



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Tema:

**“ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA DE CAUCHO
EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS DIVERSAS DE LA EMPRESA
PLASTICAUCHO S.A.”**

Proyecto de Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

Sublínea de Investigación: Gestión de sistemas de planeación y control de producción de bienes industriales.

AUTOR: Sánchez Sailema Mayra Lorena

TUTOR: Mg. Ing. César Aníbal Rosero Mantilla

AMBATO - ECUADOR

Febrero -2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: Estudio de capacidad de producción de la línea de caucho en la planta de Industrias Diversas de la empresa Plasticaucho S.A., elaborado por la señora Mayra Lorena Sánchez Sailema, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo IV, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2016

EL TUTOR

Ing. César Aníbal Rosero Mantilla

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “**ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA DE CAUCHO EN LA PLANTA DE INDUSTRIAS DIVERSAS DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO S.A.**”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Febrero 2016

EL AUTOR

Mayra Lorena Sánchez Sailema

C.I. 1804105813

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes, revisó y aprobó el informe Final del trabajo de graduación titulado “Estudio de capacidad de producción de la línea de caucho en la planta de Industrias Diversas de la empresa Plasticaucho S.A.”, presentado por el señor Mayra Lorena Sánchez Sailema de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Vicente Morales Lozada, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Rosa Galleguillos
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Franklin Tigre
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a las personas que son un pilar importante en mi vida, y que han sido mi apoyo en todos los momentos.

A mis padres, quienes han dado todo por mi bienestar, este proyecto es fruto también de ellos, a mi hermana que siempre será mi apoyo incondicional en cualquier instante de mi vida.

A mi hija April, quien es mi mayor orgullo y bendición y ha llegado a poner felicidad en mi vida, ella es el motor que me empuja cada día a seguir adelante.

Este trabajo es por ella y por mí.

Mayra Lorena Sánchez Sailema

AGRADECIMIENTO

Agradezco por todas las bendiciones recibidas a Dios, que me ha dado todas las bendiciones como mi familia y mi hermosa hija.

Agradezco a mis padres por todo el apoyo incondicional que me brindan y por empujarme a conseguir mis éxitos y seguir adelante.

Un sincero agradecimiento a mi esposo José, que ha sido un apoyo incondicional y me ha guiado a ser cada día mejor.

Y a mi pequeña que con solo su presencia ilumina toda mi vida.

Gracias... ¡

Mayra Lorena Sánchez Sailema

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA	III
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE	VII
ANEXOS	X
ÍNDICE TABLAS.....	XI
ÍNDICE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 General	4
1.5.2 Específicos	4
MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.2.1 Estudio de tiempos	7
2.2.2 Objetivo del estudio de tiempos.....	8
2.2.3 Tiempo Estándar.....	9
2.2.4 Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar.....	11
2.2.5 Tiempo de ciclo	11
2.2.6 Tiempo Normal	12
2.2.7 Aplicación de suplementos	13
2.2.8 Estudio de tiempo con máquinas.....	14
2.2.9 Plan Maestro de Producción	14
2.2.10 Objetivos del MPS	16
2.2.11 ¿Qué define el plan maestro de producción?.....	17
2.2.12 ¿Cómo elaborar un Plan Maestro de Producción - MPS?	17
2.2.13 Planeación de la capacidad	18
2.2.14 Horizontes para la planeación de la capacidad	19

2.2.15	<i>Mediciones de capacidad</i>	19
2.2.16	<i>Tipos de decisiones de capacidad</i>	19
2.2.17	<i>Plan agregado</i>	20
2.2.18	<i>Plan de inventario cero</i>	20
2.2.19	<i>Plan de fuerza de trabajo nivelada</i>	21
2.2.20	<i>El caucho</i>	22
2.2.21	<i>Propiedades físicas y químicas</i>	22
2.2.22	<i>Desarrollo de los procesos de producción</i>	23
2.2.23	<i>Procesos de fabricación modernos</i>	23
2.2.24	<i>¿Cómo se fabrican los productos de caucho?</i>	25
2.2.25	<i>Descripción de la Empresa</i>	25
2.3	<i>Propuesta de solución</i>	26
MARCO METODOLÓGICO		27
3.1	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	27
3.2	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	28
3.3	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	28
3.4	DESARROLLO DEL PROYECTO	28
DESARROLLO DE LA PROPUESTA		30
ANTECEDENTES GENERALES		30
4.2	JUSTIFICACIÓN	31
4.2.1	<i>Optimización restringida</i>	31
4.2.2	<i>Solver de Excel</i>	32
4.2.3	<i>Parámetros de Solver</i>	34
4.3	PROCESOS DE PRODUCCIÓN	34
4.4	LEVANTAMIENTO DE PROCESOS	36
4.4.2	<i>Pesaje</i>	36
4.4.3	<i>Mezclado</i>	39
4.4.4	<i>Prensado</i>	45
4.4.5	<i>Lijado</i>	50
4.5	PROCESOS CRÍTICOS	52
4.6	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	52
4.6.2	<i>Pesaje</i>	52
4.6.3	<i>Mezclado</i>	53
4.6.4	<i>Prensado</i>	54
4.6.5	<i>Dividido y Lijado</i>	55
4.7	RESTRICCIONES DE PRODUCCIÓN	56
4.8	PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE CAUCHO	57
4.9	ESTÁNDARES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN CAUCHO	59
4.10	CÁLCULO DE CAPACIDADES	60
4.11	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	63
4.12	ANÁLISIS DE CAPACIDAD CON LA DEMANDA	64
4.13	PLANES AGREGADOS	66
4.13.2	<i>Personal disponible</i>	67
4.13.3	<i>Costos mano de obra</i>	68
4.13.4	<i>Costos Directos</i>	69
4.13.5	<i>Costos Indirectos</i>	72

4.14	PLAN INVENTARIO CERO	72
4.15	PLAN DE FUERZA DE TRABAJO NIVELADA.....	75
4.16	UTILIZACIÓN DE CAPACIDAD INSTALADA.....	78
4.17	AUMENTO DE CAPACIDAD	79
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1	CONCLUSIONES	82
5.2	RECOMENDACIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	84

ANEXOS

Anexo 1: Tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso

Anexo 2: Caracterización de la planta de Industrias Diversas

Anexo 3: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Pesaje

Anexo 4: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas - Mezclado

Anexo 5: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas - Prensado

Anexo 6: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Refilado y Dividido

Anexo 7: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Lijado

Anexo 8: Rutas de carrera

Anexo 9: Estadística de premios

Anexo 10: Estimación de costo de mantener una unidad en inventario

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Ritmos de trabajo expresados según la escala de valoración.	13
Tabla 2: Levantamiento de procesos – Pesaje	37
Tabla 3: Disponibilidad de maquinaria – Mezclado	40
Tabla 4: Levantamiento de procesos – Mezclado YT01	41
Tabla 5: Levantamiento de procesos – Mezclado GK30	43
Tabla 6: Disponibilidad de maquinaria - Prensado	45
Tabla 7: Levantamiento de procesos – Prensado JD08 – JD09	46
Tabla 8: Levantamiento de procesos – Prensado GI01-GI02	48
Tabla 9: Levantamiento de procesos – Lijado Caucho	50
Tabla 10: Tiempos del proceso de pesaje en la máquina PY01	53
Tabla 11: Tiempos en pesaje manual por persona.	53
Tabla 12: Tiempos de producción de mezclado caucho	54
Tabla 13: Tiempos de producción de prensado.	54
Tabla 14: Disponibilidad de moldes de moquetas	55
Tabla 15: Tiempos dividido	55
Tabla 16: Tiempos de lijado	56
Tabla 17: Restricciones de pesaje y mezclado	57
Tabla 18: Materiales más comercializados de la línea de caucho.	58
Tabla 19: Familias de productos de caucho	59
Tabla 20: Estándares de producción de caucho.	59
Tabla 21: Capacidades de producción del proceso de pesaje	61
Tabla 22: Capacidades de producción de mezclado	62
Tabla 23: Capacidades de producción de prensado	62
Tabla 24: Capacidades de producción lijado	63
Tabla 25: Plan Maestro de producción	64
Tabla 26: Demanda de alfombras	65
Tabla 27: Estándares de producción de alfombras	65
Tabla 28: Producciones de GUIX	65
Tabla 29: Estándares de producción de las máquinas GUIX	66
Tabla 30: Número de personal en la línea	67

Tabla 31: Categorías de línea de caucho	68
Tabla 32: Porcentaje de categorías de línea de caucho.....	68
Tabla 33: Costos de mano de obra OE1	69
Tabla 34: Premio mensual por categoría.....	70
Tabla 35: Premio diario por categoría	70
Tabla 36: Plan inventario cero	74
Tabla 37: Plan de fuerza de trabajo nivelado.....	77
Tabla 38: Porcentaje de utilización de capacidad instalada.	78
Tabla 39: Aumento de capacidad en el proceso de pesaje.	79
Tabla 40: Aumento de capacidad en el mezclado.....	80
Tabla 41: Aumento de capacidad en el prensado caucho.	81

ÍNDICE FIGURAS

Fig. 1: Algoritmo de método numérico de Solver	31
Fig. 2: Diagrama de producción caucho	35
Fig. 3: Diagrama de proceso - Pesaje	38
Fig. 4: Proceso de mezclado caucho.....	39
Fig. 5: Diagrama de procesos – Mezclado YT01	42
Fig. 6: Diagrama de flujo – Mezclado GK30	44
Fig. 7: Diagrama de flujo – Prensado JD08-JD09	47
Fig. 8: Diagrama de flujo – Prensado GI01-GI02	49
Fig. 9: Diagrama de flujo - Lijado.....	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad realizar un estudio de capacidades de la línea de caucho de la planta Industrias Diversas de la empresa PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A mediante el uso de un complemento de Excel; SOLVER, para lo cual primero se realizó un análisis de la línea de caucho para conocer su forma de producción, sus entradas, salidas, actividades y recursos, para lo cual se efectuó un levantamiento de procesos. Se obtuvo los datos que se necesitan de los diferentes departamentos de la empresa, para poder realizar el análisis posterior, tales como tiempos, plan maestro de producción y costos del personal. Para el estudio se obtiene la lista de los productos más comercializados de la línea, tomando para el estudio las familias más representativas.

Con el objetivo de analizar las capacidades se establece el plan agregado tomando dos alternativas: plan inventario cero y fuerza de trabajo nivelada, para lo cual se analiza los costos de mano de obra y costos de mantener inventario. No se toma en consideración los costos de contratación y despido ya que existe una modalidad de movilizaciones en la empresa, lo que para los planes agregados no genera costos. Con los estándares de producción se determina la utilización de la capacidad instalada de la línea de caucho y se propone nuevas medidas para disminuir costos de producción y poder utilizar de manera eficaz las instalaciones de la planta.

También se propone nuevos volúmenes de producción en caso de requerir o tener más demanda, con los mismos recursos, incluyendo cuarto turno y trabajo continuo.

Palabras clave: Plan agregado, capacidades de producción, producción caucho, optimización.

ABSTRACT

This research aims to conduct a study of the online capabilities of ICEM Rubber Company PLASTICAUCHO INDUSTRIAL SA plant by using an Excel; SOLVER, for which an analysis of the first line of rubber was carried out to know their way of production, its inputs, outputs, activities and resources for which a survey was conducted processes. The data needed from different departments of the company, to make the post, such as time, master production plan and staff costs analysis was obtained. To study the list of the most sold products in the line, taking to the study the most representative families were obtained.

Zero inventory plan and level work force, for which the cost of labor and cost of holding inventory is analyzed: In order to analyze the added capabilities plan is established by taking two alternatives. It does not take into consideration the costs of hiring and firing as there is a mode of mobilization in the company, which plans to aggregate not generate costs. Production standards using the installed capacity of the line of rubber is determined and further efforts to reduce production costs and to make effective use of the facilities of the plant is proposed.

New production volumes are also proposed in case you need or have more demand, with the same resources, including fourth turn and continued work.

Keywords : aggregate Plan , production capacities, rubber production, optimization.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen empresas que tienen varios problemas en cuanto a la utilización de recursos, tiempos, maquinaria, instalación, personas, etc. que tienen una capacidad instalada que no se encuentra utilizada de la mejor manera, esto se debe a que no se ha realizado un estudio de capacidades y no se conoce los beneficios productivos y financieros que puede aportar en el mejoramiento de la planta y de la empresa.

El presente proyecto se lo realiza en la empresa Plasticaucho Industrial en la planta de Industrias Diversas en la línea de caucho, la cual no cuenta con un correcto estudio de capacidades teniendo así varios problemas al momento de entrega de productos a clientes externos e internos provocando retrasos en áreas cliente de la empresa. Por lo cual se realiza un estudio de capacidades de la línea tomando en cuenta cada proceso de fabricación para poder dar soluciones viables a aquellos problemas que afectan a la línea.

Con el análisis se pretende determinar la utilización de la capacidad instalada de la línea y proponer un volumen de producción optimizando los recursos y disminuyendo costos.

Con los resultados que se ha obtenido se determina que se está subutilizando la capacidad instalada de la línea pudiendo utilizar de mejor manera los recursos que posee la línea de producción, representando así un beneficio para la línea, la planta y la empresa.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

Estudio de capacidad de producción de la línea de caucho en la planta de Industrias Diversas de la empresa PLASTICAUCHO S.A.

1.2 Planteamiento del problema

A nivel mundial se han establecido técnicas y métodos para la mejora de las empresas manufactureras con el fin de obtener una producción con estándares competitivos en el mercado, con técnicas de tiempos, producción, recursos humanos y materiales, etc.

En la actualidad donde las empresas han adoptado nuevas formas de seguir en el mercado, los métodos para obtener mejor productividad se han ido incrementando, siendo así la capacidad de planta de producción un factor muy importante en la producción de las empresas.

Las cifras de fracaso de las Pymes son abrumadoras en cualquier país, en promedio el 80% de las Pymes fracasa antes de los 5 años y el 90% de ellas no llega a los 10 años, por una mala gestión de los empresarios a cargo, como problemas en la fabricación y problemas en la producción, por lo que es necesario que los empresarios se capaciten en los aspectos clave de la gestión de sus empresas [1].

En Ecuador se ha buscado nuevas inventivas para industrializar sus procesos y poder ser competitivos en mercados nacionales e internacionales, con productos de calidad y

satisfaciendo a la demanda, pues los clientes buscan menores tiempos de entrega y un producto de calidad, para lo cual las empresas deben desarrollar nuevos métodos de producción que cumplan con los requerimientos del mercado.

Plasticaucho Industrial S. A. es una empresa conformada por varias plantas de producción tales como: Calzado cuero, plástico, Lona Clásico, Calzado relax, mezclas termoplásticas, prefabricados e Industrias Diversas, la cuales han ido creciendo junto al desarrollo industrial de la ciudad y país, y su demanda es cada vez más progresiva. En la planta de Industrias Diversas se fabrica varios productos tanto en la línea de caucho como de Eva, para clientes internos y externos y con la demanda actual se observa que existen trabajos retrasados, se planifica con tiempos de producción incorrectos, no se puede entregar los pedidos en fechas ofrecidas, y existe sobredemanda, etc. Por lo que denota que no es suficiente contar con calidad, es necesario contar con procesos bien estructurados y conocer la capacidad real de la planta.

Un incorrecto uso de recursos puede generar altos costos de producción, baja productividad, baja calidad en los productos y retrasos en los pedidos afectando incluso a procesos de otras plantas. De continuar con el trabajo de esta manera la planta de Industrias Diversas se ve expuesta a afrontar pérdidas económicas, debido a que el producto no se realiza en el tiempo adecuado y no cumple con la demanda del mercado. Junto con la demanda creciente se ha ido implementando nuevas estrategias de producción por lo que se ha visto que la carencia de conocer la capacidad real de la planta afecta en la entrega de productos a tiempo.

1.3 Delimitación del problema

Delimitación de contenidos

Área Académica: Industrial y manufactura

Línea de investigación: Industrial

Sublineas de investigación: Gestión de sistemas de planeación y control de la producción de bienes industriales

Delimitación Temporal: La presente investigación se desarrolla a partir de marzo a noviembre del 2015

Delimitación Espacial: Esta investigación se desarrolla en el área de producción caucho de la planta de Industrias Diversas de la empresa PLASTICAUCHO INDUSTRIAL SA. Ubicada en el sector de Catiglata de la ciudad de Ambato.

1.4 Justificación

El presente proyecto se basa en la necesidad de la planta de controlar y coordinar los recursos (máquina, humanos y materia prima) necesarios para realizar el trabajo en un determinado tiempo, para lo cual se determina las capacidades dependiendo del tipo de producto y tomando en cuenta tiempos de producción reales.

Los beneficiarios de este proyecto son las partes productivas como también las áreas administrativas, ya que se tiene un mejor manejo de la planta, además se cuenta con datos actualizados y reales en la toma de decisiones, y de todos quienes interactúen directa e indirectamente con la planta y empresa.

Este proyecto es factible ya que cuenta con la colaboración de cada una de las áreas que conforman PLASTICAUCHO INDUSTRIAL por el desarrollo de la empresa y su liderazgo en el mercado, se cuenta también con información tanto bibliográfica y documental para asegurar el éxito del proyecto, además con recursos necesarios para la investigación como: institucionales, humanos y materiales.

El proyecto ayuda a tener un control de capacidad de la planta para reducir costos de producción y permite la toma de decisiones en cuanto a subcontratación interna

(movilización de MOD) de trabajo, adquisición de nueva maquinaria, ampliación de instalaciones, ampliación o disminución de mano de obra o ampliación de las jornadas de trabajo.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

- Estudiar la capacidad de producción de la planta de Industrias Diversas de la línea de caucho.

1.5.2 Específicos

- Analizar los procesos de producción de la línea de caucho de la planta de Industrias Diversas.
- Determinar los procesos críticos de la línea de producción de caucho de la planta.
- Calcular las capacidades de producción de la línea de caucho.
- Estudiar la influencia del plan maestro de producción en las capacidades obtenidas.
- Plantear una propuesta de volumen de producción en base a las capacidades obtenidas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Muchos han sido los estudios realizados sobre estudio de métodos, medición del trabajo y capacidad de producción y todos concuerdan en que el futuro y crecimiento de una empresa se basa en la forma cómo se maneja y se controla la productividad de la misma y de talento humano, de forma que actualmente se utiliza con frecuencia en diferentes tipos de empresas, fábricas y talleres; sin embargo hay que tener en cuenta que los proyectos o investigaciones pasadas fueron las precursoras de las nuevas y modernas técnicas del estudio del trabajo.

El cálculo y determinación de la capacidad de producción en la industria, y especialmente en los servicios, sigue siendo un aspecto de trascendental importancia, como vía para conocer si la demanda de los clientes puede o no ser satisfecha a partir de la disponibilidad tecnológica con que cuenta la organización. Lo primero que da por sentado el Dr. González Jordán es que “el procedimiento tradicional para el cálculo de la capacidad es ampliamente conocido y se encuentra detalladamente expuesto en diversos trabajos”. Esto que no dejó de ser una verdad casi absoluta en la década de los años 80, en los años 90 e incluso actualmente; pues con la llegada del Período Especial

y la baja carga de la actividad industrial se perdió la costumbre y la necesidad de calcular este indicador [2].

Con una innovación en la gestión de procesos bien definida, establecida e implementada apropiadamente para la empresa y que este conforme a las expectativas de los clientes se logra reducir los tiempos improductivos e incrementar la capacidad de producción [3].

Las organizaciones que no pueden describir sus procesos con números, no pueden entenderlos. Y si no pueden entenderlos, no pueden controlarlos. Mejorar no se puede sin datos del producto. Los productos y servicios “hablan” en forma de datos. Sin datos los productos y servicios son mudos y las compañías están sordas. A través del análisis estadístico de los datos de un proceso o un producto se puede escuchar lo que el proceso o producto está diciendo. Sin embargo cuando los datos claramente están indicando una dirección pero la cultura corporativa de una compañía dicta otra dirección aparece el miedo y el cambio está perdido. Solo un liderazgo fuerte y definido puede erradicar el factor miedo y permite a una organización realizar su potencial. La estadística sola no puede hacer el cambio [4].

Cada empresa a nivel mundial y de cualquier línea de negocio debe tener la capacidad tanto administrativa como tecnológica para mantener y administrar eficientemente los recursos de la empresa caso contrario llegan a punto de quebrar como es el caso de Canal 9 de España que cerró sus puertas por una gestión inadecuada en cuanto a inversión, administración y pérdida de fuerza en el mercado que elevó la deuda hasta 1.200 millones [5].

Utilizando planeación agregada se puede conocer los beneficios de las técnicas científicas de optimización que permite predecir a detalle, la forma más adecuada con la que se debe trabajar dentro de una unidad productiva, ya que el modelo utilizado de programación lineal sirve para disminuir costos de producción y así aumentar cada vez más su productividad. La programación lineal es una técnica sistemática e innovadora que mezcla cada una de las variables que intervienen en la producción y que además

optimiza a detalle cada uno de los recursos que utiliza la empresa para elaborar un producto [6].

La administración de Producción se dio inicio con el control de calidad. Así mismo la producción moderna no sería existente si no se cumple con los estándares de conformidad. Finalizando el siglo 19 y el inicio del 20, Frederick W. Taylor y muchos otros fueron desarrollando técnicas y enfoques para la administración del trabajo. Cabe resaltar en esos tiempos la mecanización era limitada y la eficiencia estaba basada en la capacidad del personal para un mejor desempeño en la operación de las máquinas y la ejecución de las tareas. Se comenzó a determinar científicamente la capacidad de la producción en las distintas actividades. Y el resultado de ello se pudo determinar a un cierto grado de exactitud en los determinados procesos de producción. El mismo que estuvo vinculado con el control de inventarios, y el avance del primer modelo de optimización del tamaño del lote, de producción [7] [18].

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento [7].

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente [6].

2.2.2 Objetivo del estudio de tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Requerimientos: antes de emprender el estudio hay que considerar básicamente los siguiente.

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado.
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.

- La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila, el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.

2.2.3 Tiempo Estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Se determina sumando el tiempo asignado de cada uno de los elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de las tareas frecuentes.

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

$$T_S = (T_N + T_N \times \sum_{t=1}^m S_t) \times f \quad (1)$$

Dónde:

- T_N : tiempo normal.
- T_S : tiempo estándar
- S_t = Suplemento de tiempo expresado en tanto por uno. Un mismo elemento puede tener varios suplementos
- f : Frecuencia

Aplicaciones del tiempo estándar

- Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.
- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que apoya a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Establece las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Formula un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- Aporta costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en

mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo [6].

2.2.4 Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar

Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.

Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra [7].

2.2.5 Tiempo de ciclo

El ciclo de trabajo de una máquina es la relación entre el tiempo empleado para realizar una actividad y el tiempo disponible en un turno.

El ciclo de producción indica el tiempo en que una máquina emplea para producir un producto.

$$T_S(CICLO) = (\sum_{i=1}^p T_{N_i} \times f_i) \times F_t \quad (2)$$

Dónde:

- TN: tiempo normal.
- TS: tiempo estándar del ciclo
- f: Frecuencia
- p: número de elementos u operaciones del ciclo

- Ft: Factor de tolerancias por demoras debidas a necesidades personales, fatigas, penosidad del trabajo, defectuosa especificación del mismo, etc.

2.2.6 Tiempo Normal

La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal [6] [7].

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

La escala de valoración que se utiliza para comparar el ritmo de trabajo corresponde a la norma británica (0-100) que se muestra en la tabla

Tabla 1: Ritmos de trabajo expresados según la escala de valoración.

Escala (0-100)	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de “virtuoso”, solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

$$T_N = T_O \times F_A = T_O \times \frac{A_O}{A_N} \quad (3)$$

Dónde:

- TO: tiempo cronometrado de un movimiento concreto y aislado.
- AO: actividad observada correspondiente. Es una estimación sobre la velocidad con que se realiza el movimiento cronometrado.
- AN: actividad normal (100).
- FA: factor de actividad o actividad observada en tanto por uno.
- TN: tiempo normal.

2.2.7 Aplicación de suplementos

Durante la jornada de trabajo, aparte que el trabajador opera en su puesto de trabajo, tiene que realizar otro tipo de tareas, es decir, necesidades biológicas, fatiga, tiene que resolver incidencias, limpiar su puesto, etc.

El estudio de métodos y tiempos pretende por simplicidad y coherencia cargar los tiempos dedicados a estas tareas a la operación principal, la herramienta para hacerlo son los suplementos.

Sin embargo los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte esencial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos como por contingencias, por razones de política de la empresa y los especiales solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

Los suplementos por descanso tienen dos componentes principales los cuales son los siguientes (Anexo 1):

- Suplementos Fijos
 - Necesidades personales
 - Fatiga Básica
- Suplementos Variables
 - Tensión y esfuerzos
 - Factores Ambientales

2.2.8 Estudio de tiempo con máquinas

Tiempo condicionado por la máquina (o por el proceso): Es aquel tiempo que se tarda en completar parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina o del proceso.

Trabajo exterior: Es el compuesto por elementos que deben necesariamente ser ejecutados por el obrero fuera del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

Trabajo interior: Es el compuesto por elementos que pueden ser ejecutados por el obrero dentro del tiempo condicionado por la máquina o proceso.

2.2.9 Plan Maestro de Producción

El plan maestro de producción (MPS) es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planeación a corto plazo que, por lo general, abarca de unas cuantas semanas a varios meses.

El plan maestro de producción permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un horizonte

temporal a largo plazo, en clase, en cantidad y momento para cada uno. Es decir, determinar las cantidades y fechas en que deben estar dispuestos los inventarios de distribución de la empresa [5].

Es un compromiso entre las expectativas existentes respecto a la demanda, representadas por el área comercial de la empresa y las posibilidades tecnológicas y humanas del sistema productivo.

Es el resultado del trabajo de las empresas, ya que la mayoría de ellas deben trabajar con planes sobre productos específicos o terminados, tomando en cuenta que debe existir una información previa que sirva de base para realizar la planificación del proceso de elaboración del producto que se desea planificar, la cual debe especificar las cantidades y las fechas de producción en relación a productos específicos; las cantidades y las fechas en relación a los componentes comprados o realizados; la secuencia de trabajos o pedidos individuales y la asignación a corto plazo de los recursos a operaciones individuales lo cual evita trastornos innecesarios en los procesos de fabricación a la vez se deben considerar las necesidades netas de fabricación, lo cual implica que las necesidades de productos se tiene que descontar los productos fabricados y que se encuentran disponibles en los inventarios [8] [9].

Este plan también permite la implantación de la capacidad, método mediante el cual se ajusta el programa maestro para equilibrar las fechas vencidas de los trabajos o pedidos contra la capacidad de la planta y sus instalaciones. En los periodos de carga de trabajo bajo, el procedimiento de planeación de la capacidad trata de caminar los pedidos hacia atrás para que los niveles de carga de trabajo concuerden con las capacidades existentes [9].

Una vez definido el plan maestro de la producción nos permitirá:

- Programar:
 - Las necesidades de producción.

- Las necesidades de los componentes.
- La capacidad productiva necesaria: determinar el número de horas maquina así como el personal necesario.
- Determinar
 - Las fechas de entrega a los clientes: gracias a un conocimiento de aquellos que vamos a fabricar y cuando lo vamos a fabricar. Se persigue que no haya demora alguna con respecto a la fecha anunciada.
 - Financiación de los stocks: dado que se establece una previsión de la evolución de los stocks, esto nos permitirá conocer las necesidades de la financiación.
 - La rentabilidad: se puede conocer con cierta facilidad los flujos financieros de entrada, salida así como las inmovilizaciones financieras, lo que permitirá establecer una medida de rentabilidad.

2.2.10 Objetivos del MPS

El MPS toma el plan de capacidad agregado y lo asigna a pedidos de productos finales, los objetivos son:

- Programar productos finales para que se terminen con rapidez y cuando se haya comprometido con los clientes.
- Evitar sobrecargas y subcargas de las instalaciones de producción de manera que la capacidad de producción se utiliza con eficiencia y resulte bajo el costo de producción.

La programación de la producción es una actividad que consiste en fijar los planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción [9].

2.2.11 ¿Qué define el plan maestro de producción?

El MPS es una decisión de tipo operativa, respecto a los artículos y cantidades que deben ser fabricados en el siguiente periodo de planificación. Sus características son:

- Determina que debe hacerse y cuando.
- Se establece en términos de productos específicos y no en familias.
- Es una decisión de lo que se va a producir, no un pronóstico más.

Es recomendable que ya elaborado el MPS se evalúe en su viabilidad cada vez que corresponda a un periodo de planificación.

El MPS es una declaración susceptible de ajustes, por lo tanto es conveniente establecer un criterio de flexibilidad por horizonte, para lo cual tenemos:

- **Horizonte fijo:** periodo durante el cual no se harán ajustes al MPS.
- **Horizonte medio – fijo:** periodo en el que se pueden hacer cambios a ciertos productos.
- **Horizonte flexible:** periodo más alejado, en el que es posible hacer cualquier modificación al MPS.

2.2.12 ¿Cómo elaborar un Plan Maestro de Producción - MPS?

Información requerida

- Planificación jerárquica:
 - El plan agregado en unidades de producto.
- Planificación independiente:
 - Pronóstico de ventas a corto plazo en unidades de producto.

Adicionalmente

- Pedidos reales comprometidos con los clientes.

- Capacidad disponible de la instalación.
- Fuentes de demanda adicional.
- Existencias en inventario en unidades de producto.

2.2.13 Planeación de la capacidad

Capacidad es el más alto nivel de producción que una compañía puede sostener razonablemente, con horarios realistas para su personal y con el equipo que posee.

Capacidad de producción cantidad de recursos que entran y que están disponibles con relación a los requerimientos de producción durante un periodo de tiempo determinado.

La planeación de la capacidad es la cantidad de recursos disponibles que se requerirán para la producción, dentro de un periodo específico.

El objetivo de la planeación de la capacidad es brindar una guía para determinar el nivel general de la capacidad de los recursos que apoye mejor la estrategia competitiva de la compañía a largo plazo.

La capacidad “**excesiva**” puede ser tan fatal como la capacidad “**insuficiente**”.

Cuando se pretende aumentar la capacidad es necesario tener en cuenta diferentes aspectos. Los tres más importantes son:

1. Mantenimiento del equilibrio del sistema
2. Frecuencia de los aumentos de capacidad
3. Uso de la capacidad externa

2.2.14 Horizontes para la planeación de la capacidad

Largo plazo (más de un año): se requiere de este tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción. Por lo tanto la planeación de la capacidad a largo plazo requiere de la participación y la autorización de la alta gerencia.

Mediano plazo: planes mensuales o trimestrales que caben dentro de los próximos 6 a 18 meses. Pueden alterar la capacidad, alternativas como: contratación o recortes de personal, nuevas herramientas, adquisición de equipamiento menor y la subcontratación.

Corto plazo (menos de un mes): Está ligado al proceso de los programas diarios o semanales que implica efectuar ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Incluye alternativas como horas extra, transferencia de personal y otras opciones para la producción [9].

2.2.15 Mediciones de capacidad

- Basada en la salida del producto:
 - Número de unidades producidas.
 - Número de clientes atendidos.

A mayor variabilidad de productos o segmentos de clientes la medición pierde especificidad.

- Basada en utilización de recursos:
 - Horas máquina.
 - Número de máquinas [9].

2.2.16 Tipos de decisiones de capacidad

Contracción: Se la utiliza como último recurso. Trae consigo el cierre de plantas y despido del personal.

Expansión: Ampliación de la capacidad y se debe estudiar:

- Si falta la capacidad instalada o
- Si no hay un buen aprovechamiento de la capacidad.

Importancia de las decisiones de capacidad

- Impacto en la habilidad para cubrir futuras demandas
- Afecta costos operativos
- Involucra compromiso gerencial
- Afecta la competitividad
- Impacta los planes de largo plazo

2.2.17 Plan agregado

Una demanda significativa para dos o más productos que comparten un proceso en el mismo período requiere dos decisiones: cuanto de cada producto debe fabricarse en el período y cuanto, dentro del período, debe fabricarse. Esto es, que tamaño de lote y que secuencia deben usarse.

Los costos de producción, excluyendo la mano de obra, no cambian en el horizonte de planeación y se ignoran. Una unidad producida pero no vendida en el mes se cuenta como inventario durante todo el mes (inventario de fin de mes). También puede usarse el inventario promedio mensual.

2.2.18 Plan de inventario cero

Llamado también plan de lote por lote. Cada mes se produce justo la cantidad demandada, y no se almacena. Los trabajadores aumentan cuando crece la demanda y se despiden cuando decrece. Se debe encontrar el número de trabajadores necesarios cada mes.

Para determinar las unidades producidas al día por cada trabajador se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades producidas} / \text{trabajador} = \frac{\text{unidades producidas} / \text{año}}{\text{días trabajador} / \text{año}} \quad (4)$$

La capacidad depende del número de trabajadores que, para el plan de inventario cero, se determina para satisfacer la demanda. Así, la capacidad siempre es tan grande como la demanda.

2.2.19 Plan de fuerza de trabajo nivelada

El siguiente plan usa el inventario producido en periodos no pico para satisfacer la demanda de los períodos pico y se llama plan de producción nivelada o de fuerza de trabajo constante, porque se usa el mismo número de trabajadores en todos los periodos.

Para determinar el número de trabajadores necesarios en todos los periodos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Trabajadores necesarios} = \frac{\text{Demanda total del periodo}}{\text{u por trabajador} \times \text{horizonte de planeación}} \quad (5)$$

Los inventarios negativos, son órdenes atrasadas o faltantes, y se fabricarán y enviarán más adelante.

A diferencia del plan de inventario cero, este plan tiene una fuerza de trabajo constante e inventario variable. Minimiza los costos de contratación y despido, pero aumenta el costo de almacenaje y de faltantes.

Pero si no se quiere faltantes se debe obtener el número de trabajadores para producir todas las unidades a lo largo del horizonte; pero es necesario tener suficientes trabajadores cada mes. Entonces la producción acumulada debe ser igual o exceder la demanda acumulada para cada período. Para obtener el número de trabajadores necesarios para un período acumulado:

$$trabajadores_{acumulados} = \frac{demanda_{acumulada}}{dias_{acumulados} \times unidades_{trabajador\ dia}} \quad (6)$$

Cualquier mes que requiere el máximo número de trabajadores termina con inventario cero. Después de ese mes se produce para almacenar si un mes posterior necesita el máximo número de trabajadores.

2.2.20 El caucho

Sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados.

El caucho en bruto obtenido de otras plantas suele estar contaminado por una mezcla de resinas que deben extraerse para que el caucho sea apto para el consumo. Entre estos cauchos se encuentran la gutapercha y la balata, que se extraen de ciertos árboles tropicales.

2.2.21 Propiedades físicas y químicas

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es C_5H_8 . A la temperatura del aire líquido, alrededor de $-195\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho

puro es un sólido duro y transparente. De 0 a 10 °C es frágil y opaco, y por encima de 20 °C se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de 50 °C, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de 200 °C o superiores se descompone.

El caucho puro es insoluble en agua, álcali o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.

2.2.22 Desarrollo de los procesos de producción

En 1834, el químico alemán Friedrich Ludersdorf y el químico estadounidense Nathaniel Hayward descubrieron que si le añadían azufre a la goma de caucho, reducían y eliminaban la pegajosidad de los artículos de caucho. En 1839, el inventor estadounidense Charles Goodyear, basándose en las averiguaciones de los químicos anteriores, descubrió que cocinando caucho con azufre desaparecían las propiedades no deseables del caucho, en un proceso denominado vulcanización. El caucho vulcanizado tiene más fuerza, elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el no vulcanizado; además es impermeable a los gases y resistente a la abrasión, acción química, calor y electricidad. También posee un alto coeficiente de rozamiento en superficies secas y un bajo coeficiente de rozamiento en superficies mojadas por agua [16].

2.2.23 Procesos de fabricación modernos

En la fabricación moderna de artículos de caucho natural se trata el caucho en máquinas con otras sustancias. La mezcla se procesa mecánicamente sobre una base o se moldea, colocándose luego en moldes para su posterior vulcanizado.

Las fuentes principales del caucho puro son las láminas y planchas del látex de las plantaciones del árbol *Hevea*, además del látex no coagulado empleado en algunas

industrias. El caucho reciclado, calentado con álcali durante 12 o 30 horas, puede emplearse como adulterante del caucho crudo para rebajar el precio final del producto. La cantidad de caucho reciclado que se puede utilizar dependerá de la calidad del artículo que se quiera fabricar.

- **Máquinas mezcladoras**

El siguiente paso del proceso son las máquinas mezcladoras. Éstas se asemejan a las máquinas masticadoras, ya que en ambos casos tienen dos rodillos, pero en las mezcladoras estos giran en direcciones opuestas, y en las masticadoras los rodillos giran en la misma dirección pero a diferente velocidad. También se utilizan máquinas mezcladoras de cilindros cerrados, para elaborar disoluciones y pegamentos de caucho mezclado con disolventes.

Estos productos líquidos del caucho se emplean en tejidos impermeables y en artículos a los que se da forma introduciendo un molde en la disolución, como en el caso de los guantes de goma. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los ingredientes se mezclan en frío para su posterior satinación, extrusión u otro proceso previo a la vulcanización.

- **Extrusión y vulcanización**

En este proceso se prensa el caucho a través de troqueles, haciendo tiras aplastadas, tubulares o de una forma determinada. Se emplea este proceso en la fabricación de tuberías, mangueras y en productos para sellar puertas y ventanas. También existen procesos de extrusión específicos para el revestimiento de fibras en forma de tubo para mangueras a presión.

Una vez fabricados, la mayoría de los productos del caucho se vulcanizan bajo presión y alta temperatura. Muchos productos se vulcanizan en moldes y se comprimen en presas hidráulicas, aunque la presión necesaria para una vulcanización eficaz se puede conseguir sometiendo el caucho a la presión externa o interna del vapor durante el calentamiento. Algunos tipos de mangueras para

jardinería están revestidas con plomo, y se vulcanizan haciendo pasar vapor a alta presión por la abertura de la manguera, comprimiéndose la manguera de caucho contra el plomo. Una vez acabado el proceso, el plomo se saca de la manguera y se funde para volverlo a usar. Del mismo modo se emplea el revestimiento de estaño para producir ciertos tipos de aislamiento eléctrico de alta capacidad.

2.2.24 ¿Cómo se fabrican los productos de caucho?

Los componentes del caucho industrial se fabrican normalmente por uno de los siguientes métodos:

- Moldeo por inyección: Se utilizan franjas de compuesto.
- Moldeo por compresión: Requiere operaciones secundarias para procesar el material en formas adecuadas del peso y/o de la forma correcta para satisfacer determinados productos.
- Extrusión: Utilizando franjas de compuesto.
- El moldeo por inyección y compresión requiere moldes de una o de muchas cavidades, fabricados normalmente en acero de alta calidad y diseñados y producidos utilizando los programas CAD/CAM.

2.2.25 Descripción de la Empresa

Plasticaucho Industrial es una empresa constituida varios años atrás por Don José Filometor Cuesta Tapia, iniciando en el sector de Catiglata, donde en la actualidad aún se encuentran algunas plantas de producción, pero la mayoría de plantas productivas y oficinas administrativas se encuentran en el parque Industrial.

Plasticaucho cuenta con varias plantas de producción: Calzado Cuero, Lona Clásico, Plástico, Relax, Mezclas Termoplásticas, Prefabricados Lona e Industrias Diversas.

La planta de Industrias Diversas (ID) atiende a clientes externos tanto como internos, proporcionando material para los procesos de otras plantas de la empresa, para lo cual cuenta con dos líneas de producción, caucho y eva. En la línea de eva se produce materiales para la fabricación de manualidades y de aplicación didáctica.

En la línea de caucho se fabrica materiales para la fabricación de calzado, accesorios para vehículos y revestimiento para pisos, tales como neolites, guardabarros, PLG, Alfombra, Caucho flexible y suelas. Los SE (sub ensamblados) utilizados en la fabricación de materiales de CAUCHO se los prepara en la área de Pesaje y en la Línea de Mezclado, para pasar a la línea de PRENSADO y de ser el caso en la línea de inyección suelas.

El Área de Producción Suelas es un ente de servicio, que abastece al proceso de Montaje de Cuero y que fabrica suelas bajo pedido de clientes internos y externos.

2.3 Propuesta de solución

Realizar un estudio de capacidad de producción para mejorar y/u optimizar los procesos de planificación y producción de la planta de Industrias Diversas de la empresa PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A., el mismo servirá para validar, mejorar y perfeccionar operaciones, variables y procesos relacionados con: eficiencia de MOD, capacidad instalada, capacidad real, horas de producción disponible, capacidad hora/hombre, capacidad hora/máquina, eficiencia y eficacia del centro de costo en estudio.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Modalidad de investigación

El presente proyecto es de tipo investigación aplicada (I), ya que se investiga y calcula la capacidad de la planta de acuerdo a la realidad y necesidades de la empresa, además se emplea modalidades de investigación bibliográfica y de campo.

La investigación realizada será de tipo bibliográfica ya que para dar solución al problema de investigación se sustenta la información a través de consulta de documentos (libros, revistas, artículos, tesis, registros, periódicos, folletos, páginas web, y publicaciones actuales, etc.) referentes al tema todo esto con el fin de permitir el desarrollo correcto del presente trabajo de investigación.

Investigación de campo ya que ayuda a obtener datos precisos y claros acerca del problema en estudio, estando en contacto con los procesos de la planta debido a que para obtener la información necesaria se obtiene directamente de la empresa, en donde a través de las técnicas de investigación se puede recolectar, registrar y analizar todos los datos; para de esta manera comprender cuales son los problemas por los cuales atraviesa la empresa y proponer mejoras.

3.2. Recolección de la información

Las técnicas e instrumentos que se utiliza para la recolección de datos permiten obtener la información necesaria para dar cumplimiento al objetivo de estudio. Por lo tanto, para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se utiliza como técnicas de investigación observaciones de los procesos de elaboración de los productos de caucho. En cuanto a instrumentos para la recolección de datos se utilizan gráficos, tablas, diagramas y formularios. Toda la información que se obtenga es de gran utilidad para diseñar un estudio de capacidades eficiente en el área de producción de caucho de la planta Industrias Diversas.

3.3 Procesamiento y análisis de datos

- Validar estándares y tiempos de producción de los materiales que se realizan en la planta de Industrias Diversas.
- Obtener un listado de los productos más comercializados.
- Organizar la información obtenida de documentos y bases de datos.
- Interpretar la información recolectada en función a lo que se necesitará.

3.4 Desarrollo del proyecto

- Estudio del proceso de producción de caucho.
- Obtención de la lista de los productos más comercializados.
- Realización de estudio de tiempos.
- Determinación de los procesos críticos de la línea de producción.
- Aprobación de los estándares de producción del proceso.
- Validación la información recolectada de acuerdo a las necesidades.
- Análisis de la información recolectada.

- Realización del cálculo de la capacidad de producción de la línea de caucho.
- Revisión el plan maestro de producción.
- Análisis de la influencia del MPS en las capacidades obtenidas.
- Revisión de todos los datos obtenidos y calculados.
- Establecimiento de una propuesta de volumen de producción en base a las capacidades obtenidas.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Antecedentes Generales

PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A es una empresa ambateña, conformada años atrás, dedicada a la comercialización, diseño y producción de calzado de lona, cuero y plástico, además materiales para: manualidades, de aplicación didáctica, fabricación de calzado, accesorios para vehículos y revestimiento para pisos cumpliendo con los requisitos y legislación aplicable asignando los recursos necesarios para la mejora continua.

La empresa cuenta con varias plantas de producción relacionadas y siendo proveedores y clientes entre sí; en el sector de Catigata se encuentran las plantas de Calzado Relax e Industrias Diversas, en el Parque Industrial Ambato (PIA) están las plantas de Calzado lona, calzado plástico, mezclas termoplásticas, calzado escolar y prefabricados lona, además cuenta con dos plantas logísticas (Materia Prima y productos terminado) en la ciudad y oficinas comerciales en Guayaquil, Santo Domingo, Cuenca y Quito.

Además cuenta con áreas de apoyo como diseño, taller de moldes, taller mecánico, servicios generales, desarrollo de compuestos, costos, finanzas, sistemas de información, sistema de gestión integrado, contact center, mercadeo, ventas, seguridad física, entre otras. Estas áreas, plantas de producción y logísticas cuentan con

administraciones (gerencia, jefaturas, supervisión, etc.) independientes, pero se relacionan cada una como proveedor y cliente trabajando para un solo propósito empresarial.

4.2. Justificación

4.2.1 Optimización restringida

Un problema de optimización consiste en encontrar aquellos valores de ciertas variables que optimizar (máxima o mínima). El método más conocido para encontrar el óptimo de una función es a través del análisis de sus derivadas. Este método tiene dos limitaciones: no siempre la función es derivable y además no siempre el óptimo nos da una solución que tenga sentido en la práctica.

Debido a la primera limitación surgieron los métodos numéricos, que parten de una solución inicial, y mediante algún algoritmo iterativo mejoran sucesivamente la solución mostrando nuevas soluciones, como se indica en la Fig.1.

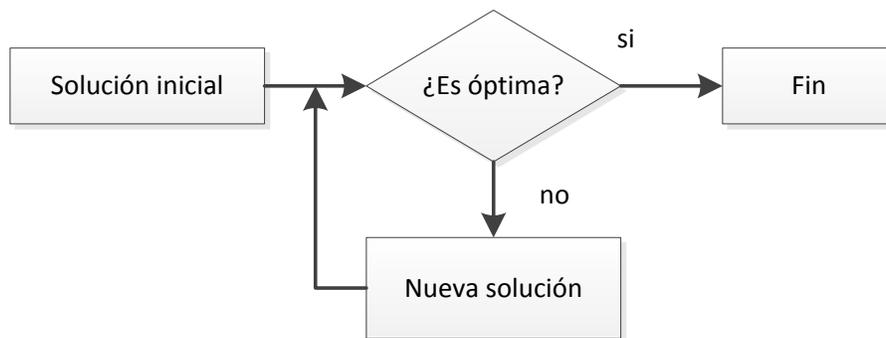


Fig. 1: Algoritmo de método numérico de Solver

Debido a la segunda limitación, surgieron los métodos de optimización restringida, ya que se puede poner restricciones a las variables, de modo que cumplan una o más condiciones. La restricción más común es que las variables deben ser no negativas;

pero además surgen naturalmente otras restricciones en el mundo real, estas restricciones pueden ser funciones de las variables controlables.

Los modelos más sencillos de optimización restringida corresponden a modelos de Programación Lineal, donde tanto la función objetivo como las restricciones son funciones lineales, las variables deben ser no negativas, y pueden tomar cualquier valor real, no necesariamente entero.

4.2.2 Solver de Excel

Solver es una herramienta de Excel para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos, se utiliza para determinar el valor máximo o mínimo de una celda modificando otras celdas, las celdas que se seleccionen deberán estar relacionadas mediante fórmulas en la hoja de cálculo. Si no están relacionadas, cuando se modifique una celda no se modificará la otra.

Con Solver puede modificarse el valor óptimo para una celda, denominada “celda objetivo”. Solver ajusta los valores en las celdas cambiantes que se especifiquen, denominadas “celdas ajustables” para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo. Pueden aplicarse restricciones para limitar los valores del modelo, pudiendo estas hacer referencia a otras celdas a las que afecte la fórmula de la celda objetivo.

Solver utiliza diversos métodos de solución, dependiendo de las opciones que seleccione.

- Para los problemas de Programación Lineal utiliza el método Simplex.
- Para problemas lineales enteros utiliza el método de ramificación y límite.
- Para problemas no lineales utiliza el código de optimización no lineal.

Se llama Programación Lineal (PL) al conjunto de técnicas matemáticas que pretenden optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo. Función lineal de varias variables, sujeta a una serie de restricciones, expresadas por inecuaciones lineales.

En un problema intervienen:

- La función $f(x,y)=ax+by+c$ llamada función objetivo y que se va a optimizar. En esta función x e y son las variables de decisión, mientras que a , b y c son constantes.
- Las restricciones, que deben ser inecuaciones lineales. El carácter de desigualdad viene impuesto por las limitaciones, disponibilidades o necesidades, que son: inferiores a (menores: $<$ o $<=$); como mínimo de (mayores: $>$ o $>=$). Tanto si se trata de maximizar como de minimizar, las desigualdades pueden darse en cualquier de los dos sentidos.
- El conjunto de valores de x e y que verifican todas y cada una de las restricciones se lo denomina conjunto (o región) factible. Todo punto de ese conjunto puede ser solución del problema; todo punto no perteneciente a ese conjunto no puede ser solución.
- La solución óptima del problema será un par de valores (x_0, y_0) del conjunto factible que haga que $f(x,y)$ tome el valor máximo o mínimo.

La forma estándar de un PL es la siguiente:

$$\text{Max } F(x) = c^t x$$

- Puede maximizarse la función objetivo con signo negativo.
- Las restricciones $>$ pueden transformarse en $<$, multiplicándolas por -1 .
- Las restricciones $=$ pueden escribirse como 2 restricciones $>=$ y $<=$

4.2.3 Parámetros de Solver

- **Tiempo máximo:** Limita el tiempo que tarda el proceso de solución. Puede introducirse un valor de hasta 32.367, pero el valor predeterminado 100 (segundos) es adecuado para la mayor parte de los problemas.
- **Iteraciones:** limita el tiempo que tarda el proceso de solución, limitando el número de cálculos provisionales. Aunque puede introducirse un valor de hasta 32767, el valor predeterminado 100 es adecuado para la mayor parte de los problemas pequeños.
- **Precisión:** Controla la precisión de las soluciones utilizando el número que se introduce para averiguar si el valor de una restricción cumple un objetivo o satisface un límite inferior o superior. Debe indicarse la precisión mediante una fracción entre 0 y 1. Cuantos más decimales tenga el número que se introduzca, mayor será la precisión. Cuanto mayor sea la precisión, más tiempo se tardara en encontrar una solución.
- **Tolerancia:** El porcentaje mediante el cual la celda objetivo de una solución satisface las restricciones externas puede diferir del valor óptimo verdadero y todavía considerarse aceptable. Esta opción solo se aplica a los problemas que tenga restricciones enteras. Una tolerancia mayor tiende a acelerar el proceso de solución.

4.3 Procesos de producción

La planta de Industrias Diversas consta de dos líneas de producción claramente identificadas y separadas dentro de la planta industrial, la línea de producción de caucho y la línea de producción de eva. (Anexo 2)

La línea de producción de caucho consta de los siguientes procesos principales: pesaje, mezclado caucho, prensado caucho, lijado, dividido y empaque de caucho de manera general.

En la figura 2, se muestra de manera general los procesos de producción, como cada producto debe pasar por cada proceso hasta llegar a tener las características de un producto terminado.

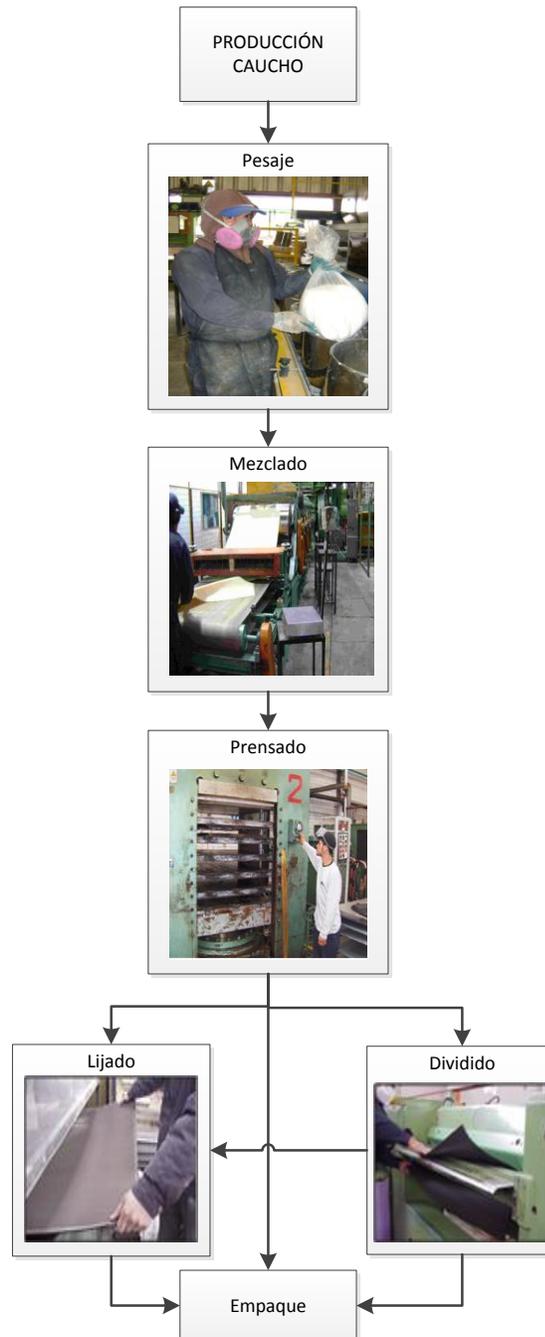


Fig. 2: Diagrama de producción caucho

4.4 Levantamiento de procesos

Para el estudio se realiza un levantamiento de procesos en los que se muestra las actividades, recursos y diagramas de flujo de cada proceso. Los diagramas de flujo que se muestran a continuación representan el proceso de fabricación en la empresa y son un claro reflejo de la producción usada en la planta.

4.4.2 Pesaje

En el proceso de pesaje se toman las fórmulas, lista de materias primas por el compuesto del material, incluye versión, código de la fórmula, material a pesar, peso de cada materia prima y firmas de responsabilidad.

En este proceso se toma cada materia prima y se pesa exactamente la cantidad especificada en la fórmula se colocan todos estas materias primas en jabs que se entrega al proceso de mezclado.

En la tabla 2 se muestra las entradas, clientes, salidas proveedores, actividades y recursos del proceso Pesaje caucho.

Tabla 2: Levantamiento de procesos – Pesaje

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Pesaje
	Subproceso:	Pesaje caucho
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Pesar los materiales descritos en la formula bajo tolerancias admisibles
Entradas:	Materia prima, componentes químicos
Proveedores:	Logistica Materia Prima
Salidas:	Materiales pesados
Clientes:	Mezclado caucho
Indicadores:	Paradas pesadas
Recursos:	Pesadores, maquina pesadora PY01, balanzas, registros

Nº	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSOS
1	Verificar que las balanzas, detector de metales, guillotinas y PY01 operen de manera correcta		Pesas estandarizadas
2	Imprimir la OT y verificar la vigencia de la receta		Impresora
3	Verificar que la version y peso de la formula concuerde con la orden de trabajo		Fórmula oficial
4	Confirmar la disponibilidad de la materia prima		SAP (mb52)
5	Pesar el material manualmente en lotes de 5 paradas		Balanza
6	Ubicar en la pantalla de la PY01 las recetas de los materiales a pesar		Documento de recetas
7	Colocar en fundas el material pesado en la máquina PY01		Material de empaque
8	Verificar el peso en las balanzas		Balanzas, material pesado
9	Registrar las paradas pesadas		ID-PRODUC-REG05
10	Ubicar el material en las jabas con su respectiva etiqueta		Jabas, etiquetas
11	Enviar al mezclado las paradas pesadas en identificadas		Montacargas

Elaborado por: la investigadora

En la Fig. 3 se muestra el diagrama de flujo de las actividades principales del proceso de pesaje y su secuencia.

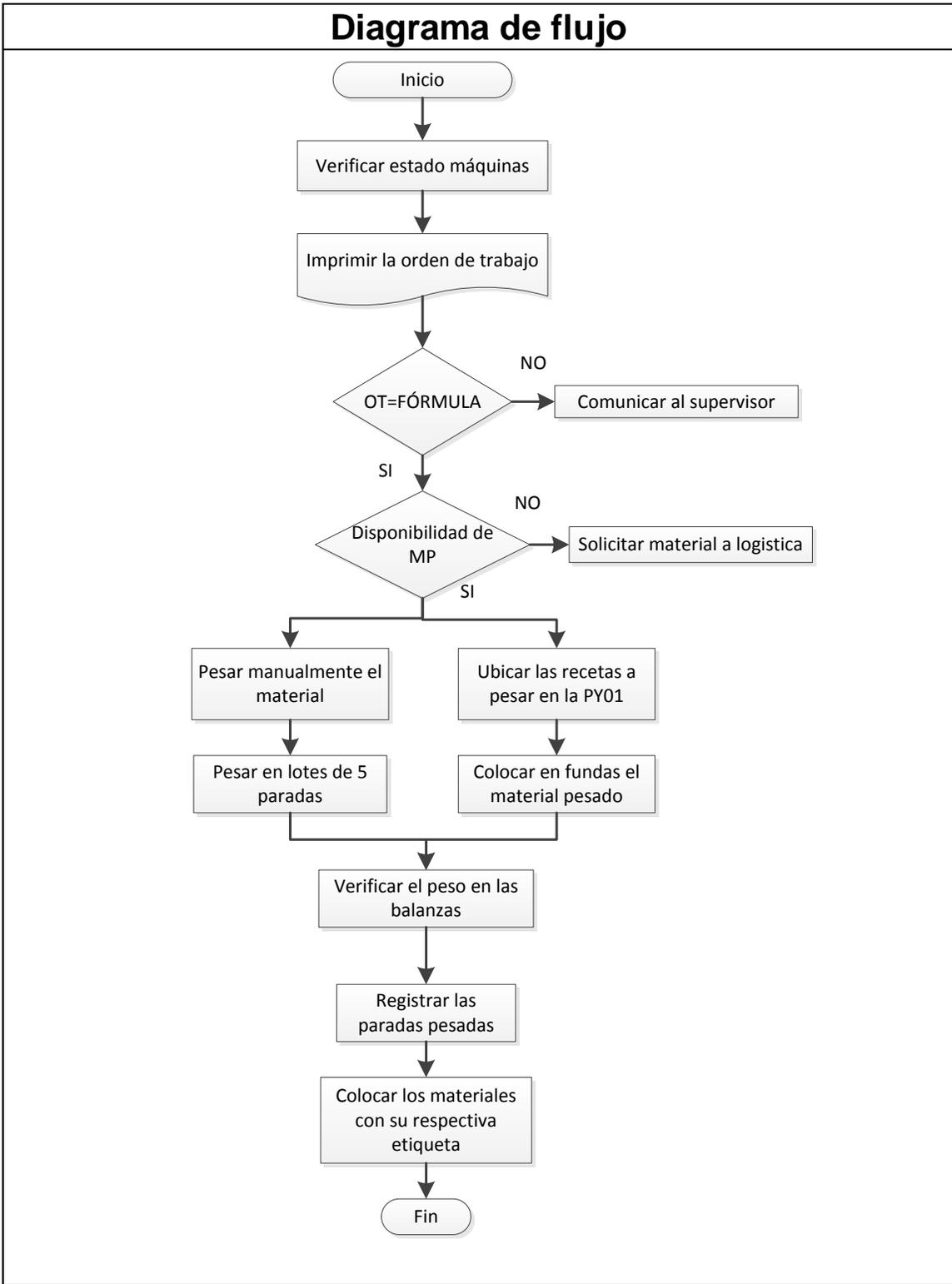


Fig. 3: Diagrama de proceso - Pesaje

4.4.3 Mezclado

En el proceso de mezclado se homogeniza las materias primas teniendo en cuenta que sea la fórmula correcta y el orden de incorporación de materias primas:

1. Se debe incorporar recuperados, polímeros, regenerados, colorantes, cargas, peptizante, antioxidante.
2. Incorporar plastificantes.
3. Incorporar activantes y ayudas de proceso.

En este proceso las variables principales la temperatura y el tiempo, importantes para una correcta homogenización, en caso de no cumplir con los parámetros establecidos se obtiene diferencias en las propiedades físicas del compuesto y habrá distorsión en los tiempos de vulcanizado.

En la fig. 4 se muestra como las dos líneas de mezclado comparten la misma calandra, tren de enfriamiento y laminador, así como los operadores de la línea de mezclado caucho.

El proceso de mezclado es el siguiente:

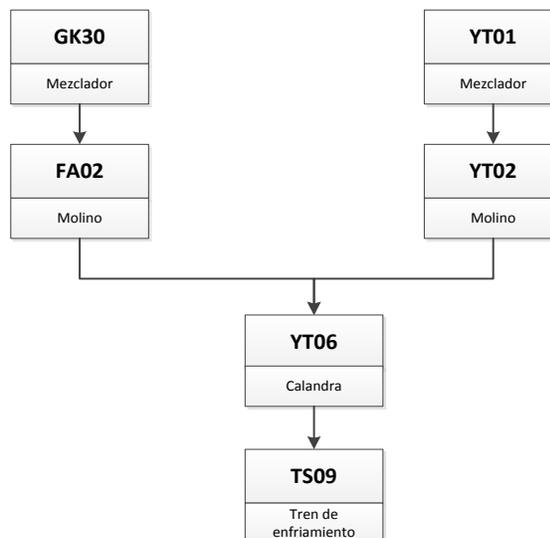


Fig. 4: Proceso de mezclado caucho

En mezclado caucho se cuenta con la siguiente maquinaria que se muestra en la tabla 3:

Tabla 3: Disponibilidad de maquinaria – Mezclado

No.	MARCA	MÁQUINA CODIGO PISA	FUNCIÓN	LÍNEA
1	Pesaje	Pesaje	Pesaje	CAUCHO
1	YI TZUNG	YT01	Mezclador	CAUCHO
2	WERNER & PFLEIDERER	WP01	Mezclador	CAUCHO
3	FARREL	FA 02	Molino	CAUCHO
4	YI TZUNG	YT 02	Molino	CAUCHO
5	YI TZUNG	YT 06	Calandra	CAUCHO
6	TEN SHEEG	TS 09	Tren	CAUCHO

Elaborado por: la investigadora

El proceso de mezclado se lo ha dividido en dos procesos, por las dos líneas de mezclado que se tiene: YT01 y GK30.

En la tabla 4 se muestra el levantamiento de procesos del proceso de caucho de la línea YT01.

Tabla 4: Levantamiento de procesos – Mezclado YT01

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Mezclado Caucho
	Subproceso:	Mezclado YT01
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Obtener un proceso uniforme de mezclado de todos los productos de la Línea Caucho
Entradas:	Paradas pesadas de distintos productos
Proveedores:	Pesaje
Salidas:	Proformas de caucho
Clientes:	Prensado caucho
Indicadores:	Paradas mezcladas, verificación de calidad
Recursos:	Mezcladores, máquina mezcladora YT01, cuchillo de molinero

Nº	ACTIVIDAD	RECURSOS	OBSERVACIONES
1	Setear condiciones de operación.	N/A	
2	Incorporar recuperados, polimeros, regenerados, colorantes, cargas, peptizante y antioxidante.	Balanza	
3	Activar reloj 2		
4	Incorporar plastificantes y realizar limpieza		
5	Activar reloj 3		
6	Realizar limpieza e incorporar activantes, ayudas de proceso		
7	Activar reloj 4		
8	Incorporar acelerantes		
9	Activar reloj 5		
10	Registrar producción	Registro ID-CAU-MZ-REG01	
11	Descargar material al molino YT02		
12	Enfriar hasta 95 +/-5° y añadir azufre		
13	Transportar el material hacia el molino W101		
14	Laminar en la calandra YT06, según documento	ID-CAU-MZ-DOG01	
15	Pasar la lámina por el tren de enfriamiento y cortar según documento	ID-CAU-MZ-DOG01	
16	Apilar las láminas en una paleta		

Elaborado por: la investigadora

En la fig. 5 se expone el diagrama de flujo de las actividades del proceso de mezclado caucho de la línea YT01.

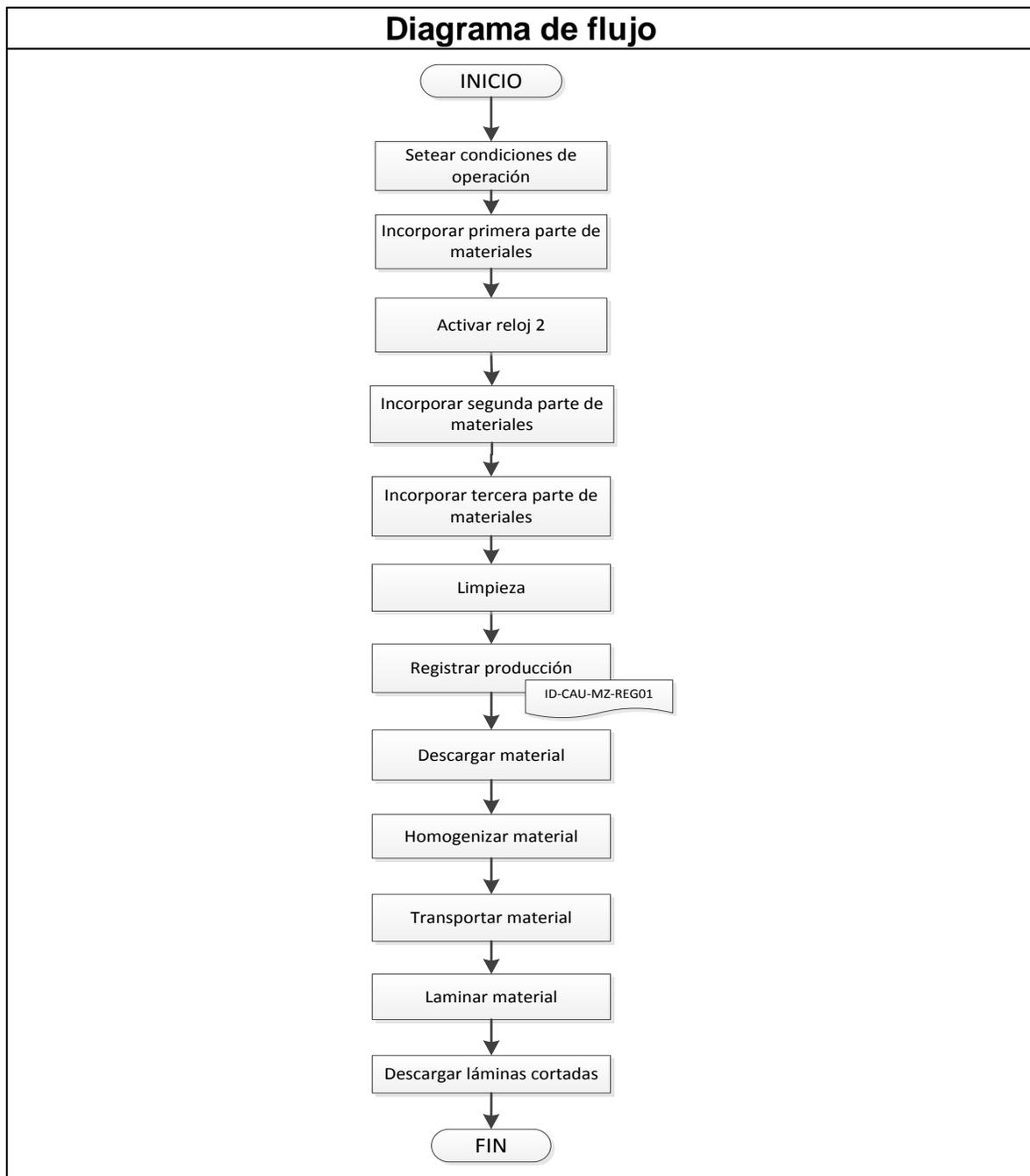


Fig. 5: Diagrama de procesos – Mezclado YT01

En la tabla 5 se puede observar el levantamiento de procesos de la línea de mezclado del GK30 sus entradas, salidas, actividades y recursos.

Tabla 5: Levantamiento de procesos – Mezclado GK30

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Mezclado Caucho
	Subproceso:	Mezclado GK30
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Ejecutar correctamente la operación de mezclado de todos los productos de la Línea Caucho
Entradas:	Paradas pesadas de distintos productos
Proveedores:	Pesaje
Salidas:	Proformas de caucho
Cientes:	Prensado caucho
Indicadores:	Paradas mezcladas, verificación de calidad
Recursos:	Mezcladores, maquina mezcladora GK30, cuchillo de molinero

Nº	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSOS
1	Setear condiciones de operación.		N/A
2	Incorporar recuperados, polimeros, cauchos regenerados, colorantes, ayudas de proceso, y peptizante.		
3	Activar reloj 1		
4	Incorporar cargas, plastificantes y antioxidantes		
5	Activar reloj 2		
6	Realizar limpieza e incorporar acelerantes y activantes		
7	Activar reloj 3		
8	Realizar limpieza y activar reloj 4		
9	Verificar que los materiales a mezclar sean los de la fórmula		Balanza
10	Registrar producción		Registro ID-CAU-MZ-REG01
11	Descargar material a 120°C +/- 5 hacia el molino FA02		Pirómetro
12	Pasar al molino YT02		
13	Enfriar hasta 95°C +/- 5 añadir azufre y homogenizar		Pirómetro
14	Transportar el material hacia el molino W101		
15	Laminar de acuerdo a especificación en la calandra YT06		ID-CAU-MZ-DOG01
16	Pasar al tren de enfriamiento y recortar de acuerdo a especificación		ID-CAU-MZ-DOG01
17	Apilar láminas en una paleta para siguiente proceso		

Elaborado por: la investigadora

En la fig 6 se puede observar en el diagrama de flujo la secuencia de las actividades del mezclado en la maquina GK30.

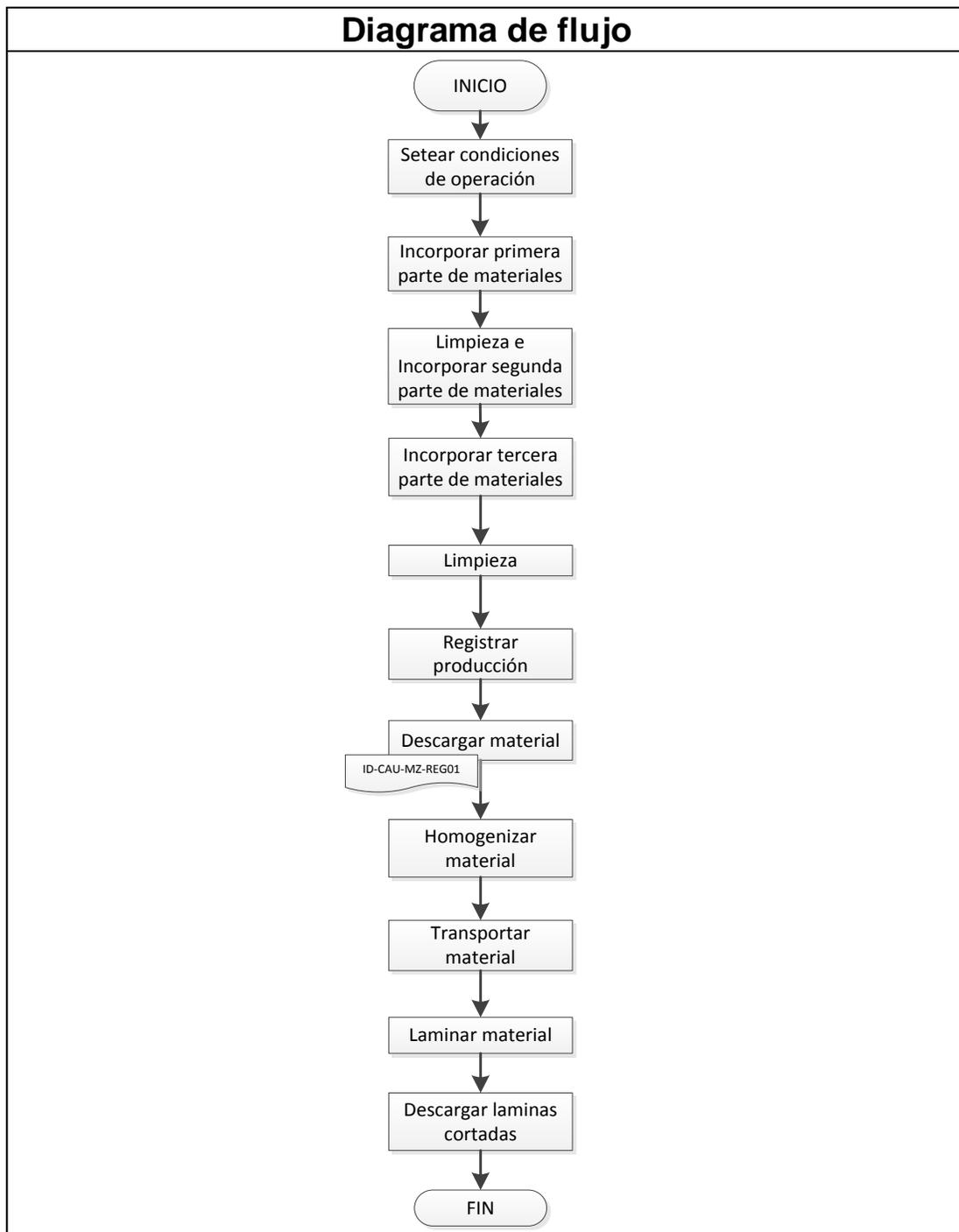


Fig. 6: Diagrama de flujo – Mezclado GK30

4.4.4 Prensado

En el proceso de prensado se introduce las proformas que se obtienen del proceso de mezclado según pesos de cada material, se debe verificar que las proformas se encuentren en condiciones normales para ser prensadas, caso contrario se envía a reprocesar, en caso de ser colores claros se verifica que se encuentren limpias.

En el prensado las variables importantes son presión, temperatura y tiempo. Cuando el producto sale de la presa se verifica que no se encuentren quemadas, veteadas, contaminadas e incompletas.

En la tabla 6 se muestra la maquinaria y número de cavidades que tienen el proceso de prensado, se cuenta con varios moldes de diferentes productos, para lo cual se introduce en cada cavidad la proforma en medidas y peso estandarizados según registro.

Tabla 6: Disponibilidad de maquinaria - Prensado

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS				
No.	MARCA	MAQUINA CODIGO PISA	# DE CAVIDADES	LINEA
1	GUIX	GI01	6	CAUCHO
2	GUIX	GI02	6	CAUCHO
3	JING DAY	JD08	4	CAUCHO
4	MACNEIL	MC01	1	CAUCHO
5	MACNEIL	MC02	1	CAUCHO

Elaborado por: la investigadora

Marca: Se define a la marca como el fabricante o proveedor de la misma.

Máquina código Pisa: Es el código que maneja la empresa internamente.

En las prensas JD08 y JD09 se realizan principalmente las moquetas y alfombras de caucho.

En la tabla 7 se puede observar el levantamiento de proceso de las maquinas JD08-JD09 que son muy similares y fabrican los mismos artículos.

Tabla 7: Levantamiento de procesos – Prensado JD08 – JD09

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Prensado Caucho
	Subproceso:	Prensado JD08 - JD09
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Producir planchas bajo parámetros establecidos
Entradas:	Proformas de caucho
Proveedores:	Mezclado Caucho
Salidas:	Moquetas
Clientes:	Empaque
Indicadores:	Moquetas prensadas en el turno
Recursos:	Prensadores, balanzas, cuchillos, flexómetro

Nº	ACTIVIDAD	RECURSOS	OBSERVACIONES
1	Verificar condiciones de máquina (tiempo, temperatura, presión) de acuerdo al material.		
2	Preparar el peso y la proforma de los materiales a prensar	ID-CAU-VU-DOG03	
3	Las proformas sobrantes y de bajo peso se reprocesan	Balanza	
4	Aplicar desmoldante en base y tapa.	Desmoldante	
5	Cargar las preformas de manera rápida y presionar el botón de cierre automático de la prensa		
6	Descargar el material de la prensa	Guantes	
7	Verificar que el material no se encuentre veteado, contaminado, quemado o incompleto		
8	Refilar el material	Cuchillo	
9	Verificar que el material se encuentra a temperatura ambiente antes de retirar del coche de enfriamiento		
10	Registrar la producción	ID-CAU-VU-REG01	

Elaborado por: la investigadora

En la fig 7 se muestra el diagrama de flujo de las maquinas JD08-JD09 del proceso de prensado caucho.

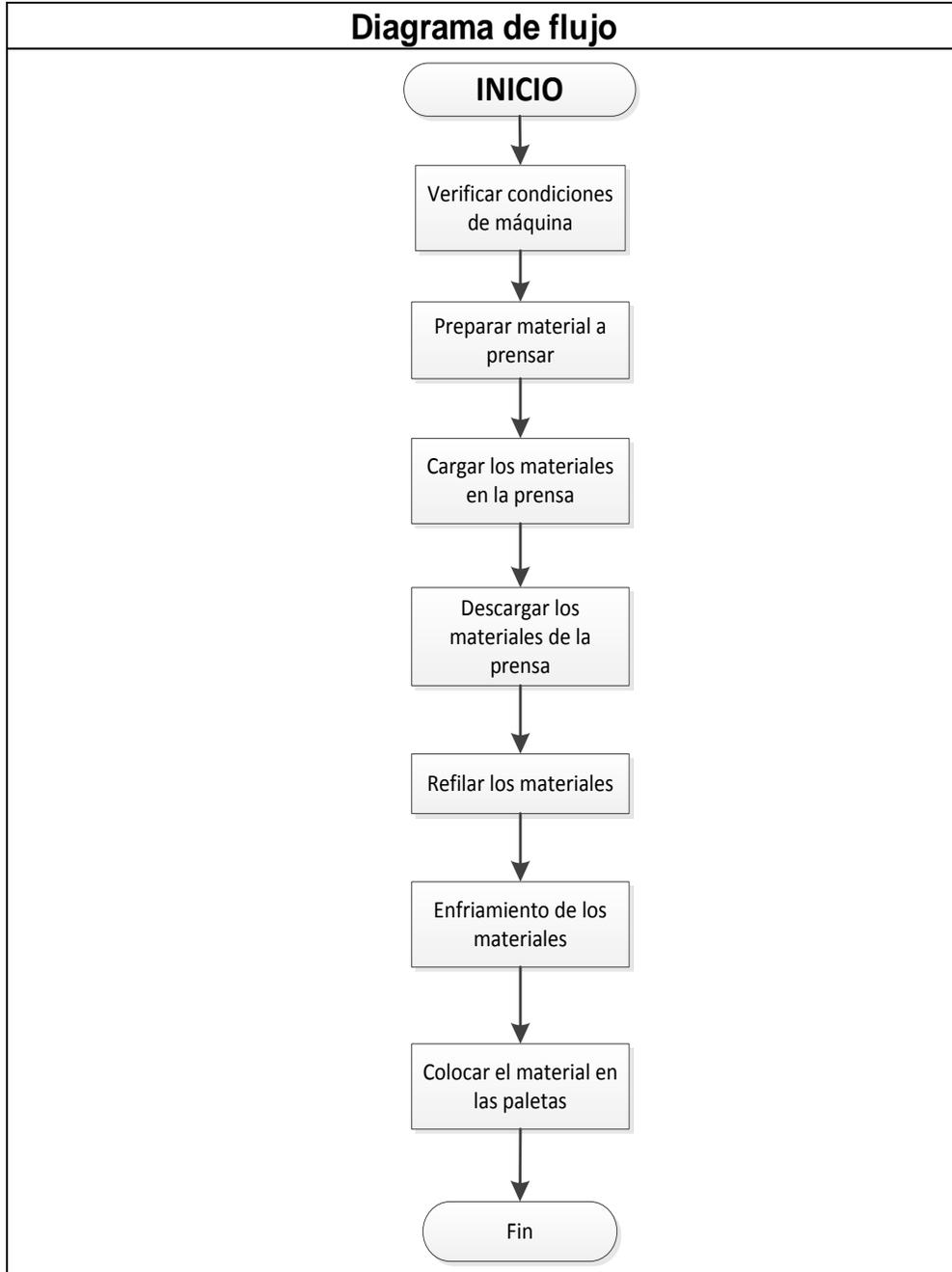


Fig. 7: Diagrama de flujo – Prensado JD08-JD09

En las prensas GI01 y GI02 se realiza principalmente neolites y crepes, en la tabla 8 se muestra el levantamiento de procesos de prensado caucho.

Tabla 8: Levantamiento de procesos – Prensado GI01-GI02

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Prensado Caucho
	Subproceso:	Prensado GI01 - GI02
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Producir planchas bajo parámetros establecidos
Entradas:	Proformas de caucho
Proveedores:	Mezclado Caucho
Salidas:	Neolites y crepes
Clientes:	Lijado caucho
Indicadores:	Productos prensados en el turno, indicador de calidad
Recursos:	Prensadores, balanzas, cuchillos, flexómetro

Nº	ACTIVIDAD	RECURSOS	OBSERVACIONES
1	Verificar condiciones de maquina de acuerdo a el producto a prensar		
2	Limpiar y verificar que esten vacias las jabs donde se van a colocar las rebabas y las mesas donde se va a colocar el producto prensado.	mesas y jabs	
3	Verificar las condiciones del material mezclado		
4	Preparar el peso y la proforma del material a prensar	ID-CAU-VU-DOG01 ID-CAU-VU-DOG02	
5	Las proformas sobrantes y de bajo peso se reprocesan	jabs	
6	Revisar que las proformas de color claro se encuentren limpias		Mediante la observación
7	Aplicar desmoldante en base y tapa.	Desmoldante	
8	Cargar las preformas de manera rápida y presionar el botón de cierre automático de la prensa		
9	Descargar el material de la prensa	Guantes	
10	Verificar que el material no se encuentre veteado, contaminado, quemado o incompleto		Mediante la observación
11	Refilar el material	Cuchillo	
12	Verificar que el material se encuentra a temperatura ambiente antes de retirar del coche de enfriamiento		
13	Registrar la producción	ID-CAU-VU-REG01	
14	Colocar el material en paletas para su identificación	Paletas	

Elaborado por: la investigadora

En la fig 8 se puede observar el diagrama de flujo del proceso de prensado de caucho de las maquinas GI01-GI002 que produce neolites y crepes.

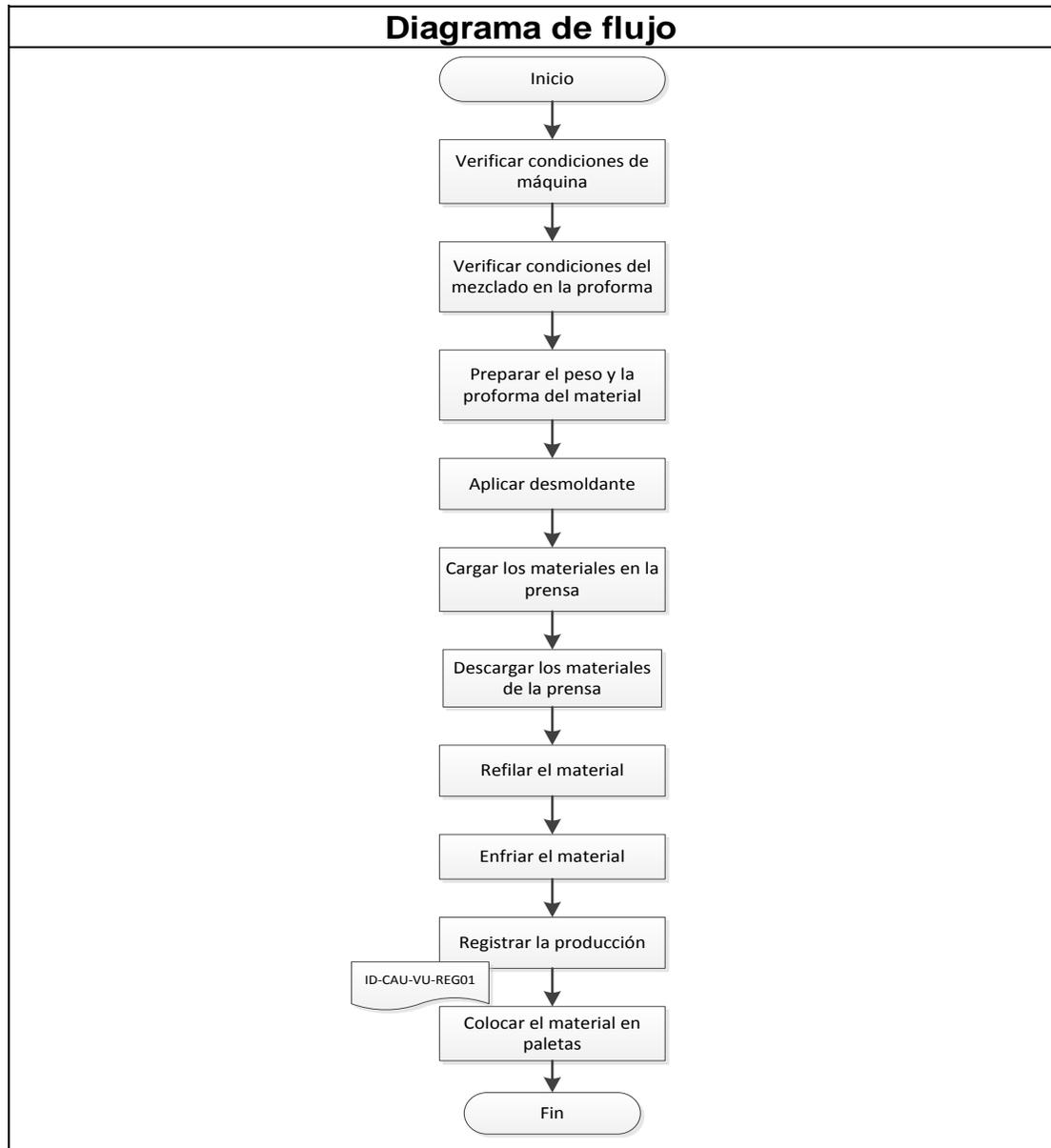


Fig. 8: Diagrama de flujo – Prensado GI01-GI02

4.4.5 Lijado

En el proceso de lijado las planchas pasan por una banda transportadora que les lleva a rodillos donde se lijan para disminuir el calibre de las planchas dependiendo de las condiciones que es solicitado por ventas. El polvo que se obtiene de este proceso de lijado se lo recolecta y se envía a pesaje ya que es parte de la materia prima para otros productos. Para el proceso de lijado se cuenta con dos máquinas EN06 y LV01, en la tabla 9 se muestra el levantamiento de procesos del lijado caucho.

Tabla 9: Levantamiento de procesos – Lijado Caucho

	Macro Proceso:	Producción de caucho
	Proceso:	Lijado Caucho
	Subproceso:	Lijado LV01
	Responsable:	Jefe de planta

Objetivo:	Lijar las planchas de acuerdo a los requerimientos de ventas
Entradas:	Material Prensado
Proveedores:	Prensado Caucho
Salidas:	Neolites - Crepe
Clientes:	Empaque
Indicadores:	Producto lijado, defectuosos
Recursos:	Lijadores, calibrador

Nº	ACTIVIDAD	RECURSOS	OBSERVACIONES
1	Alistar material según orden de trabajo		
2	Revisar el material, no se lijará el material si se encuentra caliente o blando		Observación
3	Calibrar la máquina de acuerdo al calibre requerido, de modo que la plancha no se remuerda en el rodillo porta lija		
4	Ingresar las planchas y observar que la presión sea la adecuada caso contrario ir regulando hasta obtener un lijado uniforme		
5	Sujetar la plancha al final de la banda transportadora y limpiarla		
6	Se verificará el calibre y la calidad del lijado de la plancha	Calibrador	
7	Las planchas lijadas se colocarán en paletas con forros para no dañar el material.	Paletas	
8	Registrar la producción	ID-CAU-TD-REG01	
9	Entregar las planchas a control de calidad para su aprobación		

Elaborado por: la investigadora

En la fig 9 se muestra el diagrama de flujo del proceso de lijado caucho de las dos máquinas EN06 y LV01.

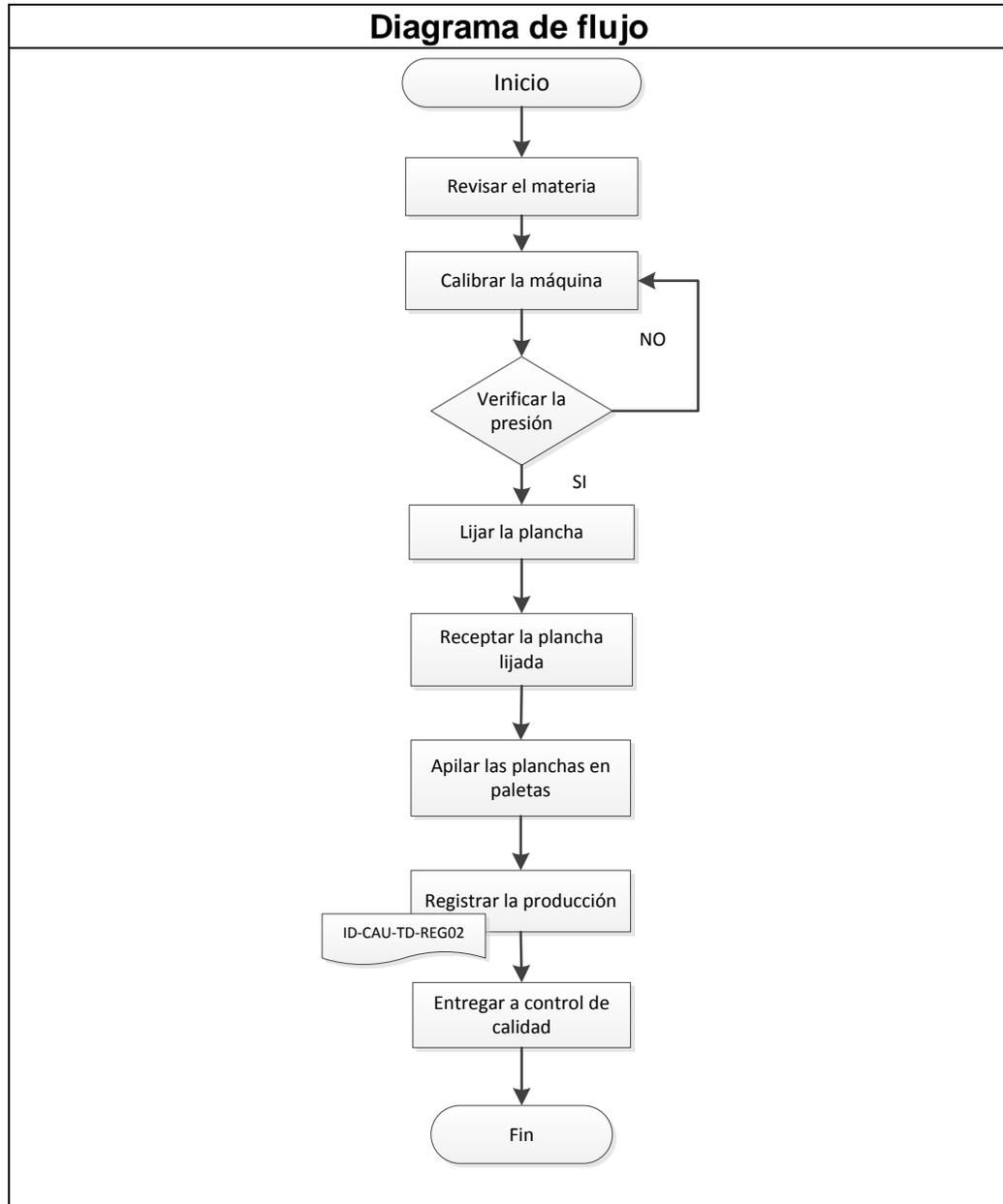


Fig. 9: Diagrama de flujo - Lijado

4.5 Procesos críticos

Todos los procesos que incluyen en la elaboración de caucho son importantes y complejos a su manera, ya que son procesos relacionados entre sí, pero al mismo tiempo distinto y con variables definidas para obtener un producto final de buena calidad.

El proceso crítico en cuanto a calidad es el mezclado, puesto que: es el proceso que determinara el flujo de la fabricación, además por ser tan sensible en las variables que maneja, de este proceso dependerá una buena homogenización caso contrario se afecta a la calidad, peso, y posteriores procesos.

En cuanto a capacidad el proceso crítico es el prensado, puesto que la capacidad del mezclado abastece al prensado e incluso se produce más de lo que el prensado puede producir turno a turno (trabajando con dos máquinas como se lo realiza en la actualidad) puesto que para que el prensado trabaje al 100% se requeriría de aproximadamente de 30 paradas (prensado 240 unidades), por lo que el tiempo sobrante las máquinas mezcladoras se dedican a reprocesos por calidad, calibre, etc.

4.6 Tiempos de producción

Los tiempos de producción ayuda a determinar los estándares de producción de cada turno, por proceso y máquina, Plasticaucho Industrial cuenta con el departamento de costeo, quienes son los encargados de realizar el estudio de tiempos de cada actividad, y de mantenerlos actualizados en caso de cambio de procesos y/o actividad.

Para el estudio de capacidades en la planta de Industrias Diversas, para cada proceso y material son los siguientes.

4.6.2 Pesaje

En el proceso de pesaje se cuenta con los siguientes tiempos para pesar cada uno de los siguientes productos, tomando en cuenta el pesaje en la máquina y el pesaje manual.

En la tabla 10 se muestra los tiempos de producción de la maquina PY01 en kg/min de los siguientes materiales.

Tabla 10: Tiempos del proceso de pesaje en la máquina PY01

PESAJE	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO (min)
CREPE NEGRO	7.67
NEOLITE NEGRO	6.13
NEOLITE BLANCO	3.87
PL BLANCO	3.24

Fuente: Plasticaucho Industrial

En la tabla 11 se tiene los tiempos del pesaje manual por persona.

Tabla 11: Tiempos en pesaje manual por persona.

PESAJE	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO (min)
PESAJE MANUAL	0.31

Fuente: Plasticaucho Industrial

4.6.3 Mezclado

El ciclo de producción indica el tiempo en que el una máquina de mezclado emplea para producir 1 parada de caucho, el que se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Tiempos de producción de mezclado caucho

MÁQUINA MEZCLADO CÓDIGO PISA	FAMILIA / LÍNEA	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO (min)
YT01	NEOLITE PLUS	11.500
YT01	ALFOMBRAS AUTO	11.500
YT01	LAMINAS GUARDABARROS	11.500
YT01	SUELAS	11.500
YT01	NEOLITE	11.500
WP01	CAUCHO FLEX	5.610

Fuente: Plasticaucho Industrial

4.6.4 Prensado

En el caso del prensado el ciclo de trabajo es la relación entre el tiempo empleado en vulcanizar una plancha y el número de cavidades de la misma.

El ciclo de producción indica el tiempo en que la máquina emplea para producir una plancha de caucho. Se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Tiempos de producción de prensado.

MÁQUINA	MÁQUINA	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO/PLANCHA (min)
GUIX	GI01	3.83
GUIX	GI02	3.83
JING DAY	JD08-JD09	3.83

Fuente: Plasticaucho Industrial

En el caso de las GUIX y las JDY el ciclo de trabajo es el Tiempo del operador más tiempo máquina que ocupa para producir una plancha.

Para el estudio de capacidades en el proceso de prensado se calculará la capacidad de producción en planchas por los diferentes moldes disponibles en cada modelo según el estándar de producción de las mismas.

Actualmente se tienen bases independientes y tapas independientes esto permite hacer distintas combinaciones en la producción de neolites y crepes.

Terminología

Base (b): Parte inferior de un molde que determina en la producción el calibre del producto.

Tapa (t): Parte superior del molde que define el labrado del producto.

En la tabla 14 se muestra los moldes que se encuentran disponibles para la producción de moquetas.

Tabla 14: Disponibilidad de moldes de moquetas

LABRADO MOLDE	# MOLDES
MOQUETA DAKKAR DELANTERA	3
MOQUETA DAKKAR POSTERIOR UN (Doble)	1
MOQUETA DAKKAR_CLASICA DELANTERA	2
MOQUETA DAKKAR_CLASICA POSTERIOR UN	2
MOQUETA DAKKAR_OCTOCAR DELANTERA	1
MOQUETA DAKKAR_OCTOCAR POSTERIOR	1
MOQUETA DAKKAR_SPIDER DELANTERA	1
MOQUETA DAKKAR_SPIDER POSTERIOR UN	1
PISO	2
	14

Elaborado por: la investigadora

4.6.5 Dividido y Lijado

En la tabla 15 se muestra los tiempos del dividido caucho, del material Neolite ya que es el único que pasa por este proceso.

Tabla 15: **Tiempos dividido**

MÁQUINA CODIGO PISA	FAMILIA	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO (min)
FE01	NEOLITE	0.324

Fuente: Plasticaucho Industrial

En la tabla 16 se puede observar los tiempos de producción del proceso de lijado en las dos máquinas EN06 y LV01

Tabla 16: Tiempos de lijado

MAQUINA CODIGO PISA	FAMILIA	CICLO DE TRABAJO PROMEDIO (min)
EN 06	NEOLITE-CAUCHO FLEX	1.533
LV01	NEOLITE	3.833

Fuente: Plasticaucho Industrial

4.7 Restricciones de producción

En el proceso de producción se tiene como en todo proceso restricciones, que hacen que se dificulte el flujo de producción, ya que cada máquina y proceso presenta dificultades para la producción de ciertos materiales.

El lote mínimo de producción en caucho está dado por lo que puede acumular el molino:

- En la línea de mezclado del YT01 el lote mínimo es 3 paradas.
- En la línea de GK30 el lote mínimo es de 9 paradas.

Se debe tomar en cuenta que en el mezclado de caucho, los colores claros se mezclan en el GK30 y los colores oscuros en el YT01. En la tabla 17 se muestra las restricciones del pesaje y el mezclado en cuanto a materiales.

Tabla 17: Restricciones de pesaje y mezclado

RESTRICCIONES DE PRODUCCION MOLINO MEZCLADO				
FAMILIA	PESAJE	PY01	YT01	WP01
NEOLITE PLUS	√	√	√	X
CAUCHO FLEX	√	√	√	√
ALFOMBRAS AUTO	√	√	√	X
LAMINAS GUARDABARROS	√	√	√	√
SUELAS	√	√	√	X
NEOLITE	√	√	√	X

√	Se puede producir en esa máquina
X	No se puede producir

Elaborado por: la investigadora

Las prensas deben trabajar mínimo con el siguiente número de moldes:

- JD08-JD09: mínimo 3 moldes contando desde la parte inferior ya que al cerrar la prensa se chocan los bocines y se revientan los aislamientos térmicos.
- GI01-GI02: mínimo 3 moldes.

4.8 Productos de la línea de caucho

Para el estudio de capacidades de la línea de caucho se obtuvo los productos más comercializados, obteniendo dicha información del sistema que se maneja en la empresa, SAP del módulo SD (Ventas) de la transacción ZMMNSL01.

Obteniendo los siguientes que se muestran en la tabla 18.

Tabla 18: Materiales más comercializados de la línea de caucho.

<i>Familia</i>	<i>Código</i>	<i>Texto Material</i>	<i>Unidad</i>	
ALFOMBRA AUTO CLASICA DELANTERA	9659	ALFOMBRA AUTO CLA DELANTERA CAF 7568U	PAR	Par
	9657	ALFOMBRA AUTO CLA DELANTERA GRI 432U	PAR	Par
	9655	ALFOMBRA AUTO CLA DELANTERA NEG	PAR	Par
ALFOMBRA AUTO PLUS DAKAR DELANTERA	5675	ALFOMBRA AUTO PLUS DAK DELANTERA GRI432U	PAR	Par
	4976	ALFOMBRA AUTO PLUS DAK DELANTERA NEG	PAR	Par
ALFOMBRA AUTO PLUS DAKAR POSTERIOR	10779	ALFOMBRA AUTO PLUS DAK POSTERIOR GRI432U	UN	Unidad
	10778	ALFOMBRA AUTO PLUS DAK POSTERIOR NEG	UN	Unidad
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CIRCULAR	11003	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CIR 100X100X4	PLS	Planchas
	11004	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CIR NEG 100X100X4	PLS	Planchas
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORRUGADO	8402	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORR 100X100X3	PLS	Planchas
	4569	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORR 100X100X4	PLS	Planchas
	8403	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORR NEG 100X100X3	PLS	Planchas
	4568	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORR NEG 100X100X4	PLS	Planchas
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CRUDO	8135	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CRU 100X100X3.5	PLS	Planchas
	8136	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CRU 100X100X5	PLS	Planchas
	8138	CAUCHOFLEXIBLE PLUS CRU NEG 100X100X5	PLS	Planchas
GUARDABARROS	5504	GUARDABARROS PLUS AUT NEG PEQUENO	PAR	Par
LAMINA GUARDABARROS	8151	LAMINA GUARDABARROS LIS BLA 100X100X3.5	PLS	Planchas
	8152	LAMINA GUARDABARROS LIS BLA 100X100X5	PLS	Planchas
	8147	LAMINA GUARDABARROS LIS NEG 100X100X2.5	PLS	Planchas
	8148	LAMINA GUARDABARROS LIS NEG 100X100X3.5	PLS	Planchas
	8149	LAMINA GUARDABARROS LIS NEG 100X100X5	PLS	Planchas
NEOLITE PLUS LISO	4531	NEOLITE PLUS LIS NEG 100X100X2.5	PLS	Planchas
	4532	NEOLITE PLUS LIS NEG 100X100X3.5	PLS	Planchas
	4533	NEOLITE PLUS LIS NEG 100X100X5	PLS	Planchas
	4534	NEOLITE PLUS LIS NEG 100X100X7	PLS	Planchas
NEOLITE PLUS PUNTA DE DIAMANTE	6257	NEOLITE PLUS PUN DIA BEI467U 100X100X3.5	PLS	Planchas
	4903	NEOLITE PLUS PUN DIA CAF 7602U 100X100X5	PLS	Planchas
	4543	NEOLITE PLUS PUN DIA NEG 100X100X2.5	PLS	Planchas
	4544	NEOLITE PLUS PUN DIA NEG 100X100X3.5	PLS	Planchas
	6621	NEOLITE PLUS PUN DIA NEG 100X100X4	PLS	Planchas
	4545	NEOLITE PLUS PUN DIA NEG 100X100X5	PLS	Planchas
	4546	NEOLITE PLUS PUN DIA NEG 100X100X7	PLS	Planchas
	4902	NEOLITE PLUS PUN DIA CAF 7602U 100X100X3.5	PLS	Planchas
	17043	NEOLITE PUN DIA NEG 100X100X3.5	PLS	Planchas

Fuente: Plasticaucho Industrial

Para el estudio se los ha clasificado por familias, obteniendo las siguientes familias que se muestran en la tabla 19.

Tabla 19: Familias de productos de caucho.

Familia
ALFOMBRA AUTO CLASICA DELANTERA
ALFOMBRA AUTO PLUS DAKAR DELANTERA
ALFOMBRA AUTO PLUS DAKAR POSTERIOR
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CIRCULAR
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CORRUGADO
CAUCHOFLEXIBLE PLUS CRUDO
GUARDABARROS
LAMINA GUARDABARROS
NEOLITE PLUS LISO
NEOLITE PLUS PUNTA DE DIAMANTE

Elaborado por: la investigadora

4.9 Estándares de la línea de producción caucho

Dados los tiempos de producción y tomando en cuenta el tiempo disponible 460 min para la producción (20 min para el comedor) los estándares de producción para cada turno son los que se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Estándares de producción de caucho.

PROCESO Maquina	PESAJE	MEZCLADO CAUCHO		PRENSAS CAUCHO		DIVIDIDO	LIJADO
	PY01	YT01	WP01	GUX 01-02	JD08-09	FE01	EN06
Unidad	KG	PD2	PD3	PLS	PAR/ UNI	PLS	PLS
NEOLITES	6000	40	80	120		1419	461
CAUCHO FLEXIBLE	6000	40	80	120		1419	461
ALFOMBRAS AUTO DELANTERAS	6000	40	80		120		
ALFOMBRAS AUTO POSTERIOR	6000	40	80		240		

Fuente: Plasticaucho Industrial

Cabe recalcar que la empresa Plasticaucho Industrial, tiene un departamento de ingeniería y proyectos el cual se encarga de dar seguimiento a las formulaciones creadas por este departamento para poder dar mejoras en cuanto a producto final y en utilización de producto reciclado, sin que este afecte a la calidad del producto final de la línea. De la misma manera cuando se queda desabastecido de alguna materia prima esta área se encarga de reemplazarla por otra sin que afecte tiempos de producción, coloración o calidad, coordinando versiones y alternativas con el departamento de costeo.

En la planta de Industrias Diversas ha realizado varias mejoras a los productos y procesos internos. Siendo uno de estos el unificar las fórmulas de los productos de caucho para que se puedan prensar varios materiales diferentes, sin tener restricciones de tiempos y utilizando así de mejor manera la capacidad de la planta.

4.10 Cálculo de capacidades

La capacidad se define como cuanto puede fabricar un sistema de producción. La definición de la capacidad depende del sistema, para el estudio se obtiene las capacidades en cada uno de los procesos: pesaje, mezclado, prensado, lijado y dividido, y para los materiales que se encuentran en estudio. Tomando como tiempo disponible 460 minutos disponibles para la fabricación menos 20 minutos del comedor, por cada turno.

Capacidad por turno se la calcula en función del estándar por turno que se tiene.

Capacidad por día: se la toma por tres turnos.

Capacidad por semana normal: se la obtiene tomando en cuenta que se labora 5 días a la semana.

Para la capacidad de un mes normal: se calcula con 21 días laborables, de referencia.

Pesaje

En el proceso de pesaje se pesa de dos maneras, de forma manual y en la máquina pesadora PY01, los tiempos son diferentes, además se ha tomado en cuenta lo siguiente:

- El proceso de pesaje labora dos turnos los 5 días de la semana.

En la tabla 21 se muestra la cantidad de paradas (PDS) que se puede producir por día, semana y mes de la manera que se trabaja actualmente.

Tabla 21: Capacidades de producción del proceso de pesaje

MÁQUINA	UNIDAD	LÍNEA	Turnos de trabajo	Prod/ Turno	Prod/Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Mes Normal
Manual	PDS	CAUCHO	2	78	156	780	3,276
PY 01	PDS	CAUCHO	2	85	170	850	3,570

Elaborado por: la investigadora

Mezclado

En el proceso de mezclado se calcula la capacidad tomando en cuenta las siguientes características de cada proceso:

- Se trabaja 3 turnos (mañana, tarde y velada), los 5 días de la semana.
- Cada grupo de mezclado cuenta con 3 personas (mezclador, calandrador y molinero), por lo que se tienen 9 personas.
- Para la línea de mezclado de GK30 no se tiene personal adicional, los encargados son las mismas personas.

Con lo cual se determina la capacidad de producción de caucho que se muestra en la tabla 22.

Tabla 22: Capacidades de producción de mezclado

CAPACIDAD DE PRODUCCION MEZCLADO CAUCHO (Paradas)					
MAQUINA A	MODELO	PROD/TURNO	Prod/Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Mes Normal
YT01	NEOLITE PLUS	40	120	600	2,520
YT01	ALFOMBRAS AUTO	40	120	600	2,520
YT01	LAMINAS GUARDABARROS	40	120	600	2,520
YT01	NEOLITE	40	120	600	2,520
WP01	CAUCHO FLEX	80	240	1,200	5,040

Elaborado por: la investigadora

Prensado

Para el proceso de prensado se tiene lo siguiente:

- Se trabaja en 3 turnos por los 5 días de la semana.
- Se tiene una persona asignada a dos prensas en cada turno de la siguiente manera (1 persona GI01-GI02, 1 persona JD08-JD09)
- Por parte de desarrollo se ha realizado una nueva formulación, para que se puedan combinar los moldes y cada producto tengan el mismo tiempo en cada máquina.

A continuación en la tabla 23 se muestra la capacidad de producción del proceso de prensado.

Tabla 23: Capacidades de producción de prensado

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PRENSADO (Planchas)							
LINEA	MAQUINA CODIGO PISA	# DE CAVIDADES	Producción por Cavidad	Prod/Turno	Prod/Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Mes Normal
CAUCHO	GI01	6	20	120	360	1,800	7,560
CAUCHO	GI02	6	20	120	360	1,800	7,560
CAUCHO	JD08	4	30	120	360	1,800	7,560
CAUCHO	JD09	4	30	120	360	1,800	7,560

Elaborado por: la investigadora

Lijado

Existen pocos productos que pasan por el proceso de lijado, por lo que no hay personal asignado a dichas maquinas:

- Las personas que se encargan y se encuentran capacitadas en proceso y seguridad son el personal que está asignado a la máquina de dividido de neolites (FE01).
- Únicamente se labora en dos turnos por los 5 días de la semana cuando se requiera.

En la tabla 24 se puede observar la capacidad de producción del lijado.

Tabla 24: Capacidades de producción lijado

MAQUINA	MODELO	UNIDAD	Prod/Turno	Prod/Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Mes Normal
EN 01	NEOLITE	PLS	1,419	2,838	14,190	59,598
EN 06	NEOLITE	PLS	120	240	1,200	5,040
LV01	NEOLITE	PLS	1,000	2,000	10,000	42,000

Elaborado por: la investigadora

4.11 Plan Maestro de producción

El plan maestro de producción nos muestra las cantidades de productos finales que se requieren para cada mes, este dato nos proporciona la empresa, el departamento de planificación, quienes son los encargados del manejo de este plan.

El plan maestro de producción en la empresa se lo determina en base a un presupuesto o pronóstico, se determina el pronóstico desde el año 2012 y se carga en el programa FORECAST, se corre en el plan de operaciones y se aprueba por Gerencia General.

El MPS para el periodo de los 7 meses siguientes se presenta a continuación en la tabla 25.

Tabla 25: Plan Maestro de producción

Etiquetas de fila	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALFOMBRA CLASICA DELANTERA	410	404	414	447	466	439	366
ALFOMBRA DAKAR DELANTERA	2592	2558	2312	2463	2498	2488	2733
ALFOMBRA DAKAR POSTERIOR	2329	2345	2546	2403	2360	2358	2246
CAUCHOFLEXIBLE CIRCULAR	129	134	123	127	129	109	125
CAUCHOFLEXIBLE CORRUGADO	1131	1178	1191	1260	1306	1017	1291
CAUCHOFLEXIBLE CRUDO	601	630	643	687	715	553	737
GUARDABARROS	51	57	86	14	0	0	0
LAMINA GUARDABARROS	1150	1143	1116	1187	1202	1199	1201
NEOLITE LISO	448	465	474	469	424	471	481
NEOLITE PLUS PUNTA DE DIAMANTE	2019	1932	1972	1992	2040	1894	1936
Total general	10860	10846	10877	11049	11140	10528	11116

Fuente: Plasticaucho Industrial

Ya que el plan maestro de producción demuestra que es lo que se tiene que fabricar y en qué tiempo, es muy importante para el cálculo de capacidades. Puesto que dependerá de la demanda para los cálculos y para la toma de decisiones ya que en este plan incluyen pronósticos de ventas y pedidos comprometidos en los diferentes meses.

4.12 Análisis de capacidad con la demanda

Analizando el producto terminado mensualmente con la demanda se obtiene los siguientes resultados.

Las alfombras delanteras y posteriores se fabrican en las prensas JD08-JD09 y sus demandas son las siguientes que se muestran en la tabla 26.

Tabla 26: Demanda de alfombras

PRODUCTO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALFOMBRA CLASICA DELANTERA	410	404	414	447	466	439	366
ALFOMBRA DAKAR DELANTERA	2592	2558	2312	2463	2498	2488	2733
ALFOMBRA DAKAR POSTERIOR	2329	2345	2546	2403	2360	2358	2246
Total	5331	5307	5272	5313	5324	5285	5345

Fuente: Plasticaucho Industrial

En la tabla 27 se muestra la producción de caucho de las maquinas JD08-JD09.

Tabla 27: Estándares de producción de alfombras

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PENSADO (PLS)							
LINEA	MAQUINA CODIGO PISA	# DE CAVIDADES	Producción por Cavidad	Prod/ Turno	Prod /Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Mes Normal
CAUCHO	JD08	4	30	120	360	1,800	7,560
CAUCHO	JD09	4	30	120	360	1,800	7,560

Elaborado por: la investigadora

Por lo que se puede notar que existe una capacidad alta para la demanda de alfombras.

En cuanto a los demás productos que se realiza en las GUIX se tiene la misma situación como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28: Producciones de GUIX

PRODUCTO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CAUCHOFLEXIBLE CIRCULAR	129	134	123	127	129	109	125
CAUCHOFLEXIBLE CORRUGADO	1131	1178	1191	1260	1306	1017	1291
CAUCHOFLEXIBLE CRUDO	601	630	643	687	715	553	737
GUARDABARROS	51	57	86	14	0	0	0
LAMINA GUARDABARROS	1150	1143	1116	1187	1202	1199	1201
NEOLITE LISO	448	465	474	469	424	471	481
NEOLITE PLUS PUNTA DE DIAMANTE	2019	1932	1972	1992	2040	1894	1936
Total	5529	5539	5605	5736	5816	5243	5771

Fuente: Plasticaucho Industrial

En la tabla 29 se muestra los estándares de producción de las maquinas GI01 y GI02.

Tabla 29: Estándares de producción de las maquinas GUIX

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Prensado (PLS)							
LÍNEA	MÁQUINA CODIGO PISA	# DE CAVIDADES	Producción por Cavidad	Prod/ Turno	Prod/ Día	Prod/Sem . Normal	Prod/Mes Normal
CAUCHO	GI01	6	20	120	360	1,800	7,560
CAUCHO	GI02	6	20	120	360	1,800	7,560

Elaborado por: la investigadora

De la misma manera se puede notar que la capacidad instalada es mucho mayor que la demanda propuesta para los meses en estudio.

4.13 Planes agregados

Para realizar el estudio de minimización de costos se aplicó el complemento de Excel, SOLVER y teniendo en cuenta lo siguiente:

- Las operaciones para hacer los productos de caucho son similares, pero el tiempo y los materiales requeridos son distintos; como los materiales hechos en la planta son similares, la unidad a agregar es unidades de planchas. [5]
- La celda objetivo es el costo total de producción de los 7 meses en estudio

La siguiente función objetivo

$$\text{Minimizar } \sum_{t=1}^T (CP_{t=1}^T + CW_{t=1}^T + CH_{t=1}^T + CL_{t=1}^T + CI_{t=1}^T + CB_{t=1}^T)$$

Donde:

T= Longitud del horizonte en periodos

t= Índice de periodos t=1,2,... T

C= Costo

P= Número de unidades producidas en el periodo

W= Número de trabajadores disponibles

H= Número de trabajadores contratados en el periodo

L= Número de trabajadores despedidos en el periodo

I= Número de unidades en inventario al final del periodo

B= Número de unidades faltantes al final del periodo

- No se toma costos de mantener el inventario puesto que no se admite la producción de más de la demanda.
- Los costos de producción excluyendo la mano de obra, no cambian en el horizonte de planeación y se ignoran. [5]
- Para la empresa no se toma los costos de contratación y despido puesto que se puede movilizar a la gente temporal o fija, lo que no incurre en dichos costos.

Para el análisis del plan agregado se cuenta con los siguientes datos de la planta de Industrias Diversas.

4.13.2 Personal disponible

En la planta de industrias diversas de la línea de producción caucho se tiene el siguiente personal MOD (mano de obra directa) mostrado en la tabla 30, distribuido por cada proceso de la siguiente manera:

Tabla 30: Número de personal en la línea

Proceso	N. MOD
Pesaje	8
Mezclado	9
Prensado	6
Lijado	2
Dividido	
Empaque	4
Total	29

Elaborado por: la investigadora

Obteniendo un total de 29 personas disponibles para la producción.

4.13.3 Costos mano de obra

Cada colaborador de la empresa genera costos correspondientes a sueldo, premio de productividad, uniformes, alimentación, transporte y otros beneficios que se detallan a continuación.

En la empresa el personal es categorizado por puesto, funciones y ruta de carrera. (Anexo 8).

En la planta de Industrias Diversas en la línea de estudio se tiene 3 categorías, para el estudio se tomó como referencia los ingresos de una persona con categoría OE1, ya que en la línea de producción de estudio representa la mayoría con un 76% de personas con esta categoría, como se muestra en la tabla 31:

Tabla 31: Categorías de línea de caucho

Proceso	Personal	Categoría
Pesaje	8	OE1
Mezclado	3	OE2
Molineado	3	OE1
Calandrado	3	OE1
Prensado	6	OE1
Dividido	2	OE1
Lijado		OE1
Empaque	4	OP3
TOTAL	29	

Elaborado por: la investigadora

Tabla 32: Porcentaje de categorías de línea de caucho

Categoría	Personal	Porcentaje
OE1	22	76%
OE2	3	10%
OP3	4	14%
TOTAL	29	100%

función a las bandas y niveles salariales para las categorías de la ruta de carrera de mano de obra directa.

En la tabla 34 se tiene el valor mensual del premio por cada categoría.

Tabla 34: Premio mensual por categoría

VALOR MENSUAL ASIGNADO	
CATEGORIA	VALOR ASIGNADO
OP1	\$ -
OP1	\$ 34.00
OP2	\$ 40.00
OP3, OA, OC	\$ 70.00
OG1, OE1, OA1, OC1	\$ 100.00
OE2, OM1, OC2, OA2, OG2	\$ 125.00
OG3	\$ 200.00

Fuente: Plasticaucho Industrial

En la tabla 35 se muestra el valor diario de premio por cada categoría al 100% y el 10% máximo extra que puede generar.

Tabla 35: Premio diario por categoría

VALOR DIARIO		
OBRERO PISA	DIARIO	10%
OP1	\$ -	\$ -
OP1	\$ 1.57	\$ 1.73
OP2	\$ 1.85	\$ 2.03
OP3, OA, OC	\$ 3.23	\$ 3.55
OG1, OE1, OA1, OC1	\$ 4.62	\$ 5.08
OE2, OM1, OC2, OA2, OG2	\$ 5.77	\$ 6.35
OG3	\$ 9.23	\$ 10.15

Fuente: Plasticaucho Industrial

Para el pago del premio de productividad se debe tomar en cuenta las siguientes políticas de pago de premio determinadas por la empresa:

- Los métodos de cálculo se define por cada planta de producción y bajo instructivo aprobados por la gerencia de operaciones.
- Percibe el pago de premio desde el tercer mes de trabajo en la empresa.

- Los días extras programados por planificación se les debe calcular adicionalmente el premio del día.
- El premio es variable, y siendo un incentivo al cumplimiento de las obligaciones del trabajador en lo referente a la colaboración, compromiso, asistencia, desempeño y actitud se puede retirar total o parcial con consentimiento del jefe de planta por faltas a las políticas internas de la empresa.
- El premio se pagara por producción (cumplimiento de estándares) y calidad (no defectuosos).
- Si el trabajador excede el estándar se le pagara hasta un 10% extra del premio como máximo.
- El premio se descuenta el 25% por una falta injustificada, 50% dos faltas injustificadas y no se cancela el premio si tiene 3 faltas o más.
- En días con permiso, certificados médicos, vacaciones, paternidad, el trabajador pierde el premio de los días no laborados.
- Si el trabajador entre a media jornada no se cancela el premio del día.
- Los premios de productividad varían por categoría.

Para este estudio el valor del premio se ha tomado \$79.52, ya que se ha tomado el premio de seis meses del personal de producción y es el porcentaje que alcanzan en un promedio mensual.

Los premios de cuarto turno y trabajo continuo en esta planta no se generan porque se labora en semana, 3 turnos de lunes a viernes. El décimo tercer sueldo es la suma del sueldo y premio de productividad correspondiente a un mes.

El Décimo cuarto sueldo que corresponde a un salario básico unificado.

Las vacaciones es lo percibido en un año de sueldo más premio de productividad dividido para 24.

El fondo de reserva es 8.8% del ingreso mensual, sueldo más premio.

4.13.5 Costos Indirectos

Entre los costos indirectos se encuentra lo que no percibe directamente el trabajador, pero la empresa paga por ellos, pagos que se hace una vez al año o cada mes.

Entre los cuales se tiene tarjeta de farmacia, supermaxi, alimentación, transporte, uniforme, bono navideño, estos son rubros que el colaborador no percibe en su rol de pagos sin embargo la empresa cancela por cumplimiento legal y beneficios de los colaboradores.

4.14 Plan inventario cero

- La capacidad depende del número de trabajadores, que para el inventario cero se determinó para satisfacer la demanda. [5]
- La celda cambiante es el número del personal necesario en cada mes para cumplir con esa demanda.
- La restricción es que las unidades producidas no pueden ser mayor que la demanda, ya que no se admite producir para inventario, por lo que no hay costos de mantener inventario.
- El costo de mano de obra mensual es de \$632.94 tomando en cuenta costos directos e indirectos.
- Para determinar las unidades producidas por trabajador se utiliza la siguiente fórmula:

$$Unidades\ producidas / trabajador = \frac{unidades\ producidas / año}{días\ trabajador / año}$$

$$Unidades\ producidas / trabajador = \frac{130729}{7500}$$

$$\textit{Unidades producidas} / \textit{trabajador} = 17.43$$

En la tabla 36 se describe los resultados del plan inventario cero realizado mediante la optimización en Solver, la cual muestra los trabajadores necesarios para cumplir con la demanda y no generar inventario.

Tabla 36: Plan inventario cero

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
1 Días	22	23	21	22	21	21	23	153
2 Unidades/trabajador	396	414	378	396	378	378	414	
3 Demanda	10860	10846	10877	11049	11140	10528	11116	76416
4 Trabajadores necesarios	27	26	29	28	29	28	27	
5 Trabajadores disponibles	29	27	26	29	28	29	28	
6 Trabajadores contratados			3		1			4
7 Costo de contratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Trabajadores despedidos	2	1	0	1	0	1	1	6
9 Costo de despido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10 Trabajadores empleados	27	26	29	28	29	28	27	
11 Costo mensual por trabajador	\$ 17,357.90	\$ 16,581.80	\$ 18,212.93	\$ 17,659.99	\$ 18,653.31	\$ 17,628.55	\$ 16,994.59	\$ 123,089.08
12 Unidades producidas	10860	10846	10877	11049	11140	10528	11116	76416
13 Inventario neto	0	0	0	0	0	0	0	
16 Costo total	17357.90	16581.80	18212.93	17659.99	18653.31	17628.55	16994.59	\$ 123,089.08

Elaborado por: la investigadora

Con este método se obtiene los siguientes resultados:

- Un costo total de \$123,089.08 en los siete meses que se está estudiando.
- Se produce únicamente la demanda, por lo que los costos de mantener inventario es cero.
- En cuanto al recurso de personal el mes que más necesita personal es agosto y octubre con 29 personas y el mes que menos personal necesita es julio con 26 personas, la empresa no corre con gastos de despidos, ni contratos ya que cuenta con un método de movilización del personal interno de la empresa, en donde al personal se le puede movilizar temporalmente o fijo a otras plantas que lo requieran, lo cual no implica costos para la empresa, sin embargo la planta que recibe el personal corre con gastos de sueldo, premio, alimentación, del tiempo que este en dicha planta.

4.15 Plan de fuerza de trabajo nivelada

- Este plan usa el inventario producido en periodos no pico para satisfacer la demanda de los periodos pico y se llama plan de producción nivelada o de fuerza de trabajo constante, porque se usa el mismo número de trabajadores en todos los periodos. [5]
- Para este método primero se determina el número de personal que se necesitaría para el tiempo de estudio, se lo determina con la siguiente fórmula.

$$N^{\circ} \text{ trabajadores} = \frac{\text{Demanda total}}{u \text{ que produce cada trabajador} * \text{días disponibles}}$$

$$N^{\circ} \text{ trabajadores} = \frac{76416}{(18 * 153)}$$

$$N^{\circ} \text{ trabajadores} = 27.74$$

- Por tener un número constante de trabajadores se genera un inventario, para determinar un costo de mantener el inventario se ha tomado en cuenta el uso de la maquinaria (elevadores), energía eléctrica y sueldos del personal que labora en este centro, y tomando en cuenta que en el Logística ID, se encuentra material de caucho y eva, y en su gran mayoría es producto de eva.
- Para determinar un estimado del valor de mantener inventario se toma en cuenta la energía eléctrica (en este caso únicamente luminarias), más el valor de los sueldos del centro, y un valor referencial de las baterías de los vehículos de carga del centro, lo que nos da un valor de \$0.28 al mes (Anexo 10), que es un valor casi depreciable para el cálculo, para que sea más representativo y con un margen de tolerancia se colocará un valor de \$0.50.

En la tabla 37 se muestran los resultados obtenidos del plan de fuerza de trabajo nivelada realizado mediante la optimización en Solver, en el cual el personal disponible no varía en el periodo pero si genera inventario.

Tabla 37: Plan de fuerza de trabajo nivelado.

		Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
1	Días	22	23	21	22	21	21	23	153
2	Unidades/trabajador	396	414	378	396	378	378	414	
3	Demanda	10860	10846	10877	11049	11140	10528	11116	76416
4	Trabajadores necesarios	28	28	28	28	28	28	28	
5	Trabajadores disponibles	29	28	28	28	28	28	28	
6	Trabajadores contratados	0	0	0	0	0	0	0	
7	Costo de contratación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8	Trabajadores despedidos	1	0	0	0	0	0	0	1
9	Costo de despido	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10	Trabajadores empleados	28	28	28	28	28	28	28	
11	Costo de mano de obra	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 17,722.32	\$ 124,056.24
12	Unidades producidas	11088	11592	10584	11088	10584	10584	11592	77112
13	Inventario neto	228	974	681	720	164.00	220.00	696.00	
14	Costo almacenaje	\$ 114.00	\$ 487.00	\$ 340.50	\$ 360.00	\$ 82.00	\$ 110.00	\$ 348.00	\$ 1,841.50
15	Unidades faltantes								-
16	Costo total	17836.32	18209.32	18062.82	18082.32	17804.32	17832.32	18070.32	\$ 125,897.74

Elaborado por: la investigadora

Con este método se obtienen los siguientes resultados:

- El costo es de \$125,897.74 en los siete meses de estudio.
- Con el inventario que se produce en los primeros meses, no tenemos faltantes en los siguientes, lo que no genera gastos de faltantes. Que la empresa tampoco lo permitirá por políticas internas, lo que se solucionaría con estrategias de mercadeo y ventas.
- El personal constante es de 28 personas, por lo que en el primer mes se movilizaría una persona puesto que contamos con 29 personas al iniciar el estudio.
- Al final de los siete meses de estudio queda un inventario de 696 unidades.
- La diferencia no es tan marcada puesto que el costo de mantener inventario no es alta.

4.16 Utilización de capacidad instalada

Para determinar la utilización de la capacidad instalada se toma como referencia las demandas del periodo en estudio Vs la producción que puede alcanzar según el tiempo estándar como se puede observar en la tabla 38.

Tabla 38: Porcentaje de utilización de capacidad instalada.

MESES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Total demanda	10860	10846	10877	11049	11140	10528	11116	76416
Producción GI - JD	15120	15120	15120	15120	15120	15120	15120	105840
% UTILIZACIÓN	71.83%	71.73%	71.94%	73.08%	73.68%	69.63%	73.52%	72.20%

Se puede determinar que se está utilizando un 72% de la capacidad instalada en la empresa, con los recursos que se tienen actualmente.

4.17 Aumento de capacidad

En caso de que la empresa se proyectará a vender más productos de los mencionados en este análisis una de las opciones que se puede tomar es la inclusión de más turno de trabajo, a continuación se presenta un análisis incluyendo un turno en los que actualmente trabaja en dos turnos y añadiendo cuarto turno y trabajo continuo en los demás turnos.

Pesaje

- Tomando en cuenta que en pesaje se labora dos turnos, al incluir un turno aumentamos la capacidad en un 50%, teniendo las siguientes producciones con 21 días laborales.

En la tabla 39 se demuestra el aumento de capacidad de pesaje si se labora en tres turnos, cinco días a la semana. Prod. Normal Vs. Prod. 3 turnos.

Tabla 39: Aumento de capacidad en el proceso de pesaje.

MÁQUINA	UNIDAD	LÍNEA	Turnos de trabajo	Prod/ Turno	Prod/Día	Prod/Sem Normal	Prod/Mes Normal
Manual	PDS	CAUCHO	3	78	234	1170	4,914
PY 01	PDS	CAUCHO	3	85	255	1275	5,355

MÁQUINA	UNIDAD	LÍNEA	% de incremento	Incremento Prod/Mes
Pesaje	PDS	CAUCHO	50%	1,638
PY 01	PDS	CAUCHO	50%	1,785

Elaborado por: la investigadora

Mezclado

En el proceso de mezclado si se desearía aumentar la capacidad se debería optar por cuarto turno o trabajo continuo teniendo las siguientes producciones que se muestra en la tabla 40.

Tabla 40: Aumento de capacidad en el mezclado.

CAPACIDAD DE PRODUCCION MEZCLADO CAUCHO (PDS)									
MAQUINA	MODELO	PROD/ TURNO	Prod/Día	Prod/Sem. Normal	Prod/Sem. Cuarto Turno	Prod/Sem. Continua	Prod/Mes Normal	Prod/Mes Cuarto Turno	Prod/Mes Continuo
YT01	NEOLITE PLUS	40	120	600	800	840	2,520	3,200	3,360
YT01	ALFOMBRAS AUTO	40	120	600	800	840	2,520	3,200	3,360
YT01	LAMINAS GUARDABARROS	40	120	600	800	840	2,520	3,200	3,360
YT01	NEOLITE	40	120	600	800	840	2,520	3,200	3,360
WP01	CAUCHO FLEX	80	240	1,200	1,600	1,680	5,040	6,400	6,720

MAQUINA	LÍNEA	% de incremento Prod. Normal Vs Prod. Cont.
Mezclado	CAUCHO	40%

Elaborado por: la investigadora

Incrementando cuarto turno y trabajo continuo se incrementa en el mes un 40% de producción en cada una de las líneas de producción.

Prensado

En el proceso de prensado al incluir cuarto turno y trabajo continuo tenemos los siguientes resultados, mostrados en la tabla 41.

Tabla 41: Aumento de capacidad en el prensado caucho.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Prensado (PLS)										
MAQ CODIGO PISA	# DE CAVIDA DES	Producción por Cavidad	Prod/ Turno	Prod/ Día	Prod/Sem Normal	Prod/Sem Cuarto Turno	Prod/Sem Continua	Prod/Mes Normal	Prod/Mes Cuarto Turno	Prod/Mes Continuo
GI01	6	20	120	360	1,800	2,400	2,520	7,560	9,600	10,080
GI02	6	20	120	360	1,800	2,400	2,520	7,560	9,600	10,080
JD08	4	30	120	360	1,800	2,400	2,520	7,560	9,600	10,080
JD09	4	30	120	360	1,800	2,400	2,520	7,560	9,600	10,080

MAQUINA	LÍNEA	% de incremento Prod. Normal Vs. Prod. Cont.
Prensado	CAUCHO	40%

Elaborado por: la investigadora

Tomando en cuenta que se incrementa en el mes 21 turnos nos da un 40% de mayor capacidad que se podría tomar en cuenta si se requiere el incremento de capacidad de producción.

Lijado

En el lijado se labora únicamente dos turnos, si se desearía aumentar la producción se aumentaría un turno, con lo que se aumentaría el 50% de su capacidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se realizó un estudio de la capacidad de producción de la planta de Industrias Diversas de la línea de caucho, analizando los procesos de producción de la línea y determinando los procesos críticos de la producción de caucho.
- Debido a que la planta de Industrias Diversas produce una gran variedad de materiales para fabricación de calzado, accesorios para vehículos y revestimiento para pisos crea una gran fortaleza sobre sus competidores, al cubrir y satisfacer las necesidades de los clientes.
- La producción de caucho tiene muchas variables importantes en la fabricación de estos productos como temperatura, presión y tiempo, por lo cual todos los procesos son significativos. En cuanto a la calidad del producto es determinada en el proceso de mezclado pues dependerá de una buena homogenización de la mezcla, pero en cuanto a la capacidad de producción el cuello de botella es el proceso de prensado por su capacidad productiva menor al mezclado de caucho.
- La planta cuenta con buenos recursos tanto en maquinaria como personal, ya que sus trabajadores en su gran mayoría son OE1 (obrero especializado) y una gran fortaleza es el departamento de Ingeniería en proyectos quienes se encargan de nuevas formulaciones con el fin de obtener un producto de calidad, nuevos productos, y mejorar los procesos de producción.

- Se estudió la influencia del plan maestro de producción en las capacidades y con esto se planteó una propuesta de volumen de producción en base a las capacidades que se obtuvo.
- Se encuentra que se está utilizando aproximadamente un 70% de la capacidad instalada con la demanda y productos que se fabrican actualmente como se demuestra en la tabla 37, por lo que la línea cuenta con una capacidad instalada alta para la demanda de productos de caucho planteada,
- De los dos planes agregados propuestos se tiene el plan de inventario cero, el cual genero menos costos, teniendo en el periodo de 7 meses un costo total de \$123,089.08. y en el cual no se genera para inventario, mientras que el otro plan agregado de fuerza de trabajo nivelada tiene un valor de \$125,897.74 dando como diferencia \$2,808.66 que representa el 2.23% de ahorro.

5.2 Recomendaciones

- La capacidad con la que cuenta la empresa actualmente se está sub utilizando ya que puede producir más unidades de artículos en los mismos turnos que se trabaja actualmente, siendo el cuello de botella el proceso de prensado.
- Debido a que la capacidad es mayor que la demanda se tiene un colchón de producción amplio para ofertar más productos de la línea de caucho por lo que se debería realizar un estudio o investigación de mercado para poder realizar un acercamiento y obtener más clientes, ya que se conseguiría usar la capacidad con más eficiencia manteniendo los mismos recursos y obteniendo más utilidad para la línea y la empresa.
- Se recomienda tener un mejor control de parte de la línea de supervisión en el cumplimiento de la producción turno a turno (estándares), ya que por parte de los trabajadores no se cumple el estándar, lo que provoca que la planta no sea eficiente.

- Teniendo en cuenta el beneficio que se obtiene se recomienda poner en práctica las acciones recomendadas para los problemas de la línea, además considerar la estructura de este estudio para que sea aplicado a las demás líneas de producción de la planta.

Bibliografía

- [1] D. C. L. Soriano, "Pequeñas y medianas empresas, PyME," Gestipolis, Noviembre 2005. [Online]. Available: <http://www.gestipolis.com/canales5/emp/ochentapy.htm>.
- [2] J. Pozo, "Consideraciones sobre la determinación de la capacidad en la industria. Una extensión a los servicios," Octubre 2012. [Online]. Available: <http://caribena.eumed.net/consideraciones-sobre-la-determinacion-de-la-capacidad-en-la-industria-una-extension-a-los-servicioes..> [Accessed 2 Abril 2015].
- [3] M. Guamanquispe, *Gestión de procesos para incrementar la capacidad de producción en el área de tinturado y acabados en la empresa textil ANDELAS CIA. LTDA*, Ambato: Facultad de Ingeniería en sistemas, electrónica e industrial, 2011.
- [4] J. Vasquez, *Filosofía 6-SIGMA una metodología para determinar la calidad de los productos y servicios en el sector productivo*, México D.F: Facultad de ingeniería Robotica Industrial, Instituto Nacional, 2005.
- [5] W. L. B. D. C. W. F. R. J. Thomas E. Vollmann, *Planeación y Control de la Producción (Administración de la Cadena de Suministro)*, Bogotá: Mc Graw Hill, 2008.
- [6] C. Molina, "Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio para la Pequeña Industria," vol. 34, no. 1, p. 7, 2014.
- [7] G. C. R, *Estudio del trabajo*, México: Mc Graw - Hill, 1998.
- [8] O. I. d. Trabajo, *Introducción al estudio del trabajo*, Suiza: Ginebra, 2000.
- [9] J. R. Alford. L.P. y Bangs, *Manual de producción*, México: Hispano Americana, 1969.
- [10] E. J. G. Sánchez, "Planeación de requerimiento de materiales para el control de inventario en la empresa DAVMOTOR cía. Ltda. De la ciudad de Ambato," S/N, AMBATO, 2013.

- [11] O. Ganser, "La capacidad de producción y la demanda en la administración. Capacidad y la demanda en las empresas manufactureras y de servicios," Enero 2003. [Online]. Available: oganserarrobatelesurf.com.py. [Accessed 2 Febrero 2015].
- [12] L. Muñiz, ERP: Guia Práctica para la Selección e Implantación, Barcelona-España: Gestión 2000, 2004 .
- [13] J. D. Edward, "One World: Componentization for Business Advantage," Hurwitz Group, USA, 2000.
- [14] Rtv.es, "rtve.es," 6 Noviembre 2013. [Online]. Available: <http://www.rtve.es/noticias/20131106/canal-9-echa-cierre-acorralada-gestion-elevo-deuda-hasta-1200-millones/785460.shtml>. [Accessed 13 Agosto 2014].
- [15] G. Marker, "Casi la mitad de las PyMEs mexicanas fracasan por una mala gestión," Gstion.Org Revista Empresarial, 2 Febrero 2014. [Online]. Available: <http://www.gestion.org/estrategia-empresarial/35717/casi-la-mitad-de-las-pymes-mexicanas-fracasan-por-una-mala-gestion/>. [Accessed 13 Agosto 2014].
- [16] D. C. Gerhard Getto, "ERP: Experiences with Models and Methods," Paper Internet, Alemania , 2002.
- [17] D. H. Sheldon, ERP Implementation: Integrating Lean and Six Sigma, USA: Ross Publishing Inc., 2005.
- [18] M. & C. Turner, Introduction to industrial and systems engineering, E. U., 1978.
- [19] R. V. Ruiz, "La gestión en la producción," Junio 2012. [Online]. Available: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/index.htm>. [Accessed Febrero 2015].

Anexo 1: Tablas utilizadas para calcular suplementos por descanso

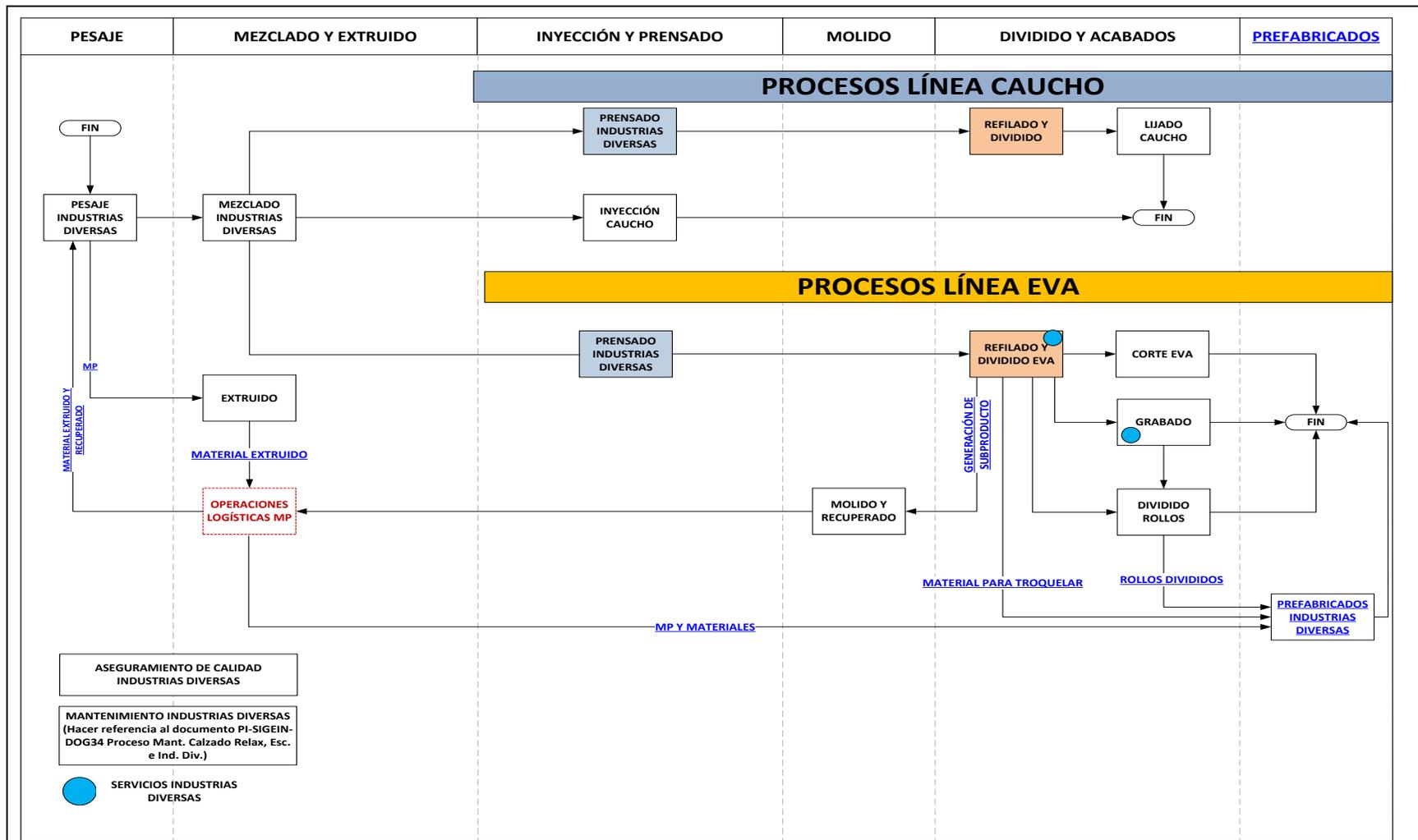
Puntos asignados a las diversas tensiones: resumen				
Tipo de tensión		Grado		
		Bajo	Medio	Alto
A.	Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo			
	1. Fuerza ejercida en promedio	0-85	0-113	0-149
	2. Postura	0-5	6-11	12-16
	3. Vibraciones	0-4	5-10	11-15
	4. Ciclo breve	0-3	4-6	7-10
	5. Ropa molesta	0-4	5-12	13-20
B.	Tensión mental			
	1. Concentración o ansiedad	0-4	0-10	11-16
	2. Monotonía	0-2	3-7	8-10
	3. Tensión visual	0-5	6-11	12-20
	4. Ruido	0-2	3-7	8-10
C.	Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo.			
	1. Temperatura			
	Humedad baja	0-5	6-11	12-16
	Humedad mediana	0-5	6-14	15-26
	Humedad alta	0-6	7-17	18-36
	2. Ventilación	0-3	4-9	10-15
	3. Emanaciones de gases	0-3	4-8	9-12
	4. Polvo	0-3	4-8	9-12
	5. Suciedad	0-2	3-6	7-10
	6. Presencia de agua	0-2	3-6	7-10

Tabla de conversión de los puntos.

Porcentaje de suplemento por descanso según el total de puntos atribuidos.

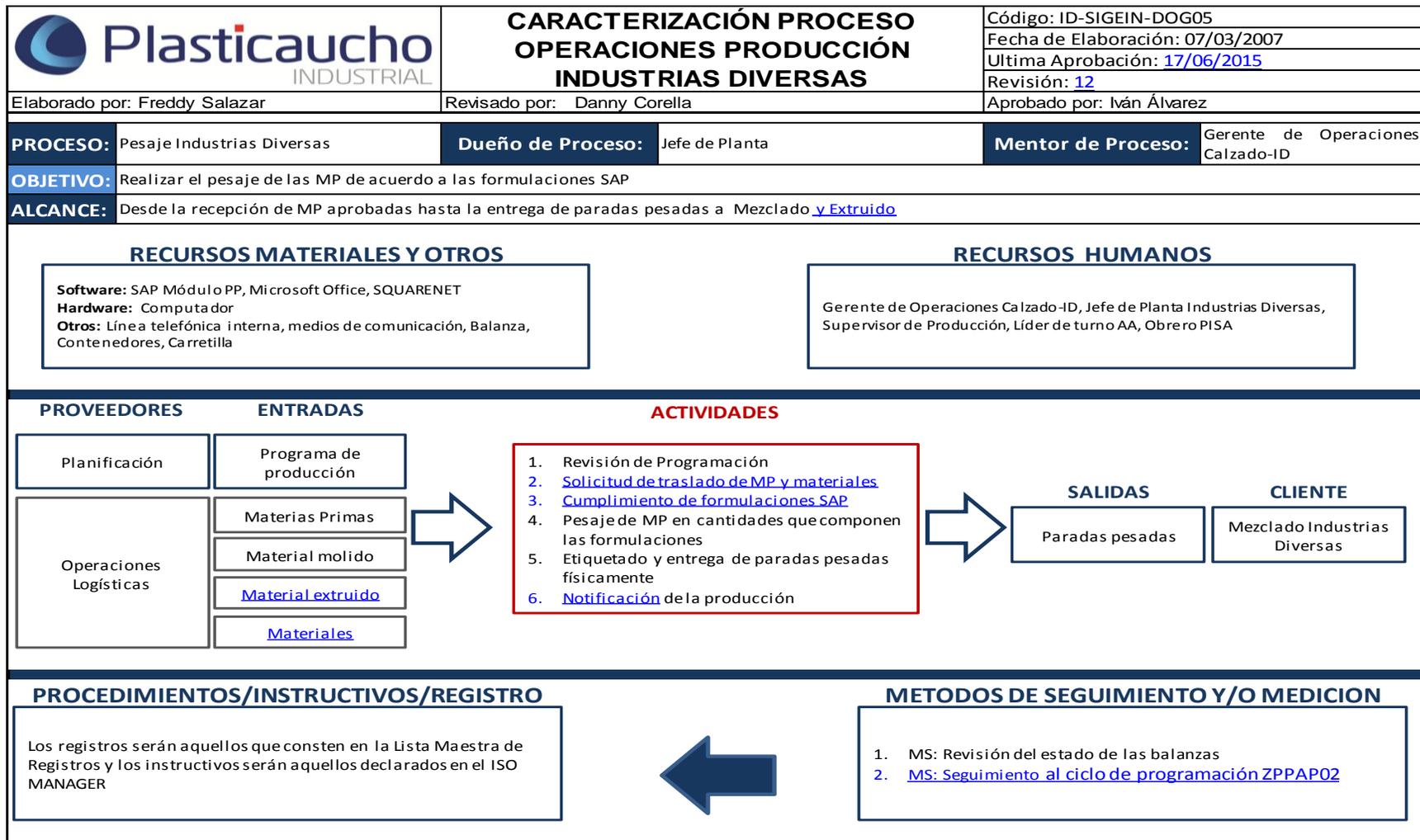
Puntos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Anexo 2: Caracterización de la planta de Industrias Diversas



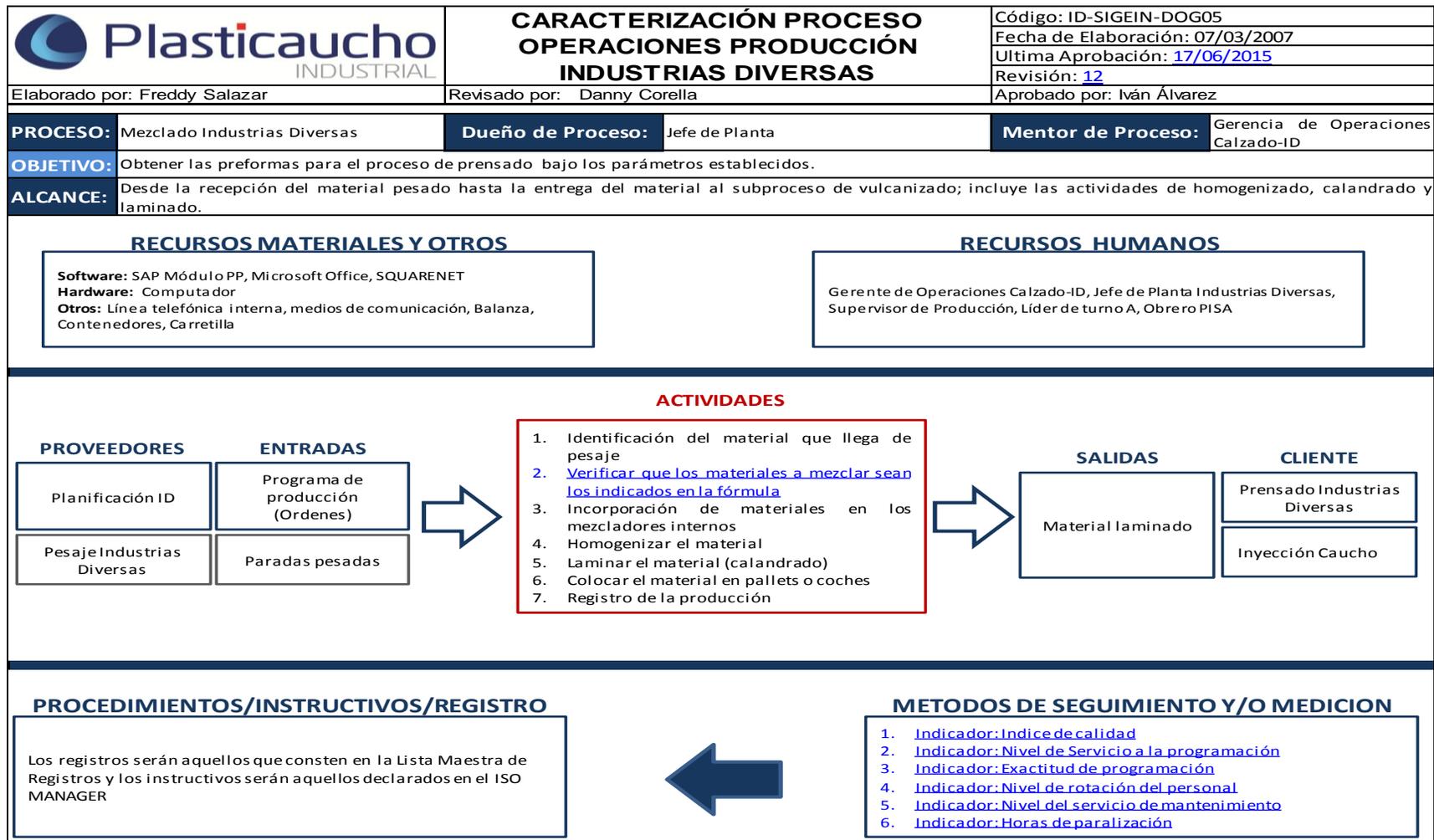
Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 3: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Pesaje



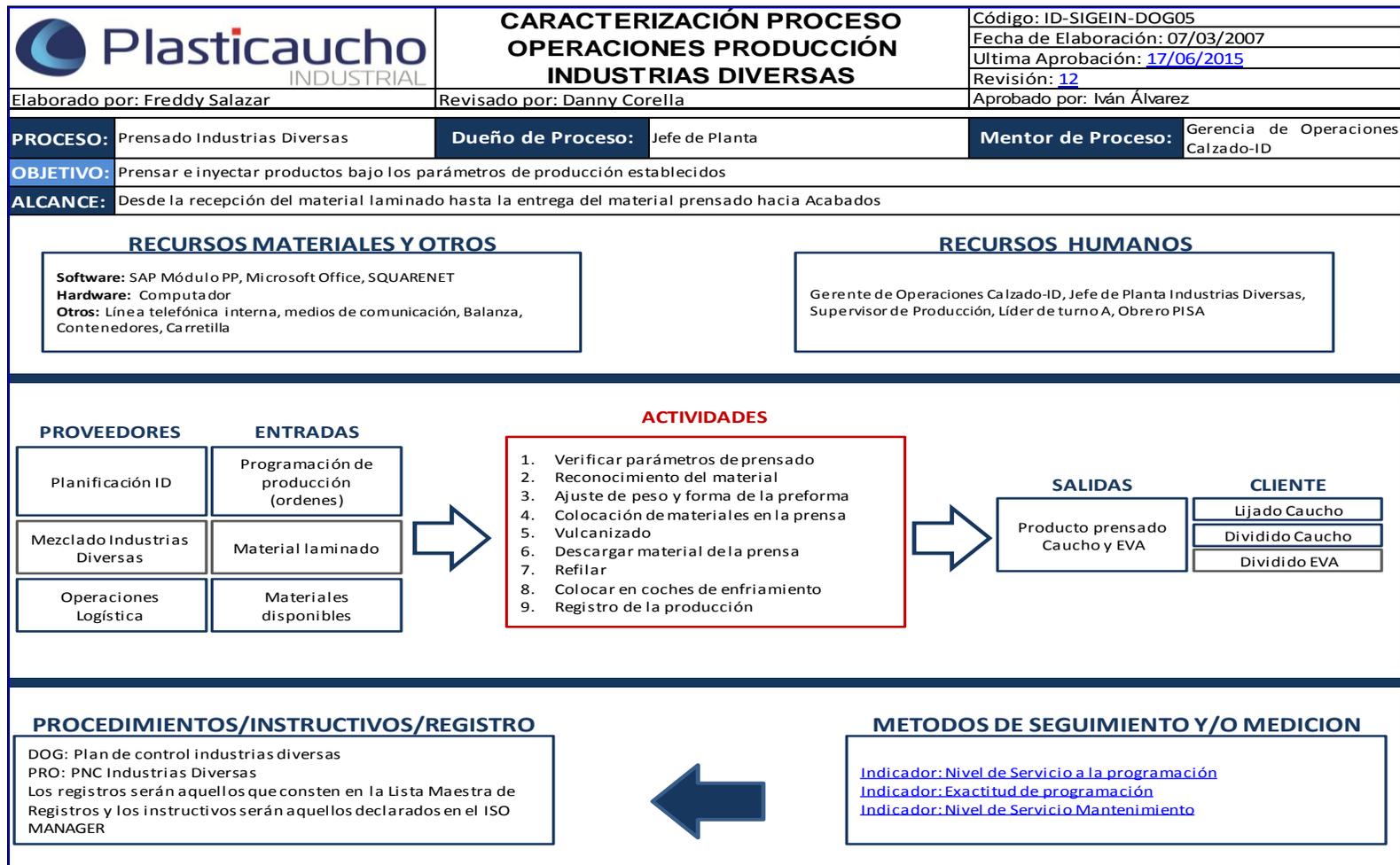
Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 4: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas - Mezclado



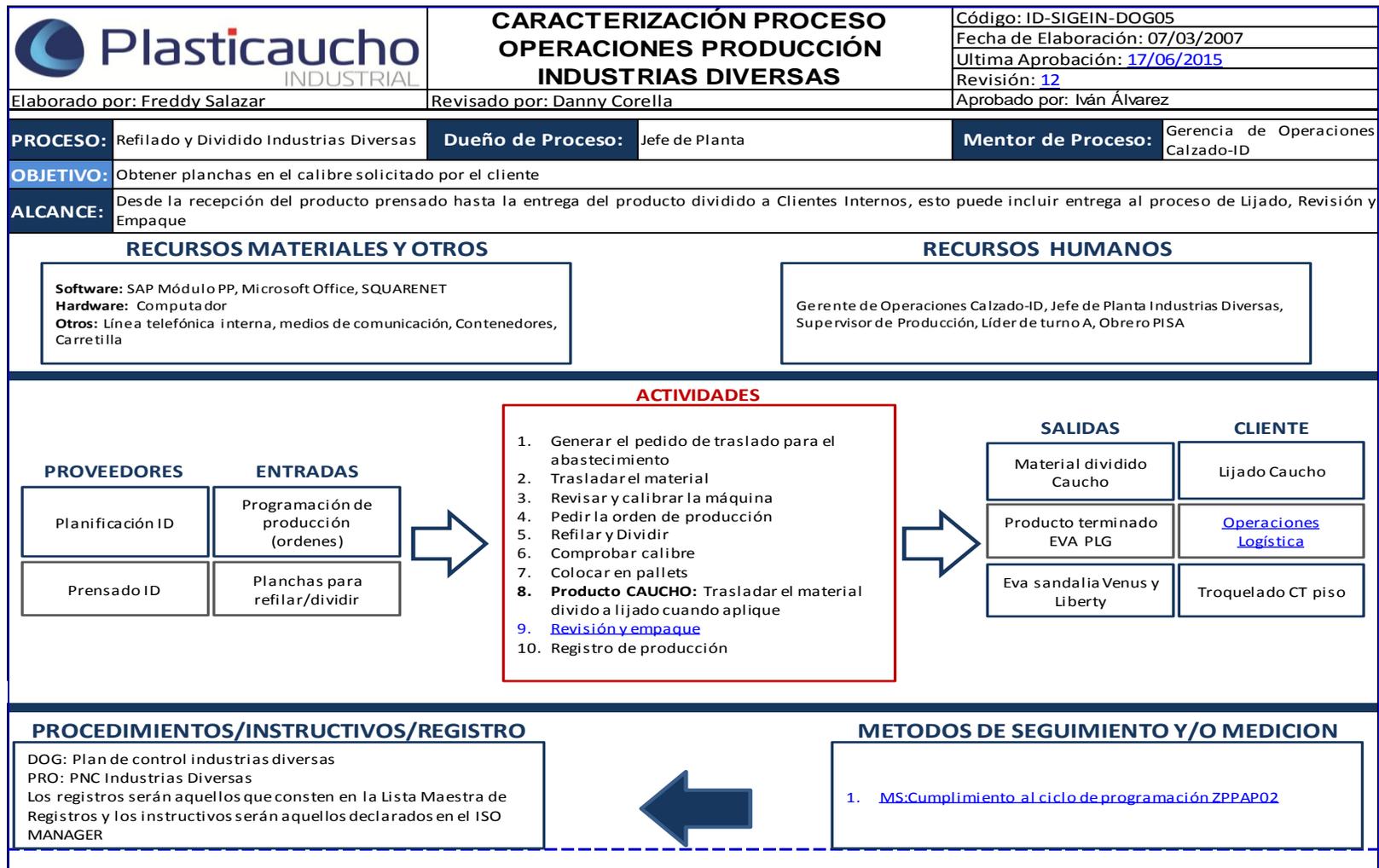
Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 5: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas - Prensado



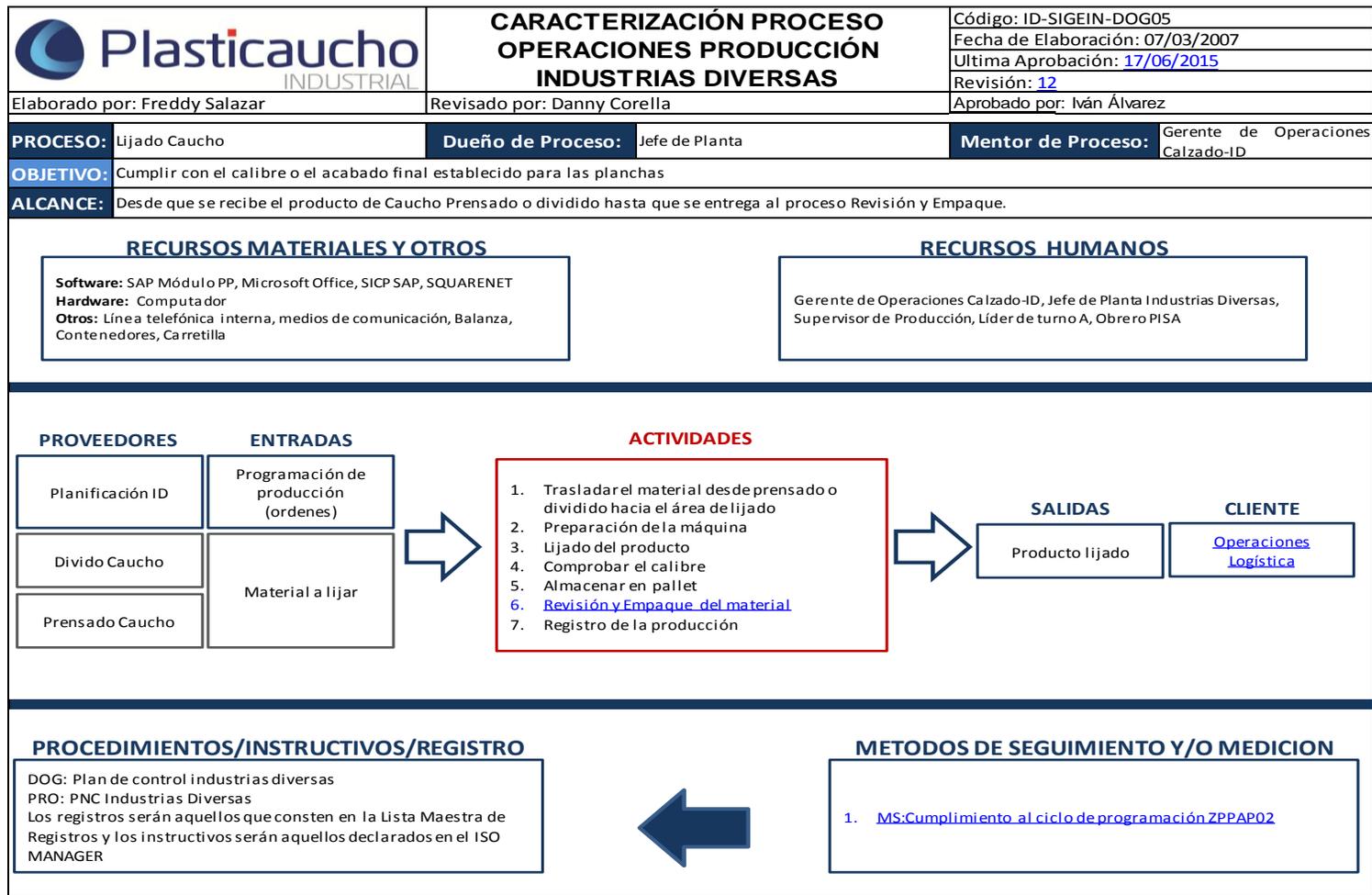
Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 6: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Refilado y Dividido



Fuente: Plasticaucho Industrial

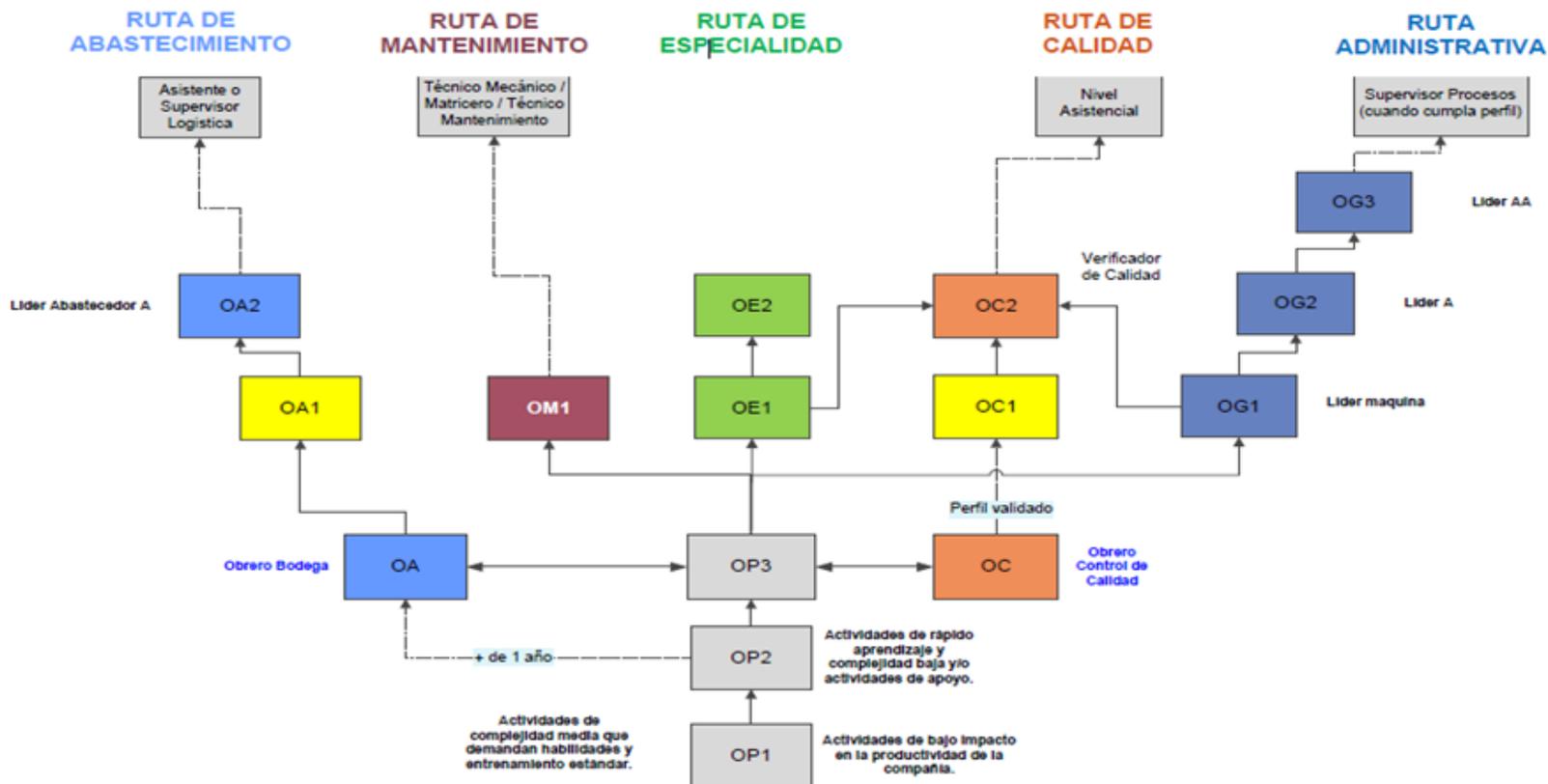
Anexo 7: Caracterización Proceso Operaciones Producción Industrias Diversas – Lijado



Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 8: Rutas de carrera

RUTAS DE CARRERA OBREROS DE PLANTAS PRODUCTIVAS



Fuente: Plasticaucho Industrial

Anexo 9: Estadística de premios

Centro de Costo	Cargo que esta en el SQ	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total	Obj. 6 meses
PPR_Mezclado Industrias Diversas	CALANDRADOR - MOLINERO CAU	105.34	86.02	92.40	46.31	80.00	87.78	497.85	600.00
PPR_Mezclado Industrias Diversas	CALANDRADOR - MOLINERO CAU	100.95	86.02	87.78	84.80	62.00	39.50	461.05	600.00
PPR_Mezclado Industrias Diversas	CALANDRADOR - MOLINERO CAU	105.34	61.12	92.40	62.55	75.00	87.78	484.18	600.00
PPR_Mezclado Industrias Diversas	CALANDRADOR - MOLINERO CAU	96.56	86.02	62.37	22.34	63.00	27.49	357.78	600.00
PPR_Mezclado Industrias Diversas	CALANDRADOR - MOLINERO CAU	105.34	86.02	92.40	46.31	75.00	87.78	492.85	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	DIVIDIDO FE01	64.44	60.14	64.60	84.78	113.19	79.00	466.15	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	DIVIDIDO FE01	73.64	60.14	64.60	66.93	81.50	79.00	425.82	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	100.95	85.67	92.40	79.83	76.97	83.16	518.98	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	75.71	35.85	62.37	84.27	74.71	51.74	384.65	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	75.71	76.66	92.40	84.27	113.19	83.16	525.38	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	105.34	35.85	89.47	35.48	113.19	83.16	462.49	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	105.34	85.15	83.16	84.27	113.19	74.84	545.95	600.00
PPR_Pesaje Industrias Diversas	OBRERO PISA PESADOR	105.34	85.67	92.40	48.79	113.19	79.00	524.39	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA GI02	105.34	85.15	92.40	31.37	112.00	87.78	514.03	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA GI02	105.34	85.15	92.40	76.18	107.00	43.89	509.96	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA GI02	105.34	85.15	92.40	80.67	61.00	87.78	512.33	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA JD08	100.95	86.02	41.08	80.67	90.55	83.39	482.66	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA JD08	67.51	56.98	67.83	56.55	99.61	65.84	414.31	600.00
PPR_Prensado Industrias Diversas	PRENSA JD08	73.64	60.14	67.83	81.64	113.19	87.78	484.22	600.00
TOTAL								9065.03	11400
PORCENTAJE								79.52%	

Anexo 10: Estimación de costo de mantener una unidad en inventario

Suma de Valor libre util.			
Alm.	detalle	UMB	Total
1000	CEDI MP EC		1121418
2010	CEDI IND. DIV. 2	DOC	289
		M	7155
		PAR	28341
		PLS	221000
		PQT	482
		UN	55406
	Total CEDI IND. DIV. 2		312675
6000	MP ESTRATEGICAS		45573
6100	MP ESTRATEGI PVC		2526931
7000	MATERIAL POP		7298
9100	VTA ESPECIAL EA		26386
9200	RESIDUOS		0
9300	BLOQUEADOS		199441
Total general			4239725.41

LOGISTICA ID

Detalle	Cantidad
Baterías	\$400.00
Energía Eléctrica	\$302.00
Gastos mensuales (13 trab)	\$8216.00
TOTAL	\$8918.00
Costo / Unidad alm 2010	\$0.028

Iluminación IND. DIV Hg							
Ubicación	ACTIVO	POT. UNIDAD	CANTIDAD	POTENCIA ACTIVA	TIEMPO/h	COSTO KWh	TOTAL \$ MES
		KW		KW			
INDUSTRIAS DIV.	Iluminacion Hg	0,4	18	7,20	14	0,1	302,4
			TOTAL	7,20			

