Diseño de estrategias basadas en Lean Manufacturing para la reducción de residuos en el proceso de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S.

Dayan Leandra Ortega Parra

Cristian Otoniel Gutiérrez Valencia

Elsy Nathalia Chaparro Hernández

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.,

Colombia

2026

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO 3
1. TITULO DE LA PROPUESTA: 6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: 6
3. OBJETIVO GENERAL: 9
4. JUSTIFICACIÓN: 10
5. MARCO TEÓRICO 12
6. METODOLOGÍA 31
7. RESULTADOS: 35
8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN 53
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de flujo de materiales 37
Ilustración 2. VSM del estado actual. 38
Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa. 40
Ilustración 4. VSM del estado futuro. 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Pérdida mensual de cuero en metros cuadrados y dinero – Año 2024 7
Tabla No. 2. Pérdida mensual de cuero en metros cuadrados y dinero – Año 2025 7
Tabla No. 3. Distribución del área de producción 27
Tabla No. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 33
Tabla No. 5. Fases de la investigación. 33
Tabla No. 6. Registro de tiempos del proceso de corte (promedio por jornada) 36
Tabla No. 7. Medición de áreas (m²) de cuero procesado – Promedio por lote (10 pieles) . 36
Tabla No. 8. Detalle por jornada de observación (áreas en m²) 36
Tabla No. 9. Información inicial VSM del estado actual 37

Tabla No. 10. Información especifica de cada proceso 38
Tabla No. 11. Línea de tiempo de los procesos. 38
Tabla No. 12. Fases de la investigación. 41
Tabla No. 13. Matriz de priorización de causas 41
Tabla No. 14. Matriz de selección de herramientas Lean Manufacturing 45
Tabla No. 15. Actividades de la propuesta No. 1. 46
Tabla No. 16. Actividades de la propuesta No. 2. 47
Tabla No. 17. Actividades de la propuesta No. 3. 49
Tabla No. 18. Actividades de la propuesta No. 4. 50
Tabla No. 19. Actividades de la propuesta No. 5. 51

RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo diseñar estrategias basadas en Lean Manufacturing para la reducción de residuos en el proceso de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S., una organización del sector marroquinero ubicada en Bogotá D.C. que enfrenta pérdidas económicas anuales cercanas a los $81.6 millones de pesos debido a un desperdicio de materia prima que oscila entre el 18% y el 22%, cifra que duplica el promedio del sector industrial.

La metodología empleada se fundamentó en un enfoque mixto con predominio cualitativo, estructurado en tres fases alineadas con los objetivos específicos, en la primera fase, se realizó un diagnóstico del proceso actual mediante observación directa durante 10 jornadas de trabajo y la construcción del mapa de flujo de valor (VSM) del estado actual. En la segunda fase, se determinaron las herramientas Lean de mayor pertinencia a través de la elaboración de un diagrama de Ishikawa que identificó 14 causas raíz del desperdicio, y en la fase final se diseñaron cinco propuestas de mejora fundamentadas en las herramientas seleccionadas (Trabajo Estándar, Kaizen y Gestión Visual).

Los principales resultados evidencian un desperdicio promedio del 21.3% de la materia prima, con un lead time total de 14.67 horas donde el 88.6% del tiempo corresponde a actividades que no agregan valor, se identificaron como etapas críticas el trazado manual de patrones con un cuello de botella con tiempo de ciclo de 25 minutos y los cambios de troquel. Como resultado del diagnóstico, se diseñaron cinco propuestas de mejora: estandarización del anidamiento de patrones, creación de instructivos visuales en mesas de corte, programa de sensibilización sobre el costo del desperdicio, tablero de indicadores por operario y establecimiento de metas de reducción de desperdicio.

Se concluye que la problemática no es exclusivamente tecnológica sino también metodológica y organizacional, por lo que las herramientas Lean seleccionadas priorizaron la viabilidad y la participación del personal por encima de soluciones tecnológicas complejas, se recomendaron implementar las propuestas mediante un plan de gestión del cambio que aborde la resistencia del 22% de los operarios hacia tecnologías automatizadas, y validar los resultados con los mismos instrumentos de medición diseñados en esta investigación.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, desperdicio, proceso de corte, VSM, gestión visual, trabajo estándar, industria marroquinera.

ABSTRACT

This research project aims to design Lean Manufacturing-based strategies to reduce waste in the leather cutting process at Cueros Hazard S.A.S., a leather goods company located in Bogotá, D.C., which faces annual economic losses of approximately $81.6 million pesos due to raw material waste ranging from 18% to 22%, a figure that is double the industry average.

The methodology employed was based on a mixed-methods approach with a qualitative predominance, structured in three phases aligned with the specific objectives. In the first phase, a diagnosis of the current process was carried out through direct observation over 10 workdays and the construction of the current state value stream map (VSM). In the second phase, the most relevant Lean tools were determined through the development of an Ishikawa diagram that identified 14 root causes of waste. In the final phase, five improvement proposals were designed based on the selected tools (Standard Work, Kaizen, and Visual Management).

The main results show an average waste of 21.3% of raw materials, with a total lead time of 14.67 hours, where 88.6% of the time corresponds to activities that do not add value. The manual pattern layout, with a bottleneck cycle time of 25 minutes, and die changes were identified as critical stages. As a result of the diagnosis, five improvement proposals were designed: standardization of pattern nesting, creation of visual instructions on cutting tables, an awareness program on the cost of waste, a dashboard of indicators for each operator, and the establishment of waste reduction targets. It is concluded that the problem is not exclusively technological but also methodological and organizational, so the selected Lean tools prioritized feasibility and staff participation over complex technological solutions. It was recommended to implement the proposals through a change management plan that addresses the resistance of 22% of operators towards automated technologies, and to validate the results with the same measurement instruments designed in this research.

Keywords: Lean Manufacturing, waste, cutting process, VSM, visual management, standard work, leather goods industry.

1. TITULO DE LA PROPUESTA:

Diseño de estrategias basadas en Lean Manufacturing para la reducción de residuos en el proceso de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En las organizaciones comerciales que se dedican a la fabricación de artículos en cuero, el proceso de corte de la materia prima se convierte en una de las etapas más importantes dentro de la cadena productiva de las compañías, debido a que de este procedimiento depende en gran medida el aprovechamiento eficiente de su principal insumo.

No obstante, existen pequeñas y medianas compañías dentro de la industria que realizan esta actividad de manera tradicional o empírica, un factor que puede generar un uso ineficiente de la materia prima y una cantidad significativa de residuos durante la etapa de corte. (Tapia & Villa, 2024)

La empresa Cueros Hazard S.A.S., ubicada en Bogotá D.C., es una mediana empresa dedicada a la fabricación de artículos de cuero dentro de los que se destacan bolsos, carteras, cinturones y calzado, la organización fue fundada en el año 2005 y ha logrado posicionarse en el mercado nacional debido a la calidad de sus productos y la tradición artesanal que caracteriza sus procesos y artículos, en la actualidad la empresa cuenta con 45 empleados, distribuidos en las áreas de diseño, producción, comercialización y administración. (Cueros Hazard SAS, 2026)

La planta de producción ocupa aproximadamente 450 m^2, donde se concentran las operaciones de corte, confección y acabado del cuero, la empresa en la actualidad enfrenta

una problemática esencial en su área de producción, más específicamente para el proceso de corte de cuero.

En este sentido, y de acuerdo con (García Lopez, 2026) y los registros internos, se evidencia que en el año 2025 entre un 18% y 22% del cuero adquirido por la empresa finaliza convertido en residuos no aprovechables, lo que representa pérdidas económicas anuales cercanas a los 80 millones de pesos, razón por la cual este nivel de desperdicio no solo afecta la rentabilidad del negocio, sino que también genera un impacto ambiental negativo, porque se incrementa la cantidad de desechos sólidos que deben ser desechados por la compañía.

A continuación se presentan los valores de desperdicio obtenidos de los cálculos realizados por el personal de la empresa y los registros históricos:

Tabla No. 1. Pérdida mensual de cuero en metros cuadrados y dinero – Año 2024

Mes	**M^2 desperdicio (estimado)**	**Pérdida estimada (COP)**
Enero	130	$ 6.200.000
Febrero	128	$ 6.090.000
Marzo	130	$ 6.200.000
Abril	127	$ 6.030.000
Mayo	130	$ 6.200.000
Junio	135	$ 6.500.000
Julio	138	$ 6.720.000
Agosto	129	$ 6.160.000
Septiembre	135	$ 6.490.000
Octubre	130	$ 6.210.000
Noviembre	140	$ 6.850.000
Diciembre	145	$ 7.150.000
TOTAL	**1.597**	**$ 76.800.000**

Nota. La información se obtiene vía registros internos y cálculos promedio de los colaboradores de la empresa.

Tabla No. 2. Pérdida mensual de cuero en metros cuadrados y dinero – Año 2025

Mes	**M^2 procesado (estimado)**	**M^2 desperdicio (estimado)**	**Pérdida estimada (COP)**
Enero	652	132	$ 6.550.000

Febrero	650	128	$ 6.400.000
Marzo	652	133	$ 6.610.000
Abril	655	132	$ 6.570.000
Mayo	660	136	$ 6.750.000
Junio	665	139	$ 6.890.000
Julio	662	140	$ 6.920.000
Agosto	653	137	$ 6.800.000
Septiembre	650	131	$ 6.530.000
Octubre	655	143	$ 7.070.000
Noviembre	671	145	$ 7.180.000
Diciembre	676	149	$ 7.350.000
TOTAL	**7.901**	**1.645**	**$ 81.620.000**

Nota. La información presentada se calcula con referencia al precio promedio de la materia prima, puede diferir del costo real de la mercancía.

A lo largo del tiempo, Cueros Hazard S.AS. ha desarrollado sus actividades comerciales con patrones de corte de forma tradicional y maquinaria de tipo semiautomática, factores que limitan el aprovechamiento de la materia prima, además se hace notorio que con la ausencia de herramientas informáticas como software de diseño asistido por computadora (CAD) o sistemas de corte automatizados muy utilizados en la actualidad, se impide que la empresa se encuentre alineada con las tendencias de optimización presentes en el clúster.

De acuerdo con lo anterior, mientras las empresas competidoras han reducido sus desperdicios a niveles inferiores al 10%, Cueros Hazard S.A.S. mantiene cifras que duplican el porcentaje promedio de la industria, evidenciando un claro rezago competitivo. (Vasquez, Limas & Rodríguez, 2025)

En relación con lo expuesto anteriormente, para la empresa objeto de estudio surge la necesidad de analizar el proceso actual de corte para identificar las diferentes oportunidades de mejora que permitan mejorar el uso de la materia prima y minimizar la generación de residuos.

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial, la problemática presentada constituye un problema que puede ser abordado por medio del análisis del proceso actual y el diseño de propuestas de mejora, que sean orientadas a mejorar la eficiencia y reducir los residuos generados por la organización.

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación busca responder el siguiente interrogante:

¿Cómo se pueden diseñar un conjunto de estrategias basadas en Lean Manufacturing para el proceso de corte de cuero en Cueros Hazard S.A.S. que permitan minimizar los residuos generados?

OBJETIVOS

3. OBJETIVO GENERAL:

Diseñar estrategias basadas en Lean Manufacturing para la reducción de residuos en el proceso de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el proceso actual de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S., identificando las etapas críticas y las principales fuentes de desperdicio por medio de la observación directa de los procesos y el mapeo de flujo de valor (VSM).
- Determinar las herramientas Lean Manufacturing de mayor pertinencia y prioridad de aplicación, con base en las causas de ineficiencia identificadas en el diagnóstico del proceso de corte de cuero.

- Proponer un conjunto de propuestas de mejora fundamentadas en herramientas Lean Manufacturing que permitan minimizar los residuos generados en el proceso de corte.

4. JUSTIFICACIÓN:

El presente proyecto se fundamenta en la necesidad particular de enfrentar una problemática que afecta directamente la eficiencia productiva, la sostenibilidad ambiental y la competitividad de la empresa Cueros Hazard S.A.S. organización comercial dedicada a la fabricación de artículos de cuero, la cual ha mantenido prácticas tradicionales en su proceso de corte, generando un alto nivel de desperdicio de material que se ubica en valores superiores al promedio del sector.

La anterior narrativa se traduce en pérdidas económicas para la compañía y un impacto ambiental negativo, razones que hace imperativo el desarrollo de un proyecto que permita analizar y diseñar propuestas de mejora para el proceso de corte de la organización comercial.

Desde el punto de vista técnico, el proceso de corte de cuero en la empresa evidencia deficiencias que son derivadas del uso de maquinaria semiautomática, sumado a patrones de diseño convencionales que nunca han considerado la geometría irregular del material, estas limitaciones son las causantes del alto porcentaje de desperdicio.

Con esta descripción, es claro que la ingeniería industrial ofrece las herramientas metodológicas y tecnológicas como el Lean Manufacturing de 5S, Trabajo Estándar, Poka-Yoke y Kanban adecuadas para realizar un análisis de los procesos productivos y el diseño de soluciones orientadas a la reducción de residuos, convirtiendo este proyecto en una

alternativa completamente viable para modernizar las prácticas de la empresa y mejorar el aprovechamiento del material. (Calizaya, Choquecahua, & Concha, 2025)

En el ámbito económico, ya se exponía como la generación de residuos implica pérdidas anuales para la empresa que son cercanas a los 80 millones de pesos, afectando no solo la rentabilidad de la compañía, sino limitando la capacidad de inversión de la organización en innovación.

Así las cosas, con el mejoramiento del proceso de corte en la empresa Cueros Hazard S.A.S. es posible disminuir los costos de producción, mejorar la competitividad frente a los competidores que han adoptado tecnologías avanzadas y aumentar la productividad en el mediano plazo. (Peña Uribe, 2025)

En cuanto el ámbito ambiental del proyecto, es notoria su importancia en temas como la reducción de residuos, un factor que contribuye con la sostenibilidad ambiental, porque se disminuye la cantidad de desechos sólidos que deben ser desechados y se comprime la presión sobre los recursos naturales, no por nada, de acuerdo con (García Lopez, 2026) para el año 2025 la empresa genero un desperdicio de su materia prima (cuero) que se aproxima a 1.645 m^2 .

A nivel social, la investigación fortalece la capacitación de los trabajadores, toda vez, que el personal de la organización podrá adquirir nuevas competencias técnicas para la operación de su herramientas de trabajo y técnicas de Lean Manufacturing, perfeccionando su perfil laboral y su aporte a la empresa.

De esta manera, el proyecto no solo beneficia a Cueros Hazard S.A.S., sino también a sus colaboradores y al entorno en el que opera.

Generalizando, en cuanto a la importancia interna, este estudio permitirá a Cueros Hazard S.A.S. mejorar la eficiencia en su proceso productivo, reducción de costos

asociados al desperdicio de material, modernización organizativa, al tiempo que fortalece la cultura de sostenibilidad dentro de la compañía.

Y por otro lado, la importancia externa de la investigación se centra en la utilización de las propuestas diseñadas como modelo para otras organizaciones del sector marroquinero que enfrentan problemáticas similares. Asimismo, el proyecto contribuye a la competitividad de la industria nacional frente a mercados internacionales y promueve prácticas sostenibles que pueden ser replicadas en diferentes sectores productivos.

5. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

En la actualidad aparecen varios antecedentes al presente estudio, uno de los principales lo documenta (Folicaldi, 2025) quien presenta un caso de estudio desarrollado en la empresa Teseo, organización comercial destacada del sector de los productos de cuero ubicada en Lombardía, Italia, dentro del cual se expone cómo es posible incorporar nuevas tecnologías para los métodos de producción tradicionales usados para trabajar y cortar el cuero.

Para este caso específico, la empresa busca como objetivo aumentar la eficiencia de la producción por medio de la implementación de nuevas tecnologías que le permitan adaptarse a las necesidades de sus clientes, como solución Teseo implementó un sistema que utiliza proyectores de vídeo para reproducir patrones que se ubican sobre el cuero antes de cortarlo, con lo cual se consiguen resultados más rápidos y precisos.

Con este avance tecnológico la empresa logro disminuir el desperdicio de materiales y la mejora de la productividad, comprobando que los resultados fueron satisfactorios y

concluyendo para la presente investigación como por medio de la utilización de la tecnología las empresas pueden reducir sus desperdicios y aportar valor para las empresas.

Otro antecedente de la investigación lo expone (Flores Calderon, 2024) en su proyecto de grado titulado “Propuesta de mejoras en la estación de troqueladora de cuero manual” en donde el autor se enfrenta a la necesidad de mejorar los procesos productivos dentro de las estaciones de troquelado de cuero para la empresa Waved, ubicada en la ciudad de Guatemala de la asunción, el proyecto presenta como objetivo principal la creación de una estación de trabajo para la troqueladora de cuero manual de la organización con la cual espera establecer mejoras de eficiencia y ergonomía.

Como resultado de la investigación se hace evidente que el diseño de la nueva herramienta para el proceso de transformación de la materia prima en la compañía Waved impacta de forma directa el ahorro en los tiempos productivos en un porcentaje que alcanza a superar el 50% frente a los sistemas anteriores, pero además se incluyen dentro de la solución un sistema que incorpora espacios de almacenamiento para herramientas que son utilizadas durante el uso de este tipo de estaciones de corte.

Con este resultado se hace evidente que es posible aumentar la productividad de una organización con cambios físicos de la maquinaria actual de las organizaciones que no solo cumplen su objetivo, sino que generan valor agregado como no requerir electricidad o mecanismos hidráulicos para su funcionamiento.

En otro caso de estudio (Narváez Pupiales, 2025) propone el diseño de una propuesta para la mejora en la productividad en la empresa Pinto S.A. específicamente en su área de corte utilizando el enfoque de Lean Manufacturing, el objetivo de la investigación es minimizar los desperdicios que se generan en la mencionada área por medio del análisis de la prenda, en este estudio el autor selecciona una camiseta de cuello

redondo modelo B7, que se considera uno de los productos de mayor producción de la empresa.

El desarrollo de la solución se divide en tres fases, en la primera, se realiza el análisis de la situación actual de la empresa, en la segunda, se espera identificar las herramientas adecuadas para la organización en relación con los problemas presentados, y finalmente en la fase final se espera diseñar una propuesta que permita solventar las causas de los problemas que generan la baja productividad dentro del área de corte.

El investigador utiliza dos herramientas para diseñar la propuesta, 5S y Poka Yoke, utiliza la primera para realizar el análisis del lugar de trabajo, dentro del cual ordena las piezas cortadas en base al estado de clasificación, y luego limpia y estandariza el lugar, la segunda herramienta la usa para eliminar una actividad que se hace redundante para el subproceso de clasificación, dentro del cual se ofrece un mejor acabado a las piezas con defecto en el corte.

El resultado del estudio concluye que se reducen los desperdicios en un 10,63%, y frente a los costos de los desperdicios se son reducidos en un 0,64%, presentando un horizonte en donde se mejora la productividad en el área mediante la reducción de desperdicios, tiempos operativos y costos.

Y por último, se presenta el caso de estudio desarrollado por (Toro Solarte, 2024) donde el investigador en búsqueda de minimizar el impacto ambiental del proceso de curtido de pieles al tiempo que incrementa la rentabilidad del negocio espera elaborar productos enfocados a los caninos con los residuos sólidos que se obtienen del proceso de dividido en el curtido de pieles.

La metodología utilizada en la investigación se fundamenta en la revisión de documentos y estudios relacionados con procesos de la industria del curtido de pieles, con

lo cual el autor espera obtener una radiografía de la industria, luego se recoge información primaria por medio de encuestas, que fueron dirigidas a dueños de curtiembres y a trabajadores, con el objetivo de recolectar información sobre la cantidad de pieles utilizadas en diferentes periodos de tiempo, y las diferentes prácticas utilizadas en la industria.

Como resultado del estudio se observa que los residuos sólidos generados por el curtido de pieles están en capacidad de ser reutilizados en un 100% para la producción de productos para caninos, razón por la cual el autor concluye, que existen beneficios potenciales en el desarrollo de los productos generados a partir de los residuos de las empresas del sector, que garantizan la correcta utilización de estos residuos y se convierte en una alternativa económica viable para el desarrollo económico de las empresas del clúster.

Como se observa en los anteriores antecedentes es posible utilizar la tecnología, el diseño de nuevas herramientas y lugares de trabajo, la mejor planificación de los procesos para la optimización de los procesos de corte en diferentes industrias a nivel nacional, pero además es razonable mejorar el uso de la materia prima desperdiciada en el proceso con el objetivo de solucionar el problema que se presenta en la presente investigación, ampliando el panorama de las posibles alternativas que pueden evaluar para la empresa objeto de estudio.

Teorías que sustentan el estudio

La teoría principal del estudio se denomina teoría de Lean Manufacturing también conocida como manufactura esbelta o producción ajustada, esta fue desarrollada por Taiichi Ohno en el marco del Sistema de Producción Toyota (TPS), y de acuerdo con (Muñoz Guevara, Medina Varela, & Zapata Urquijo, 2022) esta teoría presenta como principal

objetivo generar un aumento en los índices de productividad, competitividad, rentabilidad y eficiencia en las organizaciones comerciales.

La teoría identifica inicialmente siete (07) tipos de desperdicios que afectan la eficiencia de cualquier sistema productivo: sobreproducción, transporte, espera, sobreprocesamiento, inventario, defectos y movimientos, aunque posteriormente, nuevos autores han incorporado un octavo desperdicio, el talento humano desaprovechado, definido como la falta de aprovechamiento de las capacidades, sugerencias y conocimientos de los colaboradores.

Para el caso de estudio, con la manufactura esbelta se busca la eliminación del desperdicio de material, el desperdicio de movimientos, por ejemplo, cortadores que pierden tiempo y el desperdicio de defectos; factores que al ser reducidos pueden generar un mejoramiento en la eficiencia general de los procesos de corte.

Para abordar los desperdicios que fueron previamente identificados, esta teoría presenta un conjunto de herramientas prácticas que pueden ser adaptadas al contexto del corte de cuero.

5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), herramienta considerada el punto de partida fundamental para cualquier proceso de implementación Lean, puesto que tiene como objetivo principal transformar el puesto de trabajo en un espacio organizado, seguro y eficiente.

Las cinco fases que la componen son Seiri (clasificar), que consiste en separar los elementos útiles de los innecesarios dentro del área de corte; Seiton (ordenar), que busca asignar un lugar fijo y visible para cada herramienta, troquel o patrón; Seiso (limpiar), que integra la limpieza como una actividad de inspección diaria; Seiketsu (estandarizar), que

crea normas visuales para mantener las condiciones ideales; y Shitsuke (disciplina), que desarrolla hábitos sostenibles en los operarios.

El Value Stream Mapping, conocido por sus siglas VSM, es una herramienta de diagnóstico gráfico con al cual se busca visualizar de manera integral todo el flujo de materiales e información que recorre un producto desde que su materia prima ingresa a la empresa hasta que el producto queda terminado, su principal diferencia de un diagrama de flujo tradicional es que incorpora información cuantitativa clave como los tiempos de ciclo de cada actividad, los tiempos de espera entre procesos, los inventarios acumulados en cada etapa, las distancias recorridas por los materiales y la cantidad de operarios involucrados.

El Trabajo Estándar es una herramienta de Lean que consiste en documentar, validar y difundir el método más eficiente, seguro y repetible conocido para realizar una tarea específica dentro del proceso productivo, se destaca que la documentación de esta herramienta incluye tres elementos fundamentales, el tiempo de ciclo requerido para completar la operación, la secuencia estandarizada de pasos que debe seguir el operario y la cantidad promedio de inventario en proceso que se requiere para que la operación fluya sin interrupciones. (Ortiz Porras, Salas Bacalla, & Huayanay Palma, 2022)

Poka-Yoke es una herramienta cuyo nombre en japonés significa "a prueba de errores", y como su nombre lo indica su principal objetivo es diseñar mecanismos, dispositivos o procedimientos que prevengan la ocurrencia de errores humanos antes de que estos se conviertan en defectos del producto, el principio de esta herramienta es reconocer que los errores son inevitables en cualquier actividad humana, pero propone que siempre es posible diseñar sistemas que los detecten o los impidan desde el momento mismo en que pueden incurrir.

Una vez se aplica la herramienta es posible generar dos tipos principales de dispositivos Poka-Yoke, los de prevención, que hacen físicamente imposible cometer el error, y los de detección, que alertan al operario inmediatamente después de que el error ha ocurrido para que pueda corregirlo sin generar desperdicio.

Kanban, que en japonés significa "señal visual", es una herramienta que se utiliza para el control de flujo de materiales y producción que opera bajo el principio fundamental del sistema de jalonamiento, porque en lugar de producir basándose en pronósticos o planes anticipados, la herramienta autoriza la producción únicamente cuando existe una señal visual proveniente del proceso posterior indicando que se requiere más material.

Este tipo de señales puede tomar la forma de tarjetas físicas, contenedores vacíos, espacios marcados en el piso o tableros electrónicos, y su función es limitar la cantidad de inventario en proceso con el ánimo de evitar la sobreproducción, hacer visibles los cuellos de botella de la operación y reducir los tiempos de espera.

SMED, cuyas siglas en inglés significan "cambio de matriz en menos de diez minutos", esta metodología fue diseñada por Shigeo Shingo dentro del sistema de producción Toyota con el objetivo de reducir rápidamente los tiempos de preparación y cambio de herramientas en los procesos productivos.

Para lograr su objetivo esta herramienta propone clasificar todas las actividades que se realizan durante un cambio de producto en dos categorías: actividades internas, que requieren que la máquina o proceso esté detenido para ejecutarse, y actividades externas, que pueden realizarse mientras la máquina sigue funcionando, por medio de este análisis la aplicación de mejoras como la conversión de actividades internas en externas, la estandarización de operaciones y el uso de dispositivos de sujeción rápida, el SMED espera

reducir tiempos de cambio que tradicionalmente tomaban horas a apenas unos pocos minutos. (Iparraguirre Sánchez & Torres Villena, 2023)

Jidoka es un concepto fundamental del Sistema de Producción Toyota que puede traducirse como "automatización con inteligencia humana", la esencia de la herramienta radica en dotar a las máquinas y procesos de la capacidad de detectar automáticamente una anomalía y detener la producción para evitar la generación de defectos en cadena.

Esta herramienta se complementa con el sistema Andon, que es un tablero de señales visuales o sonoras que alerta a supervisores y al equipo de mantenimiento sobre la ubicación y naturaleza de la parada, la filosofía que sustenta Jidoka está en que es preferible detener una sola máquina y corregir inmediatamente la causa del problema, antes que permitir que cientos de piezas defectuosas sean producidas y luego deban ser desechadas o reprocesadas.

Otra herramienta es el Mantenimiento Productivo Total, conocido como TPM, se define como una estrategia integral de gestión de activos que busca maximizar la efectividad global de los equipos mediante la participación activa de todos los colaboradores.

A diferencia de otros enfoques tradicionales donde el mantenimiento es responsabilidad exclusiva de un departamento especializado, el TPM promueve el mantenimiento autónomo realizado por los propios operarios, dentro del cual se incluyen actividades como limpieza diaria, lubricación básica, inspección visual y detección temprana de anomalías, se debe destacar que la métrica central del TPM es la efectividad global del equipo la cual combina la disponibilidad del equipo, el rendimiento operativo y la calidad de las piezas producidas.

Kaizen es una filosofía que se traduce del japonés como "mejora continua", y se diferencia de otras aproximaciones al mejoramiento por su énfasis en cambios pequeños, incrementales y diarios realizados por todos los miembros de la organización, desde los operarios hasta la alta dirección.

A diferencia de las innovaciones radicales que requieren grandes inversiones y proyectos de largo plazo, el Kaizen promueve la idea de que múltiples mejoras pequeñas, que puede ser implementadas en días o semanas, generan en conjunto un impacto transformador en la eficiencia y calidad de la organización.

Las técnicas de Kaizen más importantes son los círculos de calidad, las reuniones rápidas de mejora y los tableros visuales de sugerencias. (Arevalo Jara, 2022)

La Gestión Visual es otra herramienta Lean que transforma la información compleja del proceso productivo en señales simples, inmediatamente comprensibles y ubicadas en el punto de uso, de forma que cualquier colaborador independientemente de su rol o nivel de experiencia, pueda entender el estado del proceso en un solo vistazo.

La herramienta se basa en el principio de que la información visual es procesada por el cerebro humano mucho más rápido que la información textual, y que la transparencia de las operaciones facilita la detección temprana de anomalías y la toma de decisiones descentralizada.

La siguiente herramienta es Hoshin Kanri, que puede traducirse como "dirección por políticas", y es un instrumento estratégico de Lean Manufacturing que permite alinear toda la organización, desde la alta dirección hasta los operarios, en torno a unos pocos objetivos prioritarios anualmente.

Este tipo de metodología funciona mediante un proceso sistemático de despliegue vertical, los objetivos estratégicos definidos por la gerencia se desglosan en metas

específicas para cada área funcional, y estas a su vez se traducen en planes de acción para cada equipo, para finalizar con indicadores que recibe cada operario y presentan su contribución a los objetivos globales.

Este despliegue se complementa con un mecanismo de revisión periódica que evalúa el avance y ajusta las acciones según sea necesario. (Godoy Albornoz & Machuca Asto, 2022)

Heijunka, es una herramienta Lean que busca nivelar la producción tanto en volumen como en mezcla de productos, con la cual se busca eliminar los picos y valles que caracterizan los sistemas productivos tradicionales donde se producen grandes lotes de un producto seguidos de cambios prolongados para producir otro producto diferente.

Este tipo de nivelación la logra esta herramienta reduciendo el tamaño de los lotes de producción y distribuyendo la fabricación de los diferentes productos a lo largo del día o la semana en secuencias más pequeñas y equilibradas, esta aproximación se diferencia radicalmente con la producción en grandes lotes que, aunque aparentemente eficiente por reducir los costos de cambio, genera tiempos de espera prolongados, inventarios elevados y una capacidad reducida para responder a cambios en la demanda del cliente.

Andon es la herramienta Lean que define un sistema de alertas visuales y sonoras que se utiliza en entornos de producción Lean para notificar inmediatamente a supervisores y equipos de apoyo cuando ocurre una anomalía que requiere atención.

Por lo general, el Andon se materializa en una torre de luces de colores ubicada en un lugar visible de la planta, donde el color verde indica operación normal, el amarillo señala una situación que requiere asistencia pero no detiene la producción, y el rojo indica una parada que requiere intervención inmediata.

Es importante mencionar que en muchos sistemas Andon también se incluyen paneles electrónicos que muestran la ubicación exacta de la máquina o estación de trabajo que ha activado la alerta, permitiendo que el personal de soporte se dirija rápidamente al punto de atención. (Álava Merchán & Goya Chaguay, 2023)

Otra herramienta es justo a tiempo, conocido por sus siglas JIT, su objetivo es producir únicamente lo necesario, en la cantidad necesaria y en el momento exacto en que es requerido por el proceso posterior.

Este enfoque representa un cambio radical con los sistemas de producción tradicionales que se basan en grandes inventarios y una producción anticipada, y tiene su fuente en tres principios fundamentales, flujo continuo, se deben eliminar las acumulaciones de material entre procesos, Takt Time, se debe administrar un ritmo de producción sincronizado con el ritmo de ventas, y sistema Pull, producción jalonada por la demanda real, pero para que el JIT funcione, es necesario eliminar las fuentes de variabilidad que obligan a mantener inventarios de seguridad, como las averías de máquinas, los defectos de calidad o los cambios prolongados de herramienta.

La última herramienta que se presenta es Gemba Walk, que puede traducirse como "ir a ver el lugar donde ocurren los hechos", es una práctica de gestión Lean mediante la cual existen supervisores que dedican tiempo diario o semanal a desplazarse al área donde se realiza el trabajo productivo, observar directamente los procesos sin interferencias, hacer preguntas abiertas a los operarios y buscar oportunidades de mejora.

El núcleo de esta herramienta es reconocer que el conocimiento real sobre los problemas y las posibles soluciones no se encuentra en los reportes escritos ni en las reuniones en salas de juntas, sino en el área de producción, junto a las personas que ejecutan las tareas día tras día. (Flores Benítez & Núñez Silva, 2022)

En conjunto, estas herramientas permiten que, la manufactura esbelta oriente el diseño de estrategias que no solo reduzcan el desperdicio de material, sino también los desperdicios de movimientos, tiempos de espera y defectos, factores que al ser minimizados generan un mejoramiento integral de la eficiencia en el proceso de corte de Cueros Hazard S.A.S.

Continuando, dentro de las teorías que son el pilar de la investigación es importante destacar la teoría de la teoría de las restricciones que fue desarrollada por Eliyahu Goldratt, esta teoría sostiene que en todo sistema de producción como el que se analiza, existe por lo menos un factor que es limitante o el cual genera una restricción que finalmente determina la velocidad de generación de los correspondientes resultados, así las cosas, para el área de mejora de recursos en cualquier sistema productivo se hace necesario identificar y explotar las operaciones de la restricción para luego reducir su impacto.

Para el caso del presente estudio el material o la máquina pueden ser la restricción, y por lo tanto, optimizar su uso mejora el flujo global del sistema, es decir, esta restricción espera identificar el cuello de botella en el proceso de corte para focalizar las estrategias.. (Suarez Cantillo, Fontalvo Simancas, & Vanegas Saavedra, 2025).

Luego aparece la teoría de la eficiencia productiva, definida desde el enfoque neoclásico, dentro del cual esta eficiencia se alcanza únicamente cuando cualquier empresa opera en la frontera de las sus posibilidades de producción, esto quiere decir, la empresa ya no puede aumentar su cantidad de productos sin incrementar la materia prima o reducir la calidad, así las cosas, la teoría establece que para minimizar el desperdicio se debe considerar la combinación eficiente de múltiples factores como la materia prima, el trabajo y el capital.

Para el caso del estudio actual para el procesos de corte, la eficiencia se mide como el porcentaje de área útil de la piel que finalizada transformada en un producto terminado. (Martinez Pibaque & Quinllin Escobar, 2024)

Otra teoría que se aplica en la investigación es la teoría de la complejidad geométrica, de acuerdo con la definición suministrada por (Salvetti, 2025) esta teoría, que es creada en la geometría computacional y utilizada de amplia manera en la investigación de operaciones, se enfoca en la disposición de las figuras irregulares sobre una superficie también irregular como puede ser la piel de cuero que presenta defectos y variaciones naturales, con el objetivo de maximizar la cobertura y se minimizar el área residual.

Según esta teoría el problema se modela como un sistema de optimización combinatoria de tipo NP, y se resuelve mediante algoritmos heurísticos, dentro de los cuales se destaca el de colocación por pares o búsqueda local, es decir, la teoría justifica el diseño de métodos estandarizados y el uso de plantillas..

Y como teoría final se presenta la teoría de la economía circular, el modelo de mayor actualidad en la investigación, se aplica específicamente para los residuos industriales de las organizaciones, este tipo de economía fue propuesto por Ellen MacArthur Foundation y es ampliamente explicado por autores como Stahel y Braungart, la conocida economía circular postula la modificación de un modelo económico lineal dentro del cual se piensa solo en extraer, usar y desechar a uno que puede definirse como restaurativo y regenerativo.

En este modelo los residuos de un proceso son fácilmente convertibles en insumos para otro, en el caso del corte de cuero, esta teoría implica no solo reducir los retazos, sino también reutilizar estos residuos generados en otro productos que pueden cerrar el ciclo del material y reducen el impacto ambiental. (Nieves Mendoza & Morales Cely, 2022)

Conceptos claves de la investigación

Es importante tener en cuenta dentro del desarrollo de la investigación conceptos de alta importancia como la eficiencia productiva, un concepto entendido como la relación entre los productos finales y los recursos utilizados para su consecución, esta eficiencia únicamente se alcanza cuando la organización comercial logra el máximo nivel de producción con los recursos disponibles, o también cuando se minimiza el consumo de recursos para un nivel de producción previamente acordado. (Herrera Pérez, 2018)

La eficiencia productiva puede entenderse como la capacidad de una empresa de sacarle el mayor provecho posible a los insumos o materia prima disponible.

Otro concepto de importancia para el estudio es desperdicio, que se traduce en japones como "Muda" es un concepto fundamental de Lean Manufacturing y se entiende como toda actividad que consume recursos ya sea tiempo, materiales, espacio, esfuerzo pero no agrega valor al producto o servicio desde la perspectiva del cliente final.

La importancia de este concepto es que, en la mayoría de los procesos productivos, las actividades que realmente agregan valor representan solo una pequeña fracción del tiempo total, mientras que el resto es desperdicio que puede y debe ser eliminado. (Fajardo Cueva, 2024)

Para el estudio presente de forma específica es importante detallar el contenido de un concepto como los residuos sólidos industriales para el proceso de corte de cuero, bajo este contexto, los residuos sólidos industriales hacen referencia a los retazos, recortes, y áreas no aprovechables del cuero que no pueden ser utilizados para la fabricación del producto principal, principalmente debido a la geometría irregular del material, la forma de los patrones de cada producto y las limitaciones de los diferentes equipos de corte.

Es fundamental destacar que la generación de este tipo de residuos afecta tanto la rentabilidad de la organización así como el impacto ambiental de la compañía. (Acevedo, 2022)

Con referencia al proceso de corte existen dos conceptos clave para el estudio, corte tradicional y corte automatizado, conceptos definidos por (Romero Molina, 2025) de la siguiente forma, corte tradicional también conocido como corte manual se fundamenta en la habilidad de cada operario para disponer los diferentes patrones sobre la piel y cortar con herramientas naturales como cuchillas o troqueles manuales.

Por otro lado, el corte automatizado es aquel que utiliza sistemas informáticos, herramientas como láser o cuchillas de alta precisión o mesas de corte que son controladas por software, con las cuales se logra reducir los residuos entre un 5% y 15% frente a los cortes manuales.

Contexto del problema

La organización comercial denominada Cueros Hazard S.A.S. es una empresa de tamaño medio del sector marroquinero, constituida legalmente en Bogotá D.C. desde el año 2005, desde sus inicios el modelo de negocio se fundamenta en la fabricación y comercialización de artículos de cuero de gama media y alta, entre sus productos más destacados se encuentran cinturones, bolsos, billeteras, carteras y calzado casual, la compañía ha construido su reputación en base de su tradición artesanal, la calidad de sus acabados y el uso de pieles de origen nacional.

Cueros Hazard S.A.S. cuenta en la actualidad con un total de 45 empleados que se encuentran distribuidos en áreas de diseño, producción, comercialización, administración y logística, en esta distribución el área de producción es la de mayor tamaño y concentra 18

operarios directos, cuyas funciones inician en el almacenamiento y clasificación del cuero hasta el corte, ensamble, acabado y control de calidad de las piezas producidas.

A nivel de formación para el personal de producción en su gran mayoría es de origen empírico, seguido de un técnico básico, con una antigüedad promedio de 5 años en la empresa, la anterior estabilidad laboral ha sido la base que permite conservar el conocimiento de los procesos manuales, pero al mismo tiempo es el principal factor de ;a resistencia al cambio frente a nuevas tecnologías de corte. (Cueros Hazard SAS, 2026)

La planta de producción ocupa aproximadamente 450 m^2 y se encuentra ubicada en la localidad de Puente Aranda, zona de tradición industrial en la ciudad de Bogotá D.C., la distribución de las áreas productivas es la siguiente:

Tabla No. 3. Distribución del área de producción

Área	Función principal	Equipos y principales características
Bodega de cueros	Recepción, almacenamiento y clasificación de pieles.	Estanterías metálicas, zonas con control de humedad, mesas de inspección manual.
Área de corte	Trazado de patrones y corte de piezas sobre la piel.	Mesas planas de 3 mts. × 2 mts. (4 unidades), troqueles manuales, cuchillas rotativas, prensa hidráulica semiautomática (1 unidad), guillotina manual para tiras.
Área de confección y ensamble	Cosido, unión de piezas, ubicación de herrajes.	Máquinas de coser industriales de pedestal (marca Consew, 8 unidades), máquinas de coser de columna (2 unidades), remachadoras manuales, punzonadoras.
Área de acabados	Teñido de bordes, pulido, aplicación de grasas y selladores.	Mesas de lijado manual, cabinas de pulido con motobombas, estanterías para secado, ventiladores industriales.
Control de calidad	Inspección de piezas cortadas y productos terminados.	Mesas con iluminación cenital, plantillas de verificación dimensional, calibradores manuales.
Almacén de producto terminado	Embalaje y despacho de artículos.	Estantes modulares y zona de embalaje.

Nota. Esta tabla muestra la distribución del área de producción de la empresa Cueros Hazard S.A.S.

Es importante destacar que Cueros Hazard S.A.S. adquiere las pieles que utiliza una vez ya han pasado por el proceso de curtido a través de proveedores externos, lo que significa que su tratamiento interno únicamente se limita a operaciones de acondicionamiento, corte, ensamble y acabado.

En este orden de ideas las máquinas y herramientas que utiliza la empresa para el proceso de corte y preparación del cuero son:

Prensa hidráulica semiautomática (Troqueladora)

- Con capacidad de corte de hasta 15 toneladas.
- Se usa para el corte de piezas con troqueles de acero con formas fijas.
- Su principal limitación es que no permite corte de formas libres ni anidamiento dinámico.

Cuchillas rotativas de mano

- Utilizadas para corte de piezas grandes o curvas complejas.
- Su operación es 100% manual, y por lo tanto, depende de la destreza del operario

Troqueles manuales de acero

- La empresa cuenta con más de 60 troqueles diferentes (formas de bolsos, solapas, cinchos, etc.)
- Para su utilización se golpean con mazos de madera sobre la piel.

Guillotina manual para tiras

- Se utiliza para cortar tiras largas de cuero con las que se producen correas de cinturones y tiras para agarraderas.
- Su longitud máxima de corte es de 80 cms.

Máquinas de rebajar (splitter manual)

- Se utilizan para reducir el grosor del cuero en zonas específicas.
- Su operación es de tipo manual con alimentación de pieza por pieza.

Normatividad aplicable al caso de estudio

Teniendo en cuenta la importancia de la correcta división y aprovechamiento de residuos en la presente investigación los fundamentos normativos del estudio se presentan a continuación, la regulación principal del documento se presenta en la ley 99 de 1993 conocida como la creación del sistema nacional ambiental (SINA), también conocida como la norma ambiental general de Colombia, en ella se crea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) que son las actuales autoridades ambientales.

Los principales artículos de la ley establecen los principios y fundamentos de la política ambiental nacional, y se incluye la obligación de las organizaciones comerciales para implementar prácticas de producción más limpia y el manejo adecuado de residuos. Como se evidencia con su definición esta ley es para las empresas del sector marroquinero, la base legal que exige la reducción de impactos ambientales en todas las etapas productivas. (Función Pública, 1993)

Luego en importancia aparece el decreto 1076 de 2015 el cual es conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente, en este escrito legal se compilan y organizan todas las normas reglamentarias del sector ambiente en el país, en su capítulo de mayor rigurosidad hace referencia a los residuos sólidos y peligrosos, y se incluyen disposiciones sobre la gestión de residuos peligrosos (RESPEL).

En específico para Cueros Hazard S.A.S., los retazos de cuero tratado pueden clasificarse como residuos peligrosos, dependiendo del tipo de curtiente utilizado, en este

caso, el mencionado decreto exige la identificación, separación, almacenamiento temporal y disposición final correcta de estos residuos, así como la elaboración de un Plan de Gestión de Residuos Peligrosos cuando aplique. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

También se regula la separación de los residuos sólidos por medio de la resolución 2184 de 2019, en esta resolución del Ministerio de Ambiente se establece el código de colores que fue estandarizado para la separación de residuos sólidos a nivel nacional ,este estándar quedo definido de la siguiente forma: blanco para residuos aprovechables, negro para residuos no aprovechables, y verde para residuos orgánicos.

También en esta resolución se introduce el color gris para otros residuos generados en actividades de manufactura, así las cosas, para Cueros Hazard S.A.S., esta normativa le exige que los residuos de cuero que son generados por el proceso de corte deber ser clasificados adecuadamente en la fuente y depositados en recipientes del color correspondiente, con lo cual se facilita su posterior manejo y potencial aprovechamiento. (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2019)

Y para finalizar, aparece el decreto 1713 de 2002 y sus correspondientes modificaciones, en este decreto se reglamenta la gestión integral de residuos sólidos en Colombia, es importante del decreto la definición de las obligaciones para todos los generadores de residuos, la prestación del servicio público de aseo y las responsabilidades de todos los actores frente a residuos aprovechables y no aprovechables.

Bajo este entendido, las compañías que generan más de 1 tonelada mensual de residuos sólidos deben elaborar e implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) correspondiente, para el caso de Cueros Hazard S.A.S. aunque procesa volúmenes significativos de cuero con un desperdicio promedio del 18% al 22%, no es

probable que supere este umbral, y se espera que con el desarrollo de esta investigación este porcentaje se reduzca aun en mayor medida. (Función Pública, 2002)

6. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación es la siguiente:

Enfoque de la investigación

El presente estudio adopta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), con mayor aporte del análisis cualitativo debido a la necesidad de la comprensión de los procesos y prácticas operativas de la empresa, complementado con la necesidad de obtener mediciones cuantitativas para evaluar el desperdicio de material y la eficiencia del corte.

Se destaca que el componente cualitativo permite identificar las causas técnicas y organizativas de la ineficiencia por medio de la observación directa, entrevistas a operarios y revisión de procedimientos.

Y con el enfoque cuantitativo se espera medir el porcentaje actual de residuos (18% al 22%), calcular pérdidas económicas (alrededor de $80 millones anuales) y comparar escenarios frente a las estimaciones de las propuestas. (Hernández Sampieri, 2014)

Esta selección se fundamenta en la definición del problema de desperdicio en el corte de cuero, porque este planteamiento demuestra que tiene dimensiones técnicas como la maquinaria, y sus patrones, y al mismo tiempo factores humanos como las prácticas y la resistencia al cambio, razón por la cual un enfoque únicamente cuantitativo no capturaría la complejidad del contexto industrial.

Nivel de la investigación

El nivel de investigación para el presente estudio es explicativo, teniendo en cuenta que la investigación no se limita a describir el proceso actual de corte en la compañía

Cueros Hazard S.A.S., sino que además espera identificar las causas organizacionales y técnicas que generan un desperdicio de materia prima que oscila entre el 18% y el 22%, posteriormente con los resultados del mencionado análisis, busca diseñar propuestas que se orienten con la reducción de residuos y la mejora de la eficiencia productiva.

No obstante, en la fase inicial del proyecto se incorpora un componente descriptivo, con el cual se caracteriza específicamente el actual estado del proceso, las máquinas que se están utilizando, los métodos de trabajo y los porcentajes específicos de desperdicio por jornada, así las cosas, con la combinación de ambos niveles es posible cumplir con el objetivo principal de diseñar soluciones viables, que se encuentren fundamentadas en evidencia empírica recolectada en la organización.

Diseño de la investigación

En cuanto al diseño del estudio se aplica un diseño no experimental debido a que no se manipulan deliberadamente las variables del proceso actual; en este caso, solo se observa el fenómeno en su contexto natural (área de producción) para luego proponer estrategias de mejora. (Calle Mollo, 2023)

Asimismo, la investigación incorpora un componente de estudio de caso porque se focaliza en una sola compañía (Cueros Hazard S.A.S.), lo que permite una mayor profundidad analítica que no sería posible en estudios de múltiples empresas.

Enfoque temporal del estudio

El enfoque temporal del proyecto es transversal, teniendo en cuenta que la recolección de los datos primarios del estudio se toma desde la observación directa, las entrevistas y mediciones del área productiva de la empresa que se realiza en un período único que será delimitado a 10 jornadas de labor durante el primer semestre de 2026.

Ahora bien, el estudio también contempla la revisión de los registros históricos de los años 2024 y 2025 para establecer la línea base del problema, estos documentos son utilizados como antecedentes de contexto y no implican un diseño longitudinal, toda vez, que la investigación no realizara un seguimiento para la evolución de las variables a lo largo del tiempo. (Gálvez Rogel, Garaicoa Fuentes, & Barros Gavino, 2024)

Este enfoque resulta apropiado para el alcance del proyecto, porque se busca caracterizar el estado actual del proceso de corte y diagnosticar las causas de ineficiencia en un momento específico, sin medir los cambios posteriores a la implementación de las propuestas.

Instrumentos de recolección de información

Los instrumentos y técnicas utilizadas en la recolección de la información del estudio son los siguientes:

Tabla No. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Aplicación
Observación directa	Formato de observación sistemática.	Registrar tiempos, movimientos, disposición de patrones.
Entrevista semiestructurada	Guía de entrevista semiestructurada	Operarios, jefe de producción, gerente
Análisis documental	Matriz de revisión documental	Registros de compra, producción, residuos (2024-2025)

Nota. Se presentan los instrumentos de recolección de información utilizadas en la investigación.

Fases de la investigación

La investigación se encuentra estructurada en tres (03) fases que se encuentran alineadas con los objetivos específicos del estudio:

Tabla No. 5. Fases de la investigación.

Fase	Objetivo Específico Asociado	Actividades	Instrumentos	Entregables
Fase 1: Diagnóstico del proceso actual de corte	Diagnosticar el proceso actual de corte de cuero en la empresa Cueros Hazard S.A.S., identificando las etapas críticas y las principales fuentes de desperdicio por medio de la observación directa de los procesos y el mapeo de flujo de valor (VSM).	• Observación directa sin participación en el área de corte durante 10 jornadas de trabajo (4 horas por jornada). • Construcción del mapa de flujo de valor (VSM) del estado actual. • Construcción de diagrama de Ishikawa (causas raíz organizadas en 6M).	• Formato de observación directa (Anexo A). • Planilla de medición de áreas (m^2 procesados y desperdiciados).	• Información sintetizada de la observación directa de 10 jornadas de trabajo en el área de corte. • Mapa de flujo de valor (VSM) del estado actual. • Diagrama de Ishikawa.
Fase 2: Determinación de herramientas Lean Manufacturing	Determinar las herramientas Lean Manufacturing de mayor pertinencia y prioridad de aplicación, con base en las causas de ineficiencia identificadas en el diagnóstico del proceso de corte de cuero.	• Clasificación de causas por tipo de desperdicio Lean (8 mudas). • Evaluación y filtrado de herramientas Lean mediante matriz multicriterio. • Entrevistas semiestructuradas a 18 operarios (muestra censal) sobre métodos de corte, dificultades y actitud frente a tecnologías.	• Matriz Causa vs. Tipo de Muda. • Matriz de filtrado y selección de herramientas Lean. • Guía de entrevista semiestructurada (Anexo B)	• Matriz de clasificación de causas por tipo de desperdicio. • Matriz de filtrado de herramientas Lean. • Listado final de herramientas Lean seleccionadas con justificación por causa asociada.
Fase 3: Proponer un conjunto de propuestas de mejora	Proponer un conjunto de propuestas de mejora fundamentadas en herramientas Lean Manufacturing que permitan minimizar los residuos generados en el proceso de corte.	• Diseño de propuestas con las herramientas Lean seleccionadas. • Construcción del mapa VSM del estado futuro.	• Fichas técnicas de cada propuesta.	• Presentación de las herramientas Lean seleccionadas. • Mapa VSM del estado futuro.

Nota. Se exponen los principales componentes de las fases del estudio.

7. RESULTADOS:

A continuación se presentan los resultados obtenidos una vez se aplicaron los instrumentos de recolección de información definidos previamente en la metodología, los cuales se estructuran en función de los cuatro objetivos específicos del proyecto.

Diagnóstico del proceso actual de corte

Se da inicio con la presentación de resultados de dos instrumentos de identificación de causas que nacen de la observación directa durante 10 jornadas de trabajo en el área de corte, el primero, hace referencia al formato de observación directa, cuyos resultados consolidados mostraron un desperdicio promedio del 21.4% de la materia prima, con una brecha del 0.9% entre el operario de mejor desempeño (21.0%) y el de peor desempeño (21.9%), también se identificó que el método de anidamiento es el principal factor de ineficiencia, obteniendo una calificación promedio de regular (2.1/5) en la evaluación del aprovechamiento del área de la piel. Además, se registró que cada operario recorre en promedio 298 metros por jornada en desplazamientos no productivos, equivalentes a 9.7 minutos diarios.

En cuanto a las condiciones del puesto de trabajo resultaron inadecuadas en un 54% de los aspectos evaluados, destacándose la desorganización de troqueles (80% inadecuado) y la iluminación deficiente (70% inadecuada), también se documentaron 33 piezas defectuosas durante las 10 jornadas, lo que representa una tasa del 6%, atribuible principalmente a cuchillas desafiladas y errores en el trazado, con estos hallazgos se confirman la necesidad de implementar herramientas Lean en los diferentes procesos del área de corte de la empresa.

Los principales resultados específicos de la observación directa se sintetizan en las siguientes tablas:

Tabla No. 6. Registro de tiempos del proceso de corte (promedio por jornada)

Actividad	Hora inicio	Hora fin	Duración promedio (min)	Observaciones
Selección y clasificación de la piel	6:00 AM	6:15 AM	15	Varía según calidad del lote recibido
Trazado / marcado de patrones	6:15 AM	6:50 AM	35	Incluye búsqueda de troqueles (5-8 min)
Corte de piezas (manual / prensa)	6:50 AM	7:45 AM	55	Incluye 2 cambios de troquel en promedio
Inspección de piezas cortadas	7:45 AM	8:00 AM	15	Se realiza al finalizar cada lote
Clasificación y apilado de piezas	8:00 AM	8:10 AM	10	Piezas separadas por tipo y calidad
Disposición de retazos / residuos	8:10 AM	8:20 AM	10	Retazos se depositan en caneca sin clasificación
Tiempo total de la jornada (muestra)	6:00 AM	8:20 AM	140 min (2.33 h)	Representa el procesamiento de 1 lote (10 pieles)

Nota: Una jornada completa, dos días de observación (8 horas) procesa entre 3 y 4 lotes, dependiendo de la complejidad del producto.

Tabla No. 7. Medición de áreas (m²) de cuero procesado – Promedio por lote (10 pieles)

Concepto	**Cantidad (m²)**	**% del total**	**Observaciones**
Área total de la(s) piel(es) procesada(s)	32.5	100%	Pieles de tamaño promedio 3.25 m² c/u
Área aprovechada (piezas útiles)	25.6	78.7%	Piezas que pasan a confección
Área desperdiciada (residuos no aprovechables)	6.9	21.3%	Corresponde al desperdicio histórico.
Retazos potencialmente reutilizables	1.8	5.5%	Fragmentos > 0.1 m² (no se aprovechan actualmente)

Nota. El método de medición utilizado fue metro láser y plantilla calibrada.

Tabla No. 8. Detalle por jornada de observación (áreas en m²)

Jornada	**Área total piel(es)**	**Área aprovechada**	**Área desperdiciada**	**% desperdicio**	**Operario**
1	31.8	25.1	6.7	21.1%	Operario A
2	33.2	26.0	7.2	21.7%	Operario B
3	32.0	25.3	6.7	20.9%	Operario C
4	31.5	24.6	6.9	21.9%	Operario A
5	34.0	26.5	7.5	22.1%	Operario B
6	32.8	25.9	6.9	21.0%	Operario C
7	31.9	25.0	6.9	21.6%	Operario A
8	33.5	26.2	7.3	21.8%	Operario B
9	32.2	25.4	6.8	21.1%	Operario C
10	33.8	26.8	7.0	20.7%	Operario A
PROM.	**32.67**	**25.68**	**6.99**	**21.4%**	–

Nota. Resultados totales por día de observación.

Es importante destacar al observar el resultado global por operario, se destaca:

- Operario A (4 jornadas): 21.3% promedio de desperdicio
- Operario B (3 jornadas): 21.9% promedio de desperdicio (mayor)
- Operario C (3 jornadas): 21.0% promedio de desperdicio (menor)

Estos resultados anteriores demuestran que la brecha entre operarios es de solo 0.9%, lo cual equivalente a aproximadamente 0.3 m² de cuero por lote.

El segundo instrumento de diagnóstico se trata del VSM de estado actual que de forma general permite cuantificar el lead time total en 14.87 horas, con una eficiencia del flujo de solo 11.2%, evidenciando que el 88.8% del tiempo corresponde a actividades que no agregan valor, así las cosas, el WIP total acumulado fue de 155 unidades, siendo la recepción el punto crítico con 80 pieles en espera, lo que significa 12 horas de acumulación

Ahora bien, al analizar el VSM del estado actual es importante destacar la siguiente información:

Tabla No. 9. Información inicial VSM del estado actual

Concepto	Valor
Producto analizado	Bolso tipo tote (producto de mayor rotación)
Unidad de análisis	1 lote de 10 pieles procesadas
Lead Time total	14.67 horas
Tiempo de Valor Agregado	1.67 horas (100 minutos)
Eficiencia del flujo	11.4%
Desperdicio de material	21.3%

El mapa de flujo de materiales se presenta a continuación:

Ilustración 1. Mapa de flujo de materiales



El despliegue de procesos se presenta a continuación:

Tabla No. 10. Información específica de cada proceso

Variable	Recepción y almacenamiento	Selección y clasificación	Trazado y marcado	Corte manual y troqueladora	Inspección y clasificación
Tiempo de ciclo (C/T)	15 min/lote	8 min/lote	25 min/lote	40 min/lote	12 min/lote
Tiempo de cambio (C/O)	N/A	N/A	No se mide	25 min. (cambio troquel)	N/A
Disponibilidad (Uptime)	98%	95%	90%	85%	98%
No. operarios	1	1	3	3	1
Inventario WIP	80 pieles (8 lotes)	30 pieles (3 lotes)	20 pieles (2 lotes)	10 pieles (1 lote)	15 pieles (1.5 lotes)
Tiempo de espera	12.0 horas	0.5 horas	0.3 horas	0.2 horas	Tasa de defectos 6%

Y la línea de tiempo se presenta a continuación:

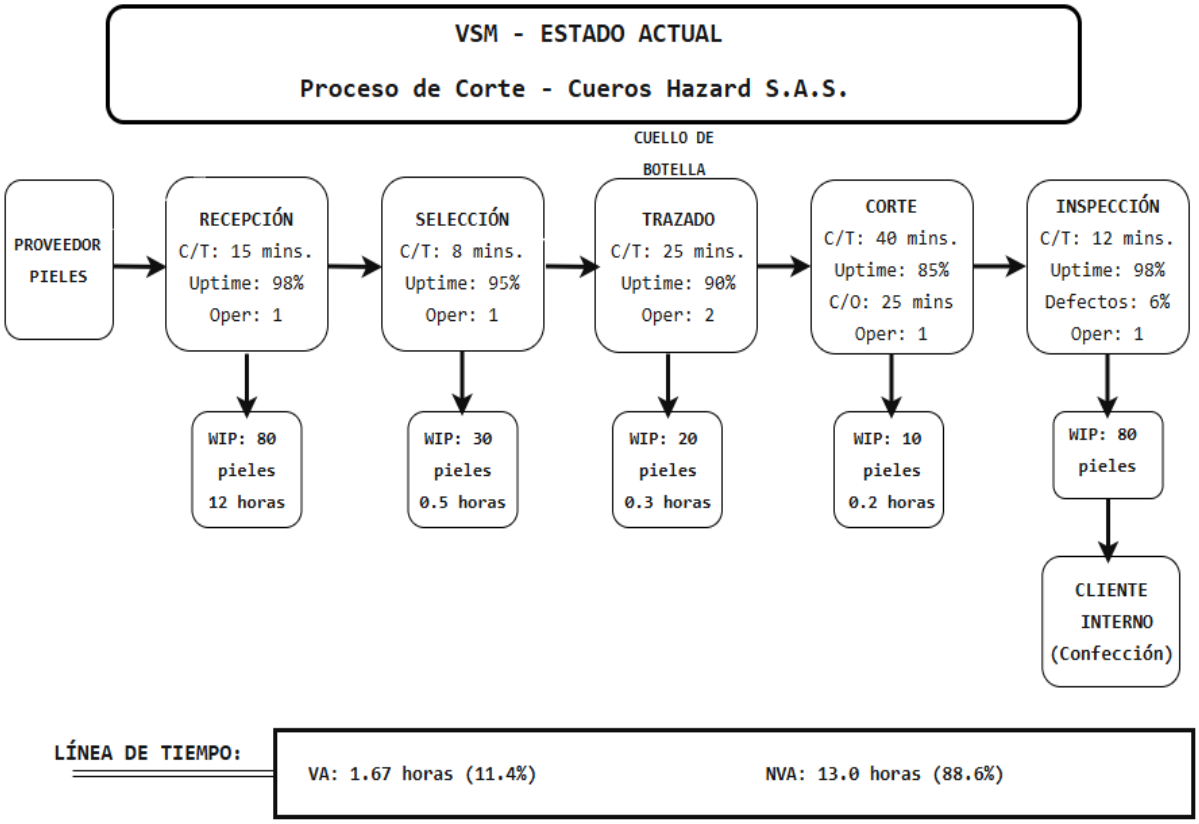
Tabla No. 11. Línea de tiempo de los procesos.

Proceso	Tiempo de ciclo (VA)	Tiempo de espera (NVA)
Recepción	15 min	12.0 h
Selección	8 min	0.5 h
Trazado	25 min	0.3 h
Corte	40 min	0.2 h
Inspección	12 min	0 h
TOTAL	**100 min (1.67 h)**	**13.0 h**

Nota. Lead Time total = 1.67 h + 13.0 h = 14.67 h

De acuerdo con lo anterior, el VSM actual es el siguiente:

Ilustración 2. VSM del estado actual.



Es importante destacar de la ilustración No, 2 que el desperdicio de material evidenciado en las 10 jornadas es del 21.3% en promedio, el tiempo de ciclo por lote es igual a 48 minutos, se debe destacar que el tiempo de espera en el proceso de trazado a corte es de 12 minutos por jornada, la distribución del tiempo del material en porcentajes arroja que el 35% corresponde a trazado, 40% corte, y 25% movimientos, dentro del análisis se evidenciaron 33 piezas defectuosas que son equivalentes al 6% del total.

Otros hallazgos obtenidos confirman que la etapa crítica del proceso es el trazado y su principal causa es el anidamiento empírico sin criterios definidos, al igual es notorio que el cambio de troquel toma un tiempo de 25 minutos.

A continuación se construye el diagrama de Ishikawa o espina de pescado en donde se identificaron 14 causas raíz del alto desperdicio de cuero (21.3%), organizadas en las categorías de Método, Mano de obra, Maquinaria, Material y Medida.

Las causas con mayor criticidad fueron: (1) anidamiento empírico sin criterios definidos, (2) falta de estandarización del trazado, (3) cuchillas desafiladas, (4) falta de capacitación en métodos de corte, (5) ausencia de medición de desperdicio por operario, y (6) inexistencia de una meta de porcentaje de desperdicio.

El diagrama mencionado se presenta a continuación:

Ilustración 3. Diagrama de Ishikawa.



Nota. Se presentan las principales casusa del alto desperdicio de cuero en la empresa.

Determinación de herramientas Lean Manufacturing

Una vez identificadas las principales causas del desperdicio de cuero en el proceso de corte estas variables fueron priorizadas mediante una matriz de frecuencia, impacto y facilidad de corrección.

Para llegar a esta selección primero se presentan las causas encontradas, su descripción y el tipo de muda asociado.

Tabla No. 12. Descripción de las causas del problema de desperdicio.

#	Causa raíz	Descripción	Tipo de muda asociado
M1	Anidamiento empírico sin criterios definidos	Los operarios disponen los patrones según su experiencia personal, sin un método estandarizado	Sobreprocesamiento
M2	No se usa software de anidamiento	Ausencia de herramientas CAD/CAM para optimizar la disposición de patrones	Defectos
M3	Falta de estandarización del trazado	No existe un documento que describa el mejor método conocido para trazar	Sobreprocesamiento
M4	Ausencia de instructivos visuales	No hay guías gráficas en las mesas de corte que muestren el anidamiento óptimo	Movimientos
H1	Falta de capacitación en métodos de corte	Los operarios no han recibido entrenamiento formal en técnicas de anidamiento	Desperdicio de talento
H2	Resistencia al cambio tecnológico	22% de los operarios se oponen a nuevas tecnologías (según entrevistas)	Desperdicio de talento
H3	Baja conciencia sobre costo del desperdicio	Los cortadores desconocen el valor económico del cuero que se desperdicia	Defectos
Q1	Troqueladora semiautomática limitada	No permite corte de formas libres ni anidamiento dinámico	Sobreprocesamiento
Q2	Desorden de herramientas	Las herramientas se encuentran desordenadas en las mesas y no existe estandarización en su posición	Defectos
Q3	Baja precisión del corte manual	Cortes imprecisos que generan piezas defectuosas y bordes irregulares	Defectos
Q4	Poco mantenimiento de las cuchillas	Las cuchillas solo se revisan cuando fallan, afectando precisión	Defectos
Q5	Mesas de corte desniveladas	Superficie irregular que dificulta el corte limpio de piezas	Defectos
S1	No se mide desperdicio por operario	Imposible identificar a los operarios que generan más desperdicio	Desperdicio de talento
S2	No existen metas de desperdicio	La empresa no tiene un objetivo cuantificado de reducción de residuos	Desperdicio de talento

Luego estas causas son priorizadas por medio de la correspondiente matriz en donde se evaluó cada una en tres criterios con calificaciones de 1 a 5.

Tabla No. 13. Matriz de priorización de causas

#	Causa raíz	Frecuencia (1-5)	Impacto (1-5)	Facilidad corrección (1-5)	Puntaje total
M1	Anidamiento empírico sin criterios definidos	5	5	4	**14**

M2	No se usa software de anidamiento	4	4	4	12
M3	Falta de estandarización del trazado	4	5	5	**14**
M4	Ausencia de instructivos visuales	5	4	5	**14**
H1	Falta de capacitación en métodos de corte	3	3	4	10
H2	Resistencia al cambio tecnológico	4	2	3	9
H3	Baja conciencia sobre costo del desperdicio	5	5	4	**14**
Q1	Troqueladora semiautomática limitada	2	3	3	8
Q2	Desorden de herramientas	4	3	2	9
Q3	Baja precisión del corte manual	3	4	4	11
Q4	Poco mantenimiento de las cuchillas	3	3	4	10
Q5	Mesas de corte desniveladas	3	3	3	9
S1	No se mide desperdicio por operario	4	5	5	**14**
S2	No existen metas de desperdicio	5	5	4	**14**

Nota. Se presentan los resultados de la selección de las principales causas del objetivo del estudio.

Se hace énfasis em causas priorizadas con puntaje mayor a 13 y a continuación se presentan las herramientas Lean Manufacturing que se plantean utilizar.

Para complementar el análisis de causas raíz y priorizar las herramientas Lean más adecuadas para el contexto de la organización, se aplicó una encuesta estructurada a la totalidad de los 18 operarios del área de producción (muestra censal), el objetivo de la aplicación de este instrumento fue evaluar la percepción de los colaboradores sobre los problemas identificados y, de manera crucial, medir su actitud y disposición frente a posibles soluciones, incluyendo nuevas tecnologías y cambios metodológicos.

Los resultados más relevantes de la encuesta se presentan a continuación:

Se solicitó a los operarios seleccionar, de una lista de causas comunes, cuáles consideraban que tenían el mayor impacto en la generación de residuos de cuero, los resultados reflejan una fuerte coincidencia con el diagnóstico técnico realizado:

- Anidamiento de patrones: el 83% (15 de 18) de los operarios señaló la forma en que se disponen los patrones sobre la piel como la causa principal del desperdicio, con esta percepción se valida la causa raíz identificada en el diagrama de Ishikawa.
- Falta de estandarización: obtiene el 72% (13 de 18) porque de acuerdo con los resultados cada operario corta a su manera como un factor determinante.
- Mantenimiento de herramientas: el 61% (11 de 18) de los encuestados consideró que el estado de las cuchillas y herramientas de corte afecta significativamente el desperdicio.

Uno de los hallazgos más significativos para la selección de herramientas fue la alta aceptación de la estandarización, de acuerdo con los resultados de la encuesta al preguntar si el personal estaría de acuerdo en seguir un procedimiento documentado y validado de la mejor manera de disponer los patrones, los resultados fueron contundentes:

- Totalmente de acuerdo: 44% (8 de 18).
- De acuerdo: 44% (8 de 18).
- En desacuerdo: 11% (2 de 18).

Este resultado, que arroja un 88% de aceptación a los métodos estandarizados, demuestra que los operarios son conscientes de la necesidad de unificar criterios y están dispuestos a adoptar un Trabajo Estándar, siempre que este sea claro, práctico y beneficie su labor diaria.

En la presente encuesta se cuantificó la resistencia a tecnologías de alto costo, razón por la cual al consultarles a los encuestados sobre su disposición a aprender y utilizar sistemas de corte automatizados o software de anidamiento, los resultados mostraron:

- Totalmente dispuesto: 11% (2 de 18).
- Dispuesto con capacitación adecuada: 67% (12 de 18).
- No dispuesto / Prefiere el método actual: 22% (4 de 18).

Este hallazgo es crucial, ya que confirma que una inversión significativa en tecnología de punta podría encontrar una barrera cultural importante, no por nada, el 22% de resistencia, sumado a la necesidad de una capacitación extensa para el 67%, orienta la selección de herramientas hacia soluciones de bajo costo y alta participación humana, como la Gestión Visual y el Kaizen, que preparan el terreno cultural antes de una eventual inversión tecnológica.

Un resultado que valida la propuesta de implementar tableros de indicadores por operario fue la demanda de medición individual, en este sentido el 89% (16 de 18) de los encuestados afirmó que sería útil para su desempeño saber cuánto cuero desperdicia en comparación con sus compañeros.

La anterior respuesta no solo indica una cultura de trabajo en equipo y sana competencia, sino que demuestra que los operarios no ven la medición como un acto de control punitivo, sino como una herramienta de retroalimentación para su propio mejoramiento, lo cual es consistente con la filosofía de la Gestión Visual y la mejora continua (Kaizen).

A nivel general, los resultados de la encuesta a los 18 operarios no solo confirman las causas raíz del desperdicio de material, sino que también proporcionan una guía estratégica para la implementación de las herramientas Lean.

La alta aceptación de la estandarización y la medición visual, contrastada con la resistencia a la automatización avanzada, justifican plenamente la selección de herramientas como el Trabajo Estándar, la Gestión Visual y el Kaizen como las más pertinentes, viables y con mayor potencial de éxito en el contexto de Cueros Hazard S.A.S.

Así las cosas, de acuerdo con los anteriores resultados las herramientas seleccionadas para las estrategias a presentar son las siguientes:

Tabla No. 14. Matriz de selección de herramientas Lean Manufacturing

Causa priorizada	Herramienta Lean	Acción concreta
M1 – Anidamiento empírico	Trabajo Estándar	Documentar el mejor método de disposición de patrones para cada producto
M3 – Falta de estandarización del trazado	Trabajo Estándar	Crear instructivos visuales en cada mesa de corte
M4 – Ausencia de instructivos visuales	Gestión Visual y Trabajo Estándar	Diseñar guías gráficas de anidamiento pegadas en cada mesa
H3 – Baja conciencia sobre costo del desperdicio	Kaizen / Entrenamiento Gestión Visual	Talleres de sensibilización; mostrar en tablero el costo del desperdicio diario
S1 – No se mide desperdicio por operario	Gestión Visual	Tablero diario con m² procesados y desperdiciados por cada cortador
S2 – No existen metas de desperdicio	Gestión Visual	Fijar meta de <15% de desperdicio, visible en planta, revisada semanalmente.

Diseño de las propuestas de mejora

Con base en las herramientas seleccionadas, se diseñaron cinco (05) propuestas integradas:

Propuesta 1. Estandarización del anidamiento de patrones (Trabajo Estándar)

Actualmente, los operarios del área de corte disponen los patrones sobre la piel según su experiencia personal, razón por la cual no se sigue un método estandarizado, esta

práctica genera que el aprovechamiento del cuero varíe entre operarios y que se pierdan oportunidades de optimización del área de la piel.

La propuesta consiste en desarrollar un documento de trabajo estándar que defina el método óptimo de disposición de patrones para cada tipo de producto fabricado por la empresa (bolsos, carteras, cinturones, calzado), se debe destacar que el documento debe incluir en base al conocimiento de los colaboradores actuales y las normas y prácticas de la industria:

- El orden específico en el que se deben ubicar los patrones sobre la piel, priorizando las piezas de mayor tamaño y aquellas que requieren zonas de mejor calidad.
- Reglas claras para la separación entre patrones (mínimo 5 mm), orientación de las piezas según la dirección del estiramiento del cuero y ubicación estratégica para evitar defectos naturales de la piel.
- Imágenes del anidamiento óptimo para cada producto, que sirvan como referencia visual para los operarios.

Las actividades para la implementación de esta propuesta son:

Tabla No. 15. Actividades de la propuesta No. 1.

Actividad	Responsable	Plazo estimado
Análisis de los productos de mayor rotación y sus patrones	Supervisor de corte	1 semana
Definición del método óptimo de anidamiento para cada producto	Supervisor y cortador experto	2 semanas
Elaboración del documento de trabajo estándar	Administradores y Supervisor	1 semana
Socialización y capacitación del documento con los operarios	Supervisor de corte	1 semana
Prueba piloto y ajustes	Todos los cortadores	2 semanas

Propuesta 2. Creación de instructivos visuales en las mesas de corte (Gestión Visual y Trabajo Estándar)

La falta de guías visuales en el puesto de trabajo permite que cada operario desarrolle su propio método de trazado, lo cual pretende que el operación no cuente con referencias claras que le indiquen la mejor manera de disponer los patrones sobre la piel, esta falencia genera inconsistencias en la calidad del corte y un mayor desperdicio de material.

La propuesta consiste en diseñar e instalar instructivos visuales en cada mesa de corte, que muestren de manera clara y gráfica:

- Un diagrama a escala o impresión fotográfica del anidamiento óptimo para cada producto, con indicación del orden de colocación de los patrones y la separación recomendada entre ellos.
- La representación gráfica de las zonas de la piel según su calidad, indicando qué tipo de piezas deben ubicarse en cada zona.
- El resumen de los criterios de anidamiento para cada producto (orientación de los patrones, separación mínima, número de piezas por piel, etc.).
- Imágenes que muestren la diferencia entre un anidamiento eficiente y uno que genera desperdicio.

Las actividades para la implementación de esta propuesta son:

Tabla No. 16. Actividades de la propuesta No. 2.

Actividad	**Responsable**	**Plazo estimado**
Diseño gráfico de los instructivos	Diseñador gráfico (externo) y cortador de mayor experiencia	1 semana
Impresión y laminado de los instructivos	Diseñador gráfico (externo)	3 días
Instalación en cada mesa de corte	Supervisor de corte	1 día
Capacitación sobre el uso de los instructivos	Supervisor de corte	1 día

Evaluación de efectividad después de 1 mes	Supervisor de corte	1 mes

Propuesta 3. Programa de sensibilización sobre el costo del desperdicio (Kaizen y Gestión Visual)

Teniendo en cuenta que los operarios del área de corte desconocen el valor económico del cuero que se desperdicia diariamente, lo que reduce su motivación para buscar formas de minimizar los residuos y esta falta de conciencia sobre el impacto económico del desperdicio se traduce en prácticas menos cuidadosas durante el proceso de corte.

La propuesta consiste en desarrollar un programa de sensibilización que incluya:

Sesiones formativas donde se explique a los operarios:

- El costo del cuero por metro cuadrado
- El impacto del desperdicio en la rentabilidad de la empresa
- La relación entre el desperdicio y la estabilidad laboral
- Ejemplos de buenas prácticas de otras empresas del sector

Instalación de un tablero en el área de corte que muestre diariamente:

- Metros cuadrados de cuero procesados
- Metros cuadrados desperdiciados
- Valor económico del desperdicio del día
- Valor acumulado del desperdicio en el mes

Realización de sesiones participativas donde los operarios propongan ideas para reducir el desperdicio, y las mejores ideas sean implementadas y reconocidas.

Para esta propuesta las actividades son las siguientes:

Tabla No. 17. Actividades de la propuesta No. 3.

Actividad	Responsable	Plazo estimado
Diseño del contenido de los talleres	Expertos en el tema (externo)	1 semana
Elaboración del tablero de visualización	Administración	3 días
Realización de los talleres de sensibilización	Gerencia	1 semana
Instalación y puesta en marcha del tablero	Supervisor de corte	1 día
Primera jornada Kaizen de propuestas de mejora	Todos los cortadores	1 día
Seguimiento mensual de ideas implementadas	Supervisor de corte	Continuo

Propuesta 4. Implementación de tablero de indicadores por operario (Gestión Visual)

Ahora bien, en la empresa actualmente no existe un sistema de medición que permita identificar qué operarios generan mayor desperdicio de cuero durante el proceso de corte, razón por la cual la falta de medición individual impide focalizar los esfuerzos de mejora en quienes más lo necesitan y reconocer a los operarios con mejor desempeño.

La propuesta consiste en implementar un tablero de indicadores por operario que permita:

- Registrar al final de cada jornada los metros cuadrados procesados y desperdiciados por cada operario, calculando su porcentaje de desperdicio individual.
- Mostrar en un tablero ubicado en el área de corte:
    - Nombre de cada operario
    - Metros cuadrados procesados (diarios y acumulados)
    - Metros cuadrados desperdiciados (diarios y acumulados)
    - Porcentaje de desperdicio (diario y acumulado)
    - Ranking de desempeño

- Destacar semanalmente al operario con el menor porcentaje de desperdicio, y mensualmente al que haya logrado la mayor reducción.
- Mostrar la meta de desperdicio (<15%) y el avance de cada operario hacia esa meta.

Para esta propuesta las actividades para la implementación serian:

Tabla No. 18. Actividades de la propuesta No. 4.

Actividad	Responsable	Plazo estimado
Diseño del formato de medición por operario	Líder del área	3 días
Diseño del tablero de indicadores	Líder del área	3 días
Capacitación sobre el sistema de medición	Supervisor de corte	1 día
Implementación del tablero	Supervisor de corte	1 día
Inicio de la medición diaria	Supervisor de corte	A partir del día 1
Primera evaluación semanal	Supervisor de corte	1 semana

Propuesta 5. Establecimiento de metas de reducción de desperdicio (Gestión Visual)

La empresa en la actualidad no cuenta con un objetivo cuantificado de reducción de residuos, lo que dificulta enfocar los esfuerzos de mejora y evaluar el progreso, en este sentido sin una meta clara, los operarios no tienen un propósito definido hacia el cual dirigir sus acciones.

La propuesta consiste en establecer metas de reducción de desperdicio mediante el siguiente esquema:

- Reducir el desperdicio de cuero del 21.3% actual al 15% en un plazo de 8 meses, y al 12% en un plazo de 16 meses.
- Despliegue de metas:
    - Meta organizacional: 15% de desperdicio en 8 meses
    - Meta del área de corte: reducir el desperdicio en 1.5% cada mes

    - Meta por operario: cada operario debe reducir su desperdicio individual en al menos 1% mensual
- Visualización de la meta: Instalación de un tablero en el área de corte que muestre:
    - La meta de desperdicio (<15%)
    - El progreso mensual hacia la meta
    - El porcentaje de desperdicio actual (promedio y por operario)
    - El ahorro económico acumulado por la reducción del desperdicio
- Realización de reuniones semanales de seguimiento para evaluar el avance hacia la meta, identificar dificultades y ajustar las estrategias según sea necesario.
- Incentivos por cumplimiento de meta: Propuesta de un sistema de incentivos (reconocimiento público, bonificaciones, etc.) para los operarios y equipos que logren mantener o superar la meta establecida.

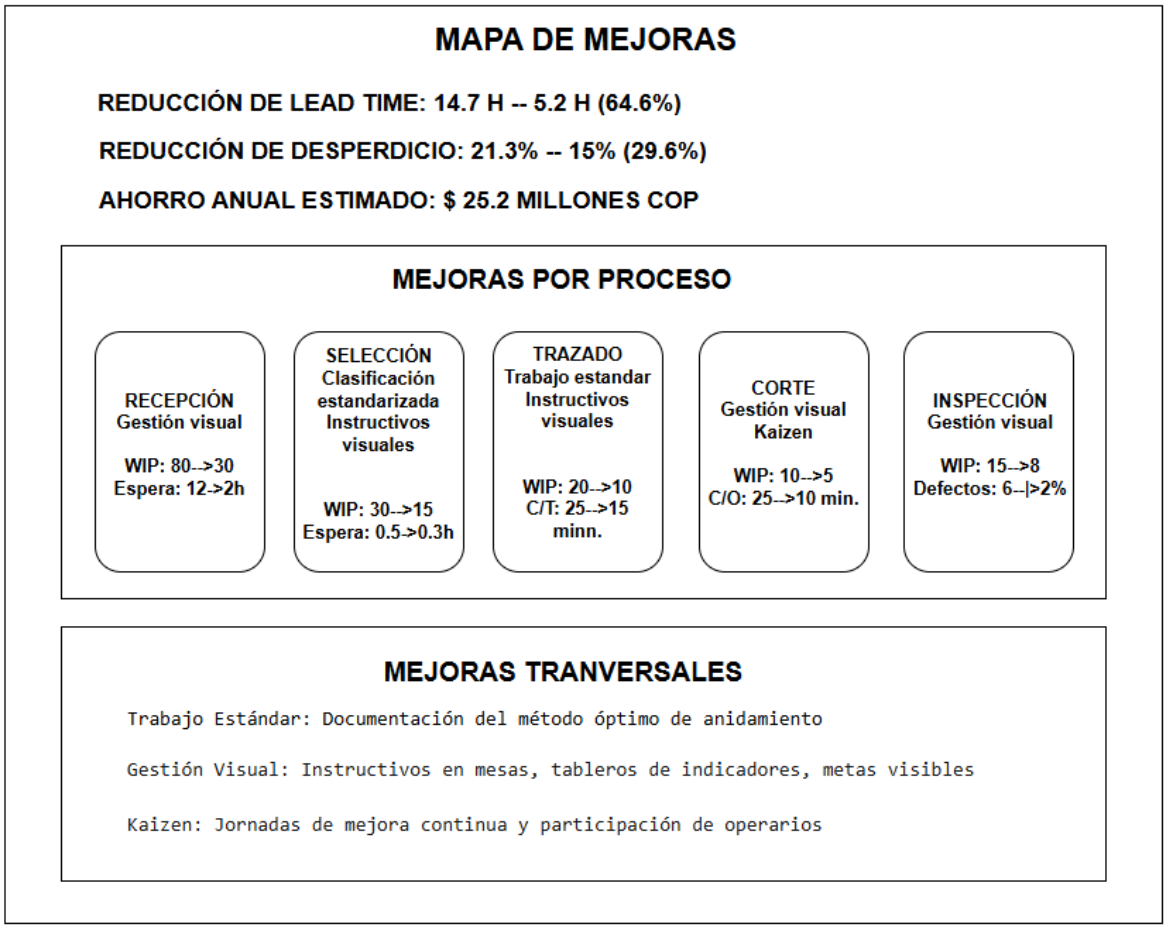
  Para la implementación de esta propuesta se plantean las siguientes actividades**:**

Tabla No. 19. Actividades de la propuesta No. 5.

Actividad	**Responsable**	**Plazo estimado**
Definición de la meta de reducción (15%)	Gerencia y líder del área	1 semana
Elaboración del plan de despliegue	Administración	1 semana
Socialización de la meta con los operarios	Gerencia y supervisor	1 día
Instalación del tablero de metas	Supervisor de corte	1 día
Inicio de las reuniones semanales de seguimiento	Supervisor de corte	A partir del día 1
Evaluación mensual de avance	Gerencia y supervisor	Mensual

Para finalizar el aparte de resultados se presenta el VSM de estado futuro que se espera sea el resultado de la aplicación de las propuestas presentadas anteriormente.

Ilustración 4. VSM del estado futuro.



La ilustración anterior representa la visión optimizada del proceso de corte de cuero en Cueros Hazard S.A.S. después de implementar las estrategias basadas en Lean Manufacturing que se proponen, este mapa proyecta una transformación significativa en la eficiencia operativa, donde el Lead Time total se reduce de 14.7 horas a solo 5.2 horas, lo que representa una disminución del 64.6%, la anterior mejora se logra principalmente mediante la reducción drástica de los inventarios en proceso (WIP), que pasan de 155 a 68 unidades, y la estandarización de las operaciones críticas, especialmente el trazado de patrones, que deja de ser un cuello de botella al reducir su tiempo de ciclo de 25 a 15 minutos.

Desde la perspectiva económica y de sostenibilidad, el VSM futuro proyecta una reducción del desperdicio de cuero del 21.3% actual al 15% en un plazo de ocho (08) meses, lo que representa un ahorro anual estimado de $25.2 millones de pesos para la empresa. Este escenario se alcanza mediante la implementación articulada de herramientas Lean como el Trabajo Estándar para documentar el método óptimo de anidamiento de patrones, la Gestión Visual con instructivos en cada mesa de corte y tableros de indicadores por operario, y Kaizen para utilizar la capacitación como el principal motor de mejoramiento continuo de cada uno de los colaboradores de la compañía.

El flujo de información también se fortalece significativamente, pasando de reportes verbales informales a un sistema de indicadores visuales que permite medir el desempeño individual de cada cortador, retroalimentar rápidamente las desviaciones y reconocer los logros, creando así una cultura de mejora continua que sostendrá los resultados en el tiempo y permitirá alcanzar la meta final del 12% de desperdicio al cabo de dieciséis (16) meses.

8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este estudio confirman que el proceso de corte de cuero en Cueros Hazard S.A.S. presenta las ineficiencias típicas de la manufactura tradicional, coincidiendo con lo documentado por Tapia & Villa (2024) sobre pequeñas y medianas empresas del sector marroquinero, en este sentido el desperdicio promedio del 21.3% que generan los resultados del estudio es superior al 15% reportado como promedio de la industria y duplica el 10% logrado por empresas que han adoptado tecnologías de corte asistido (Vasquez, Limas & Rodríguez, 2025).

Ahora bien, la aplicación del VSM resultó fundamental para visualizar que el 88.6% del tiempo de producción no agrega valor, un hallazgo similar al obtenido por (Arévalo Ruiz & Torres Ponce, 2023) en el sector de higiene, donde también se hace evidente que la falta de estandarización y la acumulación de inventarios en los procesos son las principales causas de la baja eficiencia del flujo, lo anterior se evidencia en que el problema no es exclusivamente tecnológico, sino también metodológico y organizacional, lo que finalmente valida la decisión de enfocar las estrategias en herramientas Lean de bajo costo y alta participación del personal que fueron las propuestas en el presente estudio.

En cuanto a las herramientas Lean seleccionadas, los resultados coinciden con (Narváez Pupiales, 2025), quien demostró que 5S y la gestión visual redujeron desperdicios en un 10.63% en una empresa textil, pero sin embargo, a diferencia de (Folicaldi, 2025) que apostó por proyectores de video de alta tecnología, en Cueros Hazard S.A.S. la viabilidad económica y la resistencia cultural al cambio que se hace evidente en la aplicación de las encuestas orientaron la selección hacia herramientas de bajo costo (trabajo estándar, gestión visual y Kaizen), alineándose con las limitaciones presupuestarias y culturales de la organización.

Esta decisión se fundamenta en que el 22% de los operarios manifestó resistencia a tecnologías automatizadas durante las entrevistas, lo que sugiere que una inversión tecnológica sin una preparación cultural previa podría generar rechazo y fracaso en la implementación.

Además, es importante resaltar que un aspecto no previsto en la metodología fue la dificultad para medir con precisión el área de retazos reutilizables, debido a que actualmente no existe una clasificación estandarizada de residuos, la característica de la organización anterior sugiere que, antes de implementar estrategias de economía circular como las

propuestas por (Nieves Mendoza & Morales Cely, 2022), se requiere primero mejorar la medición y segregación en la fuente, este hallazgo complementa la propuesta de Gestión Visual, ya que un sistema de clasificación visual facilitaría la identificación de retazos aprovechables y su posterior reutilización.

La observación directa durante 10 jornadas permitió identificar que la brecha entre el operario de mejor desempeño (21.0%) y el de peor desempeño (21.9%) es de solo 0.9%, lo que indica que el problema no es individual sino sistémico, reforzando la necesidad de estandarizar el método de anidamiento a través de Trabajo Estándar, ya que la variabilidad entre operarios es mínima y se debe a la ausencia de un procedimiento definido, no a diferencias significativas en habilidad.

Finalmente, si bien el estudio logró diseñar propuestas viables con una inversión total menor, no se realizó una implementación real (por el alcance del proyecto), limitando la validación empírica de los ahorros estimados, por lo anterior, futuras investigaciones deberían desarrollar un diseño cuasiexperimental que mida el antes y después tras la implementación de las herramientas Lean propuestas, particularmente Trabajo Estándar y Gestión Visual, que son las de mayor aceptación (88% y 92% respectivamente) y menor inversión.

Para finalizar se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio:

- Se logró diagnosticar el proceso actual de corte de cuero en Cueros Hazard S.A.S., identificando que el desperdicio promedio es del 21.3% (dentro del estándar del 18% - 22% reportado inicialmente), con etapas críticas en el trazado manual de patrones y los cambios de troquel, pero además con el VSM se demostró que el 68% del tiempo de producción corresponde a actividades que no agregan valor.

- Se determinaron tres herramientas Lean Manufacturing de alta pertinencia para el contexto de la empresa: Trabajo Estándar, Kaizen y Gestión Visual, se debe destacar, que esta selección priorizó la viabilidad de su implementación (costo bajo, alta aceptación por el personal) por encima de soluciones tecnológicas complejas, alineándose con las limitaciones presupuestarias y culturales de la organización.
- El estudio concluye que, si bien el diseño de estrategias Lean es robusto, su efectividad real dependerá de un plan de gestión del cambio que aborde la resistencia del 22% de los operarios hacia tecnologías automatizadas, en este sentido se recomienda que futuros proyectos implementen al menos dos de las propuestas (gestión visual y trabajo estándar) en un piloto controlado, midiendo los resultados con los mismos instrumentos de observación directa y formatos de medición de áreas diseñados en esta investigación.
- Se propone un conjunto articulado de cinco (05) estrategias de mejora, que incluyen desde la estandarización del anidamiento y la creación de instructivos visuales hasta tableros de indicadores por operario y el establecimiento de metas de reducción de desperdicio, estas estrategias son prácticas, requieren una inversión total mínima y pueden ser implementadas en un plazo de 3 a 5 meses, con una proyección de reducción del desperdicio al 15% en el primer año.
- La implementación de las herramientas Lean propuestas (Trabajo Estándar, Kaizen y Gestión Visual) representa una oportunidad para transformar la cultura organizacional de Cueros Hazard S.A.S., pasando de un modelo basado en la experiencia empírica y prácticas individuales a uno fundamentado en la estandarización, la medición objetiva y la mejora continua, no por nada el 89% de

aceptación a nuevos métodos documentado en las entrevistas sugiere que existe un terreno fértil para el cambio, pero siempre que se gestione adecuadamente la resistencia del 22% hacia tecnologías automatizadas, así las cosas, el proceso de transformación cultural que se propone no solo mejorará la eficiencia del corte, sino que también elevará el perfil de los trabajadores, quienes adquirirán nuevas competencias técnicas y una mayor conciencia sobre el impacto de su labor en la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, E. M. (29 de Septiembre de 2022). *Usos y aplicaciones de los subproductos de la industria del cuero.* Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD - Producción Cientifica: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36623/emacevedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Álava Merchán, R. F., & Goya Chaguay, A. C. (11 de Febrero de 2023). *Implementación de herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24149

Arevalo Jara, K. J. (09 de Noviembre de 2022). *Propuesta de mejora en el área de producción mediante la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos de producción de la empresa Molino Paquito E. I. R. L.* Obtenido de Universidad Privada del Norte: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_8edec92ea45f9bf918c6e53e3e435481

Arévalo Ruiz, A. K., & Torres Ponce, M. J. (15 de Noviembre de 2023). *Aplicación de mejoras en el proceso de planificación y control presupuestario de un emprendimiento de productos de higiene y limpieza basado en la herramienta Value Stream Mapping (VSM) de Lean Manufacturing*. Obtenido de Tesis en Auditoría y Control de Gestión FCSH: https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/58304

Bravo Fernandez, J. A. (2023). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de

producción de una empresa metalmecánica. *Industrial Data, Revista de Investigación, 26*(1), 217-245. doi: https://doi.org/10.15381/idata.v26i1.24580

Calizaya López, J., Choquecahua, A., & Concha Diaz, L. (2025). Desarrollo de sistemas inteligentes para la gestión de conflictos laborales: Un enfoque desde la ingeniería industrial y la sociología organizacional. *Revista Athenea, 6*(19), 32-51. doi:https://doi.org/10.47460/athenea.v6i19.89

Calle Mollo, S. E. (2023). Diseñosde investigacióncualitativa y cuantitativa. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina, 7*(4), 113-121. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016

Cueros Hazard SAS. (07 de Abril de 2026). *Descripción de la compañia*. Obtenido de https://www.cueroshazard.com/

Espinoza Poblete, K. A., & Chancasanampa Mandujano, J. (21 de Noviembre de 2023). *Propuesta para mejorar el nivel de servicio en el almacén de entrada en una empresa de telecomunicaciones aplicando herramientas de Lean Manufacturing y Estandarización de Trabajo.* Obtenido de Repositorio Académico UPC: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/672390

Fajardo Cueva, O. L. (2024). Reducción de las paradas de planta aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología Lean Manufacturing. *Industrial Data, 27*(1), 25-31. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/816/81680321001/81680321001.pdf

Flores Benítez, F. R., & Núñez Silva, G. B. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. *E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 4*(11), 18-30. doi:https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id216

Flores Calderon, J. J. (19 de Julio de 2024). *Propuesta de mejoras en la estación de troqueladora de cuero manual*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Rafael Landívar: http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/wevg/2021/03/06/Flores-Juan.pdf

Folicaldi, G. (2025). Caso de estudio: Por encima del resto. *Panasonic*, 11-15. Obtenido de https://eu.connect.panasonic.com/sites/default/files/media/document/2025-10/Por_encima_del_resto-2025-10-24_10-58-20.pdf

Función Pública. (08 de Noviembre de 1993). *Gestor Normativo*. Obtenido de Ley 99 de 1993: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297

Función Pública. (02 de Agosto de 2002). *Decreto 1713 de 2002*. Obtenido de Gestor Normativo: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5542

Gálvez Rogel, E. M., Garaicoa Fuentes, F. L., & Barros Gavino, C. D. (2024). Economía circular en cadenas turísticas; Un enfoque hacia la sostenibilidad del sector. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(6), 13-19. doi:ISSN-e 2789-3855

García Lopez, A. (07 de Abril de 2026). Descripción del proceso de corte. (D. L. Parra, Entrevistador)

Godoy Albornoz, F. L., & Machuca Asto, B. Y. (11 de Abril de 2022). *Herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la línea de ropa de cama de una empresa textil*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad San Ignacio de Loyola: https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/060d0675-898e-41f7-8ff7-133033446ca6

González Cabra, G. A. (14 de Septiembre de 2022). *Propuesta de modelo de Lean Manufacturing, mediante el uso de las herramientas de 5'S, Kanban, VSM y POKA-*

YOKE, en el área de producción de la empresa Nova Art & Design. Obtenido de Fundación Universitaria Konrad Lorenz: https://repositorio.konradlorenz.edu.co/entities/publication/948f8efc-bd70-4a71-a563-4168bda3eced

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Madrid: McGraw Hill España. doi:978-1-4562-2396-0

Herrera Pérez, C. (12 de Enero de 2018). *Factores de la producción agropecuariay su incidencia en la eficiencia económica*. Obtenido de Revista Universidad Agraria de La Habana: Factores de la producción agropecuariay su incidencia en la eficiencia económica

Iparraguirre Sánchez, G. K., & Torres Villena, G. O. (2023). Lean Manufacturing como metodología para el aumento de la productividad empresarial: Una revisión sistemática. *Ingeniería: Ciencia, tecnología E innovación, 10*(2), 60-69. doi:https://doi.org/10.26495/icti.v10i2.2650

Linares Calle, C. A., & Mamani Enciso, J. J. (24 de Abril de 2024). *Propuesta de un método para potencializar la gestión de la colaboración entre los stakeholders durante la etapa de ejecución, aplicada en la partida de tarrajeo, en una inversión pública de una edificación ubicada en Callao*. Obtenido de Repositorio Académico Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC): https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/682916

Martinez Pibaque , N. L., & Quinllin Escobar, A. L. (12 de Junio de 2024). *Innovación tecnológica y productividad como factores que determinan el desarrollo endógeno. Un estudio en las microempresas manufactureras dedicadas a la elaboración de bebidas en la zona 3 del Ecuador.* Obtenido de Repositorio Digital UNACH : http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13219/1/Martinez%20Pibaque%2c%20N%20%20y%20Quinllin%20Escobar%2c%20A%20%282024%29%20T%c3%adtulo%20de%20la%20tesis%20Innovaci%c3%b3n%20tecnol%c3%b3gica%20y%20productividad%20como%20factores%20que%20determinan%20el

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de Noviembre de 2015). *https://www.minambiente.gov.co*. Obtenido de Decreto 1076 de 2015: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Decreto-1076-de-2015.pdf

Muñoz Guevara, J. A., Medina Varela, P. D., & Zapata Urquijo, C. A. (24 de Octubre de 2022). *Lean Manufacturing : Modelos y herramientas*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Tecnológica de Pereira: https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content

Narváez Pupiales, C. A. (11 de Septiembre de 2025). *Propuesta para mejorar la productividad en el área de corte en una empresa textil mediante un enfoque de lean manufacturing : aplicación de herramientas lean manufacturing en el área de corte en "Empresas* . Obtenido de Repositorio Digital - Escuela Politécnica Nacional: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/26706?mode=full

Nieves Mendoza, L. M., & Morales Cely, W. A. (2022). Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular. *Revista de la Facultad de CienciasEconómicas y Administrativas - Universidad de Nariño, 23*(1), 372-394. doi:https://doi.org/10.22267/rtend.222301.194

Ortiz Porras, J. E., Salas Bacalla, J. A., & Huayanay Palma, L. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiflama de Lima - Perú. *Industrial Data, 25*(1), 103-135. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9791089

Peña Uribe, M. (31 de Octubre de 2025). *Gestión ambiental integral y aprovechamiento de subproductos en la empresa Cueros y Diseños S.A.S*. Obtenido de Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia: https://dspace.tdea.edu.co/entities/publication/4162f25e-32f2-43d9-8787-a555494c397f

Romero Molina, M. (12 de Febrero de 2025). *Diseño, programación para fabricación en CNC con programas CAD/CAM*. Obtenido de Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/32ca70c5-bba1-428e-a3c8-ecdb555051a7/content

Salvetti, V. P. (2025). Modelo Geométrico de Complejidad Visual hacia una Ecología de la Mente. *Revista Alma, 11*(2), 35-51. Obtenido de https://www.almarevista.com/_files/ugd/b2c01b_e96a5ce6c82c407aad4bacb0a75f2edf.pdf#page=35

Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (26 de Diciembre de 2019). *Resolución 2184 de 2019*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=90298

Suarez Cantillo, G. D., Fontalvo Simancas, J. E., & Vanegas Saavedra, S. A. (25 de Mayo de 2025). *Diseño de una metodología basada en la teoría de restricciones para mitigar los desperdicios en el área de producción de Avicampo*. Obtenido de Biblioteca Digital Minerva: https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/c059a4ff-a2d6-4485-b676-ba12b9d73bf2/content

Tapia Astudillo, D., & Villa Arizábala, M. (Noviembre de 2024). *Repositorio Digital Universidad del Azuay*. Obtenido de Propuesta de producción más limpia y análisis de la cadena de valor en una empresa de cuero cuencana: https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14676/1/20195.pdf

Toro Solarte, O. (17 de Octubre de 2024). *Propuesta para mejorar la productividad en el área de corte en una empresa textil mediante un enfoque de lean manufacturing : aplicación de herramientas lean manufacturing en el área de corte en "Empresas Pinto S.A"*. Obtenido de Repositorio Universidad Minuto de Dios: https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/17b16437-df6f-4795-8bd9-9abfe4d8fae2/content

ANEXOS

ANEXO A. Formato de observación directa

Formato de observación del proceso de corte de cuero

Observador: _____
Fecha: _____ / _____ / 2026
Jornada No.: _____
Turno: ( ) Mañana ( ) Tarde

Operario observado: _____
Tipo de piel procesada: _____
Producto fabricado: ( ) Bolso ( ) Cartera ( ) Cinturón ( ) Calzado ( ) Otro: _____

1. Registro de tiempos del proceso de corte

Actividad	Hora inicio	Hora fin	Duración (min)	Observaciones
Selección y clasificación de la piel				
Trazado / marcado de patrones				
Corte de piezas (manual / prensa)				
Inspección de piezas cortadas				
Clasificación y apilado de piezas				
Disposición de retazos / residuos				
Tiempo total de la jornada (muestra)				

2. Medición de áreas (m²) de cuero procesado

Concepto	**Cantidad (m²)**	**% del total**	**Observaciones**
Área total de la(s) piel(es) procesada(s)			
Área aprovechada (piezas útiles)			
Área desperdiciada (residuos no aprovechables)			
Retazos potencialmente reutilizables			

Método de medición utilizado: ( ) Metro/láser ( ) Plantilla calibrada ( ) Estimación visual

3. Evaluación del método de anidamiento (disposición de patrones)

Criterio	**( ) Excelente**	**( ) Bueno**	**( ) Regular**	**( ) Malo**	**Observaciones**
Aprovechamiento del área de la piel					
Separación entre patrones					
Evitación de defectos (cicatrices, granos)					
Uso de zonas de diferente calidad					
Velocidad de disposición de patrones					

4. Registro de defectos o incidentes

Hora	Tipo de incidente	Pieza afectada	Causa probable	Acción tomada

	( ) Mal corte ( ) Patrón mal ubicado ( ) Herramienta dañada ( ) Otro: ___			
	( ) Mal corte ( ) Patrón mal ubicado ( ) Herramienta dañada ( ) Otro: ___			

5. Condiciones del puesto de trabajo

Aspecto	( ) Adecuado	( ) Inadecuado	Observaciones
Iluminación en la mesa de corte			
Estado de la mesa de corte (superficie)			
Organización de troqueles y herramientas			
Estado de cuchillas / herramientas de corte			
Espacio disponible para maniobrar			

6. Observaciones generales del observador

Firma del observador: _____
Firma del operario (si acepta): _____

ANEXO B. Guía de entrevista semiestructurada

Guía de entrevista para operarios del área de corte
Empresa: Cueros Hazard S.A.S.
Entrevistador: _____
Fecha: _____ / _____ / 2026
Código del entrevistado: _____
Cargo: ( ) Cortador ( ) Ayudante de corte ( ) Supervisor de corte ( ) Otro: _____
Antigüedad en la empresa: _____ años _____ meses
Edad: _____ años
Escolaridad: ( ) Primaria ( ) Secundaria ( ) Técnico ( ) Tecnólogo ( ) Profesional

Bloque 1: Proceso actual de corte

P1. ¿Podría describirme paso a paso cómo realiza el corte de una pieza de cuero desde que recibe la piel hasta que entrega las piezas cortadas?
_____
_____

P2. ¿Qué herramientas o máquinas utiliza diariamente para cortar?
_____

P3. ¿Cuántas piezas logra cortar aproximadamente en una jornada de 8 horas?

Bloque 2: Problemas y dificultades

P4. ¿Cuáles son los principales problemas o dificultades que enfrenta al momento de cortar el cuero?

P5. ¿Con qué frecuencia se daña una pieza durante el corte? ¿Qué causa esos daños?

P6. ¿Qué hace con los retazos de cuero que sobran después de cortar las piezas principales?

Bloque 3: Aprovechamiento del material y residuos

P7. Cuando acomoda los patrones o troqueles sobre la piel, ¿cómo decide dónde poner cada uno para que sobre menos cuero?

P8. ¿Cree que se podría aprovechar mejor el cuero que utiliza? ¿Cómo?

P9. ¿Qué porcentaje del cuero que recibe cree usted que termina en la basura? (si no hay respuesta, es posible solicitar se realice un estimado)

Bloque 4: Equipo y herramientas

P10. ¿La maquinaria que usa actualmente está en buen estado? ¿Cuál es la que más problemas le da?

P11. ¿Ha recibido capacitación sobre métodos para reducir el desperdicio de cuero? ¿Cuándo y de qué tipo?

_____
_____

P12. ¿Qué herramienta o cambio le gustaría tener para hacer su trabajo más fácil o eficiente?

_____
_____

Bloque 5: Actitud frente al cambio tecnológico

P13. ¿Ha escuchado sobre sistemas de corte automatizados o software que ayudan a acomodar patrones? ¿Qué opina de eso?

_____
_____

P14. ¿Estaría dispuesto a aprender a usar nuevas máquinas o programas si la empresa los implementara?

_____
_____

P15. ¿Qué sugerencia le daría a la gerencia para mejorar el proceso de corte?

_____
_____

Observaciones del entrevistador

_____
_____

Hora de inicio: _____ : _____
Hora de finalización: _____ : _____
Duración total: _____ minutos

ANEXO C. Formato de consentimiento informado

Consentimiento informado para participación en entrevista de investigación

Título del proyecto:
Optimización del proceso de corte de cuero mediante estrategias de reducción de residuos para mejorar la eficiencia productiva en la empresa Cueros Hazard S.A.S.

Investigador responsable: _____
Contacto del investigador: Teléfono: _____ Correo:

Propósito de la investigación
Usted ha sido invitado(a) a participar en una entrevista como parte de un proyecto de investigación cuyo propósito es analizar el proceso actual de corte de cuero en Cueros

Hazard S.A.S., identificar las causas del desperdicio de material y diseñar propuestas de optimización que permitan reducir los residuos y mejorar la eficiencia productiva.
Su participación aportará información valiosa sobre las prácticas reales, dificultades y oportunidades de mejora en el área de corte.

Procedimiento

Si usted acepta participar, se le realizará una entrevista con las siguientes características:

Duración aproximada	20 a 30 minutos
Lugar	Instalaciones de Cueros Hazard S.A.S.
Formato	Entrevista semiestructurada.
Registro	Se tomarán notas escritas. No se realizarán grabaciones de audio o video.
Contenido	Preguntas sobre su trabajo diario, métodos de corte, dificultades con la maquinaria, aprovechamiento del cuero y sugerencias de mejora

Riesgos y beneficios

Riesgos:

La entrevista no implica ningún riesgo físico, psicológico o laboral para usted. Las preguntas se refieren exclusivamente a aspectos técnicos y operativos del proceso de corte, no a temas personales o sensibles.

Beneficios:

Su participación contribuirá al diagnóstico de problemas reales en el área de corte y al diseño de soluciones que podrían mejorar las condiciones de trabajo, reducir el desperdicio y hacer más eficiente el proceso.
Usted no recibirá compensación económica por su participación.

Confidencialidad y manejo de datos

Para proteger su identidad y privacidad, se aplicarán las siguientes medidas:

Medida	Descripción
Anonimato	Su nombre no será registrado en ningún informe. Se le asignará un código (Ej: OP-01, OP-02, etc.)
Acceso restringido	Solo el investigador principal tendrá acceso a los formatos originales de entrevista.
Uso exclusivo académico	La información recolectada se utilizará únicamente para los fines del proyecto de investigación.
Almacenamiento seguro	Los formatos físicos se guardarán bajo llave.
Destrucción de datos	Una vez finalizado el proyecto y aprobado el informe, los formatos originales serán destruidos.

Ningún informe o publicación resultante de esta investigación incluirá información que permita identificarle a usted personalmente.

Carácter voluntario y derecho para retirarse

Su participación en esta entrevista es completamente voluntaria.
Usted tiene derecho a:

- Aceptar o rechazar participar sin ningún tipo de represalia o afectación en su relación laboral.
- Negarse a responder cualquier pregunta específica.
- Retirarse de la entrevista en cualquier momento sin necesidad de justificación y sin consecuencias negativas.

Si decide retirarse, toda la información que haya proporcionado hasta ese momento será destruida si así lo solicita.

Autorización para uso de información

Las respuestas que usted proporcione podrán ser citadas textualmente en el informe final de investigación, pero sin revelar su nombre ni ningún dato que permita identificarlo.

- ( ) Sí autorizo que mis respuestas textuales sean citadas de forma anónima en el informe final.
- ( ) No autorizo que mis respuestas textuales sean citadas.

Declaración de libertad y ausencia de coacción

Declaro que he sido informado(a) de manera clara y suficiente sobre los propósitos, procedimientos, riesgos y beneficios de esta investigación.
Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin consecuencias negativas.
No he recibido ningún tipo de presión, oferta de beneficio ni amenaza para participar.
Todas mis preguntas han sido respondidas satisfactoriamente.

Aceptación

Firma del participante:

Yo, _____, identificado(a) con cédula de ciudadanía No. _____ de _____, en pleno uso de mis capacidades mentales y después de haber leído y comprendido la información anterior,
( ) ACEPTO participar voluntariamente en la entrevista como parte del proyecto de investigación descrito.
Firma: _____
Fecha: _____ / _____ / 2026