



POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-No.506-2019

OPCIÓN DE
TITULACIÓN:

PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA:

PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE PAPEL PARA LA ELABORACIÓN DE CAJAS DE CARTÓN CORRUGADO

AUTOR:

EDWIN VICENTE ESPINOZA CORREA

DIRECTOR:

ANGEL EDUARDO GONZALEZ VASQUEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR
2022

Autor:



Edwin Vicente Espinoza Correa

Ingeniero Mecánico

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones

Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede
Guayaquil.

eespinozaco@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Ángel Eduardo González Vásquez

Doctor en Ciencias Administrativas

Magíster en Administración de Empresas

Ingeniero Industrial

agonzalez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA

ESPINOZA CORREA EDWIN VICENTE

***PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA
MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE PAPEL PARA LA ELABORACIÓN DE CAJAS DE
CARTÓN CORRUGADO***

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar a través de estas líneas, mi más sincero y afectuoso agradecimiento a todas las personas que con su aporte humano e intelectual colaboraron en la realización del presente trabajo.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios con amor y gratitud por disponer de manera precisa e inequívoca los tiempos, espacios y momentos correctos para que pudiera llevar a cabo este gran proyecto dentro de mi carrera profesional. Sin la mano de Él, no hubiera alcanzado esta meta.

Agradecer también a la prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana, por el apoyo y seguimiento que brinda a sus graduados en las diferentes sedes, por mantenerse en constante evolución y actualización tecnológica, ya que, sin ello no hubiera sido posible llevar a cabo el proyecto de Maestría de manera tan práctica, enriquecedora y satisfactoria.

A todos los docentes que compartieron no solo sus vastos conocimientos sino también experiencias y anécdotas dentro de su vida laboral, herramientas que nos ayudarán también en el camino por recorrer.

A mi tutor y director de tesis, Dr. Ángel González, por su acertada orientación, inestimable paciencia y colaboración en el trabajo realizado para que esta tesis llegará a buen término.

Finalmente, agradezco a mi esposa e hija por su apoyo y comprensión, por creer siempre en mí, dándome las fuerzas y el estímulo para que me supere día a día.

Edwin Vicente Espinoza Correa

DEDICATORIA

Para mi esposa Paulette, dedico esta Tesis. Por su paciencia, por su entendimiento, apoyo incondicional y compañía en las noches de desvelo y estudio. Para mi hija Amelia, es el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios, por ser la fuente de mi esfuerzo y todas mis energías, por ser el motor de mi vida y darme el empujón para terminar este trabajo.

Sin Uds., no habría logrado esta satisfacción, Mil gracias

Edwin Vicente Espinoza Correa

Resumen

La situación actual de una máquina papelera, se ha visto sometida a una enorme presión para ser competitiva y ofrecer una entrega oportuna del producto; por tal motivo la optimización del proceso de fabricación es muy importante dentro del campo industrial, utilizando los elementos que mejor se adapten, ya sea el diseño e implementación de metodologías y técnicas, con el fin de minimizar cualquier problema a futuro. El presente proyecto tiene como objetivo realizar una propuesta, que permita reducir los tiempos improductivos.

Se efectuó el estudio de la problemática en el proceso de elaboración de papel y se llegó a la determinación de los principales problemas mediante el uso herramientas y técnicas que proporciona el ciclo PDSA (Plan-Do-Study-Act), entre ellas: Pareto y el Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa).

El resultado a obtener, con la implementación de la propuesta, es reducir el tiempo perdido por causas operacionales, por el retraso en arrancar la máquina y por el incumpliendo del programa de mantenimiento, y de esta manera maximizar los recursos existentes, mejorando la productividad de la empresa.

Palabras claves: Máquina papelera, productividad, tiempos improductivos, estandarización

Abstract

The current situation of a paper machine has been subjected to enormous pressure to be competitive and offer a timely delivery of the product; For this reason, the optimization of the manufacturing process is very important within the industrial field, using the elements that best adapt, be it the design and implementation of methodologies and techniques, in order to minimize any problem in the future. The objective of this project is to make a proposal that allows reducing non-productive times.

The study of the problems in the paper manufacture process was carried out and the main problems were determined through the use of tools and techniques provided by the PDSA cycle (Plan-Do-Study-Act), among them: Pareto and the Cause and Effect (Ishikawa) Diagram.

The result to be obtained, with the implementation of the proposal, is to reduce the time lost due to operational causes, due to the delay in starting the machine and due to non-compliance with the maintenance program, and in this way maximize the existing resources, improving the productivity of the company.

Keywords: Paper machine, productivity, non-productive time, standardization.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

	Página
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Justificación.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Delimitación de la investigación	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Marco conceptuales.....	5
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Importancia de la Productividad	7
2.2.2 Alcance de los métodos y estándares	8
2.2.3 Herramientas y técnicas de administración de procesos	11
¿Cuáles son los pasos comunes en un proceso de resolución de problemas?.....	12
¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “PLANIFICAR”?.....	13
Paso 1. Planificar: Aceptar que existe un problema.....	14
Paso 2. Planificar: Formar equipos de mejora.....	14

Paso 3. Planificar: Definir el problema.....	14
Técnica: Hoja de verificación.....	15
Técnica: Análisis de Pareto.....	15
Paso 4. Planificar: Desarrollar mediciones del desempeño.....	16
Paso 5. Planificar: Analizar el problema/proceso.....	17
Paso 6. Planificar: Determinar posibles causas.....	17
Técnica: Lluvia de ideas.....	17
Técnica: Diagramas de causa y efecto.....	18
Técnica: Diagramas por qué-por qué.....	19
Técnica: Histogramas.....	19
Técnica: Gráficas de control.....	19
¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “HACER”?.....	20
Paso 7. Hacer: Seleccionar e implementar la solución.....	20
¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “ESTUDIAR”?.....	22
Paso 8. Estudiar: Evaluar la solución-el seguimiento.....	22
¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “ACTUAR”?.....	22
Paso 9. Actuar: Asegurar la permanencia.....	22
Paso 10. Actuar: Mantener la mejora continua.....	23

CAPÍTULO III

3	METODOLOGÍA	24
3.1	Tipo de investigación	24
3.2	Diseño de investigación	24
3.3	Nivel de investigación.....	25
3.4	Descripción del proceso productivo y situación actual.....	25
3.4.1	Proceso productivo.....	25
3.4.2	Etapas del proceso.....	25
3.4.3	Planificación de la producción.....	30
3.4.4	Capacidad de producción	31
3.4.5	Caracterización de proceso.....	31

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS.....	32
4.1	Recolección de la información.....	32
4.1.1	Análisis del Tiempo improductivo.....	33
4.1.2	Identificación de los problemas.....	34
4.1.3	Diagrama causa – efecto	35
4.1.4	Diagrama de los 5 ¿por qué?	38
4.2	Propuesta	39
4.2.1	Estandarización de los procedimientos	40
4.2.2	Programas de capacitación.....	42
4.2.3	Indicadores para medir la productividad del proceso de elaboración de papel.....	43

CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Producción máquina papelera 2019 al 2021	32
Tabla 2. Beneficios del análisis del tiempo improductivo	33
Tabla 3. Etapas en el análisis del tiempo improductivo.....	33
Tabla 4. Diagrama de Pareto del tiempo improductivo 2021	34
Tabla 5. Diagrama de los 5 ¿POR QUÉ?.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Partes operacionales de la máquina papelera.	3
Figura 2. Pasos de la resolución de problemas con herramientas.....	13
Figura 3. Gráfica de control que muestra una línea central y límites de control superiores e inferiores	20
Figura 4. Pacas de materia prima.....	25
Figura 5. Esquema del pulper	26
Figura 6. Esquema de un depurador centrífugo.....	26
Figura 7. Esquema de espesador cilíndrico de malla.....	27
Figura 8. Esquema proceso de refinación	27
Figura 9. Circuito de aproximación simplificado	28
Figura 10. Esquema de la mesa formación y prensas	29
Figura 11. Configuración de los secadores.....	30
Figura 12. Enrollado de papel en el pope	30
Figura 13. Diagrama causa – efecto para tiempo improductivo OPERACIONAL.....	36
Figura 14. Diagrama causa – efecto para tiempo improductivo PARADA PROGRAMADA ...	37
Figura 15. Diagrama de la Propuesta para reducir los tiempos improductivos en la máquina papelera.....	39

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

En la actualidad, la empresa productora de papel para cajas de cartón corrugado, presenta una inestabilidad en su producción mensual en toneladas métricas; debido al alto nivel de demanda y competitividad, la empresa busca obtener datos y resultados que logren mejorar la productividad, mediante el uso racional y eficiente de los recursos disponibles.

La pandemia del COVID ha creado oportunidades para algunas industrias, pero también ha causado dificultades para otras; por ejemplo, el cartonero y de embalaje sufrió un fuerte impacto. En el artículo “Desabastecimiento e inédita escalada de costos” del Diario el Universo (2021), señala que la mayor parte de las cajas de cartón corrugado producidas localmente se utilizan como empaques para la mayoría de la oferta exportable ecuatoriana, como el banano, camarón, productos del mar, mango, brócoli, piña, frutas exóticas, productos manufacturados, entre otros; las cajas restantes permiten movilizar en el mercado interno los alimentos procesados, bebidas, aceites, detergentes, lácteos, medicinas, frutas y hortalizas, textiles, productos de higiene personal, productos manufacturados, y otros de fabricación nacional (Diario El Universo). En el 2020, Ecuador consumió alrededor de 748.000 toneladas métricas de papel para la fabricación de cajas corrugadas, es decir, el 5,3 % más del total de 710.000 t consumido en 2019; en 2020, solo el sector bananero demandó más de 381 millones de cajas de cartón corrugado (Diario El Universo, 2021).

El mundo globalizado obliga de alguna manera a buscar innovaciones en los procesos continuamente, los periodos y las frecuencias de revisión han aumentado por la necesidad de ser más competitivos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo la aplicación de metodologías o indicadores de gestión podrían reducir los tiempos improductivos en la máquina de fabricación de papel?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué factores afectan la estabilidad de la producción, ocasionando paradas no programadas en la máquina de fabricación de papel?
- b) ¿Las fallas operacionales se originan por la ausencia de formatos de control de proceso?
- c) ¿Qué herramientas y técnicas se deben aplicar para disminuir los tiempos improductivos en la máquina papelera?

1.3 Justificación

La situación económica mundial actual presenta a las empresas una serie de desafíos que las obligan a generar más y con menos recursos, y el aumento de la competencia también es una prioridad importante que las empresas deben asumir para satisfacer a los clientes.

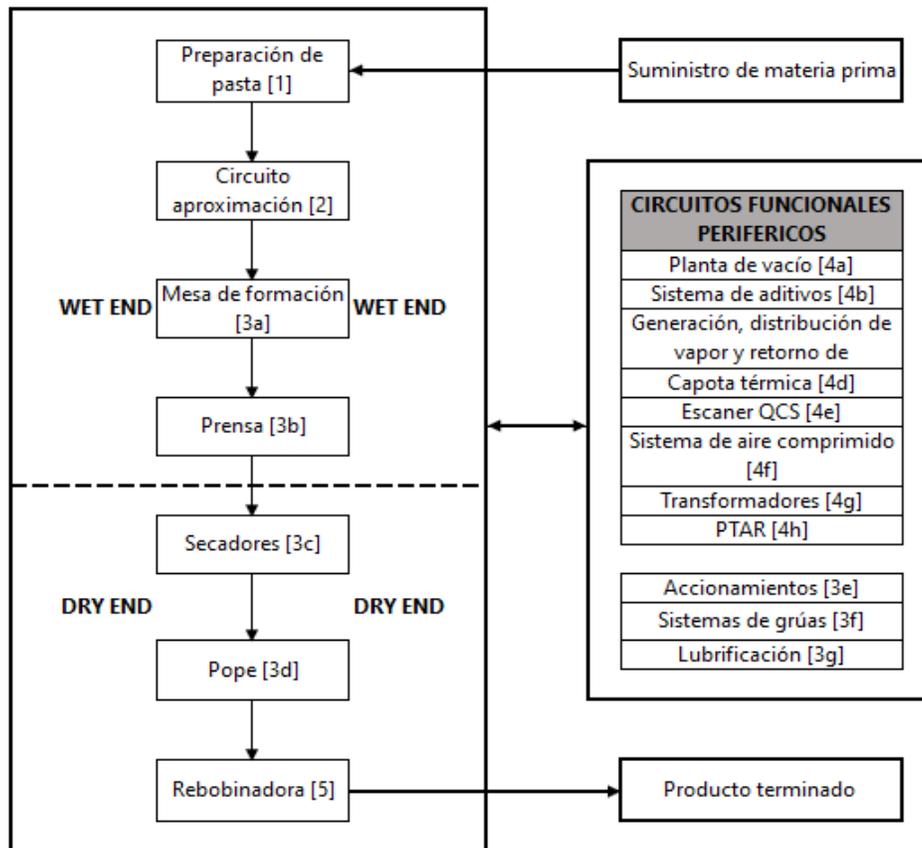
Esta situación obliga a las empresas productoras de papel estén incursionando en la implementación de nuevas tecnologías, con la finalidad de garantizar las especificaciones técnicas, y en los plazos oportunos, productos de calidad a sus clientes; mientras que la productividad es uno de principales retos que surgen diariamente y que tiene un papel fundamental en el logro de los objetivos. Las papeleras buscan a diario la reducción a toda costa de sus costes operativos a través de proyectos y metodologías, para obtener datos que permitan mejorar el análisis, la supervisión y el control del proceso.

La presente investigación está enfocada en buscar, identificar y controlar las variables que promueven el incremento de la producción en toneladas métricas de papel, dando como resultado el cumplimiento del plan mensual de producción, dentro de los márgenes de eficiencia y eficacia, que permita obtener rentabilidad.

El proceso productivo en una planta de elaboración de papel, se puede dividir en 3 etapas. La primera es la Preparación Pasta donde se produce la clasificación, limpieza y refinación de la materia prima, luego, entra en la segunda etapa conocida como el Sistema o Circuito de Aproximación, el cual consiste en el transporte y limpieza final de la pasta antes de ser llevada a la Máquina de fabricación de papel. La tercera parte corresponde al proceso de formación del papel en la Máquina Papelera, zona que se divide en Extremo Húmedo (Wet End) y Extremo Seco (Dry End).

El siguiente esquema resume las principales partes operacionales de la máquina papelera partiendo del suministro de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.

Figura 1. Partes operacionales de la máquina papelera.



Nota: Elaborado por el autor basado en la máquina de fabricación de papel (2021).

1.3.1 Objetivo general

Realizar una propuesta para la optimización del proceso productivo en una máquina de fabricación de papel para la elaboración de cajas de cartón corrugado, mediante la aplicación de metodologías o indicadores de gestión que demuestren la reducción de los tiempos improductivos.

1.3.2 Objetivos específicos

- 1) Efectuar un diagnóstico de las causas raíz que ocasionan las paradas no programadas de producción en la máquina de fabricación de papel.
- 2) Revisar y proponer cambios que considere pertinentes a los procedimientos e instructivos de trabajo del proceso, para estandarizar los pasos a seguir para una correcta operación de la máquina de fabricación de papel.
- 3) Determinar las herramientas y técnicas que permitan conocer el proceso productivo de tal manera que se logre la identificación de problemas con sus respectivas soluciones en situaciones específicas.

1.4 Delimitación de la investigación

El estudio se realizó en el proceso productivo (ver figura 1) de las áreas de formación [3a], prensado [3b] y secado [3c], en donde se llevó a cabo el proceso de seguimiento y análisis del problema, que permitieron recopilar la mayor cantidad de información posible para desarrollar, analizar e interpretar los datos de manera adecuada.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptuales

Análisis de causa raíz: Se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos, así que, para encontrar las X vitales primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema (Pulido, 2009).

Capacidad: Cantidad de insumos de recursos disponibles en relación con los requerimientos de producción en un periodo particular (Chase, 2011).

Caracterización de procesos: Es una herramienta usada para describir cómo funciona un proceso y así dar cumplimiento a los requisitos de la norma (ISO-9001, 2015).

Diagrama de pareto: Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas; este diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total (Pulido, 2009).

Diagrama de flujo: Es la representación gráfica de los pasos de un proceso y tienen el propósito de ayudar a la gente a entenderlo mejor, siendo el diagrama de flujo una de las siete herramientas de la calidad (Niegel, 2009).

Eficacia: Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados (Pulido, 2009).

Eficiencia: Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados, por lo tanto, para mejorar esta relación es necesario optimizar los recursos y reducir los tiempos por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera (Pulido, 2009).

Estandarización: Proceso sistemático y dinámico que permite diseñar e implementar estándares, tales como procedimientos documentados, utilizados en común y varias veces por todas las personas involucradas en el desarrollo de un proceso; los estándares son un instrumento básico para gerenciar los procesos y garantizar la calidad (Vega, 2011).

Grado de refinado: Es la intensidad de refinación en función del tiempo y se mide en CSF o °SR (Smook, 1990).

Gramaje: Se define es el peso de un metro cuadrado de una hoja de papel, medido en unidades de g/m^2 (Smook, 1990).

Indicador: Magnitud utilizada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos en la ejecución de un proyecto, programa o actividad, se considera también como una unidad de medida que permite conocer la condición de una actividad o un conjunto de actividades en un momento determinado (Vega, 2011).

Instructivo de trabajo: Es un documento que contiene los pasos a seguir para la ejecución de una actividad (ISO-9001, 2015).

Lista de verificación: Herramienta utilizada para asegurar que se realicen todos los pasos o acciones importantes de una operación, estas contienen elementos significativos o relevantes para un asunto o situación (Niebel, 2009).

Proceso: Representa la secuencia básica de los pasos o actividades con que la empresa concibe, diseña y lleva un producto al mercado, en la mayoría implican actividades intelectuales, no físicas; toda organización emplea un proceso diferente al de las demás de hecho, la misma empresa puede aplicar distintos procesos a diferentes grupos de productos (Chase, 2011).

Procedimiento: Constituyen la manera en que se desarrolla una actividad y se expresan en documentos con alcance y objetivo que por lo general están asociados con los servidores de la administración (qué, quién, cómo, cuándo, dónde, cuánto, por qué), los procedimientos se representan a partir de gráficas, y son la parte neurálgica de los procesos; es decir, dan la operatividad al proceso (Vega, 2011).

Productividad: Es el cociente entre la producción (bienes y servicios) y los factores productivos (recursos como el trabajo o el capital), la mejora de este cociente se puede conseguir de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales, las dos suponen un aumento de productividad (Heizer, 2007).

Tiempo improductivo: Tiempo que representa la interrupción de alguna operación debida a descomposturas de máquinas o herramientas, falta de material, etcétera (Niebel, 2009).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Importancia de la Productividad

Según Benjamín Niebel (2009) es importante considerar, desde el punto de vista económico y práctico, ciertos cambios que continuamente se llevan a cabo en los ambientes industrial y de negocios; estos cambios incluyen la globalización del mercado y de la manufactura, el crecimiento del sector servicios, el uso de computadoras en todas las operaciones de la empresa y la aplicación cada vez más extensa de la Internet y la web, dado que, la única forma en que un negocio o empresa pueda crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad o acrecentar la cantidad de producción por hora de trabajo invertida (Niebel, p. 1) .

Niebel también señala que las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo; todos los aspectos de una industria o negocio ofrecen

áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares y diseño del trabajo; con mucha frecuencia la gente considera sólo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad, por ejemplo en ventas, los métodos modernos para la recuperación de información generalmente traen como consecuencia información más confiable y ventas mayores a un menor costo (Niebel, p. 1).

En la actualidad, Niebel (2009) señala que muchos negocios e industrias de Estados Unidos, por necesidad, se están reestructurando a sí mismos, reduciendo su tamaño con el fin de operar de una manera más eficiente en un mundo cada vez más competitivo. Con una agresividad nunca antes vista, las empresas están resolviendo aspectos como la reducción de costos y un aumento de calidad a través de una mejora en la productividad (Niebel, pp. 1-2).

El área de producción de una industria es clave para su éxito; en ella los materiales son solicitados y controlados; la secuencia de las operaciones, de las inspecciones y de los métodos es determinada; las herramientas son solicitadas; los tiempos asignados; el trabajo es programado, asignado y se le da seguimiento; y la satisfacción del cliente es mantenida con productos de calidad entregados a tiempo (Niebel, p. 2).

2.2.2 Alcance de los métodos y estándares

Para Niebel (2009) cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación trabajador-máquina eficiente. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto; además, existe la responsabilidad de observar que 1) los estándares predeterminados sean cumplidos; 2) los trabajadores sean compensados de manera adecuada de acuerdo con su producción, habilidades, responsabilidades y experiencia; y 3) que los trabajadores experimenten un sentimiento de satisfacción por el trabajo que realizan (Niebel, pp. 2-3).

El procedimiento completo incluye la definición del problema; dividir el trabajo en operaciones; analizar cada operación con el fin de determinar los procedimientos de fabricación más económicos para la cantidad que se desee producir, considerando la seguridad del operador y su

interés en el trabajo; aplicando los valores de tiempo apropiados; y posteriormente dando seguimiento al proceso con el fin de garantizar que el método prescrito se haya puesto en operación. (Niebel, pág. 3)

2.2.2.1 Ingeniería de métodos

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utilizan como sinónimos, por consiguiente, en la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad (Niebel, p. 3).

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica, la automatización de la información puede proporcionar enormes recompensas en todas las áreas; el diferencial de productividad que resulta de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre podrán mantener su competitividad respecto a los países en desarrollo de bajos sueldos; por lo tanto, la investigación y desarrollo (R&D) que lleva a una nueva tecnología es fundamental en la ingeniería de métodos. (Niebel, p. 4).

Los 10 países con la mayor inversión en R&D (Research and Development) por empleado, de acuerdo con el reporte de la Organización de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (1985), son Estados Unidos, Suiza, Suecia, Holanda, Alemania, Noruega, Francia, Israel, Bélgica y Japón; estos países se encuentran entre los líderes en productividad; siempre y cuando mantengan la importancia que otorgan a la investigación y desarrollo, la ingeniería de métodos a través de la innovación tecnológica será fundamental para conservar su capacidad para ofrecer bienes y servicios de alto nivel (Niebel, p. 4).

En resumen, la ingeniería de métodos es el análisis sistemático a fondo de todas las operaciones directas e indirectas con el fin de implementar mejoras que permitan que el trabajo se desarrolle más fácilmente, en términos de salud y seguridad del trabajador, y permite que éste se realice en menos tiempo con una menor inversión por unidad. (Niebel, pág. 6)

2.2.2.2 Diseño del trabajo

Según Benjamín Niebel y Andris Freivalds en el marco de la elaboración o conservación del nuevo método, se deben usar los principios de diseño de trabajo para adaptar la tarea y la estación de trabajo ergonómicamente al operador humano (Niebel, 2009). Desafortunadamente, por lo general el diseño del trabajo se olvida cuando se persigue un incremento en la productividad; con mucha frecuencia, la sobreposición de procedimientos simplificados da como resultado que los operadores realicen tareas repetitivas tipo máquina, lo cual provoca un mayor índice de lesiones músculo-esqueléticas relacionadas con el trabajo (Niebel, p. 6).

Cualquier aumento de la productividad y reducción de costos se ven más que disminuidos ante los altos costos de la compensación médica de los trabajadores, especialmente si se considera la tendencia en aumento en los costos del cuidado de la salud; por lo tanto, es necesario se incorpore los principios de diseño del trabajo en todo nuevo método, de tal manera que no sólo sea más productivo sino también más seguro y libre de riesgos para el operador (Niebel, p. 6).

2.2.2.3 Estándares

Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o de la medición del trabajo; esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y retardos inevitables del personal (Niebel, 2009). Los expertos en el estudio del tiempo utilizan varias técnicas para establecer un estándar: estudio cronometrado de tiempos, recolección computarizada de datos, datos estándares, sistemas de tiempos predeterminados, muestreo del trabajo y pronósticos con base en datos históricos (Niebel, p. 7).

Cada técnica es aplicable en ciertas condiciones; de ahí que, los analistas del estudio de tiempos deben saber cuándo utilizar una técnica determinada y deben utilizarla con criterio y en forma correcta (Niebel, p. 7).

El control de la producción, la distribución de la planta, las compras, la contabilidad y control de costos y el diseño de procesos y productos son áreas adicionales relacionadas íntimamente con las funciones de los métodos y los estándares (Niebel, pág. 7).

2.2.2.4 Objetivos de los métodos, estándares y diseño del trabajo

Los objetivos primarios señalados por Niebel (2009) de los métodos, estándares y diseño del trabajo son 1) incrementar la productividad y la confiabilidad en la seguridad del producto y 2) reducir los costos unitarios, lo cual permite que se produzcan más bienes y servicios de calidad para más gente. La capacidad de producir más con menos recursos permitirá que más personas trabajen más horas cada año. Para Niebel (2009) los corolarios que se desprenden de los objetivos principales son los siguientes:

- a) reducir el tiempo requerido para completar la tarea;
- b) mejorar continuamente la calidad y confiabilidad de los productos y servicios.;
- c) conservar recursos y minimizar costos mediante la especificación de los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios (Niebel, p. 7);
- d) tener en cuenta el costo y la disponibilidad de energía eléctrica;
- e) ampliar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los trabajadores;
- f) producción con mayor atención a la protección del medio ambiente; y
- g) aplicar un programa de administración del personal que dé como resultado más interés por el trabajo y la satisfacción de cada uno de los empleados (Niebel, p. 7).

2.2.3 Herramientas y técnicas de administración de procesos

Donna C. S. Summers menciona que la resolución de problemas, el aislamiento y análisis de un problema y el desarrollo de una solución permanente, es una parte integral de la mejora de procesos en una organización eficiente (Summers, 2006). Las herramientas y técnicas de resolución de problemas son esenciales porque ayudan a los equipos a descubrir las causas raíz de los problemas y a desarrollar soluciones para eliminarlos; por ende, para resolver problemas de manera efectiva

y realizar mejoras impulsadas por el valor, todos deben estar capacitados en los procesos correctos de resolución de problemas (Summers, p. 238).

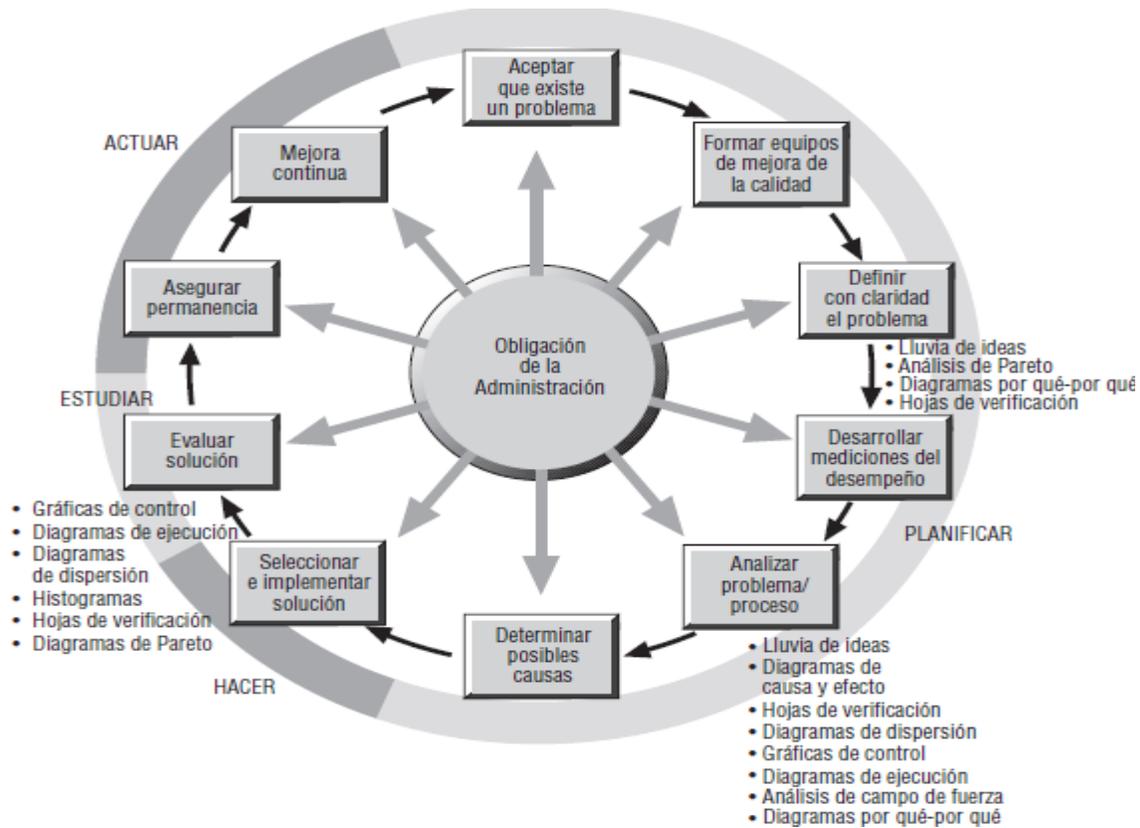
Las técnicas de resolución de problemas deben ser objetivos y centrarse en encontrar las causas raíz. Estas soluciones propuestas deben evitar que el problema se repita y también se necesitan medidas de control para monitorear la solución (Summers, p. 238).

El trabajo en equipo, la resolución de problemas coordinada y controlada, las técnicas de resolución de problemas y la capacitación estadística se conjuntan para asegurar que los problemas se aíslen, analicen y corrijan; a continuación, se presenta un proceso de resolución de problemas estructurado, al igual que herramientas de mejora de procesos como diagramas de Pareto, diagramas de causa y efecto, histogramas, y gráficas de control (Summers, 2006).

¿Cuáles son los pasos comunes en un proceso de resolución de problemas?

El ciclo Deming (Summers, 2006), consiste en Planificar-Hacer-Estudiar-Actuar; desde que se puso en práctica, las organizaciones eficientes lo han utilizado como guía para desarrollar sus propias metodologías de resolución de problemas. En la figura 2 se muestra los pasos de la resolución de problemas con herramientas.

Figura 2. Pasos de la resolución de problemas con herramientas.



Nota: (Summers, 2006, pág. 241)

¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “PLANIFICAR”?

Muchos solucionadores de problemas sienten tanta ansiedad por hacer algo, que se ven tentados a reducir el tiempo necesario para la planificación y proponen soluciones de inmediato; las mejores soluciones resuelven realmente el problema y sólo se encuentran después de identificar la causa raíz del mismo (Summers, p. 240).

Como señala Summers (2006) el ciclo PDSA (Plan-Do-Study-Act) pone un gran énfasis en determinar las condiciones actuales y en planificar cómo abordar un problema. Los investigadores del problema revisan los procesos, productos o servicios involucrados para determinar cómo se desempeñan en la actualidad y esto da al equipo un punto de comparación contra el cual medir el éxito de sus mejoras, por lo tanto, la planificación es la parte del ciclo PDSA que más tiempo toma, aunque también es la más importante (Summers, pág. 240). Las siguientes secciones mencionan los pasos en la fase de planificación.

- **Paso 1. Planificar: Aceptar que existe un problema**

La información referente al (a los) problema(s) según Summers (2006) puede provenir de diferentes fuentes, incluyendo, pero no limitándose a, los departamentos de producción, embarque o diseño de productos, o de empleados o clientes; para remarcar la importancia de solucionar problemas, la administración debe participar en la aceptación e identificación de problemas (Summers, p. 241).

Durante la etapa de aceptación de problemas, éstos se describen en términos muy generales; en este punto del proceso de resolución de problemas, la administración ha aceptado o identificado que existe un problema, pero aún no se han definido claramente los aspectos específicos del problema (Summers, pág. 242).

- **Paso 2. Planificar: Formar equipos de mejora**

Una vez que se acepta la existencia de un problema y antes de enfrentar éste, Summers (2006) señala que se debe crear un **equipo interdisciplinario de resolución de problemas o de mejora**. A este equipo se le debe encomendar la tarea de investigar, analizar y buscar una solución al problema en un plazo determinado; el equipo de resolución de problemas debe formarse con gente que tenga conocimiento del proceso o problema bajo estudio (Summers, p. 242).

La administración asigna a los equipos de proyecto un proceso, área o problema específico; por lo general, este equipo se conforma con aquellos más cercanos al problema, así como con algunos gerentes de nivel medio con facultades para realizar cambios (Summers, 2006).

- **Paso 3. Planificar: Definir el problema**

Una vez formado según Summers (2006) el equipo de mejora se dedica a definir con claridad el problema y su alcance. Existen diversas técnicas que pueden ayudar al equipo a determinar la verdadera naturaleza de su problema; la más básica de éstas es la hoja de verificación (Summers, p. 242).

Técnica: Hoja de verificación

La hoja es un recurso para registrar datos y en esencia se trata de una lista de categorías, conforme ocurren eventos de estas categorías, se coloca una marca en la categoría correspondiente de la hoja de verificación (Summers, 2006).

Dada una lista de elementos o eventos, el usuario de la hoja de verificación marca la cantidad de ocasiones que ocurre un evento o elemento específico; la hoja de verificación tiene muchas aplicaciones y el usuario puede adaptarla a cualquier situación particular (Summers, p. 242). Hay que tener cuidado de no confundir una hoja de verificación con una lista de verificación, ya que esta última enumera todos los pasos o acciones importantes que deben realizarse, o las cosas que es necesario recordar (Summers, p. 242).

Técnica: Análisis de Pareto

El **diagrama de Pareto** es una herramienta gráfica para clasificar las causas de un problema desde la más significativa hasta la menos significativa (Summers, 2006).

Los diagramas de Pareto constituyen una útil herramienta para el análisis, los problemas y sus costos asociados se acomodan de acuerdo con su importancia relativa en forma de gráfica de barras, y aunque el reparto no siempre es 80-20, el diagrama es un método visual para identificar cuáles problemas son más significativos (Summers, p. 245). Los diagramas de Pareto permiten a los usuarios separar los pocos problemas vitales de los muchos que son triviales; el uso de los diagramas de Pareto también limita la tendencia de la gente a enfocarse en los problemas más recientes en lugar de en los más importantes (Summers, p. 245).

Según Summers (2006) el diagrama se realiza a través de los siguientes pasos:

- 1) seleccione el elemento del diagrama, por ejemplo, una línea de productos de un problema particular, un servicio o un proceso;
- 2) determinar los datos a recopilar, si se deben registrar números, porcentajes o costos, identificación de no conformidades o defectos;
- 3) recolectar antecedentes relacionados con problemas de calidad y garantizar que se defina el periodo de tiempo durante el cual se recopilaran los datos;

- 4) utilizar una hoja de verificación para recopilar datos y registrar las veces que se presentan los eventos de cada categoría. Las categorías deben ser de los tipos de defectos o no conformidades (Summers, p. 245);
- 5) determinar el número total de no conformidades y calcular el porcentaje del total en cada categoría;
- 6) determinar los costos asociados con las no conformidades o los defectos;
- 7) seleccionar las escalas del diagrama. Por lo general, en la escala del eje y va el número de ocurrencias, el número de defectos, la pérdida monetaria por categoría o el porcentaje. Mientras tanto, en el eje x se muestran las categorías de no conformidades, defectos o elementos de interés (Summers, p. 245);
- 8) dibujar un diagrama de Pareto organizando los datos de la categoría más grande a la más pequeña. Incluir en el diagrama toda la información relevante (Summers, p. 245); y
- 9) analizar el diagrama. Las barras más grandes representan los pocos problemas importantes. Si pareciera no haber uno o dos problemas mayores, revise las categorías para determinar si es necesario otro análisis (Summers, p. 245).

- **Paso 4. Planificar: Desarrollar mediciones del desempeño**

En esta sección permiten a los solucionadores de problemas formular la pregunta: “¿Cómo sabremos si se realizaron los cambios correctos?”. Para esto Summers señala que las mediciones pueden ser de naturaleza financiera, orientadas al cliente o relativas al funcionamiento interno de la organización (Summers, 2006).

Entre los ejemplos de mediciones financieras están los costos, el rendimiento de la inversión, el valor agregado y la utilización de activos; en cambio para las mediciones orientadas al cliente están los tiempos de respuesta, tiempos de entrega, funcionalidad de un producto o servicio, precio, calidad u otros factores intangibles (Summers, p. 248). Las mediciones relativas al funcionamiento interno de una organización se enfocan con la mejora de las operaciones y la productividad, también en los sistemas de información y competencias de los empleados, así como la satisfacción, retención y productividad de los empleados (Summers, p. 248).

Una vez establecidas, las mediciones deben usarse para desarrollar escenarios de costo-beneficio que ayuden a convencer a la gerencia empresarial de la viabilidad de las propuestas de mejora (Summers, 2006).

- **Paso 5. Planificar: Analizar el problema/proceso**

Summers (2006) establece, una vez que se ha definido el problema, éste y sus procesos se investigan para identificar las restricciones potenciales y determinar las fuentes de dificultades; los investigadores tratan de entender el problema de una manera más profunda y la información recopilada en esta etapa ayudará a determinar posibles soluciones. El análisis debe ser exhaustivo para poner al descubierto todas las complejidades implícitas u ocultas en el problema (Summers, p. 248).

- **Paso 6. Planificar: Determinar posibles causas**

Identificar las posibles causas del problema requiere definir claramente el problema, según Summers un diagrama de flujo da a los solucionadores de problemas una mayor comprensión de los procesos involucrados (Summers, 2006).

Ahora la definición del problema se puede combinar con el conocimiento del proceso para aislar posibles causas del problema, y la lluvia de ideas es una excelente técnica para empezar a determinar las causas (Summers, p. 248).

Técnica: Lluvia de ideas

El propósito de la **lluvia de ideas** es que un grupo de personas genere una lista de problemas, oportunidades o ideas, y que todos los presentes en la sesión deben participar (Summers, 2006). El líder del grupo debe asegurarse de que todos reciban una oportunidad para externar sus comentarios y aportar ideas, porque la clave de la lluvia de ideas es que durante la sesión no deben permitirse el debate, la crítica, la negatividad, ni la evaluación de las ideas, problemas u oportunidades (Summers, p. 249).

La duración de la lluvia de ideas es variable; las sesiones pueden ir de los 10 a los 45 minutos; una sesión finaliza cuando se agotan las ideas, y el resultado de la sesión será una lista de ideas, problemas u oportunidades que se deben enfrentar; posteriormente las ideas se ordenan y

clasifican por categoría, importancia, prioridad, beneficio, costo, impacto, tiempo u otras consideraciones (Summers, p. 249).

Técnica: Diagramas de causa y efecto

Summers resalta otro excelente método para determinar causas raíz, y es el diagrama de causa y efecto, que también se conoce como diagrama de Ishikawa o de pescado porque el diagrama terminado se parece al esqueleto de un pez (Summers, 2006). Un diagrama de este tipo puede ayudar a identificar causas de no conformidad o productos o servicios defectuosos; además se pueden utilizar junto con diagramas de flujo y diagramas de Pareto para identificar la(s) causa(s) de un problema (Summers, p. 251). Este diagrama es útil en una sesión de lluvia de ideas porque permite organizar las ideas que surgen, y los solucionadores de problemas sacan provecho de este diagrama pues les permite dividir un problema grande en partes más manejables, identificando claramente en la parte derecha del diagrama el problema o efecto, mientras que las posibles causas del mismo se organizan en el lado izquierdo; también permite al líder de la sesión organizar lógicamente las posibles causas del problema y enfocarse en un área al mismo tiempo (Summers, p. 251).

Para construir un diagrama de causa y efecto, según Summers (2006) se debe realizar lo siguiente:

- a) definir claramente el efecto o problema, colocando brevemente el efecto o problema indicado en un cuadro al final de la línea
- b) identifique las causas; luego se establece un debate sobre las posibles causas del problema, abordando sólo una posible área de causa a la vez; por lo general, las áreas comunes son métodos, materiales, máquinas, gente, ambiente e información, aunque se pueden agregar otras áreas si es necesario. Bajo cada área principal, se deben anotar las sub causas relacionadas con la causa principal, siendo la lluvia de ideas el método más utilizado para identificar estas causas (Summers, p. 252);
- c) elabore el diagrama y organice las causas y sub causas en el formato del diagrama; y

- d) analice el diagrama. En este punto es necesario identificar soluciones; además se deben tomar decisiones respecto a la rentabilidad y la viabilidad de la solución (Summers, p. 252).

Técnica: Diagramas por qué-por qué

Una excelente técnica para encontrar la(s) causa(s) raíz de un problema es hacer cinco veces la pregunta “¿Por qué?” (Summers, 2006). Es un método para determinar qué factores deben existir para responder a una oportunidad, puesto que los **diagramas por qué-por qué** organizan el pensamiento del grupo de resolución de problemas y aclaran una serie de síntomas que conducen a la verdadera causa del problema (Summers, p. 253). Al preguntar “¿Por qué?” cinco veces, los solucionadores de problemas sacan a la luz los síntomas que rodean a un problema y se acercan a su verdadera causa, y al final de una sesión debe surgir un enunciado positivo y directo que defina el verdadero problema a investigar (Summers, p. 253).

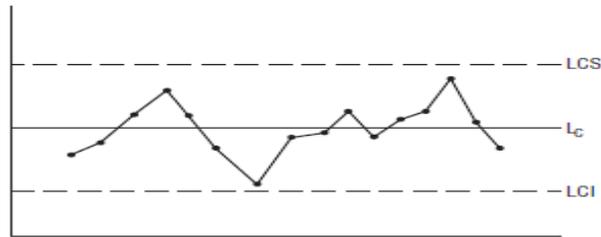
Técnica: Histogramas

Un **histograma** es la representación gráfica en forma de barras, que simboliza la distribución de un conjunto de datos. Esta distribución permite a quienes investigan el proceso apreciar los patrones de los datos que es difícil ver en una simple tabla de números, presentando en cada intervalo el número total de observaciones realizadas y mostrar la variación presente en un conjunto de datos de un proceso (Summers, p. 255).

Técnica: Gráficas de control

Una **gráfica de control** es una gráfica con una línea central que muestra el promedio de los datos producidos; además tiene límites de control superiores e inferiores basados en cálculos estadísticos, y se utilizan para determinar el centrado y la variación de procesos, con la finalidad de localizar los patrones o tendencias poco comunes en los datos (Summers, 2006, p. 262).

Figura 3. Gráfica de control que muestra una línea central y límites de control superiores e inferiores



Para Summers las gráficas de control tienen dos funciones básicas:

- 1) Las gráficas de control son herramientas para la toma de decisiones; estas proporcionan una base económica para tomar una decisión, como la de investigar posibles problemas, ajustar el proceso o abandonar el proceso, y determinar la capacidad del proceso (Summers, p. 264).
- 2) las gráficas de control son herramientas de resolución de problemas, ayudan a identificar problemas en el proceso, y sirven para determinar una base sobre la cual formular acciones de mejora; estos gráficos de control mejoran el análisis de un proceso al mostrar cómo se está desempeñando ese proceso con el transcurso del tiempo (Summers, p. 264). Al combinar gráficas de control con un resumen estadístico apropiado, quienes estudian un proceso pueden comprender lo que el proceso es capaz de producir (Summers, p. 264).

¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “HACER”?

- **Paso 7. Hacer: Seleccionar e implementar la solución**

Según Summers (2006) una vez que se identifica la causa, es el momento de proponer posibles soluciones, dando inicio a la sección Hacer del ciclo PDSA, la parte del ciclo que atrae la atención de todo mundo. Tan fuerte es el deseo de hacer algo que muchos solucionadores de problemas se ven tentados a reducir a prácticamente nada la cantidad de tiempo destinada a planificar, y se debe evitar la tentación de proponer soluciones de inmediato (Summers, pág. 290).

Las mejores soluciones son aquellas que resuelven el problema real, y éstas sólo se encuentran después de identificar la causa raíz del problema, por lo tanto, la parte más significativa del esfuerzo de resolución de problemas se debe concentrar en la fase Planificar (Summers, pág. 290).

Summers (2006) expresó que es importante reconocer que la aplicación de estas técnicas no significa que debe ignorarse el problema inmediato; por tanto, debe tomarse una acción inmediata para corregir cualquier situación que no cumpla con las necesidades, requisitos y expectativas razonables del cliente; sin embargo, estas soluciones rápidas son precisamente lo siguiente: una solución rápida para un problema a corto plazo; estos remedios simplemente dan tiempo para encontrar una solución para el largo plazo, de modo que un remedio rápido nunca se debe considerar como el fin de un problema, puesto que los problemas sólo se pueden dar por resueltos cuando no se vuelven a presentar (Summers, pág. 290).

Summers (2006) considera que la selección y puesta en práctica de la solución al problema analizado, debe evaluarse en función de cuatro criterios generales:

- 1) la solución se debe elegir con base en su potencial para evitar una recurrencia del problema (Summers, p. 290). Una solución rápida o de corta duración a un problema sólo significa que se perderá tiempo para resolver este problema cuando surja nuevamente en el futuro;
- 2) la solución debe abordar la causa raíz del problema (Summers, p. 290). Una solución rápida o de corta duración que se centra en la corrección de los síntomas de un problema perderá tiempo, ya que el problema se repetirá en el futuro;
- 3) la solución tiene que ser eficaz en función del costo; por consiguiente, la solución más costosa no es necesariamente la mejor para los intereses de la empresa, algunas soluciones podrían requerir determinar los planes futuros de la compañía para un proceso o producto en particular (Summers, p. 290). Es posible que grandes cambios en el proceso, sistema o equipo pueden no ser una solución apropiada para un proceso o producto que será descontinuado en un futuro próximo, por lo tanto, será necesario

- investigar los adelantos tecnológicos para determinar si constituyen las soluciones más eficaces en función de los costos; y
- 4) la solución debe tener la capacidad de implementarse en un tiempo razonable (Summers, p. 290). Una solución oportuna al problema es necesaria para ahorrarle a la empresa la carga de vigilar el problema actual y los remedios rápidos que conlleva.

¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “ESTUDIAR”?

- **Paso 8. Estudiar: Evaluar la solución-el seguimiento**

Summers (2006) dice que después de implementarse y de haberles dado tiempo para funcionar, las acciones emprendidas para resolver el problema se deben revisar con el fin de saber si realmente se ha resuelto el problema; en esta fase estudiamos los resultados y preguntamos: “¿Está funcionando la solución que elegimos? ¿Qué aprendimos?”; para determinar si la solución ha funcionado, se deben aplicar las mediciones del desempeño creadas en el paso 4, se toman los datos recopilados durante la fase de análisis del proyecto y se deben comparar con datos actuales tomados del proceso (Summers, p. 291).

Se deben utilizar gráficas de control, histogramas para supervisar el proceso, tanto antes como después; si se utilizaron estos recursos durante el análisis inicial del problema, se puede hacer una comparación directa para determinar qué tan bien se está ejecutando la solución y si las acciones no están corrigiendo el problema, entonces se debe volver a empezar el ciclo PDSA para determinar una mejor solución (Summers, 2006).

¿QUÉ OCURRE DURANTE LA FASE “ACTUAR”?

- **Paso 9. Actuar: Asegurar la permanencia**

En esta etapa Summers señala tomar la decisión de adoptar el cambio, abandonarlo o repetir el ciclo de resolución de problemas, si se adopta el cambio, entonces se deben realizar esfuerzos para asegurar que los nuevos métodos se han establecido de tal manera que se pueda mantener el nuevo nivel de desempeño de la calidad; ahora que una investigación de seguimiento ha puesto de manifiesto que el problema se ha solucionado, es importante que continúe el desempeño mejorado, si repasamos la figura 2 se puede apreciar que “asegurar permanencia”

es parte de la etapa actuar y tiene como propósito asegurar que los nuevos controles y procedimientos se mantengan vigentes (Summers, p. 292). Es fácil creer que el método “nuevo y mejorado” debe utilizarse sin fallas; sin embargo, en cualquier situación en que tiene lugar un cambio, existe la tendencia de regresar a los viejos métodos, controles y procedimientos cuando se incrementa el estrés, por ejemplo, lo que ocurre al manejar un automóvil automático después de haber conducido uno auto estándar durante varios años, bajo esa condiciones de manejo, los conductores no utilizarán sus piernas izquierdas para accionar un pedal de embrague que no existe en un automóvil automático; si esos mismos conductores se encuentran en una situación de emergencia, es muy probable que intentarán accionar un pedal de embrague inexistente al mismo tiempo que frenen; bajo estrés, la gente tiene la tendencia a regresar a sus prácticas originales (Summers, 2006).

Para evitar que la gente caiga en las viejas rutinas y métodos, debe haber controles para recordarle el nuevo método, una capacitación extensiva y breve capacitación de seguimiento son muy útiles para arraigar el nuevo método; se deben establecer los métodos e implantar revisiones de seguimiento para evitar recurrencias de un problema al caer en las viejas rutinas y métodos (Summers, p. 293).

- **Paso 10. Actuar: Mantener la mejora continua**

Para Summers es fácil identificar los proyectos de mejora, una revisión de operaciones pondrá al descubierto muchas oportunidades de mejora (Summers, 2006). Cualquier fuente de desperdicio, como las reclamaciones de garantía, horas extra, recortes, repetición de procesos, retrasos de la producción o áreas que necesiten más capacidad, son proyectos potenciales e incluso las mejoras pequeñas pueden dar como resultado un impacto significativo en las utilidades de la organización (Summers, p. 293).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

A. Exploratoria.

Se utiliza la investigación exploratoria debido a que se realizará un análisis situacional en las áreas de operación de formación, prensado y secado de la máquina de fabricación de papel.

B. Descriptivo

En este proyecto se describe las prácticas que se podrían proponer para disminuir los tiempos improductivos en la elaboración de papel.

3.2 Diseño de investigación

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema (Sampieri, pág. 128).

El diseño no experimental, se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos (Sampieri, pág. 152).

El diseño no experimental se divide tomando en cuenta el tiempo durante se recolectan los datos, estos son: diseño Transversal, donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado (Sampieri, pág. 154); y el diseño Longitudinal, donde se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y sus consecuencias (Sampieri, pág. 159).

Para este proyecto, se realizará el estudio no experimental longitudinal, ya que proporcionan información sobre cómo las categorías, conceptos, procesos, variables y sus relaciones evolucionan al paso del tiempo.

3.3 Nivel de investigación

El nivel de Investigación es aplicada, porque la presente investigación involucra problemas tanto teóricos como prácticos, y se enfoca su atención sobre la solución de problemas más que sobre la formulación de teorías.

3.4 Descripción del proceso productivo y situación actual.

3.4.1 Proceso productivo

El papel se elabora a partir de fibras de celulosa las cuales pueden ser obtenidos de celulosa virgen y/o papeles reciclados que son disgregados en un pulper obteniendo, por medio de un proceso mecánico, lo que se llama pulpa.

3.4.2 Etapas del proceso

3.4.2.1 Preparación de pasta

Alimentación de materia prima

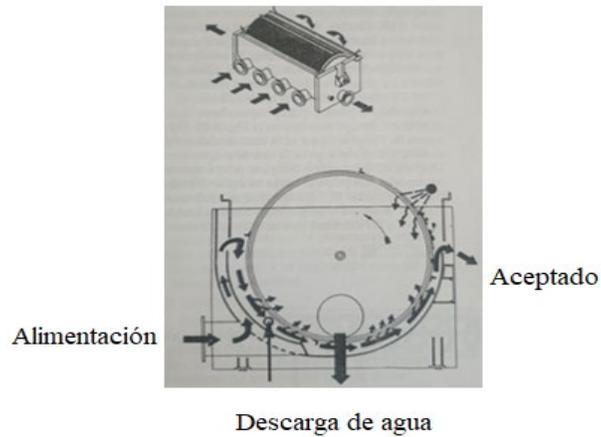
El papel y cartón reciclado que ingresaran en el proceso productivo, es previamente clasificado y embalado en pacas comprimidas y amarradas con alambre. Las pacas de papel son ingresadas al pulper por medio de una banda transportadora. El pulper es un tanque de fondo cónico con un sistema aspas de alta velocidad que tritura las pacas con agua, similar a una licuadora, generándose una suspensión de las fibras en agua.

Figura 4. Pacas de materia prima



Nota: Información obtenida de la página web EXPOK - Economía Circular, (2019)

Figura 7. Esquema de espesador cilíndrico de malla

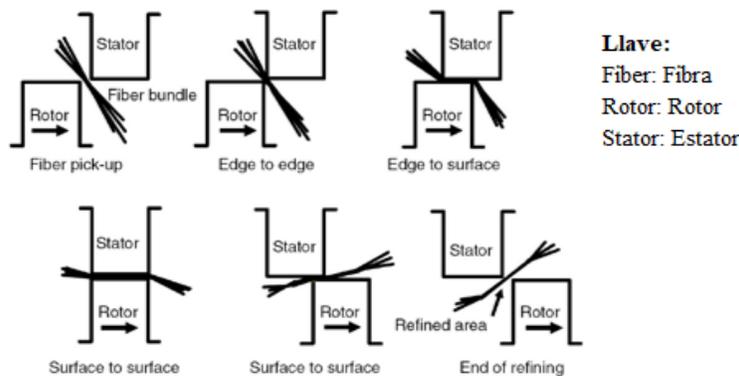


Nota: Información obtenida del Manual para técnicos de pulpa y papel. G.A. Smook, (1990, pág. 114)

Refinación

El proceso de refinación se lleva a cabo en un sistema de discos rotatorios con ranuras y un estator que permiten la fibrilación de las fibras por medio de fricción mecánica entre ellas al pasar por los micro conductos que se generan por la interacción entre rotor y estator. Este proceso mejorara la adherencia de una fibra con otra para la formación de una hoja de papel más resistente.

Figura 8. Esquema proceso de refinación



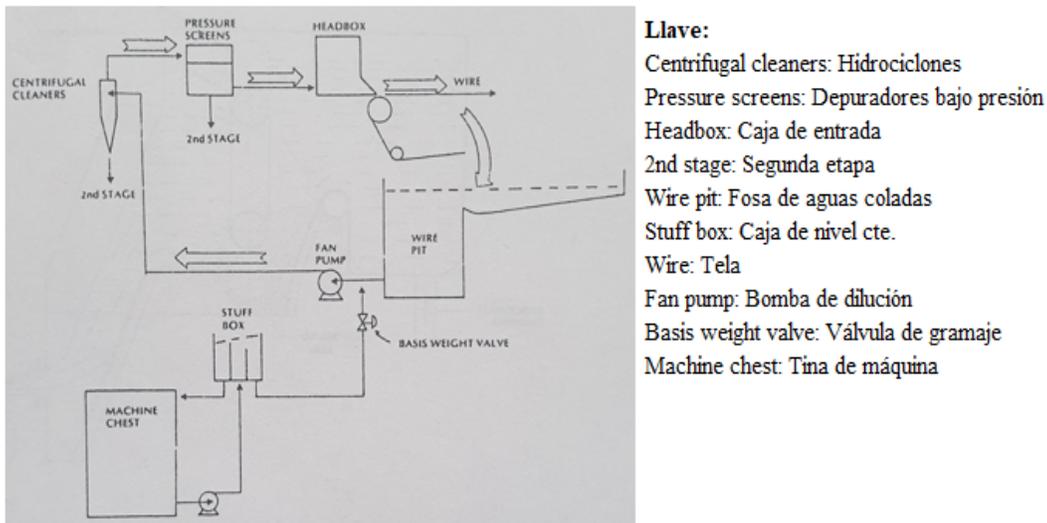
Cortesía de Lumiainen (1998)

Nota: Extraído de la publicación “Pulp Refining: principal, important, and crucial unit process during paper-making”, por S.H. Osong, (2017)

3.4.2.2 Circuito de aproximación

La pasta resultante de los procesos de refinación y homogeneización con la consistencia óptima es enviada a una cuba final, donde se dosifican los químicos (a excepción de los biocidas que son aplicados en cada una de las etapas para evitar la acumulación de microorganismos) para ofrecer las propiedades físicas al papel y su conservación para los diferentes usos requeridos.

Figura 9. Circuito de aproximación simplificado



Nota: Información obtenida del Manual para técnicos de pulpa y papel. G.A. Smook, (1990, pág. 217)

3.4.2.3 Máquina de papel

Mesa de formación.

La mesa de formación es la encargada de formar la hoja de papel y reducir parte del agua que contiene la pasta (Torraspapel, 2008, pág. 22).

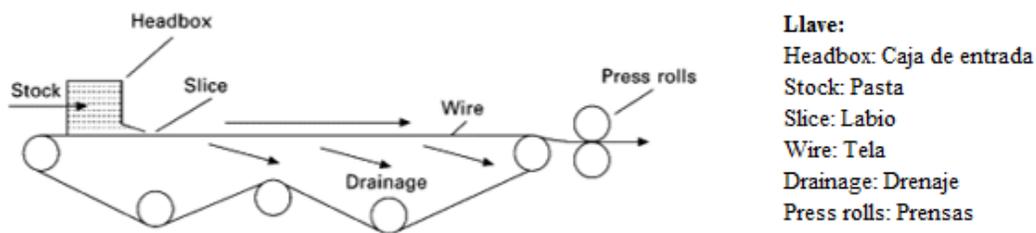
La mesa esta formada por una serie de elementos que permiten realizar el proceso de formación de la hoja; la pasta enviada a través de la caja de entrada, se deposita sobre una tela sin fin, la cual se encarga de transportar las fibras a lo largo de la mesa; durante ese recorrido se va consolidando la hoja pasando sobre los diferentes elementos, realizando el efecto de desgote o eliminación del agua (Torraspapel, 2008, pág. 23).

Prensado del papel.

El papel al salir de la mesa de formación, contiene aproximadamente un 80% de agua; en la sección de prensas, el papel es transportado a través de unos rodillos de gran diámetro donde se elimina gran parte del agua, este proceso se realiza haciendo pasar el papel, en contacto con un fieltro, entre dos rodillos (Torraspapel, 2008, pág. 24).

El fieltro es una vestidura de prensa, elaborados con fibras sintéticas, cuya función principal es la extracción de agua y transporte de la hoja de papel.

Figura 10. Esquema de la mesa formación y prensas



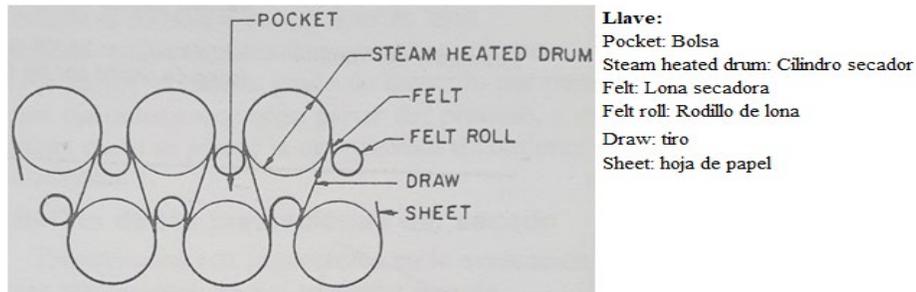
Nota: Extraído del documento “Paper and paperboard packaging”, por A. Riley, (2012)

Secado del papel

El papel sale de las prensas con un contenido de humedad del 50%, siendo imposible eliminar más agua por medios físicos, la única forma de hacerlo es mediante la aplicación de calor. En la sección de secado hay cilindros calentados con vapor, donde el papel es aprisionado contra la superficie del cilindro por una lona de material sintética asegurando, de esta forma la máxima transferencia de calor. El sistema se opera utilizando una campana cerrada, provistos de intercambiadores de calor alimentados con vapor que calientan el aire impulsado por ventiladores de inyección al interior para evitar la condensación del vapor, este principio se denomina “aeroterminia”, el cual es complementado por sistemas de circulación y extracción de aire.

El secado de la hoja se hace siguiendo una curva de secado preestablecida, hasta un contenido de humedad de un 8%.

Figura 11. Configuración de los secadores



Nota: Información obtenida del Manual para técnicos de pulpa y papel. G.A. Smook, (1990, pág. 254)

Enrollado

Después de secado, el papel debe ser dispuesto de forma conveniente para posteriores procesos; el papel ingresa a una enrolladora de tambor (denominada enrolladora pope), la hoja circunda el tambor y alimenta la zona de presión formada entre el tambor y la bobina sujeta por los brazos secundarios (Smook, 1990, pág. 266).

Figura 12. Enrollado de papel en el pope



Nota: Información obtenida de la página web Toscotec, (Reel)

Rebobinado

Finalmente, el papel se enrolla en la rebobinadora en las dimensiones requeridas, con un peso máximo de 3 TM. Los rollos de papel, son trasladados a la bodega de productos terminados.

3.4.3 Planificación de la producción

En la máquina papelera, la producción se planifica bajo pedido según sean los requerimientos del cliente, de acuerdo al gramaje y ancho en los rollos de papel. Estos pedidos, se realizan con 15 días de anticipación.

El cliente envía por correo electrónico la orden de fabricación de papel al gerente de planta de la empresa. El gerente de producción recibe la orden del gerente de planta y junto con los supervisores de producción de turno, se encargan de planificar la producción; luego es enviada al laboratorio de calidad, el cual controla la cantidad y calidad de los rollos que ingresan a BPT (Bodega de Producto Terminado).

3.4.4 Capacidad de producción

La capacidad de producción en una máquina papelera depende de las siguientes variables: la velocidad de la máquina, el ancho de la hoja, y el gramaje del papel a fabricar.

Estas variables actúan proporcionalmente a las toneladas por día que produce la máquina.

Por lo tanto, la capacidad de producción que se ejecuta en una determinada velocidad [m/min], ancho [m], y gramaje [g/m²] en un período de 24 horas [h], se calcula [TM/día] tal como sigue:

$$\text{Producción} \left[\frac{\text{TM}}{\text{día}} \right] = \frac{\left(\frac{\text{m}}{\text{min}} \right) \times (\text{m}) \times \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) \times \left(\frac{1440 \text{min}}{\text{día}} \right)}{1,000,000}$$

El objetivo de producción diario en la máquina papelera es 380 TM/día.

3.4.5 Caracterización de proceso

En el Anexo I se expone la caracterización de proceso de elaboración de papel. Las actividades o la información necesaria para entender el proceso se describen en la ficha, su alcance, entradas, salidas, transformación, los proveedores, clientes, controles, indicadores de desempeño, y los registros, permitiendo a los usuarios entender el accionar del proceso.

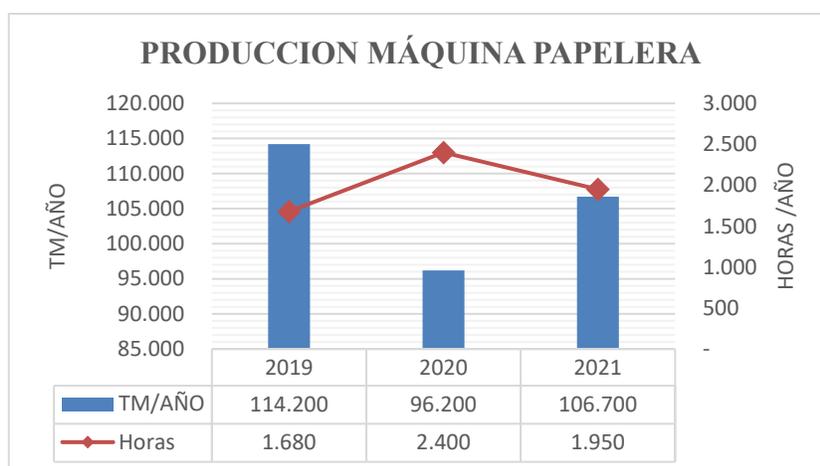
CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Recolección de la información

Se ha tomado los datos históricos a partir del año 2019 al 2021 de producción de la máquina papeleras, con los cuales empezamos el proceso de investigación. En estos años han existido cambios sustanciales en el orden estructural y organizacional.

Tabla 1. Producción máquina papeleras 2019 al 2021



Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papeleras (2019 - 2021).

En el año 2019, los tiempos improductivos eran de 1,680 horas, con una producción de papel de 114.2K TM, dejándose de producir 4.2K TM. equivalente a 2,73 millones USD/año.

Para el año 2020, los tiempos improductivos eran de 2.400 horas, con una producción de papel de 96.2K TM, dejándose de producir 22.2K TM. equivalente a 14,43 millones USD/año.

Para el año 2021, los tiempos improductivos eran de 1.950 horas, con una producción de papel de 106.7K TM, dejándose de producir 11.7K TM. equivalente a 7,60 millones USD/año

Las pérdidas de producción son altas en los años 2020 y 2021; en lo que concierne al personal operativo y técnico en los años ya citados, no ha disminuido.

4.1.1 Análisis del Tiempo improductivo

Para analizar y documentar el tiempo improductivo en la máquina papelera se requiere un método sistemático para localizar áreas específicas de baja eficiencia e identificar los problemas a medida que surgen. Los beneficios del análisis del tiempo improductivo se resumen en la tabla 2:

Tabla 2. Beneficios del análisis del tiempo improductivo

-
1. Definir específicamente las causas de la producción perdida, de tal modo que se pueda tomar una acción adecuada.
 2. Proporcionar un control de dirección. Llamar la atención a la dirección sobre las deficiencias de costos.
 3. Mejorar la disciplina de operación involucrando al equipo conductor de la máquina para que constate como ciertas deficiencias de producción hacen que la máquina no sea productiva.
 4. Indicar a los servicios técnicos y a los grupos de investigación las áreas en que sus actividades pueden ser útiles.
-

Nota: Extraído del Manual para técnicos de pulpa y papel. G.A. Smook (1990)

La formación del personal de máquina para estas tareas debe ser considerada un trabajo importante de la supervisión de la operación. La recogida de información se facilita suministrando a los operarios impresos adecuados como, por ejemplo, el registro del Anexo II (Indicadores tiempos improductivos) que deben ser rellenados durante su turno o al final del mismo. Las principales etapas en el análisis del tiempo improductivo se enumeran en la tabla 3:

Tabla 3. Etapas en el análisis del tiempo improductivo

-
1. Documentar todos los tipos de tiempo perdido en máquina y producción perdida.
 2. Tabular los datos de un modo comprensible.
 3. Comparar los datos con otros de máquinas comparables para obtener una visión inmediata de los problemas o deficiencias .
 4. Hacer gráficos con los datos que sean comprensibles para observar las tendencias.
 5. Afrontar los problemas específicos a medida que surjan.
-

Nota: Extraído del Manual para técnicos de pulpa y papel. G.A. Smook (1990)

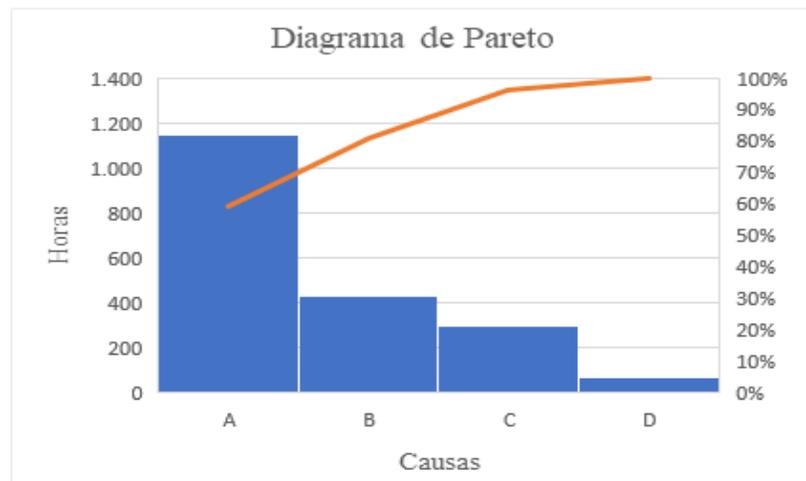
Uno de los mayores objetivos del análisis del tiempo improductivo es suministrar un control de gestión. Para alcanzar este objetivo la dirección, a todos los niveles, debería tener los datos revelados por el análisis del tiempo improductivo en forma de gráficos continuos y fáciles de interpretar (Smook, 1990).

4.1.2 Identificación de los problemas

Según la información recopilada, se elaboró el diagrama de causa y efecto (esa información debería estar registrada como el Anexo III – Reporte para solución de problemas), ya que es un reflejo esquemático de los principales problemas que aquejan a la máquina papelera a causa de los tiempos improductivos; por medio del diagrama de Pareto se ordenaron de mayor a menor las causas según su número de ocurrencias. A continuación, los resultados:

Tabla 4. Diagrama de Pareto del tiempo improductivo 2021

CAUSAS	ORDEN	Hora	Frecuencia	
			Relativa	Acumulada
OPERACIONAL	A	1.150	59,0%	59,0%
PARADA POGRAMADA	B	430	22,1%	81,0%
MANTENIMIENTO	C	300	15,4%	96,4%
EXTERNA	D	70	3,6%	100,0%
TOTAL		1.950	100,00%	



Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papelera (2021).

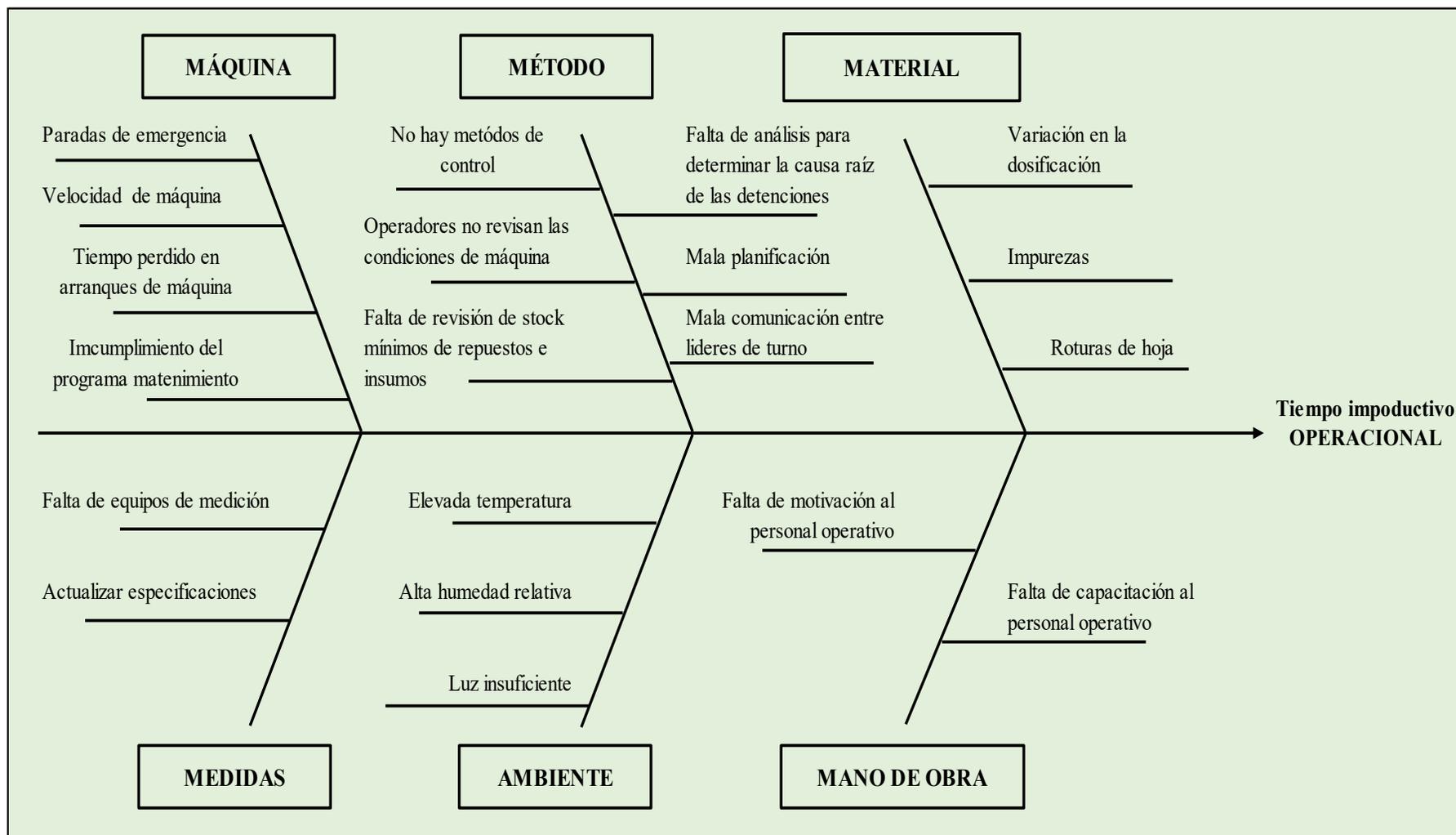
Los resultados obtenidos, revelan que el 80% de los tiempos improductivos es operacional y paradas programadas, para lo cual se establecerá un plan de acción, con el propósito de, mantener el correcto funcionamiento y que la producción de la máquina no se vea reducida.

Los planes de acción deben quedar asentados como, por ejemplo, en el registro del Anexo IV (Plan de acción).

4.1.3 Diagrama causa – efecto

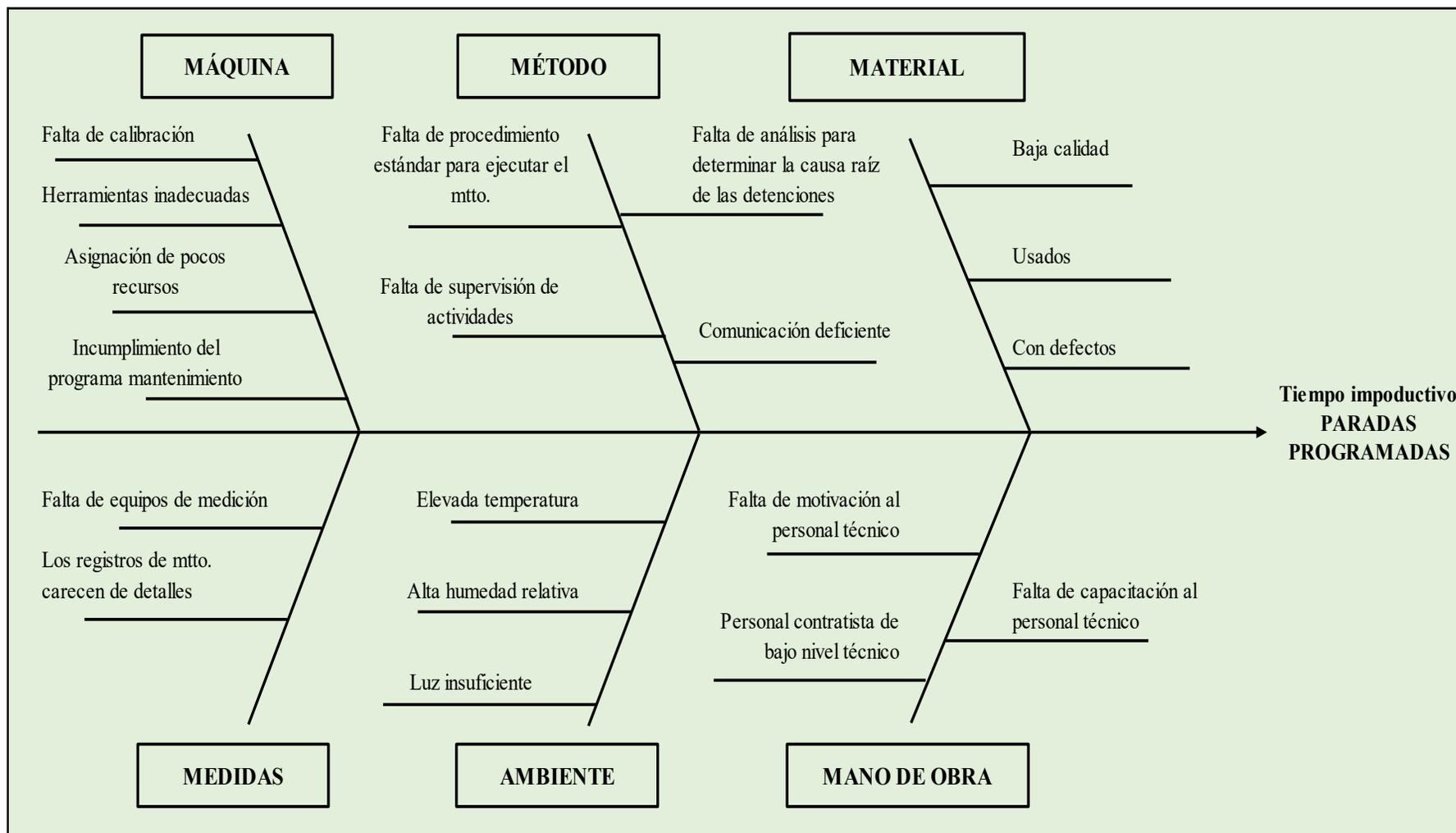
Con la finalidad de ahondar en las causas que generan el elevado tiempo improductivo, se realizó por cada uno un diagrama causa-efecto, los mismos se ilustran en las figuras 13 y 14. Dentro de estos diagramas se encuentra las causas, y son las siguientes:

Figura 13. Diagrama causa – efecto para tiempo improductivo OPERACIONAL



Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papelera (2021)

Figura 14. Diagrama causa – efecto para tiempo improductivo **PARADA PROGRAMADA**



Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papelera (2021)

4.1.4 Diagrama de los 5 ¿por qué?

Esta herramienta permite eliminar gran parte de las barreras que sustentan las decisiones habituales; por otra parte, es una técnica que puede generar ansiedad, por lo que es mejor explicar con detenimiento la técnica antes de utilizarla; con una utilización correcta, la técnica de los “5 por qué” puede ayudar a generar soluciones radicales a los problemas, puesto que se cuestiona, hasta sus elementos fundamentales, el problema que se está tratando (AEC, 2019).

A continuación, los diagramas para los tiempos improductivos generados por causas operacionales y paradas programadas:

Tabla 5. Diagrama de los 5 ¿POR QUÉ?

OPERACIONAL					
CAUSA	POR QUE ?	POR QUE ?	POR QUE ?	POR QUE ?	POR QUE ?
Tiempo perdido en arranques de máquina	Mala operación	Falta de conocimiento	Falta capacitación y entrenamiento	No hay programa de capacitación	No hay el diagnóstico de necesidades de capacitación
La máquina no cumple con la velocidad objetivo	La máquina esta operando a baja velocidad en los 3 turnos	Por excesos de cortes de hoja	Por falta de control en cada sección de la máquina	Por falta de hoja de control para llevar registro de los eventos	Falta determinar los parámetros de control
Roturas de hoja	Papel húmedo	Ajuste de parámetros en los productos químicos	Prueba con un nuevo producto químico	Cambio de proveedor	Reducir costo
PARADA PROGRAMADA					
Los registros de mto. carecen de detalles	Comunicación deficiente	No hay inspección	Falta de conocimiento	No hay programa de capacitación	Pocos recursos para las capacitaciones
Incumplimiento del programa mantenimiento	Falta de articulación en la ejecución con otras áreas	Falta de supervisión de actividades	No se cuenta con el personal calificado	Mala planificación	Poca importancia a la información técnica antes de ejecutar las actividades

Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papelera (2021)

En los diagramas anteriores se exponen las principales causas de los tiempos improductivos operacionales y por paradas programadas, por lo tanto, se establece que la causa de mayor impacto es por la ausencia de procedimientos estandarizados.

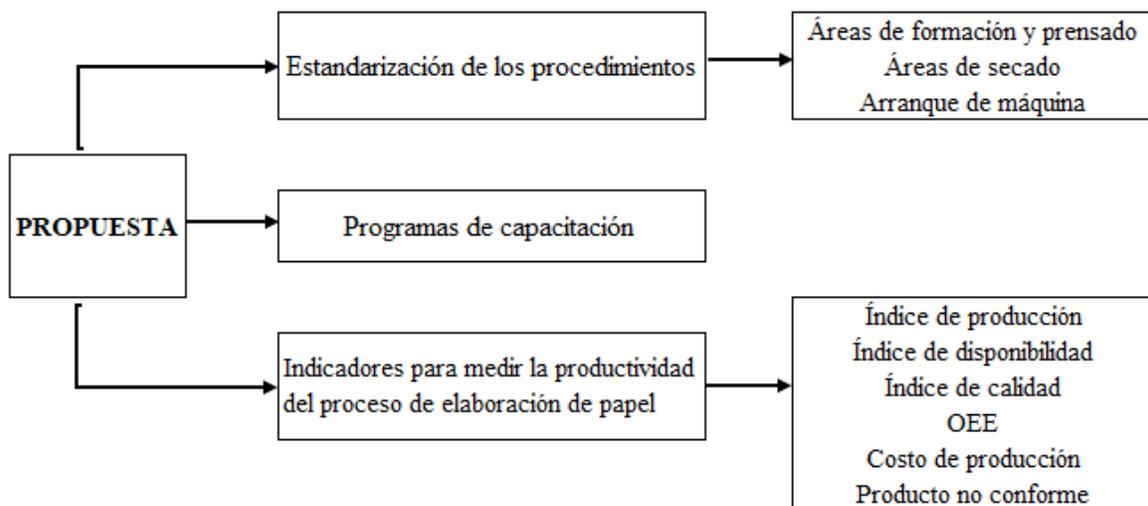
Actualmente el personal de producción emplea sus propias metodologías para solucionar los eventos que desestabilizan la máquina; la carencia de un trabajo mancomunado entre la parte operativa y la técnica, sin responsabilidades claras, intercambio de información y revisión constante del proceso, generan diferencias significativas en los resultados.

En lo concerniente al plan de mantenimiento, para alcanzar los resultados deseados, debe existir compromiso de los involucrados; el respeto por el trabajo de planificación y la ejecución de las actividades.

4.2 Propuesta

De acuerdo a las condiciones actuales en la máquina papelera se realiza la siguiente propuesta, para el proceso de elaboración de papel; con el objetivo de reducir los tiempos improductivos. En la figura 15 se ilustra la propuesta:

Figura 15. Diagrama de la Propuesta para reducir los tiempos improductivos en la máquina papelera



Nota: Elaborado por el autor basado en los registros de la máquina papelera (2021)

4.2.1 Estandarización de los procedimientos

Es importante entender que la estandarización de los procedimientos y la organización de la información tienen una participación fundamental en la prevención de los errores que redundan en la generación de productos y servicios de mala calidad, por consiguiente, las organizaciones que no sepan aprovechar la información y los procedimientos en su beneficio, podrían estar perdiéndose valiosas oportunidades de mejora; la mejora de los procedimientos, el perfeccionamiento del control de registros y la eliminación de operaciones redundantes contribuyen también a optimizar la eficiencia de la organización. (Summers, 2006).

La estandarización se dará en el proceso productivo de las áreas de formación, prensado y secado:

a) Proceso actual en las áreas formación y prensado

La sección de formación de una máquina de papel retira aproximadamente el 95% del agua contenida en la mezcla que sale de la caja de entrada. Esta remoción debe hacerse de una forma gradual, para minimizar las pérdidas de sólidos, mantener buena eficiencia de operación y drenaje, obtener una hoja con características de calidad dentro de los parámetros requeridos y entregar la hoja a la sección de prensado con el mayor contenido de sólidos posible. (Albany International, Mayo 2011)

Gran parte del agua se retira en forma natural, pero para que se obtenga una hoja con el contenido seco necesario para la sección de formación, es esencial la utilización de un sistema de vacío.

Los operadores cuando aumentan la capacidad de vacío para incrementar el drenaje en la mesa, operan incorrectamente el sistema aplicando curvas de vacío inapropiadas, ocasionando una mala formación de papel, detención de la tela y el riesgo que se rompa.

En la sección de prensado suelen aumentar la carga lineal de los rodillos para secar el papel, ocasionando roturas de hoja y desgaste en los fieltros. En esta sección también se utiliza vacío.

Propuesta

Se establecerá los rangos de operación en la mesa de formación como gramaje, grado de refinado, consistencia de la pasta, tensión de la tela, curva de vacío, temperatura de la pasta y velocidad de la tela.

Para la operación de la prensa se establecerá los rangos como humedad de entrada del papel, carga aplicada, tipo y vida útil del fieltro, acondicionamiento, limpieza, tensión del fieltro y velocidad de la máquina.

b) Proceso actual en la sección de secado

El objetivo de los secadores es evaporar la humedad residual de la hoja prensada de un modo eficiente y con un bajo consumo de vapor. Es la parte más costosa de la máquina de papel respecto a costos de inversión y funcionamiento. Desafortunadamente, el secado no parece recibir el mismo grado de atención por parte de los operadores que otras partes del proceso, y en muchos casos se pierde la oportunidad de mejorar la eficiencia. (Smook, 1990)

Los operadores aumentan la presión de vapor en los grupos secadores, cuando se presenta problemas de humedad en el papel. En ocasiones usan una curva de secado inapropiada, causando gastos excesivos de vapor, roturas de hoja que seguidamente se acumulan en los secadores, teniendo como consecuencia detención de la máquina papelera.

Propuesta

Se establecerá los rangos de operación en la sección de secado como gramaje, tensión de las lonas secadoras, curva de presión de vapor, diferencial de vapor, amperaje de los motores de accionamiento, temperatura de los cilindros secadores, humedad de entrada de la hoja y velocidad de la máquina.

c) Propuesta para arranque de máquina

La siguiente propuesta corresponde al arranque estandarizada de la máquina papelera, ya que busca disminuir el tiempo de este proceso; este procedimiento se denomina Procedimiento Operativo Estandarizado (POE), documento que describe (mediante un

conjunto de instrucciones o pasos) la sucesión cronológica y secuencial de las operaciones que se deben seguir para la realización de determinadas rutinas de trabajo; por el motivo antes mencionado, hay asegurarse que todos los operadores tengan un mismo método de trabajo para prevenir errores sistemáticos en la ejecución de tareas específicas (Fuenmayor, 2018).

La implementación de un procedimiento permite (Baamonde, 2013):

- al personal tener una política común de trabajo, pudiendo así disminuir los errores y estandarizar la manera de llevar a cabo las distintas tareas, es decir, la universalidad de criterios;
- la sistematización de las tareas, para el aprovechamiento del tiempo y evitar la dispersión del personal;
- la obtención de los mismos resultados, mediante la efectividad de las tareas;
- cuando un nuevo personal se incorpora, se utilizan los POE como herramientas de entrenamiento, y tienen varias funciones;
- entrenar e informar al personal nuevo sobre qué procedimientos deben tenerse en cuenta para la ejecución de las distintas tareas, asegurándose así el correcto entendimiento de las mismas (Fuenmayor, 2018); y
- así mismo, permite también calificar al personal nuevo como competente o no en dichas tareas que estén a su alcance (Baamonde, 2013).

En el Anexo V se ilustra un check list estructurado y con fundamentos técnicos que ayuden con las tareas principales de arranque de máquina.

4.2.2 Programas de capacitación

Dentro de la empresa, la mejora en los procesos como cultura organizacional debe ser continua o permanente. Según Vega (2011), para alcanzar el conocimiento y los aprendizajes, las organizaciones deben generar espacios de capacitación, dependiendo del tipo de necesidades de la empresa y del desarrollo de las competencias de las personas que la integran; algunos de los aspectos por trabajar son: el proceso de toma de decisiones, la capacidad para resolución de

problemas –que hacen parte del empoderamiento de los trabajadores y autogestión de los departamentos, considerados espacios de desarrollo de los trabajadores–, el aprendizaje sobre manejo de procesos, la utilización de las herramientas administrativas y técnicas (Vega, pág. 120). La propuesta del plan de entrenamiento y capacitación del proceso de elaboración del papel al personal, se ilustra en el Anexo VI - Plan de capacitación.

4.2.3 Indicadores para medir la productividad del proceso de elaboración de papel.

Los indicadores considerados para medir la productividad, son los siguientes:

- Índice de producción
- Índice de disponibilidad
- Índice de calidad
- OEE
- Costo de producción
- Producto no conforme

CONCLUSIONES

En el diagnóstico efectuado al proceso, mediante el uso de la herramienta causa – efecto que proporciona el ciclo PDSA (Plan-Do-Study-Act), se establecieron las causas que afectan a la operación de la máquina papelera y, a su vez, son representadas en tiempos improductivos, tales como tiempo perdido en arranque de máquina, la velocidad de la máquina no cumple la velocidad objetivo, roturas de hoja, entre otros, los que ocasionan la baja productividad de la planta.

La estandarización en los procedimientos corregirá ciertas prácticas que en la actualidad se llevan en la planta, por lo tanto, la estandarización establecerá los pasos de una manera organizada y controlada en todas la actividades operativas y técnicas que se ejecuten en la máquina papelera.

Otro beneficio que se obtiene con la estandarización de procesos, es impulsar una cultura de mejora continua, porque todas las partes implicadas en el proceso de elaboración de papel, trabajarán en conseguir los mismos objetivos.

RECOMENDACIONES

La optimización dentro de las industrias nunca termina, el buscar soluciones a los desafíos y crear alternativas, es fundamental para el engrandecimiento de una empresa.

Sin embargo, con el estudio realizado en esta máquina papelera, se recomienda:

- Una adecuada programación en producción y mantenimiento, con el propósito de disminuir los tiempos improductivos y garantizar el uso adecuado de los recursos productivos disponibles en planta.
- Realizar reuniones periódicas de escucha y participación activa con el personal operativo sobre el uso de los documentos y herramientas estandarizadas, con el objetivo de una mejora continua del proceso de elaboración de papel.
- Gestionar capacitaciones externas con instituciones o centros especializados en procesos, resolución de problemas, manejos de conflictos y comunicación efectiva.
- Crear un comité o grupo enfocado en detectar No conformidades dentro del proceso operativo, planteamientos de mejora continua y cierre a los planes de acción con la finalidad de minimizar tiempos improductivos y aumento de producción mensual.

BIBLIOGRAFÍA

- AEC. (2019). *Asociación Española para la Calidad*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque>
- Albany International. (Mayo 2011). Sistema de vacío en la zona de formación. *MOMENTO TÉCNICO*, 12.
- Baamonde, J. M. (21 de Abril de 2013). *Bioterios.com*. Obtenido de ¿Cómo hacer un POE?: <https://www.bioterios.com/post.php?s=2013-04-21-cmo-hacer-un-poe#>
- CALUÑA, E. P. (2018). *INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL MOLINO MP5 DE FABRICACIÓN DE PAPEL TISSUE, DE LA EMPRESA FAMILIA SANCELA DEL ECUADOR S.A., MEDIANTE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TESIS DE GRADO MÁSTER)*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Chase, F. R. (2011). *Administración de operaciones*.
- Diario El Universo*. (28 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/desabastecimiento-e-inedita-escalada-de-costos-a-mas-del-40-impactan-al-sector-cartonero-nacional-nota/>
- EXPOK - Economía Circular*. (1 de Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.expoknews.com/economia-circular-el-reciclaje-del-carton-nunca-fue-tan-rentable/>
- Fuenmayor, M. (1 de Enero de 2018). *Estandarización del proceso de arranque de la una línea encargada de envasar aceite*. Obtenido de Revista Ingeniería, 2(2), 37–50: <https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/13>
- Heizer, B. R. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones*.
- ISO-9001. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad*.
- Kartonfabrik Porstendorf. (2009). *Recovered Paper*. Obtenido de <https://www.kartonfabrik.com/recovered-paper/>
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo*.
- Pulido, H. G. (2009). *Control Estadístico de Calidad y seis Sigma*.
- Reel, S. (s.f.). *Toscotec*. Obtenido de <https://www.toscotec.com/en/products/paper-board-machines/reel/>

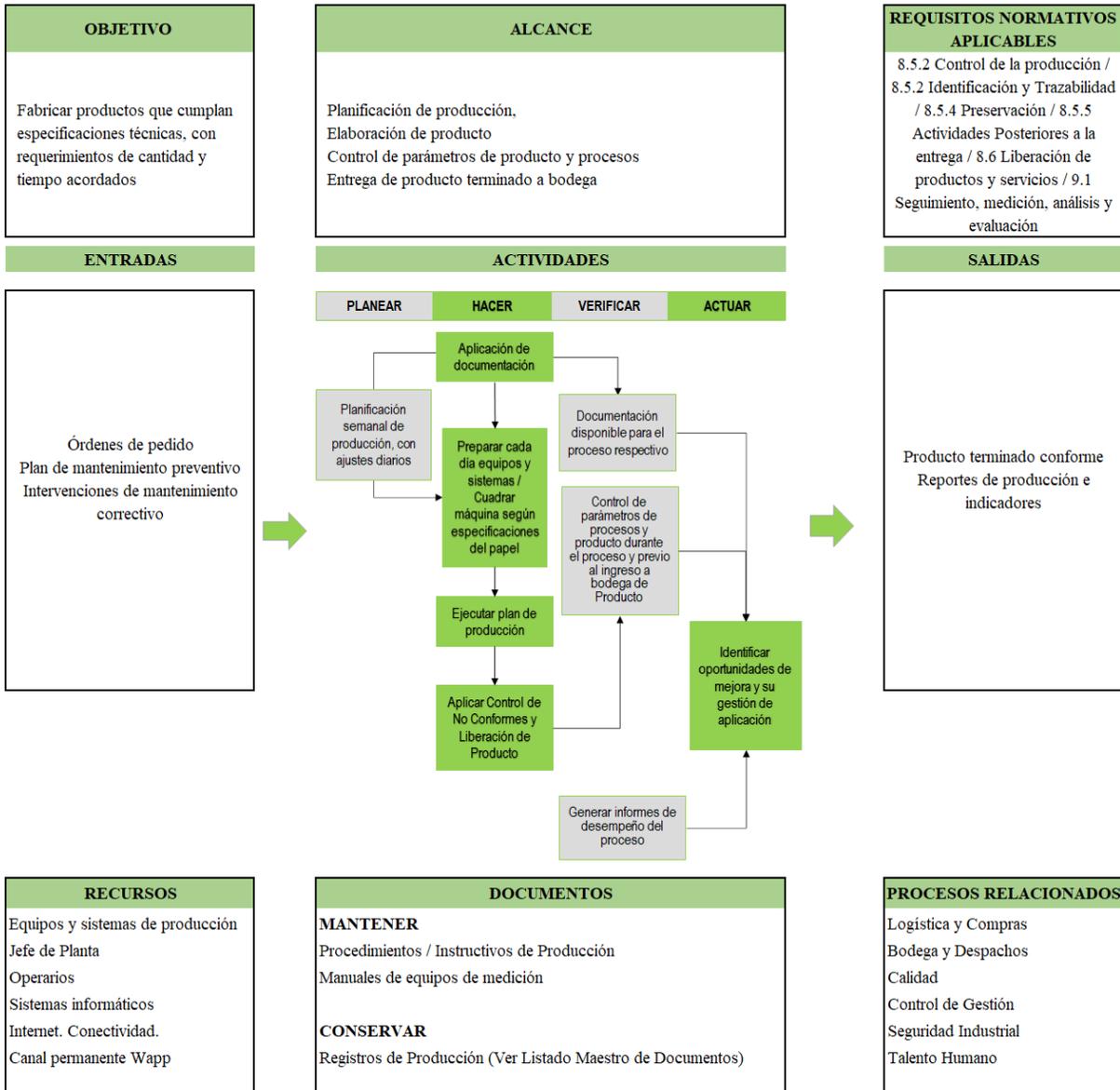
- RENDÓN, M. E., & BELTRAN, J. A. (2016). *DISEÑO DE UN MÉTODO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA MAQUINA PAPELERA*. Santiago de Cali: UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL CALI.
- Riley, A. (2012). *Paper and paperboard packaging*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fourdrinier>
- Salem, H. J. (2013). *Modelling the Maximum Capacity of a Pulp Pressure Screen*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Modeling-the-maximum-capacity-of-a-pulp-pressure-Salem/8901d401a311b531e796ac45f834e79f86264ef6>
- Sampieri, R. H. (2014, 6ta edición). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* . McGRAW-HILL.
- Sinke Henshaw Osong, P. (27 de Junio de 2017). *Pulp Refining: principal, important, and crucial unit process during paper-making*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/pulp-refining-principal-important-crucial-unit-during-sinke/>
- Smook, G. (1990). *Manual para técnicos de pulpa y papel*. Tappi Press, Atlanta.
- Summers, D. C. (2006). *Administración de la Calidad*.
- Torraspapel. (2008). *Formación Fabricación de Papel*. Obtenido de www.torraspapel.com:8080/eaaoa.es/impresion/wp-content/uploads/2016/04/FormacionFabricacionPapel-TORRAS.pdf
- Vega, L. A. (2011). *Administración por Calidad* .

ANEXOS

ANEXO I

CARACTERIZACIÓN DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE PAPEL

MÁQUINA PAPELERA	CARACTERIZACIÓN DE PRODUCCIÓN	Código	E - PRO - 01
	SISTEMA DE GESTIÓN	Revisión No:	1
		Fecha:	jun-22



Revisado por: Líder SGC.

Máquina Papelera

ANEXO II

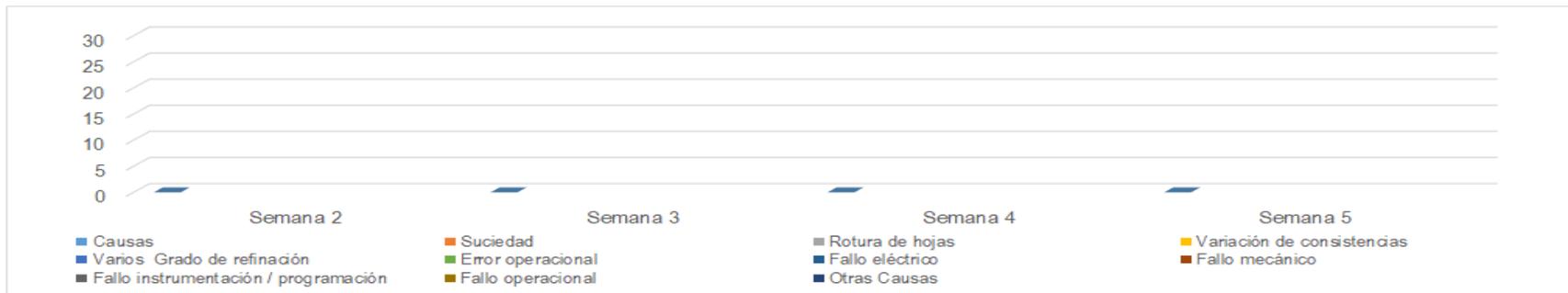
INDICADORES TIEMPOS IMPRODUCTIVOS

MÁQUINA PAPELERA	INDICADORES TIEMPOS IMPRODUCTIVOS	Código: R-PRO-04
	PRODUCCIÓN	Revisión No. 2 Fecha: Junio 2022

REPORTE DE PARADAS DE PRODUCCIÓN MENSUAL

Causas	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Total de eventos /mes	Ti. al mes (min)	Ti. Total (min)
	Tiempo promedio X efecto (min)												
Lider Responsable													
Suciedad													
Rotura de hojas													
Variación de consistencias													
Varios Grado de refinación													
Error operacional													
Fallo eléctrico													
Fallo mecánico													
Fallo instrumentación / programación													
Fallo operacional													
Otras Causas													
Total de tiempo improductivo mensual													

Gráfica. Reporte de paradas



Revisado por: Jefe de planta

Máquina Papelera

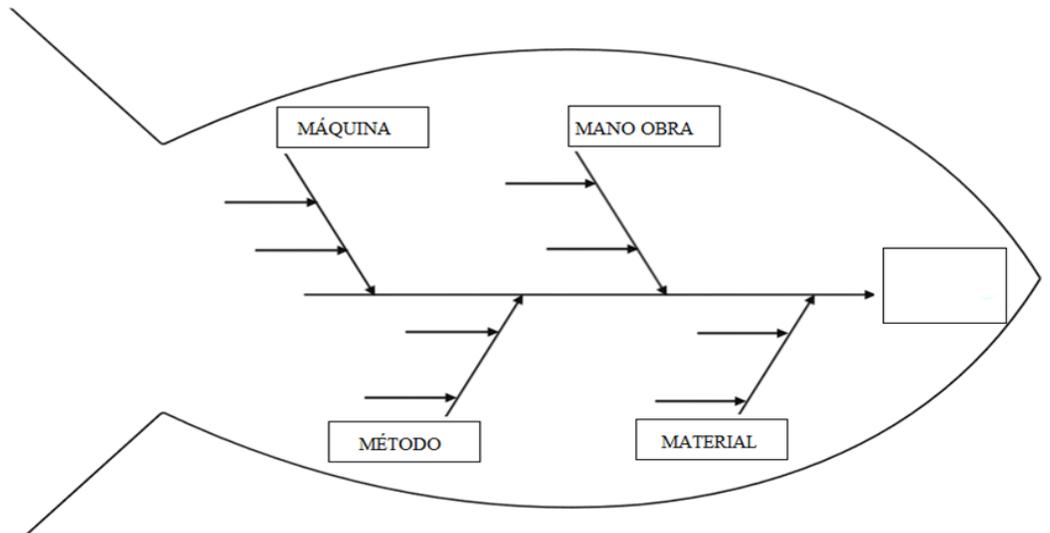
ANEXO III

REPORTE PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

MÁQUINA PAPELERA	REPORTE PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	Código: R-PRO-05	
	PRODUCCIÓN	Revisión No. 2	
		Fecha: Junio 2022	

Cliente	_____
Reclamo por	_____
Producto	_____
Lote de producción	_____
Fecha de producción	_____

Diagrama de Ishikawa



Descripción del Reclamo

Producto en revisión / cuarentena				
Lote	Fecha	Tipo	Cantidad	Área

Análisis Causa - Efecto	Actividades a desarrollar	Responsable

Revisado por: Jefe de Planta
Máquina Papelera

ANEXO V
CHECK LIST / ARRANQUE DE MÁQUINA

MÁQUINA PAPELERA	CHECK LIST / ARRANQUE DE MÁQUINA	Código: R-PRO-06
	PRODUCCIÓN	Revisión No.: 2
		Fecha: Junio 2022

Fecha: _____

Item	Condiciones Operacionales / Área de formación	Check		Observación	Responsable	Firma
		Si	No			
1	Revisar encendido de bombas de aproximación					
2	Revisar tensión de tela					
3	Humectación de tela					
4	Revisar encendido de sistema de vacío					
5	Revisar internamente las telas para descartar objetos extraños / limpiarlos con aire					
6	Arrancar lentamente la tela verificando que no se corran transversalmente					
7	Revisar la presión de duchas de limpieza y lubricación de la tela					
Condiciones Operacionales / Área prensa		Si	No			
8	Revisar tensión de fieltro					
9	Humectación del fieltro					
10	Revisar encendido de sistema de vacío					
11	Revisar internamente el fieltro para descartar objetos extraños / limpiarlos con aire					
12	Arrancar lentamente el fieltro, verificando que no se corran transversalmente					
13	Revisar la presión de duchas de limpieza y lubricación del fieltro					
Condiciones Operacionales / Área secado		Si	No			
14	Revisar tensión de lonas					
15	Revisar lonas y guías automáticas					
16	Abrir drenajes de los separadores de condensado					
17	Revisar internamente las lonas para descartar objetos extraños / limpiarlos con aire					
18	Abrir válvulas manuales de entrada de vapor a las secciones de secado					
19	Calentar los cilindros secadores					
20	Encender bombas de condensado y activar control automático					
21	Encender extractores del Hood y ventiladores					
22	Verificar el sentido de giro de los ventiladores y extractores del Hood					
23	Encender lentamente las secciones de secadores, verificar que no se corran transversalmente las lonas					
24	Colocar en funcionamiento Pope Reel					
25	Ajustar vapor según el papel de fabricación					

Verificado por: Jefe de Planta

Máquina Papelera

ANEXO VI
PLAN DE CAPACITACIÓN

MÁQUINA PAPELERA	PLAN DE CAPACITACIÓN	Código: R-HUM-03
	TALENTO HUMANO	Revisión No. 1 Fecha: Junio 2022

Planificación
 Cumplimiento

Item	Area	Descripción de la actividad	Responsable	Dirigido a	Cronograma 2022												Tiempo (Min)	No. de trabajadores	Horas Hombre Total	Recursos empleados	Certificado aprobación
					Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre					
1	SSO	Reglamento interno del trabajador	SIMA	Todos	■																
2	SSO	Plan de emergencia / Contingencias	SIMA	Todos		■															
3	SSO	Riesgos laborales	SIMA	Todos			■														
4	SSO	Simulacros	SIMA	Todos				■													
5	SSO	Uso de extintores	SIMA	Todos					■												
6	SSO	Brigadas de emergencias	SIMA	Todos						■											
7	SSO	Responsabilidad social	SIMA	Todos							■										
8	Ambiente	Plan de manejo ambiental	SIMA	Todos		■															
9	Ambiente	Manejo de productos quimicos	SIMA	Todos			■														
10	Ambiente	Gestión integral / manejo de desechos	SIMA	Todos				■													
11	Ambiente	Plan de producción mas limpia	SIMA	Todos					■												
12	Producción	Equipos involucrados dentro del proceso	Jefe de Planta	Operacional			■														
13	Producción	Manejo de equipos de medición	Jefe de Planta	Operacional				■													
14	Producción	Procedimientos operacionales área de formación	Jefe de Planta	Operacional					■												
15	Producción	Procedimientos operacionales área de prensa	Jefe de Planta	Operacional						■											
16	Producción	Procedimientos operacionales área de secado	Jefe de Planta	Operacional							■										
17	Producción	Analisis de calidad producto terminado	Jefe de Planta	Operacional								■									
18	Producción	Resolución de problemas	Jefe de Planta	Operacional									■								

Revisado por: Jefe Talento Humano

Máquina Papelera