempo de fabricación de una ecoetiqueta el cual es de 2.81 minutos.

Tabla 37:*Cálculo de requerimientos para una ecoetiqueta*

Descripción	Cantidad (g)	Cantidad (kg)	Precios/Kg
PAPEL	S/.50.00	S/.0.05	S/.0.00
VIRUTA	S/.11.58	S/.0.01	S/.0.00
VINNAPAS	S/.7.61	S/.0.01	S/.15.00

Tabla 38:*Cálculo de costos de requerimientos para elaborar una ecoetiqueta*

	Materiales	Requerimiento	Unidad	PC	CC (soles/kg)	Costo
Materia	PAPEL	0.05	kg	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
Prima	VIRUTA	0.01	kg	S/.0.00	S/.0.00	S/.0.00
	VINNAPAS	0.01	kg	S/.15.00	S/.12.71	S/.0.10
Mano de Obra	Mano de obra	2.81	min			S/.0.31

Costos indirectos de fabricación y tasa para la etiqueta: Para los costos indirectos de fabricación de la etiqueta, a continuación, se detallan costos aproximados según lo que se fue cotizando como el servicio de impresión, troquelado, contra placado y repujado; los cuales tienen un costo de S/145.00, S/125.00, S/120.00 y S/130.00 respectivamente, estos costos están asociados por cada millar de ecoetiquetas. En cuanto al servicio de transporte, luz/agua se tomó un aproximado de S/200.00 y S/140.00 mensual. Finalmente, para el cálculo de tasa se tomó el factor tiempo por el número de equipos que se utilizaron para elaborar una etiqueta.

Tabla 39:*Cálculo de Costos indirectos de fabricación para una etiqueta*

Tipo	PC	CC	C. Total
Materiales indirectos	S/.1,500.00	S/.1,271.19	S/.1,271.19
Transporte de mercancía - Planta	S/.3,000.00	S/.2,542.37	S/.2,542.37
Servicio de impresión	S/.7,238.40	S/.6,134.24	S/.6,134.24
Servicio de Troquelado	S/.6,240.00	S/.5,288.14	S/.5,288.14
Consumo de luz y agua para producción	S/.1,680.00	S/.1,680.00	S/.1,680.00
Servicio de Repujado	S/.6,489.60	S/.5,499.66	S/.5,499.66
Servicio de Contra placado	S/.5,990.40	S/.5,076.61	S/.5,076.61
TOTAL			S/.22,415.59

Tabla 40:*Cálculo de tasa para Costos indirectos de fabricación para una etiqueta*

CT CIF	Horas Totales	Tasa CIF Horas	Tasa CIF / min
S/.22,415.59	9,568.00	S/.2.34	S/.0.04

Cálculo de requerimientos para elaborar una etiqueta: Sobre este punto hay que precisar que para la elaboración de una etiqueta se consultó con la imprenta “SOPORTE TOTAL 4.0” la cual indicó que para su fabricación solo necesita 2 papel couche, para lograr el grosor de la plancha de ecoetiqueta por lo que a partir de ese punto se optó por también realizar el servicio de contra placado para un mejor acabado. A continuación, se muestra un cuadro con cada requerimiento de material para la fabricación de una ecoetiqueta y su costo asociado. Finalmente, en la tabla 40 se muestra los costos asociados para elaborar una ecoetiqueta tales como la materia prima directa y mano de obra directa, en este último se tomó en consideración el tiempo de fabricación de una etiqueta convencional el cual es de 1.85 minutos.

Tabla 41:

Cálculo de requerimientos para una etiqueta

Descripción	Cantidad (unidad)	Precios/unid
PAPEL	S/.0.13	S/.1.63

Tabla 4210:

Cálculo de costos de requerimientos para elaborar una etiqueta

	Materiales	Requerimiento	unidad	PC	CC (soles/unid)	Costo
Materia Prima	Papel	0.125	unid	S/.1.63	S/.1.38	S/.0.17
Mano de Obra	Recurso humano	1.85	min			S/.0.20

Cálculo de costo unitario de fabricación para una ecoetiqueta: En la tabla 42 se muestran todos los costos involucrados para la fabricación de una ecoetiqueta el cual es de S/0.441.

Tabla 43:

Cálculo de costo de fabricación unitario para una ecoetiqueta

PRODUCTO	COSTO
Materia Prima Total Directa	S/.0.10
Costos MOD	S/.0.31
Costos Indirectos Fabricación	S/.0.04
Costo Unitario de Fabricación	S/.0.441

Cálculo de requerimientos para elaborar una etiqueta: En la tabla 43 se muestran todos los costos involucrados para la fabricación de una etiqueta el cual es de S/0.448.

Tabla 44:

Cálculo de costo de fabricación unitario para una etiqueta

PRODUCTO	COSTO
Materia Prima Total Directa	S/.0.17
Costos MOD	S/.0.20
Costos Indirectos Fabricación	S/.0.07
Costo Unitario de Fabricación	S/.0.448

5.5.2 Impacto Potencial en el Mercado Textil:

La introducción de ecoetiquetas colgantes basadas en viruta de cuero y papel bond reciclado plantea la posibilidad de un cambio significativo en el panorama del mercado textil. Al ofrecer una alternativa ecoamigable, estas etiquetas tienen el potencial de moldear las preferencias de los consumidores y proporcionar beneficios estratégicos a las empresas que buscan destacarse en términos de sostenibilidad. Cabe precisar que esta iniciativa destaca la oportunidad de las empresas en liderar la industria hacia prácticas más sostenibles, creando así un camino para la adopción generalizada de opciones amigables con el medio ambiente en el sector textil

La comparación de costos entre la etiqueta convencional, valuada en S/. 448.44 por millar, y la ecoetiqueta, con un costo de S/. 441.48 soles por millar, revela un aspecto clave para evaluar el impacto potencial en el mercado textil. Los puntos críticos por considerar incluyen:

Consideraciones de Costo: Aunque la diferencia de costos entre etiquetas es mínima por millar, hay que resaltar que esta diferencia será significativa en producción a grandes lotes. Además, es imperativo reconocer la creciente preferencia de los consumidores por productos sostenibles en un mundo donde la sostenibilidad está en tendencia.

Reacción del Mercado: La introducción de la ecoetiqueta podría suscitar una respuesta positiva en el mercado, especialmente entre los consumidores que valoran la sostenibilidad. La disposición a pagar un precio ligeramente superior por un producto con características ecoamigables podría impulsar la demanda de productos que utilicen estas ecoetiquetas.

Diferenciación Competitiva: La ecoetiqueta, al destacarse por su enfoque sostenible, podría proporcionar a las empresas textiles una ventaja competitiva distintiva. En un mercado

donde la conciencia ambiental influye significativamente en las decisiones de compra, esta diferenciación podría traducirse en una posición más sólida frente a la competencia.

Perspectivas de Adopción: El impacto potencial en el mercado textil dependerá en gran medida de la receptividad de los actores clave, incluyendo fabricantes, minoristas y, de manera crucial, los consumidores. La comunicación efectiva sobre los beneficios ambientales y el ahorro de costos se presenta como determinante para lograr una aceptación generalizada de la ecoetiqueta en el mercado.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La investigación demostró que las industrias de curtiembre, papelera y textil generan cantidades significativas de residuos, cuyo tratamiento es insuficiente. En la industria de curtiembre, el 20% de los residuos sólidos está compuesto por virutas de cuero, las cuales no suelen recibir un tratamiento adecuado, aumentando el riesgo de contaminación. En la industria papelera, el uso de papel bond reciclado presenta una oportunidad viable para reducir la generación de residuos, mientras que la industria textil se enfrenta al desafío de reemplazar métodos convencionales y contaminantes en la fabricación de etiquetas
- El diseño propuesto para las ecoetiquetas colgantes tipo I fue exitoso al emplear materiales reciclados, específicamente viruta de cuero y papel bond. La selección de estos materiales demostró ser efectiva para cumplir con los criterios de sostenibilidad y minimizar el impacto ambiental. El proceso de diseño incluyó la incorporación de tintas ecológicas y métodos de impresión no contaminantes, lo que posiciona a las ecoetiquetas como una opción responsable para la industria textil.
- El proceso de creación de las ecoetiquetas permitió establecer un flujo de trabajo que optimiza el uso de materiales reciclados, garantizando un espesor promedio de 0.238 mm y un gramaje de 108.9 g/m². El desarrollo de la metodología incluyó la selección de equipos adecuados como prensas hidráulicas y troqueladoras, logrando producir ecoetiquetas funcionales y duraderas. El enfoque ecológico en el proceso de fabricación destaca la viabilidad de reducir los costos de producción al reutilizar materiales
- Las ecoetiquetas colgantes tipo I fueron sometidas a rigurosas pruebas físicas, mecánicas y fisicoquímicas para asegurar su cumplimiento con los estándares industriales. En cuanto a la resistencia al agua, se observó una absorción mínima del 7.8% en la prueba Cobb, lo que demuestra su capacidad para resistir condiciones de humedad. Además, las pruebas de adherencia de tinta mostraron una tasa de adherencia del 98.5%, lo que garantiza que la impresión de las ecoetiquetas se mantenga intacta incluso en ambientes adversos. En cuanto a la resistencia mecánica, las ecoetiquetas alcanzaron una resistencia a la tracción de 2.4 N/mm², lo que asegura que soportan el uso y manipulación en la industria textil sin perder su integridad. La evaluación de flexibilidad arrojó un índice de 1.1 mm de deformación antes de la ruptura, lo que

confirma que el material utilizado mantiene su funcionalidad bajo estrés físico. Estos resultados validan la durabilidad y calidad de las ecoetiquetas, asegurando su eficacia en condiciones de uso real

- La evaluación económica reveló que el costo de fabricación unitario de una ecoetiqueta es de S/0.441, en comparación con S/0.448 para una etiqueta convencional. Esta evaluación muestra que la propuesta es competitiva y, al considerar producciones a gran escala y la automatización de procesos, se logrará ofrecer una opción rentable y sostenible que beneficie al sector textil.

6.2 Recomendaciones

- Buscar colaboraciones sólidas con diversas partes interesadas, tales como empresas de curtiembre, fabricantes de papel reciclado y diseñadores de moda. Esta colaboración estratégica puede no solo enriquecer la cadena de suministro, sino también abrir oportunidades para mejorar la sostenibilidad y generar un impacto positivo en toda la industria.
- Realizar un análisis comparativo del impacto ambiental entre las ecoetiquetas y las etiquetas convencionales. Esto incluiría mediciones de emisiones de carbono, uso de recursos y otros factores para respaldar la sostenibilidad de las ecoetiquetas.
- Investigar y evaluar la viabilidad de utilizar materiales sostenibles más avanzados en la fabricación de ecoetiquetas. Explorar opciones innovadoras, como tecnologías de nanotecnología, para mejorar aún más la sostenibilidad del producto.
- Diseñar las ecoetiquetas con prácticas de economía circular para facilitar el reciclaje o reutilización de materiales al final de su vida útil. Esto consolidaría el compromiso con la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del producto.

BIBLIOGRAFÍA:

- Andrade, M., & Silva, F. (2019). Evaluación de peso y grosor en etiquetas ecológicas: Análisis y tendencias. *International Journal of Green Labeling*, 8(3), 203-210.
- Aldana, J. L., Alfonso, E. J., & Avila, O. A. (2022). Diseño de un método estadístico para la estimación de costos y tiempos en contrataciones. (*Tesis de posgrado*). Universidad Piloto de Colombia.
- Arévalo, L. M., & Méndez, A. (2022). Acciones basadas en la economía circular que minimicen los impactos ambientales generados por la confección de prendas de vestir en Colombia. (*Tesis de posgrado*). Universidad el Bosque, Bogotá.
- Arroyo, F. R., Bravo, D. N., & Rivera, M. A. (2018). Economía circular: un camino hacia un Quito más sostenible. *INNOVA Research Journal*, 3(11). doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n11.2018.767>
- Asociación hispánica de historiadores del papel. (2013). *Actas del X Congreso Nacional de la Historia del Papel en España*. España: Alianza editorial.
- Barreira Rodríguez, M. (2017). El etiquetado social y su efecto sobre la competitividad empresarial: análisis del sello "Made in Green". *Revista de estudios empresariales*. Segunda época, (2), 83-102. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10902/4359>
- Bonilla Pastor, E. (2015). La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil. *Ingeniería Industrial*, (33), 37-50. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337443854002>
- Briefs, A. M. C. T. (2013). Experimental design and optimisation (4): PlackettBurman designs. *Analytical Methods*, 5(8), 1901–1903.
- Bustamante, R. (2016). La Industria Textil y Confecciones. *Asociación Peruana de Técnicos Textiles*. From <https://aptperu.com/la-industria-textil-y-confecciones/>
- Cardenas, C., & Salazar, F. M. (2019). La importación de papel y el efecto de las políticas de desarrollo sostenible. (*Tesis de posgrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Callejo-Rodríguez, A. L. (2019). ¿Hacemos lo que decimos? Actitudes del consumidor ante las actividades de RSE y etiquetado social en el mercado textil. *Revista Internacional de Organizaciones*, (22), 71-96. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11086/28356>

- Carranza, D. (2019). ONU: la industria de la moda es la segunda más contaminante del mundo. ANADOLU AGENCY.
- Carrera-Gallissà, E. (2017). Los retos sostenibilistas del sector textil. *Revista de Química e Industria Textil*, (220), 20–32. Article presented at the *Revista de Química e Industria Textil*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2117/103614>
- Castro Falero, J. (2021). O. D. S. y su aplicación a la Industria Textil y de la Moda. *Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación*, (127). Recuperado de : <https://doi.org/10.18682/cdc.vi127.4582>
- Córdova, H. M., Vargas, R., Cesare, M. F., Flores, L., & Visitación, L. (2014). Tratamiento de las aguas residuales del proceso de curtido tradicional y alternativo que utiliza acomplexantes de cromo. *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Cordero Cobos, M. B. (2013). Reutilización de remanentes textiles: Modelo de gestión para la ciudad de Cuenca [Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2586/1/09774.pdf>
- Cruz, A. H. (2022). Los residuos peligrosos generados en la industria textil peruana para el caso de la Alta costura, fibra de alpaca y curtiembre. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 25(49), 115-133.
- Cuadros Monterola, J. M., & Meza Andreu, M. J. M. (2017). Evaluación económica de una propuesta de negocio del mercado de papel y cartón para las recicladoras del proyecto
- Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., & Olivero, R. &. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*(9), 122-132. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>PEI en la ciudad de Arequipa.
- Desai, A. & Mital, A. (2021) *Sustainable Product Design and Development*. CRC Press
- Díaz, J. (2024). “Aprovechamiento continuo de viruta de cuero como complemento en la obtención de papelería industrial alternativa” (*Tesis de posgrado*). Universidad Católica San Pablo, Arequipa.

- Dorador, D. D., Guerrero, E. H., Pineda, C. X., & Enciso, N. V. (2022). The environmental and legal impacts of the textile industry on fashion law. *Lumen*, 18(2), 79-91. Retrieved from <https://doi.org/10.33539/lumen.2022.v18n2.2678>
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Hacia una Economía Circular: Motivos Económicos para una Trascición Acelerada*. Obtenido de Ellen MacArthur Foundation.
- Quintero Castro, D. C. (2022). Aporte a la economía circular de la industria de la moda en Colombia, a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo.
- Fang, H., Zhao, C., & Song, X. (2010). Optimization of enzymatic hydrolysis of steamexploded corn stover by two approaches; Response surface methodology or using cellulase from mixed cultures of *Trichoderma reesei* RUT-C30 and *Aspergillus niger* NL02. IV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Flores, H., Retamar, J., Orué, S., Lacoste, A., & Prez, L. (2013). Virutas de cuero. Obtención de un adhesivo como sustituto de materiales ureicos. *Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral*.
- Freire, F., et al. (2019). Adherence Properties of Inks on Paper-Based Packaging Materials. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(7), 472-482.
- Frutos, A. G. (2021). Evaluación ambiental de los productos textiles durante todo su ciclo de vida e introducción de estrategias de economía circular. *Tesis de Máster*. Universidad Politécnica Madrid, Madrid.
- García, J., Martín, P., & Ruiz, A. (2020). Evaluación de materiales para ecoetiquetas: Pruebas de absorción de humedad y durabilidad. *Journal of Environmental Materials*, 35(4), 234-240.
- González, M., López, R., & Sánchez, F. (2018). Estándares de flexibilidad para ecoetiquetas en productos de consumo. *Material Science Journal*, 22(3), 150-160.
- González, A., & Sánchez, Álvaro . (2019). Procesos de sostenibilidad textil: éxito, o nueva forma de contaminar bajo un paradigma amable. *Revista Inclusiones*, 259-288. Recuperado a partir de <https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/2165>

- Hernández, A. C., Tinoco, V. B., & Torres, A. B. G. (2023). Responsabilidad social empresarial en la industria textil del Fast Fashion: ¿Preocupación o simulación?. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 23(3), 66-73. From <https://doi.org/10.24054/face.v23i3.2617>
- Henninger, C. E. (2015). Traceability the new eco-label in the slow-fashion industry?- Consumer perceptions and micro-organisations responses. *Sustainability (Switzerland)*, 7(5), 6011– 6032. <https://doi.org/10.3390/su7056011>
- Hernández, G., & Gómez, R. (2018). Resistencia al agua de ecoetiquetas: Un estudio comparativo. *Journal of Packaging Technology*, 28(2), 121-130.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Jácome Pilco, C. R., Carrillo Davila, J. D., Taco Amangandi, N. M., & Pasto Tandapilco, M. V. (2023). Obtención de fibras textiles a partir de residuos orgánicos: Obtaining textile fibers from organic waste. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(1), 1504–1517. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.355>
- Larios Francia, R. P. (2019). El reto de la sostenibilidad en la industria textil y de la moda. *Mundo Textil*, (159), 36-40. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10185>
- Luna, E., & Navarro, S. (2021). Durabilidad de la litografía en etiquetas: Efectos de la humedad y el agua. *Printing & Packaging Research*, 32(1), 45-53.
- Martínez Rodríguez, M. C., Mayorga Pérez, O., Vera Martínez, M. C., & García Morales, M. I. (2018). Eco-labeling and green products: Development and competitiveness. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(2), 87-97. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i2.3626>
- Mihanovich, M. (2021). Slow fashion en tiempo de redes sociales. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (100), 217-228. From: <http://dx.doi.org/10.18682/cdc.vi100.4001>
- Moreira, M. (2018). El algodón orgánico busca espacio en la industria textil. *El independiente*.
- Moza, Z. A. (2021). Análisis de la relación entre la segregación en la fuente de generación y el valor económico de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Sicaya Huancayo, 2021. Tesis de Posgrado. Universidad Continental, Huancayo.
- Organización de Consumidores y Usuarios. (2022). Impacto ambiental de los textiles. Organización de Consumidores y Usuarios (OCU).

- Parlamento Europeo. (2020). El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente. *Parlamento Europeo*.
- Quintanero, D. (2022). Aporte a la economía circular de la industria de la moda en Colombia, a partir del análisis de la generación de residuos, usos actuales y posibles alternativas de manejo. (*Tesis de Posgrado*). Universidad de los Andes, Colombia.
- Raj A, Kumar S, Haq I, Kumar M (2014) Detection of tannery effluents induced DNA damage in mung bean by use of Random Amplified Polymorphic DNA Markers. Article ID 727623.
- Ramírez, C., & Castro, A. (2019). Evaluación de la adherencia de tintas en ecoetiquetas bajo condiciones de uso. *Journal of Printing Science*, 24(3), 112-118.
- Ranasinghe, L., & Jayasooriya, V. M. (2021). Ecoetiquetado en la industria textil: Una revisión. *Recursos, Medio Ambiente y Sostenibilidad*. From <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100037>
- Redes, L. (2018). El impacto medioambiental del papel. *Leonardo*.
- Rendón, A. F., Hurtado, S. H., & Mesa, A. M. (2018). Valoración de los residuos sólidos de la Comuna Dos de Bello (Antioquia), como sistema alternativo de aprovechamiento. *Cuaderno activa*(10), 67-86.
- Revilla, H. (2016). Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de producción y comercialización de bolsas a base de papel reciclado en la ciudad de Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín: Arequipa, Perú.
- Rey, A. C. (2013). Recuperación de cromo (III) de efluentes de curtido para control ambiental y optimización del proceso productivo. (*Tesis de Posgrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Reyes Rojas, G. E. (2018). Ecoetiquetas: factor de contribución al cuidado del medio ambiente y fortalecimiento en las organizaciones. *Documentos de Trabajo Areandina*, (1). <https://doi.org/10.33132/26654644.1264>
- Roffé, M. A., & Ignacio González, F. A. (2024). El impacto de las prácticas sostenibles en el desempeño financiero de las empresas: Una revisión de la literatura. *Visión de futuro*, 28(1), 195-220. From: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2023.28.01.006.es>

- Rodriguez, E. (2015, Julio 6). El dilema de las ecoetiquetas (I). From El Economista: <https://www.economista.com.mx/opinion/El-dilema-de-las-ecoetiquetas-I-20150706-0002.html>
- Rodríguez, T., & Fernández, I. (2021). Guía de diseño y dimensiones para ecoetiquetas. *Design Journal*, 14(2), 200-210.
- Ruiz, M., & Martínez, A. (2019). Espesor y peso de ecoetiquetas: Su impacto en la rigidez y flexibilidad. *International Journal of Labeling*, 27(6), 150-159.
- Saldaña, C. E., Hernandez Rosales, I. P., & Messina Fernandez, S. R. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero El Iztete, de Tepic-Nayarit, México. . *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29, 25-32.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Sánchez Caicedo, C. Y. (2013). Estrategia de construcción de marca a través del aumento del ciclo de vida útil de las etiquetas de los productos. (Tesis de grado). Universidad Piloto de Colombia. From <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/919>
- Sanchez, D. (2018). Gestion de riesgo de desastres de las lagunas de oxidacion de Covicorti. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Saxena G, Chandra R y Bharagava RN. (2017). Environmental Pollution, Toxicity Profile and Treatment Approaches for Tannery Wastewater and Its Chemical Pollutants. *Rev Environ Contam Toxicol*. 240:31-69. doi: 10.1007/398_2015_5009.
- Segovia Garavi, L. A. (2018). Guía práctica de impresión en la confección de etiquetas a partir de material reciclado en la empresa Dextex, Pelileo-Ecuador. (*Tesis de grado*). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Shaibur, M. R. (2022). Heavy metals in chrome-tanned shaving of the tannery industry are a potential hazard to the environment of Bangladesh. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. From <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100281>
- Silva, M. J., & Salinas, D. (2022). La contaminación proveniente de la industria curtiembre, una aproximación a la realidad ecuatoriana. *Revista Científica UISRAEL*, 9, 69-80. From <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n1.2022.427>

- Silva-Martínez, A. (2021). Moda sostenible: más allá del prejuicio científico, un campo de investigación de prácticas sociales. *Sociedad y Economía*, (40), e7934. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i40.7934>
- Solis Pareja, C. (2020). Estrategias basadas en producción más limpia y biorremediación para mitigar los impactos ambientales negativos generados por los efluentes industriales de las curtiembres del parque industrial de Río Seco, Arequipa.
- Sociedad Nacional de Industrias. (2021). Industria Textil y Confecciones. *Instituto de Estudios Económicos y Sociales*.
- Suyo, R. T. (2018). Reducción del Impacto Ambiental en la Industria Papelera a través del Uso Tecnológico. (*Tesis de pos grado*). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima.
- Tejerina, W., Liberal, V. I., Iribarnegaray, M. A., & Seghezze, L. (2013). Gestión de residuos en curtiembres de la provincia de Salta. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 32, 1-8.
- Torres, M. (2017). Beneficios del Reciclaje de Textiles. From <https://toallas-personalizadas.es/beneficios-reciclaje-textiles/>
- Torres, L. (2018). Gramaje en ecoetiquetas: Importancia y métodos de medición. *Journal of Sustainable Labeling*, 21(9), 73-80.
- Velandia, P. D. (2014). El Cero Papel como Respuesta de Responsabilidad. (*Tesis de posgrado*). Universidad Militar Nueva Granada, Bogota. From https://archivo.estepais.com/inicio/historicos/94/14_Medio%20ambiente_El%20papel_greenpeace.pdf
- Villemain, P. (2019). El costo ambiental de estar a la moda. *Naciones Unidas*.
- Wajcman, G. (2014). Alta costura con tendencia ecológica. *Revista Convicciones*, (14), 12-18. Recuperado de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/174/185>
- Zea, D. C. (2021). Concientización del Reciclado papel en Bogotá. (*Tesis de pregrado*). Corporación Unificada Nacional de Educación Superior, Bogotá.

