



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING PARA REDUCIR COSTOS EN
UNA CURTIEMBRE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Luis Armando Guevara Cordova

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2021

Dedicado a mis padres Francisco e Irma, porque llegué hasta aquí gracias a ellos.
A mi familia Eduardo, Wilmar y Silvia, que son el motor de mi vida; a mi esposa Maud y
a mis cuatro hermosos hijos Jesús, Beatriz, Alessandra y Camilo, que son la luz de mis
días.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a mi asesor Oscar Goicochea Ramírez,
quien me orientó de la mejor manera para
ser un profesional de éxito.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad Problemática.....	9
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Objetivos	22
1.4. Hipótesis	22
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	23
2.1. Tipo de investigación	23
2.2. Descripción de la realidad actual	24
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	29
2.4. Métodos	31
2.5. Procedimiento	38
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	55
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
4.1. Discusión.....	58
4.2. Conclusiones.....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	30
Tabla 2	31
Tabla 3	36
Tabla 4	38
Tabla 5	39
Tabla 6	39
Tabla 7	40
Tabla 8	40
Tabla 9	40
Tabla 10	41
Tabla 11	42
Tabla 12	43
Tabla 13	49
Tabla 14	50
Tabla 15	51
Tabla 16	51
Tabla 17	53
Tabla 18	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	28
Figura 2.....	34
Figura 3.....	35
Figura 4.....	44
Figura 5.....	46
Figura 6.....	47
Figura 7.....	48
Figura 8.....	48
Figura 9.....	49
Figura 10.....	50
Figura 11.....	52
Figura 12.....	52
Figura 13.....	54
Figura 14.....	55
Figura 15.....	56
Figura 16.....	57

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo estándar.....	18
Ecuación 2 Eficiencia operacional.....	18
Ecuación 3 MTBF	19
Ecuación 4 MTTR	19
Ecuación 5 Disponibilidad.....	19
Ecuación 6 Índice de producción.....	20
Ecuación 7 Número de operarios.....	20
Ecuación 8 Tiempo de ciclo	20
Ecuación 9 Eficiencia de red	21

RESUMEN

El presente trabajo fue elaborado para determinar el efecto de la propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing sobre los costos en una curtiembre en la ciudad de Trujillo. Se propuso un diseño de investigación diagnóstico y pre experimental. Se evaluó el impacto de la propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing sobre los costos la curtiembre. Se realizó un análisis integral de la empresa para determinar los problemas y las causas raíces de mayor ponderación y se recolectó la información necesaria para su evaluación. Se diseñó las herramientas de mejora Plan de mantenimiento preventivo, Estudio de tiempos y Balance de línea y se simuló los indicadores por cada una de ellas. Para la herramienta Plan de Mantenimiento Preventivo se simuló un valor de 95%, indicando una mejora y sobrepasando el valor actual de la empresa; para la herramienta Estudio de tiempos se simuló un valor de 0% de tiempos muertos, indicando una mejora y reduciendo el valor actual de la empresa. Para la herramienta Balance de línea se simuló un valor de 72.93%, indicando una mejora y sobrepasando el valor actual de la empresa. Las tres herramientas representaron un beneficio a favor de la empresa demostrando su eficiencia en el proyecto. Los resultados obtenidos mostraron un Valor Actual, Valor Meta y Valor Simulado lo que representó un ahorro del 81.63% de sus pérdidas. Finalmente, el impacto económico determinó la viabilidad del proyecto ya que refiere un TIR de 82.57%, un VAN de S/ 895 717.81 y un B/C de S/ 6.82.

Palabras clave: Balance de líneas, Curtiembre, Estudio de tiempos, Planificación de Programas, SMED.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Los sistemas productivos han evolucionado durante los últimos años hasta llegar a un pensamiento esbelto en el que interviene unidades que conforman el sistema de producción (Juárez et al., 2011). La Manufactura Esbelta es la metodología que permite a las empresas a reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios para obtener una mayor rentabilidad y satisfacción del cliente (Colón, 2012), utilizando herramientas de mejora y optimización sin necesidad de automatización integrada; ocupando así nuestros recursos existentes y adaptándose al problema (Clemente, 2017). Desde que se requiere una estrategia para la optimización de sus procesos y enfocarse a reducir costos o maximizar la rentabilidad, se transforma en un proceso en donde la visión es la eficiencia y la prevención de decisiones críticas. Una empresa eficiente es aquella que, según Samuelson (2002), hace el mejor manejo de los recursos, ello de la forma más eficaz posible.

La industria de la curtiduría de cuero se encuentra ya desde muchos años en un proceso de reestructuración a nivel global debido a la demanda del mercado y los avances tecnológicos para una producción más eficiente. La competitividad en los mercados internacionales ha generado que las empresas manufactureras innoven en sus procesos desempeñando actividades esbeltas en calidad, medio ambiente y entorno social. Las industrias manufactureras constituyéndose como eje del desarrollo económico y social de cualquier país en el mundo (Horna, Guachamín y Osorio, 2019). En Latino América las industrias de manufactura han sido impulsadas los últimos años a nivel exponencial (Carbajal, 2018).

La curtiduría en el Perú es una de las industrias que mayor impacto tiene en la economía y el medio ambiente. Esto se debe a que la tasa de participación de las industrias locales en la región es alta. En La Libertad, hay aproximadamente 30 curtidurías registradas, que representan el 25% de la industria del curtido del país, pero la mayoría de ellas son informales; siendo empresas familiares que iniciaron con poca o nula tecnificación y mano de obra rudimentaria.

Se identificó una empresa con CIIU:1911 SECTOR INDUSTRIAL (Curtido y adobo de cueros; adobo y teñido de pieles) como objeto de estudio. Se encuentra ubicada en Av. 5 Mz. A1, Parque Industrial en el distrito de la Esperanza, Trujillo. Esta empresa se dedica a la transformación de las pieles vacunas en cuero. Cuenta con 41 trabajadores entre departamentos de Producción, Logística, Calidad y Gerencia.

Cuenta con maquinaria antigua, entre las cuales se puede describir a los botales, descarnadora, divididora, escurridora, rebajadora, plancha, lijadora y pulidora. Entre los productos más elaborados se encuentran: Cuero Nobuck, Cuero Badana, Cuero Microflothier, Cuero Box y Cuero Látigo.

Actualmente, la empresa está incurriendo en elevados costos operativos en el proceso productivo de cuero dentro del área de producción. Esto ha ocasionado que la empresa ponga en riesgo la rentabilidad de sus operaciones además de incurrir en costos de oportunidad.

Entre estas circunstancias de alto riesgo económico se encuentra el *Problema 1: Paradas de la máquina Botal*, que en reiteradas ocasiones ha presentado fallas de todo tipo en su mecanismo con un total de 11.6 horas al mes, lo que se traduce a una disminución de la disponibilidad de máquina y un cese de operaciones, así como el

gasto incurrido en el mantenimiento correctivo para reparar la falla. El costo total de este problema es de S/22 457.94 al mes.

El siguiente es el *Problema 2: Tiempos muertos en el proceso de Rebajado* y se debe a que los operarios les toma más tiempo de lo necesario realizar este proceso registrando un tiempo excedente de 21.68 horas. Además, se registró tiempo ocioso del personal por un total de 4.92 horas al mes. Esto representa una pérdida de S/47 015.58 al mes.

Por el último, el *Problema 3: La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda* es generado por la baja eficiencia de la línea productiva y las mermas del proceso. Se sabe que se configura una penalidad del 10% del precio de pie cuadrado o lado cuando no se logra cumplir con la orden del pedido, habiendo registrado el año anterior un promedio de 14073 pies cuadrados que no lograron elaborarse en el plazo establecido por el contrato, repercutiendo con un costo total de S/31 265.24 al mes.

1.1.1. Antecedentes de la investigación

A continuación, se presenta diversos estudios que anteceden al trabajo de investigación y que han sido objeto de estudio para esta propuesta. Dentro de estos se tiene:

1.1.1.1. Antecedente Internacional

Lema y Apupalo (2019), realizaron un proyecto técnico titulado “Implementación de un Sistema De Control y Análisis de la Producción en la Empresa curtiembre Quisapincha aplicando las herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad” para optar el título de ingeniero

industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; determinaron que la empresa tiene como problema que no dispone de un sistema de análisis y control de la producción ya que no se regula o controla el flujo de los materiales a lo largo del ciclo de fabricación. Para ello, se plantearon como objetivo general implementar un sistema de control y análisis de la producción en la empresa curtiembre Quisapincha aplicando las herramientas del lean manufacturing para incrementar la productividad. Para el desarrollo del proyecto emplearon técnicas de ingeniería de métodos y tiempos para la elaboración de diagramas de proceso y recorrido; herramientas lean manufacturing 5'S, Kanban y TPM; también realizaron un VSM actual y mejorado con la finalidad de reducir el tiempo de valor no agregado en el proceso productivo. Obtuvieron como resultado una reducción de 3958 minutos (8 días) el lead time, la productividad se elevó a 8.33 pieles/día y en términos de costos se redujo a 59.18 dólares/pie. Concluyeron que con la implementación se redujo 3958 minutos (8 días) el lead time y en cuanto a las 5'S se obtuvo porcentajes de cumplimiento mayores al 80% por lo cual se considera que la situación actual en término de orden y limpieza de la planta es satisfactoria.

Horosco, Cuervo y Bolaños (2016) implementaron herramientas lean manufacturing en la empresa EKA Corporación con el objetivo de aumentar la eficiencia de las líneas productivas. Se trabajó durante 6 meses y las herramientas utilizadas fueron la teoría de las restricciones para el diagnóstico inicial del problema, Layout para la distribución de planta, SMED para reducir el tiempo de preparación de máquina entre otras herramientas de la manufactura esbelta. También se hizo uso de un programa de mantenimiento preventivo para las máquinas. El indicador utilizado para medir el progreso de su trabajo fue el OEE, fijándose en la disponibilidad de 3 máquinas durante las operaciones diarias. Luego

de la implementación de la metodología SMED, la eficiencia de la línea mejoró de 68% a casi 90%. En términos económicos, la mejora del OEE de las 3 máquinas otorgaron una ganancia de 83 049 870 pesos colombianos.

1.1.1.2. Antecedente Nacional

Uribe (2020), realizó una investigación denominada “Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil” donde identificó como problema la baja disponibilidad de la máquina remalladora por paradas prolongadas de mantenimiento correctivo que se presentaban durante la jornada de trabajo; es por ello que se planteó como objetivo aplicar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño no experimental; se aplicó un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad donde el instrumento utilizado fue la hoja check list. Obtuvo como resultado un índice de disponibilidad del 92 % de la máquina, incrementando en un 18 % en relación a la disponibilidad inicial, lo que demostró la importancia de contar con un plan de mantenimiento en una empresa; concluyendo que fue necesario prevenir las fallas que ocurrieron pueden ocurrir en las máquinas operadoras, y que interfirieron en los tiempos de producción, mejorando la disponibilidad de las mismas.

Bermejo (2019) elaboró en la ciudad de Lima la tesis “Lean manufacturing para la mejora de procesos de fabricación de calzado para damas” con la finalidad de mejorar el proceso de manufactura a través de la eliminación de despilfarros. Empleó la metodología Lean manufacturing y dentro de ella las herramientas 5 S, Kanban y SMED. El proceso crítico es el armado, el cual mostró despilfarros en

tiempo, material, defectos y movimientos. Tras la aplicación de las herramientas, se redujo los defectos diarios de producción de 7 pares a 3 pares al día. El tiempo de abastecimiento se redujo de 20 a 18 minutos y el tiempo de producción por par de 24 a 19 minutos. Al aplicarse la herramienta SMED, se logró reducir 47.22% del tiempo de preparación.

1.1.1.3. Antecedente Local

Blas, Alcalá y Padilla (2017), realizaron una investigación titulada “Aplicación del sistema JIT para el mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación de calzado de la empresa Cam’s, 2017”; determinaron que la baja calidad de los productos en la empresa se aduce a diversas etapas del proceso productivo desde el corte que genera piezas inconformes, armado que es el cuello de botella y otros procesos con métodos inadecuados que generan reprocesos por fallas de calidad o pérdidas de tiempo; existiendo además paradas imprevistas por falla de máquinas. Ante ello, se plantearon como objetivo general implementar el sistema JIT para mejorar la calidad del proceso de fabricación de calzado de la empresa Cam’s en el año 2017. Emplearon técnicas y herramientas como estudio de tiempos, encuesta, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, mapa flujo de valor (VSM), balance de líneas. Obtuvieron como resultados que con un plan de mantenimiento se consiguió una reducción del 62% de las paradas imprevistas de las máquinas; la falta de capacidad en el área de armado se solucionó a través de un balance de líneas, aumentando 3 estaciones y reduciendo con ello el 34% del tiempo de ciclo, a su vez se resolvió el exceso de inventario con ayuda de un VSM, logrando una reducción del 71% en cuanto al lead time. Ellos concluyeron que la aplicación del sistema JIT

mejora significativamente la calidad del proceso y se logra incrementar la productividad.

Luna (2020) elaboró un trabajo de investigación en la curtiembre Saago SAC, el cual tuvo como objetivo realizar un modelo de la metodología Lean Manufacturing empleando las herramientas VSM, distribución de planta, balance de línea, diseño de procesos, 5 S y un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria. Realizó un diagnóstico inicial apoyándose del mapa de procesos, diagrama de operaciones y estudio de tiempos y movimientos. Tras la aplicación del modelo con la herramienta balance de línea, se mejoró el tiempo en un 594% y se redujo el tiempo estándar de producción a 33.32 min/manta. Se concluyó que el modelo mejora la capacidad de producción por lo que puede cumplir con la demanda solicitada.

1.1.2. Bases teóricas

- *Ingeniería de métodos*

Se refiere a una técnica que aumenta la producción por unidad de tiempo, además de reducir el costo por unidad de producción. La ingeniería de métodos tiene el fin de encontrar una mejor forma de fabricar un producto manteniendo su calidad.

- *Estudio de tiempos*

Consiste en calcular el tiempo que requiere un operario normal en condiciones normales, expuesto a factores normales, para ejecutar una actividad o tarea. El resultado final de esta técnica son los estándares de tiempo permitido para llevar a cabo una tarea, teniendo en cuenta consideraciones de fatiga y retrasos inevitables del personal. Se utiliza varias técnicas para llegar al estándar como puede

ser el estudio cronometrado de los tiempos, recolección de datos digital, los tiempos de cada sistema, las muestras del trabajo y pronóstico.

El estudio de tiempos tiene los siguientes objetivos:

- Medir el rendimiento de los operarios y maquinaria
- Establecer el C. producción
- Planificar los requerimientos de equipos, MP y M.O.

- ***Lean Manufacturing***

La finalidad de esta técnica es eliminar los procesos improductivos y hacer más sencillas las operaciones. El pensamiento Lean es un conjunto de herramientas de eficiencia que es fundamental para reducir costos, eliminar desperdicios automatizar procesos repetitivos y maximizar rentabilidad (Womack, et al., 1990).

- ***Indicadores económicos***

Es una forma de medir si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos estratégicos. Según Camejo, J (2014), los indicadores son consecuencia de acciones que se han tomado en el pasado.

TIR: Según Economipedia, la tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Asimismo, afirman que es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el valor actual neto. Por otro lado, Conexión Esan (2017), la TIR es la tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite que el beneficio neto actualizado sea igual a la inversión.

VAN: El valor actual neto es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión (Economipedia). Por otro lado, Conexión Esan

(2017) afirma que es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto.

B/C: El análisis del costo-beneficio es un proceso que se refiere a la evaluación de un proyecto y su finalidad es la toma de decisión.

Se deben tener en cuenta las siguientes características:

- $B/C > 1$: Los beneficios son mayores a los costos. El proyecto debe ser considerado
- $B/C = 1$: Los beneficios igualan a los costos. No se gana ni se pierde
- $B/C < 1$: Los costos superan a los beneficios. El proyecto no debe ser considerado.

- ***Métodos de Medición***

El método más usado para estimar el tiempo utilizado en una operación es el *Estudio de tiempos con cronómetro* que consiste en determinar el tiempo empleado por un trabajador calificado para realizar una tarea específica. Se expresa en minutos y se referencia como el tiempo necesario para que esa tarea pueda ser replicable.

- ***Muestreo del trabajo***

Este método es utilizado para determinar el tiempo de una variedad de tareas de un solo proceso. Su ejecución es precisa y se debe apoyar de una herramienta de medición como el reloj cronómetro para especificar el inicio y fin de cada tarea.

- ***Tiempo estándar***

Es el tiempo que se requiere para elaborar una unidad de medida de un producto en una estación de trabajo bajo tres condiciones: un operador calificado, a ritmo constante y una sola tarea. (Fred, 2000)

Para la determinación del tiempo estándar se tiene:

$$t_e = \frac{D \times e_m \times e_c \times t_b}{P_{tb}} \times FV \times (1 + \%S)$$

Ecuación 1. Tiempo estándar

Donde:

te: Tiempo estándar
D: Disponibilidad
eo: Eficiencia operacional
em: Eficiencia mecánica
ec: Eficiencia de calidad
tb: Tiempo base
Ptb: Producción en el tiempo base
FV: Factor de valoración
%S: Porcentaje de suplementos

El indicador para verificar la efectividad del proceso está relacionado con el muestreo del trabajo, por lo que se puede adaptar los tiempos de actividad e inactividad para encontrar dicho número:

$$\bar{p} = p \left(\frac{n'}{n} \right) + \frac{\sum p_i}{n} \left(\frac{n''}{n} \right)$$

Ecuación 2 Eficiencia operacional

Donde:

\bar{p} : % Actividad productiva o Eficiencia operacional
p: % Actividad de muestra piloto
n': Número de observaciones por día o Muestra piloto
n: Número de observaciones necesarias
pi: % Actividad por día
n'': Número de observaciones adicionales

- **Mantenimiento Preventivo**

Es un conjunto de acciones organizadas, focalizadas, inmediatas, esporádicas o periódicas que ayudan a mantenerse en el mejor estado la función y productividad de una equipo o máquina (Vázquez, 2014).

Su finalidad es encontrar los problemas y corregirlos antes que estos provoquen averías. Este tipo de mantenimiento aparece cuando los costos generados por los fallos empiezan a tomar importancia elevándose cada vez más y haciéndose

frecuente en periodos más cortos. Además, mejora la fiabilidad y la mayor ventaja es que es un mantenimiento programable. (Paton, 2009). Entre los indicadores básicos se encuentra la Fiabilidad y Disponibilidad (Fernández, 2004).

La Fiabilidad es la media del tiempo para revisar o reparar y se da por medio de dos indicadores: MTBF y MTTR, expresados en la siguiente ecuación

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total diponible} - \textit{Tiempo de inactividad}}{\textit{Número de paradas}}$$

Ecuación 3 MTBF

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

Ecuación 4 MTTR

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuación 5 Disponibilidad

- **SMED**

Sus siglas significan Single Minute Exchange of Die o también conocido como cambio de pieza en un solo dígito. El objetivo de esta metodología es reducir el tiempo de cambio del proceso-producto-tarea para la consecución de otro mismo. Para la ejecución correcta de la herramienta, se debe llevar a cabo las siguientes etapas:

- Preparación Previa y análisis
- Separar actividades internas de externas.
- Convertir actividades internas en externas.
- Reducir los tiempos de actividades internas.
- Realizar seguimiento y estandarizar.

- ***Balance de línea***

Es una de las técnicas de gestión de la producción más importantes que permite equilibrar las condiciones de productividad de un proceso. Es ideal para fabricar a grandes cantidades y a bajo costo. (García, 2005)

Número de operarios necesarios

$$IP = \frac{\textit{Unidades a fabricar}}{\textit{Tiempo disponible de un operador}}$$

Ecuación 6 *Índice de producción*

$$NO = \frac{TE \times IP}{E}$$

Ecuación 7 *Número de operarios*

Donde:

NO = número de operadores para la línea

TE = tiempo estándar de la pieza

IP = índice de producción

E = eficiencia planeada

Para calcular el tiempo de ciclo por estación se debe dividir el tiempo total entre número de estaciones.

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \frac{\textit{Tiempo total}}{\textit{Número de estaciones}}$$

Ecuación 8 *Tiempo de ciclo*

El indicador para verificar el estadio de la línea de producción es la Eficiencia de red.

$$E = \frac{\sum(\text{tiempos de operación})}{N^{\circ} \text{ de estaciones} \times \text{cuello de botella}}$$

Ecuación 9 Eficiencia de red

1.1.3. Definición de términos

Botal: También llamada fulón, es una máquina cilíndrica en la que se realiza los procesos de pelambre, remojo y curtido. (Burdisso, 2017)

B/C: Es la relación Beneficio-Costo que se genero directamente de los beneficios y costos de un proyecto. (Conexión Esan, 2017)

DAP: Registro de actividades que incluye distancias, procesos, inspección, operación combinada, retrasos, almacenamientos, entre otros, obteniendo un listado completo y secuencial de las actividades de producción. (Rodriguez, 2016)

DOP: Diagrama de operaciones que incluye las actividades de operación, inspección, combinada y tiempos de cada elemento. (Niegel & Freivalds, 2014)

Eficiencia: Relación de la producción real entre la capacidad de producción de una línea productiva. (Prokopenko, 1989)

OEE: Mide la eficiencia global de una máquina, es decir la productividad y eficiencia de la producción. (Berganzo, 2016)

Pareto: Gráfico de barras que organiza datos en orden descendente mostrando el nivel de participación de cada subgrupo. (Sales, 2009)

Tiempo estándar: Es el tiempo que se requiere para elaborar una unidad de medida de un producto en una estación de trabajo bajo tres condiciones: un operador calificado, a ritmo constante y una sola tarea. (Fred, 2000)

TIR: Es la tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite que el beneficio neto actualizado sea igual a la inversión. (Conexión Esan, 2017)

VAN: Es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. (Conexión Esan, 2017)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing sobre los costos en una curtiembre en la ciudad de Trujillo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing sobre los costos en una curtiembre en la ciudad de Trujillo

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico del área de producción para identificar problemas a resolver y medir su impacto económico.
- Diseñar el Plan de mantenimiento preventivo, Estudio de tiempos y Balance de línea
- Identificar los indicadores para cada herramienta.
- Medir el impacto y su variación porcentual luego de la propuesta.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta de aplicación

1.4. Hipótesis

La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing reduce los costos en una curtiembre en la ciudad de Trujillo

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por orientación: Investigación basada en ciencia formal y exacta

Por la orientación, la investigación se basará en las ciencias formales o ciencias ideales, es decir, esos objetos de investigación no son el mundo y la naturaleza, ni las leyes de la física o la química que lo controlan, sino los sistemas formales, es decir, aquellas ciencias en las que se encuentran. constituyen un sistema relacional. En principio, no hay contenido, pero se puede aplicar al análisis de cualquier parte de la realidad. (Rodríguez, 2019)

De la misma forma, según Bohórquez (2015), las ciencias precisas aplicadas, también llamadas ciencias duras, se basan íntegramente en observaciones y experimentos, como la práctica de crear conocimiento a partir del lenguaje matemático. Son ciencias muy precisas y rigurosas porque el método científico se utiliza en su forma más pura para utilizar las matemáticas como herramienta para probar hipótesis.

Por Diseño: Investigación Pre Experimental

El estudio tendrá un diseño tipo diagnóstico porque intenta analizar situaciones específicas en detalle. Según Rodríguez (2019), este tipo de investigación intenta determinar qué factores estarán involucrados en una escena determinada, cuáles son sus características y cuáles son sus implicaciones.

Diseño con un grupo con medición Antes y Después.

Diagrama:

$$G \text{-----} O1 \text{---} X \text{-----} O2$$

Donde:

G: Curtiembre trujillana

O1: Costos operativos en área de producción

X: Aplicación de herramientas Lean Manufacturing

O2: Costos operativos después de aplicación de herramientas Lean Manufacturing

2.2. Descripción de la realidad actual

La empresa curtidora de pieles se encuentra ubicada en el norte del país, en la ciudad de Trujillo, región La Libertad. Inició sus operaciones en el año 2001, estableciendo sus operaciones en el parque industrial, distrito de La Esperanza. Inicialmente fue fundada por los señores los señores Vassallo Zegarra y Pizan Huamanchay; posteriormente, en el 2007, la empresa fue adquirida por los hermanos Ortecho Ubillus. La empresa se especializa en cueros vacunos semiterminados y terminados para calzado, vestimenta, tapicería automotriz, tapicería residencial y artículos varios.

- Tipo de empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Condición: Activo
- Fecha de inicio de actividades: 18 de setiembre del 2001
- Actividad comercial: Curtido y adobo de cueros; adobo y teñido de pieles
- CIU: 1511
- Distrito/Ciudad: Trujillo
- Departamento: La Libertad, Perú

Clientes

Abastece de pieles trabajadas a diferentes empresas manufactureras de calzado. Entre sus principales clientes se encuentran:

- Calzado pierre cardine
- Calzados jaguar
- Mishel paris
- Salento del Perú
- Calzado maryl moda
- Calzados del piero
- Calzados navigata

Productos

La empresa curtidora trujillana provee productos de alta calidad al mercado nacional e internacional. Entre los principales productos que suministra están:

- Cuero nobuck
- Cuero latigo
- Cuero espuma
- Cuero vaquita
- Badana
- Cuero flother
- Cuero microflother
- Cuero graso

Descripción del proceso productivo - Diagrama de Operaciones de Procesos

El Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP), muestra la representación de los puntos por lo que pasa los materiales para convertirse finalmente en el cuero Nobuck. Este diagrama representa los puntos exactos en donde se realiza una Operación, Inspección o Combinada, dejando de lado las demoras y los transportes. Además, se especifica los tiempos que tarda la acción en el proceso productivo. Finalmente, presenta un cuadro resumen en donde indica el tiempo de procesamiento para ese proceso productivo y la cantidad de procesos que intervinieron. Ver Figura 01

A continuación, se explica los procesos productivos que sigue el operario o máquina para llegar al producto terminado (cuero Nobuck) en el Diagrama de Operaciones de Procesos.

Inspección y pesado: Se inicia el proceso productivo inspeccionando las pieles y realizando el pesado para registrar sus características técnicas.

Remojo: En este proceso, las pieles son remojadas en la máquina Botal con la finalidad de rehidratarse, quitar la sangre y demás materias orgánicas de la materia prima.

Pelambre: La finalidad de este proceso es retirar el pelo de las pieles mediante una solución química de sulfuro de sodio, cal, entre otros. Se realiza en otro Botal.

Lavado: Se realiza un primer lavado de las pieles. Consiste en ingresar agua en el mismo Botal de pelambre, que previamente se realizó un escurrido de la solución química, para enjuagar la materia prima.

Descarnado: Se realiza en una máquina con cilindros que posee cuchillas con la finalidad de limpiar la piel y eliminar el tejido adiposo. La finalidad es obtener una piel homogénea y lista para los siguientes procesos.

Dividido: Se introducen las pieles en la máquina divididora en donde se obtiene dos productos: la flor y el descarnado.

Curtido: Este proceso se realiza en la máquina Botal. Se agregan las pieles del proceso productivo y se adiciona agua, cromo y otros componentes químicos que tienen como finalidad estabilizar la fibra de colágeno para que no se produzca la putrefacción.

Lavado: Se realiza un segundo lavado para remover los químicos del proceso anterior.

Reposo: Se deja reposar los cueros para que se adhiera de manera adecuada el proceso químico en el que fueron sometidos.

Ecurrido: Este proceso se realiza para eliminar la mayor cantidad de agua luego del proceso de reposo.

Rebajado: Se utiliza una máquina en la que se reduce el espesor de cada lado de cuero hasta obtener la especificación solicitada.

Recurtido: Se realiza esta operación para facilitar el trabajo en los siguientes procesos. También se agrega la tintura deseada según la especificación solicitada por el cliente.

Ecurrido: Este segundo escurrido se realiza en la máquina Escurridora; la finalidad es eliminar la mayor cantidad de agua posible de la materia prima.

Secado: Se realiza en un área distinta del área de Producción. Se deja reposar las pieles luego de los procesos anteriores.

Lijado: Se inicia la etapa de Acabado, en donde se realiza un lijado de los cueros para obtener la pureza necesaria de la piel.

Pintado: Se procede a pintar los cueros dependiendo de la especificación de la orden de pedido.

Secado: Se deja reposar los cueros durante días hasta que haya impregnado los pigmentos del proceso de Pintado.

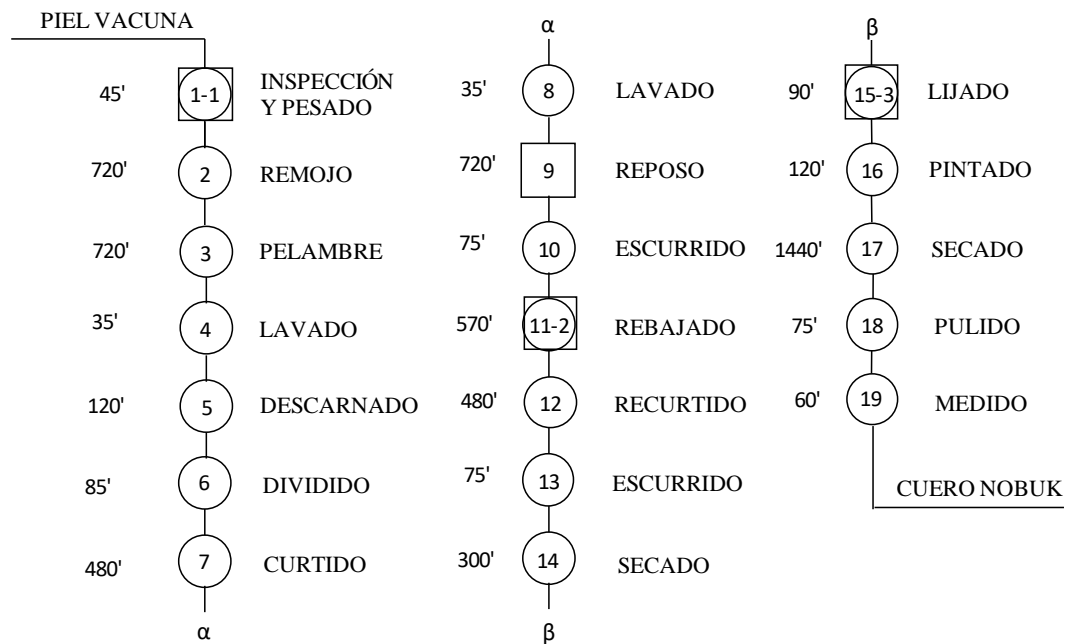
Pulido: Se realiza este proceso para obtener el acabado final del cuero en donde se lustra y texturiza el producto final.

Medido: Finalmente, se mide los productos terminados teniendo como medida el “pie cuadrado”. Se registran los la producción y se almacena.

Figura 1

D.O.P. del proceso productivo de cuero Nobuck

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
Empresa curtidora trujillana	Ciudad: Trujillo
Producto: Cuero Nobuck	Fecha: 22/03/2021
Analista: Luis Guevara Córdova	



Nota: Los datos mostrados en DOP hacen referencia a un (1) lote que equivale a ciento ochenta y cinco (185 pieles

RESUMEN		
DETALLE	CANTIDAD	TIEMPO (min)
OPERACIÓN	15	4820
INSPECCIÓN	1	720
OPERACIÓN- INSPECCIÓN	3	705
TOTAL	19	6245

Fuente: Empresa curtidora, 2020

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La recolección de datos se refiere al enfoque sistemático de reunir y medir información de diversas fuentes, con la finalidad de obtener una visión completa y precisa. Para la recolección de datos en una investigación científica se procede por la observación, por encuestas o entrevistas a los sujetos de estudio y por experimentación (Torres y Paz, s.f).

Técnica

Una encuesta es técnica que recopila información y sigue un procedimiento de análisis, lo que la convierte en un método y acepta diferentes diseños de investigación.

Según Alvira F. (2011), la función de la encuesta es acercar el objeto de investigación a la realidad. De esta forma, podrás conocer creencias, sentimientos, comportamientos, etc. La encuesta se puede definir como una técnica primaria de obtención de información sobre la base de un conjunto objetivo, coherente y

articulado de preguntas, que garantiza que la información proporcionada por una muestra pueda ser analizada mediante métodos cuantitativos y los resultados sean extrapolables con determinados errores y confianzas a una población.

Por otro lado, según Torres M. y Paz K., (s.f), una encuesta constituye un término medio entre la observación y la experimentación. Asimismo, afirman que la encuesta es un método descriptivo con el que se pueden detectar ideas, necesidades, preferencias, hábitos de uso, etc. La encuesta se auxilia del cuestionario y la entrevista. Por su lado la entrevista puede ser: entrevista personal, entrevista por teléfono, cuestionarios auto aplicados o por correo, observación directa y vía electrónica.

Instrumento

La herramienta que utiliza la técnica de la Encuesta es el Cuestionario, el cual puede ser un formato que contenga preguntas específicas de lo que se quiere analizar. Según Aburto (2005), debe construirse después de que se haya planteado la pregunta de investigación y se hayan aclarado sus objetivos. En funcionamiento, se recomienda diseñar una matriz de análisis con variables, la dimensión desde el inicio del problema.

Por lo tanto, para determinar la situación actual de la empresa agroindustrial en estudio, en lo que se refiere a horas de trabajo, costos de mano de obra, número de trabajadores, tiempos de ciclo y proceso de cosecha, se efectuará una entrevista al jefe de fundo, con la finalidad de recabar la información necesaria, asimismo, se utilizará la técnica de observación directa, con la finalidad de reunir información sobre la realidad problemática.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos
Entrevista Observación de campo	Formato de entrevista Apuntes y filmación de proceso

2.4. Métodos

2.4.1. Diagnóstico de la realidad actual

En el proceso productivo de cuero en la empresa curtidora en estudio, intervienen 41 colaboradores de manera directa e indirecta. Más de la mitad de los colaboradores tienen relación directa con el área de Producción, por lo que el factor humano está presente durante el proceso productivo. Los procesos son semiautomáticos, intervienen horas hombre y horas máquina, por lo que depende de la capacidad y destreza del operario y el rendimiento de las maquinarias.

Durante el análisis al proceso productivo de cuero Nobuck se encontraron causas raíces que engloban 3 problemas concisos: Paradas de la máquina Botal, Tiempos muertos en el proceso de Rebajado y La línea de producción de cuero Nobuck no cumple con la demanda.

A continuación, en la Tabla 2 se detallan las causas raíces que generan los problemas mencionados.

Tabla 2

Situación actual de la curtiembre en estudio

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	PROBLEMA
CR-01	Elevados fallos en los Botal	P1 Paradas de la máquina Botal
CR-02	Desgaste de fajas	
CR-03	Colaboradores con tiempo ocioso	P2 Tiempos muertos en el proceso de Rebajado
CR-04	Falta personal capacitado	
CR-05	No hay estandarización de tiempos	
CR-06	Falta control e inspección del material procesado	

CR-07	Baja eficiencia del proceso de producción	P3	La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda
CR-08	Mermas en el proceso productivo		

Fuente: Empresa curtidora, 2020

Descripción de las causas raíces

CR-01: La primera causa raíz indica que los fallos en la máquina Botal son superiores en comparación con los registrados en otras máquinas, lo que se refleja en la disponibilidad de esta.

CR-02: Se detectó que una de las causas raíces que genera el problema de paradas de la máquina Botal es el desgaste de fajas por lo que suele recurrir a un mantenimiento correctivo y llegando muchas veces a la falla del equipo.

CR-03: Se identificó personal con tiempo ocioso, lo que ocasionaría un costo de oportunidad por el tiempo no utilizado para producir.

CR-04: La falta de personal capacitado limita a la efectividad de las labores de este personal, contribuyendo también a tiempos muertos por su poca eficiencia.

CR-05: Esta causa raíz surge por la poca efectividad de las actividades realizadas por los operarios en el proceso de Rebajado. Los tiempos que emplean para realizar dichas actividades son variables en altos y bajos.

CR-06: Una causa raíz por la que se generan los tiempos muertos es el reproceso; esto se debe a que el control y la inspección del material procesado es ausente.

CR-07: Esta causa da como resultado que no se cuenta con la producción esperada al final del día y está relacionado la capacidad productiva de la línea de producción. La producción real está por debajo del 90% de la programada.

CR-08: Se registró en el año 2020 una merma aproximada del 8% por cada orden de producción, incurriendo en costos de oportunidad por este producto terminado no rentabilizado.

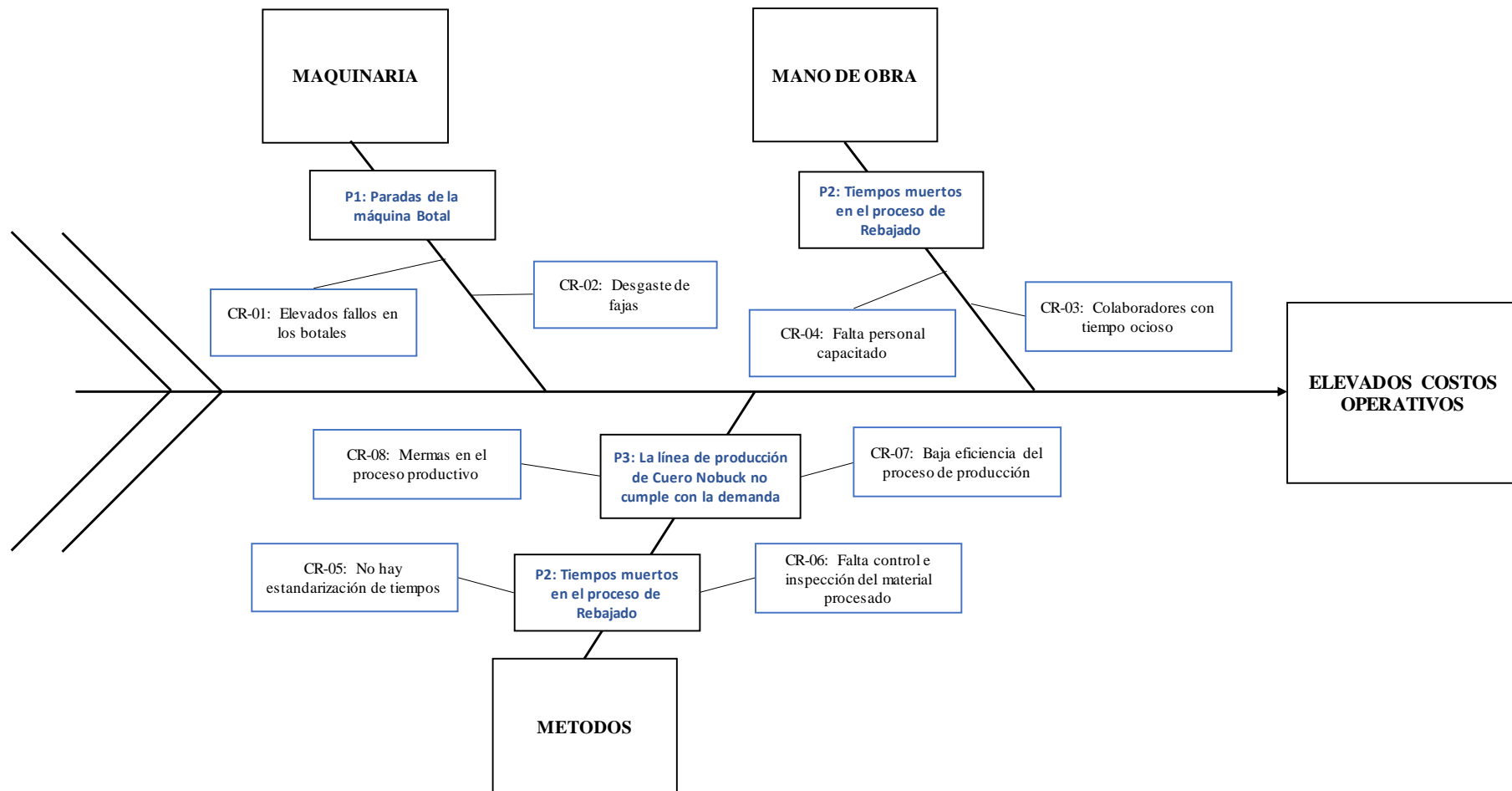
Diagrama de Ishikawa

En un primer análisis y para facilitar la identificación de las causas raíces se diseñó el diagrama de Ishikawa, en donde se puede apreciar de forma didáctica como se desglosa lo encontrado: Elevados fallos en los Batales, Desgaste de fajas

Colaboradores con tiempo ocioso, Falta personal capacitado, No hay estandarización de tiempos, Falta control e inspección del material procesado, Baja eficiencia del proceso de producción y Mermas en el proceso productivo. En la Figura 2 se presenta el Diagrama de Ishikawa donde de manera gráfica se identifica las causas raíces.

Figura 2

Diagrama de Ishikawa de la curtiembre en estudio



Fuente: Empresa curtidora, 2020

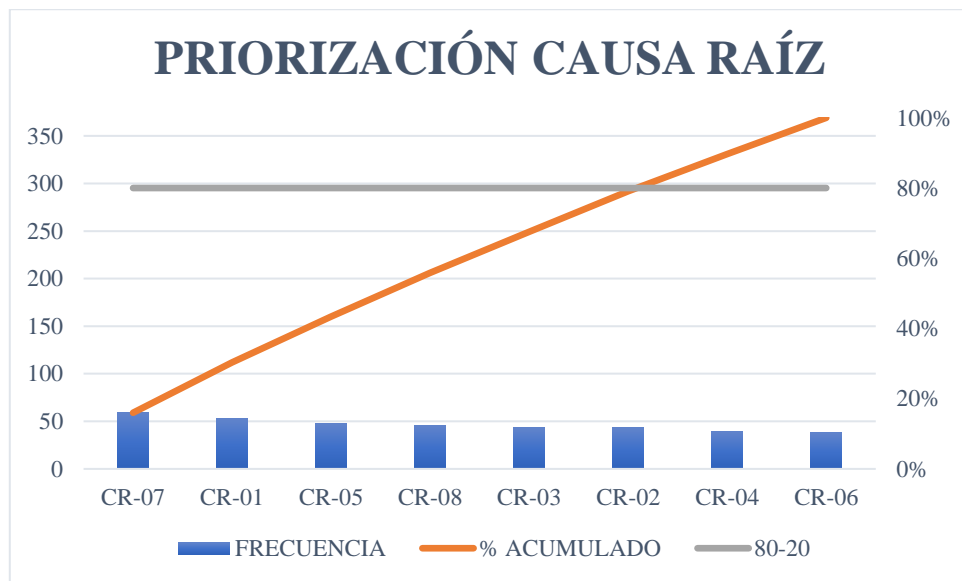
Diagrama de Pareto

Se realizó la priorización de las causas raíces encontradas en la curtiembre mediante una Matriz de Priorización en donde se establecen tres niveles: Alto, Regular y Bajo; con una clasificación o ponderación: 3; 2 y 1, respectivamente. El formato se aplicó a los colaboradores de la empresa entre las áreas de Gerencia, Producción y Calidad (ver Anexo 01)

Luego de reconocer las causas raíces (Tabla 2) mediante la ayuda gráfica del Diagrama de Ishikawa (Figura 2) y la priorización de estas, se procede a realizar el Diagrama de Pareto. La finalidad de esta herramienta es abarcar las causas raíces que conforman el 80% de los problemas encontrados en el análisis integral previo.

Figura 3

Diagrama de Pareto de las causas raíces de la curtiembre



Fuente: Empresa curtidora, 2020

2.4.2. Matriz de indicadores

Se encontró que las causas raíces: CR-07, CR-01, CR-05, CR-08, CR-03 y CR-2 son las más críticas y en las que se debe implementar la mejora. Estas causas raíces tienen relación directa con el problema general.

A continuación, se detalla en la Tabla 3 los indicadores para cada problema

Tabla 3

Matriz de indicadores

Problema	Causa raíz	Indicador	Fórmula	Pérdida
Paradas de la máquina Botal	CR-01 Elevados fallos en los Botales	OEE	$Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$	S/ 220,362.23
	CR-02 Desgaste de fajas			
Tiempos muertos en el proceso de Rebajado	CR-03 Colaboradores con tiempo ocioso	Porcentaje de tiempos muertos en el proceso de Rebajado	$\left(\frac{Total\ de\ tiempos\ muertos}{Total\ de\ tiempo\ disponible}\right) \times 100\%$	S/ 555,9670.12
	CR-05 No hay estandarización de tiempos			
La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda	CR-07 Baja eficiencia del proceso de producción	Eficiencia	$\left(\frac{Producción\ real}{Capacidad\ productiva}\right) \times 100$	S/ 263,152.84
	CR-08 Mermas en el proceso productivo			

Problema	Causa raíz	V. Actual	V. Meta	V. Simulado	Beneficio	Herramienta de mejora
Paradas de la máquina Botal	CR-01 Elevados fallos en los Botales	69.99%	100%	95.00%	S/ 220,362.23	Plan de mantenimiento preventivo
	CR-02 Desgaste de fajas					
Tiempos muertos en el proceso de Rebajado	CR-03 Colaboradores con tiempo ocioso	8.52%	0%	0%	S/ 555,9670.12	Estudio de tiempos
	CR-05 No hay estandarización de tiempos					
La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda	CR-07 Baja eficiencia del proceso de producción	72.93%	100%	100%	S/ 263,152.84	Balance de línea
	CR-08 Mermas en el proceso productivo					

Fuente: Empresa curtidora, 2020

2.5. Procedimiento

Se diagramó el Esquema de la propuesta (ver Anexo 26), en donde se identificaron los problemas y las causas raíces que los generan con una pérdida acumulada mensual de S/100 738.76. Se muestra una herramienta de mejora por cada problema y la inversión que se requiere para aplicarlas con un monto total de S/157 785.00. Finalmente, se muestra la reducción por cada pérdida con un Beneficio total de S/86 623.51 al mes y los valores de los indicadores económicos que sustentan la viabilidad de la propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

2.5.1. Costeo de problemas

Se detalla los cálculos específicos por cada problema encontrados en el análisis integral del área de Producción.

En el primer problema, *Paradas de la máquina Botal*, los costos asociados son generados por los elevados fallos en los botales y al contante desgaste de fajas (ver Anexo 2).

En la Tabla 4, se detalla los distintos fallos en la máquina y en la Tabla 5 el Costo de Oportunidad ocasionado por el tiempo no utilizado por las horas-máquina detenidas.

Tabla 4

Costos por fallos en la máquina Botal

Detalle de falla	Mano de obra		Consumo eléctrico		Mantenimiento correctivo	
Desgaste de fajas	S/	183.27	S/	66.29	S/	500.50
Rotura de pernos de la tapa	S/	84.93	S/	30.72	S/	30.00
Fallas en el motor eléctrico	S/	80.46	S/	29.10	S/	335.42
Rodamientos	S/	49.17	S/	17.79	S/	33.92
Fallas en el piñón	S/	75.99	S/	27.49	S/	205.83
Ventilador	S/	67.05	S/	24.25	S/	94.50
Fuga de reactivos	S/	80.46	S/	29.10	S/	76.00

Costo mensual

S/ 2,122.24

Fuente: Empresa curtidora, 2020

Tabla 5

Lucro cesante del tiempo detenido

Costo de oportunidad		
Costo de pie ²	S/	11.40
Producción (pieles/hora)		7
Tiempos muertos al mes (horas)		11.58
Déficit de producción (pieles)		81.08
Déficit de producción (pie ²)		1783.83
<i>Costo anual</i>	S/	244,028.40
<i>Costo mensual</i>	S/	20,335.70

Fuente: Empresa curtidora, 2020

En la Tabla 6 se visualiza el resumen de los tipos de costos generados por el problema Paradas de la máquina Botal.

Tabla 6

Costos del problema Paradas de la máquina Botal

Detalle		Monto
Mano de obra	S/	621.33
Consumo energético	S/	224.74
Mantenimiento correctivo	S/	1,276.17
C.O. por Tiempos muertos en M.O.	S/	20,335.70
<i>Total al mes</i>	S/	22,457.94

Fuente: Empresa curtidora, 2020

C.O.: Costo de oportunidad

Para el segundo problema, *Tiempos muertos en el proceso de Rebajado*, los costos acumulados son generados por el tiempo ocioso de varios colaboradores, además del excedente de tiempo que le toma al operador para realizar el proceso de Rebajado (ver Anexo 3).

Los costos asociados al problema se basan en el Costo de Oportunidad que se genera por las causas mencionadas. En la Tabla 7 se visualiza el C.O. generado por

el tiempo ocioso de los colaboradores y en la Tabla 8 el C.O. por el déficit del

proceso de Rebajado.

Tabla 7

Costo de oportunidad por tiempo ocioso

Costo de oportunidad		
Costo de pie ²	S/	11.47
Producción (pieles/hora)		7
Tiempos muertos al mes (horas)		4.92
Déficit de producción (pieles)		34.42
Déficit de producción (pie ²)		757.17
<i>Costo anual</i>	S/	104,216.42
<i>Costo mensual</i>	S/	8,684.70

Fuente: Empresa curtidora, 2020

Tabla 8

Costo de oportunidad por falta de estandarización de tiempos

Costo de oportunidad		
Costo de pie ²	S/	11.47
Producción (pieles/hora)		7
Tiempos muertos al mes (horas)		21.68
Déficit de producción (pieles)		151.76
Déficit de producción (pie ²)		3338.72
<i>Costo anual</i>	S/	459,541.42
<i>Costo mensual</i>	S/	38,295.12

Fuente: Empresa curtidora, 2020

En la Tabla 9 se visualiza el resumen de los tipos de costos generados por el problema Tiempos muertos en el proceso de Rebajado.

Tabla 9

Costos del problema Tiempos muertos en el proceso de Rebajado

Detalle	Monto	
Costo de M.O.	S/	35.76
C.O. Mano de obra	S/	8,684.70
C.O. Rebajado	S/	38,295.12
<i>Total al año</i>	S/	564,187.01
<i>Total al mes</i>	S/	47,015.58

Fuente: Empresa curtidora, 2020

C.O.: Costo de oportunidad

El último problema, *La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda*, se genera por los costos de la baja eficiencia del proceso productivo y las mermas generadas en el mismo proceso productivo (ver Anexo 4). En el Anexo adjunto también se visualiza la eficiencia promedio al mes de la línea productiva y el lucro cesante por el costo de oportunidad en cada mes ya que se tiene como premisa de la empresa que se realiza un descuento del 10% del precio de venta cuando no se logra entregar en el tiempo establecido la orden de pedido.

La Tabla 10 resume los tipos de costos generados por el problema la línea de producción de cuero Nobuck no cumple con la demanda en donde el Costo de Oportunidad es la premisa de los detalles.

Tabla 10

Costos del problema la línea de producción de cuero Nobuck no cumple con la demanda

Detalle		Penalidad
C.O. por descuento	S/	16,042.54
C.O. por merma	S/	15,222.69
<i>Total al año</i>	<i>S/</i>	<i>375,182.84</i>
<i>Total al mes</i>	<i>S/</i>	<i>31,265.24</i>

Fuente: Empresa curtidora, 2020
C.O.: Costo de oportunidad

2.5.2. Herramientas de mejora

Se asignó herramientas de mejora por cada problema (Tabla 11), además de otras herramientas auxiliares considerando que no solo las indicadas serán necesarias para suplir la propuesta de aplicación, ya que durante el desarrollo se debe aprovisionar de información que son generadas por estas (herramientas auxiliares). El objetivo es que las herramientas sean complementarias para llevar a cabo un diseño de ingeniería que permita mejorar los indicadores asignados. Asimismo, se consideró un Cronograma de actividades para la ejecución ordenada de cada actividad que contempla las herramientas de mejora (ver Anexo 25).

Tabla 11

Herramientas asignadas según el problema identificado

Problema	Herramienta
Paradas de la máquina Botal	Plan de mantenimiento preventivo
Tiempos muertos en el proceso de Rebajado	Estudio de tiempos
La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda	Balance de línea

Fuente: Empresa curtidora, 2021

El diseño de las herramientas de mejora debe seguir una estructura y consecución de procedimientos los cuales fueron representados haciendo uso de un flujograma (ver Anexo 5) en donde se logra visualizar la secuencia de actividades que sigue el diseño de ingeniería para su desarrollo finalizando en una sugerencia de implementación.

A continuación, se detalla la metodología seguida para el desarrollo de las herramientas de mejora por cada problema:

Paradas de la máquina Botal – Plan de mantenimiento preventivo

El diseño de esta herramienta empieza por el registro del inventario de la maquinaria que cuenta la empresa y la codificación asignada cada máquina (ver Anexo 6).

Posteriormente se dio detalle de los Reportes de Fallos (ver Anexo 07), en donde se da cuenta de la cantidad de paros registrados y número de fallas durante el año 2020. Estos datos son necesarios para realizar el análisis de disponibilidad de la cada máquina de la empresa y posteriormente su evaluación.

Se realizó el Análisis de Criticidad de la maquinaria del área de producción (ver Anexo 8), el cual se tuvo en consideración ciertos criterios para su clasificación.

A partir de este análisis se puede identificar si existe una oportunidad de mejora con las máquinas con Criticidad tipo A. Ver Tabla 12.

Tabla 12

Criticidad de la maquinaria

Máquina	Criticidad
Botal	A
Descarnadora	B
Divididora	C
Escurreidora	B
Rebajadora	B
Secadora al vacío	C
Lijadora	C
Pulidora	C

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Seguido, se elaboró los formatos de Ficha Técnica del Botal, Orden de Trabajo y Hoja de Inspección. Ver Anexo 9

Al tener identificados los problemas del Botal, se realizó el Análisis RCM basado en la confiabilidad de la máquina Botal (ver Anexo 10). Este análisis centra los problemas de una máquina en específico y evalúa los fallos, modos y efectos del acontecimiento.

En la Figura 4, se resume lo recogido del Análisis RCM.

Figura 4

Análisis RCM

HOJA DE INFORMACIÓN

Equipo: Botal Tipo 1

FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL ¿Pérdida de función?	MODO DE FALLA ¿Qué causa la falla?	EFECTO DE LA FALLA ¿Qué ocurre cuando falla?	FRECUENCIA DE LA FALLA Anual
A. Eliminar la sangre, suciedad	Incapaz de eliminar la sangre y suciedad	1. Falla en el motor	El motor se detiene y para la producción	8
		2. Rotura de tubería	Fugas de agua	2
	Mala eliminación de sangre y suciedad	3. Deterioro de los cilindros	Riesgo de caída de las pieles	3
B. Eliminar la epidermis y pelos	Incapaz de eliminar epidermis y pelos	4. Desgaste de las bobinas	Fallas en el sistema	3
		5. Falla de las válvulas	Fugas de agua	9
	Mala eliminación de epidermis y pelos	6. Mala regulación del sensor	El sistema no detecta la posición de la materia prima	1
C. Aflojar la estructura de las fibras de colágeno	Incapaz de aflojar la estructura de las fibras de colágeno	7. Fallas en el sistema hidráulico	Materia prima defectuosa	3
		8. Desgaste de los cojinetes	Fallas en el sistema	5
	Afloxamiento defectuoso de la estructura de las fibras de colágeno	9. Obstrucción de tubería	Fugas del sistema	3

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Luego de determinar cómo afectan los fallos en la confiabilidad de la máquina Botal, se procede a elaborar un Análisis de Modo y Falla (ver Anexo 11), en donde se sugiere las acciones correctivas para cada modo de falla encontrado.

Se continuó elaborando los instructivos de trabajo de la máquina Botal luego de haber recogido los datos de AMEF. (Ver Anexo 12). Estos procedimientos permitirán orientar a los trabajadores, luego de ser capacitados, elaborar las tareas de Mantenimiento Preventivo asignadas.

Finalmente, se elaboró el Plan de Mantenimiento Preventivo de la máquina Botal (ver Anexo 13). Dentro de este plan, se considera el Programa de Capacitación (ver Anexo 14), el cual consta de cinco temas de mantenimiento cuidadosamente analizadas.






Se evaluará la fiabilidad del Programa de Capacitación con la Hoja de Inspección de la máquina Botal (ver Anexo 15).

Tiempos muertos en el proceso de Rebajado – Estudio de tiempos

El diseño de esta herramienta abarca el proceso de Rebajado, para el cual se debe de hacer un Registro del Trabajo y apoyarse de las actividades que se realizan en dicho proceso, representado en la Figura 5.

Figura 5

Diagrama de análisis de procesos del proceso de Rebajado

Fecha:		1/04/2021			CUADRO RESUMEN				
Actividad:		PROCESO DE REBAJADO			Evento	Actual	Propuesto		
Ubicación:		PARQUE INDUSTRIAL			Operación	3			
Operador / Analista:		LUIS GUEVARA CÓRDOVA			Transporte	0			
Método y Tipo					Combinada	4			
Método:		Presente	Propuesto		Inspección	0			
Tipo:		Trabajador	Material	Máquina	Almacenamiento	0			
Comentario:		Para un lote de 185 pieles			Tiempo x manta	3.08			
					Tiempo x lote	570.06			
ETAPA	DESCRIPCIÓN	 Operación	 Transporte	 Inspección	 Opera/Inspec	 Almacenaje	Tiempo x manta (min)	Tiempo x lote (min)	Observaciones
CURTIDO	Selección y posicionamiento de manta				●		0.39	72.71	
	Ingreso de manta a la máquina rebajadora	●					0.53	97.15	
	Recepción de manta	●					0.30	55.35	
	Recorte de imperfecciones				●		1.12	207.20	
	Separación de mermas				●		0.39	72.15	
	Comprobación de grosor utilizando calibre				●		0.30	55.50	
	Apilado de lados	●					0.05	10	

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Se determinó el tamaño de la muestra según la metodología de Estudio de Tiempos (ver Anexo 16), para ello se recolectó un registro de Actividades e Inactividades del proceso (ver Anexo 17), seguido de una Muestra Piloto de 30 observaciones (ver Anexo 18).

El registro de trabajo obtenido tras las observaciones dio lugar al Diagrama de Análisis de Procesos (ver Anexo 19) y Diagrama de Operación de Procesos (ver Figura 1).

Se logró identificar las oportunidades de mejora, para lo cual se desarrolló la herramienta SMED (ver Anexo 20). La finalidad de la aplicación de esta herramienta fue cambiar de categoría las actividades “INTERNAS” a actividades “EXTERNAS”; ello significa que las actividades modificadas a “EXTERNAS” son aquellas que pueden elaborarse cuando la máquina está en funcionamiento o realizar simultáneamente dos actividades o más.

Con la información obtenida se ingresó los datos al Estudio de Tiempo para el proceso de Rebajado por lo que se elaboró 109 observaciones adicionales (ver Anexo 21). El resumen de los tiempos estándares por actividad del proceso de Rebajado se presentan en la Figura 6.

Figura 6

Resumen de tiempos estándares por actividad del proceso de Rebajado

TO total	20.91	27.94	15.92	63.77	30.62	23.79	12.63
Calificación	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
TN total	21.71	29.01	16.53	66.22	31.80	24.71	13.11
Núm. de observ.	109	109	109	109	109	109	109
TN promedio	0.18	0.24	0.14	0.55	0.26	0.20	0.11
% de suplementos	19%	19%	19%	19%	19%	19%	19%
Tiempo est. Elem.	0.39	0.53	0.30	1.20	0.58	0.45	0.24
Tiempo estándar	3.68						

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Finalmente, se obtuvieron un Nuevo DAP y un Nuevo DOP (ver Anexo 22 y Anexo 23)

La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda –

Balace de línea

Luego de haber obtenido la información del Nuevo DOP, se diseñó el Balance de Línea (ver Anexo 24), con la finalidad de calcular la cantidad de maquinarias requeridas para la línea de producción de cuero Nobuck.

Para balancear la línea productiva de Cuero Nobuck en la empresa, se identificó el proceso de producción y se tomaron los tiempos de cada operación por piel. Los tiempos son referentes a una unidad de producto terminado (cuero).

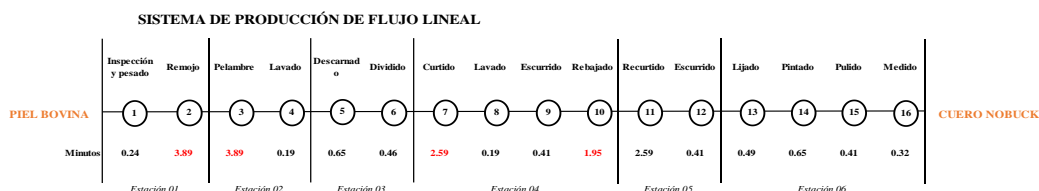
Se logró identificar 6 estaciones de trabajo obteniendo un cuello de botella de 3.89 minutos por unidad concerniente a la operación del Remojo y Pelambre, ubicada en primera y segunda estación de la línea de producción.

En la Figura 7 se aprecia la distribución actual de la línea de producción por estación de trabajo y en la Figura 8 la sugerencia de modificación según el análisis.

Figura 7

Estado actual de la distribución del trabajo

BALANCE DE LÍNEA

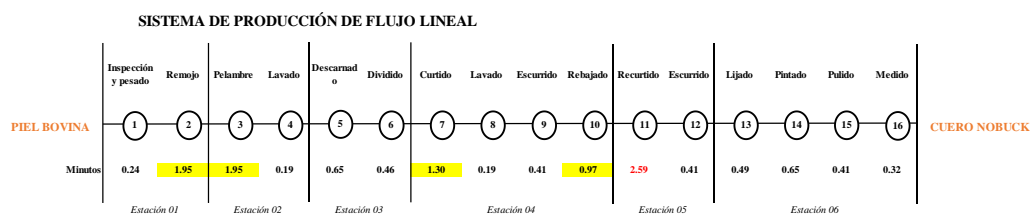


Fuente: Empresa curtidora, 2021

Figura 8

Sugerencia de modificación tras oportunidad de mejora

BALANCE DE LÍNEA



Fuente: Empresa curtidora, 2021

Se analizó y representó la gráfica por estaciones; también se requiere de la demanda para el próximo año generada por una regresión lineal. La Tabla 13 muestra el pronóstico de demanda para el próximo periodo de 1 año.

Tabla 13

Pronóstico para el año 2022

MES	PERIODO	PRONÓSTICO
Enero	1	4683
Febrero	2	4687
Marzo	3	4701
Abril	4	4722
Mayo	5	4731
Junio	6	4773
Julio	7	4795
Agosto	8	4828
Septiembre	9	4855
Octubre	10	4858
Noviembre	11	5069
Diciembre	12	5117

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Note: Pronóstico generado por el método de Regresión lineal

Para el cálculo de la Productividad actual de la línea de producción instalada en la planta, se toma como tiempo de ciclo al mayor tiempo empleado de todas las operaciones, ya que ese tiempo limita la salida de productos y el ritmo a la que la línea produce.

La Figura 9 muestra la Productividad de la línea y la Eficiencia de la red.

Figura 9

Productividad y Eficiencia de red de la línea de producción

Cuello de botella

3.89 min/ud

Producción

$$P = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{ciclo de producción}} \quad P = \frac{700.68 \text{ min/día}}{3.89 \text{ min/unidad}} \quad P = \frac{181 \text{ unidad/día}}{4344 \text{ unidad/mes}}$$

Eficiencia de la red

$$E = \frac{\sum(\text{tiempos de operación})}{N^{\circ} \text{ de estaciones} * \text{cuello de botella}} \quad E = \frac{19.32}{23.35} \quad E = 82.75\%$$

Fuente: Empresa curtidora, 2021

Finalmente se calculó el número de máquinas necesarias por cada estación de trabajo para la capacidad de producción necesaria para cumplir con la demanda. Ver Figura 10.

Figura 10

Número de máquinas adicionales necesarias

CÁLCULO DE NÚMERO DE MÁQUINAS

$$N^{\circ} \text{ máq} = \frac{\text{Tiempo actual}}{\text{Ciclo requerido}}$$

$n1 = \frac{4.14 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 2$	$n4 = \frac{5.14 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 2$
$n2 = \frac{4.08 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 2$	$n5 = \frac{3.00 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 1$
$n3 = \frac{1.11 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 1$	$n6 = \frac{1.86 \text{ min/unidad}}{3.6 \text{ min/unidad}} \quad 1$

Fuente: Empresa curtidora, 2021

2.5.3. Evaluación económica

La evaluación económica contempla la inversión de la propuesta, el horizonte de evaluación y el flujo de caja de inversión.

La inversión económica se planificó por los conceptos de: horas de capacitación, horas de implementación y artículos de oficina (útiles). El costo por hora establecido es de S/15.00.

En las Tablas 14, 15 y 16 se detallan los costos de inversión requeridos por cada herramienta de mejora y la Causa raíz asignada.

Para la CR-01 y CR-02, se empleó la herramienta Plan de mantenimiento preventivo, por lo que se presupuesta una capacitación de 4 horas iniciales y 96 horas de implementación, además de útiles de escritorios.

Tabla 14

Costos de inversión de la herramienta Plan de mantenimiento preventivo

Detalle	Personal	Horas	Costo
Capacitación	1	4	S/ 60.00
Implementación	1	96	S/ 1 440.00
Útiles			S/ 35.00
<i>Costo total de implementación</i>			<i>S/ 1,535.00</i>

Para la CR-03 y CR-5, se empleó la herramienta Estudio de tiempos + SMED, por lo que se presupuesta horas de capacitación inicial y de acompañamiento, además de horas de implementación, dando un total de 180 horas.

Tabla 15

Costos de inversión de la herramienta Estudio de tiempos

Detalle	Personal	Horas	Costo
Capacitación	1	108	S/1,620.00
Implementación	1	72	S/1,080.00
Útiles			S/120.00
<i>Costo total de implementación</i>			<i>S/2,820.00</i>

Por último, para la CR-07 y CR-08 se asignó el desarrollo de la herramienta Balance de línea, la cual requiere de un total de 84 horas entre capacitación e implementación, además de un costo de útiles de escritorio.

Tabla 16

Costos de inversión de la herramienta Balance de línea

Detalle	Personal	Horas	Costo
Capacitación	1	48	S/720.00
Implementación	1	36	S/540.00
Útiles			S/70.00
<i>Costo total de implementación</i>			<i>S/1,330.00</i>

Asimismo, tras la interpretación del desarrollo de las herramientas, se requiere la adquisición de maquinaria adicional y el servicio de personal para el control y supervisión de la mejora de la mejora. La Figura 11 muestra el presupuesto adicional calculado.

Figura 11

Presupuesto de personal y maquinaria

Requerimiento de personal

Contratación	CANT	Remuneración (S/ /Mes)
Técnico de mantenimiento	2	1,500.00
Practicante de Ing. Industrial	1	450.00
TOTAL (S/./MES)		3,450.00
TOTAL (S/./AÑO)		41,400.00

Adquisición de maquinaria

Compra	CANT	Costo (S/.)
Botal	3	86,100.00
Rebajadora	1	24,600.00
COMPRA TOTAL (S/)		110,700.00

Fuente: Empresa curtidora, 2021

La Figura 12 muestra el resumen de inversión para el proyecto de mejora.

Figura 12

Resumen de inversión del proyecto de mejora

RESUMEN DE INVERSIONES

Herramienta	Problema	CR-X	TOTAL (S/./AÑO)
Plan de mantenimiento preventivo	P1	CR-01; CR-02	S/ 1,535.00
Estudio de tiempos	P2	CR-03; CR-05	S/ 2,820.00
Balance de línea	P3	CR-07; CR-08	S/ 1,330.00
Personal	P1,P2	CR-01; CR-02; CR-03; CR-05	S/ 41,400.00
Maquinaria	P3	CR-07; CR-08	S/ 110,700.00
TOTAL (S/.)			S/ 157,785.00

Fuente: Empresa curtidora, 2021

El horizonte de evaluación tomado en cuenta para esta propuesta tiene una proyección de 12 meses. Los factores en consideración para la elección de este periodo de tiempo son:

- Las características técnicas de las herramientas por la sostenibilidad y tecnología: la empresa vive un entorno transitorio en donde el rubro y la demanda exigen cambios e implementación de nuevas tecnologías, por lo que la metodología aplicada en este trabajo es el inicio de una mejora continua de procesos.

- El presupuesto económico asignado relativamente corto: no supera el 6% de los costos mensuales generados por los problemas en la empresa.
- Las fases de ejecución y funcionamiento: la fase de ejecución contempla la recolección de información de estudios previos y la preparación de la empresa hacia la mejora continua; por otro lado, la fase de funcionamiento abarca el tiempo donde la empresa genera beneficios debido a la implementación de las herramientas de mejora.

En la Tabla 17 se aprecia la cantidad de periodos en meses que le tomaría a la empresa la implementación de las herramientas y el número de periodo donde se ubica la fase de ejecución y la fase de funcionamiento

Tabla 17

Horizonte de evaluación

Detalle	Fase de ejecución	Fase de funcionamiento
Nro. Periodo	0	1 al 12
Cantidad de periodos	1 mes	12 meses

El flujo de caja de inversión se realizó para evaluar el proyecto de mejora mediante 3 indicadores: VAN, TIR y B/C. En la Figura 13 se puede observar a detalle la organización del presupuesto (Egreso) y la rentabilidad mensual por mejorar las pérdidas actuales (Beneficio). El TMAR asignado para el proyecto es del 28% anual. Esta tasa fue recalculada a interés mensual ya que el análisis de inversión del flujo de caja está en periodos mensuales; el nuevo TMAR calculado es 2.08% al mes.

Figura 13
Evaluación económica

EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento Preventivo													
Implementación	S/1,535.00												
Técnico de mantenimiento (2)		S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00
Estudio de Tiempos													
Implementación	S/2,820.00												
Practicante de Ing. Industrial (1)		S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00
Balance de Línea													
Implementación	S/1,330.00												
Botal (3)	S/86,100.00												
Rebajadora	S/24,600.00												
TOTAL DE EGRESOS	S/116,385.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00
BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento Preventivo		S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04
Estudio de Tiempos		S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86
Balance de línea		S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32
TOTAL DE BENEFICIOS	S/0.00	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22
FLUJO DE CAJA	-S/116,385.00	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22

Fuente: Empresa curtidora, 2021

La Tabla 18 muestra los valores de los indicadores económicos del flujo de caja.

Tabla 18

Indicadores económicos del proyecto

Indicador	Valor
VAN	S/ 895 717.81
TIR	82.57%
B/C	S/ 6.87

Fuente: Evaluación económica (Anexo 27)

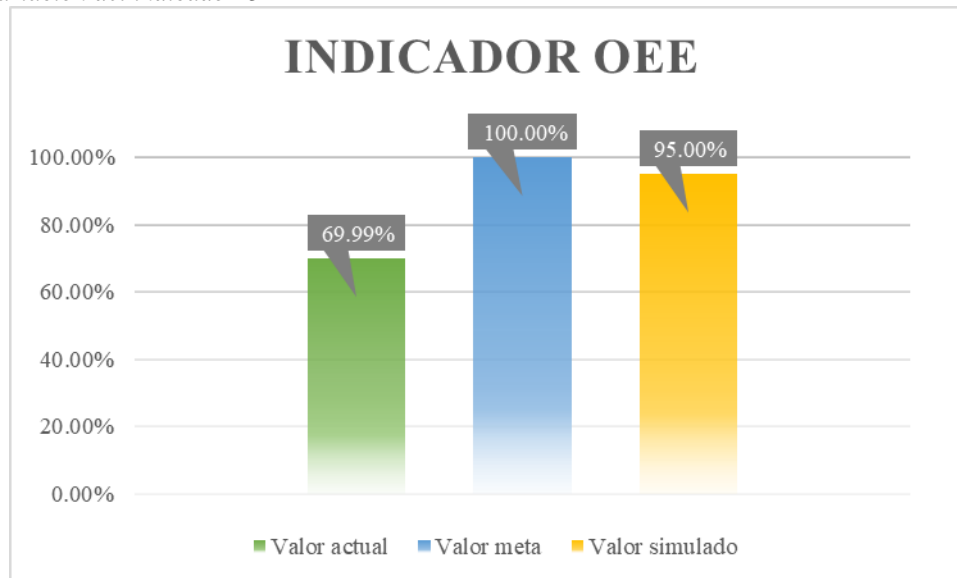
CAPÍTULO 3. RESULTADOS

La propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing arrojó como resultado la variación de los indicadores formulados para cada herramienta de mejora (ver Tabla 3).

Según cada herramienta, se detalla los resultados obtenidos en 3 etapas: Valor actual (situación de la empresa antes de la mejora), Valor meta (situación ideal especulativa tras la implementación de mejora) y Valor simulado (situación simulada tras la implementación de mejora)

Para el problema *Paradas de la máquina Botal*, utilizando la herramienta Plan de mantenimiento preventivo con el indicador OEE, se obtuvo una mejora del 25.01% respecto a la situación actual de la empresa. Ver Figura 14

Figura 14
Variación del indicador OEE



Fuente: Anexo 28

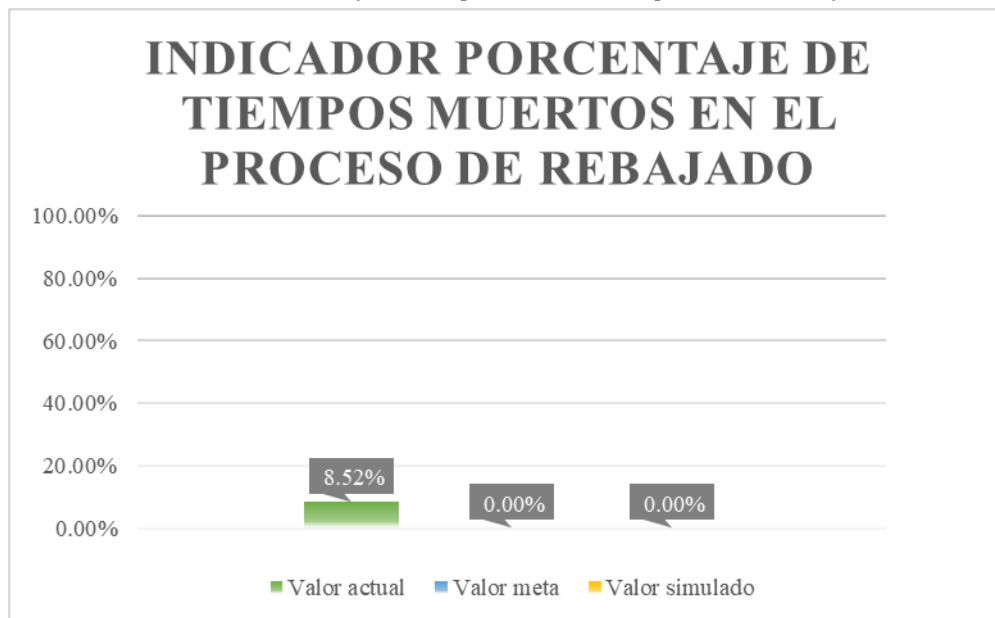
Tras la aplicación de la herramienta Plan de mantenimiento preventivo, el indicador OEE mejoró. La disponibilidad de la máquina Botal aumentó, llegando al

100%, debido a que ya no se realizarán mantenimientos correctivos por fallas inesperadas.

Para el problema *Tiempos muertos en el proceso de rebajado*, utilizando la herramienta Estudio de tiempos con el indicador Porcentaje de tiempos muertos en el proceso de Rebajado, se obtuvo una mejora del 100% respecto a la situación actual de la empresa, eliminando el tiempo muerto del proceso productivo. Ver Figura 15

Figura 15

Variación del indicador Porcentaje de tiempos muertos en el proceso de Rebajado



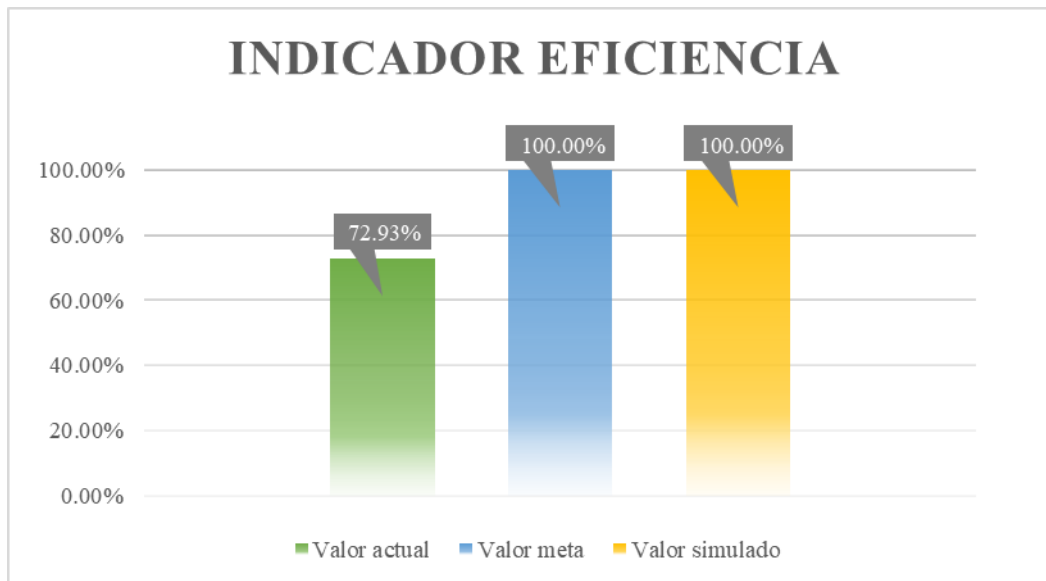
Fuente: Anexo 17 y 28

Tras la aplicación de la herramienta Estudio de tiempos, se establecieron tiempos estándares para las actividades que se realizan dentro del proceso de Rebajado. Además, se presentó una reducción del tiempo del proceso de Rebajado del 36.84%: de 570 minutos a 360 minutos (ver Anexo 23). Aplicando la herramienta SMED como parte de la mejora de Estudio de tiempos, se obtuvo una reducción de las actividades improductivas del 57.14% (ver Anexo 20).

Para el problema *La línea de producción de cuero Nobuck no cumple con la demanda*, utilizando la herramienta Balance de línea con el indicador Eficiencia, se obtuvo una mejora del 27.07% respecto a la situación actual de la empresa. Ver Figura 16

Figura 16

Variación del indicador Eficiencia de red



Fuente: Anexo 24 y 30

Tras la aplicación de la herramienta Balance de línea, se redujo el cuello de botella de la línea productiva cuero Nobuck: de 3.89 min/und a 2.59 min/und (ver Anexo 17 y 28). La producción simulada por la herramienta mejoró más del 200%: pasó de producir 132 und/día a 273 und/día (ver Anexo 17 y 28).

CAPÍTULO 4.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se acepta la hipótesis inicial del proyecto que establece que la propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing reduce los costos en una curtiembre en la ciudad de Trujillo.

Los resultados obtenidos tienen relación con las herramientas empleadas en otras investigaciones. Tal es el caso, que en el trabajo hecho por Uribe (2020), la implementación de la herramienta Plan de mantenimiento preventivo, mejoró la Disponibilidad de la maquinaria de la empresa además de la reducción de los fallos por tomar una medida preventiva. Asimismo, la mejora del indicador OEE, tanto en la investigación de Uribe como la hecha en este trabajo, se sitúa en el rango aceptable indicado por Seiichii Nakayima (1991) el cual menciona que un OEE es aceptable cuando es superior al 85%. Por otro lado, al igual que Atayde et all. (2016), se concluye que tras la aplicación de Estudio de tiempos y SMED, se logra reducir el tiempo en el proceso y aumentar el rendimiento del mismo. Esto también lo corrobora Sedamano F. (2018) en su investigación que concluyó con la mejora de la eficiencia operacional de su proceso en estudio al utilizar las mismas herramientas. Por último, se contrasta lo recaudado por Blas, Alcalá y Padilla (2017), donde los resultados obtenidos al implementar la herramienta balance de línea, tienen relación con los del trabajo realizado en la curtiembre al reducir el tiempo de ciclo, mostrando una mejora significativa en la capacidad de producción de su línea en estudio.

4.2. Conclusiones

- ❖ El impacto de la propuesta de aplicación reduce 81.93% los costos generados por los problemas identificados en el análisis previo, equivalente a S/87 590.01 mensuales.
- ❖ Se diseñaron las herramientas de mejora Plan de mantenimiento preventivo, Estudio de tiempos, Balance de línea y demás herramientas auxiliares para el funcionamiento de estas.
- ❖ El indicador para la herramienta Plan de mantenimiento preventivo es OEE, el cual se obtuvo una mejora de 25.01%, pasando de una situación actual de 69.99% a una situación de mejora de 95%. El indicador para la herramienta Estudio de tiempos es Porcentaje de tiempos muertos en el proceso de Rebajado, el cual se obtuvo una mejora del 100%, pasando de una situación actual de 8.52% del tiempo total a una situación de mejora de 0% del tiempo total. El indicador para la herramienta Balance de línea es Eficiencia, el cual se obtuvo una mejora del 27.07%, pasando de una situación actual de 72.93% a una situación de mejora de 100%.
- ❖ El impacto económico de la propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing es positivo, ya que presenta un TIR de 82.57%, un VAN de S/895 717.81 y un B/C de S/6.87. Estos indicadores confirman la viabilidad del proyecto.

REFERENCIAS

- Aburto, A. (2005). *El cuestionario, el instrumento de recolección de información de la técnica de la encuesta social*.
- Alvira F. (2011). *La encuesta: Una perspectiva general metodológica. (2da edición)*. Madrid, España: Centro de investigaciones sociológicas.
- Asmat, D. V. B., Adrianzén, M. E. A., & Castro, L. R. P. (2017). *Aplicación del sistema JIT para el mejoramiento de la calidad del proceso de fabricación de calzado de la empresa Cam´ s, 2017*. UCV-Scientia, 9(2), 119-127.
- Atayde Campos, D. et al (2016). *Reducción de tiempo de ciclo del área de corte mediante la aplicación de la técnica smed. Cultura Científica y Tecnológica, 0(59)*. Recuperado de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/1466/1294>
- Bermejo Díaz, J. L. (2019). *Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas*.
- Bolaños Chavez, J. A., Cuervo, V. H., & Orozco Serna, J. A. (2016). *Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación*. Recuperado de: <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/10489>.
- Camejo, J. (2014). *Definición y características de los indicadores de gestión*
- Carvajal, M. (2018). *Perspectivas 2018 de la industria manufacturera en América Latina*. Reportero Industrial, 85(6). Recuperado de www.reporteroindustrial.com
›REPORTERO-INDUSTRIAL-VOL85-ED6
- Castrillón, J. y Pantoja, F. (2017). *Aplicación de la técnica smed en el procedimiento de cambio de tintas de la referencia bolsa kraff colanta entera 3c a bolsa kraff amtex*

tannus 2c. Publicaciones E Investigación, 11(1), 113 - 124.

<https://doi.org/10.22490/25394088.2256>

Clemente Guerrero, D. M. (2017). *Análisis y propuesta de mejora de una micro empresa productora de chocolate utilizando manufactura esbelta*. REPOSITORIO NACIONAL CONACYT.

Colón Parra, Nicolás Bartolomé (2012). *Implantación de metodologías Lean Manufacturing en el almacén de logística de una empresa aeronáutica*. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla.

Conexionesan (2017). *Fundamentos financieros: el valor actual neto (VAN)*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van/>

Conexionesan (2017). *Un indicador clave de rentabilidad: la tasa interna de retorno (TIR)*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/un-indicador-clave-de-rentabilidad-la-tasa-interna-de-retorno-tir/>

Criollo, R. G., & Magaña, J. P. (2005). *Estudio del trabajo*. McGraw Hill. *empresarial*. Recuperado de

Fernández, f. j. (2004). *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. España: artegraf, s.a.

Horna, L., Guachamín, M., & Osorio, N. (2009). *Análisis de mercado del sector industrias manufactureras en base a CIU 3 bajo un enfoque de concentración económica en el período 2000-2008 en el Ecuador*. *Revista Politécnica*, 30(1), 230–243. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5543/1/Luis-Horna-4.pdf>

<https://www.grandespymes.com.ar/2012/12/10/definicion-y-caracteristicasde-los-indicadores-de-gestion-empresarial/>

Juárez, Y., Rojas J., Medina, J., Pérez, A. (2011). *El enfoque de sistemas para la aplicación de la manufactura esbelta. Científica*. México: ESIME Instituto Politécnico Nacional MÉXICO, 15 (1). 35-42

Lema Remache, O. B., & Apupalo Yanchapanta, T. F. (2019). *Implementación de un sistema de control y análisis de la producción en la Empresa Curtiembre Quisapincha aplicando las herramientas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad*. Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Luna Victoria Haggemiller, R. A. (2020). *Modelo de Lean manufacturing en la curtiembre Saago SAC*, Trujillo 2020.

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Recuperado de <http://libros-lean-manufacturing.blogspot.com/p/lean-manufacturing.html>

Paton, j. l. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. España: días de santos.

Paz K., Torres M. (s.f.). *Métodos de recolección de datos para una investigación*.

Recuperado de

<http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%c3%a9todos%20de%20recolecci%c3%b3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%c3%b3n.pdf>

Rodríguez, D. A. (2019). *La clasificación de las ciencias desde la filosofía del cierre categorial*. Revista de humanidades, (37), 99-126.

Samuelson, P y Nordhaus, W.(2002). *Economía*, (17° ed.), McGraw Hill Interamericana.

España.

Sedamano F. (2018). *Aplicación del SMED para la mejora de la productividad en la línea de envasado de AMBEV PERÚ S.A.C.*, Huachipa, 2018. Recuperado de <https://docplayer.es/152435865-Facultad-de-ingenieria.html>

Uribe, S. C. (2020). *Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil*. Ingeniería Industrial, (038), 15-31.

Vázquez, t. s. (2014). *Lo secreto del mantenimiento industrial*. ee.uu: biblioteca del congreso.

Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Chaparro, F. O. (1992). *La máquina que cambió el mundo*. Madrid: McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

EMPRESA: Empresa curtidora trujillana, 2021

ÁREAS: Producción, Calidad, Gerencia

PROBLEMA: ELEVADOS COSTOS OPERATIVOS

NIVEL	CALIFICACIÓN
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

ÁREAS	COLABORADOR	MAQUINARIA		MANO DE OBRA		MÉTODOS			
		CR-1 Elevados fallos en los Botales	CR-2 Desgaste de fajas	CR-3 Colaboradores con tiempo ocioso	CR-4 Falta personal capacitado	CR-5 No hay estandarización de tiempos	CR-6 Falta control e inspección del material procesado	CR-7 Baja eficiencia del proceso de producción	CR-8 Mermas en el proceso productivo
GERENCIA	Colaborador 1	2	1	1	2	1	1	3	2
	Colaborador 2	2	2	2	1	2	1	2	2
	Colaborador 3	2	1	1	2	1	1	2	1
PRODUCCIÓN	Colaborador 4	2	2	2	1	2	1	3	1
	Colaborador 5	1	2	1	2	2	1	1	2
	Colaborador 6	2	1	2	1	2	1	2	1
	Colaborador 7	1	2	3	2	2	1	1	3
	Colaborador 8	3	2	1	1	2	2	3	3
	Colaborador 9	3	2	1	1	2	2	3	1
	Colaborador 10	2	2	3	2	2	1	2	3
	Colaborador 11	2	1	2	2	2	2	2	3
	Colaborador 12	1	2	1	1	2	1	1	1
	Colaborador 13	2	1	1	3	2	2	3	1
	Colaborador 14	2	2	2	2	2	1	2	2
	Colaborador 15	2	2	2	2	2	2	2	2
	Colaborador 16	2	1	2	1	1	2	2	3
	Colaborador 17	2	2	2	1	2	2	3	1
	Colaborador 18	3	2	1	1	2	2	3	1
	Colaborador 19	2	2	2	2	2	1	3	2
	Colaborador 20	2	2	1	1	3	2	3	3
CALIDAD	Colaborador 21	3	2	2	2	2	2	3	3
	Colaborador 22	2	2	2	2	2	2	2	2
	Colaborador 23	3	2	2	1	2	1	3	1
	Colaborador 24	2	1	2	2	2	2	2	1
	Colaborador 25	3	2	2	1	2	2	3	1
Calificación Total		53	43	43	39	48	38	59	46

ANEXO 2

PROBLEMA 1: Costos de Paradas de máquina - Botal

CR 1: Elevados fallos en los Botales y CR 2: Desgaste de fajas

REPORTE DE FALLOS

	Botal 1		Botal 2		Botal 3		Botal 4		Botal 5		TOTAL	
	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	N° FALLAS	N° HORAS
Desgaste de fajas	14	9	4	8	2	8	4	7	9	9	33	41
Ruptura de pernos de la tapa	3	2	6	3	5	5	7	4	3	5	24	19
Fallas en el motor eléctrico	8	3	3	3	8	5	2	4	2	3	23	18
Rodamientos	4	3	0	4	0	0	7	4	0	0	11	11
Fallas en el piñón	7	3	6	3	2	3	7	3	4	5	26	17
Ventilador	7	2	1	4	2	2	5	3	3	4	18	15
Fuga de reactivos	6	4	5	4	3	2	3	4	2	4	19	18
											154	139

CONSUMO ELÉCTRICO

Mes	Pago	Pieles	Lados
Enero	S/ 9,856.92	2514	5028
Febrero	S/ 8,679.15	2191	4382
Marzo	S/ 7,548.65	2045	4090
PROMEDIO	S/ 8,694.91	2250	4500

MANO DE OBRA

TIENE QUE SER 12 HORAS DE JORNADA LABORAL

Detalle	Horas de fallo	costo	horas laborables	Total al año	Total al mes
Desgaste de fajas	41	4.47	12 S/	2,199.24 S/	183.27
Ruptura de pernos de la tapa	19	4.47	12 S/	1,019.16 S/	84.93
Fallas en el motor eléctrico	18	4.47	12 S/	965.52 S/	80.46
Rodamientos	11	4.47	12 S/	590.04 S/	49.17
Fallas en el piñón	17	4.47	12 S/	911.88 S/	75.99
Ventilador	15	4.47	12 S/	804.60 S/	67.05
Fuga de reactivos	18	4.47	12 S/	965.52 S/	80.46
COSTO MENSUAL				S/ 621.33	

Costo por paradas de máquina: M.O.

Detalle de falla	Monto
Desgaste de fajas	S/ 183.27
Ruptura de pernos de la tapa	S/ 84.93
Fallas en el motor eléctrico	S/ 80.46
Rodamientos	S/ 49.17
Fallas en el piñón	S/ 75.99
Ventilador	S/ 67.05
Fuga de reactivos	S/ 80.46
TOTAL	S/ 621.33

CONSUMO ELÉCTRICO

Detalle	Horas de fallo	Prom. Facturaci	Lados/mes	Hora/lado	Total al año	Total al mes
Desgaste de fajas	41	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	795.48 S/	66.29
Ruptura de pernos de la tapa	19	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	368.64 S/	30.72
Fallas en el motor eléctrico	18	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	349.24 S/	29.10
Rodamientos	11	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	213.42 S/	17.79
Fallas en el piñón	17	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	329.84 S/	27.49
Ventilador	15	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	291.03 S/	24.25
Fuga de reactivos	18	S/ 8,694.91	3500	7.81 S/	349.24 S/	29.10
COSTO MENSUAL					S/ 224.74	

Costo por paradas de máquina: Consumo energético

Detalle de falla	Monto
Desgaste de fajas	S/ 66.29
Ruptura de pernos de la tapa	S/ 30.72
Fallas en el motor eléctrico	S/ 29.10
Rodamientos	S/ 17.79
Fallas en el piñón	S/ 27.49
Ventilador	S/ 24.25
Fuga de reactivos	S/ 29.10
TOTAL	S/ 224.74

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Detalle	N° de fallas	costo	Total al año	Total al mes
Desgaste de fajas	33	182 S/	6,006.00 S/	500.50
Ruptura de pernos de la tapa	24	15 S/	360.00 S/	30.00
Fallas en el motor eléctrico	23	175 S/	4,025.00 S/	335.42
Rodamientos	11	37 S/	407.00 S/	33.92
Fallas en el piñón	26	95 S/	2,470.00 S/	205.83
Ventilador	18	63 S/	1,134.00 S/	94.50
Fuga de reactivos	19	48 S/	912.00 S/	76.00
COSTO MENSUAL			S/ 1,276.17	

Costo por paradas de máquina: Mantenimiento correctivo

Detalle de falla	Monto
Desgaste de fajas	S/ 500.50
Ruptura de pernos de la tapa	S/ 30.00
Fallas en el motor eléctrico	S/ 335.42
Rodamientos	S/ 33.92
Fallas en el piñón	S/ 205.83
Ventilador	S/ 94.50
Fuga de reactivos	S/ 76.00
TOTAL	S/ 1,276.17

Costo de oportunidad por tiempos muertos de Mano de obra

Costo de oportunidad	
Costo de pie ²	S/ 11.40
Producción (pieles/hora)	7
Tiempos muertos al mes (horas)	11.583
Déficit de producción (pieles)	81.083
Déficit de producción (pie ²)	1783.83333
<i>Costo anual</i>	<i>S/ 244,028.40</i>
<i>Costo mensual</i>	<i>S/ 20,335.70</i>

Fuente: Empresa curtidora trujilana, 2020

ANEXO 3

PROBLEMA 2: Costos de Tiempos muertos en el proceso de Rebajado

CR 3: Colaboradores con tiempo ocioso y CR 5: No hay estandarización de tiempos

Reporte de tiempos ocioso de colaboradores

Mes	Colaborador	Horas no laboradas	Costo HH/hora	Costo HH no laboradas
Ene-20	operador	2	S/. 4.17	S/ 8.33
	Ingeniero	2	S/. 11.22	S/ 22.44
Feb-20	operador	4	S/. 4.17	S/ 16.67
	Ingeniero	4	S/. 11.22	S/ 44.87
Mar-20	operador	3	S/. 4.17	S/ 12.50
	Ingeniero	2	S/. 11.22	S/ 22.44
Abr-20	operador	4	S/. 4.17	S/ 16.67
	Ingeniero	2	S/. 11.22	S/ 22.44
May-20	operador	3	S/. 4.17	S/ 12.50
	Ingeniero	3	S/. 11.22	S/ 33.65
Jun-20	operador	3	S/. 4.17	S/ 12.50
	Ingeniero	3	S/. 11.22	S/ 33.65
Jul-20	operador	2	S/. 4.17	S/ 8.33
	Ingeniero	2	S/. 11.22	S/ 22.44
Ago-20	operador	2	S/. 4.17	S/ 8.33
	Ingeniero	1	S/. 11.22	S/ 11.22
Set-20	operador	3	S/. 4.17	S/ 12.50
	Ingeniero	3	S/. 11.22	S/ 33.65
Oct-20	operador	2	S/. 4.17	S/ 8.33
	Ingeniero	2	S/. 11.22	S/ 22.44
Nov-20	operador	3	S/. 4.17	S/ 12.50
	Ingeniero	1	S/. 11.22	S/ 11.22
Dic-20	operador	2	S/. 4.17	S/ 8.33
	Ingeniero	1	S/. 11.22	S/ 11.22
<i>Total al año</i>				S/ 429.17
<i>Total al mes</i>				S/ 35.76

REFERENCIA

Proceso	Tiempo (min)
Rebajado	120

PROCESO DE REBAJADO (min)						
OBSERVACIONES	SEMANA 1					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1	125	121	130	127	138	130
2	129	144	125	120	131	133
3	124	123	139	140	121	132
4	129	132	123	128	126	125
5	125	141	131	122	131	126
PROMEDIO						129.03

Tiempos muertos en el proceso de Rebajado

Tiempos muertos al mes	
Días laborables	24
Horas laborables	12
Ciclos por día	6
Ciclos por mes	144
Tiempo muerto por ciclo(min)	9.03
Tiempos muertos al mes (min)	1300.8
Tiempos muertos al mes (horas)	21.680

Fuente: Empresa curtidora trujillana, 2020

ANEXO 4

PROBLEMA 3: Costos de La línea de producción de Cuero Nobuck no cumple con la demanda

CR 7: Baja eficiencia del proceso de producción y CR 8: Mermas en el proceso productivo

Se trabaja por pedidos

si no se logra entregar el pedido en la fecha indicada, se hace un descuento del 10%

Además, se ha presentado mermas de 8% en las ordenes de producción

Eficiencia de producción

Mes	Producción real	Producción programada	Eficacia
Enero	4525.893	5069.000	89.29%
Febrero	4007.860	4589.000	87.34%
Marzo	4162.667	4683.000	88.89%
Abril	3748.735	4446.000	84.32%
Mayo	4065.388	4663.000	87.18%
Junio	3830.409	4585.000	83.54%
Julio	3931.389	4584.000	85.76%
Agosto	3761.785	4469.000	84.18%
Setiembre	4065.272	4858.000	83.68%
Octubre	4058.926	4560.000	89.01%
Noviembre	3806.605	4472.000	85.12%
Diciembre	4024.212	4687.000	85.86%
<i>Total al año</i>	<i>47989.141</i>	<i>55665.000</i>	<i>86.21%</i>
<i>Promedio al mes</i>	<i>3999.095</i>	<i>4638.750</i>	<i>86.21%</i>

Las unidades de producción son expresadas en pieles

Fuente: Empresa curtidora trujillana, 2020

Lucro cesante del déficit de producción

Mes	Déficit	Precio de Venta	Precio con descuento fortuito (10%)	Costo de oportunidad
Enero	543.107			S/ 13,621.13
Febrero	581.140			S/ 14,574.98
Marzo	520.333			S/ 13,049.96
Abril	697.265			S/ 17,487.40
Mayo	597.612			S/ 14,988.11
Junio	754.591	S/ 250.80	S/ 225.72	S/ 18,925.13
Julio	652.611			S/ 16,367.47
Agosto	707.215			S/ 17,736.96
Setiembre	792.728			S/ 19,881.62
Octubre	501.074			S/ 12,566.95
Noviembre	665.395			S/ 16,688.10
Diciembre	662.788			S/ 16,622.72
<i>Total al año</i>	<i>7675.859</i>			<i>S/ 192,510.53</i>
<i>Promedio al mes</i>	<i>639.655</i>			<i>S/ 16,042.54</i>

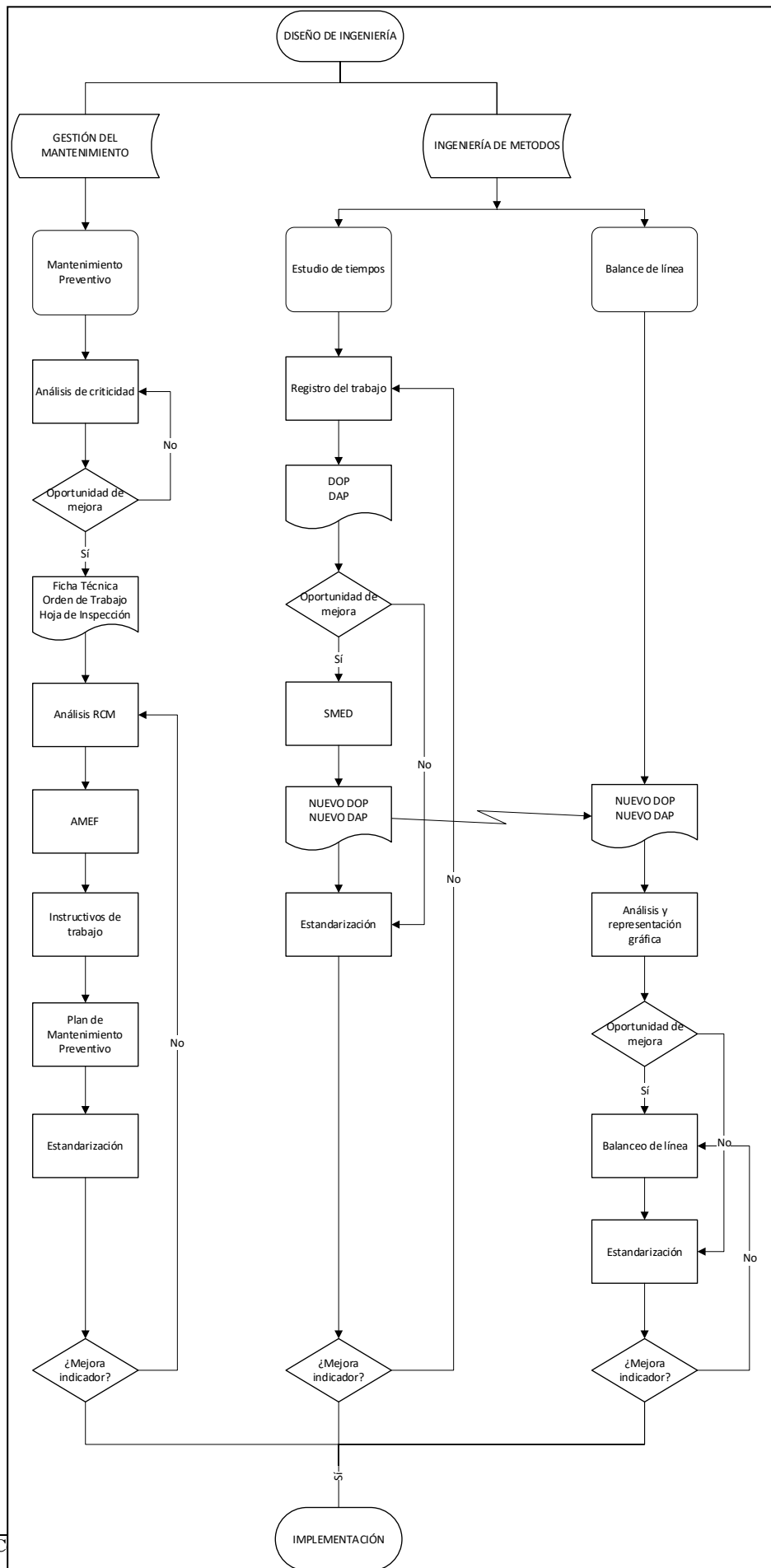
Las unidades en el apartado Deficit se expresan en pieles. El P.V. es por piel

Fuente: Empresa curtidora trujillana, 2020

Lucro cesante por mermas en las ordenes de producción del año 2020

# Orden de producción	Cantidad solicitada	Merma de PT (8%)	Costo de oportunidad
OP-01265	320	25.5834	S/ 6,416.32
OP-01378	320	25.5861	S/ 6,416.99
OP-01397	322	25.7505	S/ 6,458.23
OP-01415	322	25.7697	S/ 6,463.04
OP-01618	322	25.7805	S/ 6,465.75
OP-01727	324	25.9182	S/ 6,500.28
OP-01836	324	25.929	S/ 6,502.99
OP-01893	324	25.9506	S/ 6,508.41
OP-01955	325	26.0262	S/ 6,527.37
OP-01970	326	26.0505	S/ 6,533.47
OP-02000	326	26.1126	S/ 6,549.04
OP-02108	326	26.1182	S/ 6,550.44
OP-02157	327	26.172	S/ 6,563.94
OP-02167	328	26.2098	S/ 6,573.42
OP-02211	303	24.2712	S/ 6,087.22
OP-02219	313	25.0215	S/ 6,275.39
OP-02261	314	25.1298	S/ 6,302.55
OP-02308	314	25.1514	S/ 6,307.97
OP-02339	317	25.3215	S/ 6,350.63
OP-02382	331	26.4609	S/ 6,636.39
OP-02394	333	26.6094	S/ 6,673.64
OP-02399	333	26.6769	S/ 6,690.57
OP-02436	335	26.8096	S/ 6,723.85
OP-02517	336	26.8578	S/ 6,735.94
OP-02542	341	27.3087	S/ 6,849.02
OP-02569	344	27.5517	S/ 6,909.97
OP-02604	326	26.1126	S/ 6,549.04
OP-02614	326	26.1182	S/ 6,550.44
<i>Total al año</i>	<i>9104.481</i>	<i>728.359</i>	<i>S/ 182,672.31</i>
<i>Total al mes</i>			<i>S/ 15,222.69</i>

ANEXO 5



ANEXO 6

MAQUINARIA Y EQUIPOS

Maquinaria del área de producción

Máquina	Cantidad
Botal	5
Descarnadora	1
Divididora	2
Escurreidora	1
Rebajadora	2
Secadora al vacío	1
Lijadora	1
Pulidora	1
Total	14

INVENTARIO DE MAQUINAS

Máquina	Código
Botal	BOT-001
Descarnadora	DES-001
Divididora	DIV-001
Escurreidora	ESC-001
Rebajadora	REB-001
Secadora al vacío	SEC-001
Lijadora	LIJ-001
Pulidora	PUL-001

El código consta de las tres primeras letras de la máquina.
Los siguientes dígitos serán de la cantidad que posee la
empresa por cada una.

Equipos del área de producción

Equipo	Cantidad
Compresora	3
Pistola de pintura	4
Carretilla	5
Balanza	5
Total	17

INVENTARIO DE EQUIPOS

Equipo	Código
Compresora	COM-001
Pistola de pintura	PPI-001
Carretilla	CAR-001
Balanza	BAL-001

ANEXO 7

REPORTE DE FALLOS

	Botal 1		Botal 2		Botal 3		Botal 4		Botal 5		TOTAL	
	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	Fallas	Horas	N° FALLAS	N° HORAS
Desgaste de fajas	14	9	4	8	2	8	4	7	9	9	33	41
Roptura de pernos de la	3	2	6	3	5	5	7	4	3	5	24	19
Fallas en el motor eléct	8	3	3	3	8	5	2	4	2	3	23	18
Rodamientos	4	3	0	4	0	0	7	4	0	0	11	11
Fallas en el piñon	7	3	6	3	2	3	7	3	4	5	26	17
Ventilador	7	2	1	4	2	2	5	3	3	4	18	15
Fuga de reactivos	6	4	5	4	3	2	3	4	2	4	19	18
											154	139
										Total		

REPORTE DE PAROS DE MÁQUINA

Máquina	Número de fallas
Botal	30
Descarnadora	3
Divididora	5
Escurridora	4
Rebajadora	3
Secadora al vacío	4
Lijadora	3
Pulidora	3

ANEXO 8

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN								
MAQUINARIA	CONSECUENCIAS					RESULTADOS		CRITICIDAD
	DAÑO AL PERSONAL	IMPACTO POBLACION	IMPACTO AL AMBIENTE	PERDIDA DE PRODUCCIÓN	DAÑO A LA INSTALACIÓN	IMPACTO TOTAL	FRECUENCIA DE FALLAS	
Total	3	3	4	5	4	19	5	95
Descarnadora	2	2	2	3	2	11	3	33
Divididora	2	1	1	3	1	8	3	24
Escurreidora	2	3	2	1	3	11	3	33
Rebajadora	2	2	1	3	2	10	3	30
Secadora al vacío	2	1	1	1	1	6	3	18
Habladora	2	1	1	1	1	6	3	18
Lijadora	3	3	2	2	2	12	2	24
Pulidora	2	1	1	1	1	6	2	12

CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violen regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varios personal de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regulares sin violación de leyes y regulaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

MATRIZ DE CRITICIDAD



- Criticidad Alta (A) color rojo 50 ≤ Criticidad ≤ 125
- Criticidad Media (B) color amarillo 30 ≤ Criticidad ≤ 49
- Criticidad Baja (C) color verde 5 ≤ Criticidad ≤ 29

ANEXO 9

FICHA TÉCNICA - BOTAL

Fabricante	LUVISION		
Procedencia	Brasil		
Material	Madera y acero		
Dimensiones	Ancho	4.5	m
	Largo	4.5	m
	Alto	4.5	m
Capacidad útil (75%)	36600	litros	
Dispositivos de potencia	60	kW	
Velocidad	1.5 - 3	rpm	
Potencia	40-60	HP	

FORMATO - ORDEN DE TRABAJO

Orden de trabajo del programa de mantenimiento preventivo	Registro		
	Fecha		
	Hora		
Máquina / Equipo	Código		
Parte Máquina / Equipo	Turno		
Descripción			
Informes Departamento de Mantenimiento			
Especialidad / Personal	Cantidad	Tiempo (hr)	Observaciones
Repuestos/Materiales / Equipos	Cantidad	Costo Unit.(S/)	Total (S/) Observación
Materiales y equipos utilizado			
Observaciones:			

HOJA DE INSPECCIÓN DE LA MÁQUINA BOTAL

Encargado de revisión:		Fecha de revisión:		
Supervisado por:		Aprobación:		
N°	Concepto a revisar	Cumple		Observaciones
		Sí	No	
1	La máquina presenta suciedad externa visible			
2	La máquina presenta suciedad interna visible			
3	La máquina opera en un ambiente húmedo			
4	El estado de las fajas es el adecuado para el proceso			
5	Los pernos de la máquina están ajustados			
6	La máquina ha recibido el tipo de lubricación según manual			
7	La máquina ha sido lubricada en el tiempo estipulado por el manual			
8	Las plataformas de las rejillas están íntegras después del proceso			
9	La máquina presenta fatiga en sus elementos			
10	El sistema de encendido y apagado de la máquina es seguro			

ANEXO 10

ANÁLISIS RCM

Máquina: Botal Tipo 1

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?

- Eliminar la sangre, suciedad.
- Eliminar la epidermis y pelos.
- Aflojar la estructura de las fibras de colágeno.

2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?

Los estados de falla son:

- Incapaz de eliminar la sangre y suciedad.
- Mala eliminación de sangre y suciedad.
- Incapaz de eliminar la epidermis y pelos.
- Mala eliminación de epidermis y pelos.
- Incapaz de aflojar la estructura de las fibras de colágeno.
- Aflojamiento defectuosos de la estructura de las fibras de colágeno.

3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?

- Falla en el motor
- Rotura de tubería
- Deterioro de los cilindros
- Desgaste de las bobinas.
- Falla de las válvulas .
- Mala regulación del sensor inductivo.
- Fallas en el sistema hidráulico.
- Desgaste de los cojinetes.
- Obstrucción de tubería

4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?

- Bajo rendimiento del motor.
- Fallas internas y externas en la máquina

5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?

- Altos costos de mantenimiento.

6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?

Formular un programa de mantenimiento preventivo.

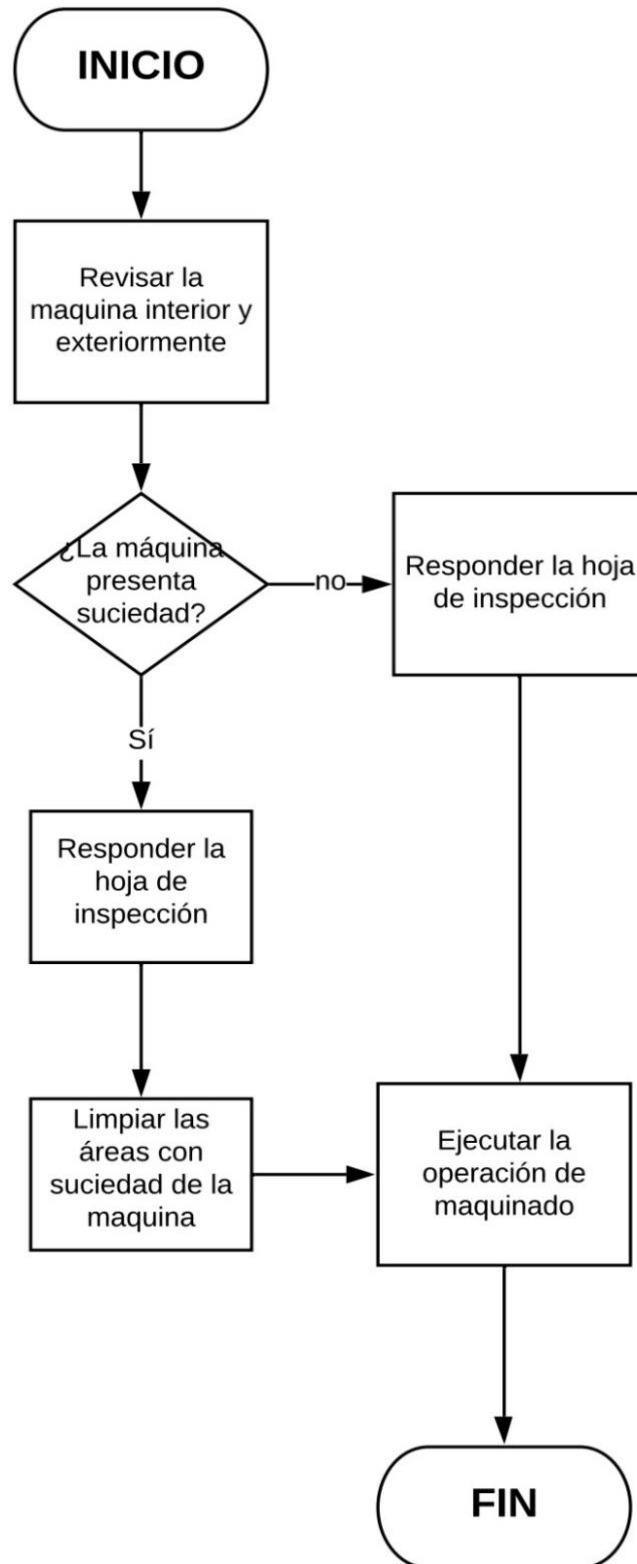
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva

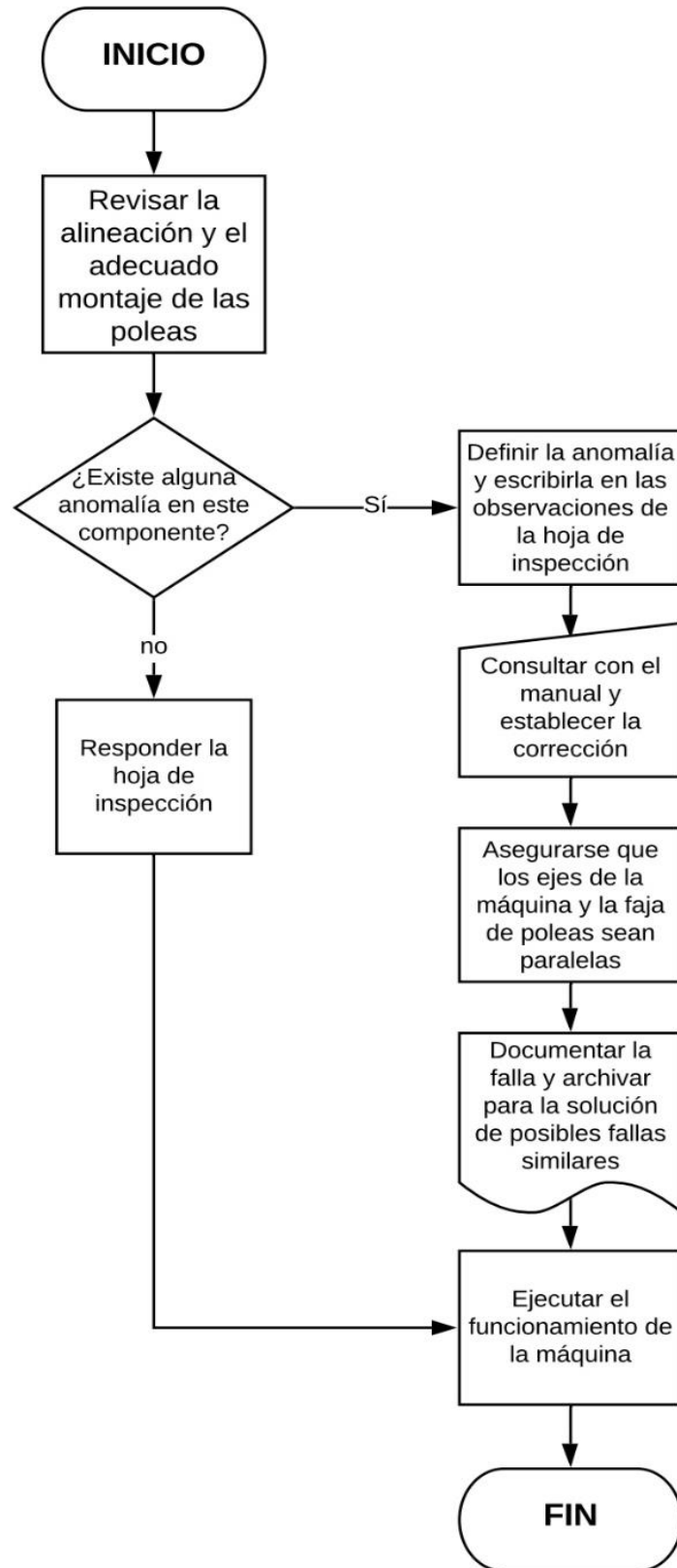
Aplicar un plan de renovación de equipos justificando su costo de adquisición antes los costos por mantenimiento correctivo.

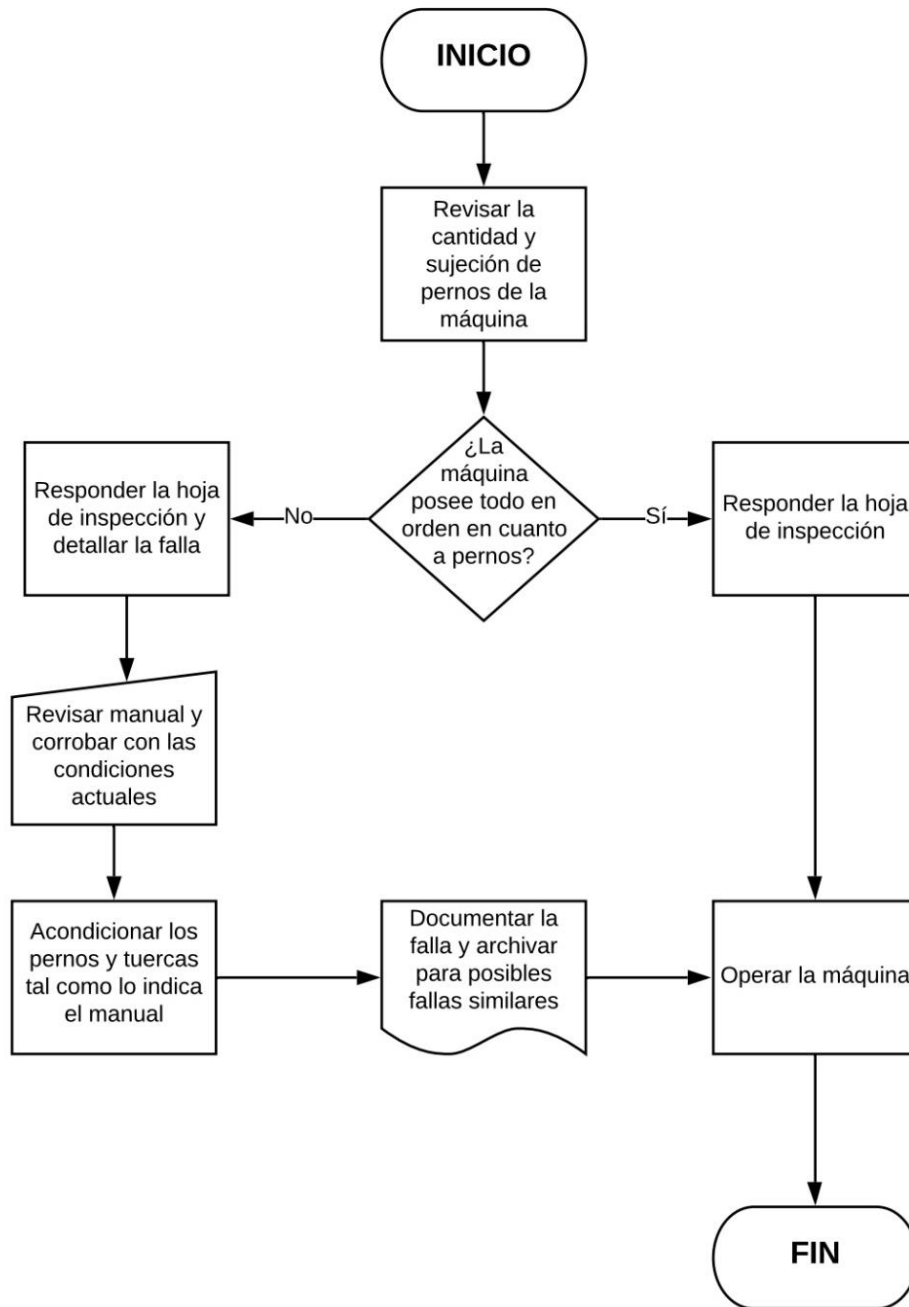
ANEXO 11

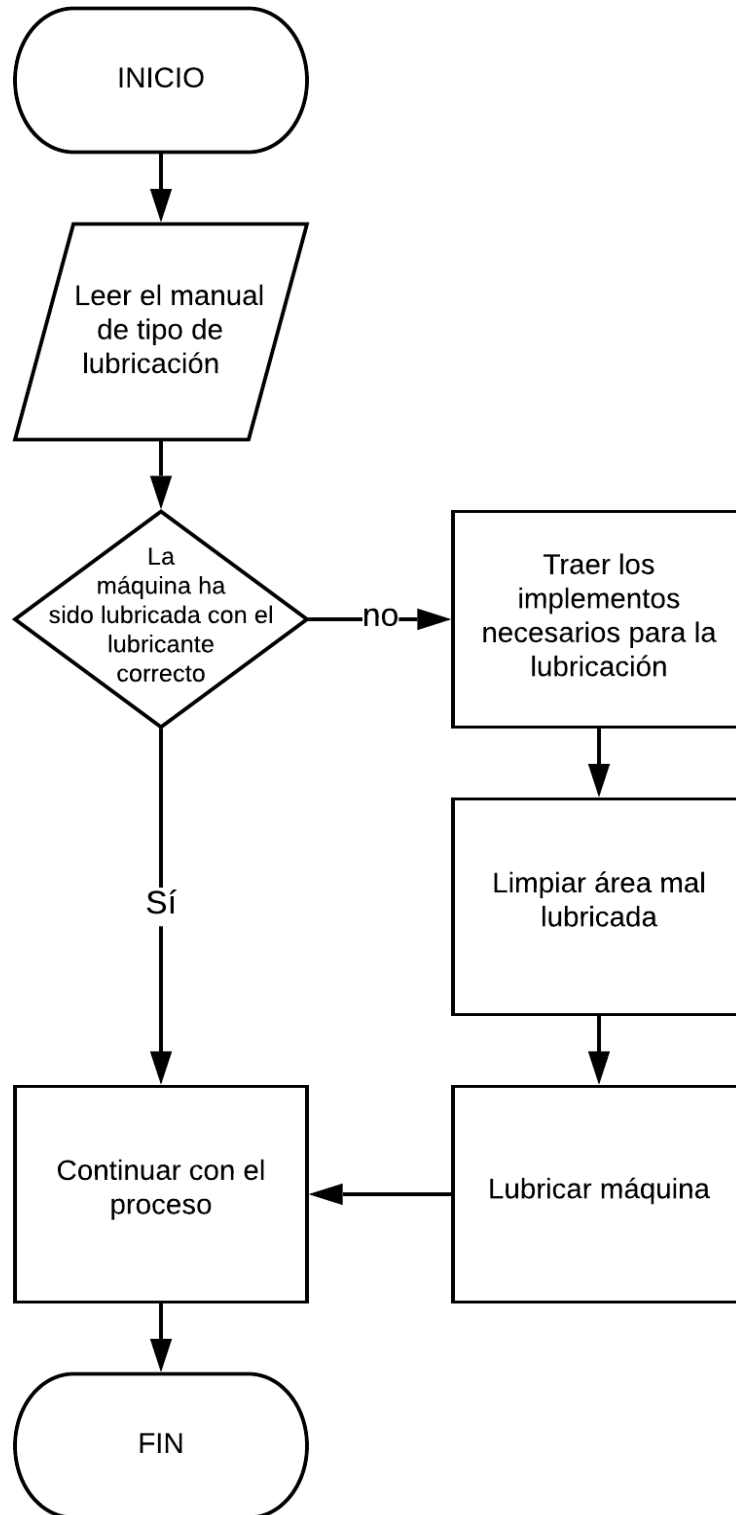
AMEF BOTAL TIPO 1										
AMEF DE:		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALA							Gerencia: Mantenimiento	
Equipo <input checked="" type="checkbox"/>	Proceso <input type="checkbox"/>	AMEF No. 1			FECHA DE JUNTA DE REVISIÓN:				Departamento: Botalas	
		Descripción	Nombre del Equipo: Botal Tipo 1			Número: 1		Modelo:		Departamentos involucrados
Descripción del Equipo	Función del Equipo	Modo de Falla	Efecto de la falla	Causa de la Falla	Situación Actual					Acciones Recomendadas
					Acciones Actuales	O	S	D	NPR	
Botalas Tipo 1	Remojo y pelambre	Corrosión por rosamiento de eje y piñón	Deterioro de la superficie de los dientes	Carga y movimiento relativos	Lubricación con aceite	6	6	4	144	Engrasar
		Fallas eléctricas en el motor	Para del botal	Mala lubricación	Reparación de botal	6	7	5	210	Lubricación adecuada (Lubricante correcto y tiempo optimo)
		Resequedad del botal	Fugas de agua	Falta de hidratación completa	Hidratación interna	5	6	5	150	Hidratación completa mensual del botal
		Desgaste de las clavijas	Cortes eléctricos	Falta de inspección y pulido	Reparación de clavijas	6	6	4	144	Inspección y pulido de clavijas mensuales
TOTAL									648	

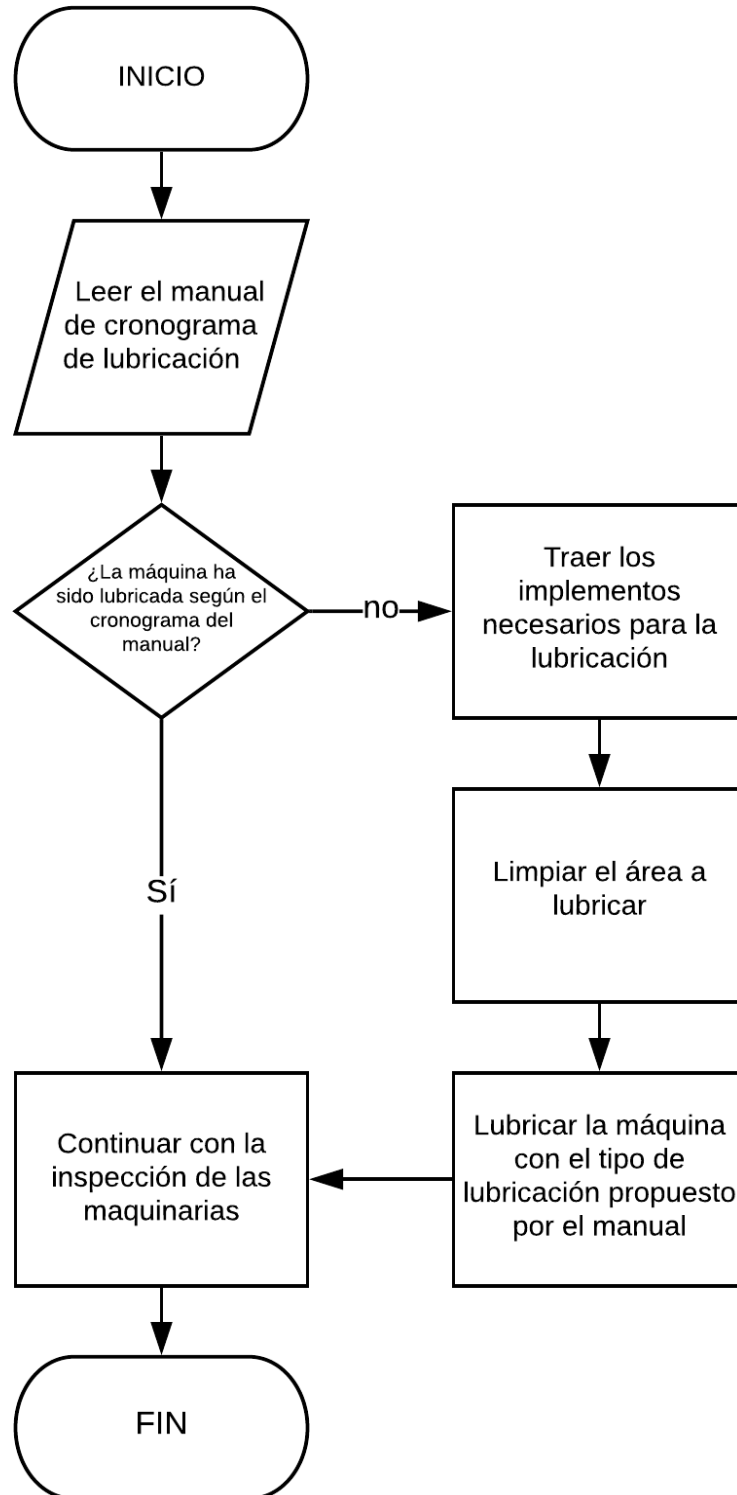
ANEXO 12

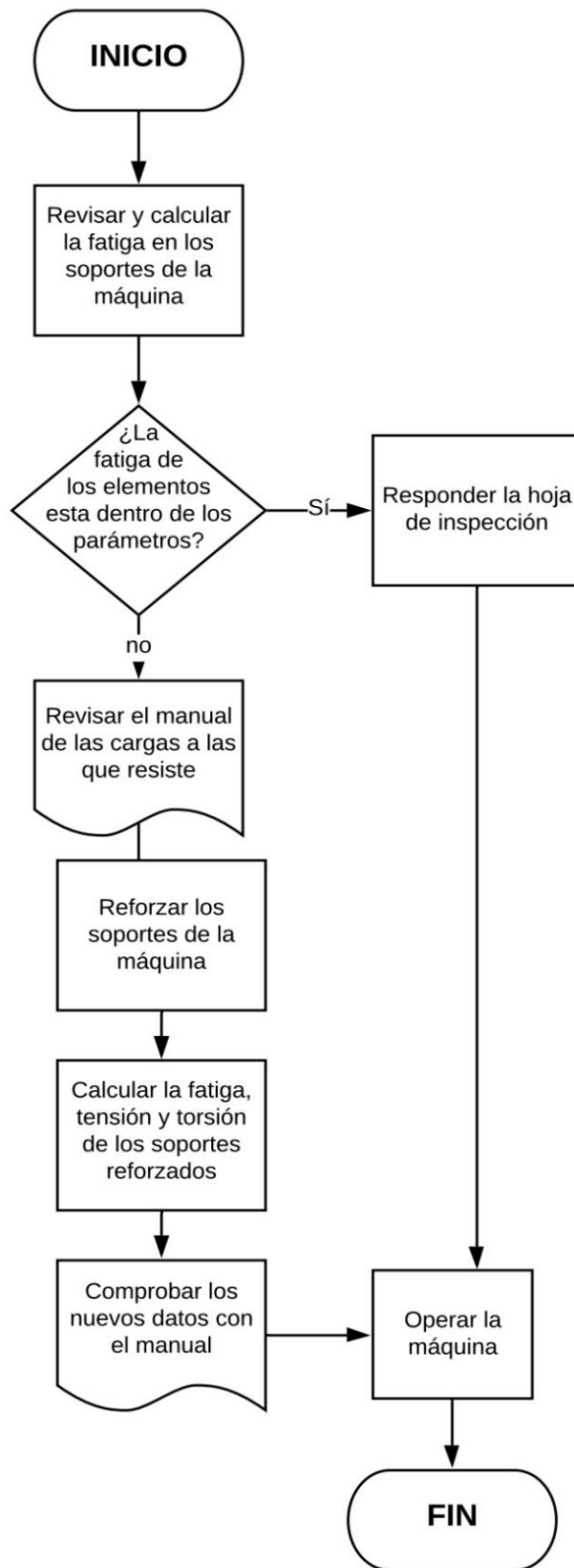


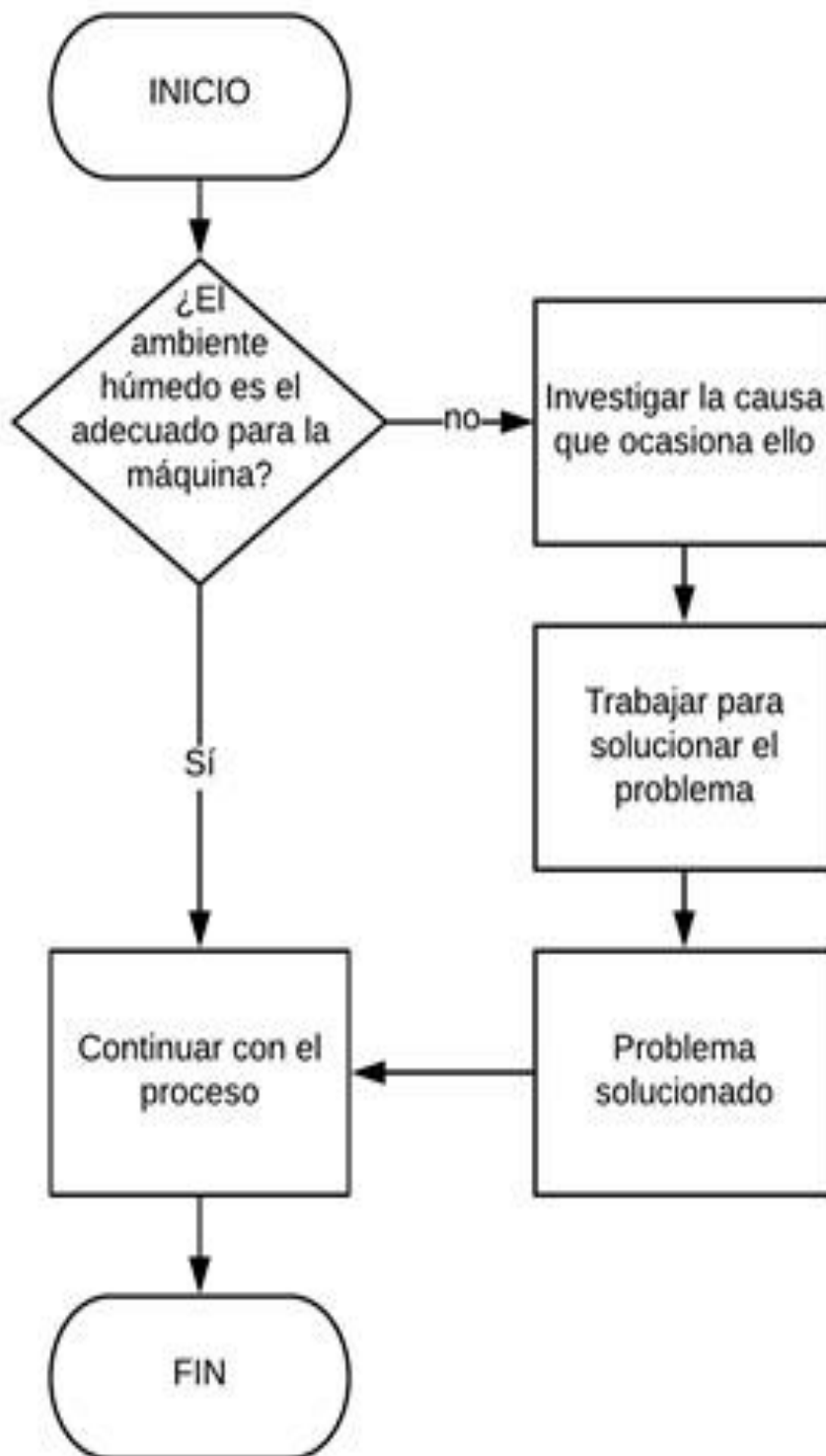


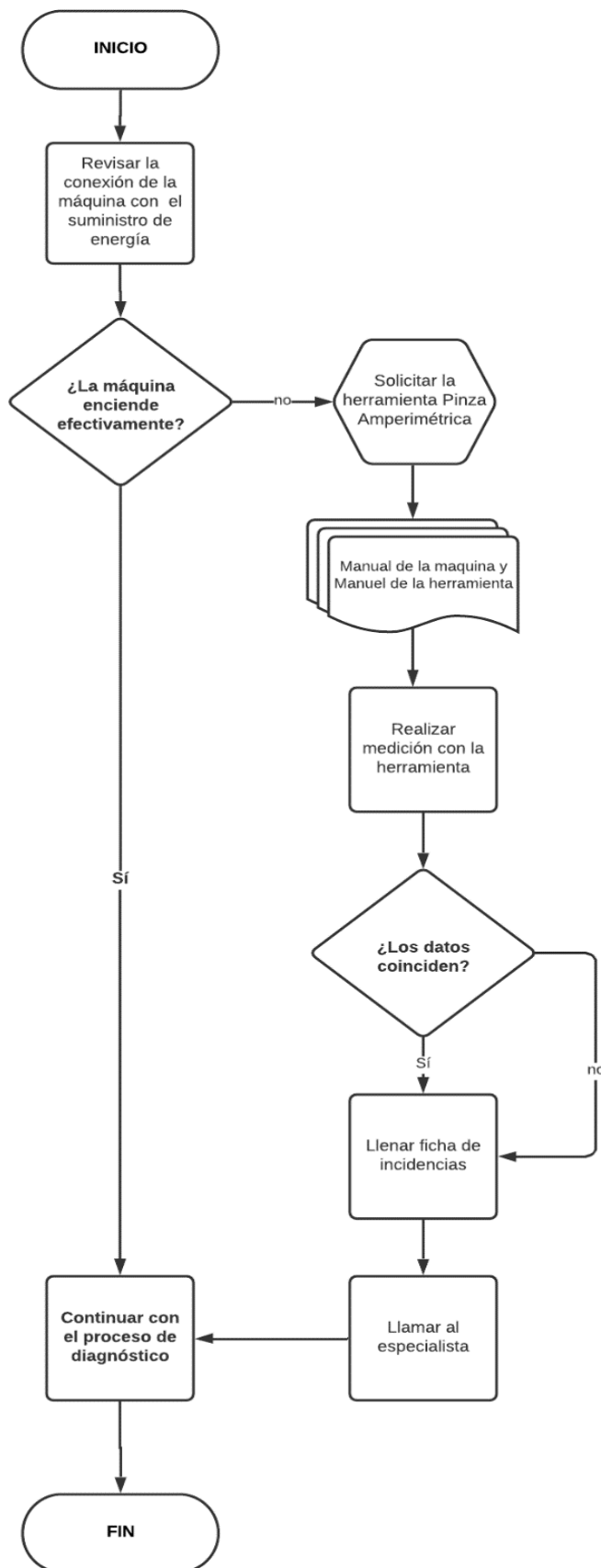












ANEXO 13

RESUMEN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MÁQUINA	PARTES DE EQUIPO	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	ACCIÓN	TIEMPO (min)	FRECUENCIA	RESPONSABLE
BOTAL	Motor eléctrico	Juego de desarmadores	Limpiar la pare externa e interna del motor.	Limpiar	10	Diario	Técnico capacitado
			cambiar y engrasar los rodamientos regularmente.	Cambiar	12	Trimestral	
	Refuerzo de pared lateral	Pernos, desarmador y equipo de ajuste	Revisar y ajustar las barras laterales en la zaranda	Ajustar	8	Semanal	Técnico capacitado
	Travesaño de refuerzo	Pernos, desarmador y equipo de ajuste	Revisar y ajustar los travesaños en la zaranda	Ajustar	8	Semanal	Técnico capacitado
	Valv. Compuerta descarga	Desarmador/Cepillo	Limpiar los retenes y el filtro	Limpiar	8	Semanal	Técnico capacitado
	Reguladores de nivel	Desarmador	Regular la palanca de aceleración	Regular	6	Semanal	Técnico capacitado
	Travesaño porta vibrador	Llave regulable N° 23	Ajustar el travesaño de vibraiones	Ajustar	6	Semanal	Técnico capacitado
	Bandeja de descarga	Cepillo de limpieza	limpiar regillas para evitar obstrucciones	Limpiar	8	Semanal	Técnico capacitado
	Tablero electrico	Desarmador y cepillo de limpieza	Levantar la tapa y limpiar las los controles elctricos	limpiar	7	Semanal	Técnico capacitado
	Resortes Helicoidales	Desarmador y recipiente de grasa	Sacar los resorte y engrasarlos	Engrasar	10	Mensual	Técnico capacitado

ANEXO 14

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Tema a tratar: INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PREVEN		Duración: 0.5 horas		
Objetivo de la capacitación:		Al finalizar la capacitación, el trabajador tendrá la capacidad de definir que es un mantenimiento preventivo, tendrá conocimiento de técnicas y formatos que se deben llenar durante este proceso.		
Nº Tema	Resultados de aprendizaje	Temario	Prácticas	Evaluación
1	Definir el mantenimiento preventivo, conocimiento de técnicas y formatos que se deben llenar durante este proceso.	Mantenimiento Preventivo -Introducción al M.P. -Críticidad de máquinas -Llenado de orden de trabajo	Simulación del llenado de una orden de trabajo	Temas a evaluar -Definición de M.P. -Evaluación de criticidad de la laminadora

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE LUBRICACIÓN

Tema a tratar: LUBRICANTES: TIPOS		Duración: 1 hora		
Objetivo de la capacitación:		Al finalizar la capacitación, el trabajador tendrá la capacidad de diferenciar los tipos de lubricantes y será capaz de dar mantenimiento de lubricación a las máquinas industriales.		
Nº Tema	Resultados de aprendizaje	Temario	Prácticas	Evaluación
2	Diferenciar los tipos de lubricantes y ser capaz de dar mantenimiento de lubricación a las máquinas industriales.	Lubricantes -Definición de lubricación -Beneficios de la lubricación -Tipos de lubricantes -Propiedades -Proceso de lubricación	Reconocer los tipos de lubricantes	Puntos a evaluar Definir la lubricación -Explicar los tipos de lubricación -Lubricar un motor

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE INSPECCIÓN

Tema a tratar: INSPECCIÓN DE MAQUINARIA Duración: 1 hora				
Objetivo de la capacitación: Al finalizar la capacitación, el trabajador tendrá la capacidad de diagnosticar máquinas industriales a través de las hojas de inspección				
N° Tema	Resultados de aprendizaje	Temario	Prácticas	Evaluación
3	Diagnosticar máquinas industriales a través de las hojas de inspección	Inspección -Conociendo máquinas industriales -Estructura de hojas de inspección -Conociendo los instructivos de trabajo	Diagnosticar la laminadora con las hojas de inspección	Puntos a evaluar -Interpretación de los instructivos de trabajo

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE AJUSTES

Tema a tratar: AJUSTES EN UNA MÁQUINA INDUSTRIAL Duración: 1 hora				
Objetivo de la capacitación: Al finalizar la capacitación, el trabajador tendrá el conocimiento de cómo debe ajustar las máquinas industriales.				
N° Tema	Resultados de aprendizaje	Temario	Prácticas	Evaluación
4	Conocimiento de ajuste de máquinas industriales	Ajustes: -Componentes para ajustar piezas -Tipos de pernos -Conociendo herramientas de ajuste	Armado de un motor	Puntos a evaluar -Identificación de tipos de pernos

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE LIMPIEZA

Tema a tratar: LIMPIEZA DE UNA MÁQUINA INDUSTRIAL Duración: 0.5 hora				
Objetivo de la capacitación: Al finalizar la capacitación, el trabajador tendrá el conocimiento de como debe limpiar las máquinas industriales				
N° Tema	Resultados de aprendizaje	Temario	Prácticas	Evaluación
5	Conocimiento de limpieza de máquinas industriales	Limpieza -Instrumentos de limpieza -EPP's	Colocación correcta de EPP's	Puntos a evaluar -Señalar los principales instrumentos de limpieza

ANEXO 15

HOJA DE INSPECCIÓN DE LA BOTAL (BOT-01)				
Encargado de revisión:		Fecha de revisión:		
Supervisado por:		Aprobación:		
N°	Concepto que revisar	Cumple		Observaciones
		Si	No	
1	La máquina presenta suciedad externa visible			
2	La máquina presenta suciedad interna visible			
3	La máquina opera en un ambiente húmedo			
4	La temperatura de trabajo está dentro de los parámetros según manual			
5	El quemador ha presentado anomalías con respecto al mantenimiento anterior			
6	La máquina ha recibido el tipo de lubricación según manual			
7	La máquina ha sido lubricada en el tiempo estipulado por el manual			
8	La cámara de la máquina mantiene la hermeticidad durante su funcionamiento			
9	La presión de los ventiladores es el indicado según manual			
10	El sistema de encendido y apagado de la máquina es seguro			

ANEXO 16

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRA

Determinar el tamaño de la muestra

Numero de observaciones necesarias con un nivel de confianza de 95% y un error de 5%

Z_{α} =	1.96	$n =$	$\frac{Z_{\alpha}^2 * p * (1 - p)}{L^2}$	
$p =$	0.90			
$L =$	0.05	$n =$	138.2976	139

Se necesitan **109 observaciones.**

Observaciones adicionales:	$n^* =$	$n - n'$
	$n^* =$	109

Muestra piloto

Muestra piloto n' 30 observaciones

Estimación o muestreo preliminar de la proporción de actividad

N° observaciones preliminares	30 obs./día
Turnos	1 turno/día
Tiempo por turno	12 horas/turno
Tiempo máximo entre cada observación	0.4 h/observación
	24 min/observación

Muestreo diario

$k =$	4	días
$n^* =$	109	obs.
$nd =$	27.25	

27 observaciones durante 3 días y

28 observaciones en el día 4

ANEXO 17

Fecha: 31/03/2021				CUADRO RESUMEN					
Actividad: PROCESO DE REBAJADO				Evento		Actual	% Actividad	% Inactividad	
Ubicación: PARQUE INDUSTRIAL				Selección y posicionamiento de manta		4	90.00%	10.00%	
Operador / Analista: LUIS GUEVARA CÓRDOVA				Ingreso de manta a la máquina rebajadora		4			
Método y Tipo				Recepción de manta		4			
Método: Presente Propuesto				Recorte de imperfecciones		5			
Tipo: Trabajador Material Máquina				Separación de mermas		5			
Comentario: Para un lote de 185 pieles				Comprobación de grosor utilizando calibre		5			
				Apilado de lados		3			
PROCESO	Observaciones	Hora	Selección y posicionamiento de manta	Ingreso de manta a la máquina rebajadora	Recepción de manta	Recorte de imperfecciones	Separación de mermas	Comprobación de grosor utilizando calibre	Apilado de lados
REBAJADO	1	07:30:00	X						
	2	08:40:00		X					
	3	10:13:00			X				
	4	11:07:00				X			
	5	14:27:00							
	6	16:09:00						X	X
	7	08:30:00							X
	8	09:42:00		X					
	9	11:11:00			X				
	10	12:09:00				X			
	11	15:21:00					X		
	12	17:13:00					X		
	13	08:05:00						X	
	14	09:14:00							X
	15	10:42:00							X
	16	11:38:00							X
	17	14:52:00		X					
	18	16:41:00			X				
	19	07:40:00				X			
	20	08:51:00					X		
	21	10:16:00						X	
	22	11:07:00							X
	23	14:15:00		X					
	24	15:54:00			X				
	25	07:50:00				X			
	26	08:59:00					X		
	27	10:21:00						X	
	28	11:02:00						X	
	29	14:20:00							X
	30	15:49:00							X
TOTAL			4	4	4	5	5	5	3

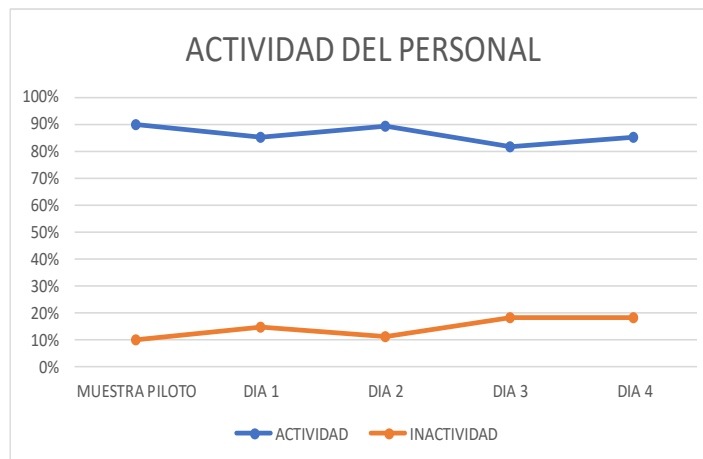
Muestreo del trabajo

PERIODO	MUESTRA PILOTO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
ACTIVIDAD	90%	85%	89%	81%	85%
INACTIVIDAD	10%	15%	11%	19%	19%

DETERMINAR EL P FINAL:

$$\bar{p} = p \left(\frac{n'}{n} \right) + \frac{\sum pi}{n} \left(\frac{n''}{n} \right)$$

$$\bar{p} = 0.8622$$



EFICIENCIA OPERACIONAL

EO = 86.22%

13.776%

ANEXO 18

OBSERVACIÓN INICIAL (MUESTRA)

Elemento Núm.	Selección y posicionamiento de manta	Ingreso de manta a la máquina rebajadora	Recepción de manta	Recorte de imperfecciones	Separación de mermas	Comprobación de grosor utilizando calibre	Apilado de lados
1	13.05	17.30	9.96	44.68	18.97	9.18	6.55
2	8.70	17.22	8.67	32.81	21.63	11.56	11.94
3	15.81	23.34	9.00	29.15	22.53	14.84	7.08
4	14.06	19.88	12.97	36.31	16.14	12.93	9.12
5	12.73	21.47	11.05	24.71	11.33	13.46	6.04
6	9.71	20.62	10.64	26.63	14.88	10.90	10.00
7	8.79	19.40	11.74	35.10	12.31	12.28	7.40
8	13.86	24.42	12.41	26.57	16.94	10.62	6.66
9	14.05	19.99	17.23	26.79	22.75	13.76	11.27
10	11.26	22.35	7.31	28.13	19.42	12.85	10.08
11	11.29	15.95	6.18	25.29	15.96	15.58	5.92
12	13.44	17.81	8.09	33.35	16.42	11.09	8.06
13	13.73	15.45	13.31	39.48	12.52	12.06	8.25
14	11.47	20.29	11.17	24.21	18.14	14.91	5.55
15	10.96	24.89	10.89	29.63	18.28	12.74	6.57
16	9.06	14.73	5.93	34.45	12.90	15.49	5.63
17	15.73	16.01	11.04	31.54	19.01	13.53	7.95
18	14.52	14.71	15.68	37.23	15.06	10.18	6.11
19	12.48	21.02	16.90	27.83	11.15	13.89	6.17
20	10.77	20.24	14.17	43.17	12.62	12.79	11.57
21	8.75	21.63	6.86	39.56	16.64	10.79	8.88
22	9.13	18.28	12.19	36.42	13.38	15.55	14.07
23	15.39	18.42	14.41	25.99	14.94	15.11	6.48
24	11.36	19.02	9.30	33.79	14.54	13.82	8.94
25	12.10	21.74	12.07	26.08	19.58	14.21	6.09
26	13.34	14.60	10.31	28.33	12.04	15.88	10.71
27	15.19	16.75	6.01	27.69	13.27	15.93	5.81
28	11.58	25.10	12.51	45.30	19.84	12.02	7.80
29	13.77	23.56	8.02	26.36	15.95	12.94	7.76
30	11.28	21.86	17.20	36.49	16.66	15.91	5.95

ANEXO 19

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

		CUADRO RESUMEN								
Fecha:		29/03/2021			Evento	Actual	Propuesto			
Actividad:		ELABORACIÓN DE CUEROS - CUERO NOBUCK			Operación	30				
Ubicación:		PARQUE INDUSTRIAL			Transporte	22				
Operador / Analista:		LUIS GUEVARA CÓRDOVA			Combinada	20				
Método y Tipo					Inspección	1				
Método:		Presente	Propuesto			Almacenamiento	1			
Tipo:		Trabajador	Material	Máquina			Tiempo (min)	6521		
Comentario:		Para un lote de 185 pieles					Distancia (m)	328		
ETAPA	DESCRIPCIÓN	Operación	Transporte	Inspección	Opera/Inspección	Almacenaje	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
RIVERA	Equipamiento de EPP's	●					5			
	Selección y pesado de pieles				●		45			
	Traslado de pieles a área de Remojo		●				2	10		
	Introducir pieles al botal	●					12			
	Traslado al área de Almacén		●				2	12		
	Pesado de insumos requeridos				●		5			
	Traslado de insumos a botal		●				2	12		
	Añadir insumos al botal	●					3			
	Cerrado de tapa y encendido de botal	●					1			
	Proceso de Remojo				●		720			
	Abrir tapa y drenar residuos líquidos	●					10			
	Traslado a área de Almacén		●				2	12		
	Pesado de insumos requeridos				●		5			
	Traslado de insumos a botal		●				2	12		
	Añadir insumos al botal	●					3			
	Cerrado de tapa y encendido de botal	●					2			
	Proceso de Pelambre				●		720			
	Abrir tapa y drenar residuos líquidos	●					10			
	Adición de agua para enjuague (Lavado 1)	●					35			
	Abrir tapa y drenar residuos	●					10			
	Apilado de pieles	●					10			
	Traslado de pieles a área de Descarnado		●				2	10		
	Proceso de Descarnado				●		120			

CURTIDO	Traslado de pieles a área de Dividido					2	15	
	Proceso de Dividido					85		
	Traslado de lados a área de Curtido					2	20	
	Introducir lados al botal					3		
	Traslado a área de Almacén					2	15	
	Pesado de insumos requeridos					5		
	Traslado de insumos al botal					2	12	
	Añadir insumos al botal					3		
	Cerrado de tapa y encendido de botal					1		
	Proceso de Curtido					480		
	Abrir tapa y drenar residuos					10		
	Adición de agua para enjuague (Lavado 2)					35		
	Abrir tapa y drenar residuos					10		
	Apilado de lados					10		
	Reposo					720		
	Traslado de lados a área de Ecurrido					2	17	
	Proceso de Ecurrido					75		
	Apilado de lados					10		
	Traslado de lados a área de Rebajado					2	12	
	Proceso de Rebajado					570		
	Apilado de lados					10		
	Traslado de lados a área de Recurtido					2	17	
	Introducir lados al botal					5		
	Traslado a área de Almacén					2	12	
	Equipamiento de EPP's					5		
	Pesado de insumos requeridos					5		
	Traslado de insumos al botal					2	12	
	Añadir insumos al botal					3		
	Cerrado de tapa y encendido de botal					1		
	Proceso de Recurtido					480		
Abrir tapa y drenar lados					10			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Ecurrido					2	15		
Proceso de Ecurrido					75			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Secado					2	15		
Proceso de Secado					300			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Lijado					2	13		
Proceso de Lijado					90			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Pintado					2	15		
Proceso de Pintado					120			
Traslado de lados a área de Secado					2	30		
Proceso de Secado					1440			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Pulido					2	15		
Proceso de Pulido					75			
Proceso de Medido					60			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Almacén de PT					2	25		
Almacenamiento					5			

ANEXO 20

SMED

DIAGNÓSTICO INICIAL

SMED						
Ubicación:	PARQUE INDUSTRIAL	Fecha: 03/04/2021			Comentario: Para un lote de 185 pieles	
Actividad:	PROCESO DE REBAJADO	Método y Tipo				
Operador / Analista:	LUIS GUEVARA CÓRDOVA	Tipo:	Trabajador			
ETAPA	DESCRIPCIÓN	Tiempo (min)	CATEGORIA		TIEMPO TOTAL	OBSERVACIONES
			INTERNO	EXTERNO		
CURTIDO	Selección y posicionamiento de manta	72.71	X		570.0603269	
	Ingreso de manta a la máquina rebajadora	97.15	X			
	Recepción de manta	55.35	X			
	Recorte de imperfecciones	207.20	X			
	Separación de mermas	72.15	X			
	Comprobación de grosor utilizando calibre	55.50	X			
	Apilado de lados	10.00	X			

APLICACIÓN Y SUGERENCIA

SMED						
Ubicación:	PARQUE INDUSTRIAL	Fecha: 03/04/2021			Comentario: Para un lote de 185 pieles	
Actividad:	PROCESO DE REBAJADO	Método y Tipo				
Operador / Analista:	LUIS GUEVARA CÓRDOVA	Tipo:	Trabajador			
ETAPA	DESCRIPCIÓN	Tiempo (min)	CATEGORIA		TIEMPO TOTAL	OBSERVACIONES
			INTERNO	EXTERNO		
CURTIDO	Selección y posicionamiento de manta			X	359.8521829	
	Ingreso de manta a la máquina rebajadora	97.15	X			
	Recepción de manta			X		
	Recorte de imperfecciones	207.2	X			
	Separación de mermas			X		
	Comprobación de grosor utilizando calibre	55.5	X			
	Apilado de lados			X		

ANEXO 21

OBSERVACIÓN ADICIONAL

Fecha: Abril del 2021

Observador: Luis Guevara Córdova

Elemento Núm.	Ciclo	01 Selección y posicionamiento de manta			02 Ingreso de manta a la máquina rebajadora			03 Recepción de manta			04 Recorte de imperfecciones			05 Separación de mermas			06 Comprobación de grosor utilizando calibre			07 Aplado de lados								
		TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN				
1	94%		10.825	10.127	94%		16.605	15.533	94%		9.791	9.160	94%		34.486	32.262	94%		20.547	19.222	94%		10.402	9.731	94%		5.712	5.344
2	94%		8.751	8.187	94%		17.807	16.658	94%		12.172	11.386	94%		33.055	30.923	94%		13.055	12.213	94%		16.140	15.099	94%		9.997	9.352
3	94%		12.517	11.709	94%		15.822	14.802	94%		5.561	5.202	94%		26.561	24.847	94%		12.872	12.042	94%		13.902	13.005	94%		4.052	3.791
4	94%		9.734	9.106	94%		15.894	14.868	94%		11.172	10.451	94%		26.182	24.493	94%		16.214	15.168	94%		14.292	13.370	94%		6.101	5.708
5	94%		12.377	11.578	94%		14.629	13.685	94%		6.601	6.175	94%		30.479	28.512	94%		16.787	15.704	94%		9.852	9.217	94%		4.656	4.356
6	94%		13.550	12.676	94%		11.570	10.824	94%		6.241	5.838	94%		27.570	25.792	94%		14.260	13.340	94%		10.428	9.755	94%		6.577	6.153
7	94%		9.653	9.030	94%		19.691	18.420	94%		9.651	9.029	94%		26.888	25.153	94%		11.714	10.958	94%		11.937	11.167	94%		4.879	4.564
8	94%		11.964	11.192	94%		13.481	12.611	94%		10.282	9.618	94%		42.932	40.162	94%		12.242	11.452	94%		13.678	12.796	94%		12.310	11.515
9	94%		10.451	9.777	94%		18.977	17.752	94%		8.486	7.938	94%		41.680	38.991	94%		19.369	18.119	94%		13.575	12.699	94%		4.673	4.372
10	94%		13.311	12.452	94%		12.539	11.730	94%		6.070	5.679	94%		28.331	26.503	94%		14.994	14.027	94%		10.100	9.448	94%		12.365	11.567
11	94%		11.152	10.433	94%		13.662	12.781	94%		6.031	5.642	94%		25.138	23.516	94%		13.909	13.012	94%		10.440	9.766	94%		4.975	4.654
12	94%		15.007	14.038	94%		14.238	13.319	94%		10.751	10.058	94%		40.795	38.163	94%		18.994	17.768	94%		10.841	10.141	94%		3.139	2.936
13	94%		14.711	13.762	94%		15.691	14.678	94%		10.646	9.959	94%		43.187	40.401	94%		13.243	12.389	94%		13.055	12.212	94%		3.539	3.311
14	94%		12.099	11.318	94%		11.937	11.167	94%		6.335	5.926	94%		39.101	36.579	94%		19.484	18.227	94%		14.538	13.600	94%		4.084	3.820
15	94%		10.014	9.368	94%		19.418	18.165	94%		9.489	8.877	94%		38.602	36.111	94%		14.222	13.304	94%		16.590	15.520	94%		8.996	8.415
16	94%		11.084	10.369	94%		12.514	11.707	94%		11.437	10.699	94%		36.526	34.169	94%		19.647	18.380	94%		16.352	15.297	94%		7.422	6.943
17	94%		14.492	13.557	94%		16.254	15.205	94%		7.413	6.935	94%		28.083	26.271	94%		19.652	18.384	94%		11.424	10.687	94%		4.928	4.610
18	94%		10.093	9.442	94%		18.479	17.287	94%		7.187	6.724	94%		37.936	35.488	94%		15.959	14.929	94%		12.119	11.338	94%		5.749	5.378
19	94%		9.679	9.054	94%		19.800	18.522	94%		12.093	11.513	94%		31.891	29.833	94%		18.503	17.310	94%		11.954	11.183	94%		4.863	4.550
20	94%		9.205	8.611	94%		12.824	11.996	94%		7.841	7.335	94%		36.322	33.978	94%		21.544	20.070	94%		15.394	14.400	94%		3.474	3.250
21	94%		10.836	10.136	94%		14.308	13.385	94%		10.776	10.080	94%		34.911	32.659	94%		21.825	20.416	94%		15.334	14.345	94%		4.782	4.473
22	94%		11.328	10.597	94%		19.966	18.678	94%		8.923	8.347	94%		27.217	25.461	94%		11.987	11.214	94%		15.873	14.849	94%		8.403	7.861
23	94%		11.533	10.789	94%		13.254	12.399	94%		9.707	9.081	94%		38.244	35.777	94%		15.019	14.050	94%		10.568	9.886	94%		7.482	6.999
24	94%		8.921	8.345	94%		15.030	14.061	94%		5.478	5.124	94%		34.690	32.452	94%		12.763	11.939	94%		10.844	10.144	94%		8.478	7.931
25	94%		10.011	9.365	94%		13.651	12.770	94%		5.532	5.175	94%		26.975	25.235	94%		20.686	19.352	94%		14.469	13.535	94%		8.216	7.685
26	94%		12.129	11.347	94%		15.970	14.939	94%		8.335	7.798	94%		39.627	37.071	94%		15.269	14.284	94%		12.886	12.055	94%		3.784	3.540
27	94%		11.082	10.367	94%		16.266	15.216	94%		11.356	10.624	94%		45.574	42.634	94%		19.344	18.096	94%		10.229	9.569	94%		4.441	4.154
28	94%		15.034	14.064	94%		19.989	18.699	94%		10.262	9.600	94%		28.531	26.691	94%		17.227	16.115	94%		14.745	13.794	94%		5.079	4.751
29	94%		9.406	8.799	94%		16.163	15.120	94%		5.823	5.447	94%		33.945	31.755	94%		18.735	17.526	94%		12.869	12.039	94%		4.670	4.368
30	94%		9.747	9.118	94%		18.494	17.301	94%		11.942	11.172	94%		32.144	30.070	94%		14.675	13.728	94%		11.732	10.975	94%		2.724	2.549
31	94%		8.750	8.186	94%		14.145	13.232	94%		7.257	6.788	94%		39.171	36.644	94%		16.572	15.503	94%		12.096	11.316	94%		2.636	2.466
32	94%		14.966	14.001	94%		12.008	11.234	94%		6.071	5.680	94%		39.186	36.658	94%		18.440	17.250	94%		16.201	15.156	94%		7.505	7.020
33	94%		13.664	12.783	94%		11.940	11.169	94%		7.111	6.652	94%		27.695	25.908	94%		18.227	17.051	94%		13.214	12.361	94%		4.566	4.271
34	94%		13.110	12.264	94%		19.028	17.800	94%		5.644	5.280	94%		43.307	40.513	94%		13.721	12.835	94%		13.569	12.694	94%		2.534	2.370
35	94%		8.144	7.619	94%		15.149	14.171	94%		12.220	11.431	94%		39.724	37.161	94%		15.475	14.476	94%		13.119	12.273	94%		8.426	7.882
36	94%		10.675	9.986	94%		16.870	15.782	94%		5.468	5.115	94%		32.693	30.884	94%		17.443	16.317	94%		9.991	9.347	94%		5.611	5.249
37	94%		12.169	11.384	94%		14.104	13.194	94%		11.277	10.600	94%		37.579	35.499	94%		17.579	16.445	94%		9.837	9.202	94%		4.596	4.299
38	94%		9.510	8.897	94%		14.366	13.439	94%		8.888	8.314	94%		32.181	30.105	94%		11.899	11.132	94%		11.158	10.438	94%		8.805	8.337
39	94%		10.257	9.595	94%		18.154	16.982	94%		10.228	9.569	94%		37.522	35.102	94%		11.563	10.817	94%		13.220	12.367	94%		11.629	10.879
40	94%		12.907	12.074	94%		16.642	15.568	94%		8.840	8.270	94%		26.875	25.141	94%		18.047	16.883	94%		11.079	10.364	94%		8.353	7.815
41	94%		12.246	11.456	94%		16.539	15.472	94%		11.155	10.435	94%		29.821	27.897	94%		14.420	13.489	94%		12.974	12.137	94%		8.764	8.199
42	94%		8.156	7.611	94%		13.818	12.926	94%		6.206	5.806	94%		44.976	42.075	94%		20.499	19.177	94%		13.559	12.684	94%		6.909	6.464
43	94%		9.007	8.426	94%		14.228	13.310	94%		8.022	7.504	94%		43.292	40.499	94%		18.786	17.574	94%		13.396	12.531	94%		3.571	3.341
44	94%		8.630	8.073	94%		17.470	16.343	94%		5.698	5.330	94%		40.533	37.918	94%		21.785	20.379	94%		10.382	9.712	94%		8.894	8.320
45	94%		12.773	11.949	94%		11.527	10.784	94%		5.494	5.140	94%		43.210	40.422	94%		21.230	19.861	94%		14.406	13.476	94%		7.834	7.329
46	94%		14.174	13.259	94%		15.685	14.673	94%		11.686	10.933	94%		40.940	38.299	94%		20.268	18.960	94%		13.498	12.627	94%		9.061	8.477
47	94%		14.813	13.857	94%		18.897	17.678	94%		11.427	10.690	94%		42.264	39.537	94%		17.500	16.371	94%		11.017	10.306	94%		8.874	8.301
48	94%		11.750	10.991	94%		13.654	12.773	94%		11.609	10.860	94%		39.010	36.494	94%		18.731	17.522	94%		15.839	14.817	94%		3.931	3.677
49	94%		10.719	10.028	94%		16.502	15.438	94%		6.442	6.026	94%		41.347	38.679	94%		17.531	16.400	94%		12.480	11.675	94%		4.082	3.819

APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA REDUCIR COSTOS EN UNA CURTIEMBRE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO

56	94%	15.042	14.072	94%	19.783	18.507	94%	12.084	11.304	94%	34.805	32.560	94%	17.041	15.941	94%	14.560	13.621	94%	4.616	4.318
57	94%	12.625	11.810	94%	12.816	11.989	94%	8.371	7.831	94%	27.254	25.496	94%	19.066	17.836	94%	12.522	11.527	94%	3.494	3.268
58	94%	13.135	12.287	94%	18.356	17.172	94%	7.329	6.857	94%	30.382	28.422	94%	16.210	15.165	94%	12.513	11.706	94%	9.693	9.067
59	94%	11.344	10.612	94%	14.852	13.894	94%	11.680	10.926	94%	42.926	40.157	94%	12.291	11.498	94%	15.159	14.181	94%	6.035	5.646
60	94%	14.655	13.710	94%	15.377	14.385	94%	8.784	8.217	94%	43.940	41.105	94%	13.734	12.848	94%	15.327	14.338	94%	4.306	4.028
61	94%	15.017	14.048	94%	18.408	17.221	94%	6.039	5.650	94%	42.729	39.972	94%	12.722	11.901	94%	9.794	9.162	94%	9.856	9.221
62	94%	13.237	12.383	94%	14.868	13.909	94%	6.746	6.311	94%	32.635	30.530	94%	21.990	20.571	94%	12.015	11.240	94%	7.321	6.848
63	94%	14.648	13.703	94%	18.500	17.390	94%	8.251	7.719	94%	44.614	41.736	94%	21.274	19.901	94%	15.051	14.080	94%	6.469	6.052
64	94%	9.855	9.220	94%	11.241	10.571	94%	11.300	10.571	94%	25.765	24.103	94%	13.615	12.737	94%	16.500	15.436	94%	2.961	2.770
65	94%	11.140	10.421	94%	13.354	12.492	94%	11.554	10.809	94%	40.382	37.776	94%	21.019	19.663	94%	13.016	12.177	94%	4.230	3.957
66	94%	14.247	13.228	94%	13.280	12.423	94%	5.356	5.010	94%	43.419	40.618	94%	15.052	14.081	94%	14.321	13.397	94%	6.696	6.264
67	94%	11.906	11.138	94%	13.004	12.165	94%	6.761	6.325	94%	33.466	31.307	94%	19.912	18.627	94%	12.326	11.531	94%	11.467	10.727
68	94%	13.551	12.676	94%	14.828	13.871	94%	7.617	7.126	94%	27.449	25.679	94%	16.325	15.271	94%	11.715	10.959	94%	4.016	3.757
69	94%	10.204	9.546	94%	15.510	14.509	94%	10.754	10.060	94%	44.324	41.465	94%	19.864	18.583	94%	10.185	9.528	94%	3.294	3.081
70	94%	8.542	7.991	94%	17.834	16.683	94%	11.192	10.470	94%	25.077	23.459	94%	21.818	20.130	94%	15.949	14.920	94%	3.741	3.499
71	94%	13.026	12.186	94%	14.355	13.429	94%	10.694	10.004	94%	38.268	35.799	94%	15.067	14.095	94%	10.718	10.027	94%	11.407	10.671
72	94%	11.357	10.625	94%	19.943	18.656	94%	9.605	8.985	94%	42.440	39.702	94%	20.636	19.305	94%	15.858	14.835	94%	2.888	2.702
73	94%	13.157	12.308	94%	12.299	11.505	94%	9.157	8.566	94%	36.078	33.750	94%	21.722	20.320	94%	15.441	14.445	94%	4.286	4.010
74	94%	11.773	11.013	94%	12.406	11.605	94%	9.433	8.824	94%	38.358	35.883	94%	13.666	12.784	94%	13.662	12.781	94%	10.211	9.552
75	94%	8.731	8.168	94%	13.755	12.868	94%	9.805	9.172	94%	31.950	29.889	94%	17.478	16.350	94%	11.596	10.848	94%	5.943	5.559
76	94%	13.809	12.918	94%	17.456	16.329	94%	8.445	7.900	94%	25.497	23.852	94%	14.933	13.969	94%	15.765	14.748	94%	8.852	8.281
77	94%	10.674	9.985	94%	14.460	13.527	94%	6.900	6.455	94%	30.498	28.531	94%	16.717	15.639	94%	10.818	10.120	94%	11.253	10.527
78	94%	9.400	8.793	94%	18.858	16.426	94%	6.869	6.426	94%	43.116	40.334	94%	11.193	10.471	94%	16.606	15.535	94%	11.493	10.752
79	94%	9.444	8.835	94%	16.724	15.645	94%	8.717	8.155	94%	44.733	41.847	94%	13.548	12.671	94%	12.283	11.491	94%	10.461	9.786
80	94%	10.647	9.960	94%	11.633	10.882	94%	12.148	11.365	94%	43.407	40.607	94%	16.648	15.571	94%	14.378	13.451	94%	2.842	2.659
81	94%	9.131	8.542	94%	17.675	16.355	94%	8.687	8.127	94%	25.869	24.200	94%	14.886	13.926	94%	12.152	11.368	94%	7.041	6.587
82	94%	12.062	11.284	94%	15.753	14.736	94%	5.394	5.046	94%	31.760	29.711	94%	20.478	19.157	94%	15.851	14.829	94%	4.977	4.656
83	94%	9.916	9.277	94%	16.260	15.211	94%	7.088	6.631	94%	26.022	24.343	94%	20.174	18.872	94%	13.491	12.621	94%	4.931	4.613
84	94%	8.614	8.058	94%	14.134	13.222	94%	8.994	8.414	94%	37.664	35.234	94%	18.362	17.177	94%	13.428	12.562	94%	7.039	6.585
85	94%	14.229	13.311	94%	17.050	15.950	94%	5.386	5.038	94%	31.197	29.184	94%	17.339	16.221	94%	15.548	14.545	94%	10.716	10.024
86	94%	12.585	11.773	94%	13.796	12.906	94%	7.864	7.357	94%	42.191	39.469	94%	11.682	10.928	94%	13.626	12.747	94%	9.930	9.289
87	94%	14.693	13.745	94%	16.715	15.637	94%	10.807	9.830	94%	30.413	28.451	94%	15.683	14.671	94%	10.833	10.134	94%	8.596	8.041
88	94%	10.361	9.692	94%	12.322	11.527	94%	6.451	6.035	94%	36.546	34.188	94%	17.889	16.735	94%	13.159	12.310	94%	8.168	7.641
89	94%	10.796	10.100	94%	11.811	11.049	94%	9.383	8.778	94%	35.308	33.030	94%	19.284	18.040	94%	13.174	12.324	94%	5.964	5.579
90	94%	11.308	10.578	94%	16.133	15.092	94%	6.707	6.274	94%	35.230	32.957	94%	16.009	14.976	94%	14.055	13.148	94%	4.409	4.125
91	94%	10.482	9.806	94%	13.708	12.824	94%	8.903	7.487	94%	35.331	33.052	94%	15.064	14.092	94%	15.489	14.489	94%	8.195	7.666
92	94%	12.886	12.055	94%	17.918	16.762	94%	9.070	9.327	94%	25.015	23.401	94%	18.288	17.108	94%	12.808	11.982	94%	11.534	10.790
93	94%	8.365	7.826	94%	17.946	16.788	94%	11.078	10.363	94%	31.667	29.624	94%	20.209	18.905	94%	12.389	11.590	94%	10.539	9.859
94	94%	8.509	7.960	94%	17.068	15.966	94%	11.285	10.557	94%	42.586	39.838	94%	19.709	18.438	94%	9.306	8.706	94%	11.539	10.795
95	94%	14.691	13.744	94%	13.589	12.712	94%	5.087	4.759	94%	44.204	41.352	94%	16.941	15.848	94%	9.152	8.561	94%	10.211	9.552
96	94%	13.578	12.702	94%	19.177	17.940	94%	6.492	6.073	94%	42.878	40.111	94%	18.172	17.000	94%	10.473	9.798	94%	5.943	5.559
97	94%	14.534	13.596	94%	11.533	10.788	94%	7.348	6.874	94%	25.339	23.704	94%	16.972	15.877	94%	12.535	11.726	94%	8.852	8.281
98	94%	9.734	9.100	94%	11.639	10.888	94%	10.485	9.809	94%	31.230	29.215	94%	16.036	15.002	94%	10.394	9.723	94%	15.599	14.537
99	94%	8.420	7.877	94%	12.989	12.151	94%	10.923	10.219	94%	25.492	23.847	94%	18.662	17.458	94%	12.389	11.496	94%	8.195	7.666
100	94%	10.525	9.846	94%	16.689	15.612	94%	10.425	9.753	94%	37.134	34.738	94%	13.768	12.880	94%	12.873	12.043	94%	7.039	6.585
101	94%	14.571	13.631	94%	13.693	12.810	94%	9.336	8.734	94%	30.667	28.689	94%	17.249	16.136	94%	12.710	11.890	94%	4.016	3.757
102	94%	14.913	13.951	94%	15.092	14.118	94%	8.888	8.215	94%	41.661	38.974	94%	15.682	14.671	94%	9.697	9.071	94%	3.294	3.081
103	94%	12.988	12.150	94%	15.927	14.928	94%	9.164	8.573	94%	29.883	27.956	94%	19.347	18.099	94%	13.721	12.836	94%	3.741	3.499
104	94%	10.135	9.481	94%	10.866	10.165	94%	9.536	8.921	94%	36.016	33.693	94%	16.482	15.419	94%	12.813	11.987	94%	9.152	8.561
105	94%	8.015	7.498	94%	16.908	15.818	94%	8.176	7.649	94%	34.778	32.534	94%	18.807	17.313	94%	10.332	9.665	94%	10.473	9.798
106	94%	11.628	10.878	94%	14.986	14.019	94%	6.632	6.204	94%	34.700	32.461	94%	15.652	14.642	94%	15.154	14.176	94%	12.535	11.726
107	94%	14.534	13.596	94%	15.494	14.494	94%	6.690	6.174	94%	34.802	32.556	94%	11.732	10.975	94%	11.795	11.034	94%	10.394	9.723
108	94%	11.018	10.307	94%	13.888	12.505	94%	8.449	7.904	94%	24.485	22.905	94%	13.175	12.325	94%	16.014	14.981	94%	12.289	11.496
109	94%	8.610	8.054	94%	16.283	15.233	94%	11.880	11.113	94%	31.137	29.128	94%	12.164	11.379	94%	13.524	12.651	94%	13.721	12.836

ANEXO 22

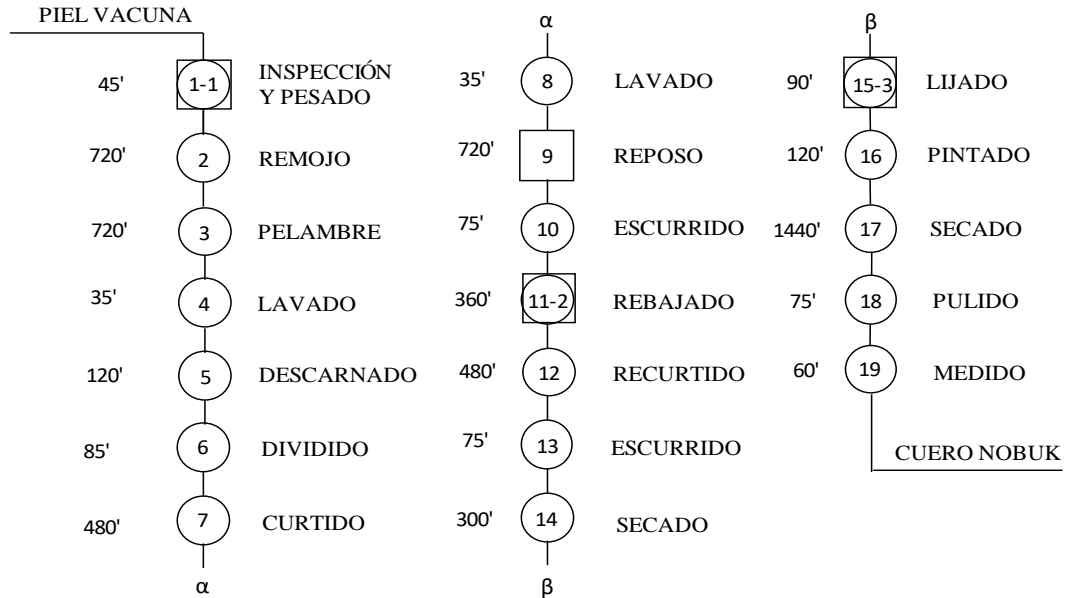
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS

		Fecha: 5/04/2021		CUADRO RESUMEN						
		Actividad: ELABORACIÓN DE CUEROS - CUERO NOBUCK			Evento	Actual	Propuesto			
		Ubicación: PARQUE INDUSTRIAL			Operación	30				
		Operador / Analista: LUIS GUEVARA CÓRDOVA			Transporte	22				
		Método y Tipo			Combinada	20				
		Método: Presente			Inspección	1				
		Tipo: Trabajador			Almacenamiento	1				
		Comentario: Para un lote de 185 pieles			Tiempo (min)	6310.852185				
					Distancia (m)	328				
ETAPA	DESCRIPCIÓN	○ Operación	➡ Transporte	□ Inspección	◐ Opera/Inspec	▽ Almacenaje	Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
RIVERA	Equipamiento de EPP's	●					5			
	Selección y pesado de pieles				●		45			
	Traslado de pieles a área de Remojo		●				2	10		
	Introducir pieles al botal	●					12			
	Traslado al área de Almacén		●				2	12		
	Pesado de insumos requeridos				●		5			
	Traslado de insumos a botal		●				2	12		
	Añadir insumos al botal	●					3			
	Cerrado de tapa y encendido de botal	●					1			
	Proceso de Remojo				●		720			
	Abrir tapa y drenar residuos líquidos	●					10			
	Traslado a área de Almacén		●				2	12		
	Pesado de insumos requeridos				●		5			
	Traslado de insumos a botal		●				2	12		
	Añadir insumos al botal	●					3			
	Cerrado de tapa y encendido de botal	●					2			
	Proceso de Pelambre				●		720			
	Abrir tapa y drenar residuos líquidos	●					10			
	Adición de agua para enjuague (Lavado 1)	●					35			
	Abrir tapa y drenar residuos	●					10			
Apilado de pieles	●					10				
Traslado de pieles a área de Descarnado		●				2	10			
Proceso de Descarnado					●	120				

CURTIDO	Traslado de pieles a área de Dividido					2	15	
	Proceso de Dividido					85		
	Traslado de lados a área de Curtido					2	20	
	Introducir lados al botal					3		
	Traslado a área de Almacén					2	15	
	Pesado de insumos requeridos					5		
	Traslado de insumos al botal					2	12	
	Añadir insumos al botal					3		
	Cerrado de tapa y encendido de botal					1		
	Proceso de Curtido					480		
	Abrir tapa y drenar residuos					10		
	Adición de agua para enjuague (Lavado 2)					35		
	Abrir tapa y drenar residuos					10		
	Apilado de lados					10		
	Reposo					720		
	Traslado de lados a área de Escurrido					2	17	
	Proceso de Escurrido					75		
	Apilado de lados					10		
	Traslado de lados a área de Rebajado		x			2	12	
	Proceso de Rebajado					359,85		
	Apilado de lados					10		
	Traslado de lados a área de Recurtido					2	17	
	Introducir lados al botal					5		
	Traslado a área de Almacén					2	12	
	Equipamiento de EPP's					5		
	Pesado de insumos requeridos					5		
	Traslado de insumos al botal					2	12	
	Añadir insumos al botal					3		
	Cerrado de tapa y encendido de botal					1		
	Proceso de Recurtido					480		
	Abrir tapa y drenar lados					10		
	Apilado de lados					10		
Traslado de lados a área de Escurrido					2	15		
Proceso de Escurrido					75			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Secado					2	15		
Proceso de Secado					300			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Lijado					2	13		
Proceso de Lijado					90			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Pintado					2	15		
Proceso de Pintado					120			
Traslado de lados a área de Secado					2	30		
Proceso de Secado					1440			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Pulido					2	15		
Proceso de Pulido					75			
Proceso de Medido					60			
Apilado de lados					10			
Traslado de lados a área de Almacén de PT					2	25		
Almacenamiento					5			

ANEXO 23

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO	
Empresa curtidora trujillana	Ciudad: Trujillo
Producto: Cuero Nobuck	Fecha: 22/03/2021
Analista: Luis Guevara Córdova	



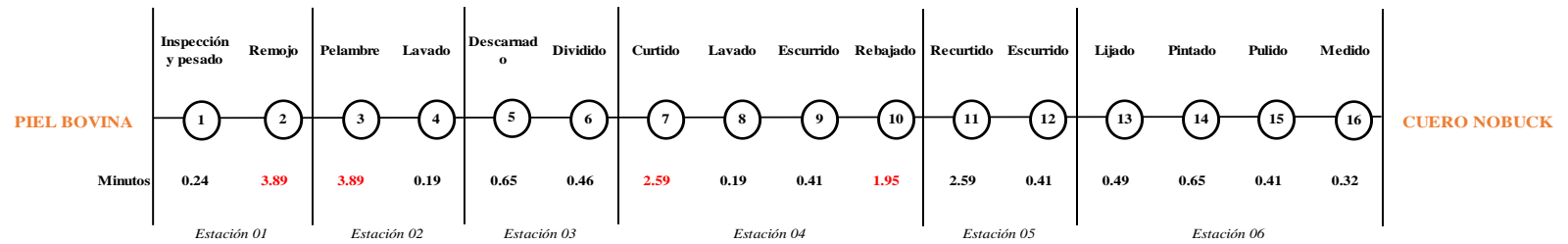
RESUMEN

DETALLE	CANTIDAD	TIEMPO (min)
OPERACIÓN	15	4820
INSPECCIÓN	1	720
OPERACIÓN-INSPECCIÓN	3	495
TOTAL	19	6035

ANEXO 24

BALANCE DE LÍNEA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FLUJO LINEAL



ANÁLISIS

Cuello de botella

3.89 min/ud

Producción

$$P = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{ciclo de producción}} \quad P = \frac{700.68 \text{ min/día}}{3.89 \text{ min/unidad}} \quad P = \frac{181 \text{ unidad/día}}{4344 \text{ unidad/mes}}$$

Eficiencia de la red

$$E = \frac{\sum(\text{tiempos de operación})}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones} * \text{cuello de botella}} \quad E = \frac{19.32}{23.35} \quad E = 82.75\%$$

REQUERIMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO

PRONOSTICO DE DEMANDA 2021

MES	PERIODO	PRONÓSTICO
Enero	1	4683
Febrero	2	4687
Marzo	3	4701
Abril	4	4722
Mayo	5	4731
Junio	6	4773
Julio	7	4795
Agosto	8	4828
Septiembre	9	4855
Octubre	10	4858
Noviembre	11	5069
Diciembre	12	5117

PROMEDIO DIARIO	
Cant. (ud)	201

PROMEDIO MENSUAL	
Cant. (ud)	4819

CICLO REQUERIDO

$$\text{Ciclo } R = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} \quad \text{Ciclo } R = \frac{720.00 \text{ min/día}}{201 \text{ unidad/día}}$$

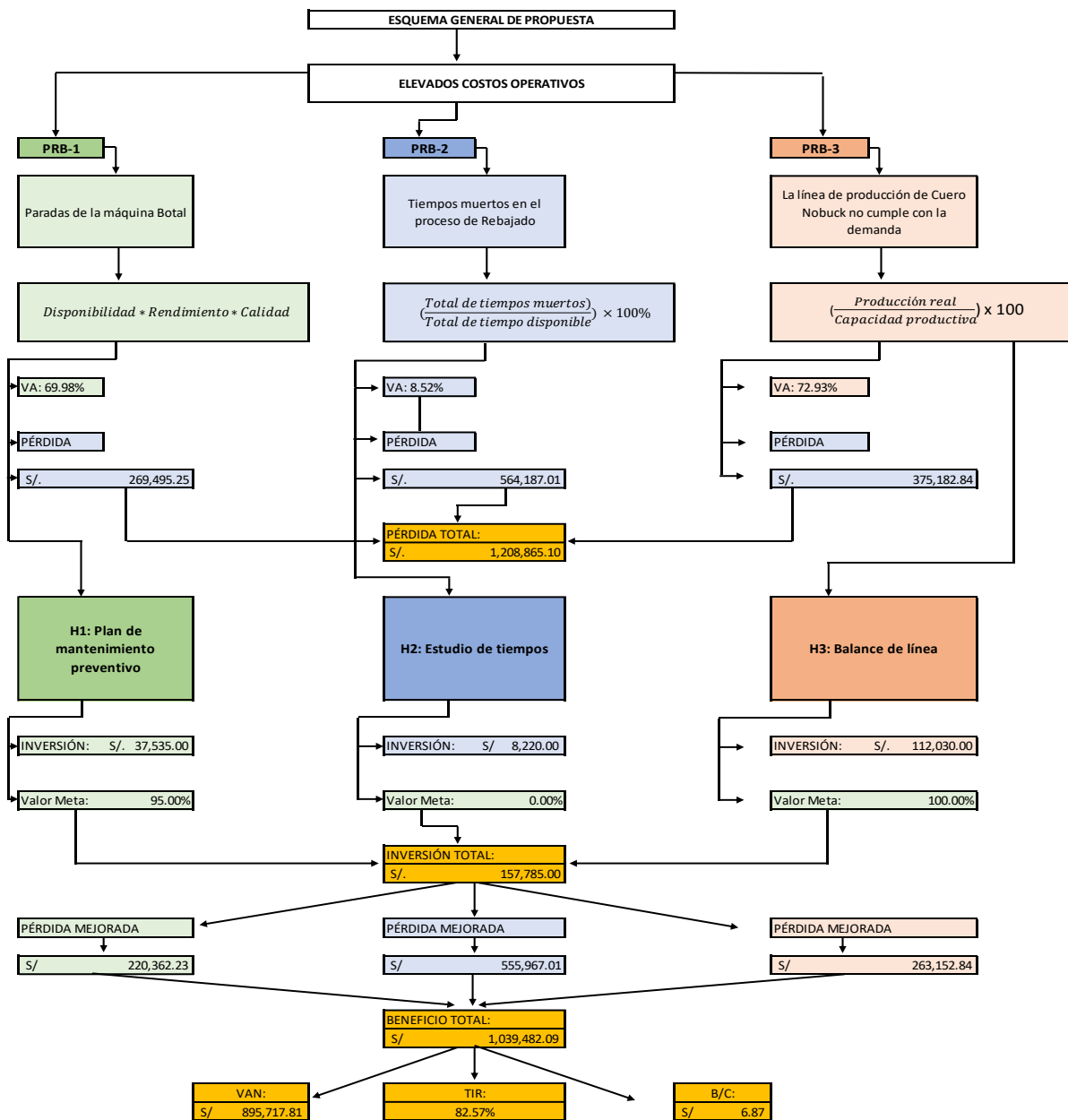
$$\text{Ciclo } R = 3.6 \text{ min/unidad}$$

ANEXO 25

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

HERRAMIENTAS	ACTIVIDADES	Marzo del 2021																							
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4								
		1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26				
	Análisis integral de la empresa	X	X	X																					
	Diseño de implementación			X	X	X																			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Determinar metas y objetivos					X	X																		
	Establecer un presupuesto					X	X																		
	Maquinaria y equipo a incluir					X	X																		
	Revisar los mantenimientos previos realizados							X	X	X	X														
	Consultar los manuales de los equipos							X	X	X	X														
	Obligaciones legales									X	X														
	Designar a los responsables										X														
	Escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo (Si es en base a periodos de tiempo o si es en base a métricas e indicadores)										X														
	Ejecutar las tareas del plan												X	X	X	X	X								
	Revisión del Plan. Análisis e información																X	X	X						
Estandarización																							X		
ESTUDIO DE TIEMPO	Identificación el proceso de produccion a estudiar		X	X																					
	Registro de trabajo			X	X																				
	Análisis de datos				X	X																			
	Diseño actual de DOP y DAP					X	X	X																	
	Aplicación de SMED							X	X																
	Rediseño de DOP y DAP									X	X	X													
	Estandarización																							X	
BALANCE DE LINEA	Identificación el proceso de produccion													X											
	Análisis de datos y representación gráfica													X	X										
	Identificación del cuello de botella														X										
	Calculo del ciclo de producción														X										
	Ilustración de la línea de producción sin balancear															X	X								
	Ilustración de la línea balanceada															X	X								
	Estandarización																							X	

ANEXO 26



ANEXO 27

EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento Preventivo													
Implementación	S/1,535.00												
Técnico de mantenimiento (2)		S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00
Estudio de Tiempos													
Implementación	S/2,820.00												
Practicante de Ing. Industrial (1)		S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00	S/450.00
Balance de Línea													
Implementación	S/1,330.00												
Botal (3)	S/86,100.00												
Rebajadora	S/24,600.00												
TOTAL DE EGRESOS	S/116,385.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00	S/3,450.00

BENEFICIOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento Preventivo		S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04	S/21,335.04
Estudio de Tiempos		S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86	S/46,000.86
Balance de línea		S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32	S/26,434.32
TOTAL DE BENEFICIOS	S/0.00	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22	S/93,770.22

FLUJO DE CAJA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	-S/116,385.00	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22	S/90,320.22

TMAR	2.08%	2.08%
TIR	77.53%	
VAN	S/834,195.08	
B/C	S/ 6.46	
VAN Beneficios	S/986,889.79	
VAN Egresos	S/152,694.71	

ANEXO 28

OEE

	Total	Descarnadora	Divididora	Escurreidora	Rebajadora	Secadora al vacío	Lijadora	Pulidora	
Días de trabajo				24					
Horas				12					
#Fallas al mes	30	3	5	4	3	4	3	3	
N° h de operación				288					
T. med. Entre Fallar	MTBF (horas)	8.09	94.91	56.49	70.30	94.50	70.93	94.67	95.31
	#Horas paradas al mes	45.33	3.28	5.57	6.80	4.49	4.29	3.98	2.08
T. med. Entre reparación	MTTR (horas/falla)	1.51	1.09	1.11	1.70	1.50	1.07	1.33	0.69
	DISPONIBILIDAD	84.26%	98.86%	98.07%	97.64%	98.44%	98.51%	98.62%	99.28%
	DISPONIBILIDAD DE MAQ	84%	99%	98%	98%	98%	99%	99%	99%
	Eficiencia operacional	80.05%							

DISPONIBILIDAD	73.67%
TASA DE RENDIMIENTO	95.00%
TASA DE CALIDAD	100%
OEE	69.99%

RENDIMIENTO	
% MERMA	5.00%
TASA DE PROD	100%
	95.00%

OEE - MEJORADO

	Total	Descarnadora	Divididora	Escurreidora	Rebajadora	Secadora al vacío	Lijadora	Pulidora
Días de trabajo				24				
Horas				12				
#Fallas al mes	0	0	0	0	0	0	0	0
N° h de operación				288				
#Horas paradas al mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DISPONIBILIDAD	100.00%
TASA DE RENDIMIENTO	95.00%
TASA DE CALIDAD	100%
OEE	95.00%

RENDIMIENTO	
% MERMA	5.00%
TASA DE PROD	100%
	95.00%

ANEXO 29

Cuadro Resumen

3 DIAS	27
4to DIA	28

DIA	ACTIVIDADES	NACTIVIDADES	% A	% I
1	27	0	1.00	0.00
2	27	0	1.00	0.00
3	27	0	1.00	0.00
4	27	0	1.00	0.00

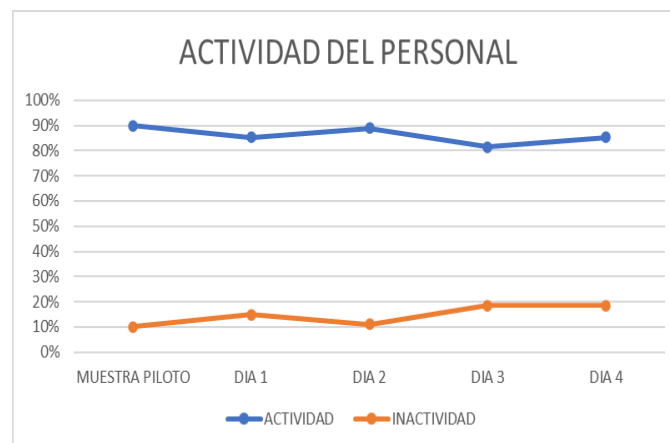
Muestreo del trabajo

PERIODO	MUESTRA PILOTO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
ACTIVIDAD	90%	100%	100%	100%	100%
INACTIVIDAD	10%	0%	0%	0%	0%

DETERMINAR EL P FINAL:

$$\bar{p} = p \left(\frac{n'}{n} \right) + \frac{\sum p_i}{n} \left(\frac{n''}{n} \right)$$

$$\bar{p} = 0.9784$$



EFICIENCIA OPERACIONAL

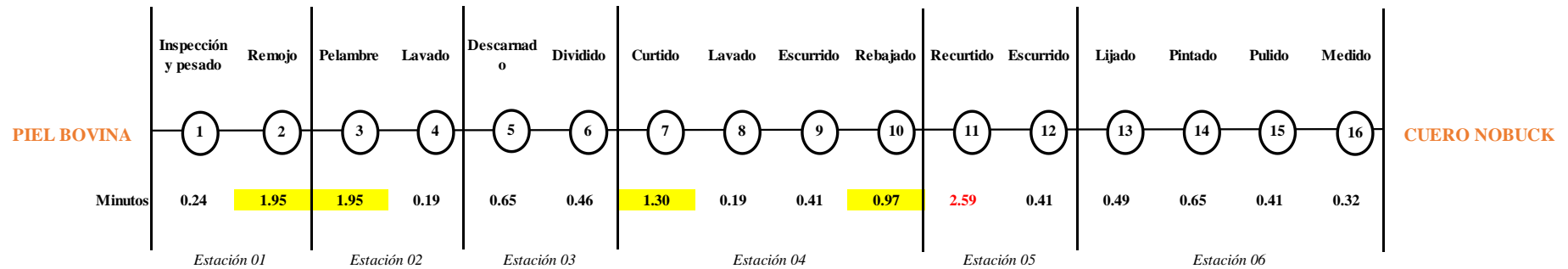
$$EO = 97.84\%$$

$$2.158\%$$

ANEXO 30

BALANCE DE LÍNEA

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FLUJO LINEAL



ANÁLISIS

Cuello de botella

2.59 min/ud

Producción

$$P = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{ciclo de producción}}$$

$$P = \frac{706.84 \text{ min/día}}{2.59 \text{ min/unidad}}$$

$$P = 273 \text{ unidad/día}$$

$$P = 6552 \text{ unidad/mes}$$

Eficiencia de la red

$$E = \frac{\sum(\text{tiempos de operación})}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones} * \text{cuello de botella}}$$

$$E = \frac{13.16}{15.57}$$

$$E = 84.55\%$$