

RECICUERO: Sostenibilidad en Acción

Autores

Andrés Felipe Lozano Lozano

Daniela Contreras Franco

Diana Isabel Moreno López

Luz Myriam Satizabal Solano

Universidad EAN

Proyecto Integración

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2023

TABLA DE CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	4
Abstrac	5
Introducción	6
Objetivos.....	8
General	8
Específicos	8
Definición del Problema	9
Justificación	11
Marco teórico	14
Logística.....	14
Logística Inversa	18
Etapas de la Logística Inversa	20
Logística Inversa en Colombia	23
Análisis de Requerimientos	26
Análisis de Restricciones	29
Metodología.....	31
Recolección de Datos de Compras y Minería de Datos	31
Encuestas a Clientes	32
Análisis Integrado	32
Evaluación del Impacto Ambiental y Empresarial.....	33
Elaboración de Guías y Capacitación.....	33
Seguimiento a Largo Plazo	33
Análisis de Costos.....	34
Desarrollo del Modelo de Logística Inversa.....	39
Análisis de datos de compras	39
Aplicación de Encuestas a clientes.....	40
Análisis de Resultados	41
Observaciones Generales de los Resultados.....	45
Recomendaciones	45
Estructura del modelo.....	46

Conclusiones.....	49
Referencias.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Logística Inversa: etapas	21
Tabla 2 Costos de transporte	34
Tabla 3 Costo de mano de obra mensual	35
Tabla 4 Costo mensual del modelo de logística inversa	36
Tabla 5 Insumos de inversión inicial	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gestión de la logística	16
Figura 2 Cadenas logísticas	17
Figura 3 Logística directa vs logística inversa: actividades	22
Figura 4 Restricciones modelo logística inversa	29
Figura 5 Metodología del proyecto	31
Figura 6 Datos de compras	39
Figura 7 Estructura del cuestionario	40
Figura 8 Rango de edad encuestados	42
Figura 9 Artículos de cuero	42
Figura 10 Disposición final	43
Figura 11 Disposición de segundo uso	43
Figura 12 Incursión en nuevos procesos	44
Figura 13 Impacto de procesos alternativos	44
Figura 14 Disposición de entrega.....	45
Figura 15 Modelo de logística Inversa Cuero al 100	47

Resumen Ejecutivo

La empresa Cuero al 100, dedicada a la compra y venta en línea de artículos de cuero en Cali, Colombia, enfrenta el desafío de desarrollar un modelo de logística inversa innovador que permita recuperar eficientemente artículos de cuero usados, reducir su impacto ambiental y promover prácticas de gestión de residuos más sostenibles. La necesidad radica en establecer un sistema integral que incluya la participación de los clientes, optimice la clasificación de productos y dirija los artículos a destinos apropiados, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de objetivos empresariales y medioambientales.

La metodología propuesta abordará la implementación del modelo de logística inversa mediante un enfoque mixto. Se iniciará con un análisis de datos de compras registradas en la base de clientes de Cuero al 100, utilizando técnicas de minería de datos para identificar patrones que sugieran la presencia de artículos de cuero aptos para recuperación. Posteriormente, se llevarán a cabo encuestas dirigidas a los clientes para comprender sus actitudes y comportamientos hacia la disposición de artículos de cuero no utilizados. La combinación de análisis de datos existentes y la retroalimentación directa de los clientes permitirá una comprensión integral de las oportunidades y desafíos en la implementación del modelo de logística inversa, facilitando ajustes continuos para optimizar el proceso.

Con base en los resultados, se establecerá un modelo de logística inversa que ofrecerá a los clientes opciones específicas para la gestión de sus artículos de cuero usados, tales como reutilización, reparación, reciclaje u otras alternativas, asegurando así un proceso participativo y sostenible en línea con las preferencias y necesidades individuales de los clientes.

Palabras clave: logística inversa, reciclaje, medio ambiente, cuero, residuos, reutilización.

Abstrac

The company "Cuero al 100," dedicated to the online buying and selling of leather goods in Cali, Colombia, faces the challenge of developing an innovative reverse logistics model that efficiently retrieves used leather items, reduces environmental impact, and promotes more sustainable waste management practices. The need lies in establishing a comprehensive system that involves customer participation, optimizes product sorting, and directs items to appropriate destinations, thereby contributing to environmental sustainability and the achievement of both business and environmental objectives.

The proposed methodology will address the implementation of the reverse logistics model through a mixed approach. It will commence with an analysis of purchase data recorded in Cuero al 100's customer database, using data mining techniques to identify patterns suggesting the presence of recoverable leather items. Subsequently, surveys targeting customers will be conducted to understand their attitudes and behaviors regarding the disposal of unused leather items. The combination of existing data analysis and direct customer feedback will provide a comprehensive understanding of opportunities and challenges in implementing the reverse logistics model, facilitating continuous adjustments to optimize the process.

Based on the results, a reverse logistics model will be established, offering customers specific options for managing their used leather items, such as reuse, repair, recycling, or other alternatives. This ensures a participatory and sustainable process in line with individual customer preferences and needs.

Key words: Reverse logistics, recycling, environment, leather, waste, reuse.

Introducción

En el siglo XXI, abordar la problemática ambiental derivada de la industrialización se torna esencial, evidenciada por la constante contaminación atmosférica, de suelos y mares, resultado de los residuos generados por la producción industrial a lo largo de la historia (Macedo, 2019). La demanda creciente de productos y servicios, impulsada por el hiperconsumo, ha llevado a una lógica de siempre más que busca el máximo beneficio sin una responsabilidad ecológica adecuada (Lipovetsky, 2022).

En este contexto global, se estima que anualmente en el planeta se generan alrededor de 2.010 millones de toneladas de desechos sólidos en los que por lo menos el 33% no se gestionan de forma segura para el medio ambiente. A nivel individual la cantidad de residuos generados por persona se estiman 0.74 kg al día y en particular para la región de América Latina y el Caribe se producen 231 millones de toneladas de residuos. Por otro lado, en Colombia según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2021) en el país se generan “11.600.849 millones de toneladas por año de residuos sólidos” (p. 3) en los que la “ tasa de aprovechamiento, y tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos y productos residuales generados se estima en un 14,46 %” (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2022, p. 1)

Dentro de la categoría de residuos sólidos, los artículos en cuero, que incluyen vestuario, calzado, bolsos, muebles y elementos de decoración, representan aproximadamente el 6% de las ventas del sector moda en Colombia (Marco Nacional de Cualificaciones Colombia, 2020). En este contexto, surge la empresa Cuero al 100 en la ciudad de Cali en 2022, dedicada a la comercialización de artículos en cuero de alta calidad a través de una red de 19 vendedores independientes (Cuero al 100, s.f.).

A pesar de que Cuero al 100 no participa directamente en la fabricación de sus productos, asume una profunda responsabilidad por el destino de estos artículos una vez que cumplen su ciclo de vida y son desechados por los consumidores. Específicamente, las suelas de los zapatos, compuestas de materiales como caucho y PVC, junto con los accesorios y el cuero, plantean desafíos ambientales que demandan una disposición final adecuada para mitigar el impacto ambiental asociado con los residuos sólidos.

La logística inversa surge como una solución de ingeniería, definida como la estrategia para la recuperación de residuos originados por actividades productivas o de consumo (Rentero, 2018). El diseño de un modelo de logística inversa para la gestión de residuos de artículos en cuero se presenta como una iniciativa integral, abarcando procesos de recolección, ruteo y distribución desde el centro de acopio. Este enfoque, respaldado por la disciplina de Ingeniería Industrial, busca incorporar a los consumidores dentro del proceso, involucrándolos activamente en prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente.

Objetivos

General

Diseñar, desarrollar e implementar un prototipo de logística inversa personalizado para la recuperación eficiente y sostenible de artículos en cuero desechados por los clientes de Cuero al 100 en la Ciudad de Cali, Colombia, con el propósito de fomentar la reutilización, reducir la generación de residuos y promover prácticas eco amigables.

Específicos

- Analizar datos de compras de los clientes de Cuero al 100 para identificar patrones de disposición de artículos en cuero dentro de las categorías más susceptibles a ser recuperadas.
- Determinar actitudes, percepciones y preferencias hacia la disposición de artículos en cuero usados, integrando la retroalimentación del cliente en el diseño del prototipo utilizando la base de datos de los compradores.
- Proponer un sistema de recepción que permita a los clientes entregar fácilmente artículos en cuero desechados, definiendo criterios para evaluar la viabilidad de recuperación y reutilización en un plazo de dos semanas.
- Evaluar colaboraciones con artesanos locales, centros de reciclaje y entidades especializadas para asegurar la gestión adecuada de los artículos en cuero recuperados, priorizando opciones de reparación, reutilización y reciclaje en un plazo de dos semanas.
- Revisar la eficiencia del sistema de recepción y la gestión final de los artículos en cuero, con el objetivo de realizar mejoras iterativas.

Definición del Problema

La gestión de residuos sólidos a nivel global se ha convertido en una preocupación ambiental que demanda una atención prioritaria en las políticas gubernamentales. Según el Banco Mundial (2018), se proyecta un aumento del 70% en la generación de residuos a nivel mundial para el año 2050 en comparación con los niveles actuales. A pesar de que la gestión adecuada de residuos sólidos es esencial para ciudades sostenibles, saludables e inclusivas, esta cuestión se subestima, especialmente en países de bajos ingresos. En contraste, en países de ingresos altos, se recupera más del 30% de los desechos mediante el reciclaje, mientras que, en otros lugares, este porcentaje apenas alcanza un 4% (Banco Mundial, 2018).

Este problema se agudiza en la industria del cuero, que es altamente demandante de recursos naturales. Por cada 1000 kg de piel salada procesada, se consumen entre 15 y 40 m³ de agua, 450 kg de productos químicos y se generan 200 kg de cuero acabado, 40 kg de solventes emitidos a la atmósfera, 640 kg de residuos sólidos y 138 litros de agua desperdiciados (Centro Nacional de Producción Más Limpia, 2004).

Las variables clave en la implementación del proyecto de logística inversa para la empresa de cuero 100, incluyen la disponibilidad de recursos financieros y logísticos para la recolección y reciclaje eficiente, la colaboración con otras partes interesadas (artesanos) para cumplir con las regulaciones ambientales y promover políticas de gestión de residuos sólidos, la educación y concientización de la comunidad sobre la importancia de reciclar productos de cuero, la tecnología y métodos de reciclaje adecuados para maximizar la recuperación de materiales y minimizar el impacto ambiental. Las limitantes se relacionan con la inversión inicial requerida para establecer las infraestructuras y procesos de reciclaje, las barreras regulatorias y logísticas que pueden dificultar la recolección y reciclaje de productos de cuero, la variabilidad

en la calidad de los materiales reciclados y la necesidad de fomentar la demanda de productos reciclados en el mercado, todo en un contexto global de crecimiento acelerado en la generación de residuos y la necesidad urgente de abordar cuestiones ambientales relacionadas con la gestión de los artículos desgastados del material de cuero.

Estos aspectos se han definido mediante un análisis integral, considerando los objetivos específicos del proyecto y la importancia de medir el éxito en términos de eficiencia, satisfacción del cliente, viabilidad económica y calidad de los productos recuperados. Estos indicadores proporcionan métricas claras y cuantificables para evaluar el rendimiento del modelo de logística inversa y asegurar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Justificación

En Colombia, la disposición final de los residuos sólidos presenta una gestión inadecuada de aproximadamente 172.726 toneladas de residuos en 2020, con un crecimiento del 2,0% respecto al año anterior en donde en la ciudad de Santiago de Cali, se generaron alrededor de 609.433,2 toneladas de residuos en 2020, mostrando una disminución del 11,27% con respecto al año anterior (DANE, 2022), reflejando unas dinámicas gubernamentales y ciudadanas frente al manejo de estos como se evidencia en la tasa de reciclaje en Cali , la cual es alarmantemente baja, situándose en un 3,9% (Universidad del Valle, 2020).

La correcta disposición de residuos, especialmente a través del reciclaje, es esencial para el desarrollo sostenible, como destaca Ortiz et al. (2022) el reciclaje no solo contribuye al impacto ambiental, sino que también se presenta como una oportunidad económica en los procesos productivos y promueve la conciencia ambiental en la sociedad. Así, el diseño del modelo de logística inversa resulta conveniente con el fin de fomentar la conciencia en la ciudadanía a través de la participación directa y el desarrollo empresarial de Cuero al 100 a través de la inclusión de un nuevo proceso que permita generar no solo beneficios económicos, sino también de imagen en el manejo de la responsabilidad empresarial frente a la problemática ambiental que se presenta en la actualidad.

El proceso, se encuentra articulado con los objetivos de desarrollo sostenible con el fin de un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar para todas las personas el disfrute de paz y prosperidad. En particular, el objetivo número 12 relacionado con la producción y consumos responsables, el cual resalta el hacer más y mejor con menos, así como de desvincular el crecimiento económico de la degradación medioambiental, aumentar la

eficiencia de recursos y promover estilos de vida sostenibles (Organización de Naciones Unidas (ONU), 2015).

En ese contexto, el modelo presenta una relevancia social desde la responsabilidad social empresarial buscando el desarrollo humano sostenible hacia cada uno de los actores involucrados, es decir los empleados, la comunidad y la sociedad en general para mejorar el capital social (Altagracia, 2014). Asimismo, se pueden generar beneficios extendidos gracias a la implementación de prácticas ecológicas y el aumento del potencial de rentabilidad del negocio creando beneficios para todos (Gómez et al., 2017). En particular, en la generación de empleo y el impacto ambiental gracias a una mejor gestión en la disposición de los residuos sólidos como los artículos de cuero.

También, desde el impacto social en las prácticas de consumo de los clientes gracias a la entrega de artículos de cuero para una disposición final adecuada más allá del desecho sin ningún tipo de utilidad fomentando la participación comunitaria entorno a la problemática ambiental y desarrollando mejores prácticas como lo afirma (Orjuela, 2019) “[...] la necesidad imperante que tenemos como civilización de rescatar y reapropiarnos del profundo respeto hacia la naturaleza y del reto que tenemos como generación de crear modos de vida sostenibles” (p. 5).

Por otro lado, como fundamento teórico, la logística inversa soporta las actividades de recuperación de artículos de cuero al final de su vida útil en donde a través de un proceso estructurado compuesto por las etapas de recogida, transporte, inspección, clasificación y disposición final se abordan los requerimientos y particularidades del contexto organizacional de la empresa Cuero al 100. Su aplicación no solo mejorará las condiciones ambientales, sino que también proporcionará beneficios sociales y económicos como lo señala Noé (2015), esta cadena inversa no solo supone una mejora ambiental sino también un beneficio económico adicional por

la posibilidad de obtener ventajas competitivas sostenibles. De tal manera que resulta esencial para el diseño y desarrollo del modelo en el contexto de las aplicaciones de la ingeniería industrial.

Para este proceso, es necesario desarrollar un análisis del contexto en el cual el emprendimiento lleva a cabo sus actividades, particularmente con los clientes en donde gracias a la aplicación de un cuestionario, tanto actuales como antiguos de Cuero al 100, así como a la población en general, se busca establecer los comportamientos de la población frente a la disposición final de los artículos de cuero teniendo en cuenta las bases de datos organizacionales para la revisión y estudio del modelo de acuerdo con las capacidades. En ese sentido se tienen en cuenta aspectos tanto cualitativos como cuantitativos para el diseño del modelo de logística inversa.

Dentro de las implicaciones prácticas del modelo, se encuentran el diseño de cada una de las etapas en donde se debe estipular la recogida o entrega de los artículos de cuero utilizando una red de recolección directamente con los clientes a través de mensajería propia o externa, la cual constituye la etapa del transporte. Luego, es definir un centro de acopio para la inspección y clasificación de los artículos en donde es necesario la contratación de personal directo y así proporcionarles una disposición final de reciclaje o reutilización.

Finalmente, el modelo abarca cuestiones frente la acumulación de artículos de cuero a los cuales no se les brinda una gestión adecuada una vez cumplen su ciclo de vida para otorgarles una valiosa oportunidad dentro de un modelo de logística alternativo para contribuir a la economía y el medio ambiente por medio de la sostenibilidad.

Marco teórico

De acuerdo con Palacios y Moreno (2022) la contaminación ambiental es la “presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean nocivos para la salud, para la seguridad y el bienestar de la población, o puedan ser perjudiciales para los seres vivos en general” (p. 94), la cual se ha intensificado con el avance tecnológico e industrial del último siglo en donde representa un problema de gran discusión y constante preocupación que ha llevado a múltiples esfuerzos por hallar sus determinantes, así como cuestionar acerca del estilo de crecimiento de los países en donde los altos niveles de contaminación son una realidad y no solo provocan daño al medio ambiente, sino que afecta también en la calidad de vida de los seres humanos. (Freire et al, 2021, p.2).

Los residuos sólidos son aquellos materiales o productos desechados una vez cumplen su vida útil, los cuales en general por si solos no representan valor económico y están compuestos principalmente de materiales utilizados en la fabricación o elaboración de bienes de consumo. Todos estos residuos en su mayoría pueden ser dispuestos para la transformación, reutilización o reciclado como parte de nuevos procesos productos teniendo en cuenta sus características, volumen, costos y procedencia (Rivas. S.f.).

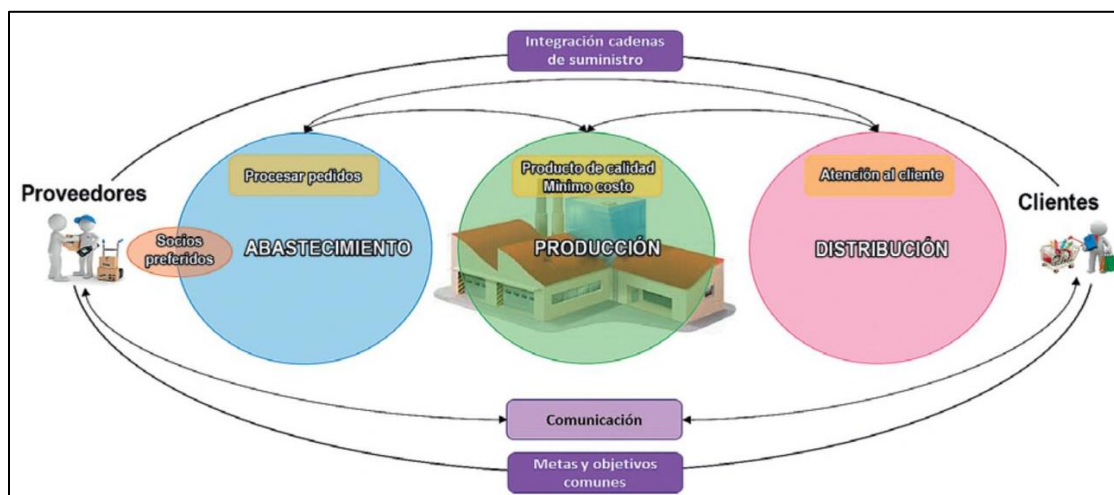
Logística

La logística, según Gómez (2014) se refiere al esquema de organización que acogen las empresas u organizaciones frente al aprovisionamiento de materiales, producción, almacén y distribución de productos abarcando diferentes ámbitos como la distribución física que hace referencia al transporte, la integración de las actividades internas respecto al flujo de materiales, así como su impacto en la cadena de suministros tanto interna como externa de acuerdo con el

contexto organizacional. Además, se destacan unas actividades primarias que forman parte del proceso, las cuales comprenden el aprovisionamiento, la producción, la distribución, el marketing y la prestación post venta en donde la función logística las coordina entorno a los costos y el valor global de la empresa.

En ese sentido, también se puede establecer que la logística es la parte de la cadena de suministros donde se planifica, implementa y controla el flujo tanto efectivo como eficiente del almacenamiento de artículos y servicios desde el punto inicial o de origen hasta el punto de destino con el objetivo de satisfacer a los clientes. En ese proceso, los elementos que conforman la logística son la gestión de materiales respecto a la administración de los suministros, el sistema de flujo de materiales para la planificación de productos terminados y la distribución física con el fin de entregar los productos a los consumidores o clientes (Castellanos, 2021).

Por otro lado, Escudero (2019) describe que el proceso logístico sucede en cadena dependiendo por una parte, de la esencia o naturaleza del producto, y por otra, de la actividad económica de las empresas sea industrial, comercial o de servicios en donde intervienen dos aspectos fundamentales; el primero el canal de aprovisionamiento en el que un producto se traslada desde su punto de extracción a la fábrica o almacén y el segundo, el canal de distribución en alusión a el traslado del producto desde la fábrica a los puntos de venta (p. 3).

Figura 1*Gestión de la logística*

Nota. Tomado de Logística comercial internacional, por Castellanos,2021.

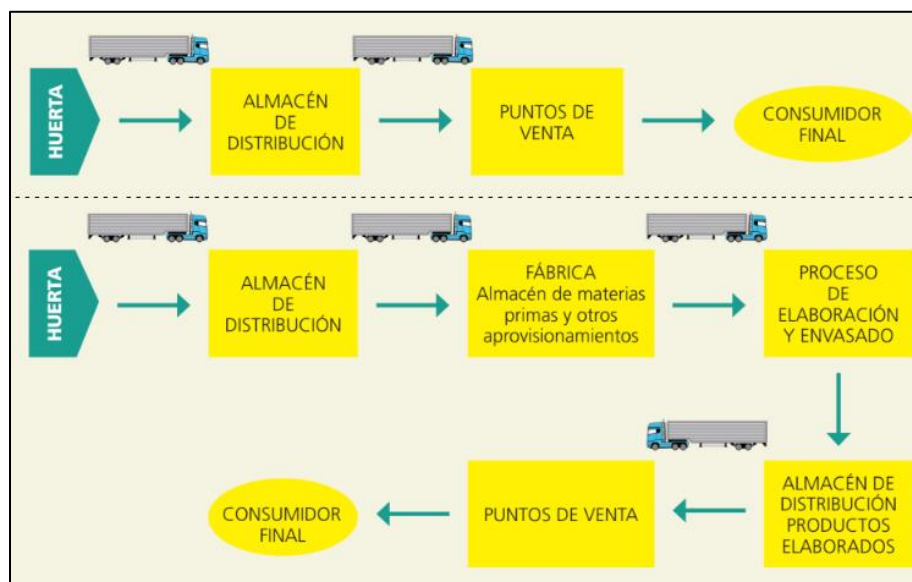
En las empresas industriales, las cuales se distinguen por su actividad transformadora, se halla el aprovisionamiento destinado a la selección de proveedores para suministrar a la producción, la producción donde se organizan los medios físicos (maquinaria), humanos, así como los procesos de fabricación o transformación (manipulación, envasado y almacenaje). La distribución comercial en alusión al transporte buscando la optimización de las rutas y el almacenamiento adecuado de los productos, así como el servicio posventa mediante la satisfacción del cliente con el fin de sostener las empresas en el mercado (Escudero, 2019).

En las empresas comerciales las actividades están orientadas al aprovisionamiento y distribución en los que los productos son adquiridos a terceros para venderlos o comercializarlos sin que sufran algún tipo de transformación previa. Es decir, la logística se refleja en el almacenamiento y la distribución para su venta inmediata. Por último, en las empresas de servicios el objetivo se enmarca al cumplimiento de las necesidades de los clientes en donde los bienes se aprovisionan

más no se almacenan ya que están destinados al cumplimiento de actividades como por ejemplo una empresa de transporte cuyos vehículos son los bienes (Escudero, 2019).

Figura 2

Cadenas logísticas



Nota. Tomado de Logística de almacenamiento, por Escudero, 2019.

Como se evidencia en la figura 2 si bien las dos parten del mismo punto de origen, la cadena logística varía en función del producto y actividad en el que en la primera se encuentra dirigida a la producción de tomates naturales recogiendo en la huerta el producto para el traslado a los almacenes de distribución y luego a los puntos de venta donde se comercializarán a los clientes finales. En la segunda, los tomates se recogen en la huerta a los almacenes de distribución, allí los fabricantes los adquieren como materia prima donde sufren un proceso de transformación para elaborar tomates en conserva para luego ser transportados a los puntos de distribución y así dirigirlos a los puntos de venta hacia los consumidores (Escudero, 2019).

En ese sentido, como se expone anteriormente las etapas dentro la logística son diversas y se adaptan de acuerdo con las necesidades de las organizaciones otorgando protagonismo a los procesos de logística como lo afirma Carro y González (2015) “la importancia de la oportunidad en la entrega al cliente, y el movimiento de productos ha impulsado a las empresas a otorgar un lugar destacado a la logística” (p. 1).

Logística Inversa

Es el macroproceso donde se ven involucrados la planificación, la administración y el control del flujo de productos y materiales partiendo desde el lugar de consumo hasta el punto de origen con el fin de adecuarlos para crear valor ecológico económico o de imagen siendo contrario al proceso tradicional que comprende la cadena de suministro partiendo de la empresa o proveedores hasta los distribuidores o clientes (Rojas et al, 2014).

La logística inversa gestiona el retorno de los productos o mercancías en la cadena de suministro buscando la manera más efectiva y económica posible para la recuperación y reciclaje de embalajes, envases y residuos, además de las devoluciones de clientes, productos obsoletos adelantándose inclusive al fin del ciclo de vida de los productos para proporcionarles una salida en otros mercados. También, hace referencia no solo al reciclado sino a la reutilización o sustitución de materiales, la eliminación de residuos, así como la remanufacturación o reparación de estos (Mora y Martín, 2013).

De igual manera, Mauleón y Prado (2021) señalan que es el proceso de planificación, implementación y control del flujo de materiales e información de los productos que han cumplido su final de vida útil (ciclo de vida) por parte los consumidores o clientes finales, los cuales ya no los utilizan y por lo tanto retornan al origen o punto de procesamiento con el fin de reutilizarlos, reciclarlos, recuperar valor o asegurar su correcta eliminación.

Este proceso orientado a la logística empresarial presenta cinco enfoques: en primer lugar, las compras responsables implicando a los proveedores y selección de materias primas que tengan el menor impacto en el ambiente; en segundo lugar, la reducción de insumos vírgenes con el fin de incentivar en los procesos de ingeniería las actividades de reutilización y reciclaje. En tercer lugar, el reciclado para explorar innovaciones con este tipo de materiales siempre cumpliendo los estándares, en cuarto lugar, la sustitución de materiales como por ejemplo los ligeros sobre los más pesados en la industria automotriz y, por último, la gestión de residuos en los procesos de utilización de materiales determinando su disposición en el desarrollo de los procesos. (López et al, 2014).

Existen distintos tipos de logística inversa conocidos también como componentes los cuales se centran en la *gestión de devoluciones* referente a las devoluciones de productos de los clientes, así como las políticas y procedimiento de devolución; *remanufactura o reacondicionamiento* como actividades que reparan, reconstruyen y reprocesan productos; *gestión de embalajes* centrado en la reutilización de materiales de embalaje para reducir costos; *bienes no vendidos* encargado de las devoluciones de los minoristas a los fabricantes; *reparaciones* cuando se venden productos devueltos dañados o defectuosos a otros clientes después del mantenimiento y por último, *el fin de vida del producto* en el que un producto ya no satisface las necesidades de los consumidores debido a que no es útil o no funciona adecuadamente (Jenkins, 2021).

En el marco de la logística inversa se menciona frecuentemente como punto de partida el fin del ciclo de vida del producto, el cual establece que estos desde su diseño, elaboración e introducción en el mercado por parte de las empresas se encuentran inmersas frente a un inicio y final inevitable en donde las características de estos preverán una utilidad más extensa o corta como bien lo afirma Lerma (2017):

Todo producto tiene tiempo de vigencia, un inicio y un final: ningún producto es eterno. Unos tienen una vida más larga, y otros más corta. Algunos productos pueden estar vigentes durante siglos, mientras que otros ni siquiera llegan a su lanzamiento en el mercado. La duración del ciclo de vida de los productos es sumamente variable; depende de muchos y diversos factores como son: la evolución de la moda, tecnología, costumbres y valores comerciales, cambios en las necesidades, costumbres de los usuarios y consumidores. (p. 32)

Dentro el ciclo de vida de un producto se contemplan las etapas de desarrollo, introducción, crecimiento, madurez, declinación y retiro en las que existen varias dimensiones ya que mientras en algún mercado el producto puede estar en declive, en otro se puede encontrar en la etapa de madurez y en otro más en el fin de su ciclo. Esto se da debido a la existencia de diversos mercados con necesidades, niveles de desarrollo y evolución distintos, en los que los productos podrán prolongar su vida al ser introducidos y operados en diferentes mercados y segmentos que los requieran (Lerma, 2017).

Etapas de la Logística Inversa

Teniendo en cuenta que, así como la logística tradicional cuenta sus etapas a lo largo de la cadena de producción en la empresas, en la logística inversa también se definen unas actividades a seguir para el cumplimiento de los objetivos, los cuales pueden presentar una alta variabilidad como lo afirman Martín y Mora (2013) en donde “[...] factores como pronósticos de demanda, calidad de los insumos, estandarización, confiabilidad en las entregas, trazabilidad de los productos, etc., y su gestión es uno de los grandes retos a los que se enfrentan las organizaciones” (p. 47).

Tabla 1*Logística Inversa: etapas*

Etapa	Concepto
Evaluación y diagnóstico	Diagnóstico medioambiental de la organización producto de las actividades que desarrolla.
Clasificación de residuos	Análisis completo de los residuos para determinar su estado, almacenamiento temporal si procede y el grado de control sobre el mismo siendo los tratamientos más habituales, el vertido, la incineración y el reciclado.
Transporte y almacenamiento	Las operaciones de recogida y transporte de residuos representan entre el 60 y el 80 % de los costos. Allí se consideran variables como la frecuencia de recogida, horarios equipos y personal.
Colocación	Envío de los productos a los destinos elegidos entre ellos: retorno a través del vendedor-distribuidor, venta, donación o reprocesamiento.
Medición y control	Evaluación de las etapas anteriores a través de indicadores y planteando alternativas diferentes de solución en términos de cantidades, frecuencias y costes.

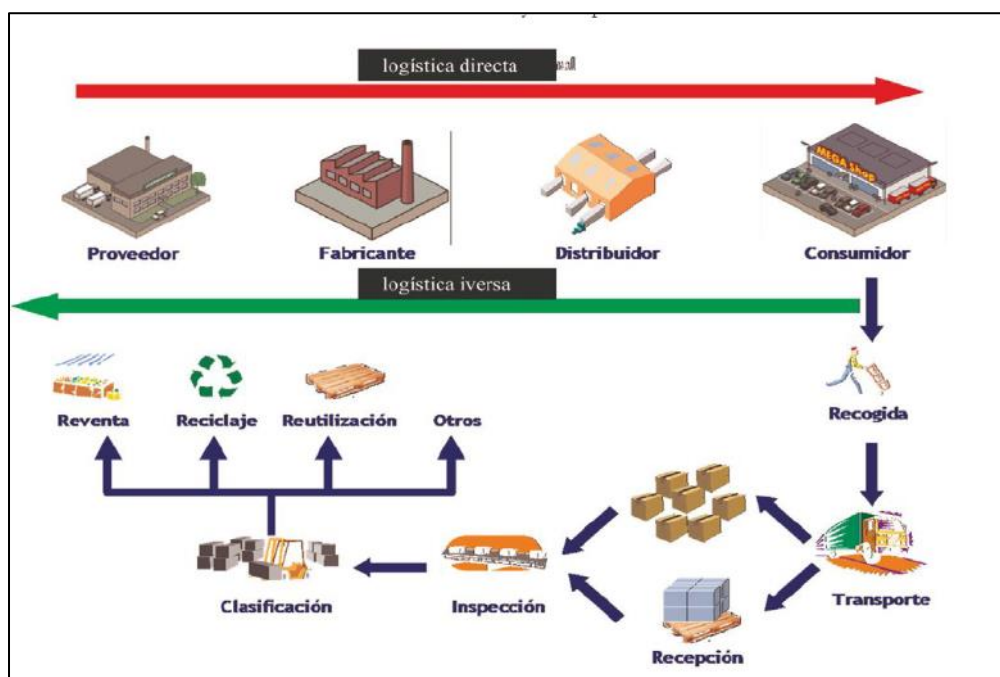
Nota. Adaptado de logística Inversa y ambiental, por Martín y Mora, 2013.

Del mismo modo, Mauleón y Prado (2021) exponen una cadena de proceso iniciada por la recogida movilización de los productos desde los consumidores para su recepción y clasificación

de acuerdo con las condiciones que presenten para así proporcionarles un nuevo fin como la reventa, el reciclaje, la reutilización u otros como se evidencia en la figura 3.

Figura 3

Logística directa vs logística inversa: actividades



Nota. Tomado de Logística Inbound, por Mauleón y Prado, 2021.

En la etapa de colocación se pueden llevar a cabo diferentes caminos que se originan a partir de la tipología del producto, así como su posicionamiento dentro de su vida útil como la **Reutilización** o reventa en el que se recupera para darle un nuevo uso sometiéndolo a mantenimiento para aprovecharlo en su totalidad. **Reparación** con el fin de sustituir algún componente que haya finalizado su vida útil como los electrodomésticos. **Restauración** en donde se busca devolver el valor al producto para ampliar su vida útil. **Canibalización**, allí se recuperan solo una parte mínima de los componentes para incorporarlos en el proceso de fabricación como los electrónicos; **Reciclaje** para reutilizarlos como materia prima en otros

procesos de elaboración nuevos y así aprovechar los residuos ahorrando energía y recursos y **Vertedero** e incineración cuando un producto no puede sufrir ninguno de los anteriores procesos y se somete al fin de su ciclo de vida (Cabeza, 2012).

Logística Inversa en Colombia

Por medio de la revisión de la literatura, se observa que en el país la logística inversa es tema de interés en la academia con el fin de extender y aplicar este concepto organizacionalmente mostrando las ventajas de este proceso tanto a nivel de producción como de marca ya que se encuentra estrechamente relacionada con el aporte al tema ambiental, el cual es protagonista en la actualidad. Además, de optimizar los recursos que muchas veces pasan por alto y simplemente se desechan sin realizar un análisis para su incorporación en nuevos procesos.

Cruz y Quintero (2023) desarrollaron una investigación acerca de una metodología en la utilización de baterías usadas con el fin de mitigar su impacto ambiental en Colombia, A través de un estudio descriptivo con metodología hipotético deductivo buscaron facilitar la incorporación de la logística inversa en donde desarrollaron una lista de chequeo para la categorización de las baterías de plomo ácido en las chatarrerías así como para el monitoreo a través de una matriz de los metales liberados durante la separación y distribución de las baterías para disminuir la contaminación por plomo y así contribuir al impacto ambiental.

Quince (2021) realizó un estado del arte en la evaluación de alternativas de logística inversa para el aprovechamiento de la semilla de aguacate en la fabricación de productos compostables.

Teniendo en cuenta que en Colombia el aguacate es uno de los principales productos para el consumo interno y externo se aplicó la revisión sistemática para identificar estudios para el uso de este fruto en proceso de logística inversa realizando la búsqueda de información en cinco bases de datos ((Mendeley, Scopus, Scielo, Science Direct y Google scholar) en periodo de 2017

al 2021 a través de términos claves tales como aguacate, reverse logísticos y bioplásticos. En ese contexto, el análisis determina la posibilidad de establecer o proponer modelos de logística para las industrias que tienen como fuente productiva al aguacate y así utilizarla para la elaboración de elementos biodegradables.

Se halló que a partir de la semilla de aguacate asociada con otros elementos químicos se puede utilizar para la generación de biopolímeros para ser usados en diversas industrias como la cosmética y química. En Asia, particularmente en Indonesia se presenta la mayor cantidad de estudios sobre este tema frente a los realizados en Europa o África. Sin embargo, en Colombia, no se encontraron estudios de relevancia. Entonces, producto de la revisión se definió la necesidad de generar materiales que ayuden a reducir el impacto ecológico a partir de residuos agrícolas en donde los procesos de logística inversa plantean una alternativa para el aprovechamiento de este recurso natural (Quinche, 2021).

Ahora, Bustos y Tafur (2017) analizaron los impactos de implementar los procesos de logística inversa en el sector industrial colombiano como alternativa sustentable frente a la problemática medioambiental aportando valor a los procesos de producción de las empresas. La industria del papel a lo largo de su amplia trayectoria ha utilizado los residuos de papel como fuente de fibra para la fabricación de nuevos productos, así como la refabricación. La logística inversa interviene en la recolección y transporte de materias primas procedente de los ingenios azucareros como el bagazo al cual se le aplican una separación de sólidos para utilizar la fibra para cocción. En ese proceso se generan residuos (polvillo seco) que al mezclar con carbón sirven como fuente de energía para las calderas.

Los residuos no industriales entre ellos el papel, cartón, plástico y vidrio limpio son almacenados en un centro de acopio en donde se clasifican para separar los aprovechables y así venderlos a

proveedores. Entonces, a través de la gestión de residuos utilizando la logística inversa por medio de la reutilización, el reciclaje se obtienen materias primas aprovechables, nuevas fuentes de ingresos y el ahorro de costos en la producción permitiendo innovar en la cadena de abastecimiento y asimismo ser reconocidos como una empresa comprometida con el medio ambiente (Bustos y Tafur, 2017).

Cruz et al, (2018) de la Universidad EAN exponen la logística inversa como estrategia para el crecimiento de empresas de plásticos en Bogotá en donde el subsector de plásticos representa aproximadamente el 36% dentro de la producción manufacturera en la que las practicas organizacionales no son las mejores en cuanto al manejo de residuos y desechos. Entonces, para la búsqueda de crecimiento empresarial la logística inversa representa una oportunidad para el incremento de los ingresos por ventas secundarias, ofrecer nuevos productos, reducción de costos operativos y una mejor gestión de inventarios.

Con el objetivo de establecer un panorama frente a la logística inversa y sus barreras, a través de encuestas a grandes empresas dedicadas a la producción de plástico como Pavco, Mexichem Colombia o Maderplast, se demostró que el 78 % de ellas se encuentran abiertas a compartir información y conocimientos para generar crecimiento y diferenciación en el mercado. Además, se estableció teniendo como referente al *Estudio de la influencia de los stakeholders en la implementación de sistemas de logística inversa* para que las empresas pueden incorporar la siguiente metodología: identificación clave de clientes, proveedores y empleados; evaluación del impacto de la gestión de los stakeholders; análisis de los participantes, identificación de oportunidades y por ultimo crear redes de valor con el fin de eliminar las barreras que dificultan la implementación de nuevos procesos como la logística inversa bajo la responsabilidad social y conciencia ambiental (Cruz et al, 2018).

Análisis de Requerimientos

El requerimiento funcional es una especificación detallada de las funciones y características que un sistema, software o producto debe tener para satisfacer las necesidades de los usuarios o las metas del proyecto. Estos requerimientos describen qué debe hacer el sistema, cómo debe comportarse en situaciones específicas y qué resultados debe producir en respuesta a ciertas acciones o eventos.

Requerimientos funcionales

- **Sistema de Registro de Clientes y Compras:** Implementar una base de datos que mantenga un registro completo de clientes, incluyendo información de contacto y detalles de compras de productos en cuero.
- **Identificación Automática de Productos en Cuero:** Desarrollar un algoritmo o sistema que identifique automáticamente productos en cuero en el historial de compras de los clientes.
- **Encuestas Automatizadas:** Configurar un sistema automatizado para enviar encuestas a los clientes, buscando identificar productos en cuero que ya no estén en uso.
- **Evaluación de Productos:** Establecer un proceso de evaluación que determine si los productos en cuero son recuperables, necesitan reparación o deben enviarse directamente a reciclaje.
- **Seguridad de Datos del Cliente:** Implementar medidas robustas de seguridad para proteger la privacidad y confidencialidad de los datos de los clientes, cumpliendo con regulaciones de protección de datos.

Requerimientos No Funcionales

Estos requerimientos se centran en aspectos como el rendimiento, la seguridad, la usabilidad, la escalabilidad, la confiabilidad y otros atributos que influyen en la calidad y el comportamiento del sistema, pero no describen qué hace el sistema en términos de funciones específicas

- **Interfaz de Usuario Intuitiva:** Diseñar una interfaz fácil de usar para clientes y administradores, priorizando la usabilidad incluso para aquellos menos familiarizados con tecnología.
- **Respuesta Rápida:** Mantener tiempos de respuesta eficientes para encuestas y procesos de evaluación, asegurando una participación continua de los clientes.
- **Requerimientos de Integración:** Un requerimiento de integración es una especificación que describe cómo diferentes componentes, módulos o sistemas deben trabajar juntos para lograr un funcionamiento conjunto cohesivo.
- **Integración con la Base de Datos de Clientes:** Establecer una integración efectiva con la base de datos existente de clientes para acceder al historial de compras y datos relevantes.
- **Colaboración con Proveedores y Artesanos:** Desarrollar canales de comunicación y coordinación efectivos con proveedores y artesanos para facilitar la reparación y reutilización de productos acordando tiempos de entrega y rango de costos.

Requerimientos de Informes

Los requerimientos de informes son fundamentales para asegurar que los usuarios obtengan la información relevante de manera clara y efectiva, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas en un entorno empresarial.

- **Informe de Éxito del Modelo de Logística Inversa:** Generar informes que reflejen el éxito del modelo, incluyendo el porcentaje de productos recuperados y áreas de mejora identificadas.
- **Informe de Satisfacción del Cliente:** Crear informes que evalúen la satisfacción del cliente con el proceso de recuperación y compra de productos usados, utilizando métricas específicas.

Análisis de Restricciones

En el siguiente análisis de restricciones, presentamos una evaluación de las limitaciones que inciden en el desarrollo del proyecto de logística inversa de la empresa "Cuero 100". Este proceso implica examinar y reconocer diversas restricciones, tales como limitaciones de recursos, restricciones de tiempo, limitaciones presupuestarias, restricciones tecnológicas y otras que puedan influir en la ejecución y éxito del proyecto. La finalidad es asegurar que estas restricciones sean debidamente consideradas a lo largo de la ejecución del proyecto. Esto garantizará que el equipo tome decisiones informadas, planifique de manera efectiva y pueda anticipar y mitigar posibles problemas antes de que surjan durante la implementación del proyecto.

Figura 4

Restricciones modelo logística inversa

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES			
CATEGORÍA DE RESTRICCIONES	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	
RECURSOS FINANCIEROS	Limitación de presupuesto para la implementar eficazmente el programa de recolección y reciclaje de productos de cuero desgastados. Dado que el proyecto tiene múltiples facetas, como la logística de recolección, la renovación de productos y la comercialización de productos reciclados.	<ul style="list-style-type: none"> Buscar financiamiento externo, como inversionistas, programas gubernamentales que apoyen iniciativas ambientales . Generar alianzas estratégicas como posibles asociaciones con organizaciones sin fines de lucro que respalden proyectos sostenibles 	
INFRAESTRUCTURA	Falta de instalaciones físicas que faciliten la recepción de productos, ya que la empresa "cuero al 100" ofrece sus servicio mediante e-commerce.	<ul style="list-style-type: none"> Tercerizar el servicio de recolección y logística con empresas transportistas como Servientrega o inter rapidísimo que brinden etiquetas de devolución con franqueo pagado para que los clientes tengan la facilidad de enviar sus productos desgastados a la dirección comercial de la empresa . 	
PARTICIPACIÓN DEL CLIENTE	Baja participación de clientes en el programa de logística inversa.	<ul style="list-style-type: none"> Implementar incentivos, campañas de concientización y educación. 	
LOGISTICA DE RECOLECCIÓN	Desafíos en la eficiencia y costos asociados con la logística.	<ul style="list-style-type: none"> planificación de rutas para optimizar los itinerarios de recolección. Esto puede reducir los costos de transporte y minimizar el tiempo dedicado a la logística, aumentando así la eficiencia general. Colaborar con puntos de recolección existentes, como centros de reciclaje o tiendas asociadas. Ofrecer incentivos económicos o descuentos a estos puntos puede aumentar la cantidad de productos recolectados y reducir la carga logística directa de la empresa. Establecer asociaciones estratégicas con proveedores logísticos especializados en gestión de residuos y logística inversa. Esto puede proporcionar experiencia y eficiencia en la recolección y transporte de productos específicos de cuero. 	
ACEPTACIÓN DEL MERCADO	Incertidumbre sobre la aceptación del mercado para productos reciclados.	<ul style="list-style-type: none"> Mantenerse al tanto de las tendencias del mercado y las preferencias de los consumidores en cuanto a productos sostenibles. Adaptar la oferta de productos reciclados para alinearse con las tendencias actuales, asegurando así una mayor aceptación. Establecer colaboraciones con influencers y figuras clave en redes sociales que respalden iniciativas sostenibles. Asegurar que los productos reciclados mantengan altos estándares de calidad. 	
REGULACIONES AMBIENTALES	Cumplimiento de normativas locales y nacionales para reciclaje.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un plan para la correcta disposición de los artículos de cuero que no puedan ser reutilizados o reparados. Mantener una documentación clara y transparente de todas las actividades relacionadas con el proyecto de logística inversa. Esto no solo facilita la auditoría. Capacitar al personal sobre las normativas ambientales pertinentes y las buenas prácticas de reciclaje. 	
RECURSOS PARA REPARACIONES Y RESTAURACIÓN	Disponer de los recursos necesarios para llevar a cabo reparaciones y restauraciones de los artículos de cuero según sea necesario.	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar que el personal esté capacitado en la identificación, clasificación y manejo adecuado de los artículos de cuero usados. Establecer alianzas estratégicas con artesanos locales especializados en la reparación y restauración de productos de cuero. 	

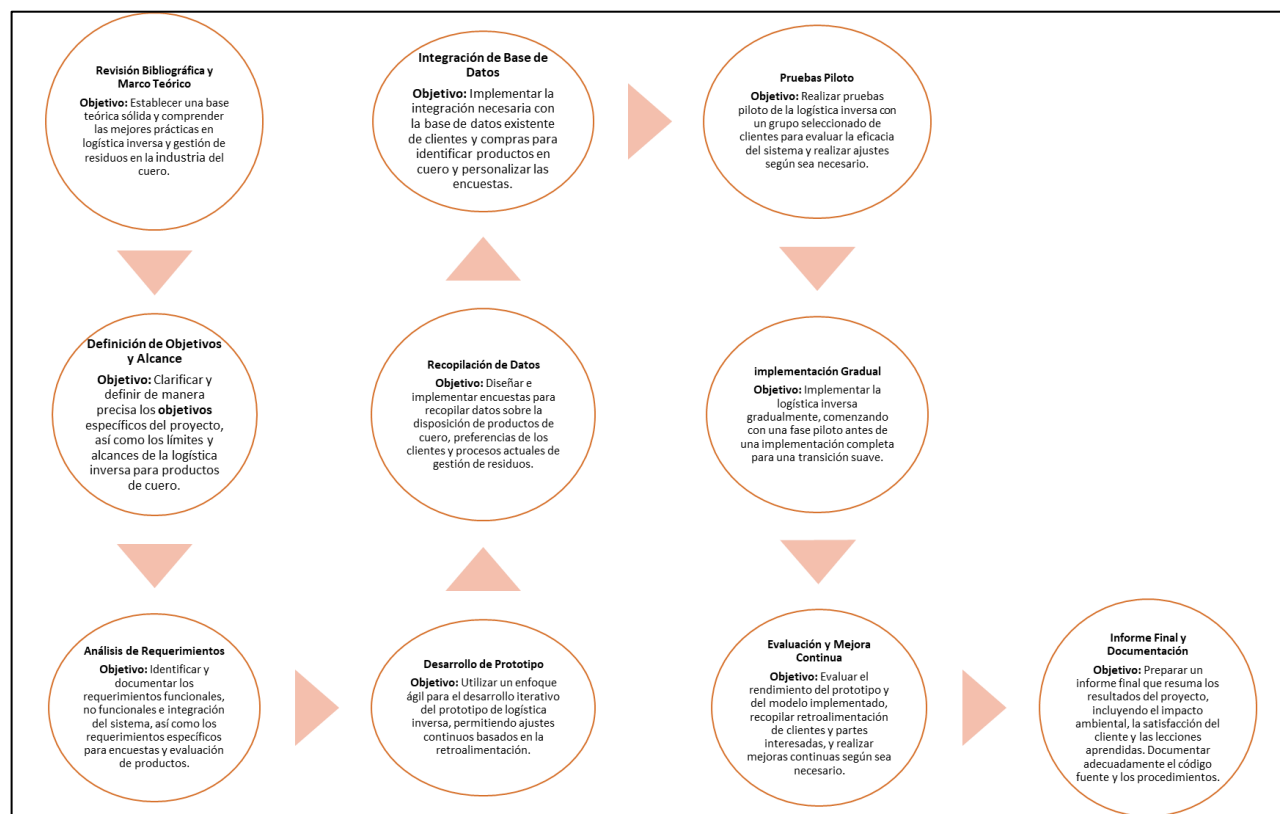
Nota. Elaboración propia

Metodología

La metodología propuesta para el proyecto de logística inversa en Cuero al 100 se basa en un enfoque ágil y participativo, que garantice la colaboración continua con los stakeholders y la flexibilidad para adaptarse a los cambios. A continuación, se detalla cada fase del proceso:

Figura 5

Metodología del proyecto



Nota. Elaboración propia.

Recolección de Datos de Compras y Minería de Datos

En esta fase inicial, se recopilarán datos detallados de las transacciones y compras de la base de clientes de Cuero al 100. A través de técnicas avanzadas de minería de datos, se buscarán patrones de comportamiento que indiquen la presencia de artículos de cuero que los clientes ya no utilizan. Este análisis no solo se centrará en la identificación de productos aptos para

recuperación, sino también en comprender los patrones de conducta de los clientes asociados con la disposición de dichos artículos de cuero.

Encuestas a Clientes

Se llevarán a cabo encuestas estructuradas y dirigidas a los clientes con el objetivo de comprender sus actitudes y comportamientos en relación con la disposición de artículos de cuero no utilizados. El análisis de las respuestas permitirá obtener información cualitativa valiosa sobre las preferencias de los clientes y las posibles barreras que podrían surgir en el proceso de recuperación.

Análisis Integrado

Los resultados de la minería de datos y las respuestas de las encuestas se integrarán de manera coherente para obtener una visión global de las oportunidades y desafíos asociados con la implementación del modelo de logística inversa. Este análisis integrado será crucial para comprender la dinámica del comportamiento del cliente y ajustar el modelo en consecuencia.

Diseño del Modelo de Logística Inversa

En esta etapa crítica, se desarrollará un modelo de logística inversa que abarque la recepción, clasificación eficiente y disposición efectiva de los artículos de cuero usados. Este proceso integral comenzará con la recepción de los productos devueltos, seguido de una clasificación precisa que determine la viabilidad de la reparación. En casos donde la reparación no sea posible, se establecerán protocolos claros para la disposición responsable de los artículos, ya sea a través de reciclaje u otras alternativas sostenibles. El modelo se diseñará con el objetivo de optimizar cada fase, garantizando así la eficiencia y la sostenibilidad en todo el proceso de logística inversa.

Implementación y Ajustes Continuos:

El modelo de logística inversa se implementará en un entorno piloto, permitiendo el monitoreo constante de resultados y la retroalimentación de los clientes. Se realizarán ajustes continuos en el modelo según sea necesario, con el objetivo de optimizar la eficiencia operativa y satisfacer las expectativas de los clientes.

Evaluación del Impacto Ambiental y Empresarial

Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva del impacto ambiental derivado de la implementación del modelo de logística inversa. Además, se analizarán los beneficios económicos y empresariales resultantes, proporcionando una visión completa de los aspectos positivos que el modelo puede aportar al negocio y al medio ambiente.

Elaboración de Guías y Capacitación

Se desarrollarán guías detalladas destinadas a los clientes, orientándolos sobre cómo participar de manera activa en el proceso de logística inversa. Simultáneamente, se llevará a cabo la capacitación del personal de Cuero al 100 para garantizar una aplicación efectiva y eficiente del modelo.

Seguimiento a Largo Plazo

Se establecerá un sistema de seguimiento a largo plazo para evaluar la sostenibilidad y la evolución del modelo de logística inversa. Este seguimiento continuo permitirá realizar ajustes a lo largo del tiempo y garantizar que el modelo siga siendo eficaz en términos empresariales y medioambientales.

Análisis de Costos

El modelo de logística inversa en la empresa Cuero al 100, se encuentra reflejado en 4 etapas esenciales, las cuales abarcan en primer lugar la recogida y transporte de los artículos de cuero que ya cumplieron su ciclo de vida; luego en el centro de acopio la inspección y clasificación para su disposición final a través del reciclaje o la reutilización en nuevos procesos y por último la distribución a las empresas que vayan a aplicar procesos de reutilización y los clientes que recompren el artículo. Así, los costos de transporte se encuentran asociados a la utilización de un servicio de mensajería externa, en particular Coordinadora para la recogida y distribución de los artículos.

En ese sentido, de la cantidad de artículos que se programen para la recogida de acuerdo con sus dimensiones y peso dependerá el costo de los envíos, sin embargo, estima que en promedio el costo de envío para la ciudad de Cali es de \$10.200 con unas dimensiones básicas. Asimismo, para la distribución se estiman cuatro envíos al mes con un costo promedio de \$50.000 con la misma empresa de mensajería (Coordinadora, 2023). Esto se ve reflejado en la tabla 2 teniendo en cuenta la estimación mensual.

Tabla 2

Costos de transporte

Descripción	Valor Unitario	Unidades	Total	Tipo
Recogida	\$ 10,200	50	\$ 510,000	Directos/Variables
Distribución	\$ 25,000	4	\$ 100,000	Directos/Variables
Total	\$ 60,200	94	\$ 610,000	Directos/Variables

Nota. Elaboración propia basada en datos de Coodinadora en el mes de noviembre de 2023.

Por otro lado, en los costos asociados al modelo, se contempla dentro de la mano de obra a un Operario, el cual estará encargado de las actividades de inspección y clasificación de los artículos de cuero con el fin de darles una disposición final incluyendo el embalaje para la distribución. En la parte administrativa Cuero al 100 ya cuenta con una persona, para el seguimiento y la gestión del transporte y distribución. El cargo está costado bajo el salario mínimo legal vigente de acuerdo con la normatividad actual como se refleja en la tabla 3.

Tabla 3

Costo de mano de obra mensual

Tipo Salario	No Integral	
Gastos	Costo Mensual	
Sueldo Básico	1,160,000	Salario Base
Auxilio De Transporte	140,606	Beneficio Legal
Dotación	37,500	
Eps	98,600	Seguridad Social Ley
Afp	139,200	
Arl	6,055	
Caja De Compensación	46,400	Parafiscales Ley
Cesantías	108,385	Prestaciones Sociales Ley
Prima	108,385	
Intereses A cesantías	13,006	
Vacaciones	50,309	
Costo Total Mensual	1,908,446	

Nota. Elaboración propia.

De igual manera, se estipulan unos costos asociados de embalaje y empaquetado para la distribución de los artículos en donde corresponde a cajas adquiridas a recicladores para darles otro uso sin incurrir en la compra de nuevas cajas, cual estaría en contra del propósito del modelo entorno al impacto ambiental. Ahora, el centro de acopio para la recepción, inspección y clasificación de los artículos, así como para el desarrollo de las labores administrativas, corresponde a un local comercial de 32 metros cuadrados con un baño, el cual se considera suficiente en la parte inicial del proyecto teniendo en cuenta que no se manejarán grandes cantidades de artículos. Allí, los servicios públicos de luz y agua se estiman en un promedio de \$250.000 y el servicio de internet en \$ 67.592 para un plan de 700 megas según (Movistar, 2023) según el costo para el mes de noviembre de 2023. También, resulta necesario la compra de material de oficina o de papelería con un costo mensual aproximado de \$35.000 pesos.

Tabla 4

Costo mensual del modelo de logística inversa

Descripción	Valor Unitario	Unidades	Total	Tipo
Recogida	\$ 10,200	50	\$ 510,000	Directo
Distribución	\$ 25,000	4	\$ 100,000	Directo
Operario I	\$ 1,908,446	1	\$ 1,908,446	Directo
Embalaje y empaquetado	\$ 1,000	10	\$ 10,000	Directo
Arrendamiento Local	\$ 1,600,000	1	\$ 1,600,000	Fijos
Servicios públicos	\$ 250,000	1	\$ 250,000	Fijos
Servicio de Internet	\$ 67,592	1	\$ 67,592	Fijos
Material oficina	\$ 35,000	1	\$ 35,000	Generales
Total			\$ 2,881,038	

Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, se requiere de una inversión inicial para los insumos de local tanto para la mano de obra como para el proceso de almacenamiento y embalaje de los artículos de cuero, incluyendo la asesoría de 3 ingenieros industriales que dedicarían 3 horas en 1 visita por semana para una totalidad de 12 horas al mes.

Tabla 5

Insumos de inversión inicial

Descripción	Valor Unitario	Unidades	Total
Silla Ergonómica	\$ 294,000	2	\$ 294,000
Estantes de organización	\$ 178,000	3	\$ 534,000
Escritorio	\$ 225,000	1	\$ 225,000
Asesoría en ingeniería estudiantes Universidad EAN	\$ 600.000	3	\$ 1,800,000
			\$ 2,853,000

Nota. Elaboración propia basada en precios de tienda virtual Alkosto.

En ese contexto, el cálculo del costo de venta del proyecto se refleja de la siguiente manera:

Costo Total de Iniciar el Proyecto

Costo Total = Total Costos Mensuales + Total Inversión Inicial

Costo Total = \$5,734,038

Por lo tanto, el costo total estimado para iniciar este proyecto es de \$5,734,038.

Se espera con este proyecto que cuero al 100 pueda recuperar su inversión inicial y ganar un 20% sobre los costos de operación.

Entonces, el valor de los costos operacionales del modelo se divide entre los 50 kg que se esperan recoger y distribuir, arrojándonos un precio del kilo en \$ 57,621 en donde para ganar el 20% se requiere que el kilo de cuero usado como materia prima se venda a un valor de \$ 69,200. Por lo tanto, para recuperar la inversión inicial se estima un periodo de 14 meses tomando el 8 % de las ganancias para subsanar estos costos durante dicho tiempo. Luego, la ganancia podrá ser tomada en su totalidad por el empresa habiendo recuperado la inversión inicial inyectada.

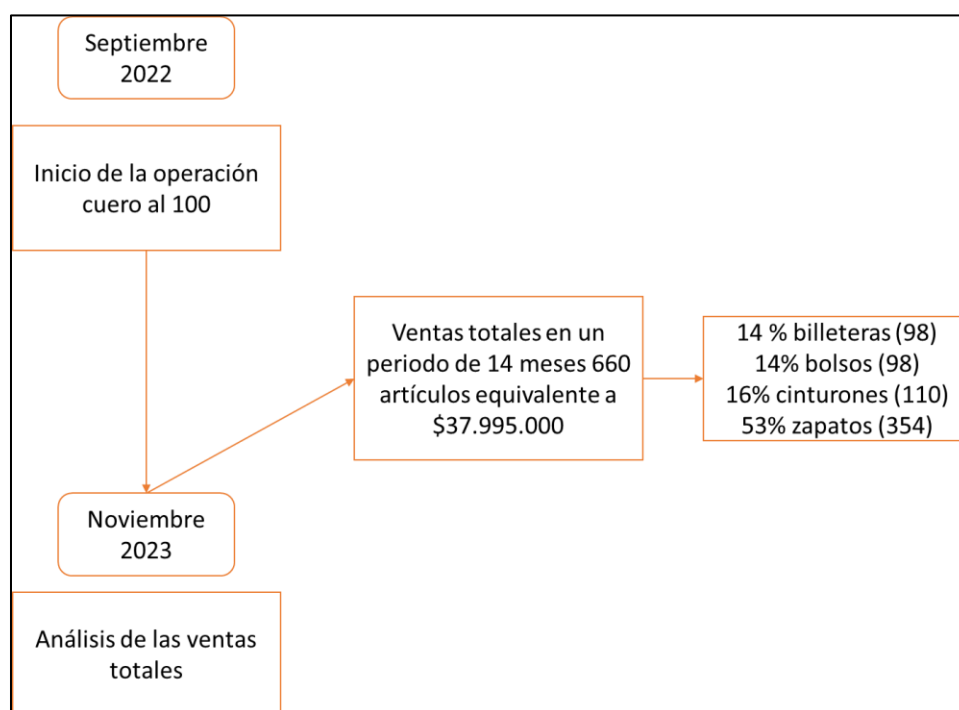
Desarrollo del Modelo de Logística Inversa

Análisis de Datos de Compras

Para empezar, se recopilaron datos detallados de las transacciones y compras realizadas a cuero al 100 lo que nos permitió ver lo siguiente:

Figura 6

Datos de compras



Nota. Elaboración propia.

Con este análisis identificamos que cuero al 100 tiene a 660 clientes los cuales al realizar las encuestas nos permitirá ver su comportamiento y el tiempo de durabilidad de cada artículo, así como la disponibilidad en su participación con el prototipo.

Al ser los zapatos el producto más vendido nos indica que quizá sea el que más desgaste tenga por el uso y menos se recupere por los clientes seguido de los bolsos y billeteras.

Aplicación de Encuestas a Clientes

Para la recolección de información frente a las opiniones y actitudes de los clientes de Cuero al 100 frente al manejo de los artículos de cuero una vez cumplen su ciclo de vida , así como sus percepciones respecto al manejo de los residuos se utilizó un cuestionario estructurado vía virtual en donde a través de la comunicación por redes sociales se les compartió a un grupo de clientes para su recepción y respuesta.

Figura 7

Estructura del cuestionario

<p>RECICUERO – SOSTENIBILIDAD EN ACCIÓN</p> <p>El presente cuestionario tiene como objetivo recoger información sobre los comportamientos y actitudes de los clientes de Cuero al 100 con relación a la disposición de los artículos de cuero una vez cumplen su ciclo de vida, es decir cuando se decide que no se le dará más uso por deterioro o preferencia.</p> <p>Los datos aquí recogidos se manejarán de manera confidencial con fines únicamente académicos para la Universidad Ean y Cuero al 100 en el desarrollo de un proyecto de investigación.</p> <p>Tratamiento de datos personales: LEY 1581 DE 2012 - LEY DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES, LEY 1266 DE 2008 - HABEAS DATA, ACUERDO 002 DE 2013 - POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE DATOS.</p>
<p>1. Nombres y apellidos</p>
<p>2. Rango de edad</p> <p>- Entre 18 y 28 años Entre 41 y 60 años</p> <p>- Entre 29 y 40 años Mayor de 60 años</p>
<p>3. De los siguientes artículos de cuero ¿Cuáles utiliza frecuentemente en su cotidianidad?</p> <p>- Calzado - Cinturones o correas - Bolsos</p> <p>- Billeteras - Morrales</p>
<p>4. ¿Cuál es el tiempo de utilización en promedio que usted destina a un artículo de cuero hasta que decide darle fin a su uso?</p>

5. Cuando considera que un artículo de cuero cumplió su ciclo de vida o utilidad ¿Cuál es la disposición final que le da al producto?

- Desecharlo - Reutilización - Otras
- Reciclaje - Donación

6. Considera usted que a los artículos de cuero se les puede brindar una segunda finalidad de uso luego del tiempo de utilización.

- Nada - Bastante
- Poco - Mucho

7. Considera usted qué es importante destinar los artículos de cuero que cumplieron su ciclo de vida a nuevos procesos de utilización.

Escala de Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo.

8. Considera usted que el reciclaje y la reutilización de los artículos de cuero presenta un impacto positivo en los siguientes aspectos:

Escala de Totalmente en desacuerdo a Totalmente de acuerdo para Medio ambiente, Economía, Generación de empleo y desarrollo de materias primas.

9. ¿Qué tan probable es que usted proporcione a Cuero al 100 los artículos de cuero que no utilice para una disposición final en medio de un proceso de incorporación en nuevos procesos?

Escala de 0 a 10 donde 0 es nada probable y 10 muy probable.

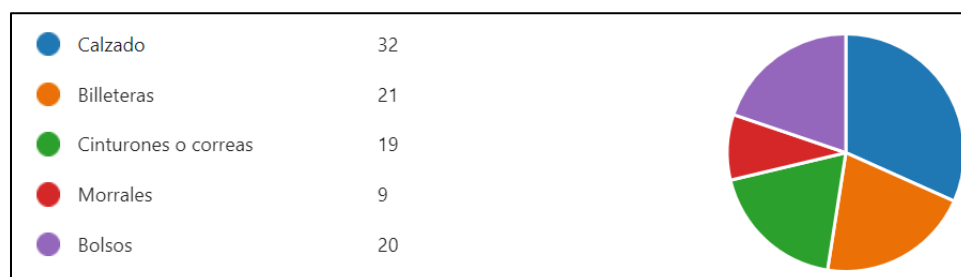
Nota. Elaboración propia.

Análisis de Resultados

- **Rango de edad:** la mayoría de los encuestados tienen entre 41 y 60 años (60%), seguido por el grupo de 29 a 40 años (37%). La participación de personas de 18 a 28 años es baja (3%).

Figura 8*Rango de edad encuestados**Nota.* Elaboración propia.

- **Artículos de Cuero Utilizados Frecuentemente:** en el siguiente diagrama se evidencia que Calzado es el artículo más utilizado teniendo un porcentaje de respuesta del 32%, seguido de billeteras con un 21% de respuestas y bolsos del 20%. Morrales con un 9% y cinturones con un 19% tienen menor frecuencia de uso

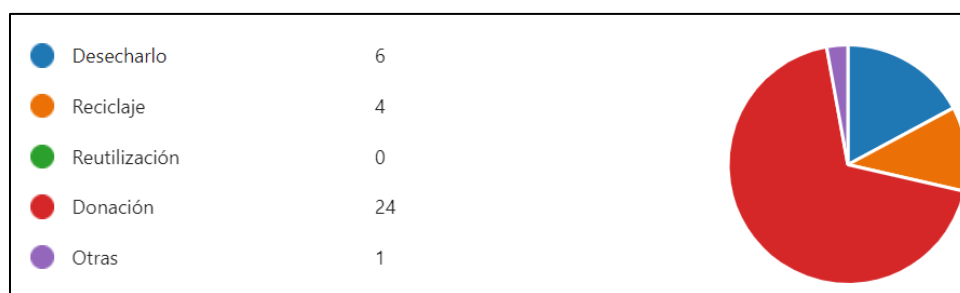
Figura 9*Artículos de cuero**Nota.* Elaboración propia.

- **Tiempo de Utilización Promedio:** la duración varía, pero la mayoría de los encuestados usa los artículos de cuero entre 3 y 5 años. Algunos muestran una tendencia a utilizarlos por períodos más largos (10 años o más).

- **Disposición Final de los Artículos de Cuero:** según los encuestados la donación es la opción más popular obteniendo 24 respuestas alcanzado un promedio del 69%, seguida por desecharlos (6 respuestas) con un porcentaje del 17%. Pocos consideran el reciclaje y la reutilización.

Figura 10

Disposición final

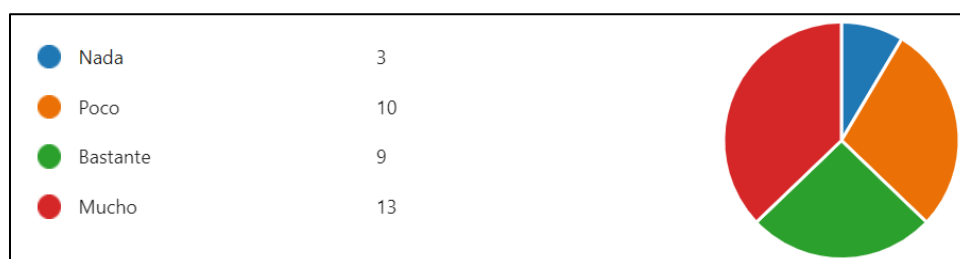


Nota. Elaboración propia.

- **Segunda Finalidad de Uso para Artículos de Cuero:** la mayoría de los encuestados muestra interés en brindar una segunda finalidad a los artículos después del tiempo de uso, indicando una predisposición positiva hacia la reutilización.

Figura 11

Disposición de segundo uso

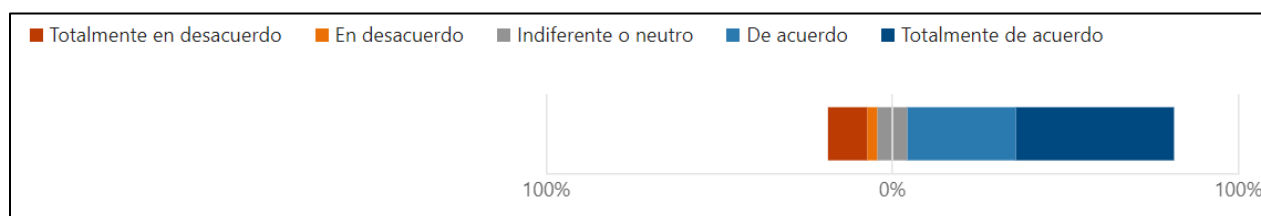


Nota. Elaboración propia.

- **Importancia de Destinar Artículos a Nuevos Procesos:** la gran mayoría de los encuestados están totalmente de acuerdo que los artículos de cuero sean destinados a un nuevo proceso de utilización obteniendo 25 respuestas con un 45.7%, e incluso 8 respuestas siendo el 31.4% indican estar de acuerdo, demostrando una conciencia positiva hacia la reutilización.

Figura 12

Incurción en nuevos procesos

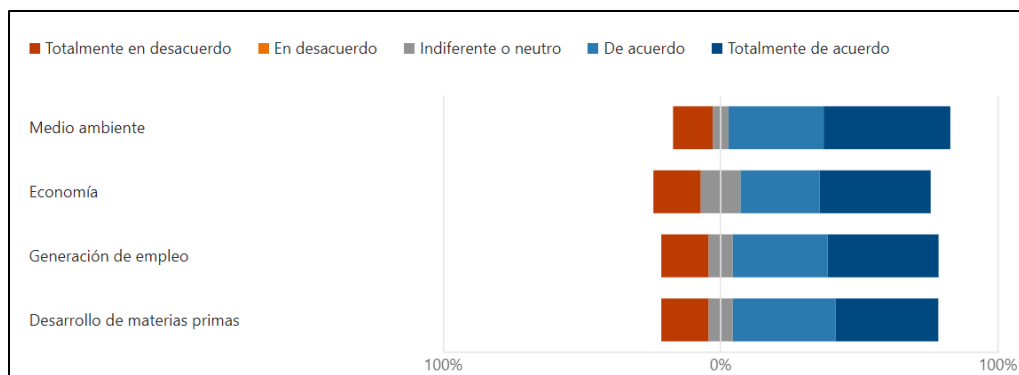


Nota. Elaboración propia.

- **Impacto Positivo del Reciclaje y Reutilización:** la mayoría está de acuerdo en que el reciclaje y la reutilización tienen un impacto positivo en el medio ambiente, economía, generación de empleo y desarrollo de materias primas.

Figura 13

Impacto de procesos alternativos



Nota. Elaboración propia.

- **Probabilidad de Proporcionar Artículos a Cuero al 100:** hay una distribución equitativa entre promotores y pasivos. La cantidad de detractores es menor. Esto sugiere que hay una buena disposición para proporcionar artículos no utilizados.

Figura 14

Disposición de entrega



Nota. Elaboración propia.

Observaciones Generales de los Resultados

- Existe una conciencia general sobre la importancia de la reutilización y el impacto positivo del reciclaje en diferentes aspectos.
- La donación es la opción preferida para la disposición final, lo que indica una inclinación hacia prácticas sostenibles.
- La duración del uso de los artículos de cuero varía, pero hay una tendencia hacia períodos más largos de uso antes de la disposición final.

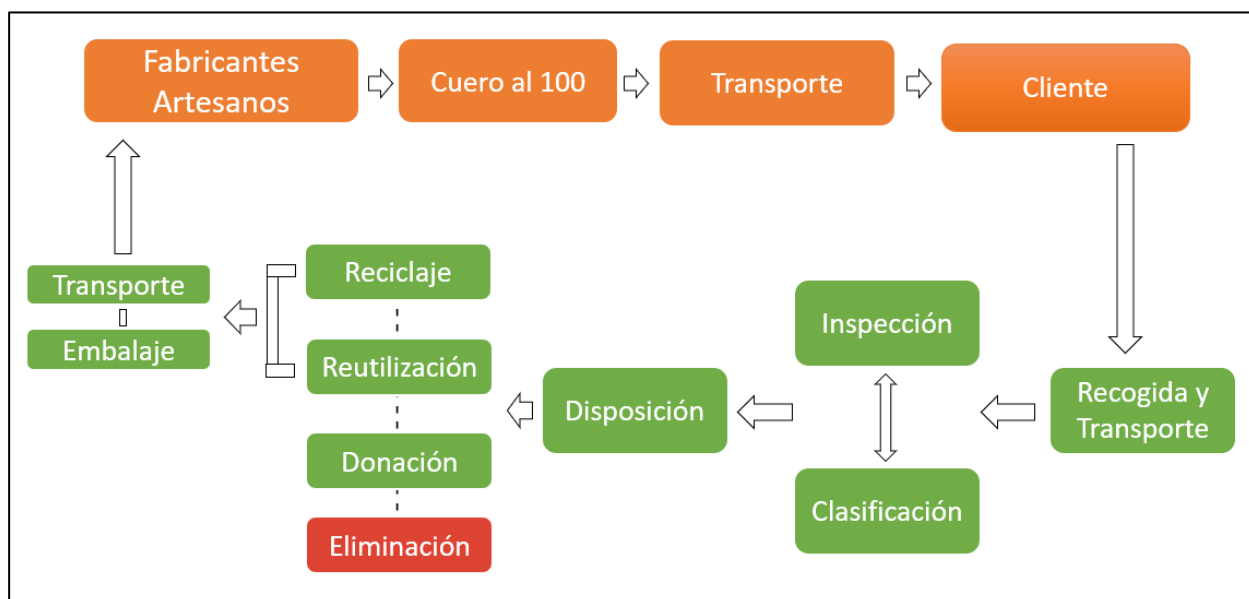
Recomendaciones

- Enfocarse en promover la donación y concientizar sobre el reciclaje y reutilización.

- Considerar campañas educativas sobre la durabilidad de los productos de cuero para fomentar períodos más largos de uso.
- Explorar estrategias para involucrar a la generación más joven en prácticas sostenibles con productos de cuero.

Estructura del Modelo

De acuerdo con los datos recogidos gracias a la aplicación de la encuesta, así como del análisis de los resultados se establece la necesidad de diseñar un modelo de logística inversa para pequeños emprendimientos como Cuero al 100 con el fin de impactar en el crecimiento económico y el medio ambiente a través de la responsabilidad social y corporativa como parte de una estrategia hacia el cambio en donde las empresas pueden incidir en la implementación de modelos alternativos a los convencionales abarcando actividades sostenibles. En ese sentido, el diseño del modelo se encuentra adaptado al emprendimiento en particular, el cual lleva a cabo sus actividades económicas a través de las redes sociales en la comercialización de artículos de cuero.

Figura 15*Modelo de logística Inversa Cuero al 100*

Nota. Elaboración propia.

Dentro del modelo de logística convencional en los procesos de Cuero al 100, se encuentran la compra a fabricantes o artesanos de los artículos de cuero entre ellos calzado, bolsos, morrales, carteras, billeteras entre otros para la comercialización de estos a través de las redes sociales, principalmente Instagram y WhatsApp en donde se establece contacto con el cliente para la atención personalizada y venta de los artículos. Luego, se realiza la distribución de los artículos por medio de servicios de mensajería para la entrega al cliente final. Así, en el desarrollo normal de esta cadena de valor, a lo largo del tiempo cuando los artículos llegan al ciclo final de su vida por condiciones del producto o por disposición de los consumidores, intervienen las etapas del modelo de logística inversa para la recuperación de estos para que no vayan a ser directamente eliminados generando residuos sólidos sin un análisis previo con el fin de proporcionarles una disposición diferente con utilidad y beneficio.

Como se refleja en la figura 15, la primera etapa es la recogida de los artículos de cuero en los lugares acordados con los clientes para el transporte hacia el centro de acopio en donde se llevará a cabo la inspección de estos con el fin de verificar su estado y características para así clasificarlos de acuerdo con sus condiciones de aprovechamiento. De esta manera, se le proporcionará una disposición final como el reciclaje y la reutilización para su comercialización con los fabricantes y artesanos con el fin de involucrarlos en nuevos procesos productivos ya que pueden ser utilizados como materias primas para la fabricación de nuevos productos. También, la donación como parte de la responsabilidad social de la empresa hacia las poblaciones de bajos recursos y finalmente la eliminación cuando los artículos presenten unas condiciones no aptas para ninguno de los procesos anteriormente descritos.

Conclusiones

- El diseño, desarrollo e implementación del prototipo de logística inversa personalizado para Cuero al 100 en Cali refleja un compromiso tangible con la sostenibilidad. Esta iniciativa no solo busca la recuperación eficiente de artículos en cuero desechados, sino que también promueve activamente la reutilización, reduce la generación de residuos y fomenta prácticas eco amigables. Este enfoque no solo beneficia al medio ambiente, sino que también destaca a Cuero al 100 como líder en la integración de soluciones innovadoras y responsables en su modelo de negocio.
- En síntesis, el análisis de datos de compras de Cuero al 100 ha permitido identificar de manera efectiva patrones de disposición de artículos en cuero. Este enfoque estratégico revela las categorías más susceptibles a ser recuperadas, proporcionando información valiosa para la implementación de la logística inversa. Este análisis de datos no solo optimiza la eficiencia del proceso, sino que también asegura una recuperación más precisa y orientada a las necesidades reales de los clientes.
- La determinación de actitudes, percepciones y preferencias de los clientes de Cuero al 100 ha sido esencial para el diseño del prototipo de logística inversa. La integración de la retroalimentación del cliente, extraída de la base de datos de compradores, asegura que el prototipo no solo sea eficiente desde el punto de vista operativo, sino que también se alinee de manera precisa con las expectativas y deseos de la clientela.
- La propuesta de un sistema de recepción para artículos en cuero desechados por Cuero al 100 destaca por su enfoque práctico y eficiente. Al facilitar a los clientes la entrega fácil de sus productos, este sistema agiliza el proceso de logística inversa. Además, la definición de criterios claros para evaluar la viabilidad de recuperación y reutilización en

un plazo de dos semanas demuestra un compromiso con la rapidez y eficacia en la gestión sostenible de los artículos en cuero, fomentando así una participación y consciente por parte de los clientes.

- La evaluación de colaboraciones con artesanos locales, centros de reciclaje y entidades especializadas subraya el compromiso de Cuero al 100 con la gestión responsable de los productos desechados. La priorización de opciones como reparación, reutilización y reciclaje en un plazo de dos semanas refleja una estrategia ágil y sostenible para maximizar el impacto positivo en la comunidad y el medio ambiente.
- La revisión constante de la eficiencia del sistema de recepción y la gestión final de los artículos en cuero demuestra un compromiso continuo con la excelencia operativa y la sostenibilidad. La búsqueda activa de mejoras iterativas no solo garantiza la adaptabilidad del prototipo a las necesidades cambiantes, sino que también establece un estándar elevado para la optimización continua en la gestión de productos desechados.

Referencias

- Altagracia, Y. (2014). *La Responsabilidad Social Empresarial (RSE)*. Escuela de Organización Industrial. <https://www.eoi.es/blogs/mintecon/2014/04/07/la-responsabilidad-social-empresarial-rse/>
- Banco Mundial. (2018). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Bengochea, D. (2022). *Qué es Logística Inversa: Definición, Concepto y Ejemplos*. Outvio. <https://outvio.com/es/blog/optimizar-logistica-inversa/>
- Bustos, S. y Tafur, E. (2017). *LA LOGÍSTICA INVERSA: ANÁLISIS SOBRE LA IMPORTANCIA Y EL VALOR AGREGADO PARA EL SECTOR INDUSTRIAL DE COLOMBIA*. <https://repository.unicatolica.edu.co/handle/20.500.12237/1100>
- Cabeza, D. . (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Marge Books. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaeaan/172841?page=1>
- Carro, R. y González, D. (2015). *Logística Empresarial*. Universidad Nacional del Mar del Plata. https://nulan.mdpu.edu.ar/id/eprint/1831/1/logistica_empresarial.pdf
- Castellanos, A. (2021). *Logística comercial internacional*. Editorial Universidad del Norte. <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=261YEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=libros+de+logistica&ots=FKDfNxqDcH&sig=TmWpSq8ssvb5zvAsVa4Lm2JYEao#v=onepage&q&f=false>
- Coordinadora. (2023). *Cotizar envío*. https://www.coordinadora.com/portafolio-de-servicios/servicios-en-linea/cotizar-envio/?gad_source=1&gclid=Cj0KCCQiAmNeqBhD4ARIsADsYfTeZmsvpK1s6rkl3v2TqnOoKvMfobzxJyfPncFJCrAIjtK-_MNllssaAn29EALw_wcB
- Cruz, M. y Quintero, N. (2023). *Metodología para el manejo de la logística inversa en la reutilización de baterías usadas para la mitigación del impacto ambiental en Colombia (Proyecto de especialización)*. Universidad Simón Bolívar. <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/12691>
- Cruz, N., Morales, C. F. & Torres, O. M. (2018). *La gestión de la logística inversa como estrategia indispensable en el crecimiento de las empresas del subsector del plástico en Bogotá [Documento de trabajo, Universidad EAN]*. <http://hdl.handle.net/10882/9468>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2022). *Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos (CAEFM-RS)*. DANE

- https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2020p.pdf
- Escudero, M. (2019). *Logística de almacenamiento (2)*. Paraninfo.
<https://books.google.com.co/books?id=vcSPDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Freire et al. (2021). *América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental?* Revista De Ciencias Ambientales, 55(2), 1-18. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.1>
- Gómez, A. (2014). *Gestión logística y comercial*. McGraw Hill.
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448193636.pdf>
- Gómez et al. (2017). *Logística inversa, un enfoque con responsabilidad social empresarial*. Criterio Libre, 10(16), 143–158. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2012v10n16.1167>
- Jenkins, A. (2021). *A Guide to Reverse Logistics: How It Works, Types and Strategies*. Netsuite.
<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/reverse-logistics.shtml>
- Kaza, S. et al. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/92a50475-3878-5984-829e-0a09a6a9badc/content> Escola Europea d'humanitats:
https://escolauropeadhumanitats.com/es/conferencies_i_debats/la-sociedad-del-hiperconsumo-somos-mas-felice/
- Lerma Kirchner, A. E. . (2017). *Desarrollo de productos: una visión integral*. Cengage Learning.
<https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=3754>
- Macedo Osorio, G. . (2019). *Hacia una reflexión sobre la crisis ambiental. Max Horkheimer y Günther Anders: Afán de dominio y desfase prometeico*. Bajo Palabra, (21), 81–95.:
<https://doi.org/10.15366/bp2019.21.004>
- Martín, M. & Mora, L. (2013). *Logística inversa y ambiental: retos y oportunidades en las organizaciones modernas*. Ecoe Ediciones. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/ereader/bibliotecaean/114353?page=46>
- Mauleón, M. y Prado Larburu, M. (2021). *Logística Inbound: logística para el siglo XXI*. Ediciones Díaz de Santos. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=13463>
- Movistar. (2023). *Internet Fibra*. <https://tienda.movistar.com.co/hogar/?offer=empty>
- Orjuela, A. (2019). *La educación ambiental y la conciencia histórica en la formación del ciudadano del siglo XXI*. Hojas De El Bosque, 5(9), 4–5.
<https://doi.org/10.18270/heb.v5i9.3165>

- Palacios, C. y Moreno, D. (2022). *Contaminación ambiental*. Recimundo, 6 (2), 93-13.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Rentero, A. (2018). *La logística inversa: ¿qué es y para qué sirve?* Hiberus
<https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/la-logistica-inversa-que-es-y-para-que-sirve/>
- Rojas López, M. D., Jiménez Gómez, L. M., Pérez Parra, J. P. (2014). *Logística Inversa y verde: Sostenibilidad y medio ambiente*. Ediciones de la U. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=5570>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2021). *Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2020*.
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_df_2020%20%281%29.pdf
- Universidad del Valle. (2020). *Cali es pionera en la transición hacia la Economía Circular*.
<https://www.univalle.edu.co/medioambiente/caliespioneraenlatransicionhaciaeconomia-circular#:~:text=%E2%80%9CDe%20manera%20preliminar%2C%20podemos%20decir,quienes%20agrupan%20aproximadamente%202.000%20recicladores>