

**DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE RODILLOS
INDUSTRIALES EN LA EMPRESA TECAME S.A**



MAURICIO PÉREZ CASTRO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, CAUCA
2023**

**DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE RODILLOS
INDUSTRIALES EN LA EMPRESA TECAME S. A**



MAURICIO PÉREZ CASTRO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL**

DIRECTOR: M.SC. OSCAR AMAURY ROJAS ALVARADO

ASESOR DE LA EMPRESA: ING. CARLOS ALBERTO RIASCOS RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, CAUCA**

2023

Nota de Aceptación:

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, febrero de 2023.

DEDICATORIA

A las personas más importantes en mi vida, mi mamá, mi papá, mi hermana y mis abuelos maternos que siempre están brindándome su apoyo incondicional y me motivan día a día a ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mi director de trabajo de grado, quien fue el principal apoyo en el desarrollo de este proyecto. En segundo lugar, a todo el personal de la empresa TECAME S.A, que siempre estuvo dispuesto a brindar su tiempo y conocimiento para sacar este proyecto adelante.

RESUMEN

El presente trabajo expone lo realizado en el diagnóstico y la documentación del proceso de revestimiento de rodillos industriales, a partir del modelado de procesos utilizando las metodologías BPMN (*Business Process Model and Notation*) y el estándar ANSI/ISA-88, que permitió, en primera instancia la documentación y estandarización del proceso de revestimiento de rodillos industriales, importante para mantener la calidad que se requiere en todos los procesos de la empresa. En una segunda instancia, permitió detectar falencias en la línea de producción mediante el estándar ISA-88 y en el flujo de información mediante la herramienta BPMN obteniendo la información pertinente y precisa para sugerir cambios que aseguren el funcionamiento integral de las dependencias de la empresa TECAME S.A.

ABSTRACT

This work exposes what was done in the diagnosis and documentation of the industrial roll coating process, from the process modeling using the BPMN (Business Process Model and Notation) methodologies and the ANSI/ISA-88 standard, which allowed, in the first instance, the documentation and standardization of the industrial roll coating process, important to maintain the quality required in all the processes of the company. In a second instance, it allowed to detect flaws in the production line by means of the ISA-88 standard and in the flow of information by means of the BPMN tool, obtaining the pertinent and precise information to suggest changes that assure the integral operation of the dependencies of the TECAME S.A. company.

INDICE

INTRODUCCIÓN	14
1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
2. CONTEXTUALIZACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.	19
2.1.1 Diagnóstico empresarial.....	19
2.1.2 Modelado de procesos	19
2.1.3 Gestión de la información.....	20
2.1.4 Gestión del conocimiento	21
2.1.5 Revestimiento de rodillos en caucho	21
2.1.6 BPMN.....	22
2.1.7 Estándar ANSI/ISA 88.....	22
2.1.8 Modelo físico	23
2.1.9 Modelo de control de procedimientos.....	25
2.1.10 Modelo de Proceso	26
2.1.11 Relación de los modelos	27
2.2 MARCO LEGAL.....	28

2.3	MARCO REFERENCIAL.....	29
2.3.1	Misión.....	30
2.3.2	Visión.....	30
2.3.3	Aspectos generales de la empresa	30
2.3.4	Servicios que ofrece TECAME S.A.	31
2.3.5	Operaciones para el revestimiento de un rodillo	32
2.3.6	Algunos de los clientes más significativos de TECAME S.A	36
2.4	CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO.....	38
2.5	RESULTADOS ESPERADOS	39
2.6	METODOLOGÍA	39
3.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	41
3.1	ENTENDIMIENTO DEL PROCESO Y LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO	
	41	
3.1.1	Inventario de rodillos	42
3.2	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE RODILLOS	
	INDUSTRIALES.....	47
3.2.1	Cadena de valor	48
3.2.2	Modelado del proceso.	55
4.	FALENCIAS Y PROPUESTA DE MEJORA	96
4.1	FALENCIAS	96
4.1.1	Distribución de los equipos dentro de la empresa.....	96
4.1.2	Identificación de un cuello de botella.....	100
4.1.3	Tiempos de entrega.....	100
4.1.4	Falta de información en tiempo real de la ubicación de los rodillos.....	100
4.1.5	Falta de programación y seguimiento a tareas programadas.....	101

4.1.6	Manejo de las urgencias.....	101
4.1.7	Paso a paso para realizar cada operación.	102
4.1.8	Mantenimiento de los tornos.	102
4.2	Propuesta de mejora.....	102
4.2.1	Información en tiempo real de los rodillos.	103
4.2.2	Seguimiento, programación y control del trabajo de operarios.....	103
4.2.3	Re-inducción en cada puesto de trabajo.	104
4.2.4	Priorización de los trabajos teniendo en cuenta las urgencias.	104
4.2.5	Realizar programa de mantenimiento.....	104
5.	CONCLUSIONES.....	105
6.	BIBLIOGRAFÍA	106

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Modelo físico. Fuente: Aplicación del estándar Isa 88 en una central azucarera [20]	24
Figura 2. Relación de los modelos. Fuente: Aplicación del estándar Isa 88 en una central azucarera [20].....	27
Figura 3. Logo Tecame S.A. Fuente: Tecnología en cauchos y mezclas [24]	38
Figura 4. Inventario de rodillos, (Fuente propia).....	42
Figura 5. Inventario de rodillos. (Fuente propia).....	43
Figura 6. Inventario de rodillos. (Fuente propia).....	44
Figura 7. Inventario de rodillos. (Fuente propia).....	45
Figura 8. Inventario de rodillos. (Fuente propia).....	46
Figura 9. Cadena de valor. (Fuente propia)	49
Figura 10. Cadena de valor. (Fuente propia)	52
Figura 11. Cadena de valor. (Fuente propia)	54
Figura 12. Modelo físico parte 1. (Fuente propia)	56
Figura 13. Modelo físico parte 2. (Fuente propia)	58
Figura 14. Modelo físico parte 3. (Fuente propia)	60
Figura 15. Modelo físico parte 4. (Fuente propia)	62
Figura 16. Modelo de control de procedimiento. (Fuente propia).....	65
Figura 17. Recepción de rodillos. (Fuente propia)	66
Figura 18. Metalmecánica de rodillos. (Fuente propia)	67
Figura 19. Pelado, esmerilado y cementado. (Fuente propia)	68
Figura 20. Mezcla encauche y vulcanizado. (Fuente propia)	69
Figura 21. Mezcla encauche y vulcanizado. (Fuente propia)	70
Figura 22. Aproximado y cuchilla. (Fuente propia).....	71
Figura 23. Largo. (Fuente propia)	72
Figura 24. Rectificado. (Fuente propia).....	73
Figura 25. Pulido y pintado. (Fuente propia)	74

Figura 26. Poliuretano. (Fuente propia)	75
Figura 27. Control y calidad. (Fuente propia)	76
Figura 28. Modelo de proceso parte 1. (Fuente propia)	78
Figura 29. Modelo de proceso parte 2. (Fuente propia)	78
Figura 30. Modelo de proceso parte 3. (Fuente propia)	79
Figura 31. Modelo de proceso parte 4. (Fuente propia)	79
Figura 32. Modelo de proceso parte 5. (Fuente propia)	80
Figura 33. Modelo de proceso parte 6. (Fuente propia)	80
Figura 34. Modelo de proceso parte 7. (Fuente propia)	81
Figura 35. Modelo de proceso parte 8. (Fuente propia)	81
Figura 36. Modelo de proceso parte 9. (Fuente propia)	82
Figura 37. Modelo de proceso parte 10. (Fuente propia)	82
Figura 38. Modelo BPMN. (Fuente propia)	84
Figura 39. Modelo BPMN. (Fuente propia)	86
Figura 40. Modelo BPMN. (Fuente propia)	87
Figura 41. Subproceso recepción. (Fuente propia)	88
Figura 42. Subproceso metalmecánico. (Fuente propia)	89
Figura 43. Subproceso pelado, esmerilado y cementado. (Fuente propia)	90
Figura 44. Subproceso mezcla, encauche y vulcanizado. (Fuente propia)	90
Figura 45. Subproceso aproximado, cuchilla y buril. (Fuente propia)	91
Figura 46. Subproceso largo. (Fuente propia).....	92
Figura 47. Subproceso rectificado. (Fuente propia)	93
Figura 48. Subproceso pulido y pintado. (Fuente propia)	94
Figura 49. Subproceso calidad y empaque. (Fuente propia)	94
Figura 50. Subproceso poliuretano. (Fuente propia).....	95
Figura 51. Plano antigua bodega. Fuente: TECAME S.A	97
Figura 52. Plano bodega actual. Fuente: TECAME S.A.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades químicas y mecánica de los materiales. Fuente propia... 32

Tabla 2 Procesos de la empresa. Fuente propia..... 33

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas están inmersas en un determinado entorno que está sometido a un cambio continuo y permanente, que a su vez le propicia condiciones tanto en sus relaciones con los proveedores, competencia, clientes, personal, etc., como en sus resultados (ventas, gastos, beneficios, cuota de mercado, etc.). La sobrevivencia empresarial, depende de una continua adaptación al entorno, tratando de lograr la máxima efectividad en su funcionamiento interno [1].

En Colombia, un sector muy reducido de empresas trata de estar a la vanguardia de la tecnología para poder sostenerse en el mercado, pero desafortunadamente la mayoría de Pymes desconocen la importancia de estar actualizados con la tendencia del sector al que pertenecen y se conforman con basar su producción en el conocimiento empírico que han adquirido a través de los años [2].

Es por ello que la problemática asociada a la complejidad de la programación de la producción en ambientes *Job shop*, bajo pedido, está definida en gran medida por la variedad de productos a ser fabricados, usando un número definido de recursos, pero con una secuenciación diferente, propia de cada producto [3], viéndose reflejada dicha complejidad en la dificultad para alcanzar los objetivos principales de la gestión de las operaciones, como lo son satisfacción de los clientes, manejo de tiempos de entrega, inventario y utilización de recursos [4].

TECAME S.A, es una empresa dedicada al revestimiento de rodillos industriales, es decir, se tiene una parte metálica que puede ser recubierta con una amplia variedad de caucho. Dicho proceso se hace de una manera manual y muy artesanal debido a las condiciones y propiedades del material, por lo que se requiere de mucha exactitud dado que cualquier

imprecisión se verá reflejada en la calidad del producto y finalmente en el funcionamiento del rodillo como tal.

Producto de esta situación se genera este proyecto el cual busca la documentación, diagnóstico y posterior mejora del proceso con la ayuda de herramientas como *BPMN* (*Business Process Model and Notation*) en conjunto con el estándar ISA 88.

En resumen el documento se encuentra dividido por cuatro etapas principales: la primera consta del planteamiento, formulación y justificación del problema y los objetivos del estudio; la segunda se basa en el marco contextual y legal de la empresa objeto de estudio, definición de los conceptos técnicos y generales; la tercera contempla el desarrollo del proyecto que consta de la documentación del proceso bajo el estándar ANSI/ISA 88 y modelado BPMN; finalmente la cuarta etapa consiste en la consolidación de los respectivas falencias encontradas para así generar propuestas de mejora que faciliten el correcto funcionamiento de la línea de producción.

CAPÍTULO 1

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de las empresas, los responsables de procesos, directivos y gerentes viven abrumados por los trabajos del día a día y no cuentan con el tiempo necesario para revisar el funcionamiento de las diferentes áreas: comercial, finanzas, compras, fabricación, recursos humanos, calidad, etcétera [5]; a su vez, la planeación, control y dirección sin la evaluación permanente de procesos genera toma de decisiones que conllevan a resultados errados y no los esperados [6]. de estas inquietudes nace la importancia de realizar un diagnóstico empresarial que permite analizar de manera integral el funcionamiento de cada una del área de trabajo y proponer alternativas de mejora que contribuyan al logro de la misión y al cumplimiento de los objetivos estratégicos planteados a desarrollarse dentro de la organización a corto, mediano y largo plazo.

TECAME S.A, es una empresa ubicada en la ciudad de Yumbo, Valle del Cauca, que procesa polímeros enfocados al revestimiento de rodillos industriales y que cubre el mercado a nivel nacional a través del grupo empresarial (TECAME S. A, ARPO S.A.S Y RTA S.AS) consolidándose, así como uno de los grandes aliados de grandes empresas nacionales y multinacionales en la reparación y fabricación de recubrimiento en caucho para una amplia gama de rodillos, hecho que conlleva una gran responsabilidad y que exige a la empresa cumplir con los tiempos de entrega pactados con los clientes.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los rodillos usualmente son piezas claves para el desarrollo del proceso productivo del cliente. En la mayoría de los casos, las empresas no manejan mantenimientos preventivos, por lo cual la mayoría de los pedidos revisten una gran criticidad y exigen ser tratados como urgencias.

Uno de los mayores inconvenientes que presenta la compañía es el cumplimiento en los tiempos de entrega, ya que cuenta con un lapso de 12 a 15 días hábiles para realizar la entrega desde la colocación del pedido, tiempo que no se está cumpliendo y que genera un alto grado de preocupación dentro de la misma.

La empresa ha tenido a lo largo del tiempo un sin número de inconvenientes en cada una de sus áreas para cumplir con el tiempo pactado comercialmente con los clientes, siendo el área de mercadeo la más afectada, ya que es la encargada de sostener la relación con los clientes y la imagen comercial de la empresa; el incumplimiento con las fechas pactadas para la entrega de pedidos genera malestar en el cliente y en ocasiones pérdida del mismo, el problema se acrecienta cuando en el entorno este producto tiene una alta competencia al compararlo con otras empresas que tienen tiempos de entrega más cortos que el de la compañía.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la información obtenida de la empresa y realizando el diagnóstico y la documentación del proceso de revestimiento de rodillos industriales, a partir del modelado de procesos utilizando las metodologías BPMN y el estándar ANSI/ISA-88, permitirá, en primera instancia la documentación y estandarización del proceso de revestimiento de rodillos industriales, importante para mantener la calidad que se requiere en todos los procesos de la empresa. En una segunda instancia, permitirá detectar

falencias en la línea de producción mediante el estándar ISA-88 y en el flujo de información mediante la herramienta BPMN y así obtener la información pertinente y precisa para sugerir cambios que aseguren el funcionamiento integral de las dependencias de la empresa TECAME S.A.

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el diagnóstico del proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Documentar el proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A.
- Analizar el proceso de revestimiento de rodillos industriales con énfasis en la identificación de las actividades que generan retraso en los tiempos de entrega.
- Generar una propuesta de mejoramiento al proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A.

CAPÍTULO 2.

2. CONTEXTUALIZACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo se abordan los conceptos necesarios para lograr entender de manera adecuada la razón del presente trabajo.

2.1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

Los principales conceptos y planteamientos teóricos utilizados son:

2.1.1 Diagnóstico empresarial

Es una herramienta que permite conocer el estado actual de una empresa en diferentes áreas de gestión y que tiene como finalidad detectar fortalezas y debilidades con el fin de obtener resultados valorativos que ayuden a la correcta toma de decisiones y efectuar los ajustes que sean necesarios [7].

Es un procedimiento esencial para diagramar nuevos objetivos y entender los límites y fortalezas de la organización [8].

2.1.2 Modelado de procesos.

Establece un flujo de trabajo dentro y entre funciones, además de permitir la documentación, diseño y optimización de los procesos de una compañía, consiguiendo

de esta manera la captura de los requerimientos del negocio para obtener una mejor comprensión y facilitar la comunicación [9].

El modelado genera un beneficio en el sentido de que es posible tener una perspectiva adecuada para analizar, mejorar y automatizar los procesos de negocio [10].

2.1.3 Gestión de la información

Se considera como una forma de transmitir la información correcta, a la persona u organización que la requiere, en el momento y lugar pertinente para la adecuada toma de decisiones. Se necesita del establecimiento de buenas prácticas para que las personas involucradas en recolectar, organizar, almacenar, recuperar y utilizar obtengan información útil, que, individual y colectivamente, se transforme en conocimiento [11].

Con una adecuada gestión de la información se consigue incrementar los niveles de eficiencia y efectividad, teniendo en cuenta que se debe llevar a cabo una correcta integración empresarial de cada uno de los recursos presentes en una organización [12].

Finalmente, las tareas fundamentales de un sistema de información se pueden concretar básicamente en tres procesos:

- Recibe datos (información).
- Actúa sobre ellos y genera nueva información (información sobre información).
- Difusión de información [13].

2.1.4 Gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento es un proceso sistemático en el que se crea, almacena, distribuye y utiliza la información necesaria para el funcionamiento exitoso de la organización [14].

En muchos casos, el mayor activo de una organización es su conocimiento y la experiencia de cada una de las personas que allí laboran. La combinación de habilidades y destrezas de la propia organización y de las personas que la componen es lo que permite competir a las organizaciones [15].

Las organizaciones a menudo no tienen información estructurada a su disposición, por lo que se pierde la capacidad de aprovecharla al máximo. El uso del conocimiento existente permite el desarrollo de productos y servicios existentes, y la creación de nuevos conocimientos permite a la organización proporcionar nuevos productos y servicios [15].

2.1.5 Revestimiento de rodillos en caucho

Los rodillos son una parte fundamental en cualquier proceso productivo para diferentes tipos de industrias y cada uno de ellos debe cumplir con una función y características específicas teniendo en cuenta el tipo de trabajo que desarrolla y la tarea que cumple dentro de la máquina donde opera [16].

Estos rodillos pueden ser recubiertos con elastómeros de alta calidad dependiendo del tipo de industria al que está destinada, algunos materiales de recubrimiento son: Nitrilo, Silicona, Ebonita, Poliuretano, Caucho Natural, etc. [16].

Generalmente son utilizados en industrias papeleras, textilerías, imprentas, etc. Para solicitar una cotización es necesario contar con algunos datos suministrados por el cliente como el diámetro del eje metálico, espesor del recubrimiento de caucho, longitud del rodillo, uso (resistencia a químicos, temperatura, abrasión, etc.), cantidad de rodillos, color y tipo de acabado del rodillo [16].

2.1.6 BPMN

La notación del modelado de procesos de negocio BPMN es un método de diagrama de flujo que modela los pasos de un proceso empresarial planificado de principio a fin [17]. El modelado BPMN es una herramienta que apoyada en un método gráfico permite representar complejos procesos empresariales dentro de un diagrama de flujo muy completo. Un modelo BPMN permite a las empresas comprender fácilmente sus procesos y procedimientos internos y da la capacidad de comunicar estos procesos y procedimientos de manera estándar [18].

En resumen, su objetivo principal es hacer que la comprensión de los procesos desarrollados por las empresas se simplifique, tanto para los humanos como para las máquinas, actores fundamentales de dichos procesos y procedimientos. Esto requiere, por lo tanto, un modelo que contenga la representación más simple, gráfica e intuitiva posible de los procesos empresariales [19].

2.1.7 Estándar ANSI/ISA 88

Se centra en la ejecución de tareas físicas de trabajo en el nivel de planta, por esta razón sus conceptos y modelos se orientan a los equipos y hacia una jerarquía de funciones, principalmente el objetivo de esta norma es separar de la información general del proceso aquella que pertenezca a los equipos y maquinaria involucrada en las aplicaciones de control [20].

En el estándar ANSI/ISA88 se define que un proceso Batch es un sistema que induce la producción de cantidades finitas de material, sometiendo a las cantidades de material de entrada a un conjunto ordenado de actividades de procesamiento sobre un periodo finito de tiempo, usando uno o más recursos [21].

De igual manera, provee modelos y terminología estándar para definir los requerimientos de control para procesos de manufactura Batch, especificando los recursos disponibles, las recetas y las fases necesarias para la fabricación de un producto en un sistema de producción. Estos modelos corresponden al Modelo Físico, el Modelo de Control de Procedimientos, el Modelo de Proceso y el Modelo de Actividades de Control [20].

2.1.8 Modelo físico

El objetivo principal del modelo físico propuesto por el estándar ANSI/ISA88 es jerarquizar los activos físicos de una empresa, incluidos equipos, personas y recursos financieros. Esta división deberá hacerse teniendo en cuenta las características de los equipos necesarios para el desarrollo de cada operación dentro del proceso de producción, definiendo de esta manera el papel específico que juegan dentro de la cadena de valor. Es así como, el modelo físico permite especificar los equipos utilizados en el proceso de producción, agrupando los recursos de la empresa con referencia a siete niveles tal como se muestra en la figura 1. Los tres niveles superiores (Empresa, Sitio y Área) se encuentran fuera del enfoque del estándar ISA88 debido a que son los encargados de soportar las decisiones corporativas de la empresa. Por lo tanto, en el estándar se jerarquizan los equipos de la empresa en términos de células, unidades, módulos de equipo y módulos de control [20].

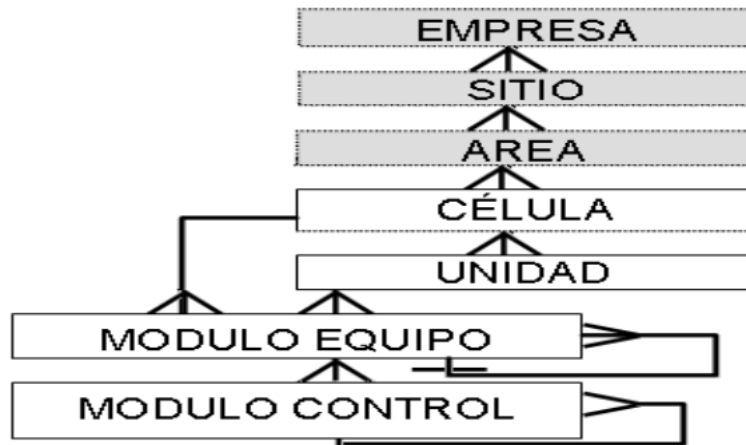


Figura 1. Modelo físico. Fuente: Aplicación del estándar Isa 88 en una central azucarera [20]

- **Célula de proceso:** Es un agrupamiento de equipo requerido para producción de uno o más lotes.
- **Unidad:** Es una colección de módulos de control y módulos de equipo que llevan a cabo una o más actividades de procesamiento.
- **Módulo de equipo:** Es un agrupamiento funcional de equipo y/o módulos de control que pueden llevar a cabo un numero finito de actividades de procesamiento específicas.
- **Módulo de control:** es un dispositivo de regulación, un dispositivo de estado orientado, o una combinación de ambos que es operada como un dispositivo simple [22].

2.1.9 Modelo de control de procedimientos

El modelo de control de procedimiento define la jerarquía de las acciones que se deben desarrollar para completar un batch, la implementación de este modelo habilita la construcción de instrucciones genéricas que las recetas pueden usar en múltiples ocasiones para la elaboración de diferentes productos, finalmente el presente modelo está enfocado directamente a las funciones de los equipos, donde toma lugar una secuencia ordenada de acciones para llevar a cabo un proceso orientado a tareas [20].

Las acciones de control están estructuradas en niveles jerárquicos dependiendo de su complejidad, por tanto, este modelo está compuesto de [22].

- **Procedimiento:** es el máximo nivel de jerarquía y define la estrategia para llevar a cabo una acción mayor de procesamiento, tal como fabricar un Batch.
- **Procedimiento de unidad:** consiste en un conjunto ordenado de operaciones que hace que tenga lugar una secuencia de producción contigua dentro de una unidad.
- **Operación:** es un conjunto ordenado de fases que definen una secuencia de procesamiento mayor que hace pasar el material que está siendo procesado de un estado a otro, usualmente involucrando un cambio químico o físico.
- **Fase:** una fase es el elemento más pequeño del control procedimental que puede realizar una tarea orientada a proceso.

2.1.10 Modelo de Proceso

El modelo de proceso del estándar ISA88 tiene como objetivo especificar las actividades y el orden en que se realizarán, asociando a cada una de estas, los equipos necesarios, ya contenidos en el modelo físico de la empresa. De esta manera se pueden realizar los ajustes pertinentes en el modelo control de procedimiento para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos de la empresa y así obtener el producto deseado con la calidad requerida [20].

El modelo de proceso está dividido de la siguiente manera [22].

- **Proceso:** Consiste de una o más estaciones de proceso, las cuales son organizadas en conjunto ordenado que puede ser serial, paralelo o las dos.
- **Estaciones de proceso:** es una parte del proceso que opera independientemente de otras estaciones de proceso. Usualmente ejecutan una secuencia planeada de cambios físicos o químicos en el material que es procesado.
- **Operaciones de proceso:** Cada estación de proceso consiste de una o más acciones de proceso que ejecutan el procesamiento requerido por la operación de proceso. Agrupa actividades de procesamiento menor que son combinadas para conformar la operación de proceso.
- **Acciones de proceso:** Cada Operación de proceso puede ser subdividida en un Conjunto ordenado de una o más acciones de proceso que ejecutan el procesamiento requerido por la operación de proceso. Las acciones de proceso hacen referencia actividades de procesamiento menor que son combinadas para conformar la operación de proceso.

2.1.11 Relación de los modelos

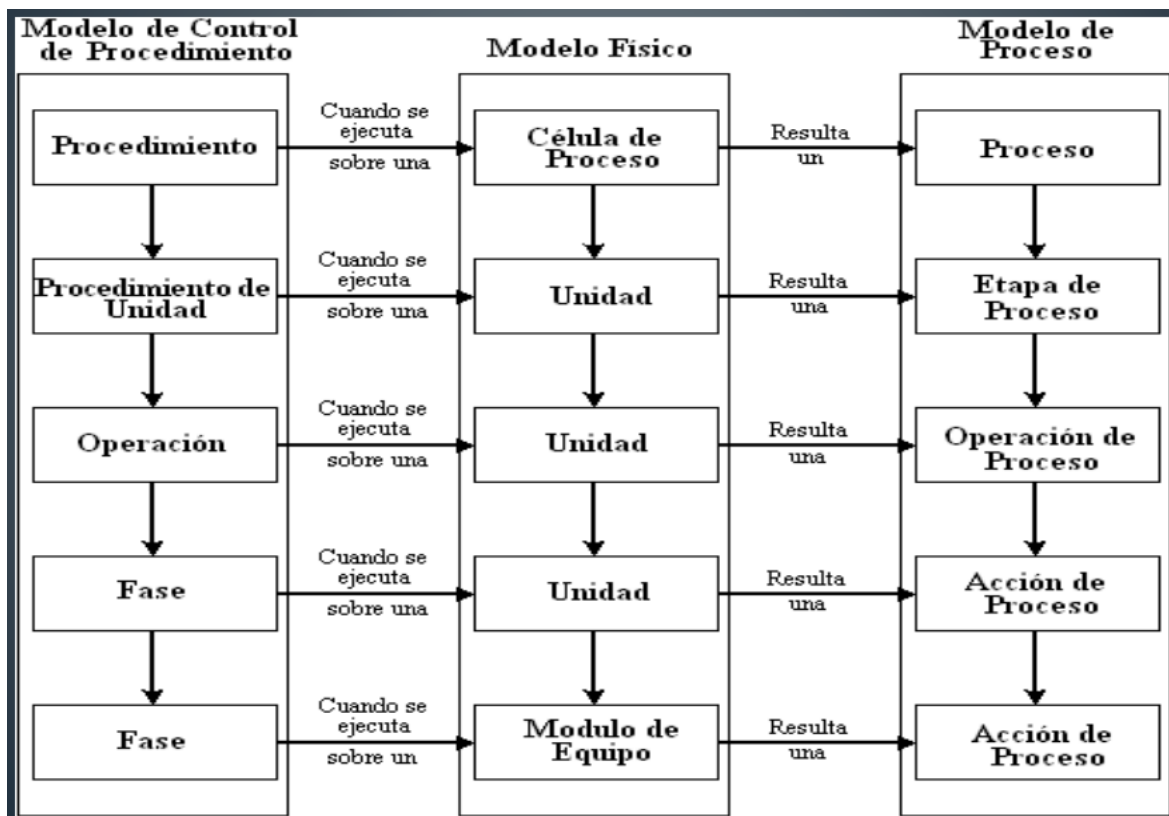


Figura 2. Relación de los modelos. Fuente: Aplicación del estándar Isa 88 en una central azucarera [20]

Lo que se evidencia en la anterior imagen es que un Proceso resulta de la ejecución de un Procedimiento sobre una Célula; de forma análoga, una Etapa de Proceso resulta de la ejecución de un Procedimiento de Unidad sobre una Unidad. Así sucesivamente, cada nivel del Modelo de Proceso está asociado a un nivel específico del Modelo Físico y del Modelo de Control de Procedimientos. De esta manera, las Operaciones de Proceso resultan de la ejecución de Operaciones sobre Unidades y las Acciones de Proceso pueden resultar de la ejecución de Fases sobre Unidades o sobre Módulos de Equipo [20].

2.2 MARCO LEGAL

La empresa TECAME S.A, conforme al compromiso hacia el medio ambiente, parte de la premisa del absoluto respeto al medio ambiente en el desarrollo de todas sus actividades, para llevar a cabo su política medioambiental, atiende no solo a las necesidades del presente, sino que prevé, en la medida de lo posible, las que en el futuro el medio ambiente y la sociedad en su conjunto van a requerir a la industria [23].

En consecuencia, tanto la política como las estrategias y los objetivos derivados de ella son revisados anualmente a fin de adaptarlos a los nuevos requerimientos. Los principios básicos que rigen dicha política medioambiental son los siguientes [23]:

- Optimizar el consumo de los recursos naturales y las materias primas.
- Aumentar la eficiencia energética y utilizar energéticos más limpios.
- Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes.
- Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas.
- Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- Minimizar y aprovechar los recursos.

2.3 MARCO REFERENCIAL

TECAME S.A, es una empresa fabricante de productos de caucho, siendo una de sus especialidades la elaboración de todo tipo de rodillos industriales tales como litográficos, barnizadores, flexo-gráficos, papeleros, textiles, industria del cuero, industrial del cartón, plastificadores de papel o cartón procesado en silicona, madereros, trípex y otros [23]. TECAME S.A, tiene como política empresarial los siguientes aspectos [23].

- Cumplir estándares de seguridad en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo el cumplimiento estricto de la legislación colombiana vigente y de otra índole en materia de prevención de riesgos laborales.
- Desarrollar actividades administrativas y operativas para la prevención de accidentes de trabajo, enfermedad profesional como el daño a la propiedad, incluyendo visitantes, contratistas.
- Se identifican peligros y se evalúa y valorará los riesgos que existen en la empresa con el fin de evitar el accidente de trabajo y la enfermedad laboral, al igual que los incidentes.
- La mejora continua en la acción preventiva solo puede conseguirse mediante la información, consulta y participación de los trabajadores de la empresa mediante una metodología y por etapas.
- Los objetivos indicados en esta política reflejan el compromiso que la gerencia tiene establecido para prevenir los daños y el deterioro de los trabajadores de esta empresa.

2.3.1 Misión

Somos una empresa industrial fabricante de productos de caucho que busca la calidad total, optimizando día a día los procesos de producción, para brindar a nuestros clientes su entera satisfacción [23].

2.3.2 Visión

Nuestra empresa se proyecta para que antes del año 2020 sea líder indiscutible en la fabricación de rodillos industriales a nivel nacional [23].

Que nuestros recursos técnicos y humanos estén orientados a cumplir los estándares de servicio que requiera el mercado y así lograr metas de la compañía, de los accionistas y de sus trabajadores [23].

2.3.3 Aspectos generales de la empresa

Fundada a mediados del 2003, nos proyectamos para ser los líderes del sector de las empresas fabricantes de rodillos, coberturas y productos moldeados en caucho, ofreciendo productos y servicios a la industria en general y atendiendo las necesidades de todos nuestros clientes [24].

Nuestro departamento técnico, cuenta con más de 20 años de experiencia en el manejo, formulación y procesamiento de rodillos en caucho, lo cual nos garantiza que nuestros productos sean de óptima calidad y se ajusten a las especificaciones solicitadas por nuestros clientes [24].

Con una orientación especializada en la fabricación y revestimiento de rodillos en caucho, direccionando su tecnología, recursos y conocimiento, TECAME S.A., ofrece soluciones a la Industria de las artes gráficas, flexo-grafía, del papel y cartón, textilería, del cuero y de toda la industria en general [24].

2.3.4 Servicios que ofrece TECAME S.A

El caucho es el material ideal para el recubrimiento de los rodillos, por su resistencia a la deformación, al deterioro y la rápida reposición. Su gran gama de durezas y elasticidades obtenibles, le hace resistentes al impacto, absorbiéndolos y garantizando a la industria elaborar artículos de alta calidad [24].

El material y la precisión del revestimiento del rodillo influyen de forma decisiva en la calidad del producto impreso y en la rentabilidad de la máquina, por tal motivo, TECAME S.A., realiza revestimientos con el compuesto de caucho apropiado para cada caso, ya sea en Ebonita, Nitrilo, Silicona o Caucho Natural, en durezas que van de 20° a 100° ShoreA, con tolerancia de 5 puntos entre un rango y otro, garantizando además una excelente adhesión caucho-metal, dimensiones, elasticidad y un buen acabado superficial [24].

En la Tabla 1. que se observa a continuación, se aprecian las propiedades químicas y mecánicas de los materiales usados para el revestimiento:

Polímero base	Propiedades mecánicas	Dureza (°ShoreA)	Máxima temperatura de servicio (°C)	Resistencia química	Aplicaciones para rodillos
Caucho natural (NR)	Excelentes	35-80	80	Ácidos y álcalis débiles	Hidrocarburos alifáticos y aceites
Nitrilo (NBR)	Muy buenas	20-100	90	Aceites y grasas	Arrastre con resistencia a disolventes
Etileno propileno (EPDM)	Buenas	40-80	100	Ozono y disolventes polares	Barnizado de madera y metal
Silicona	Pobres	40-85	+250	Limitada	Temperatura antia adherencia dieléctrico
Poliuretano (AU/EU)	Excelentes	50-95	90	Aceites y grasas	Alta resistencia a la abrasión

Tabla 1 Propiedades químicas y mecánica de los materiales. (Fuente propia)

2.3.5 Operaciones para el revestimiento de un rodillo

A continuación, se abordará el proceso que se realiza dentro de la empresa, explicando de manera muy general, las 19 operaciones internas para el encauche de un rodillo.

N°	Operación
1	Recibir rodillo verificar dimensiones, realizar entrada al sistema, elaborar la tarjeta, pintarla y tarjetear
2	Pelar
2A	Reparar pista de rodamiento o espigo
3	Esmerilar
4	Cementar con adhesivo químico
5	Cementar con adhesivo caucho
6	Encauchar la primera etapa
7	Encauchar final
8	Envolver con tela la primera capa
9	Cargar en autoclave
10	Quitar tela e identificar el rodillo
11	Rebajar primera capa
12	Aproximar el diámetro
12A	Utilizar cuchilla
13	Definir largo
14	Definir diámetro
15	Pulir
16	Pintar con aerosol
17	Revisar dimensiones, largo, dureza y apariencia
18	Empacar en papel y plástico burbuja
19	Empacar en cartón y/o huacal

Tabla 2 Procesos de la empresa. Fuente propia

1. En esta operación se recibe el rodillo, posterior a esto se verifican las medidas para poder, de esta manera, realizar la entrada al sistema, imprimir la tarjeta correspondiente a cada rodillo, pintarla de acuerdo a la semana del mes en que ingresa y situarla en el mismo con la ayuda de un caucho.

2. Operación en la que se monta el rodillo al torno y con la ayuda de una cuchilla se retira todo el caucho presente, para así dejar la parte metálica limpia.

2.A. Una vez el rodillo está pelado, es mucho más viable hacer trabajos de metalmecánica, es decir reparación de espigos o reparación de centros.

3. El esmerilado de los rodillos consiste en quitar el exceso de caucho que deja la cuchilla cuando se pela, con la ayuda de una pulidora, la idea de esta operación, es que el rodillo quede completamente limpio, para así mismo, garantizar la adhesión caucho-metal.

4. Cementar un rodillo básicamente consiste en aplicarle, con ayuda de una brocha el adhesivo pertinente, para así garantizar la correcta adhesión del caucho con el metal, es importante que, al momento de hacer este proceso, se haga de manera uniforme, evitando grumos y vacíos en la superficie del rodillo.

5. En algunas ocasiones cuando un rodillo se reprocesa, es decir, que en determinada operación presenta alguna imperfección, el proceso pertinente es rebajar su diámetro, un total de 8 milímetros con respecto al diámetro final, después de esto, se limpia y se cementa, pero en esta ocasión se hace con adhesivo diferente al que se utiliza cuando se pela el rodillo totalmente.

6. El proceso de encauche, es básicamente, revestir el rodillo con la capa de caucho correspondiente, de acuerdo, a las especificaciones dadas por el cliente, se presenta una ocasión especial cuando la capa de caucho es demasiado alta, es ahí, donde se procede a hacer el rodillo en dos etapas, es decir, se encaucha, se vulcaniza, se rebaja, se cementa y finalmente, se lo coloca la capa final de caucho para lograr el diámetro deseado.

7. Corresponde a colocar la cantidad de caucho necesario para cumplir con la medida solicitada por el cliente, en este caso es importante tener en cuenta, que todos los rodillos, se encauchan a una medida superior, que oscila entre 12 y 15 milímetros por encima del diámetro final.

8. Una vez el rodillo se encuentra con caucho, se debe envolver en tela, en primera instancia para proteger el material del vapor de la autoclave, y en segunda instancia, para ayudar en lo que concierne a la adhesión.

9. Se debe ubicar el rodillo sobre las bases de la autoclave, para seguir con el proceso de vulcanizado, que, por lo general, tiene una duración de 3 a 4 ciclos, cada uno de 50 minutos.

10. Cuando se finaliza el proceso de vulcanizado, y los rodillos estén completamente fríos, se deben desenvolver e identificarlos, colocándoles su tarjeta de proceso correspondiente.

11. Siempre que se habla de rebajar un rodillo, hace referencia netamente al diámetro del mismo, en esta ocasión corresponde a dejar el rodillo 8 milímetros por debajo de la medida final.

12. Este proceso consiste en maquinar el rodillo, de tal manera, que su diámetro quede 2 milímetros por encima de la medida final para rodillos de dureza baja (por debajo de 40° ShoreA), y 1 milímetro por encima para rodillos de dureza alta (por encima de 40° ShoreA).

12A. Cuando los rodillos son de dureza alta (por encima de 40° ShoreA), se les debe dar un paso de cuchilla para agilizar el proceso de aproximado.

13. El proceso de largo de los rodillos, consiste en recortar y retirar el exceso de caucho de los extremos, con el fin de cumplir con la medida solicitada por el cliente.

14. El proceso de definido consiste en darle la medida final en cuanto al diámetro a los rodillos, por lo general se maneja una tolerancia, de 0,5 décimas, por encima de la medida deseada, pero dependiendo del cliente dicha tolerancia puede variar.

15. Pulir un rodillo, es una tarea de mucha delicadeza y que requiere de mucho cuidado, ya que, es el acabado final y el último paso antes de ser revisado, es un proceso manual que se divide en tres etapas, ya que son tres lijas de rugosidad diferente las que se utilizan (240, 360 y 400), con el objetivo de que la superficie de trabajo quede lo más lisa posible, y se garantice el correcto funcionamiento de los rodillos.

16. Con el rodillo pulido, se procede a pintar los espigos con el color correspondiente al semestre del año determinado al inicio del mismo.

17. En el área de control y calidad, lo que se hace es revisar las dimensiones, largo, dureza y apariencia del rodillo, este proceso deber ser ejecutado de manera muy cuidadosa y responsable, ya que del cumplimiento de dichos parámetros dependerá que el rodillo ejecute la tarea para lo que el cliente lo ha solicitado.

18 y 19. Cuando el rodillo cumple con el control de calidad realizado, se cubre con papel para envolverlo en plástico burbuja, y dependiendo del cliente y del destino al que se dirija, se debe empacar en cartón o huacales de madera.

2.3.6 Algunos de los clientes más significativos de TECAME S.A

Empresas de Colombia como son:

- **Grupo Carvajal S.A**

Es una empresa Multilatina con presencia en 10 países y en 3 sectores: Papel y Empaques, Tecnología y Servicios e Inmobiliario [25].

- **Propal S.A**

Hace parte de la Organización Carvajal S.A.; multinacional colombiana presente en más de 17 países [26].

En Yumbo, Valle del Cauca, y en Guachené, Cauca, tiene sus dos grandes plantas de producción. En estas regiones, azucareras por excelencia, se produce su principal materia prima: el bagazo de la caña de azúcar. Un residuo agroindustrial renovable con el que elabora papeles amigables con el medio ambiente [26].

- **Cartones América**

Es una empresa dedicada a la fabricación de cartones, cartulinas esmaltadas y soluciones integrales e innovadoras en productos de cartón corrugado [27].

- **Familia del Pacifico.**

Es una empresa de manufactura y consumo masivo filial del Holding Familia Sancela. Se dedica a la producción y comercialización de productos para el aseo del hogar, personal y de uso institucional con 50 años en el mercado [28].

- **Colombina.**

Fabrica y comercializa alimentos de diferentes categorías, gracias a un equipo de colaboradores que crea los mejores sabores y experiencias [29].

- **Panamericana.**

Es una empresa que se inicia como librería en 1964, más tarde como papelería y en la actualidad se proyecta como un concepto de autoservicio de entretenimiento y cultura con líneas como tecnología, variedades, libros, papelería oficina, papelería escolar, arte y otras [30].

Así como también un importante grupo de editores e impresores y demás empresas del sector Gráfico, Papelero, Textilería, laboratorios y curtiembres.



Figura 3. Logo Tecame S.A. Fuente: Tecnología en cauchos y mezclas [24]

2.4 CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO

Con este trabajo los aportes que se ejecutaron fueron:

- Diagnóstico interno empresarial de funcionamiento, junto con un análisis de los procesos industriales del revestimiento de rodillos, para así, sugerir una propuesta de mejora para cumplir con los tiempos de entrega a los clientes.

- Elaboración de la documentación y modelado del proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A bajo el estándar ISA 88.

A continuación, se listan las actividades que se desarrollaron con respectivo impacto:

- Modelado del proceso bajo el estándar ISA 88 con el fin de estandarizar los procesos y detectar fallas en el proceso de revestimiento de rodillos industriales.
- Proveer a la empresa una propuesta de mejora en la línea de producción con base al diagnóstico para optimizar los tiempos de entrega.

2.5 RESULTADOS ESPERADOS

Es de vital importancia para la empresa, cumplir con los tiempos de entrega de los pedidos, así como realizar un continuo seguimiento al proceso en el que se encuentra cada rodillo.

Por esta razón se espera que los modelos propuestos cumplan con la normativa vigente, así como también, que el diagnóstico y la documentación realizada, junto con las propuestas de mejora, surjan el efecto deseado en el menor tiempo posible para la resolución de los problemas inmediatos que se presentan día a día en la empresa.

2.6 METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo general de este proyecto se desarrollaron cuatro fases: En la primera de ellas se tuvo un primer acercamiento al proceso, sin embargo, no se ahondó demasiado en la recolección de información técnica del mismo. En su lugar, si se

centraron los esfuerzos para hacer el levantamiento de un inventario general y una base de datos, en la que se pudiera plasmar la operación en que se encontraba cada rodillo. Para la segunda fase, se inició con la búsqueda detallada de la información técnica que se requería, esta recolección, se hizo mediante el diálogo con cada uno de los trabajadores de la planta, los cuales suministraron todos y cada una de las especificaciones técnicas, para la realización de la cadena de valor del proceso, el modelado bajo el estándar ANSI/ISA 88 y el levantamiento del modelo BPMN de la planta. En la tercera fase se trabajó en retomar y fortalecer la programación para cada operario, es decir, que al inicio del turno se le entrega un formato en el que se le indican las labores y el orden de los rodillos que debe trabajar. Cabe resaltar, que dicha programación, ya se venía realizando tiempo atrás en la empresa, pero que, por cuestiones de tiempo del jefe de producción, por temas de cambio de bodega, se dejó de hacer.

Finalmente, la cuarta y última etapa consta de la redacción del documento que se debe entregar tanto a la empresa como a la universidad.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se abordará la manera como se desarrolló el proyecto, explicando las actividades que se realizaron para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Cabe aclarar, que, al iniciar la pasantía en la empresa se encontraba trabajando el ingeniero Dan Mendoza, en lo que concierne a la logística correspondiente a la compra de la nueva bodega y posterior cambio de sede, paralelo a esto, se encontraba brindando asesorías y planes de acción que contribuyeran al correcto funcionamiento de la empresa y reducción de los tiempos de entrega de los pedidos.

Al llegar a la empresa, se dio el empalme de las asesorías que el ingeniero venía desarrollando, en primera instancia se habló acerca del cambio de bodega y la distribución de la misma, sin embargo, no se tuvo mucha participación en este aspecto, puesto que los planos ya estaban bastante avanzados, en segunda instancia el ingeniero presentó la propuesta de inventario en la herramienta Excel, con el objetivo de dar cumplimiento a unas de las falencias que en su momento se tenía en la empresa, de no tener información ni certeza del estado en el que se encontraban los rodillos dentro de la línea de producción.

Claro esto, se inició la pasantía con el apoyo para la realización y ejecución de dicho inventario.

3.1 ENTENDIMIENTO DEL PROCESO Y LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO

Esta fase comprende un primer acercamiento al proceso de revestimiento de rodillos industriales, con la ayuda del ingeniero Dan Mendoza, el cual se tomó el trabajo de

explicar cada una de las operaciones para el encauche de un rodillo, resolviendo todas las dudas que iban surgiendo a medida que se avanzaba en la observación, reconocimiento y posterior entendimiento del mismo.

Una vez se logró entender el proceso que se desarrolla en la empresa, todos los esfuerzos se centraron en el levantamiento del inventario.

3.1.1 Inventario de rodillos

Atendiendo una de las necesidades presentadas por parte de la gerente, vendedores y clientes de la empresa, se realizó la base de datos presentada en la Figura 4. En la que se puede observar la operación exacta en la que se encuentran cada uno de los rodillos que están en proceso dentro de la planta.

Por temas de presentación y de correcto entendimiento de la base de datos, se explicará por partes, la manera como se llena la base de datos y como se actualiza.

A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N
fecha	oti	recepcion	rodillo	lte	lst	chaffan	diametro_int	diametro_ext	dureza	mezcla	peso	trabajo
20-dic-21	13468	AP-21538	63139	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63140	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63141	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63142	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63143	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63144	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63145	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63146	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63147	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63148	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63149	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63150	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63151	1087	1035	1035	42	60 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	4,78	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63152	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63153	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63154	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63155	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63156	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63157	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63158	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63159	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63160	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63161	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE
20-dic-21	13468	AP-21538	63162	1087	1035	1035	42	66 35/40	1535	GRIS ANTIESTATICO	5,81	ENCAUCHE

Figura 4. Inventario de rodillos, (Fuente propia)

En la Figura 5 se puede observar la primera parte de la base de datos, la cual contiene los rodillos que están en proceso, esta información se extrae del software que tiene la empresa, llamado “SAO”, en dicho software se puede encontrar toda la información concerniente a cada rodillo.

W	X	Y	Z	AA	AC
TRANSCURRIDOS CALENDARIO	DIAS DE FIESTA A CORTE	DOMINICALES	TIEMPO DE ENTREGA	TIEMPO TRANSCURRIDO A FECHA DE ENTREGA	30/12/2021
27	2	4	12	9	27
27	2	4	12	9	27
27	2	4	12	9	27
17	1	2	12	2	17
15	1	2	12	0	15
13	1	2	12	-2	13
10	1	1	12	-4	10
10	1	1	12	-4	10
10	1	1	12	-4	10
10	1	1	12	-4	10
9	1	1	12	-5	9
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
8	1	1	12	-6	8
7	1	1	12	-7	7
7	1	1	12	-7	7
7	1	1	12	-7	7

Figura 5. Inventario de rodillos. (Fuente propia)

De esta parte del inventario, lo más importante es la casilla que se denomina “Tiempo transcurrido a fecha de entrega”, dicha casilla lo que nos indica es el número de días exactos que un rodillo lleva en la planta, es por esto que se consideran los días calendario transcurridos desde la fecha de entrada, los días festivos, los domingos y el tiempo de entrega.

En este caso, para calcular los días exactos se hace con la siguiente formula básica de Excel “((días transcurridos- días de fiesta-días domingos) - (tiempo de entrega pactado con el cliente))” donde:

W: días calendario transcurridos.

X: días de fiesta a la fecha.

Y: domingos transcurridos a la fecha.

Z: tiempo de entrega pactado con el cliente.

El resultado de esta operación nos dará un número negativo, que representa los días en los cuales el rodillo debe terminar su proceso, por consiguiente, si aparece en esta casilla el número “-15” significa que se tienen 15 días hábiles para entregar el rodillo, cuando aparezca el número “0”, significa que es el día que se debe hacer la entrega, y si aparecen números positivos son días de atraso.

AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
VERIFICADOR	RECEPCION	METALMECANIC	PELADO	ESMERILADO	CEMENTADO	MEZCLA	ENCAUCHE	VULCANIZACION
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1	REC							
1								
1								
1								
1								
1							ENC	
1								
1							ENC	
1							ENC	
1								
1	REC							
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1								
1							ENC	

Figura 6. Inventario de rodillos. (Fuente propia)

AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	
CUCHILLA	APROXIMADO	REPARACIONES SIL	LARGO	RECTIFICADO	PULIDO	PINTADO	REVISION/DESPACH	
				REC				DEVOLUCION POR FISURAS
				REC				DEVOLUCION POR FISURAS
				REC				DEVOLUCION POR FISURAS
				REC				DEVOLUCION POR FISURAS
				REC				
				REC				
								REPROCESO 13/12/21 POR CONFUSION EN L
			LAR					
			LAR					
			LAR					
				REC				
				REC				
				REC				
								CURACION, FALTA DE CAUCHO EN EXTREMO
				REC				
								FABRICACION DESDE CERO
				REC				
				REC				
				REC				
				REC				
			LAR					
			LAR					
			LAR					
			LAR					

Figura 7. Inventario de rodillos. (Fuente propia)

Las casilla azules, corresponden a cada de una de las operaciones dentro del proceso, y la convención para cada operación es la siguiente:

Recepcion: **REC**

Metalmecanica: **MET**

Pelado: **PEL**

Esmerilado: **ESM**

Cementado: **CEM**

Mezcla: **MEZ**

Encauche: **ENC**

Vulcanizado: **VUL**

Cuchilla: **CUC**

Aproximado: **APR**

Reparaciones: **REP**

Largo: **LAR**

Rectificado: **REC**

Pulido: **PUL**

Pintado: **PIN**

Revision: **REV**

Las casilla de color azul claro es un verificador, configurado de tal manera que si un rodillo no se encuentra dentro del inventario reflejará un “0”.

Y la ultima casilla que se observa en la Figura 7 sirve para registrar anomalías dentro del proceso de un rodillo ya sea atraso, reproceso o demora en la fabricación, entre otros.

AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
RECEPCION	METALMECAN	PELADO	ESMERILADO	CEMENTADO	MEZCLA	ENCAUCHAR	VULCANIZADO	CUCRILLA	APROXIMADO	REPARACIONES/STUNTY	LARGO	RECTIFICADO	PULIDO	PINTADO	REVISOR/NO
		PEL													
		PEL													
		PEL													
	METPEL	PEL													
2	3	23	0	34	0	15	0	1	4	0	12	66	1	0	24

Figura 8. Inventario de rodillos. (Fuente propia)

Ahora bien, cada casilla que representa una operación cuenta con un contador para saber la cantidad de rodillos que se encuentran allí, y dicha cantidad se puede observar en las casillas de color amarillo en la Figura 8.

La construcción de esta base de datos tomó un tiempo considerable, teniendo en cuenta la distribución de planta que en ese momento presentaba la empresa, es decir, que el proceso no fluía de manera lineal, lo que generaba un poco de desorden en cuanto a la organización y transporte de los rodillos de una operación a otra.

Cabe aclarar que esta base de datos, a pesar de ser muy útil para el manejo de la información, desde producción y hacia gerencia, vendedores y clientes, demanda

bastante tiempo para su actualización, teniendo en cuenta que todos los días, a primer hora se llegaba a hacer el inventario de los rodillos de manera manual y en una hoja de block, posterior a esto se actualizaban las casillas que requerían cambios y finalmente se conseguía tener el inventario al día.

3.2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE RODILLOS INDUSTRIALES

En esta parte del proyecto se encuentra lo que concierne al diagnóstico del proceso en cuestión, y cuyo objetivo es entender la empresa, su estructura organizativa, el proceso de producción y sus interacciones internas y externas en cuanto al flujo de productos y de información [31].

Dicho diagnóstico consta de tres fases, en la primera de ellas se evidencia la cadena de valor, que es la base para describir el proceso de producción y obtener el conocimiento de los procesos de negocio y la identificación de los objetos de negocio, desde la demanda del producto hasta la entrega a los clientes [32].

En la segunda fase se evidencia el modelado del proceso bajo el estándar ANSI/ISA88 y el BPMN correspondiente.

Finalmente, en la tercera fase se evidencia la consolidación de las falencias encontradas y las respectivas propuestas de mejora a la línea de producción.

Las herramientas utilizadas para el modelado del proceso fueron *Microsoft Visio* (cadena de valor y modelos ANSI/ISA88), que es una aplicación de diagramación y gráficos vectoriales que forma parte de la suite ofimática Microsoft Office y el programa *Bizagi*

Modeler (BPMN), que es un software de mapeo de proceso de negocio gratuito, intuitivo y colaborativo.

3.2.1 Cadena de valor

Teniendo en cuenta que la cadena de valor es la base para describir el proceso de producción se desarrolló de tal manera, que en ella se pudieran evidenciar las actividades que agregan valor a cada operación dentro del proceso para revestir un rodillo.

Por motivo de orden y correcto entendimiento de la cadena de valor, se explicará por segmentos y con la ayuda de una captura de pantalla.

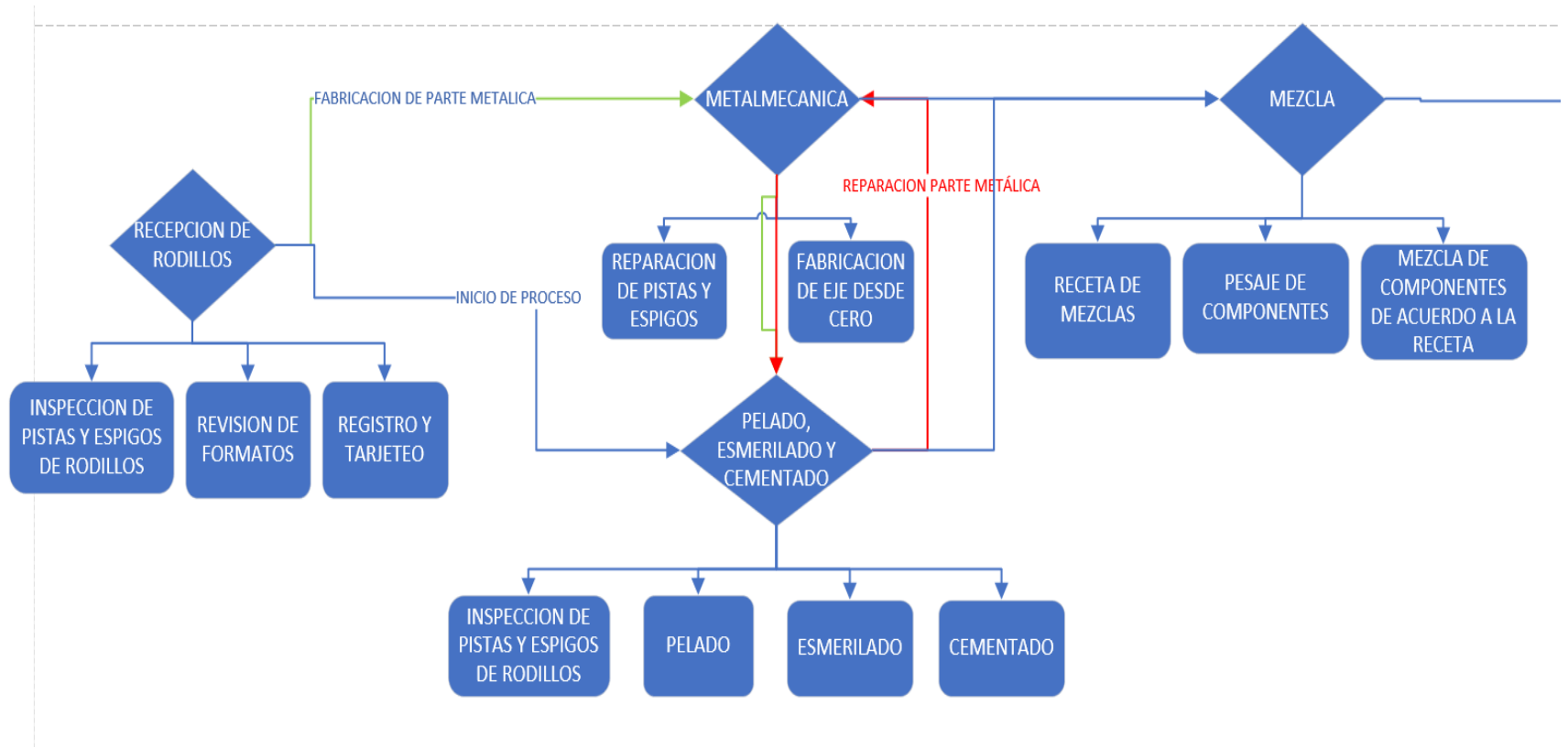


Figura 9. Cadena de valor. (Fuente propia)

En la Figura 9. se pueden apreciar las operaciones iniciales dentro de la línea de producción.

En la operación denominada, “recepción de rodillos”, se identificaron tres actividades que son vitales para el proceso. En primera instancia se debe hacer una inspección de la parte metálica del rodillo con el fin de encontrar anomalías, ya sea en los espigos o en los centros, y así mismo informar al vendedor e incluir dicha reparación dentro de la cotización del trabajo. En segunda instancia, se debe tener sumo cuidado con el diligenciamiento de la información por parte de los vendedores en los respectivos formatos de ingreso, ya que de esto dependerá las especificaciones bajo las cuales se trabajará el rodillo, finalmente, y no menos importante, la digitación e ingreso de los datos al software de la empresa llamado “SAO”, en la que no se puede cometer errores teniendo en cuenta que dicha información es la que se imprimirá en la tarjeta de proceso de cada rodillo.

La operación denominada “metalmecánica”, es una parte del proceso que compete netamente a las partes metálicas de los rodillos, ya sea para fabricación o reparación de centros y espigos de los mismos.

La operación denominada “pelado, esmerilado y cementado”, juega un papel muy importante dentro del proceso, ya que de la correcta ejecución de esta actividad dependerá y se garantizará una buena adhesión caucho-metal, iniciando con el pelado y el esmerilado, que permiten que la parte metálica quede completamente limpia y acondicionada para aplicar el cemento, que en este caso, es el adhesivo, y que se debe aplicar lo más uniforme posible.

Las operaciones denominadas “metalmecánica”, y “pelado, esmerilado y cementado”, van muy de la mano y se necesitan mutuamente, teniendo en cuenta los dos escenarios que se pueden presentar al inicio del proceso:

1. Cuando un rodillo necesita reparaciones de centros y espigos, debe primero ser pelado, es decir, se debe quitar por completo el caucho que recubre su parte metálica para garantizar el trabajo metalúrgico, una vez reparado, se podrá esmerilar y cementar.
2. Cuando llega una orden de trabajo que compete la fabricación de la parte metálica, es decir, hacer el rodillo desde cero, el proceso inicia en el torno de metalmecánica, una vez la parte metálica está terminada, pasa al proceso de esmerilado y cementado.

La operación denominada “mezcla” consiste en la realización del caucho pertinente para el encauche de los rodillos, es una operación crítica del proceso y que se realiza en el área de molinos. La realización de una mezcla es un proceso de mucho cuidado y que requiere de toda la atención del operario que está de turno. Inicialmente se deben pesar todos los componentes que lleva una mezcla, un error en este pesaje, puede hacer que la mezcla no cumpla con los parámetros deseados, generando así reprocesos, además de esto se debe hacer una limpieza exhaustiva del molino para evitar que la mezcla salga contaminada, teniendo en cuenta que en la empresa se realizan mezclas de color negro, blanco, azul verde, rojo y gris, dependiendo del trabajo del rodillo y requerimientos del cliente, finalmente, se debe realizar una correcta homogenización de todos y cada uno de los componentes que se adicionan paulatinamente y en un orden determinado por la fórmula durante el mezclado.

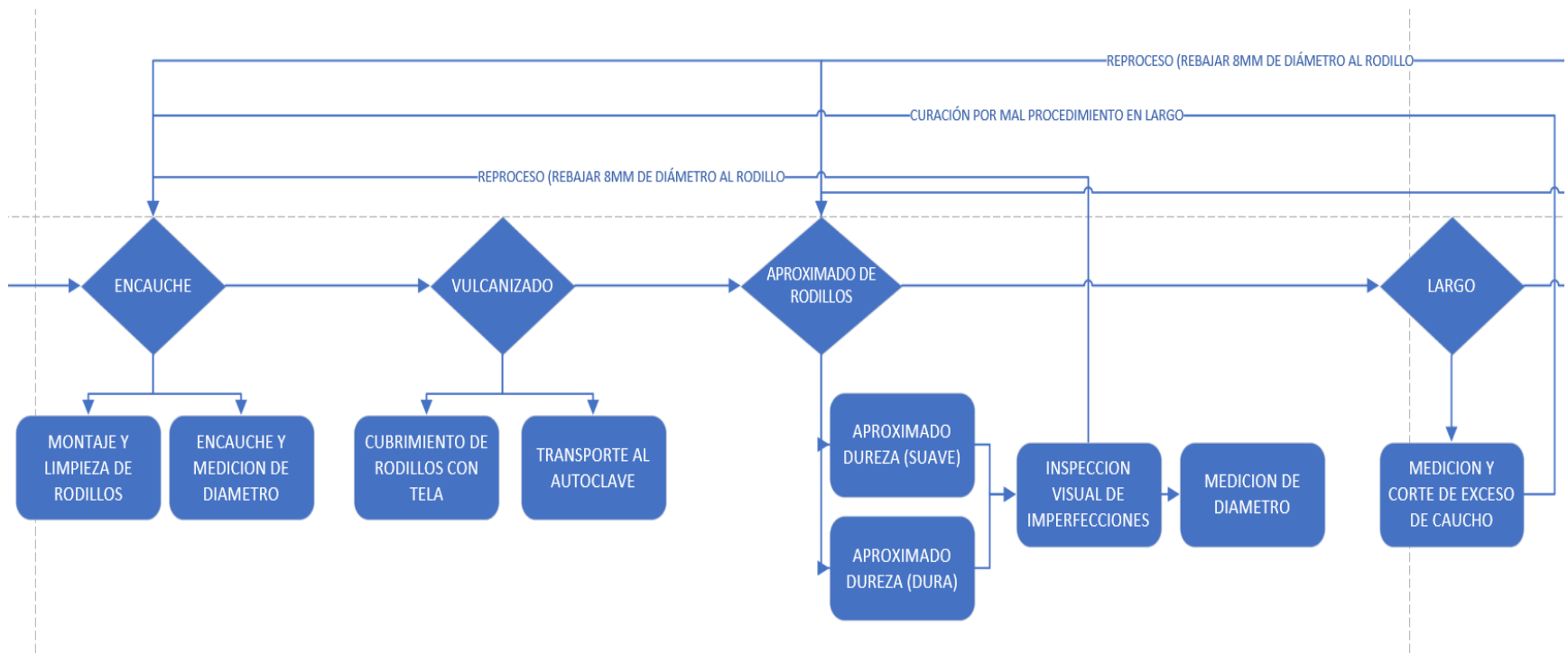


Figura 10. Cadena de valor. (Fuente propia)

La operación denominada "encauche", radica en revestir el rodillo con el caucho solicitado por el cliente, es una operación en la que se deben tener varios aspectos presentes, en primera instancia la medida de la parte metálica, sumada con la capa de caucho que debe quedar de 12 a 15 milímetros por encima de la medida final, por otro lado se deben respetar los parámetros de velocidad del torno y el avance de la extrusora para evitar imperfección en los rodillos, dicho parámetros serán especificados más adelante en el modelo de control de procedimiento.

La operación denominada, "vulcanizado", consta de dos actividades importantes, la primera de ellas, es la envoltura de los rodillos en tela para protegerlos del vapor que emana la autoclave, y, la segunda consiste, en la correcta acomodación de los mismos, para evitar que se caigan o se toquen entre sí, generando talladuras, mientras se cumplen los ciclos de vulcanizado.

En la operación denominada, "aproximado de rodillos", se debe tener en cuenta, en primera instancia la dureza del caucho que se trabajará, para así mismo, aproximarlos de manera adecuada, en segunda instancia, en esta parte del proceso, también se debe estar muy pendiente de la apariencia y comportamiento del caucho, en cuanto a imperfecciones se refiere, es por esto que en la Figura 11 se puede observar una flecha que dirige a los rodillos hacia el área de encauche, rebajándolos 8 milímetros de la medida final para reprocesarlos.

En la operación denominada, "largo", básicamente lo que se hace, es lo que ilustra en la Figura 11, recortar el exceso de caucho de los rodillos, es un proceso que se hace de manera manual y con la ayuda de un cuchillo, por lo que es muy propenso al error humano, es por esto, que presenta una línea que se dirige al área de encauche, pero en esta ocasión no será para reproceso, sino que será para hacer una curación.

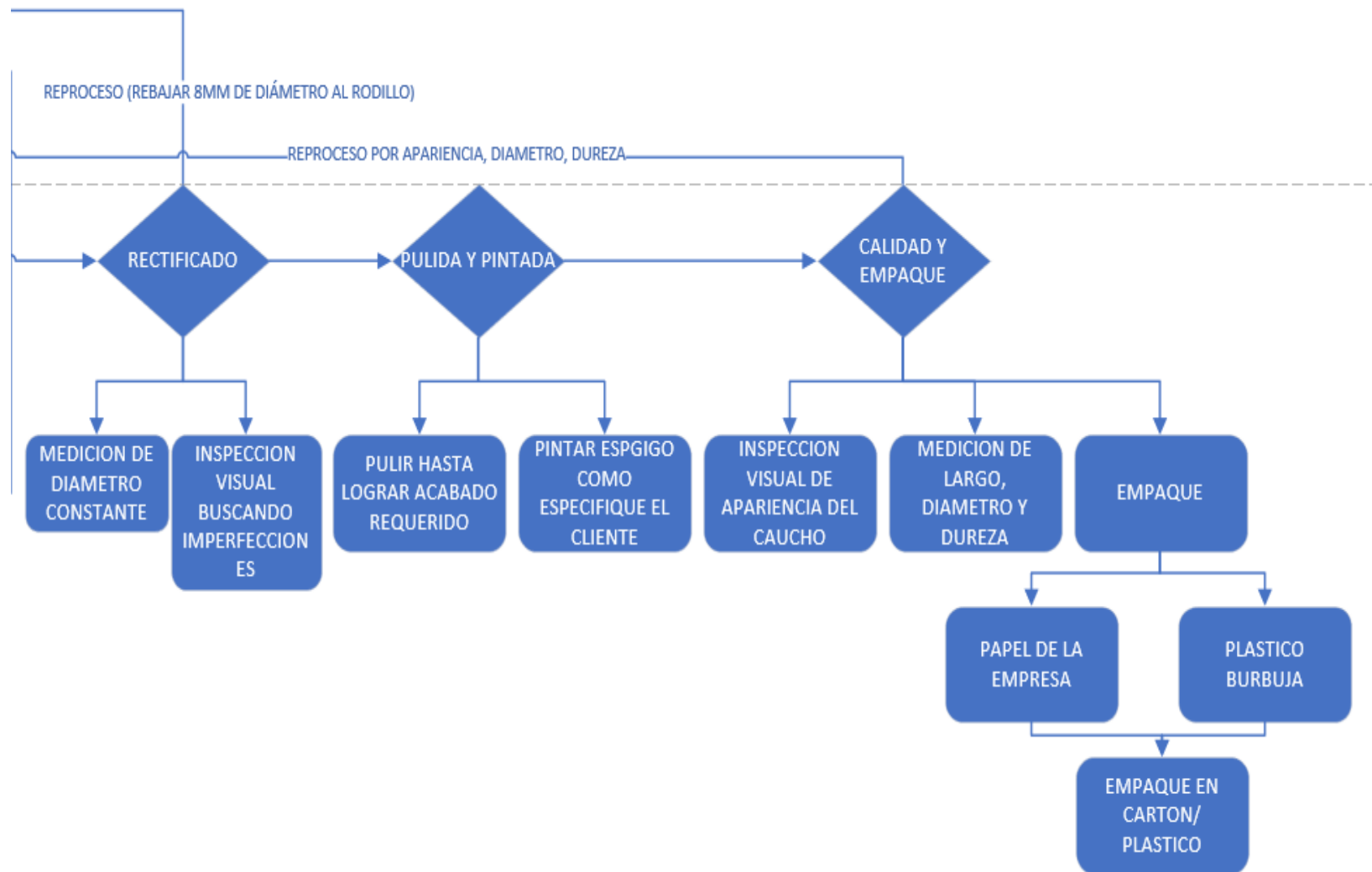


Figura 11. Cadena de valor. (Fuente propia)

La operación de, “rectificado”, consiste en dar la medida final al rodillo con base a lo solicitado por el cliente, por lo general son 5 décimas por encima del diámetro final, es por esto, que es de suma importancia en esta parte del proceso, la constante medición del diámetro del rodillo, además de esto, en algunos casos, es en esta parte del proceso donde se pueden evidenciar defectos en el caucho como poros, contaminación o bombas, lo que generará un reproceso, transportando el rodillo al área de aproximado, para rebajarlo y reprocesarlo.

La operación de “pulir y pintar”, consta de dos actividades importantes, la primera de ellas consiste en pulir los rodillos con tres lijas diferentes para lograr el acabado que se requiere, sin embargo, es una actividad que se debe realizar con mucho cuidado y profesionalismo, teniendo en cuenta que la mala ejecución de la misma puede generar descalibre y vacíos en la superficie de trabajo del rodillo, la segunda de las actividades, consiste en pintar los espigos de acuerdo al requerimiento del cliente.

Finalmente, en la operación de “calidad y empaque” se hace el control de calidad del rodillo, de acuerdo a la información plasmada en la tarjeta de proceso y el estricto cumplimiento de la misma, una vez se cumpla con los parámetros, se puede empaque el rodillo, el empaque de los rodillos juega un papel muy importante dentro del proceso cuando los rodillos deben ser enviados a otra ciudad, es por esto que se deben proteger de la mejor manera, para así lograr que el producto llegue en óptimas condiciones a su destino.

3.2.2 Modelado del proceso

En esta parte del proyecto, se plasmará el modelado del proceso de revestimiento de rodillos industriales, en primera instancia bajo el estándar ANSI/ISA88, que permitió la documentación y estandarización del proceso, y en segunda instancia con el modelo BPMN, que permitió detectar fallas en el flujo de información.

1. ANSI/ISA88

El estándar ISA-88 provee modelos y terminología estándar para definir los requerimientos de control para procesos de manufactura Batch, además de promover buenas prácticas para el diseño y operación de procesos sin importar el nivel de automatización de la empresa. La idea principal de ISA-88 es separar el conocimiento del producto, del equipo utilizado [33].

Entre los modelos más destacados propuestos por este estándar se encuentran; modelo físico, modelo de control de procedimiento, modelo de proceso, los cuales serán explicados a continuación:

- **Modelo físico.**

El presente modelo permite estructurar los activos físicos de la empresa, en este orden de ideas, el proceso se modeló de acuerdo a las operaciones que en la planta se desarrollan para la obtención del producto final.

Para el correcto entendimiento y explicación del modelo se explicará por partes, haciendo énfasis en cada módulo de equipo modelado.

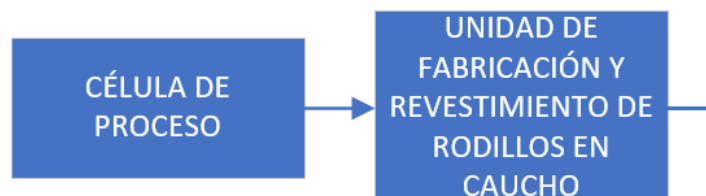


Figura 12. Modelo físico parte 1. (Fuente propia)

En el nivel de abstracción utilizado para modelar el proceso de revestimiento de rodillos industriales, se ha considerado el conjunto de activos físicos asociados a toda la cadena de valor como una sola célula y una sola unidad como se puede apreciar en la Figura 12. A partir de esto se clasifican todos los demás componentes físicos hasta llegar a identificar los recursos más elementales, definiéndose de esta manera los módulos de equipo y los módulos de control.

Se debe tener en cuenta que a pesar de la amplia variedad de cauchos que maneja la empresa, el producto que se obtendrá al final de la línea de producción siempre será un rodillo revestido con caucho, de acuerdo a las especificaciones del cliente, y siempre tendrá que someterse a las mismas operaciones para la culminación del proceso.

Teniendo claro esta primera jerarquización, se identificaron 10 módulos de equipo, con sus respectivos módulos de control, como se muestra en la Figura 13.

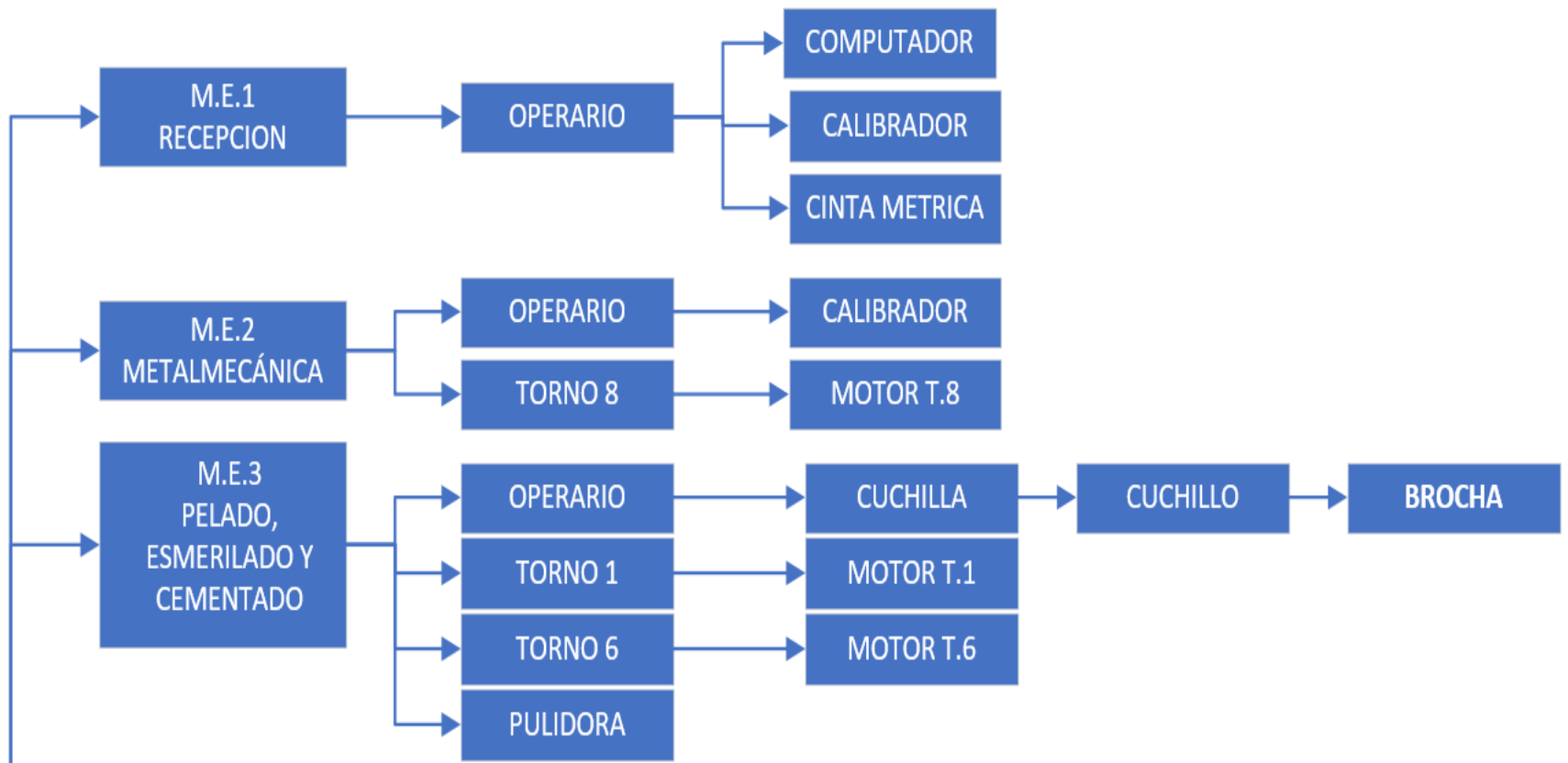


Figura 13. Modelo físico parte 2. (Fuente propia)

En el módulo de equipo 1, el operario requiere siempre contar con un computador para la respectiva entrada al sistema de una orden de trabajo, un calibrador y una cinta métrica, en el caso de rodillos muy grandes para la verificación de las medidas pertinentes.

El módulo de equipo 2, corresponde al área de metalmecánica, en la que interviene un operario, que necesita de un torno para realizar su respectivo trabajo, ya sea reparación o fabricación de partes metálicas, y el calibrador para la constante medición.

En el módulo de equipo 3, el operario realiza tres operaciones, las cuales requieren ya sea del torno 1, para rodillos pequeños, o el torno 6 para rodillos grandes, independiente del torno que se utilice, para la primera operación que corresponde a pelado del rodillo, siempre se deberá hacer con la ayuda de una cuchilla y un cuchillo para retirar la totalidad del caucho, la segunda operación hace referencia a esmerilar, la cual se hace con una pulidora, y finalmente la operación de cementar, que se realiza con la ayuda de una brocha.

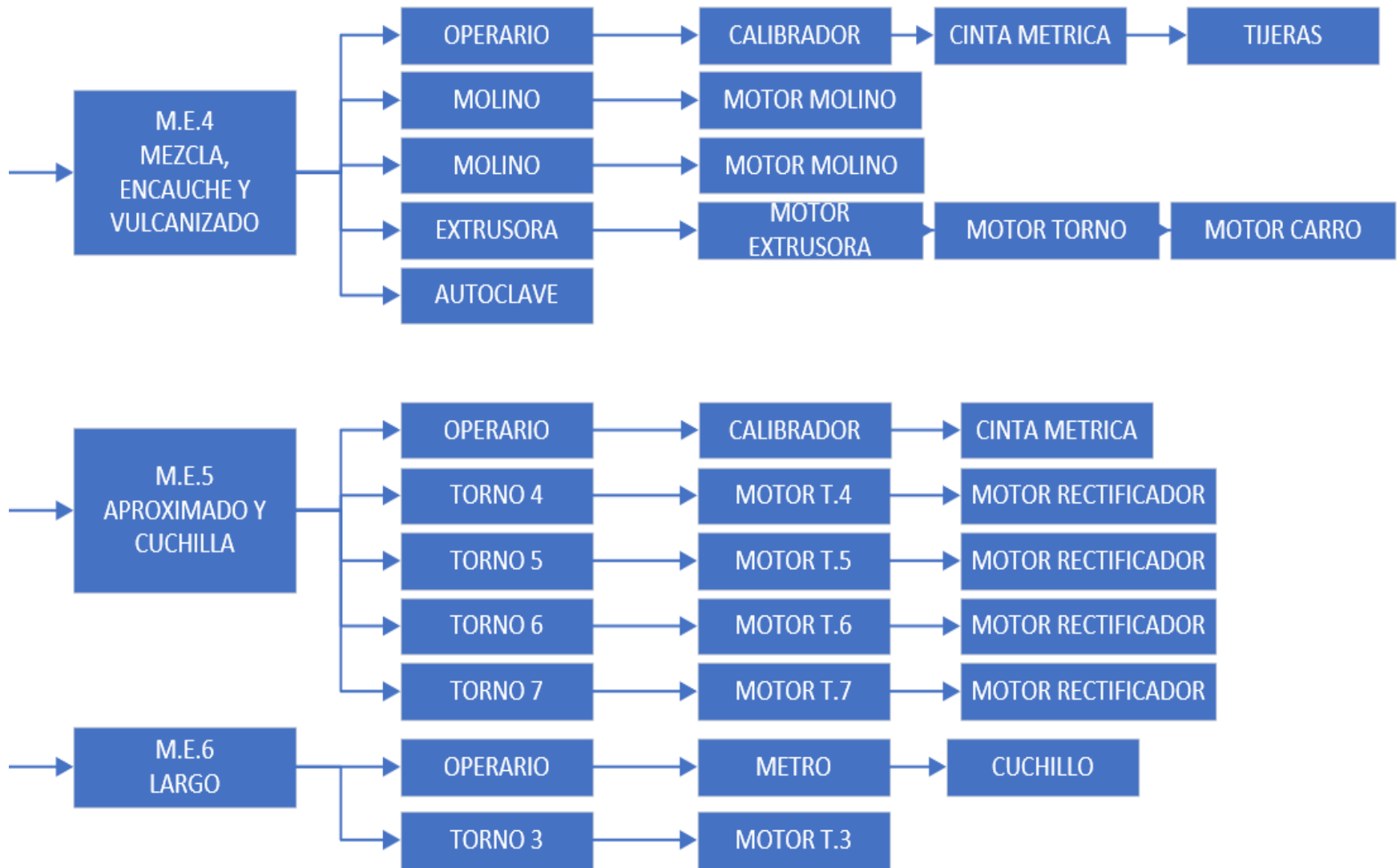


Figura 14. Modelo físico parte 3. (Fuente propia)

En el módulo de equipo 4 se realizan tres operaciones, la primera de ellas corresponde al mezclado, para lo que se cuenta con dos molinos operados cada uno por un operario, uno para mezclas claras y otro para mezclas negras, la segunda operación que concierne al encauche y que se hace con la ayuda de la máquina extrusora, un calibrador para medir el diámetro de rodillos pequeños, una cinta métrica para rodillos grandes y unas tijeras para cortar el exceso de caucho en los extremos, finalmente, la tercera operación, que se denomina vulcanizado y que se ejecuta en la autoclave.

En el módulo de equipo 5, se identificaron cuatro tornos operados idealmente por un operario cada uno, donde se realiza la operación de aproximado, teniendo en cuenta simplemente que los rodillos grandes se deben maquinar en el torno 6 y los demás en los tres tornos restantes.

El módulo de equipo 6 corresponde a la operación de largo, y en la cual se hace necesaria la intervención de un operario y un torno, es una parte del proceso que se hace de manera manual con la ayuda de un cuchillo, para cortar el exceso de caucho en los extremos de cada rodillo y cumplir con los requerimientos del cliente.

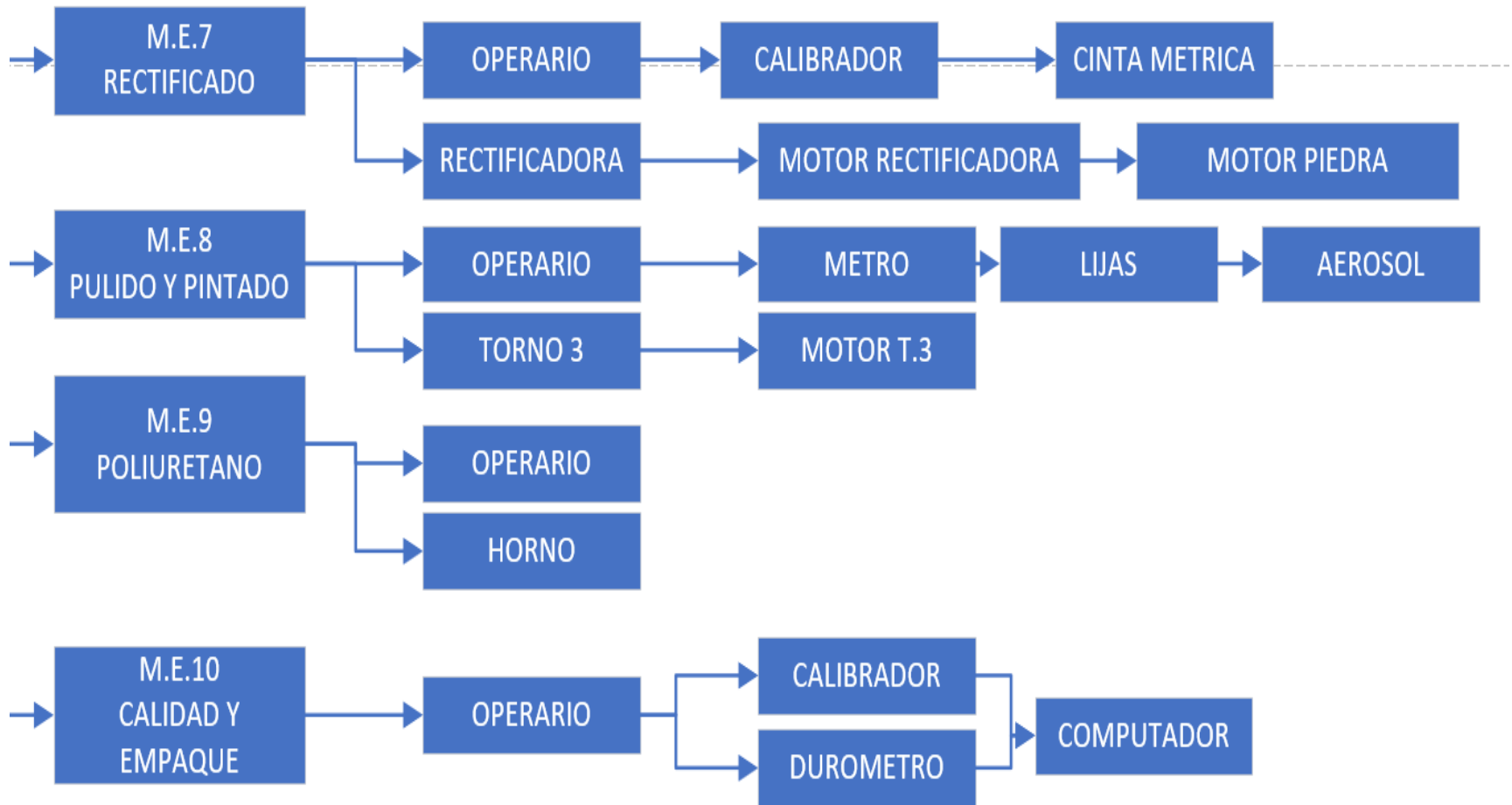


Figura 15. Modelo físico parte 4. (Fuente propia)

El módulo de equipo 7 y en el que se rectifican los rodillos, es una operación que se hace en la rectificadora cilíndrica de precisión con la que cuenta en la empresa, y en la que se hace necesaria la constante medición con calibrador o con cinta métrica y obtener así el diámetro final de cada rodillo.

En el módulo de equipo 8 se cuenta con la presencia de un operario que necesita de un torno, en este caso el torno 3, para dar el acabado final a cada rodillo con diferentes pasos de lija de diferente rugosidad, además de pintar los espigos de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

El módulo de equipo 9, hace referencia al área de poliuretano, un material especial que se trabaja de manera diferente y que se usa para rodillos con trabajos muy específicos, teniendo en cuenta que es un material que se debe trabajar caliente y en estado líquido para ser vertido en los moldes respectivos, se hace necesaria la utilización de un horno, tanto para calentar el producto y poderlo trabajar, como para vulcanizarlo y lograr la consistencia requerida.

Finalmente, el módulo de equipo 10 corresponde al área de control y calidad, que cuenta con el operario encargado de esta función, que debe verificar muy bien el diámetro de los rodillos con la ayuda del calibrador y la cinta métrica, además de, medir la dureza del caucho con el durómetro, con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos del cliente plasmados en las tarjetas de proceso y registrar la culminación del mismo en el sistema.

- **Modelo de control de procedimiento**

El modelo de control de procedimientos definido en el estándar ISA88 está diseñado para habilitar la construcción de series genéricas de instrucciones, las cuales pueden ser usadas de manera recursiva permitiendo la definición y fabricación de diversidad de productos [20], obteniendo así una secuencia de actividades que se deben llevar a cabo

en el proceso de producción en un orden cronológico y de acuerdo a cierta lógica con el objetivo de obtener el producto final deseado.

Para la obtención del modelo de control de procedimiento se ha tenido correspondencia con el nivel de abstracción planteado en el modelo físico del proceso, en el cual se delimitó una sola célula de proceso que cuenta con una (1) unidad. Por lo tanto, sobre esa única unidad del modelo físico se definió un procedimiento de unidad, donde cada etapa corresponde a una operación, la cual tendrá su respectivo modelo delimitándose las actividades que se deben realizar en cada módulo de equipo. Cada una de las etapas de la operación recibe el nombre de fase y tendrá asociado un parámetro que establece la acción específica a ejecutar.

De esta manera se mantiene la jerarquía del modelo de control de procedimientos, con el nivel de detalle adecuado para el proceso de revestimiento de rodillos industriales, la cual se muestra en la Figura 16.

PROCEDIMIENTO DE UNIDAD



Figura 16. Modelo de control de procedimiento. (Fuente propia)

Con la identificación general del procedimiento de unidad, mostrado en la Figura 16, se procede a realizar el modelado de la unidad, en la cual se evidencia la jerarquía de operaciones y fases.

A continuación, se podrán observar cada una de las operaciones modeladas.

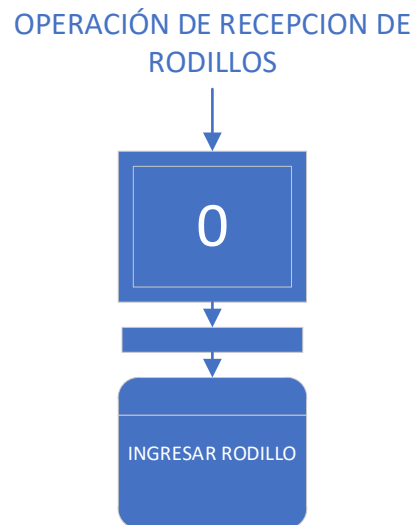
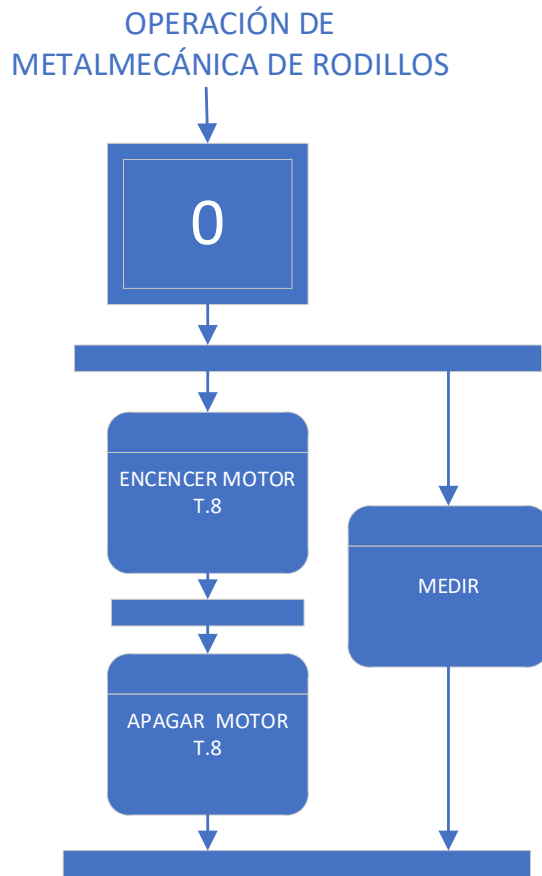


Figura 17. Recepción de rodillos. (Fuente propia)

Teniendo en cuenta que en esta operación no se hace visible la intervención de un equipo, en este caso, un torno, y el modelo de control de procedimientos se enfoca a los equipos, se modeló solamente el momento en el que se ingresa el rodillo al sistema.

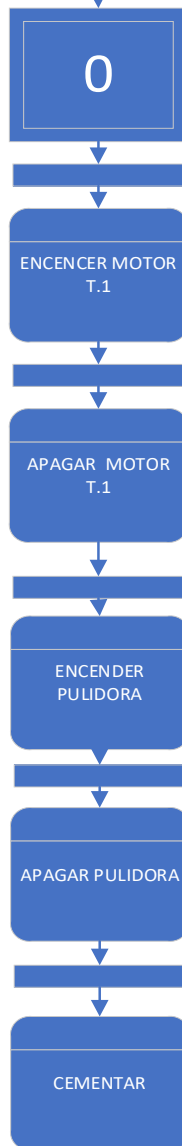


FASE MET	PARAMETRO
ENCENCER MOTOR T.8	
APAGAR MOTOR T.8	
MEDIR	VER PLANO

Figura 18. Metalmecánica de rodillos. (Fuente propia)

La operación de metalmecánica comprende la utilización del torno 8, no se modela un rango de RPM del motor, teniendo en cuenta la variedad de trabajos y materiales que se realizan, sin embargo, el rango de RPM es de (8-700 RPM), además de esto es una operación que se rige siempre por la observación de un plano, en el que el operario debe basarse para el cumplimiento de las tareas asignadas.

OPERACIÓN DE PELADO,
ESMERILADO Y CEMENTADO
DE RODILLOS



FASE PEL	PARAMETRO
ENCENCER MOTOR T.1. RODILLOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS	500 RPM
ENCENCER MOTOR T.1. RODILLOS GRANDES	80 RPM
APAGAR MOTOR T.1	
ENCENDER PULIDORA	
APAGAR PULIDORA	

Figura 19. Pelado, esmerilado y cementado. (Fuente propia)

Esta operación se realiza en el turno 1, es por esto que se debe tener en cuenta las RPM a las que se debe configurar el motor para trabajar los rodillos, en este caso los rodillos pequeños se trabajan a 500 RPM y los rodillos grandes a 80RPM, una vez se pelan los rodillos, se debe hacer uso de la pulidora para la total limpieza de impurezas.

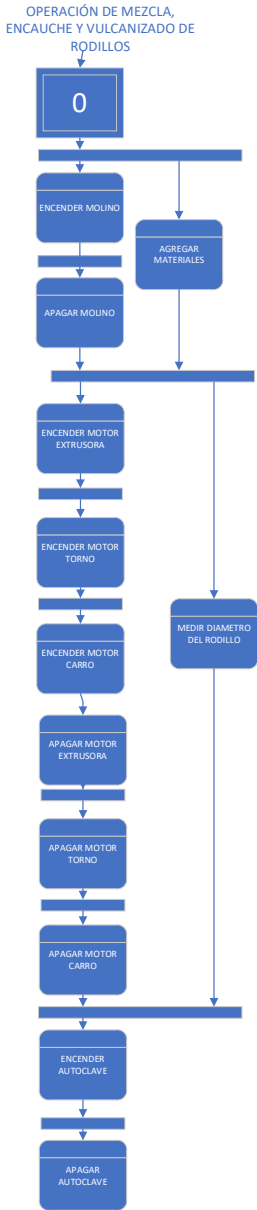


Figura 20. Mezcla encauche y vulcanizado. (Fuente propia)

FASE ENC	PARAMETRO
ENCENDER MOLINO	
APAGAR MOLINO	
ENCENDER MOTOR EXTRUSORA	60-70 RPM
ENCENDER MOTOR TORNO	60-70 RPM
ENCENDER MOTOR CARRO	60-70 RPM
APAGAR MOTOR EXTRUSORA	
APAGAR MOTOR TORNO	
APAGAR MOTOR CARRO	
ENCENDER AUTOCLAVE	100°C, 3 ciclos de 50 minutos cada uno
APAGAR AUTOCLAVE	
AGREGAR MATERIALES	De acuerdo a fórmula
MEDIR DIAMETRO DEL RODILLO	10 a 15 mm encima de diametro requerido

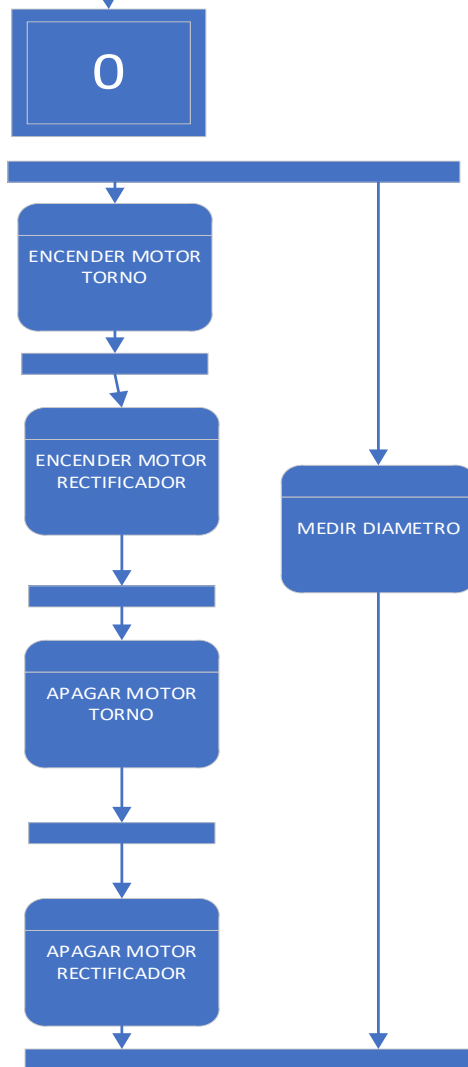
Figura 21. Mezcla encauche y vulcanizado. (Fuente propia)

Esta operación es la que más equipos involucra, se modeló de tal manera que se tuviera una secuencia de operaciones, que inicia con la realización de la mezcla en los dos molinos con los que cuenta la empresa y bajo el estricto cumplimiento de la fórmula que indica la cantidad de cada componente y el orden en el que deben irse incorporando a la mezcla, los motores de los molinos no presentan variaciones de velocidad, lo que se regula en esta parte del proceso, es la abertura de sus respectivas masas que regula el paso de mezcla.

El encauche de los rodillos es una de las partes más importantes dentro del proceso, es por esto que se hace necesario el estricto cumplimiento de los parámetros presentados y modelados, de esto dependerá que los rodillos no presenten defectos.

Finalmente, cuando los rodillos están encauchados deben vulcanizarse en la autoclave cumpliendo parámetros de temperatura y ciclos necesario para que el caucho tanto se adhiera al metal y obtenga la dureza requerida.

OPERACIÓN DE APROXIMADO
Y CUHILLA



FASE APR	PARAMETRO
ENCENDER MOTOR TORNO	50 RPM
ENCENDER MOTOR RECTIFICADOR	
APAGAR MOTOR TORNO	
APAGAR MOTOR RECTIFICADOR	
MEDIR DIAMETRO	0.8-2mm por encima de diametro requerido

Figura 22. Aproximado y cuchilla. (Fuente propia)

Esta operación se hace en un torno, el cual tiene adaptado un motor rectificador con una piedra que permite aproximar los rodillos, lo importante en esta parte, es la constante medición del diámetro del rodillo.

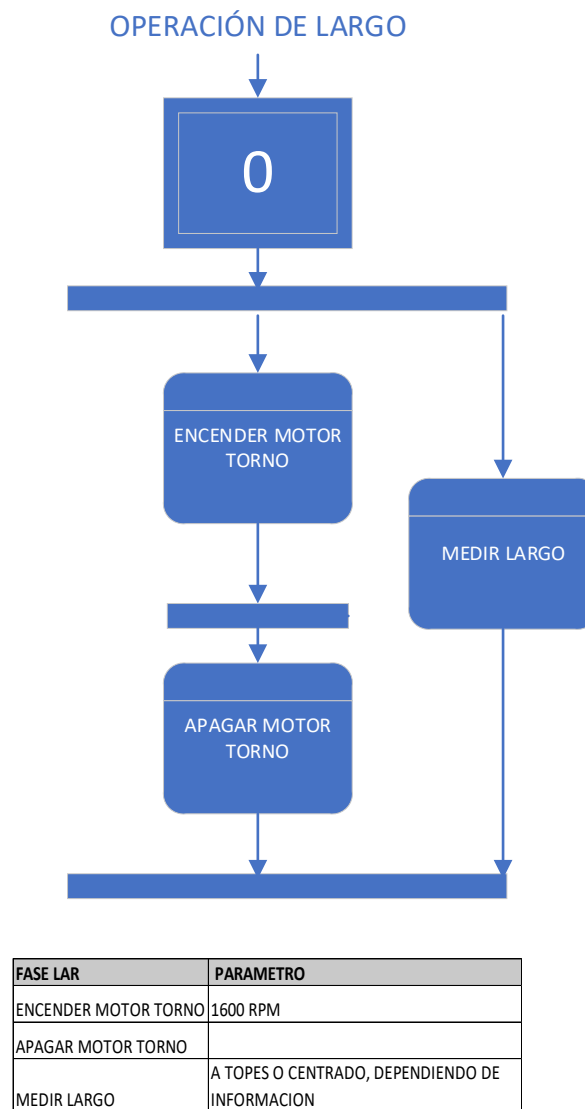


Figura 23. Largo. (Fuente propia)

El largo de los rodillos es una operación que requiere de mucho cuidado, teniendo en cuenta que se realiza con la ayuda de un cuchillo y el torno que debe girar lo más rápido

posible para lograr cortar el exceso de caucho en los extremos, teniendo en cuenta la información plasmada en la tarjeta de operación.

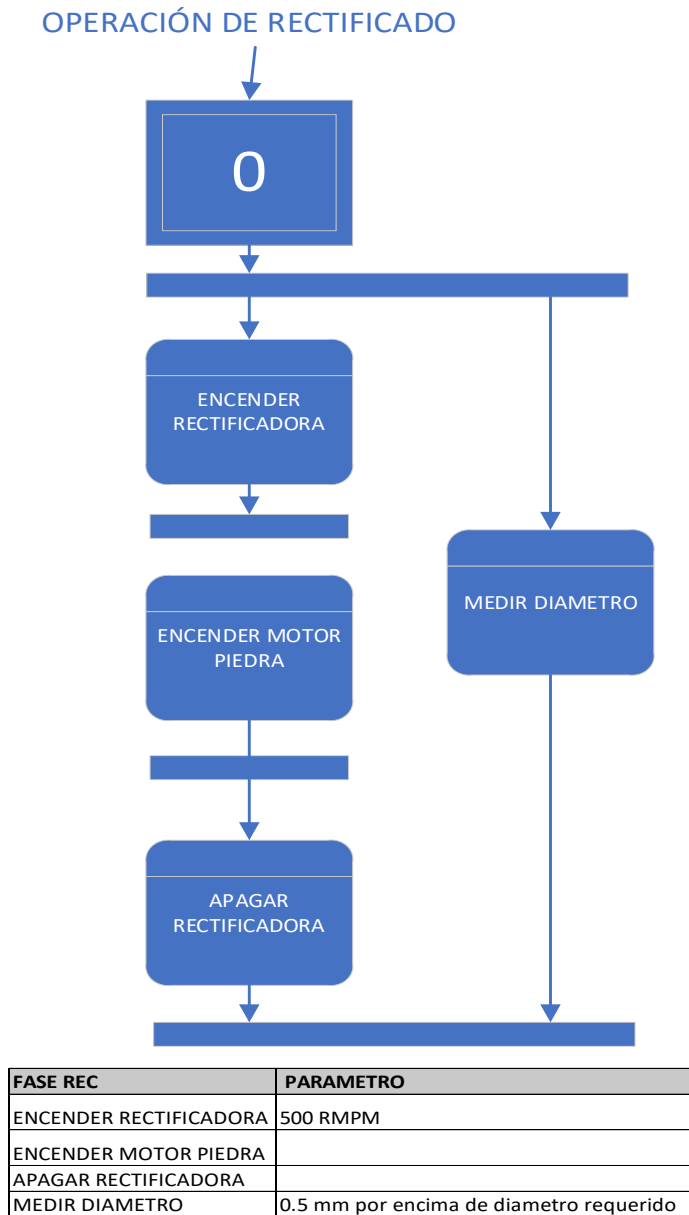
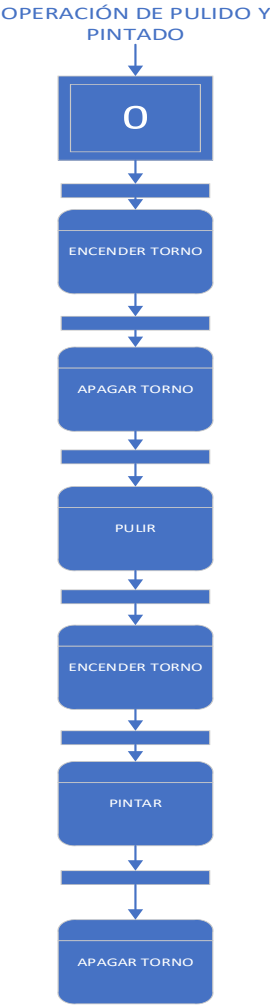


Figura 24. Rectificado. (Fuente propia)

Para garantizar un buen acabado de los rodillos, se debe tener en cuenta las RPM a las cuales va a estar girando el rodillo, es por esto que se ha determinado que dicho valor es 500, además de esto es una operación en la que la constante medición del diámetro del rodillo juega un papel muy importante, ya que, es en esta máquina donde el rodillo queda con la medida final solicitada por el cliente.



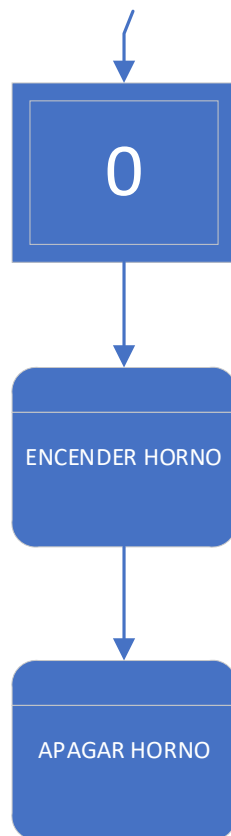
FASE PUL	PARAMETRO
ENCENDER TORNO	1600 RPM
PULIR	5 A 6 pasos por tipo de lija
APAGAR TORNO	
ENCENDER TORNO	800 RPM
PINTAR	De acuerdo a informacion suministrada
APAGAR TORNO	

Figura 25. Pulido y pintado. (Fuente propia)

Los rodillos por cuestión de acabado deben pulirse a 1600 RPM y con los pasos de lija necesarios para que el acabado del mismo sea el mejor.

Y los espigos se deben pintar a 800 RPM para que la pintura quede uniforme y brillante.

OPERACIÓN DE POLIURETANO



FASE POL	PARAMETRO
ENCENDER HORNO	100°C
APAGAR HORNO	

Figura 26. Poliuretano. (Fuente propia)

El Poliuretano es un material que se usa para rodillos que desempeñan trabajo pesado y que se someten a temperaturas muy altas, esta área cuenta con un horno en el que se cura el poliuretano por un tiempo de 12 horas a una temperatura de 100°C.

OPERACIÓN CONTROL, CALIDAD Y

EMPAQUE DE RODILLOS



FASE CAL	PARAMETRO
REVISAR RODILLO	LARGO, DIAMETRO Y DUREZA TAL CUAL LO PIDE EL CLIENTE

Figura 27. Control y calidad. (Fuente propia)

Finalmente, en la última operación del proceso, los rodillos deben ser revisados con la ayuda de un calibrador, cinta métrica y durómetro, para cumplir con los requerimientos exigidos por el cliente, este trabajo lo realiza un operario y es muy importante cuidar hasta el más mínimo detalle de presentación del rodillo para poder ser enviado.

- **Modelo de proceso**

El estándar ISA88 estructura el modelo de proceso según la jerarquía: Proceso, Etapa de Proceso, Operación de Proceso y Acciones de Proceso, tal como se muestra en la Figura 7, en la cual se evidencia que un Proceso resulta de la ejecución de un Procedimiento sobre una Célula; de forma análoga, una Etapa de Proceso resulta de la ejecución de un Procedimiento de Unidad sobre una Unidad. Así sucesivamente, cada nivel del Modelo de Proceso está asociado a un nivel específico del Modelo Físico y del Modelo de Control de Procedimientos. De esta manera, las Operaciones de Proceso resultan de la ejecución de Operaciones sobre Unidades y las Acciones de Proceso pueden resultar de la ejecución de Fases sobre Unidades o sobre Módulos de Equipo [20].

Para obtener el modelo de proceso se realizó un mapeo entre el modelo de control de procedimiento y el modelo físico, en el cual el nivel de abstracción está determinado por el enfoque dado a los dos modelos anteriores, realizado esto se modelaron cada una de las operaciones de proceso con sus respectivas acciones de proceso, logrando así especificar las actividades que se llevarán a cabo en la planta y el orden en que se realizarán.

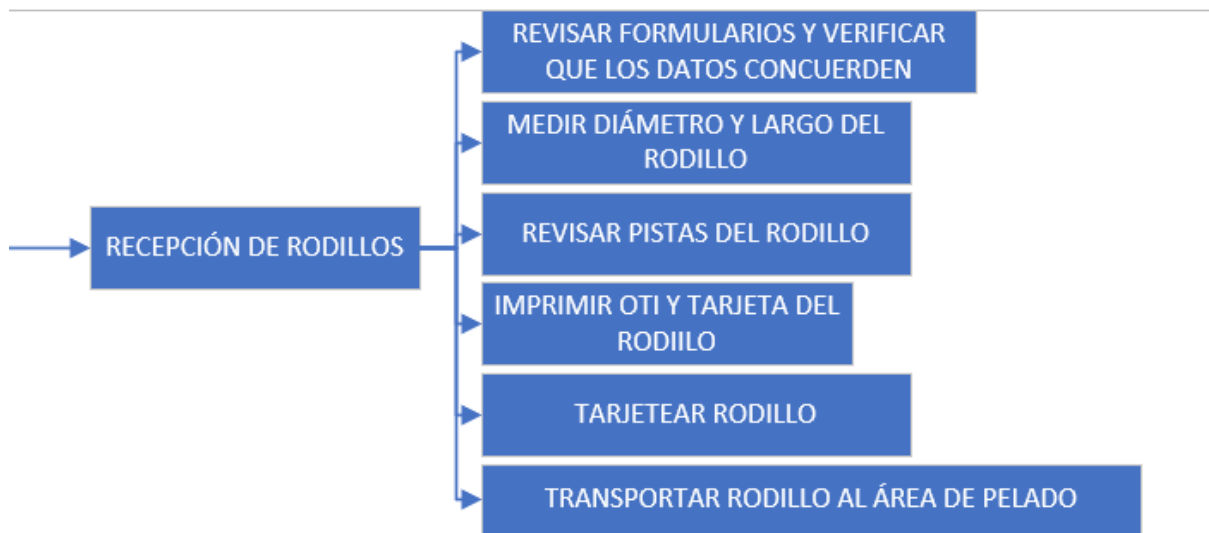


Figura 28. Modelo de proceso parte 1. (Fuente propia)

En la Figura 28 se aprecia las actividades que se deben realizar en la operación de “Recepción de rodillos”, que inicia con la respectiva verificación de las medidas del rodillo con el fin de ingresar dicha información al sistema, imprimir la tarjeta de proceso y de esta manera transportar el rodillo al área de “Pelado, esmerilado y cementado”.



Figura 29. Modelo de proceso parte 2. (Fuente propia)

En la Figura 29 presentada anteriormente, se observa que en el área de “Metalmecánica de rodillos” se presentan dos actividades puntuales; las cuales corresponden a la realización del trabajo que el rodillo requiera, ya sea fabricación o alguna reparación en la parte metálica, teniendo en cuenta que al finalizar dicho proceso se debe transportar al área de “Pelado, esmerilado y cementado”.

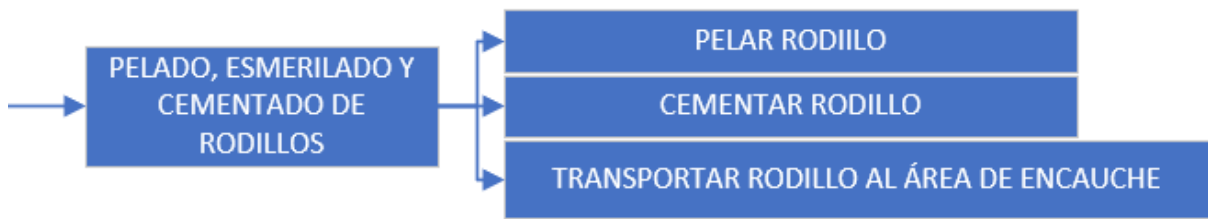


Figura 30. Modelo de proceso parte 3. (Fuente propia)

En la Figura 30 se aprecian las tres actividades puntuales que se realizan en esta área, se inicia con el pelado del rodillo, es decir, retirar todo el caucho que cubre la parte metálica y posterior a esto, cementar el rodillo con el adhesivo correspondiente y finalmente el transporte al área de “Mezcla, encauche y vulcanizado”.

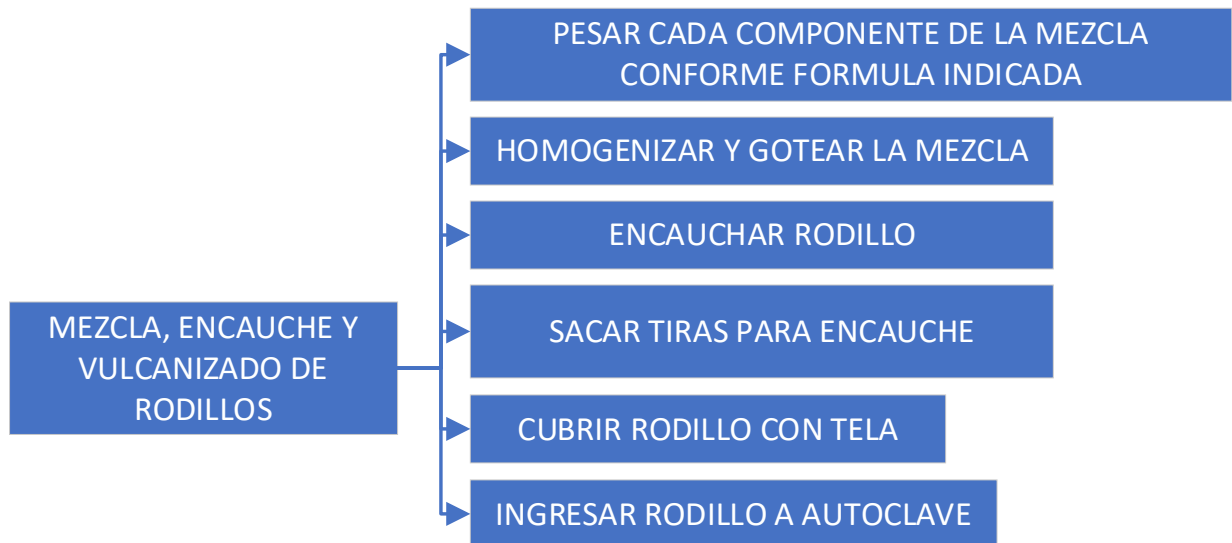


Figura 31. Modelo de proceso parte 4. (Fuente propia)

En la figura 31 se aprecian 6 actividades, las dos primeras hacen referencia a la operación de “Mezcla” en donde se debe pesar cada componente antes de iniciar a realizar la respectiva mezcla en el molino, las siguientes actividades (3 y 4) tienen que ver con la operación de “Encauche” en donde se reviste la parte metálica con el caucho correspondiente teniendo en cuenta la información plasmada en la tarjeta de proceso,

finalmente las dos últimas actividades (5 y 6) hacen referencia a la operación de “Vulcanizado”, donde se debe envolver el rodillo con tela para el posterior proceso de vulcanizado en el autoclave.

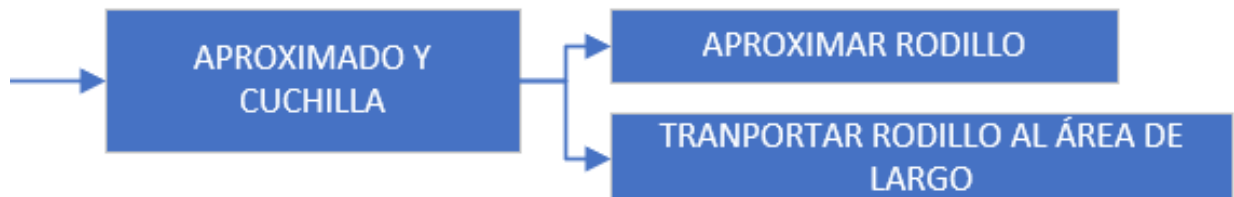


Figura 32. Modelo de proceso parte 5. (Fuente propia)

En la Figura 32 se tiene el procedimiento de “Aproximado y cuchilla”, este consiste en realizar el debido proceso donde se acerca el rodillo a la medida final en cuanto al diámetro y el respectivo transporte al área de “Largo”.

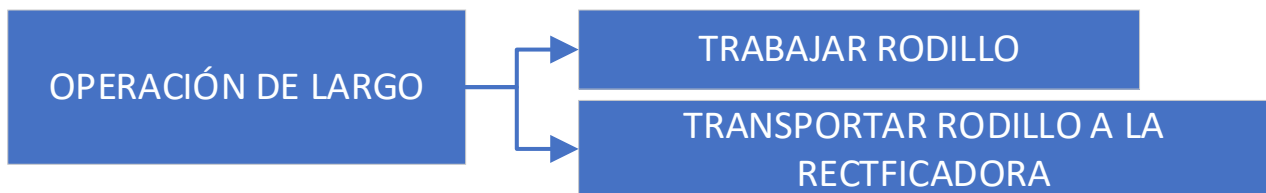


Figura 33. Modelo de proceso parte 6. (Fuente propia)

En la Figura 33 el área de “Largo” consiste en retirar el exceso de caucho en los extremos de cada rodillo y de esta manera continuar a la operación siguiente.

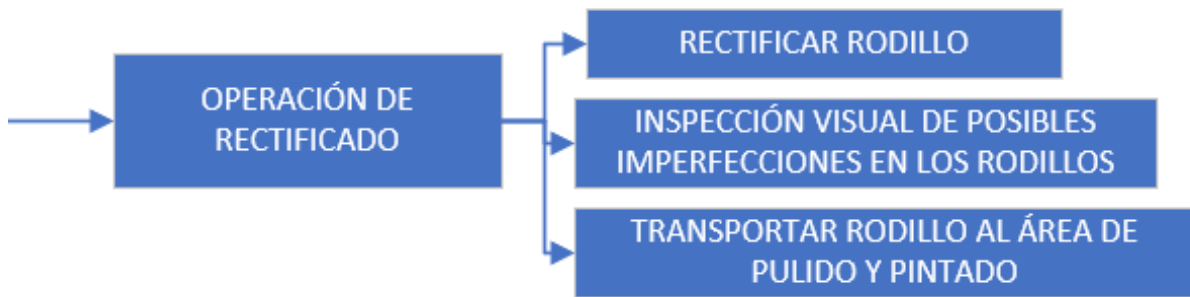


Figura 34. Modelo de proceso parte 7. (Fuente propia)

En la Figura 34 se tiene el proceso de “Rectificado”, que consiste en proporcionar la medida final en cuanto al diámetro al rodillo, además de esto es de vital importancia realizar una inspección visual en busca de imperfecciones en la superficie de trabajo.

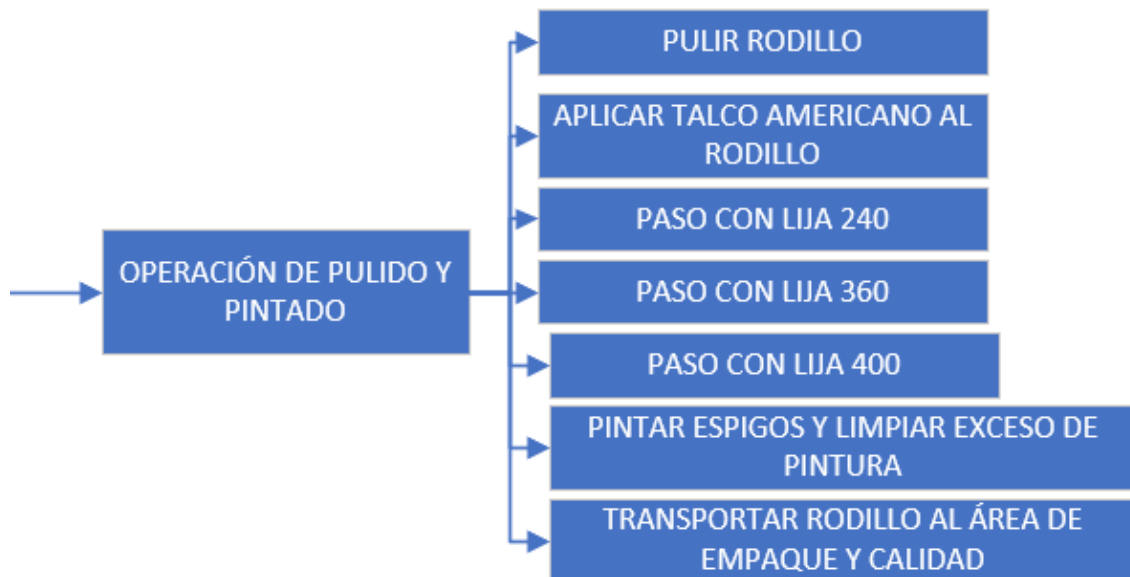


Figura 35. Modelo de proceso parte 8. (Fuente propia)

En la Figura 35 el área de “Pulido y pintado” es donde el rodillo queda con el acabado final apropiado de acuerdo al trabajo y función que desempeña, además de esto se pintan cada uno de los espigos con aerosol.

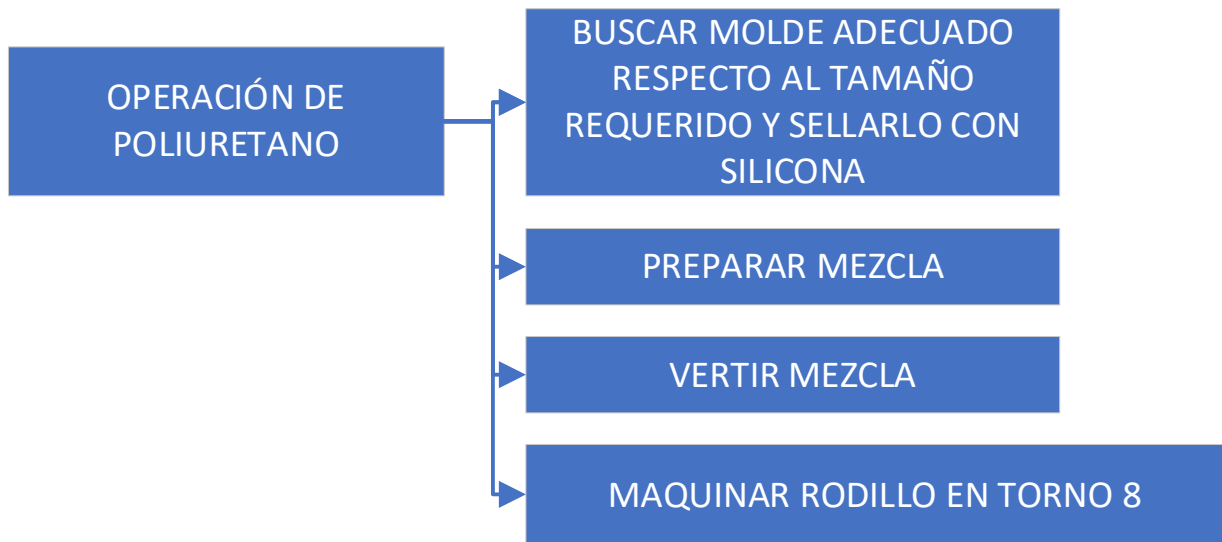


Figura 36. Modelo de proceso parte 9. (Fuente propia)

En la Figura 36 el área de “Poliuretano” es un proceso que se realiza para clientes y rodillos específicos que desarrollan trabajos pesado, teniendo en cuenta que este material es el único que cumple con dicha característica.

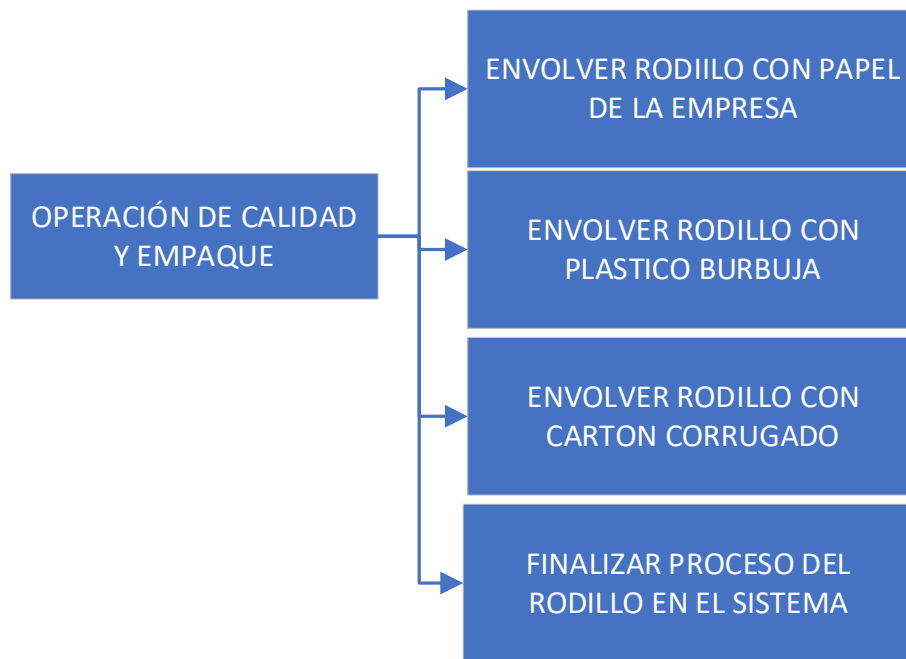


Figura 37. Modelo de proceso parte 10. (Fuente propia)

Finalmente, en la Figura 37 el área de “Calidad y empaque” es donde se revisa cada uno de los rodillos y se determina de esta manera si cumplen con cada uno de las especificaciones solicitadas para un posterior despacho del rodillo al cliente.

En el caso puntual de la empresa y considerando la maquinaria presente, en su gran mayoría las acciones implican montar el rodillo al torno para su respectivo trabajo y al finalizar dicha operación transportarlo al área siguiente, teniendo en cuenta, que en cada parte del proceso deber haber siempre una inspección buscando imperfecciones en los rodillos, y una constante medición del diámetro para que el proceso se pueda culminar de manera correcta y satisfactoria.

Es por esta razón que no se hace necesario ahondar en la explicación del modelo en cuestión, ya que, la información es bastante clara y concisa.

2. BPMN

Es un método de diagrama de flujo que modela los pasos de un proceso empresarial planificado de principio a fin. El modelado BPMN es una herramienta que apoyada en un método gráfico permite representar complejos procesos empresariales dentro de un diagrama de flujo muy completo. Un modelo BPMN permite a las empresas comprender fácilmente sus procesos y procedimientos internos y da la capacidad de comunicar estos procesos y procedimientos de manera estándar.

En resumen, su objetivo principal es hacer que la comprensión de los procesos desarrollados por las empresas se simplifique, tanto para los humanos como para las máquinas, actores fundamentales de dichos procesos y procedimientos. Esto requiere, por lo tanto, un modelo que contenga la representación más simple, gráfica e intuitiva posible de los procesos empresariales.

2.1 MODELO BPMN DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE RODILLOS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA TECAME S.A

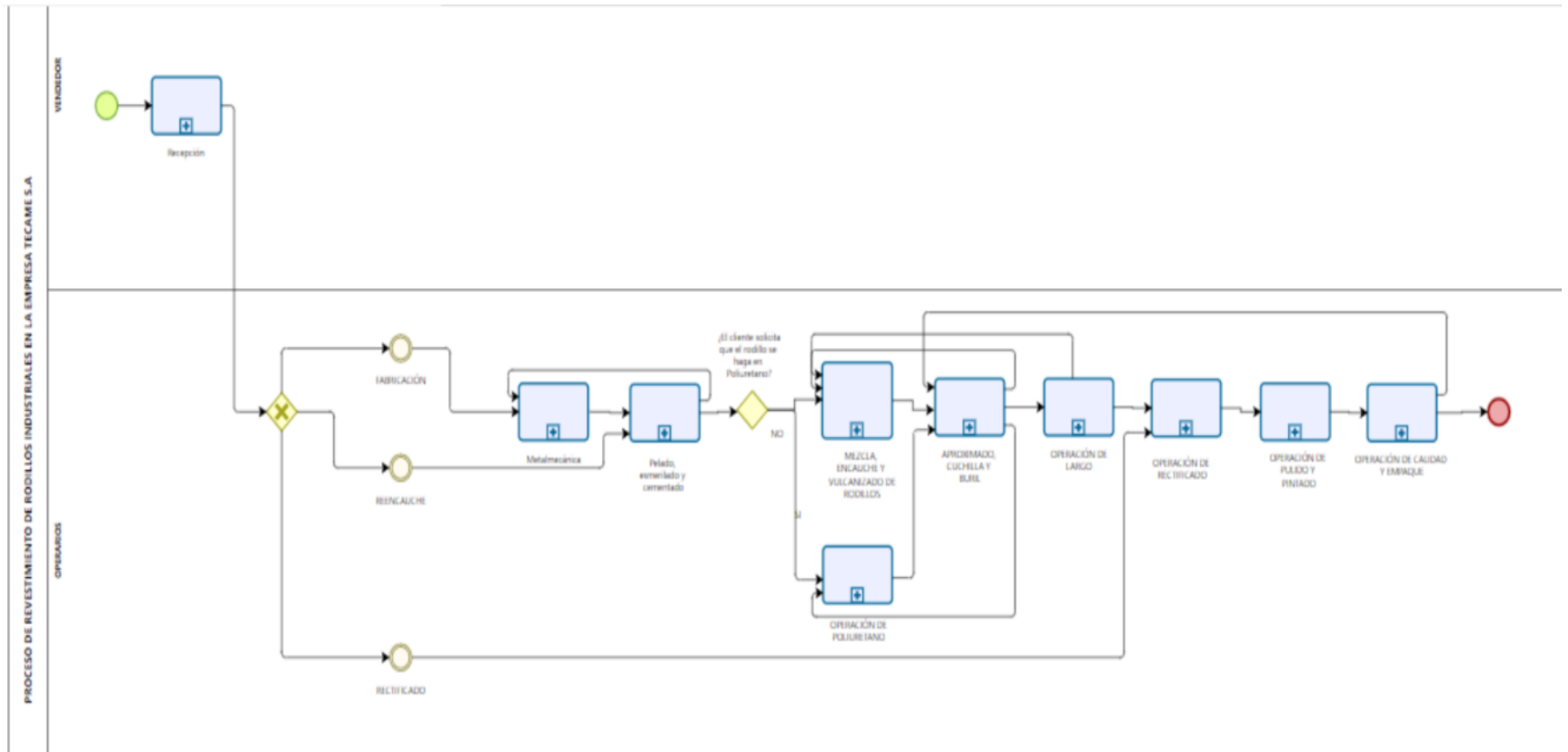


Figura 38. Modelo BPMN. (Fuente propia)

En la Figura 38, se muestra el modelado BPMN del proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A, y en este podemos observar algunos de los elementos más importantes del modelo BPMN, como lo son los lanes, donde se evidencia los roles implicados en este proceso, como lo son “vendedor” y “operario”, otro de los elementos importantes son los eventos, inicio, intermedios (fabricación, reencauche, y rectificado) y fin.

El modelado se realizó de tal manera que cada subprocesso hiciera referencia a una operación y de esta manera segmentar mucho mejor el flujo y entendimiento de la información.

Debido a que el proceso es un poco extenso y no se aprecia claramente la totalidad del modelo, se opta por segmentarlo por partes.

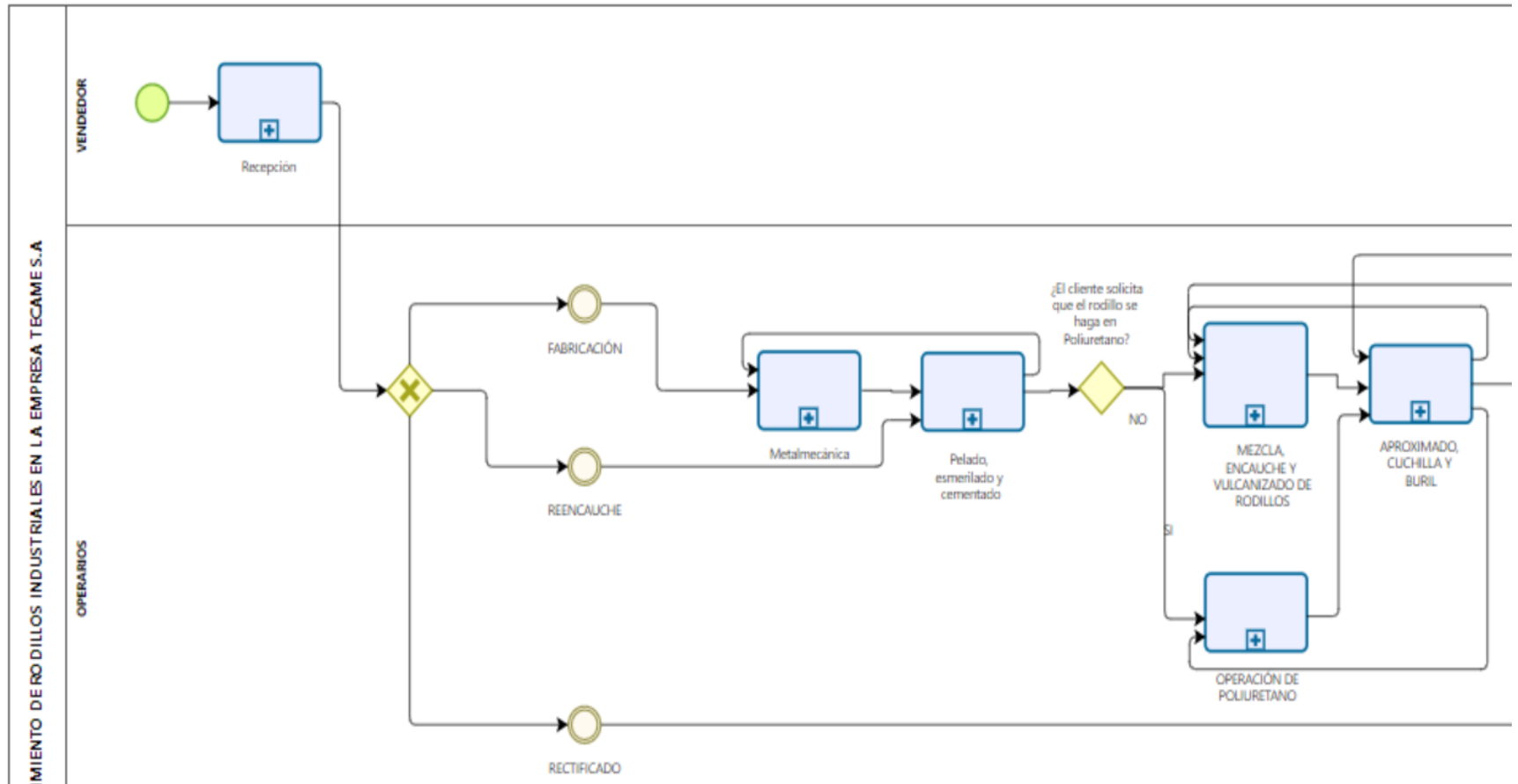


Figura 39. Modelo BPMN. (Fuente propia)

En la Figura 39, podemos observar que una vez iniciado el proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A, hay tres eventos posibles los cuales hacen referencia a tres servicios como lo son fabricación, reencauche y rectificado, compuestos cada uno por su respectivo flujo de actividades.

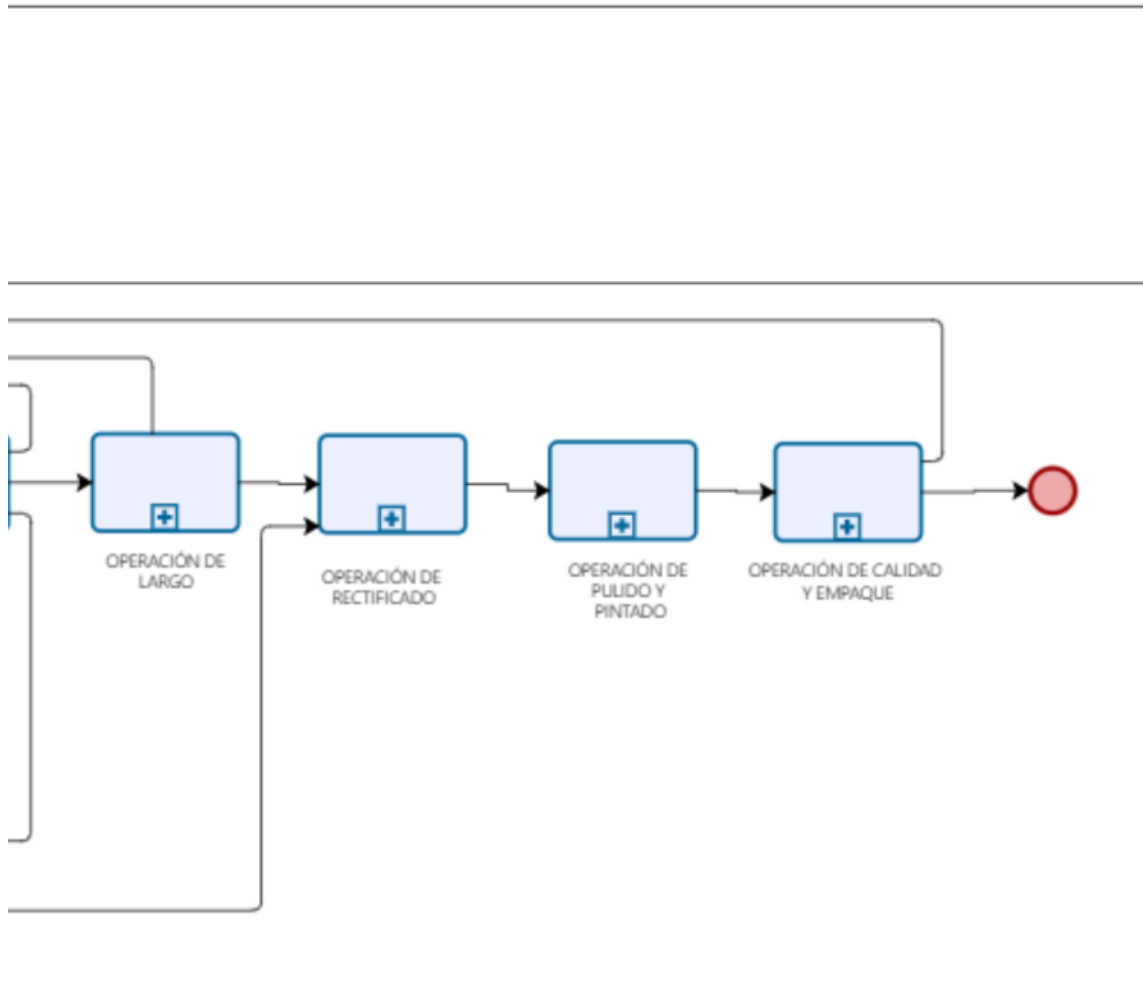


Figura 40. Modelo BPMN. (Fuente propia)

En la Figura 40, se observa el restante de subprocesos que compone el proceso de revestimiento de rodillo industriales en la empresa TECAME S.A.

A continuación, se iniciará con la explicación de cada uno de los subprocesos.

Subproceso de recepción

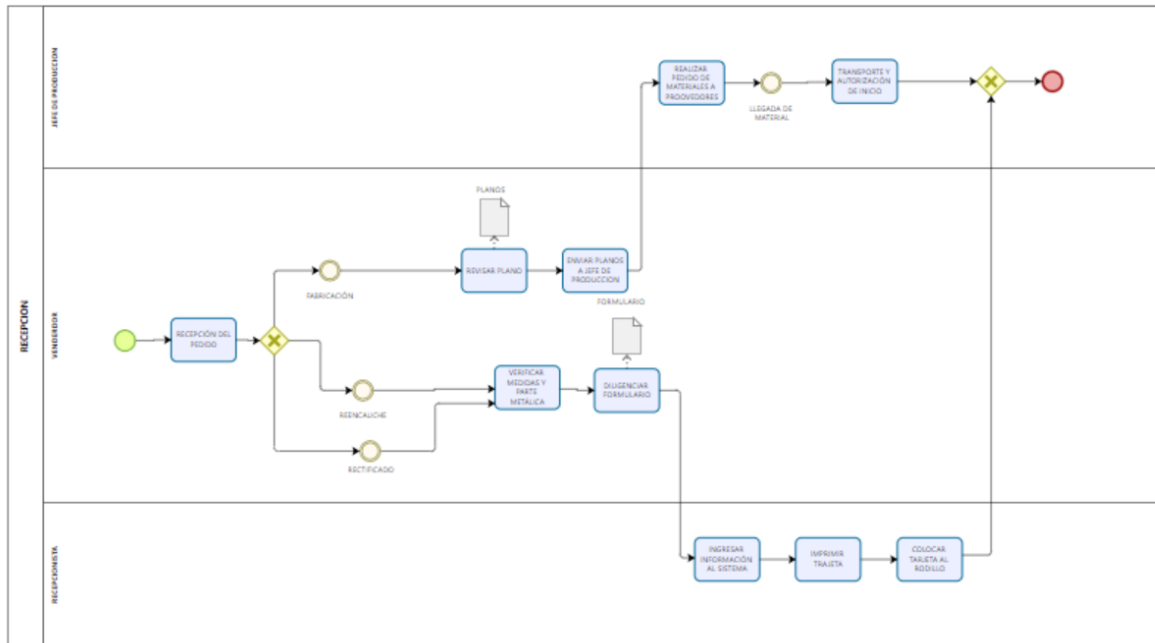


Figura 41. Subproceso recepción. (Fuente propia)

En la Figura 41, observamos el subproceso “recepción”, el cual hace alusión al ingreso de proyectos a la empresa, teniendo en cuenta los servicios que la misma ofrece, observando los implicados en este subproceso, los cuales son el jefe de producción, operario y vendedor.

Subproceso de metalmecánica

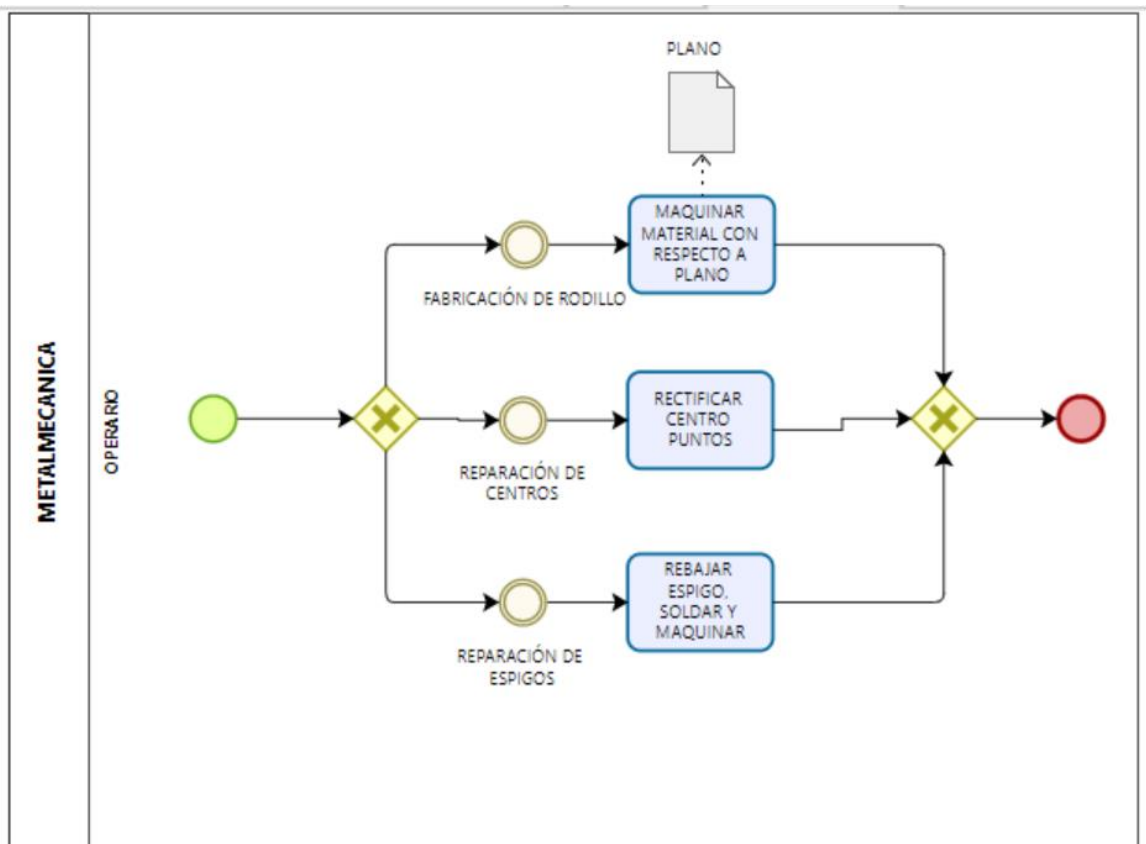


Figura 42. Subproceso metalmecánico. (Fuente propia)

En la Figura 42, se observa el subproceso de “metalmecánica”, en donde se pueden generar tres eventos diferentes basados en las necesidades del cliente, en primera instancia cuando se fabrica la parte metálica desde cero con base a la información plasmada en el plano, en segunda instancia, cuando se requiere reparar los centros de los rodillos para garantizar la concentricidad del mismo, y finalmente cuando un espigo está desgastado, generando así que el ajuste del rodamiento no sea el adecuado y se tenga que reparar.

Subproceso de pelado, esmerilado y cementado

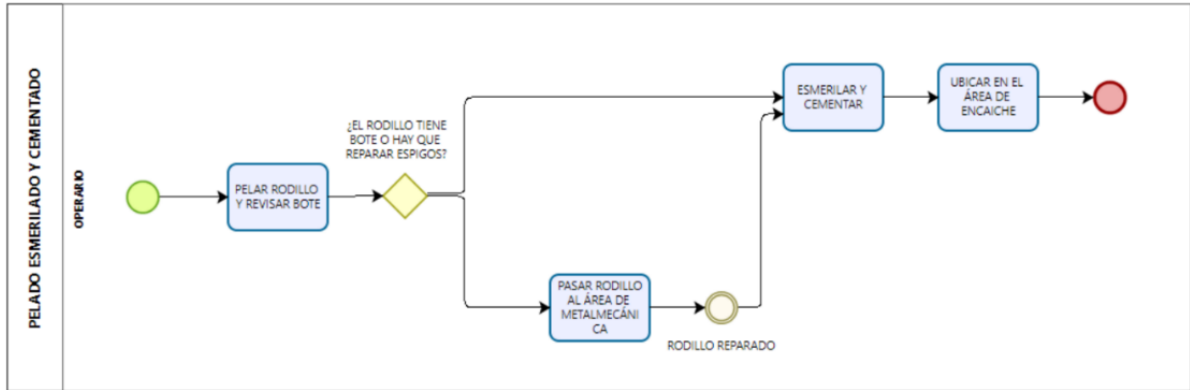


Figura 43. Subproceso pelado, esmerilado y cementado. (Fuente propia)

En la Figura 43, se aprecia el subproceso de “pelado, esmerilado y cementado” donde se realiza el alistamiento de los rodillos para su respectivo encauche.

Subproceso de mezcla, encauche y vulcanizado

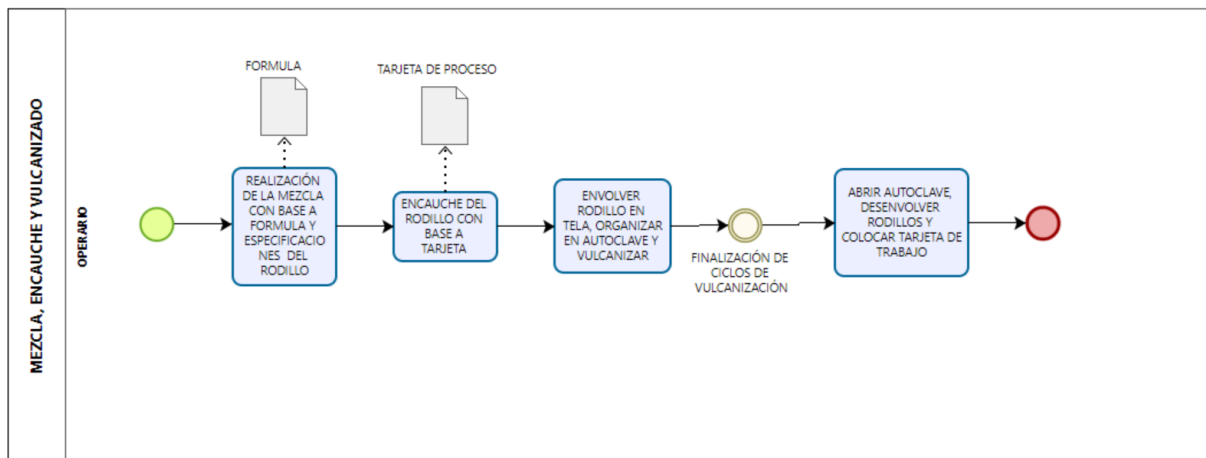


Figura 44. Subproceso mezcla, encauche y vulcanizado. (Fuente propia)

En la Figura 44, se observa el subproceso de “mezcla, encauche y vulcanizado”, donde se hace muy importante las fórmulas para la realización de las mezclas teniendo en cuenta que, de la correcta realización de las misma depende el éxito del encauche, además de esto, el encauche es una operación en la que se debe ejecutar con el mayor cuidado posible para evitar el reproceso de los rodillos.

Subproceso de aproximado, cuchilla y buril.

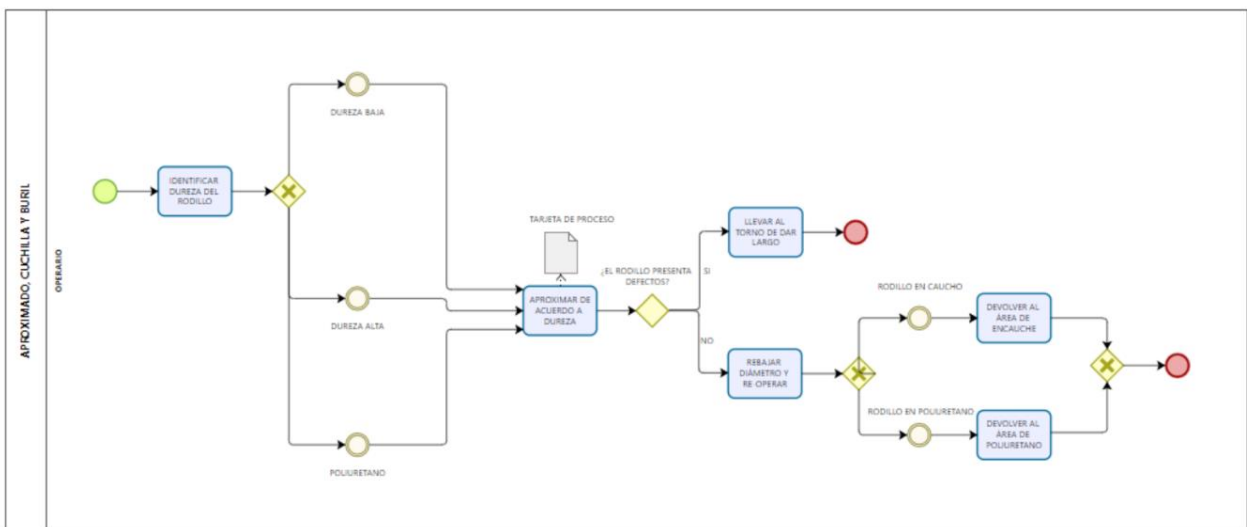


Figura 45. Subproceso aproximado, cuchilla y buril. (Fuente propia)

En la Figura 45, se puede observar el subproceso de “aproximado, cuchilla y buril”, en donde se debe tener en cuenta la dureza y el tipo de material que se va a trabajar, en el caso del poliuretano, es un material demasiado duro que se debe trabajar con buril, y en el caso del caucho, si se trata de dureza baja (menor a 40°ShoreA), se aproxima con piedra, y si se trata de dureza alta (mayor a 40°ShoreA), en primera instancia se aproxima con cuchilla y se termina con piedra.

Subproceso de largo

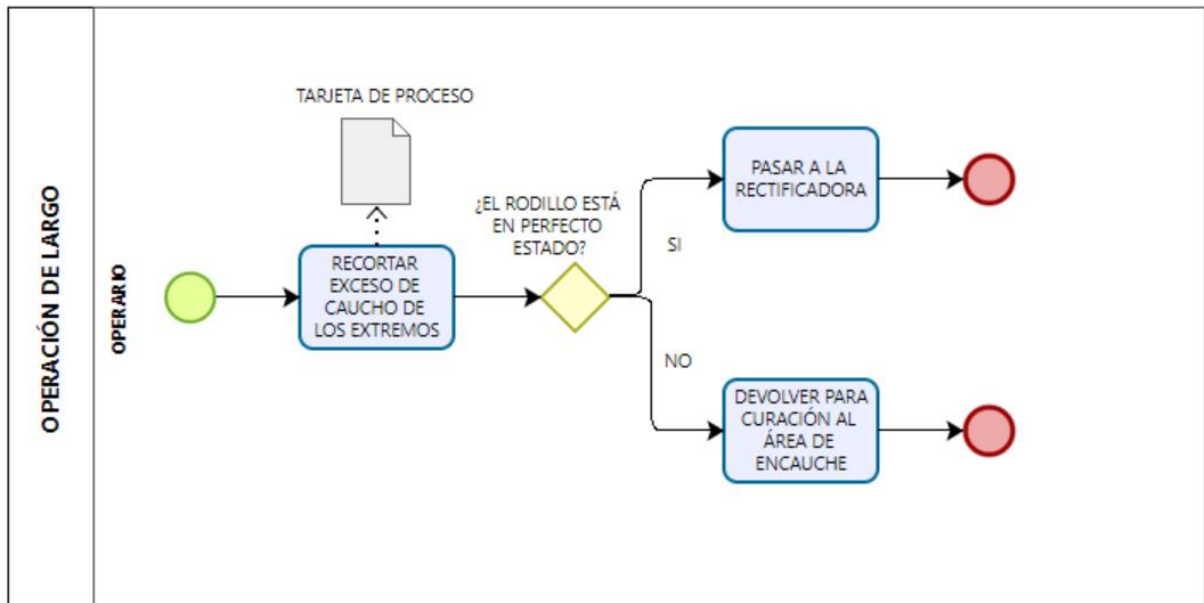


Figura 46. Subproceso largo. (Fuente propia)

En la Figura 46, se observa el subproceso de “largo”, donde se recorta el exceso de caucho de los rodillos y se hace una inspección visual con el fin de encontrar imperfecciones y enviarlos al área de encauche para la respectiva curación o seguir en el transcurso normal y pasar a la rectificadora.

Subproceso de rectificado

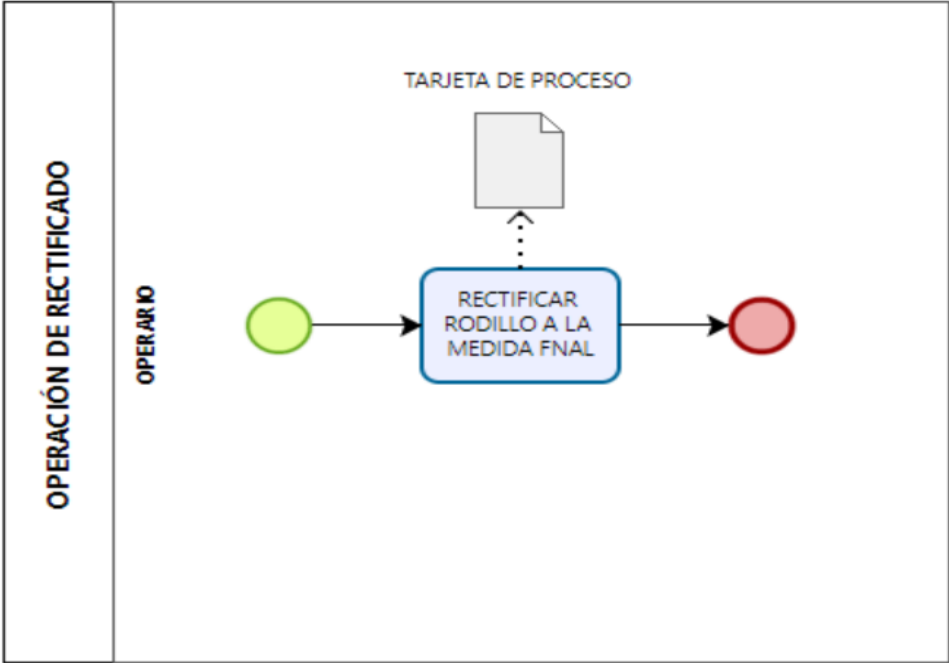


Figura 47. Subproceso rectificado. (Fuente propia)

En la Figura 47, se observa el subproceso de “rectificado”, donde se da la medida final a los rodillos teniendo en cuenta la información plasmada en la tarjeta de proceso.

Subproceso de pulido y pintado

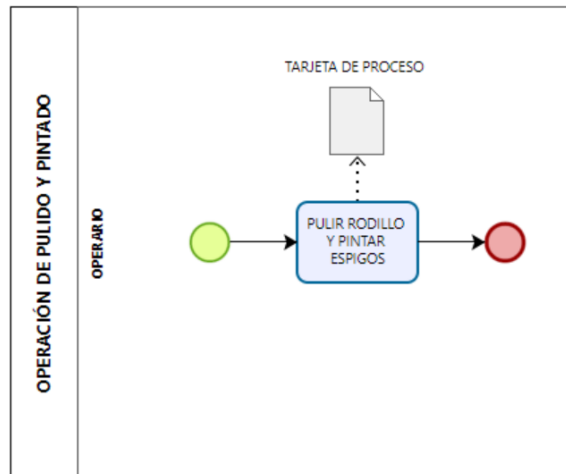


Figura 48. Subproceso pulido y pintado. (Fuente propia)

En la Figura 48, se observa el subproceso de “pulido y pintado”, donde con lija se da el acabado final a los rodillos y se pintan los espigos de acuerdo a la información plasmada en la tarjeta.

Subproceso de calidad y empaque

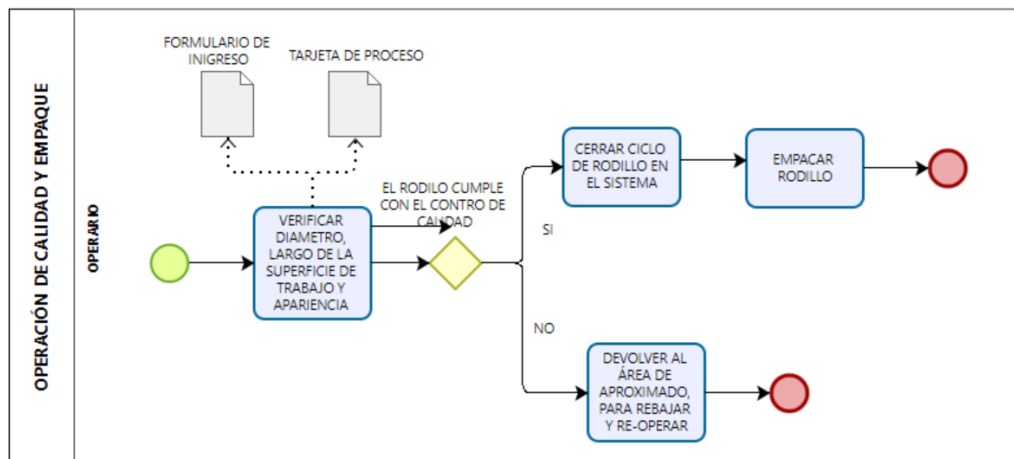


Figura 49. Subproceso calidad y empaque. (Fuente propia)

Finalmente, el subproceso de “calidad y empaque”, donde se hace la revisión al detalle de cada rodillo, con el objetivo de garantizar la calidad necesaria exigida por la empresa y el cliente.

Subproceso de poliuretano

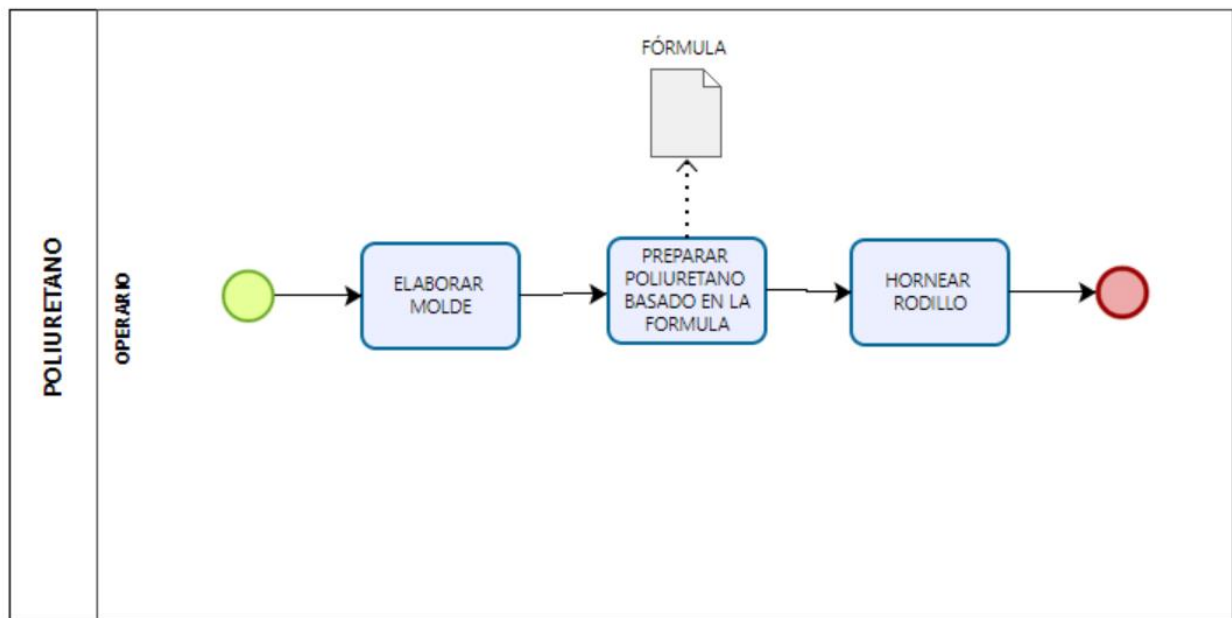


Figura 50. Subproceso poliuretano. (Fuente propia)

El subproceso de “poliuretano”, hace referencia a un material que se realiza en la empresa en situaciones concretas, cuando el cliente necesita rodillos que desempeñan trabajos pesados y que tiene una manera diferente de trabajarse con respecto al caucho.

4. FALENCIAS Y PROPUESTA DE MEJORA

El presente capítulo tiene como finalidad consolidar las falencias encontradas generando de esta manera propuestas de mejora, de acuerdo, al diagnóstico realizado y con el fin de aportar ideas para el correcto funcionamiento de la línea de producción en la empresa.

4.1 FALENCIAS

4.1.1 Distribución de los equipos dentro de la empresa

Al momento de ingresar a la empresa e iniciar con el reconocimiento y entendimiento del proceso, se evidenció que la manera como estaban distribuidos los tornos, no era la mejor, teniendo en cuenta el orden como debe fluir el proceso en cuanto a todas las operaciones a realizar.

En la Figura 51, se puede observar el plano de la empresa.

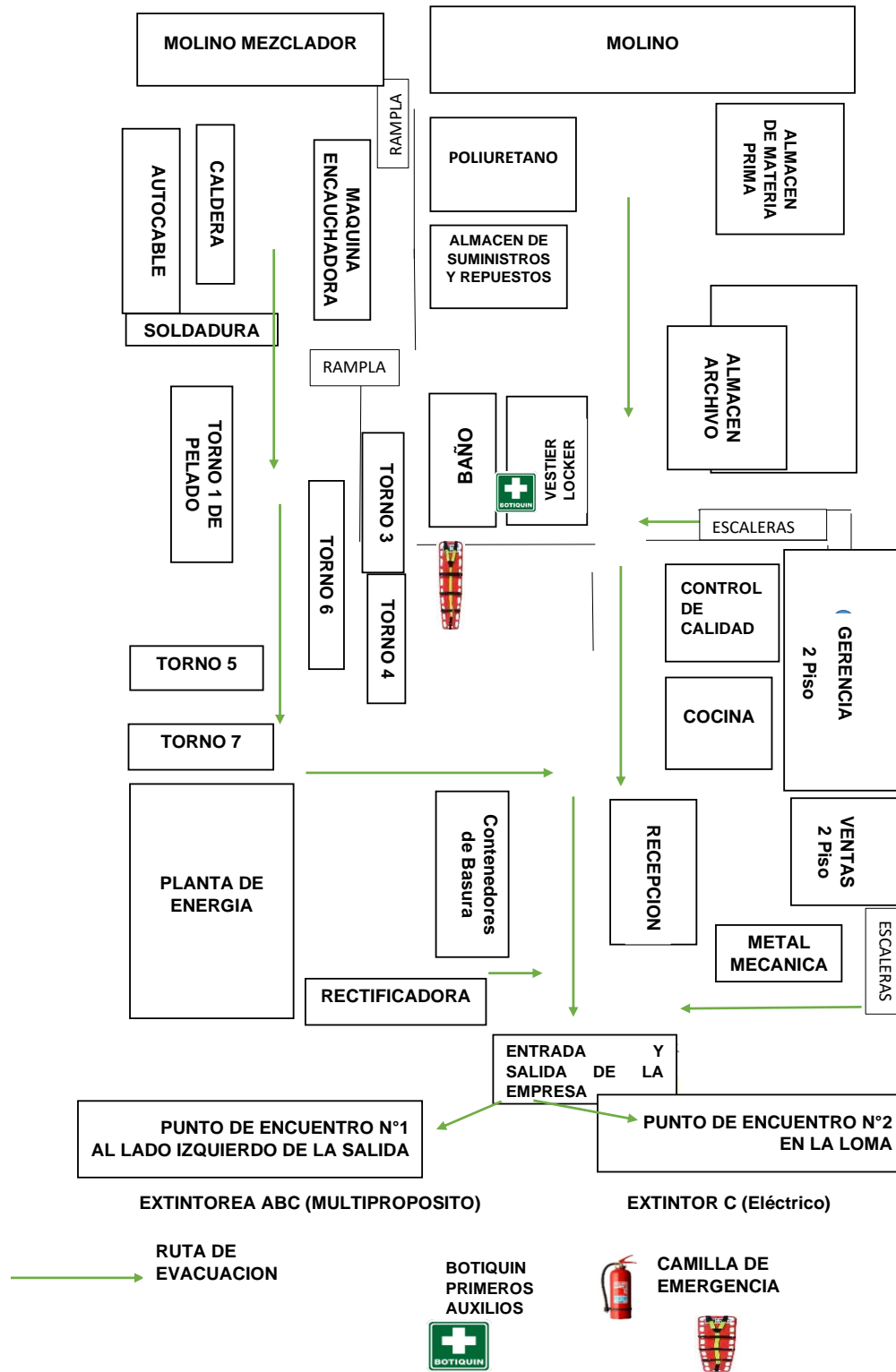


Figura 51. Plano antigua bodega. Fuente: TECAME S.A

Teniendo en cuenta el plano y observando el día a día en la planta junto con el trabajo de los operarios, se evidenció pérdidas de tiempo por movimientos, teniendo en cuenta que los operarios debían transportar los rodillos de un punto a otro, generando así el abandono de su puesto de trabajo y en algunas ocasiones distracciones al entablar conversaciones con los demás compañeros en horarios laborales.

Sumado a esto, el orden de los rodillos no era el adecuado, es decir, en muchas ocasiones se presentaban inconvenientes para encontrar un rodillo de determinado pedido que se necesitaba ubicar de manera urgente.

Sin embargo, dicho aspecto ya estaba contemplado dentro de las mejoras pensadas por parte de la administración de la empresa. En este orden de ideas se tomó a decisión de adquirir una nueva bodega para la correcta distribución de los tornos en la planta.

En la Figura 52 se presenta el plano de la bodega donde está ubicada actualmente la empresa TECAME S.A.

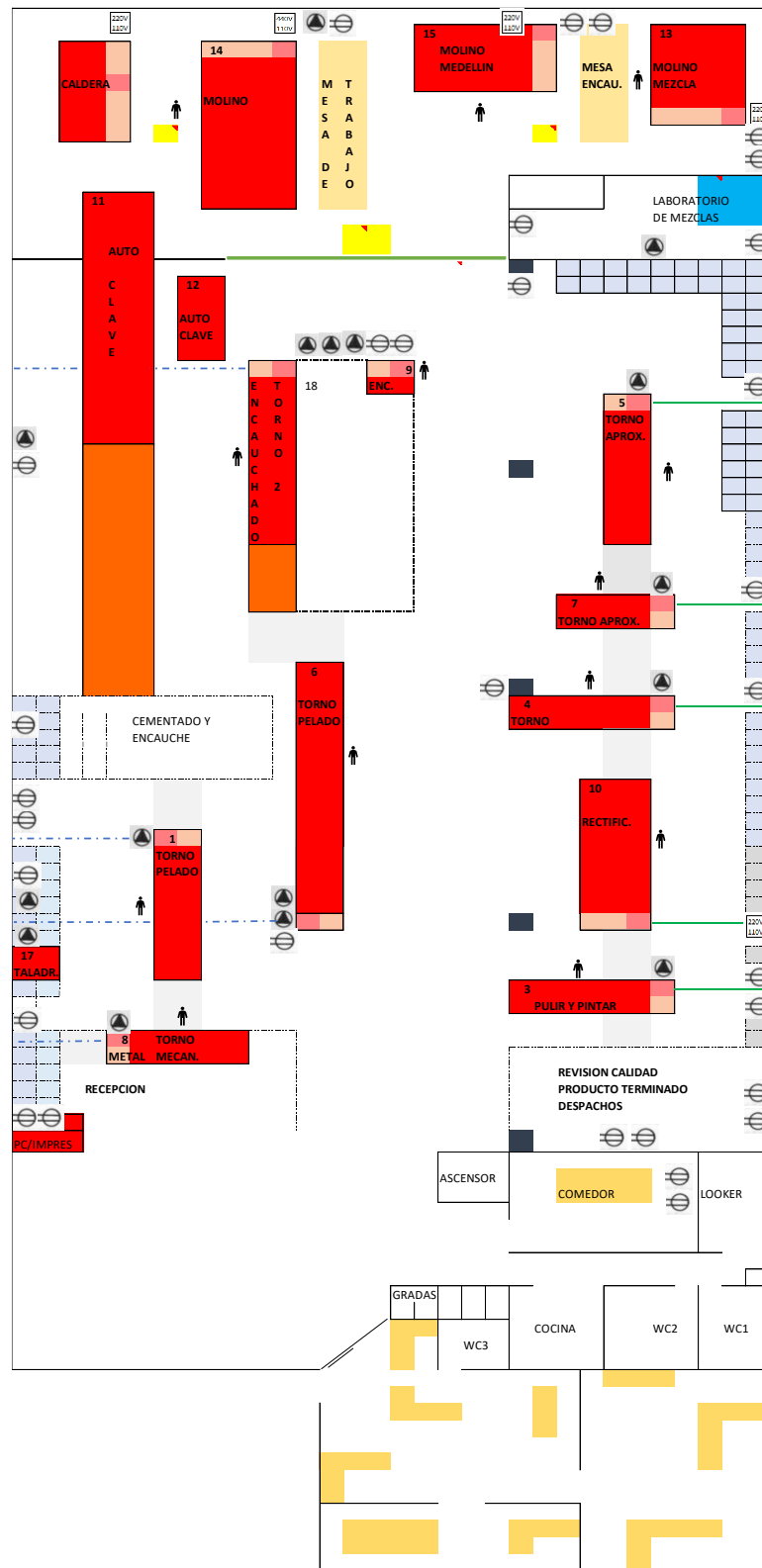


Figura 52. Plano bodega actual. Fuente: TECAME S.A

4.1.2 Identificación de un cuello de botella

Con la observación y entendimiento del proceso, se evidenció un cuello de botella en el área de encauche, teniendo en cuenta la cantidad de rodillos detenidos en esta área, situación que influye directamente en los atrasos.

Al ver esta situación se habló con el operario quien manifestó que en muchas ocasiones es por descuido u olvido que los rodillos no se encauchan a tiempo, además de esto, se debe tener en cuenta que es un proceso que abarca muchas actividades importantes y que deben estar muy sincronizadas y coordinadas para que el proceso fluya de manera correcta y ordenada.

La realización de la mezcla juega un papel muy importante, teniendo en cuenta, que de esto depende la agilidad del encauche, se evidenció que en muchas ocasiones no se hace la mezcla requerida para determinado rodillo hasta que se presenta el atraso y se convierte en una urgencia.

4.1.3 Tiempos de entrega

Los tiempos de entrega en la empresa durante muchos años han sido el factor más complejo de controlar, con esto, no se dice que todos los pedidos se culminen fuera del tiempo pactado con el cliente, sino que, en reiteradas ocasiones por falta de un rodillo, el pedido no se podía completar, generando que el promedio del tiempo de entrega aumente.

4.1.4 Falta de información en tiempo real de la ubicación de los rodillos.

Cuando un cliente solicita información acerca del estado actual de un pedido dentro de la planta, no se cuenta con este dato, por consiguiente el paso a seguir es empezar a

buscar los rodillos pertenecientes al pedido en cuestión por toda la planta y por todos los procesos en algunas ocasiones se cuenta con suerte y la información se obtiene de manera rápida y ágil, pero en reiteradas ocasiones, es hasta esta consulta del cliente que la empresa se da por enterada que el pedido está atrasado y que los rodillos ni siquiera se han encauchado.

Con este panorama el paso a seguir es empezar a hacer seguimiento e informar a los trabajadores de la urgencia presentada, para así cumplir con la entrega pendiente.

4.1.5 Falta de programación y seguimiento a tareas programadas.

El levantamiento del modelo BPMN permitió darse cuenta que, en la programación de las tareas diarias a los operarios y el seguimiento de las mismas, se presenta un vacío considerable, teniendo en cuenta que no se evidencia una secuencia de tareas organizadas a cumplir por parte de los operarios.

El modelado BPMN permitió evidenciar, en primer instancia, la falta de programación de tareas diarias a los operarios, es decir, en muchas ocasiones los operarios llegan a su puesto de trabajo y no cuentan con una directriz ni un orden de trabajo para iniciar el turno, simplemente inician a trabajar sin conocimiento de las prioridades y atrasos que se presentan en el momento, en segunda instancia, no se cuenta con una persona que haga seguimiento del trabajo de los operarios con el fin de cumplir con los objetivos propuestos ya sea día a día o semanalmente.

4.1.6 Manejo de las urgencias

Cuando un cliente requiere un trato diferencial de su pedido, se considera como una urgencia, es decir, se maneja un tiempo de entrega muy inferior al promedio, lo que se genera con el recibimiento de este tipo de trabajos es más atraso en la entrega de los

pedidos, teniendo en cuenta que desde la primer etapa del proceso hasta la última, se centran los esfuerzos en cumplir con el compromiso adquirido, sin respetar el orden, en cuanto a la fecha de entrada de los rodillos y su respectiva salida.

4.1.7 Paso a paso para realizar cada operación.

Teniendo en cuenta la toma de información y entablando conversaciones con los operarios, se identificó que en todos los procesos que se deben realizar para el encauche de los rodillos, los operarios omiten muchas actividades que son importantes para garantizar que el proceso fluya de manera correcta y que en esa misma medida no se presenten reprocesos.

4.1.8 Mantenimiento de los tornos

No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo definido para los tornos de la empresa, simplemente, se presta atención a este aspecto cuando las máquinas presentan falla y no se puede laborar de manera correcta, además de esto los operarios manifiestan la carencia de herramientas de trabajo tales como llaves, alicate, pulidoras etc.

4.2 Propuesta de mejora

Teniendo en cuenta el diagnóstico del proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A, se plasma a continuación en los siguientes ítems los aspectos identificados más relevantes para que el proceso fluya de manera correcta y se puede apreciar una mejora en las falencias que presenta el proceso.

4.2.1 Información en tiempo real de los rodillos

La información en tiempo real es de vital importancia tanto para la empresa como para los clientes, en primera instancia, conociendo el estado en tiempo real de la posición de los rodillos dentro de la empresa, se puede hacer el respectivo seguimiento teniendo en cuenta la proyección de cumplimiento y el tiempo con el que se cuenta para lograrlo, y en segunda instancia, para poder brindar a los clientes información clara concisa y real con el objetivo de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos.

A lo largo de la pasantía se desarrolló una base de datos en Microsoft Excel, la cual debía actualizarse de manera manual todos los días, haciendo el respectivo inventario de todos los rodillos y la posición en la que se encuentran, situación que era un poco tediosa y que demandaba mucho tiempo, sin embargo, teniendo en cuenta que con la aplicación de la base de datos se mejoraron muchas falencias, se sugiere un método en el que se pueda obtener dicha información de manera automática, como por ejemplo un sistema de código de barras que implicaría la impresión del mismo en las tarjetas de proceso, y la instalación de un lector en cada etapa del proceso para que el trabajador al terminar la operación correspondiente reporte su trabajo y se pueda observar todo en un centro de control que se actualice en tiempo real, además de esto, dicho sistema se puede usar para la programación diaria de los trabajadores, ya que se podrá hacer el constante seguimiento de los pedidos y de esta manera entregarlos dentro del tiempo establecido.

4.2.2 Seguimiento, programación y control del trabajo de operarios

Es importante contar con una persona que se encargue de la programación diaria de las tareas a desarrollar por parte de los operarios, además de esto que controle y supervise el cumplimiento de los programas asignados al iniciar el turno.

4.2.3 Reinducción en cada puesto de trabajo

El cumplimiento a cabalidad de todos los pasos que se deben desarrollar en cada puesto de trabajo es importante para lograr, primero que todo, que el proceso fluya evitando los reprocesos y segundo que todo, garantizar la calidad del producto terminado, es por esto que la re-inducción constante juega un papel muy importante en el plan de mejora, ya que de esto dependerá que cada operario realice su trabajo como deber ser.

La re-inducción consiste en reforzar y capacitar haciendo mucho énfasis a los trabajadores en los pasos que deben ejecutar para llegar a la culminación de una actividad dentro de la línea de producción y que por costumbre o simplemente olvido no realizan, poniendo en riesgo el correcto flujo de los rodillos dentro de la planta.

4.2.4 Priorización de los trabajos teniendo en cuenta las urgencias

Es importante dar un mejor manejo a las urgencias que se presentan, es decir, se deber tener claro el panorama actual de la empresa, teniendo en cuenta que todos los pedidos estén dentro del tiempo y se pueda cumplir con la entrega de los mismos, es de esta manera que se podrá coordinar la entrada de rodillos urgentes y no afecte el transcurrir normal de los rodillos que ya están en planta y que deben ser entregados.

4.2.5 Realizar programa de mantenimiento

Los paros no programados en cualquier empresa siempre generarán pérdidas y atrasos en la línea de producción, por esto es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo y no correctivo, para evitar dentro de lo que se pueda los fallos de las máquinas y que el transcurrir del día a día no se vea afectado.

5. CONCLUSIONES

Para finalizar, se presentan algunas conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del proyecto:

- La aplicación del estándar ANSI/ISA88 facilitó la documentación del proceso de revestimiento de rodillos industriales en la empresa TECAME S.A, permitiendo el fácil entendimiento del proceso para obtener un panorama del estado actual de la empresa.
- El modelado BPMN permitió entender de manera concisa el flujo de información en la empresa permitiendo de esta manera generar propuestas de mejora que aporten al correcto funcionamiento de la línea de producción.
- La realización de este proyecto permitió obtener la primera documentación bajo estándares internacionales y que servirá de punto de partida para futuros proyectos y crecimiento de la empresa.
- La entrega de información oportuna y a tiempo permite mantener y fortalecer el vínculo comercial con cada uno de los clientes, garantizando de esta manera la satisfacción de los mismos desde el ingreso hasta la entrega de los rodillos.
- La programación de la producción y el posterior seguimiento de las tareas asignadas, permitirán un flujo constante de los pedidos y el cumplimiento de los tiempos de entrega pactados con el cliente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] V. Bedoya Giraldo y R. M. Nicolas, «Mejorar el proceso de planeación, programación y control de la producción en una empresa de recubrimiento de rodillos en caucho».
- [2] A. C. Gonzales Vargas y G. L. Mendoza Rojas, «Sistema de planeación programación y control de producción en artes gráficas LTDA,» 2012.
- [3] V. Sayedmohammadreza y W. F. Kuan Yew, «A Genetic Algorithm Approach for Solving a Flexible Job Shop,» *Computers and Operations Research*, vol. 35, pp. 3202-3212, 2008.
- [4] J. C. Osorio Gómez, O. E. Castrillón Montenegro, J. A. Toro Cardona y J. P. Orejuela Cabrera, «Modelo de programación jerárquica de la producción en un job shop flexible con interrupciones y tiempos de alistamiento dependientes de la secuencia,» *Revista ingeniería e investigación*, vol. 28, nº 2, pp. 72-79, 2008.
- [5] L. Muñoz, *Check-List para el diagnóstico empresarial*, Barcelona: Profit, 2017.
- [6] M. B.D. Deyanira, *La alternativa del diagnóstico empresarial para la gestión directiva en las pequeñas empresas comerciales en Sinaloa*, Maracaibo, 2014.
- [7] V. Portugal, *Diagnóstico empresarial*, Bogota DC: Fondo editorial, 2017.
- [8] A. Carranza, «Future of people,» [En línea]. Available: <https://www.crehana.com/blog/desempeno/diagnostico-empresarial/>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [9] M. a. A.C.Pereira, «Toward a formal framework for reuse in business process modelling,» *International conference on business process management*, pp. 484-495, 2007.
- [10] «Softgrade,» [En línea]. Available: <https://softgrade.mx/modelado-de-procesos/>. [Último acceso: 06 11 2022].

- [11] M. D. Gil-Montelongo, G. López-Orozco, C. Molina-García y Bolio-Yris, *La gestion de la informacion como base de una iniciativa de gestion del conocimiento*, La Habana, Cuba, 2011.
- [12] K. R. Salas, *Gestion de la informacion en las organizaciones*, 2002.
- [13] J. A. Arévalo, *Gestion de la informacion, gestion de los contenidos y conocimiento*, Salamanca, 2007.
- [14] D. C. Pérez, «Ceupe magazine,» [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-gestion-del-conocimiento.html>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [15] «AEC,» [En línea]. Available: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-del-conocimiento>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [16] «Global Rubber Corporation S.A.C,» [En línea]. Available: <https://www.globalrubbercorporation.com/productos/sector-industrial/33-revestimiento-de-rodillos>. [Último acceso: 07 11 2022].
- [17] «Wondershare,» [En línea]. Available: <https://www.edrawsoft.com/es/what-is-bpmn.html>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [18] «Lucid Chart,» [En línea]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-la-notacion-de-modelado-de-procesos-de-negocio>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [19] «Appvizer,» [En línea]. Available: <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/business-performance/bpmn>. [Último acceso: 06 11 2022].
- [20] I. M. Q. G. A. E. A. Chacón R, «Aplicacion del estandar isa 88 en el modelado del proceso de produccion de azucar en una central azucarera,» de *Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, San Crsitibal, Venezuela, 2009.
- [21] S. a. A. s. ISA-The instrumentation, «gmpua,» [En línea]. Available: <https://gmpua.com/GAMP/ISA-88.pdf>. [Último acceso: 06 11 2022].

- [22] O. A. Rojas, *Integración empresarial. Modelado del dominio de control ISA* 88, Popayán.
- [23] T. E. C. Y. MEZCLAS, *Cartilla informativa de TECAME S.A*, Yumbo.
- [24] «Tecnología en cauchos y mezclas S.A,» [En línea]. Available: <https://tecame.com.co/>. [Último acceso: 07 11 2022].
- [25] «Carvajal,» [En línea]. Available: <https://www.carvajal.com/>. [Último acceso: 07 11 2022].
- [26] «Propal,» [En línea]. Available: <https://www.propal.com.co/>. [Último acceso: 07 11 2022].
- [27] «Cartones America,» [En línea]. Available: <https://www.cartonesamerica.com/>. [Último acceso: 07 11 2022].
- [28] «EMIS,» [En línea]. Available: https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Familia_Del_Pacifico_SAS_es_1194559.html. [Último acceso: 07 11 2022].
- [29] «Colombina,» [En línea]. Available: https://colombina.com/co_es/. [Último acceso: 07 11 2022].
- [30] «Panamericana cumple 44 años, ahora como almacén de cadena,» *El espectador*, 03 12 2008.