



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PLAN DE MEJORAS EN LA  
DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE  
MANUFACTURA EN ALICE  
NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A**

**Autor: Diaz, Jonathan**

Urb. Yuma II, Calle N°3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241)-8714240 (máster) – Fax: (0241)-8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE  
MANUFACTURA EN ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:** Diaz, Jonathan  
**C.I:** V-24.782.703  
**Tutor:** Ing. Argenis Ceballos

San Diego, Marzo de 2020



El-L.-001-2019-3CR (TG)

Valencia, 09 de diciembre de 2019

Ciudadano:  
Díaz M. Jonathan B.  
24.782.703  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2019 de fecha 10-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos C.I: 16.241.538 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira  
Decano de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L/a.a.

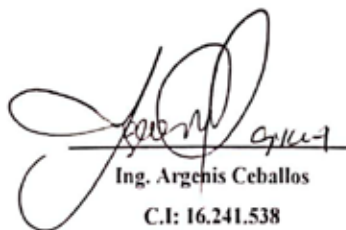


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Argenis Ceballos, portador de la cédula de identidad N° 16.241.538, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Jonathan Brahian Diaz Medina, portador de la cédula de identidad N° 24.782.703, titulado "PLAN DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A", presentado como requisito parcial para optar al título de Ing. Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 21 días del mes de febrero del año 2020.



Ing. Argenis Ceballos  
C.I: 16.241.538

## **AGRADECIMIENTO**

A todas aquellas personas que influyeron sobre mí, para que hoy día esté culminando esta importante meta, de mi ciclo de vida especialmente:

A DIOS, Todo poderoso y a la Santísima Virgen María por acompañarme y cuidarme en este largo camino.

A mis Padres y hermano, Oscar Jose Diaz y Maria Consolación Medina de Díaz y John Anthony Diaz Medina por estar siempre ahí dándome ánimo.

**¡A todos Muchas gracias!**

**Jonathan Diaz**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle este triunfo, a todas aquellas personas que creyeron en mí en todo momento en especial:

A mi hermano, John Anthony Diaz Medina, por tener la confianza en mí y darme fuerzas en los momentos difíciles.

A la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y realizar mí trabajo de grado.

A la Universidad José Antonio Páez, por abrir sus puertas y enriquecer los conocimientos en esta carrera.

**Jonathan Diaz**

## Índice General

|  | Pág. |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO .....   | V    |
| DEDICATORIA .....  | VI   |
| ÍNDICE DE CUADROS.....   | X    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....   | XII  |
| ÍNDICE DE GRAFICAS .....   | XIII |
| RESUMEN INFORMATIVO.....   | XIV  |
| INTRODUCCIÓN .....   | 1    |
| <b>CAPÍTULO</b>  |      |
| <b>I.EL PROBLEMA</b>   |      |
| 1.1 Planteamiento del problema .....                                 | 3    |
| 1.2 Formulación del problema.....                                    | 8    |
| 1.3 Objetivos de la investigación.....                               | 8    |
| 1.3.1 Objetivo General.....  | 8    |
| 1.3.2 Objetivos Específicos.....                                     | 8    |
| 1.4 Justificación.....   | 8    |
| 1.5 Alcance.....   | 9    |
| <b>II.MARCO TEÓRICO</b>  |      |
| 2.1 Antecedentes de la investigación.....                            | 11   |
| 2.2 Bases teóricas .....   | 13   |
| 2.2.1 Distribución de plantas.....                                   | 13   |
| 2.2.2 Tipos de proyectos de diseño de distribuciones en planta ..... | 14   |
| 2.2.3 Metas del diseño de distribuciones en planta.....              | 15   |
| 2.2.4 Tipos de distribuciones en planta.....                         | 15   |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.5 Planificación sistemática de la distribución .....                | 17 |
| 2.2.6 Diseño y análisis de distribuciones asistido por computadora..... | 18 |
| 2.2.7 Diagrama de Pareto.....   | 19 |
| 2.2.8 Matriz de Ponderación .....                                       | 20 |
| 2.2.9 Los 7 Desperdicios.....   | 20 |
| 2.3 Bases legales.....  | 20 |
| 2.4 Definición de terminos basicos .....                                | 22 |

### **III.MARCO METODOLÓGICO**

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Tipo de la investigación.....                         | 24 |
| 3.2 Diseño de la investigación.....                       | 24 |
| 3.3 Nivel de la Investigación.....                        | 25 |
| 3.4 Población y Muestra.....                              | 26 |
| 3.5 Unidad de análisis.....                               | 27 |
| 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 27 |
| 3.7 Técnicas de análisis de datos .....                   | 28 |
| 3.8 Fases de la investigación .....                       | 29 |

### **IV.RESULTADOS**

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la distribución en planta del<br>área productiva de ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A. .... | 31 |
| 4.1.1 Observación directa .....   | 31 |
| 4.1.2 Resultados de la Observación Directa del área de producción .....   | 32 |
| 4.1.3 Entrevista no estructurada.....   | 37 |
| 4.2 Fase II: Análisis de las debilidades encontradas en el área de manufactura  | 38 |
| 4.2.1 Resultados del Gráfico de Pareto .....  | 42 |
| 4.2.2 Análisis de las causas principales .....  | 42 |
| 4.3 Fase III: Diseño de un plan de mejoras en la distribución del área de<br>manufactura que se ajuste a la capacidad productiva actual.....  | 63 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Fase IV: Evaluar la factibilidad de la propuesta desde el punto de vista operativo, técnico, ambiental, social y económico ..... | 77 |
| 4.4.1 Técnico:.....  | 77 |
| 4.4.2 Técnico:.....  | 77 |
| 4.4.2 Ambiental y social: .....  | 78 |
| 4.4.3 Económica:.....  | 79 |
| CONCLUSIONES .....   | 82 |
| RECOMENDACIONES.....   | 83 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 84 |
| ANEXOS   |    |
| Anexo A. Áreas del proceso Productivo.....   | 87 |
| Anexo B. Distancia entre áreas .....   | 88 |
| Anexo C. Relación de áreas según su flujo de materiales .....  | 92 |
| Anexo: D. Hoja Flujo de entrada y salida.....  | 93 |
| Anexo E. Balance de línea .....  | 94 |
| Anexo F. Propuesta de Layout 1 .....   | 95 |
| Anexo G. Propuesta de layout mínimos movimientos.....  | 96 |
| Anexo H. Diagrama del proceso de recorrido de construcción de neumáticos ..  | 97 |
| Anexo I. Revisión del Layout actual.....   | 99 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Cuadro</b>   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| 1.Costos del espacio en ocio .....  | 6           |
| 2.Distribución de trabajadores .....  | 26          |
| 3.Estudio de tiempo Servicio KBN #5 .....                                   | 35          |
| 4.Histórico de Producción.....  | 36          |
| 5.Escala de ponderación.....  | 39          |
| 6.Matriz de ponderación de las causas .....                                 | 40          |
| 7.Lista de áreas de actividad. ....   | 44          |
| 8.Factores cualitativos.....  | 55          |
| 9.Propuestas para la distribución .....                                     | 55          |
| 10.Capacidad de producción banbury .....                                    | 60          |
| 11.Producción de neumáticos en un periodo de 7 años .....                   | 61          |
| 12.Periodo 2020-2022 .....  | 62          |
| 13.Periodo 2023-2024 .....  | 62          |
| 14.Periodo 2025-2027 .....  | 63          |
| 15.Inventario de máquinas de preparación.....                               | 64          |
| 16.Inventario de máquinas armadoras .....                                   | 65          |
| 17.Inventario de prensas de vulcanizado .....                               | 65          |
| 18.Lista de equipos a desincorporar.....                                    | 66          |
| 19.Cálculo del trabajo de transporte para la distribución inicial.....      | 69          |
| 20.Cálculo del trabajo de transporte para la distribución propuesta 1 ..... | 70          |
| 21.Cálculo del trabajo de transporte para la distribución propuesta 2 ..... | 71          |
| 22.Cálculo del trabajo de transporte para la distribución inicial.....      | 72          |
| 23.Evaluación Ponderada.....  | 72          |
| 24.Comparación entre la distribución actual y la propuestas.....            | 76          |
| 25.Evaluación técnico de la propuestas .....                                | 77          |
| 26.Evaluación operativo de la propuesta .....                               | 78          |
| 27.Evaluación Ambiental y social .....                                      | 78          |

|   |    |
|---|----|
| 28.Costos del plan de mejoras en la distribución..... | 79 |
| 29.Resumen Económico.....                             | 80 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Figura</b>  | <b>pág.</b> |
|--|-------------|
| 1.Simbología para diagramas de flujo de procesos y relacionales..... | 18          |
| 2.Foto Maquinas armadora convencional en ocio.....                   | 33          |
| 3.Foto Maquinas Unistage en ocio.....                                | 33          |
| 4.Foto Maquinas armadora segunda etapa en ocio .....                 | 33          |
| 5.Foto Maquinas armadoras primera etapa en ocio .....                | 34          |
| 6.Foto Maquinas armadora en ocio.....                                | 34          |
| 7.Foto Maquinas Vulcanizado en ocio.....                             | 34          |
| 8.Formato de la explosión de materiales.....                         | 45          |
| 9.Hoja de flujo de entrada y salida.....                             | 47          |
| 10.Vehículo remolcador marca Toyota utilizado en la empresa .....    | 48          |
| 11.Vehículo monta-carga marca Toyota utilizado en la empresa. ....   | 48          |
| 12.Diagrama de flujo relacional.....                                 | 53          |
| 13.Variación en el tipo de trabajo realizado.....                    | 54          |
| 14. Diagrama relacional de recorridos .....                          | 58          |
| 15.Hoja de ruta .....  | 60          |
| 16.Layout Actual de planta .....                                     | 74          |
| 17.Propuestas de Layout final del Plan de Mejoras .....              | 75          |

## ÍNDICE DE GRAFICAS

| <b>Gráfica</b>  | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| 1.Producción de Neumáticos del año 2019.....                  | 7           |
| 2.Gráfico de Pareto.....                                      | 41          |
| 3.Producción anual de neumáticos según su identificación..... | 43          |
| 4.Calibración de la intensidad de flujo para cada ruta.....   | 50          |
| 5.Gráfica de distancia-intensidad.....                        | 51          |
| 6.Tabla de relaciones.....                                    | 57          |
| 7.Características del trabajo de producción.....              | 59          |



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

## PLAN DE MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE MANUFACTURA EN ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A

**Autor:** Diaz, Jonathan

**Tutor:** Ing. Argenis Ceballos

**Fecha:** marzo 2020

### RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación tiene como objetivo general, la realización de un plan de mejoras para la distribución de planta del área de manufactura en la fabricación del neumático, con el fin de garantizar la disminución de recorridos en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A. Esto se debe a que la empresa ha realizado mejoras en sus procesos realizando redistribuciones de áreas sin tomar en cuenta su flujo, por ende, existen áreas que comparten flujos se encuentran separadas entre sí, también debido a la baja productividad de neumáticos se está presentando que existan áreas en ocio que implica que existan unos costos por mantenimiento y limpieza. Con respecto a la metodología la investigación se encuentra enmarcada dentro la modalidad de un proyecto factible, el diseño de la investigación es de campo, los instrumentos de recolección de datos que se usaron fueron la observación directa, en función de diagnosticar la situación actual del área de producción, por otro lado para verificar la problemática existente se utilizara la encuesta no estructurada con una población y muestra conformada por las distintas maquinas presentes en cada área y las hojas de recolección de datos para determinar los flujos de materiales en las distintas áreas de la planta, también se realizó un análisis de Pareto donde se evaluó cada una de las causas y la metodología S.L.P con el fin de establecer las mejoras que se deberán implementar, en donde se obtuvo como resultado un nuevo diseño de planta, en donde se redujeron las distancias entre las áreas de producción y los costos de mantenimiento y limpieza.

**Descriptor:** Distribución en planta, estrategias, sistemática, flujo de materiales, movimiento.

## INTRODUCCIÓN

Alice Neumáticos de Venezuela C.A es una empresa manufacturera de cauchos, en el cual son elaborados diferentes modelos de neumáticos, para vehículos, camiones y tractores, tales como el DESTINATION, SHOGUN, FIREHAWK, LT600, MULTIHAWK, TRASPORT 110, SEIBERLING 500 Y AFFINITY TOURING. Debido a la situación socio económico que ha afectado el mercado nacional de neumáticos ha producido que la capacidad de producción de la planta se redujera en un 81%.

Hoy en día esta empresa bajo una nueva dirección desde el año 2016 sigue siendo golpeada fuertemente al igual que muchas otras; la limitación de divisas ha restringido el acceso a la materia prima, la oportunidad de inversión en equipos provocando la caída progresiva de la producción de la planta, estimándose actualmente por parte del Departamento de Producción una cifra alrededor de 1900 unidades al día, siendo este el motivo para la presentación de la siguiente propuesta de un plan de mejoras para la distribución de planta el cual tiene como objetivo fundamental ajustar la capacidad de la planta a la situación actual el cual permitirá reducir costos por desgaste de equipos innecesarios y ajustar las distancia entre áreas según su flujo.

Para el desarrollo de la siguiente investigación se obtuvo la información directamente de la organización, datos de vital importancia para el éxito en la toma de decisiones, que permitirá el cumplimiento de los objetivos organizacionales de la empresa.

Este trabajo está conformado de la manera siguiente:

**Capítulo I:** El problema. Se expone con claridad la identificación del planteamiento, formulación, objetivos generales y específicos del problema, así como su justificación, alcance y limitaciones del estudio.

**Capítulo II:** Marco teórico. Provee el contexto para la investigación, a través de los antecedentes, los fundamentos teóricos y la operacionalización de las variables.

**Capítulo III:** Fases metodológicas. En él se justifica la metodología empleada por la investigación, también se definen las técnicas básicas de recolección de datos aplicados para la realización de este informe y se hace un preámbulo de las fases de investigación

**Capítulo IV:** Se aplicarán los instrumentos y técnicas de recolección de datos; para el desarrollo de los objetivos planteados, así como la factibilidad técnica, operativo, ambiental, social y económica. Se formulan las conclusiones como producto final de los resultados obtenidos y se emiten recomendaciones para concretar el proyecto. Por último, en la bibliografía se hace referencia de los libros y páginas electrónicas utilizadas para el desarrollo de esta investigación. También se presentaron los anexos en los cuales se encuentran todos aquellos instrumentos que serán la herramienta en la implementación de los procedimientos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Hoy en día las organizaciones se encuentran ante constantes cambios derivados del avance de las tecnologías y la globalización de los mercados, trayendo como consecuencia la necesidad de mejorar su gestión, de manera que puedan asegurar la calidad de sus productos y/o servicios si desean mantenerse en un mercado competitivo. En este sentido, las empresas tienen la necesidad de generar procesos confiables y flexibles, capaces de satisfacer las necesidades y requerimientos de todos sus clientes por medio de la aplicación los mejores métodos disponibles, el uso adecuado de los recursos a su disposición, un correcto flujo de la información y la integración armónica de todos los elementos que lo constituyen.

Muchas de estas organizaciones que procuran las mejoras de sus procesos están dentro del sector automotor, que de forma general, se calcula que el valor de la producción de esta industria de neumáticos equivale a una sexta economía mundial (OICA, 2016). Para el año 2016 este sector reportó una producción de vehículos a nivel mundial que rondaba los 90 millones de vehículos incluyendo furgonetas, camiones y autobuses, y en forma directa, el sector para el 2005 ya generaba alrededor de 9 millones de puestos de trabajo y 50 millones incluyendo los indirectos (OICA, 2016).

Parte de esta gigantesca industria y cuyo mercado oscila al mismo ritmo es la del sector de neumáticos, que fabrica cada año alrededor de 1000 millones de unidades al año en todo el mundo, cantidad que incluye los neumáticos tipo OEM (Fabricación de equipos originales) como las de mercados de reemplazo.

Este importante sector de alrededor de unos 180 mil millones de dólares al año es dominado desde hace varios años por Bridgestone, quien en 2016 reportó ventas por unos 26 mil millones de dólares, pero que al igual que otras grandes empresas que fabrican neumáticos, vio cómo se reducía su cuota de mercado con la irrupción de marcas chinas.

Bridgestone es fundada en 1931 por Shojiro Ishibashi, partiendo de una exitosa fábrica de zapatos se convierte rápidamente en una gran empresa. En 1988 se fusiona con Firestone Tire and Rubber Company, convirtiéndose no sólo en el mayor fabricante de neumáticos del mundo sino también en el mayor fabricante de productos de caucho. Hoy día es una corporación multinacional que cuenta con 171 plantas alrededor del mundo, tiene presencia en más de 150 países y más de 144 mil empleados. Su principal actividad es la fabricación, distribución y ventas de cauchos, actividad donde concentra el 84% de sus ventas, pero también elabora diferentes productos que van desde bandas transportadoras hasta bicicletas. Su principal mercado es en el continente americano con un 47% de sus ventas y en 2013 es elegida por Brand Finance como la marca de neumáticos más valiosa del mundo. Su fundador, Ishibashi, poseía un pensamiento en el que hoy día se basa la filosofía corporativa de Bridgestone -Servir a la sociedad con calidad superior- la cual se sigue promoviendo a través de los años dentro de la organización.

En Venezuela, Bridgestone mantuvo su mercado competitivo hasta el año 2016, donde debido a la situación que afronta aún en la actualidad y a la dificultad agravante de obtener divisas para la adquisición de materia prima, deciden vender la planta industrial y la concesión de la licencia de fabricación al “Grupo Corimon”, corporación venezolana fundada en 1949 dedicada a la producción y comercialización de una gran diversidad de productos industriales, entre ellas neumáticos. Luego de esta adquisición de acciones el Grupo Corimon decidió cambiar el nombre de la compañía manufacturera de Bridgestone Firestone venezolana a Alice neumáticos de Venezuela C.A, siendo la única compañía autorizada en la fabricación de neumáticos bajo la marca internacional Firestone, con

una capacidad instalada de aproximadamente nueve mil quinientas (9.500) unidades por turno en la que laboran alrededor de 1345 trabajadores. Esta planta cuenta con certificaciones de su sistema de gestión ambiental ISO 14001 y su sistema de gestión de calidad ISO 9001/2015, mostrando su enfoque hacia los clientes y el manejo de sus operaciones bajo el concepto de procesos.

Hoy en día esta empresa bajo una nueva dirección desde el año 2016 sigue siendo golpeada fuertemente al igual que muchas otras, por la situación política, económica y social del país; la limitación de divisas ha restringido el acceso a la materia prima, esto ha provocado la caída progresiva de la capacidad productiva de la planta(ver Grafica 1), el cual ha conllevado que se presente una cantidad de espacio en ocio, este espacio está oscilando en  $4389.75 m^2$  del área de manufactura en donde esta comprendía por un total de  $43.516,6 m^2$ , que se dividen en 3 áreas (preparación (Verde), armado(Amarillo), vulcanizado(Rojo) e inspección final(Azul)) ver Anexo A, esto está implicando unos costos de mantenimiento y limpieza para dichas áreas en ocio, ver Cuadro 1.

A su vez solo se está usando de la capacidad total de producción solo un 19% de esta misma que equivale a un total de 1805 unidades/turno, esto involucra un exceso de máquinas presentes en las diferentes áreas de producción, por lo que entre áreas hay una serie de recorridos excesivos (ver anexo B y anexo C), si estos puntos antes mencionados no se resuelven la empresa tendrá unos costos de manufactura elevados, retrasos en las distintas áreas de producción, la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A, se planteó el objetivo de llevar acabo el diseño de un plan de mejoras en el área de manufactura el cual va tener como objetivo disminuir la cantidad de espacio en ocio y a su vez disminuir los costos por mantenimiento y limpieza.

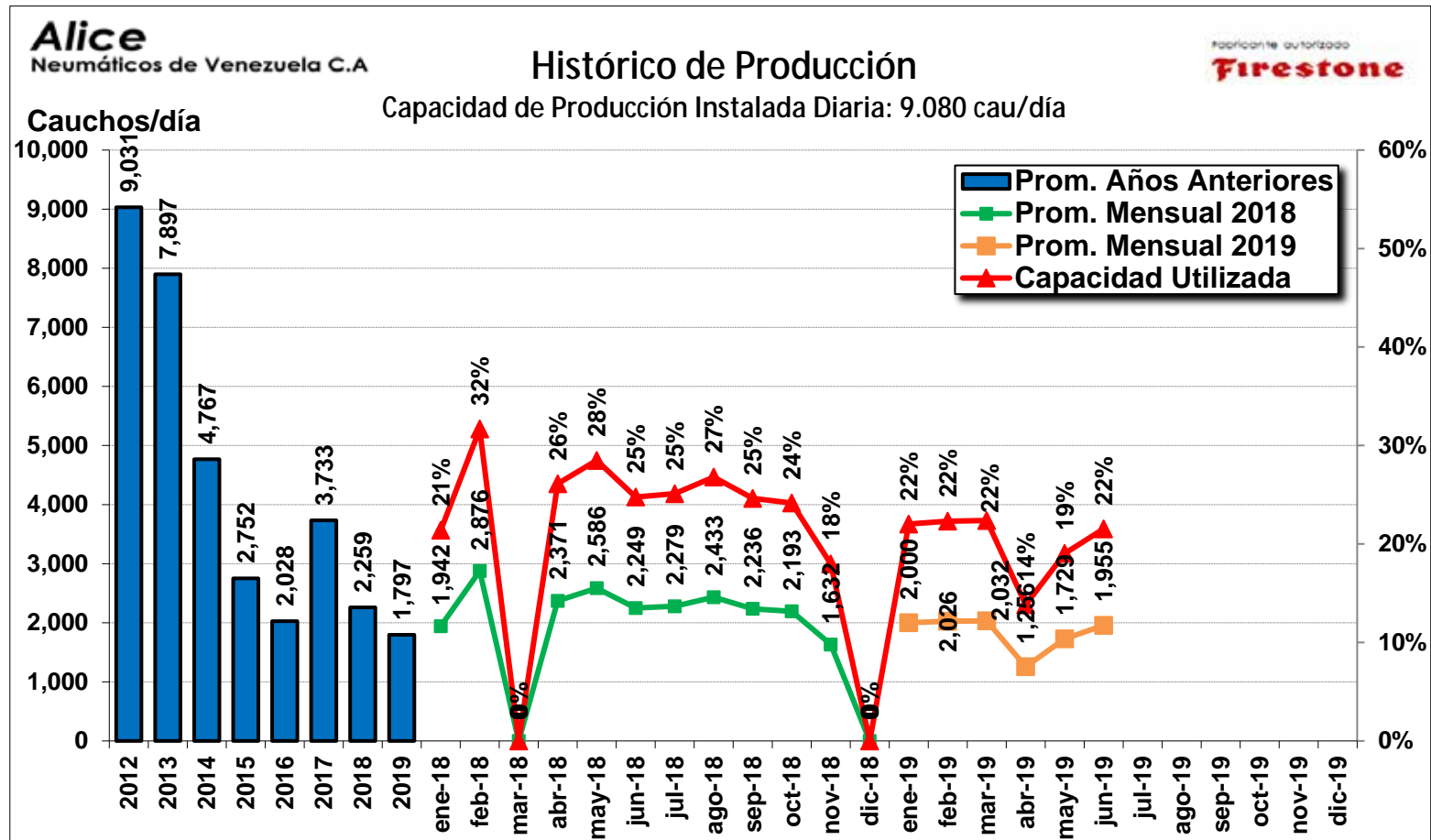
**Cuadro 1:** Costos del espacio en ocio

| Costos Mantenimiento |                |                |             | Costos Limpieza |                |                |             |
|----------------------|----------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
| Área                 | m <sup>2</sup> | Costo unitario | Costo total | Área            | m <sup>2</sup> | Costo unitario | Costo total |
| Preparación          | 32,99          | \$1,50         | \$49,49     | Preparación     | 32,99          | \$1,00         | \$32,99     |
| Armado               | 1556,76        | \$1,50         | \$2.335,14  | Armado          | 1556,76        | \$1,00         | \$1.556,76  |
| Vulcanizado          | 2800           | \$2,00         | \$5.600,00  | Vulcanizado     | 2800           | \$1,00         | \$2.800,00  |
|                      |                |                | \$7.984,63  |                 |                |                | \$4.389,75  |

**Fuente:** Departamento de Costos (2019)

**Elaborado:** Diaz J (2019)

Gráfica 1: Producción de Neumáticos del año 2019.



Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial (2019)

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera se puede mejorar la distribución en el área de manufactura de la planta Alice Neumáticos de Venezuela?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer un plan de mejoras en la distribución del área de manufactura en Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnóstico de la situación actual de la distribución planta en el área de manufactura.
- Analizar las debilidades encontradas en la distribución actual en el área.
- Diseñar un plan de mejoras del área de manufactura que se ajuste a la capacidad productiva.
- Evaluar la factibilidad de la propuesta desde el punto de vista operativo, técnico, ambiental, social y económico

## **1.4 Justificación**

El funcionamiento global de las empresas, y la eficacia de sus procesos, va a depender de varios factores, los cuales pueden tener una incidencia proporcional sobre su nivel de competitividad; garantizando su estado empresarial o decretando el fracaso comercial y por ende generándole espacio a la competencia.

En este orden de ideas, la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A posee un nivel de competitividad óptimo a nivel nacional, por lo cual debe garantizar la calidad de sus productos, cumpliendo con las necesidades y expectativas de los clientes para seguir manteniéndose y seguir siendo líderes a nivel nacional en productos Neumáticos.

La empresa tiene como objetivo disminuir el espacio no productivo, el cual oscila entre un 10% del área total de producción, disminución de costos por

mantenimiento e limpieza el cual se estiman en 148.542 dólares anuales y disminuir la distancia entre áreas (ver anexo B y anexo C).

En tal sentido, la empresa debe cuidar no solo la calidad del producto sino también de la eficacia del proceso y distribución de los mismos, asegurando que la planta se encuentre en buenas condiciones operativas y así poder lograr disminuir los costos fijos de las áreas no productivas.

De acuerdo a lo antes mencionado se realizará un estudio para analizar la distribución de los equipos presentes en el área de producción, comprendida en 4 zonas fundamentales que son preparación, armado, vulcanizado e inspección final.

La investigación va dirigida a la propuesta de un plan de mejoras en la distribución del área de manufactura, teniendo como beneficios:

- Disminuir la distancia entre las distintas áreas productivas
- Disminuir los costos de mantenimiento e limpieza del área no productiva
- Agilizar el proceso entre las áreas de dopado del neumático y vulcanizado
- Disminuir retrasos en la recepción de materiales en el área de armado (Radial y Convencional).

Para la Universidad José Antonio Páez, dentro del área de investigación debe reforzar lo referente a este sector, así como la vinculación con los nuevos paradigmas industriales, dada la importancia que representa la distribución para el país, y que de esta manera tenga una conexión permanente de información y asistencia profesional.

## **1.5 Alcance**

La presente investigación se realizará sólo en las máquinas de producción de planta, al igual que en el área de almacenamiento de las distintas materias primas de Alice neumáticos de Venezuela, enfocado en el estudio y análisis de los procesos que intervienen en la preparación, armado, vulcanizado e inspección de neumáticos, así como también en el flujo de materiales que requiere cada proceso para elaborar los distintos tipos de neumáticos.

Esta investigación se llevará a cabo hasta las propuestas de un plan de mejoras queda de parte de la empresa la implementación de las mismas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

La finalidad de este capítulo es apoyar teóricamente la presente investigación, según Palella & Martins (2010) “el marco teórico debe destacar la estrecha relación existente entre la teoría, la práctica, el proceso de investigación y el entorno” (p. 62). Para lo cual se consultaron investigaciones previas en la materia, y se establecieron las bases teóricas, los términos básicos y el sistema de variables.

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Cabe acotar que dentro de los antecedentes se encuentra investigaciones previamente realizadas como trabajos teóricos o de campo, referentes o similares a los que se estén llevando a cabo y realizados por instituciones de educación superior que sean de utilidad para la resolución de los problemas formulados en el presente proyecto.

En este sentido, la revisión de la literatura permite analizar y reflexionar si la teoría y la investigación anterior sugieren una respuesta, bien sea parcial o absoluta, a la o las preguntas de investigación, o bien si provee una dirección a seguir dentro del planteamiento del estudio (Lawrence y otros, citados por Sampieri, 2014). Tanto el problema como los procedimientos metodológicos, resultados y conclusiones sirven de apoyo a la presente investigación, bien sean de carácter internacional o nacional. De esta forma se tomaron en consideración los estudios siguientes:

Pérez (2019) en su trabajo de grado para obtener el grado académico de Ingeniero Industrial, en la Universidad de Carabobo, titulado **“Evaluación de métodos de diseño de distribución en planta del área de**

**preparación y armado en la empresa PNEUZ C.A**”, tuvo como objetivo proponer evaluar y mejoras el área de preparación y armado. La investigación es de tipo evaluativo con un diseño de campo no experimental, las técnicas de recolección que utilizo fueron la observación directa la entrevista estructurada y la revisión documental, las técnicas de análisis que implemento fueron el diagrama de ISHIKAWA y la metodología del SLP, diagrama relacional, diagrama desde hacía, donde obtuvo como resultado un nuevo Layout de acuerdo del área de armado y preparación, los aportes de esta investigación a mi investigación fueron la metodología del SLP.

Sencler y Torres (2017) en su trabajo de grado para obtener el grado académico de de Ingeniería Industrial, en la Universidad de Carabobo, titulado **“Propuestas de mejoras en el sistema de manejo de materias en la empresa MABE de Venezuela C.A”**, tuvo como objetivo proponer mejoras en el sistema de manejo de materiales de la empresa MABE de Venezuela con el proposito de incrementar la productividad en el área de producción. La investigación es de tipo descriptivo y proyectivo con un diseño de campo, las tecnicas de recolección que utilizo fuerón la observación directa la entrevista estructurada y la revisión documental, las técnicas de analisis que implemento fueron el diagrama de ISHIKAWA y la metodologia del SLP, donde octuvo como resultado un nuevo layout de acuerdo al flujo de materiales, los aportes de esta investigación a mi investigación fuerón la metodologia del SLP.

Gonzalez y Tineo (2015) en su trabajo de grado para obtener el grado académico de de Ingeniería Industrial, en la Universidad Señor de Sipán, titulado **“Redistribución de Planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C”**, tuvo como objetivo elaborar una redistribución de planta en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa de fabricación de madejas de lana e hilos de tejer Hilados Richards SAC, mejorando la productividad en la fabricación de madejas de lana e hilos de tejer. La investigación es de tipo descriptivo y proyectivo con un diseño de campo, las tenicas de recolección fueron las observación directa, la entrevista no estructurada y la

investigación documental, en las técnicas de análisis utilizo el diagrama de Pareto y la matriz de ponderación, donde obtuve como resultado un nuevo layout del área de fabricación de hilos, esta investigación tubo como aporte las técnicas de recolección de datos.

## **2.2 Bases teóricas**

A continuación, se desarrollan los fundamentos teóricos de la investigación, según Hernández, Fernández, & Baptista (2010) esta etapa “consiste en detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales útiles para los propósitos del estudio, de los cuales se extrae y recopila información relevante y necesaria para el problema de investigación” (p. 53), para lo cual se realizó una revisión selectiva de libros y artículos académicos.

### **2.2.1 Distribución de plantas**

El estudio de la distribución de plantas según Chase, Jacobs, & Aquilano (2005) consiste en la “determinación de donde irán los departamentos, los grupos de trabajo dentro de esos departamentos y las máquinas y los puntos de inventario de existencias dentro de una instalación de producción” (p. 406), con la finalidad de arreglar dichos elementos en forma tal que permita un flujo de trabajo ininterrumpido. Por otro lado Meyers & Stephens (2010) establecen que:

La distribución de plantas es la organización de las instalaciones físicas de una empresa, con la finalidad de promover el uso eficiente de los equipos, los materiales, la gente y la energía; y que incluye la localización de la planta, el diseño de la infraestructura, la distribución física de la planta y el manejo de materiales (p.13).

Como se puede ver Chase, Jacobs, & Aquilano (2005) hacen énfasis en el logro de un flujo de trabajo continuo, buscando disminuir los tiempos de espera entre los procesos, pero solo dirigiéndose a la distribución física de la planta, mientras que Meyers & Stephens (2010) tienen una visión más amplia de lo que abarca la distribución de plantas incluyendo desde la localización, adicionalmente se enfocan en alcanzar el uso eficiente de los recursos para disminuir los costos de producción.

Igualmente, Muther & Hales (2015) establecen en su procedimiento SLP que la distribución de plantas es un proceso que comprende cuatro (4) fases: Localización de la planta, distribución general de cada departamento y área, distribución detallada de los equipos y máquinas, e instalación de los equipos; adicionalmente al SLP, Muther desarrollo la metodología SHA, con el objetivo de estudiar el flujo de materiales y así diseñar un plan de manejo para los mismos. Frecuentemente la localización de plantas y la instalación de los equipos no forman parte del rol del ingeniero industrial y son ejecutados por otras personas.

### **2.2.2 Tipos de proyectos de diseño de distribuciones en planta**

Según Meyers & Stephens (2010) existen cinco (5) tipos de proyectos que involucran la distribución instalaciones de manufactura: Nueva planta, nuevo producto, cambios en el diseño del producto, reducción de costos, y rearrreglo de instalaciones obsoletas.

El diseño de una nueva planta es uno de los proyectos más interesantes y enriquecedores en los que un ingeniero industrial podrá trabajar, y en donde se puede lograr mayor impacto en la rentabilidad de una empresa y en los empleados. Este tipo de proyectos tiene muy pocas restricciones debido a que no hay que preocuparse por instalaciones existentes.

Constantemente las empresas se encuentran desarrollando nuevos productos, cuando esto ocurre por lo general designan un área desocupada de la planta o construyen una expansión para anexar el nuevo producto, éste debe incorporarse al resto del flujo de trabajo de la planta y usualmente comparte algunos equipos con los viejos productos.

Muchas veces las empresas se ven en la necesidad de realizar modificaciones en el diseño de sus productos, con la finalidad de adaptarse al mercado y mantenerse competitivas, estos cambios requieren de una revisión de la distribución actual, debido a que cada uno de ellos puede afectar el flujo de materiales.

Los proyectos de reducción de costos se producen cuando se detectan mejoras en la distribución actual, que pueden lograr un aumento en la producción con la misma fuerza laboral y equipos de manejo de materiales, o alcanzar el mismo nivel de producción con menos recursos, en estos casos el ingeniero industrial realiza una propuesta que debe tener un retorno de la inversión (ROI por su sigla en inglés) de dos (2) años o menos.

Y por último los proyectos de rearrreglo de instalaciones obsoletas, surgen cuando se tiene una distribución muy deficiente que requiere ser mejorada para convertirla en una planta más productiva, el procedimiento es exactamente el mismo al diseño de una nueva planta, solo que, con más restricciones, tales como: paredes existentes, fosas, techos bajos, entre otras.

### **2.2.3 Metas del diseño de distribuciones en planta**

De acuerdo con Meyers & Stephens (2010):

Una buena definición de los objetivos asegura el diseño de una distribución exitosa, sin ellos el ingeniero industrial se encuentra sin foco, y es importante que el ingeniero del proyecto y la gerencia de la compañía compartan la misma visión y objetivos, manteniendo una retroalimentación abierta entre ellos (p. 25).

De allí, la importancia de definir las metas de todo proyecto de distribución, las cuales por lo general son: Minimizar el costo del producto, optimizar la calidad, promover el uso efectivo de los recursos, proveer comodidad y seguridad para los empleados, controlar los costos del proyecto, lograr flexibilidad de producción y reducir o eliminar inventarios excesivos.

### **2.2.4 Tipos de distribuciones en planta**

Según Chase, Jacobs, & Aquilano (2005) la forma en la cual los departamentos son organizados en una planta se encuentra definida por el patrón general del flujo de trabajo, existen tres (3) tipos básicos de distribución: por procesos, por productos y de

posición fija, y un tipo de distribución híbrida conocida como tecnología de grupos (o células de trabajo).

Una distribución por productos (también llamada distribución de producción en masa) es aquella en la que los equipos o los procesos de trabajo son organizados de acuerdo con la secuencia de pasos a través de los cuales se fabrica el producto. La trayectoria de cada parte es, en efecto, una línea recta.

La distribución por procesos (igualmente conocida como distribución de taller) es un formato en el que se agrupan equipos de funciones similares. Una parte en proceso es transportada de acuerdo a la secuencia de operaciones establecida, desde un área a la siguiente, en donde se encuentran las máquinas apropiadas para cada operación.

En una distribución por posición fija, el producto en virtud de su tamaño o peso, permanece en una sola ubicación. Los equipos y herramientas de manufactura y los materiales y partes son trasladados hacia un sitio específico para completar el producto, en lugar de transportar los productos hacia las máquinas. La fabricación de aviones o barcos son ejemplo de procesos de manufactura que utilizan este tipo de distribución.

Finalmente, la distribución por grupo de tecnologías (o células de trabajo) agrupa máquinas diferentes en centros o células de trabajo, para que trabajen en productos que tienen formas y requerimientos de procesamiento similares. Este tipo de distribución es parecida a la distribución por procesos, en que las células de trabajo son diseñadas para realizar un conjunto específico de procesos, y es similar a una distribución por productos en que las células de trabajo están dedicadas a una gama limitada de productos.

De acuerdo a Meyers & Stephens (2010) la mayoría de las plantas industriales utilizan la distribución por procesos para la parte final de fabricación de las partes del producto, y que usan la distribución por productos para el ensamblaje final del producto y el proceso de empaquetado, y que a medida que se presentan las oportunidades la tecnología de grupos es aplicada y se crean células de trabajo.

### **2.2.5 Planificación sistemática de la distribución**

La planificación sistemática de la distribución es una metodología para el diseño de distribuciones en planta que fue desarrollada por Richard Muther. El libro de texto de este procedimiento se publicó por primera vez en 1961 y ha sido traducido en más de nueve (9) idiomas, y desde entonces ha sido el método más aceptado y comúnmente utilizado a nivel mundial para la resolución de problemas de distribución en planta.

Como se dijo anteriormente el SLP comprende cuatro (4) fases: Localización de la planta, distribución general de cada departamento y área, distribución detallada de los equipos y máquinas, instalación de los equipos. De acuerdo a Muther & Hales (2015) las fases uno (1) y cuatro (4) por lo general no son responsabilidad directa del diseñador de la distribución y son realizadas por otras personas, por lo que se hará énfasis en la segunda y tercera fase.

La metodología SLP establece que el diseño de plantas industriales requiere de cinco (5) tipos de información clave, y para recordarlas fácilmente están designadas por la secuencia alfabética de las cinco (5) letras P-Q-R-S-T, las cuales representan: Productos (o materiales o servicios), Cantidad (Quantity en inglés, refiriéndose al volumen de producción, ventas e inventario), Ruta o recorrido (procesos y operaciones requeridas), Servicios (que apoyan al proceso productivo), y Tiempos (de procesamiento, de entrega, temporadas, etc.).

Según a Muther & Hales (2015) toda distribución involucra tres (3) puntos importantes: Relaciones entre varias funciones o actividades, espacio en cierta magnitud y tipo para cada actividad, y el ajuste de éstos en un plan de distribución. De tal forma que establecen un procedimiento de seis (6) pasos para abordar las fases dos (2) y tres (3) del SLP, éstos son: establecer el grado de relación entre departamentos y/o actividades, establecer los requerimientos de espacio, realizar el diagrama relacional de actividades, dibujar propuestas espaciales de distribución, evaluar las alternativas y especificar la distribución de la propuesta seleccionada.

Esta metodología utiliza una simbología estándar para facilitar su aplicación y entendimiento, la cual además ha sido adoptada ampliamente por la Ingeniería Industrial para el estudio y análisis de procesos de manufactura. (Ver Figura 1)

| Diagrama de Flujo de Procesos |              | Diagrama Relacional |                          |           |       |              |
|-------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-----------|-------|--------------|
|                               |              | Código              | Adyacencia               | Color     | Valor | N° de Líneas |
| ○                             | Operaciones  | A                   | Absolutamente Necesario  | ROJO      | 4     | ////         |
|                               | Operaciones  |                     |                          |           |       |              |
| ○                             | Operaciones  | E                   | Especialmente Importante | NARANJA   | 3     | ////         |
| ◐                             | Manejos      | I                   | Importante               | VERDE     | 2     | ///          |
| ➡                             | Transportes  | O                   | Ordinario                | AZUL      | 1     | /            |
| □                             | Inspecciones | U                   | Sin Importancia          | SIN COLOR | 0     |              |
| ⌒                             | Demoras      | X                   | No Deseable              | MARRÓN    | -1    | ~~~~~        |

**Figura 1.** Simbología para diagramas de flujo de procesos y relacionales.

Fuente: Metodología S.L.P

### 2.2.6 Diseño y análisis de distribuciones asistido por computadora

De acuerdo a Meyers & Stephens (2010) programas de última generación pueden ayudar con el diseño y análisis de distribuciones en plantas de manufactura, debido a que el uso de dicha tecnología permite al usuario considerar y evaluar muchas configuraciones en un corto período de tiempo, siempre buscando alcanzar un nivel óptimo de eficiencia en el flujo de materiales.

Estos programas permiten al usuario incorporar una gran cantidad de información, tal como: los volúmenes de producción, las rutas de los materiales y los costos de manejo. Los resultados del análisis pueden ser visualizados en un entorno espacial, dando al diseñador la posibilidad de manipular los parámetros del sistema en tiempo real, con la finalidad de estudiar y comparar varios escenarios, lo que permite: Rediseñar el flujo de materiales, eliminar o reducir significativamente el manejo de

materiales, reducir los recorridos de los productos o partes, reducir los inventarios en proceso y evaluar sistemas alternativos de manejo de materiales.

Según Owens (2010) en 1980 Dave Sly automatizó la metodología SLP dentro de AutoCAD, y más tarde creó la tecnología para automatizar el procedimiento SHA, éste proporcionó la habilidad de combinar la información de los recorridos y los costos de manejo de materiales, con el plano dibujado a escala en AutoCAD, permitiendo a los ingenieros industriales medir las distancias, los tiempos y los costos reales para cada alternativa de distribución. El Dr. Sly ha desarrollado los programas comerciales más completos para diseño de distribuciones en la actualidad, éstos son: Flow Planner de la empresa Proplanner y FactoryFLOW de Siemens PLM. La mayoría utiliza estos programas en los Estados Unidos y Europa para los proyectos de distribución de plantas.

### **2.2.7 Diagrama de Pareto**

Es un histograma de ocurrencias por categoría (en el cual las categorías están ordenadas por el número de ocurrencias) se denomina comúnmente como un gráfico, diagrama o carta de Pareto. Se basa en el principio 80- 20; el 20% de las causas representan el 80% de las ocurrencias. Cabe destacar, que el diagrama de Pareto, es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas.

Permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor del impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

#### **Elaboración de un Diagrama de Pareto**

**Paso 1.** Formar dos columnas con los nombres de los defectos y su respectiva frecuencia. Luego ordenar las frecuencias de los datos comenzando por la de mayor valor.

**Paso 2.** Una vez ordenados, construir la columna de frecuencia y frecuencia acumulada.

**Paso 3.** Ahora se construye el gráfico.

La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo y se ataquen todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis de Pareto, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde puedan tener mayor impacto”.

### **2.2.8 Matriz de Ponderación**

La matriz de ponderación, según Arias (2012) “es una herramienta que permite la selección de opciones y aplicación de criterios” (p.78). Hace posible determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, priorizar y clarificar problemas, oportunidades de mejora y proyectos y, en general, establecer prioridades entre un conjunto de elementos para facilitare la toma de decisiones.

### **2.2.9 Los 7 Desperdicios**

Es una que consiste de que todos los despilfarros (Sobreproducción-tiempo-transporte-procesos-inventario-movimientos-defectos-sobreproducción), no aportan un valor añadido al producto o servicio que paga el cliente, por lo que representa un coste directo para la empresa. Los principales beneficios de esta técnica son:

- Reducción de costes
- Aumento de la productividad
- Organización del área de trabajo
- Motivación del equipo
- Mejora de la imagen de la compañía respecto a proveedores
- Entre otros resultados

## **2.3 Bases legales**

Como bases legales se tomará en cuenta el siguiente artículo de la Contitución Bolivariana de Venezuela:

Artículo 87. Toda persona tiene derecho al trabajo y el deber de trabajar. El estado garantizará la adopción de las medidas necesarias a los fines de que toda persona pueda obtener ocupación productiva, que le proporcione una existencia digna y decorosa y le garantice el pleno ejercicio de este derecho. Es fin del estado fomentar el empleo. La ley adaptará medidas tendentes a garantizar el ejercicio de los derechos laborales de los trabajadores y trabajadoras no dependientes. La libertad de trabajo no será sometida a otras restricciones que las que la ley establezca.

Todo patrón o patrona garantizará a sus trabajadores y trabajadoras condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuados. El estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y la promoción de estas condiciones.

También se tomarán en cuenta los siguientes artículos del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo:

Artículo 12. Los corredores, pasadizos, pasillos, escaleras y rampas serán diseñados y construidos de manera que de acuerdo a la naturaleza del trabajo y al número de trabajadores utilizados, dispongan de espacio cómodo y seguro para el tránsito de personas. Tales vías se mantendrán en buenas condiciones y libres de obstrucciones o substancias que presenten riesgos de accidentes para sus usuarios.

Artículo 22. Las salidas y pasillos de los edificios y otros locales de trabajo, deben instalarse y estar dispuestos de manera tal que las personas que los ocupen puedan abandonarlos rápidamente y con seguridad, en caso de emergencia. A tal efecto, el Ministerio del Trabajo determinará el número de salidas de emergencia, de acuerdo a la naturaleza del riesgo.

Artículo 150. Toda máquina, aunque sus partes móviles estén debidamente resguardadas, deberá ubicarse de manera que el espacio asignado al operador sea amplio y cómodo y pueda éste, en caso de emergencia, abandonar el sitio fácil y rápidamente. Los pasillos de circulación deberán tener un ancho mínimo de 0,80 centímetros.

En la constitución es importante la parte final del artículo 87, donde establece que todo empleador debe garantizar condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo aptas, esto involucra la infraestructura de toda planta industrial, lo que incluye la distribución de la misma. Dicho artículo se profundiza en el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, donde resaltan los artículos 12, 22 y 150; los cuales establecen varios requisitos que deben cumplir los pasillos de una instalación industrial, los cuales representan las principales vías para el flujo de materiales en muchos procesos de manufactura, y no es la excepción para la industria del neumático, por lo que es importante que al momento de elaborar propuestas de distribución el diseño de los pasillos cumpla con dicho reglamento.

#### **2.4 Definición de terminos basicos**

**Área de Armado:** “Es donde se realiza el ensamblaje de los materiales fabricados en el área de preparación, para conformar el neumático. Esta área se divide en armado convencional y radial dada las características particulares del diseño de cada producto” (Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., 2005).

**Área de Preparación:** “Es donde se elaboran las diferentes partes que componen a un neumático, las cuales son luego transportadas al área de armado” (Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., 2005).

**Backtracking:** “Es el hecho de que un material se mueva “hacia atrás” en la planta. Los materiales deberían moverse hacia el área de despacho, si un material se mueve hacia el área de materia prima, se está moviendo hacia atrás” (Meyers & Stephens, 2010).

**Diseño de Plantas:** “Es un proceso que incluye la ubicación de las instalaciones, el plano del edificio o construcción, la distribución y el manejo de materiales” (Meyers & Stephens, 2010).

**Distribución en Planta:** “Es la organización de las instalaciones físicas de una empresa, con la finalidad de promover el uso eficiente de equipos, materiales, personal y energía” (Meyers & Stephens, 2010).

**Flujo de Materiales:** “Son las rutas que siguen los materiales que se mueven a través de una planta, considerandolas distancias recorridas por los mismos, la intensidad del tráfico en las rutas, el tráfico cruzado y el tráfico en dirección contraria” (Meyers & Stephens, 2010).

**Hoja de Ruta:** “Es un formato en el que se describe la secuencia de pasos requeridos para fabricar una parte” (Meyers & Stephens, 2010).

**Manejo de Materiales:** “Es la acción de mover el material correcto al lugar indicado, en el momento adecuado, en la cantidad requerida, en la secuencia establecida, y en la posición o condiciones apropiadas para minimizar los costos de producción” (Meyers & Stephens, 2010).

**Neumático:** “Es un contenedor de aire que soporta carga en diferentes tipos de vehículos, y generalmente están fabricados en su mayoría de goma de caucho” (Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., 2005).

**Steelastic:** “Es un equipo que realiza la extrusión de la goma para recubrir alambres de acero, que conformarán la capa estabilizadora de los neumáticos radiales, éstas son cortadas y empatadas en un ángulo específico para finalmente ser enrolladas y almacenadas” (Bridgestone Firestone Venezolana, C.A., 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

A continuación, se establecen el diseño y el tipo de la presente investigación, así como también la población de estudio, las técnicas para la recolección y análisis de los datos, y los procedimientos para la presentación de los resultados. De acuerdo a Palella & Martins (2010) el marco metodológico es “una guía procedimental, producto de la reflexión, que provee pautas lógicas generales pertinentes para desarrollar y coordinar operaciones destinadas a la consecución de objetivos intelectuales” (p. 79).

#### **3.1 Tipo de la investigación**

El presente trabajo de investigación está enmarcado dentro de la modalidad de un proyecto factible debido a que su objetivo general es proponer un plan de mejoras en el área de manufactura con la finalidad de reducir las distancias de recorrido y acortar el espacio en ocio para así disminuir los costos de mantenimiento y limpieza de Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

Tal como lo cita, el manual del Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (2015) el proyecto factible “consiste en la propuesta de un modelo funcional viable o solución posible a un problema de tipo práctico, con el objeto de satisfacer necesidades de entes específicos (institución, comunidad, grupo social, persona en particular, entre otros)” (p.27).

#### **3.2 Diseño de la investigación**

Resulta de vital importancia seleccionar un diseño de investigación ya que es la estrategia general que se adopta con el fin de recolectar la información necesaria para

responder a la problemática. Esto se refiere a la manera práctica y precisa que se elige para cumplir con los objetivos de estudio, indicando los pasos a seguir para alcanzar dichos objetivos. Es necesario por tanto que previo a la selección del diseño de investigación se conozcan los diferentes tipos que existen.

Según las contribuciones dados por Arias (2012), esta investigación tiene características de investigación documental, que específicamente “es aquella donde se recolectan datos de fuentes primarias como libros, revistas e investigaciones anteriores, de lo antes mencionado su carácter de investigación documental.

Por su parte los aportes conceptuales dados por Arias (2012), esta investigación sigue un diseño de campo, que específicamente “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), de allí su carácter de investigación de campo.

De acuerdo a la definición anterior, la presente investigación se clasifica como investigación de campo, pues los datos que serán utilizados para realizar la propuesta del plan de mejoras, se recolectarán directamente de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A., convirtiéndose en datos provenientes de fuente primaria, lo cual establece Arias, como investigador de campo.

### **3.3 Nivel de la Investigación**

El nivel de la investigación es referente al grado de profundidad con que se aborda el objeto de estudio, en este caso, la fabricación de neumáticos. Referente al nivel, la investigación se clasifica puede ser Investigación exploratoria, investigación descriptiva, investigación explicativa. La presente se caracteriza como de nivel de descriptivo, al respecto Arias (2012) indica lo siguiente:

“Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los

resultados de este tipo de investigación, se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.24).

Acorde con esta definición, el nivel de esta investigación es descriptivo, dado que se procedió a describir cada uno de los elementos que conforman el proceso de elaboración del neumático, así como el flujo de materiales entre áreas, para poder establecer su comportamiento y determinar debilidades en los mismos, para esta forma desarrollar la propuesta de mejoras en la reorganización.

### 3.4 Población y Muestra

Parella y Martins (2010), definen la población de la siguiente manera: “es el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones. (p.105)”.

Actualmente el área de manufactura en Alice neumáticos de Venezuela está conformado por 3 áreas que se distribuye de la siguiente manera: Preparación, Armado y por ultimo Vulcanizado e Inspección Final, el cual nuestra población van a estar conformada por todas las maquinas presente en cada área. En este momento la planta cuenta con 485 trabajadores diarios que van a ser nuestros informantes claves distribuidos de la siguiente forma (**ver cuadro 2**).

**Cuadro 2:** Distribución de trabajadores

| DISTRIBUCIÓN DE TRABAJADORES |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Cantidad de Trabajadores     | Descripción del Departamento |
| 90                           | ARMADO                       |
| 82                           | MANTENIMIENTO                |
| 40                           | PRODUCTO TERMINADO           |
| 37                           | INSPECCIÓN FINAL             |
| 37                           | VULCANIZADO                  |
| 30                           | ENTUBADORAS                  |
| 27                           | RECUPERACIÓN DE MATERIALES   |
| 25                           | BANBURY                      |
| 25                           | CONTROL DE LA CALIDAD        |
| 19                           | CORTADORAS                   |

|    |                      |
|----|----------------------|
| 19 | CALANDRAS            |
| 16 | TALONES              |
| 12 | MATERIA PRIMA        |
| 10 | SERVICIOS GENERALES  |
| 7  | ENTRENAMIENTO        |
| 6  | STEELASTIC           |
| 2  | ALMACEN DE REPUESTOS |
| 1  | PROGRAMACIÓN         |

**Fuente:** Dpto. Ingeniería Industrial (2019)

Palella y Martins (2012), señala que la muestra se realiza cuando:

La población es tan grande o inaccesible que no se puede estudiar toda, entonces el investigador tendrá la posibilidad seleccionar una muestra. El muestro no es un requisito indispensable de toda investigación, eso depende de los propósitos del investigador, el contexto, y las características de sus unidades de estudio. (p. 110)

Debido a que el estudio es de los distintos procesos presentes en la planta la muestra van a ser todas las maquinas presentes en las áreas de producción.

### **3.5 Unidad de análisis**

Hernández, Fernández, & Baptista (2010) plantean que la unidad de análisis es el “sobre qué o quiénes se van a recolectar los datos” (p. 191). Para este estudio se definieron como unidades de análisis a las distintas operaciones que conforman el proceso de las áreas de preparación, armado y vulcanizado e inspección de la planta objeto de estudio, las cuales son: Calandrado de goma, cortado de telas de cuerpo, colocación de insertos, steelastic, cortado de spiral, entubado de rodados, entubado de paredes, forrado de talones, armadoras radiales y convencionales, prensas de vulcanizado y máquinas de inspección (Radial-Convencional).

### **3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Una de las técnicas de recolección que se empleó en este trabajo de investigación es la observación, la cual es definida por Palella & Martins (2010) “como el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que se estudia” (p. 115), mediante esta técnica se realizó un registro visual de la

información que se necesitó para establecer la distribución de planta inicial de la empresa objeto de estudio. Asimismo, la observación empleada fue de tipo directa, puesto que los datos fueron recolectados en contacto personal con el hecho de estudio.

Adicionalmente se utilizó instrumentos de recolección como la hoja de recolección de datos para obtener información referente a: tiempos de ciclo y estándares de producción de los equipos, datos de los equipos de manejo de materiales, volumen de producción, listas de materiales y secuencias de fabricación, dichos datos fueron tomados de los departamentos de: ingeniería industrial, servicios técnicos, proyectos y planificación de la producción.

Por otro lado, la entrevista no estructurada resulta importante como una técnica complementaria a la observación directa, dado que los operarios, supervisores, gerentes, entre otros, podrán aportar información relevante que a simple vista no pueda ser observada.

También se utilizó la revisión documental donde se pudieron constatar los distintos Layout y su nivel de producción diaria.

Adicionalmente se utilizó la revisión bibliografía en donde fue de vital importancia ya que gracias a esta se pudo establecer la metodología a implementar.

### **3.7 Técnicas de análisis de datos**

En esta sección se mencionan las técnicas que fueron aplicadas para el desarrollo de la presente investigación. Iniciando con la planificación sistemática de la distribución (SLP), este método de ingeniería industrial establece una serie de técnicas que permiten analizar los datos de una distribución dada, tales como: el diagrama relacional, la gráfica de distancia - intensidad, el diagrama desde – hacia, el diagrama de flujo de entrada y de salida, estudio de capacidad de máquina y balance de línea.

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2010) “en la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador” (p. 104),

asimismo en este trabajo se empleó ampliamente dicha herramienta para realizar el análisis de la información, destacando los siguientes programas de computadora:

- **AutoCAD 2017:** se usó para generar el plano detallado de la distribución actual de la empresa objeto de estudio.
- **Microsoft Excel 2016:** con este programa se aplicó para el análisis de los datos como el del flujo de los materiales y relacionar áreas entre sí.

### **3.8 Fases de la investigación**

#### **Ü Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la distribución en planta del área de manufactura en empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.**

Se inició con la observación directa para medir las dimensiones de la planta objeto de estudio, y así poder generar un plano a escala que muestra la distribución de la misma, también se emplearon hojas de recolección de datos para obtener más detalles sobre las dimensiones de los diferentes equipos, así como otros datos importantes del proceso que fueron señalados en el mismo plano, tales como: la capacidad de las áreas de almacenamiento de materiales en proceso, niveles mínimos de inventario de materiales en proceso, entre otros.

Este objetivo fue planteado debido a que la empresa en estudio no disponía de un plano a escala de sus instalaciones, lo cual es de vital importancia para cualquier análisis de distribución en planta, porque a través de dicho plano se obtuvieron las distancias entre los departamentos y máquinas, por los que fluyen los distintos materiales utilizados para la fabricación de neumáticos.

#### **Ü Fase II: Análisis de las debilidades encontradas en la distribución actual a fin de generar oportunidades de mejora.**

En esta fase se recurrió a varias fuentes bibliográficas, tanto libros de texto como digitales, para indagar, consultar y organizar adecuadamente la información que se utilizará en las siguientes fases, centrándose en la matriz ponderada y el gráfico de Pareto para establecer las principales causas y poder realizar un análisis de estas.

### **Ü Fase III: Diseño de un plan de mejoras en la distribución del área de manufactura, utilizando la metodología S.L.P.**

De acuerdo a lo investigado en la fase anterior, se utilizaron hojas de recolección de datos para obtener y organizar la información de entrada requerida por la metodología de distribución a aplicar, previo al análisis de los resultados que, generados por el método utilizado, obteniendo como producto final las propuestas de distribución derivadas de la metodología y se presentaran las distintas propuestas de distribución y se hará una evaluación ponderada para seleccionar la mejor.

### **Ü Fase IV: Evaluar la factibilidad de la propuesta desde el punto de vista operativo, técnico, ambiental, social y económico**

En esta fase se consideraron las mejoras y las propuestas de reorganización del proceso de distribución, utilizando check list para evaluar la factibilidad desde el punto de vista operativo, técnico, ambiental y social, desde el punto de vista económico se aplicó la relación beneficio-costos (C, B) a fin de corroborar la factibilidad del plan.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

El presente capítulo busca mostrar los resultados producto de la definición de la situación actual, así como aplicar la metodología de distribución en planta al caso de estudio, mostrando los resultados obtenidos.

#### **4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la distribución en planta del área productiva de ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A.**

Esta fase correspondió al diagnóstico de la situación actual del proceso de producción del neumático mediante técnicas de recolección de información, observación directa, revisión documental y entrevista no estructurada, obteniendo las causas que generan el desperdicio, en donde se realizaron las siguientes actividades:

##### **4.1.1 Observación directa**

###### **Proceso de elaboración del neumático:**

El departamento de programación se encarga de programar la producción a elaborar por turno según el ticket de producción, después éstos se encargan de llevar cada programa a las distintas áreas de producción (Preparación de materiales, Armado y vulcanizado e inspección), al recibir el programa los operadores empiezan su jornada de producción en sus determinadas áreas en donde este le solicita a su servicio que le disponga de los distintos materiales requeridos por su determinada área, el transportista o montacarguista se dirige al FIFO de cada material necesario y es llevado a el área correspondiente, después de finalizar cada lote el servicio se lleva el producto procesado a su respectivo FIFO ya sea de Materiales procesado, Caucho Verde y Neumático, los cauchos verdes son llevados al área

de dopado en donde se les aplica aceite de castor y son procesados en la dopadora, almacenados en perchas y colocados en el FIFO de cauchos verdes dopados para ser vulcanizados.

Los Neumáticos ya vulcanizados pasan por una meticulosa inspección que comprende desde una inspección visual donde se verifica si el neumático posee algún desperfecto externo, después pasan a una cabina de rayos x en donde se revisan que el neumático no tenga materiales indeseados (Alambre, papel, etc.) después son llevados a las maquinas TUO en donde se revisa el neumático si este se encuentra balanceado, una vez verificado su conformidad esté se empaleta según su medida de neumático correspondiente y es llevado por el montacarguista del área a al almacén de producto terminado. Tal como se representa en el diagrama de flujo (Ver Anexo H)

#### **4.1.2 Resultados de la Observación Directa del área de producción**

A continuación, se muestran los factores de la observación directa que se evalúan:

- Ü Materiales y equipo
- Ü Flujo de materiales
- Ü Mano de obra

Una vez establecido los criterios a evaluar se realiza resumen de cada una de las características mostradas, la cual se presenta a continuación:

##### **Materiales y equipo**

Se pudo observar que en las distintas áreas que conforman el proceso de fabricación del neumático presentaba una cantidad de espacio en ocio, estos espacios no utilizados se midieron con el odómetro para conocer la cantidad de metros cuadrados totales, esto dio un total de 4389.75 metros cuadrado.

A continuación se muestra un registro fotográfico que evidencia las maquinas en ocio en las distintas áreas



**Figura 2** Foto Maquinas armadora convencional en ocio



**Figura 3** Foto Maquinas Unistage en ocio



**Figura 4** Foto Maquinas armadora segunda etapa en ocio



**Figura 5** Foto Maquinas armadoras primera etapa en ocio



**Figura 6** Foto Maquinas armadora en ocio



**Figura 7** Foto Maquinas Vulcanizado en ocio

## Flujo de Materiales

Se observa que la empresa a medida que fue creciendo y modernizándose se hicieron modificaciones en sus distintas áreas, pero no se tomó en cuenta el flujo de materiales, como consecuencia existe áreas que comparten un importante flujo de materiales, pero estas se encuentran separadas unas de otras (Ver anexo C).

## Mano de Obra

**Reposición de materia prima en áreas de armado:** Se visualizó que las persona encargadas de hacer el servicio en el área de armado tiene que recorrer largas distancias para reponer los materiales necesarios, el cual implica que existan paradas por reposición de materiales, para evidenciar esta problemática, se realizó una toma de tiempo del servicio de reposición de la maquina KBN #5 (Ver cuadro 4) en donde se pudo constatar que debido a los largos recorridos de reposición de la materia prima esta máquina presenta paradas por la espera del servicio el cual equivale a un 11% de su jornada laboral.

**Cuadro 3** Estudio de tiempo Servicio KBN #5

| <b>Tiempos de reposición (min)</b> |     |  |     |
|------------------------------------|-----|--|-----|
| <b>Servicio</b>                    |     | <b>Parada en maquina por espera del servicio</b> |     |
| <b>Toma 1</b>                      | 5,0 | <b>Toma 1</b>                                    | 3   |
| <b>Toma 2</b>                      | 4,5 | <b>Toma 2</b>                                    | 2   |
| <b>Toma 3</b>                      | 2,8 | <b>Toma 3</b>                                    | 1,5 |
| <b>Toma 4</b>                      | 3,0 | <b>Toma 4</b>                                    | 1   |
| <b>Toma 5</b>                      | 3,5 | <b>Toma 5</b>                                    | 2   |
| <b>Toma 6</b>                      | 7,0 | <b>Toma 6</b>                                    | 4   |
| <b>Toma 7</b>                      | 3,8 | <b>Toma 7</b>                                    | 1   |
| <b>Toma 8</b>                      | 4,0 | <b>Toma 8</b>                                    | 2   |
| <b>Toma 9</b>                      | 5,0 | <b>Toma 9</b>                                    | 2   |
| <b>Toma 10</b>                     | 7,0 | <b>Toma 10</b>                                   | 5   |
| <b>Toma 11</b>                     | 9,0 | <b>Toma 11</b>                                   | 4   |
| <b>Toma 12</b>                     | 5,0 | <b>Toma 12</b>                                   | 3   |

|                |             |                |           |
|----------------|-------------|----------------|-----------|
| <b>Toma 13</b> | 6,0         | <b>Toma 13</b> | 2,4       |
| <b>Toma 14</b> | 3,4         | <b>Toma 14</b> | 3,1       |
| <b>Toma 15</b> | 5,0         | <b>Toma 15</b> | 1         |
| <b>Toma 16</b> | 4,0         | <b>Toma 16</b> | 1         |
| <b>Toma 17</b> | 7,0         | <b>Toma 17</b> | 2         |
| <b>TOTAL</b>   | <b>85,0</b> | <b>TOTAL</b>   | <b>40</b> |

Fuente Diaz J (2020)

#### 4.1.2 Revisión documental:

##### Histórico de producción:

En la revisión documental, se observó en el histórico de producción que la empresa tuvo una caída drástica de la producción desde el año 2016 hasta hoy en día, este se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4** Histórico de Producción

| Año     | Warehouse (Tires/Day) |                    |                    |
|---------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|         | Prom. Años Anteriores | Prom. Mensual 2018 | Prom. Mensual 2019 |
| 2005    | 9858                  |                    |                    |
| 2006    | 9468                  |                    |                    |
| 2007    | 8780                  |                    |                    |
| 2008    | 7337                  |                    |                    |
| 2009    | 6469                  |                    |                    |
| 2010    | 7078                  |                    |                    |
| 2011    | 8597                  |                    |                    |
| 2012    | 9031                  |                    |                    |
| 2013    | 7897                  |                    |                    |
| 2014    | 4767                  |                    |                    |
| 2015    | 2752                  |                    |                    |
| 2016    | 2028                  |                    |                    |
| 2017    | 3733                  |                    |                    |
| 2018    | 2259                  |                    |                    |
| 2019    | 1797                  |                    |                    |
| ene-18  |                       | 1942               |                    |
| feb-18  |                       | 2876               |                    |
| mar-18  |                       | 0                  |                    |
| abr-18  |                       | 2371               |                    |
| may-18  |                       | 2586               |                    |
| jun-18  |                       | 2249               |                    |
| jul-18  |                       | 2279               |                    |
| ago-18  |                       | 2433               |                    |
| sept-18 |                       | 2236               |                    |
| oct-18  |                       | 2193               |                    |
| nov-18  |                       | 1632               |                    |
| dic-18  |                       | 0                  |                    |
| ene-19  |                       |                    | 2000               |
| feb-19  |                       |                    | 2026               |
| mar-19  |                       |                    | 2032               |
| abr-19  |                       |                    | 1256               |
| may-19  |                       |                    | 1729               |
| jun-19  |                       |                    | 1955               |

Fuente Departamento de Ingeniería Industrial (2019)

En donde se puede apreciar que la empresa tuvo una producción máxima de 9858 Cauchos/Día y debido a la situación país está se ha visto afectada reduciendo su

producción a un total promedio de 1832 Cauchos/Día, esto representa que solo se está usando el 19% de su máxima capacidad productiva, por ende, debido a que no se está usando toda su capacidad productiva existen áreas en ocio.

### **Layout de Planta:**

Al revisar los Layout de planta se constató mediante el programa AutoCAD 2016 por medio de la realización de una rejilla de cuadros (Ver Anexo I), que este no se encontraba actualizado y con las medidas correctas, este se verifico mediante el uso de odómetro y cinta métrica.

En esta revisión se examinaron los costos de planta en donde se puede apreciar que existe un elevado costo en mantenimiento y limpieza de máquinas en ocio el cual oscila entre 12 mil dólares mensuales.

### **Los 7 Desperdicios (MUDA):**

Mediante la técnica de ingeniería de los 7 desperdicios, se pudieron apreciar que la empresa en estudio presenta 2 de las 7, el cual se resume a continuación:

#### **Movimiento**

Los Operarios de armado no cuentan con los distintos implementos necesarios a la mano o se encuentran dañados y tiene que usar los implementos de otras máquinas.

#### **Tiempo**

A la hora del servicio de reponer la materia prima necesaria este tiene que recorrer largas distancias y esto genera retrasos en la producción, el cual se puede apreciar las distancias que estos recorren (Ver Anexo B).

#### **4.1.3 Entrevista no estructurada**

Se presenta los resultados de las entrevistas realizada a los operarios que laboran en el primer turno y a sus respectivos supervisores en el área de producción, con esta entrevista se pudo obtener conocimientos de las actividades que se realizan en el proceso de fabricación de neumáticos de Alice Neumáticos de Venezuela C.A, también se pudo evidenciar las diferentes fallas que presentan en el área. Debido a que con ella se podía constatar de una manera más confiable la información recolectada al momento de realizar la observación, como también destacar la

perspectiva que puede tener los operarios de la empresa ante un posible problema que éste presente. Para la realización de la entrevista se tomó (3) horas aproximadamente, debido a que la mayoría de los operarios dieron muchas solo se tomarán en cuenta las que afectan directamente en la distribución y producción.

Los resultados de dicha entrevista se presentan a continuación:

- a) Los servicios de las distintas áreas recorren largas distancias desde su respectivo puesto de trabajo trayendo consigo retrasos, que no garantiza que se cumpla con el programa de producción.
- b) Los operarios manifestaron que uno de los bambury se dañó y esto ha afectado la capacidad máxima de producción.
- c) La existencia de máquinas que no son usadas.
- d) Incumplimiento en el programa de producción.

#### **4.1.4 Resumen de las causas encontradas**

En la fase de diagnóstico se hallaron 5 causas, estas se mencionan a continuación:

1. Áreas de producción en ocio
2. Retrasos en las reposiciones de las materias primas
3. Falta de implementos en maquinas
4. Incumplimiento en el programa de producción
5. Baja en el volumen de producción diaria

## **4.2 Fase II: Análisis de las debilidades encontradas en el área de manufactura**

Luego de ubicar las causas potenciales obtenidas, se solicitó a 5 ingenieros, que estimaran según su criterio un valor de importancia o impacto que tienen las causas en la empresa, para lo cual se les suministro datos de ponderación, que se pueden observar en el cuadro 6.

En el cuadro 6 se observa las opciones y el valor de cada ponderación, el cual cada uno de los entrevistados respondió según su criterio dándole su correspondiente ponderación, en cada una de las categorías, según sea el caso. Finalmente, una vez que los entrevistados ponderaron las causas de acuerdo a la importancia, se completaron los datos de forma descendente en el cuadro 10. La entrevista aplicada, permitió cuantificar en una lista las causas que originan los espacios en ocio y los problemas de retrasos en la reposición.

A continuación, en el cuadro 6. Se presenta la escala de ponderación de la matriz, utilizada por los entrevistados como referencia para ponderar las causas que afectan en la distribución del área de manufactura de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

**Cuadro 5** Escala de ponderación.

| OPCIÓN        | PONDERACIÓN |
|---------------|-------------|
| Importante    | 5           |
| Considerable  | 4           |
| Significativo | 3           |
| Perceptible   | 2           |
| Sencillo      | 1           |
| Inapreciable  | 0           |

Fuente: Diaz J (2020)

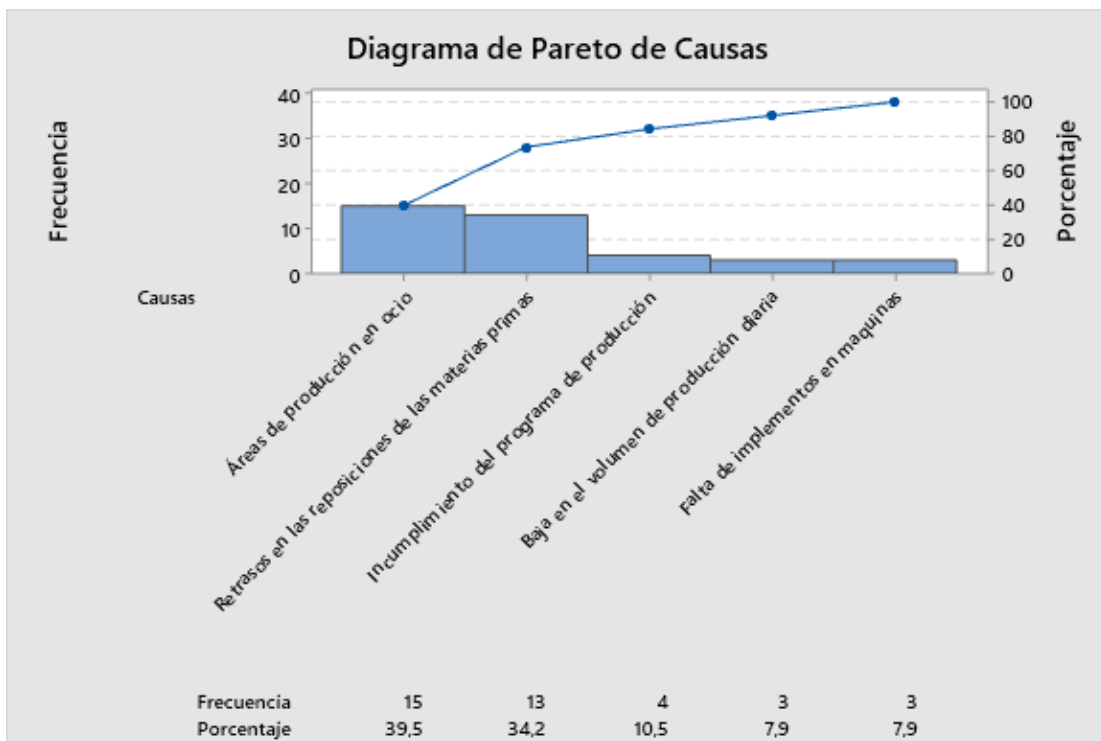
**Cuadro 6** Matriz de ponderación de las causas

| CAUSAS  | Ponderadores |    |    |    |              | Total     | %           |
|---|--------------|----|----|----|--------------|-----------|-------------|
|   | P1           | P2 | P3 | P4 | P5           |           |             |
| Áreas de producción en ocio                     | 4            | 3  | 4  | 4  | 0            | 15        | 39%         |
| Incumplimiento en el programa de producción     | 0            | 0  | 0  | 0  | 4            | 4         | 11%         |
| Baja en el volumen de producción diaria         | 0            | 0  | 0  | 0  | 3            | 3         | 8%          |
| Falta de implementos en maquinas                | 3            | 0  | 0  | 0  | 0            | 3         | 8%          |
| Retrasos en la reposición de las materias prima | 0            | 5  | 4  | 4  | 0            | 13        | 34%         |
|   |              |    |    |    | <b>TOTAL</b> | <b>38</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Mesa multidisciplinaria (2020)

Después de establecer el nivel crítico de cada una de las causas, se realizó la jerarquización de cada una de las causas tomando en cuenta las de mayor impacto, es decir las que tengan mayor valoración, en dónde se observa que las principales causas que afectan en la problemática de la distribución son la cantidad de áreas de producción en ocio y retrasos en la reposición de las materias primas. Posteriormente con los valores resultantes de la jerarquización se dispone la realización de un diagrama de Pareto que se utiliza para determinar el impacto y así poder confirmar las causas principales.

**Gráfica 2** Gráfico de Pareto



**Fuente:** Jonathan Diaz

Como se observa en el gráfico 2, la principal causa en la problemática planteada se encuentra como las maquinas en ocio representado por una frecuencia acumulada del 100%, seguido por los retrasos en las reposiciones de la materia primas con 73%.

#### **4.2.1 Resultados del Gráfico de Pareto**

Al analizar este Grafico se observa que el 80% de los problemas se encuentra representado por el 73.7% de las causas, en donde la principal debilidad interna que presenta la organización es la cantidad de áreas en ocio debido a que no se está usando el 100% de la capacidad de producción, esto genera un exceso en los costos de mantenimiento y limpieza que elevan el costo de manufactura., así como también una mala distribución en el área de producción el cual hace que los recorridos sean más largos, ocasionando paradas y a su vez esto representa un retrabajo del servicio a la hora de reponer el material solicitado por el área, este se puede ver representado en el anexo C, de manera que si se eliminan estas dos causas, esto resolvería la mayor parte de los defectos, específicamente en el incumplimiento del programa de producción y los costos de mantenimiento y limpieza.

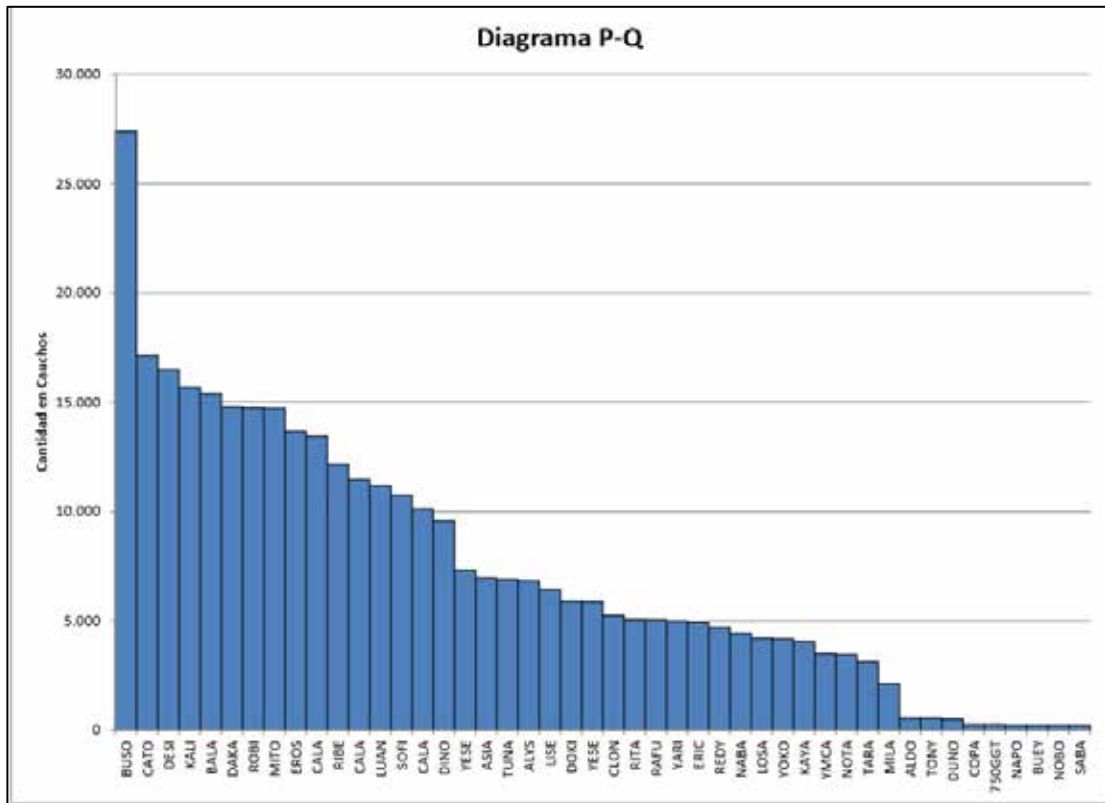
#### **4.2.2 Análisis de las causas principales**

Después de haber establecido las causas principales mediante el grafico de Pareto y la matriz ponderada, se empieza a utilizar la primera fase de la metodología de distribución en planta S.L.P para analizar los flujos actuales de planta, el método fue aplicado en dos etapas el cual consistió en una primera de relaciones de área donde se van a analizar y establecer los distintos flujos de materiales que existen en las distintas áreas y la segunda de espacio en donde se establecerá la relación de flujo según cantidad de viajes por día y a su vez la cantidad máxima de producción del banbury.

#### **Primera fase de la planificación sistemática de la distribución (SLP)**

Esta metodología parte de la recolección de información considerada clave, comenzando con datos sobre la variedad de productos fabricados y el volumen de producción de los mismos. Para ello se recolecto la información necesaria con el departamento de programación de la producción, la cual se presenta a continuación en lo que el SLP denomina un gráfico de producto y cantidad, en dónde se desglosaron los distintos tipos de neumáticos y sus unidades producidas por día que se fabrican

actualmente en función a una producción de 2500 und por día para ser representados en la gráfica P-Q.



**Gráfica 3.** Producción anual de neumáticos según su identificación.

Al analizar este gráfico se observa que hay una gran variedad de neumáticos con un volumen de producción relativamente bien distribuido, en donde nos clasifica los productos que se producen en mayor cantidad y los de baja producción para así poder tener conocimiento de la tendencia de producción anual.

Una vez conocidos los productos y las cantidades en que son producidos cada uno de ellos, el siguiente paso es estudiar la secuencia de operaciones o actividades para la fabricación de las diferentes medidas de neumáticos, esto es denominado en el SLP como la ruta, para lo cual una vez recolectada la información se representó de forma conveniente en un diagrama de flujo de procesos (ver Anexo H). Allí se

pueden apreciar los diferentes componentes que se requieren para construir el neumático.

A partir del diagrama del proceso se realizó la subdivisión del área de estudio en lo que el SLP define como las áreas de actividad (Ver cuadro 8), estas permiten generar diferentes arreglos mediante la redistribución de las mismas, para así alcanzar una distribución de planta que mejore el flujo de materiales.

**Cuadro 7.** Lista de áreas de actividad.

| <b>Lista de Areas</b>    |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| ALMACEN DE MATERIA PRIMA | SPADONE                            |
| BANBURY                  | BANNER #1                          |
| CORTADORA DE TIRAS       | BANNER #2                          |
| CFE                      | MESAS DE INSERTO                   |
| TRIPLEX                  | REFUERZOS                          |
| 10"X10"                  | ARMADO LTS-TBS-AGS                 |
| QCT                      | ARMADO PSR-LTR-MCS                 |
| BFE                      | DOPADO Y FIFO LTS-TBS              |
| MAQUINAS DE ALAMBRE      | DOPADO Y FIFO PSR-LTR E INSPECCIÓN |
| MONOWIRE                 | VULCANIZADO LTS-TBS-AGS            |
| STEELASTIC               | VULCANIZADO PSR-LTR-MCS            |
| CALANDRA #2              | INSPECCIÓN FINAL                   |
| CALANDRA #3              | ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO      |
| CAMERON DE TELAS         | TALLER DE MANTENIMIENTO ARMADO     |
| SPIRAL SLAYER SLITTER    | TALLER DE MANTENIMIENTO            |
| CAMERON DE GOMAS         | MEZZANINA DE PLANTA                |
| WILSON                   | OFICINA DE ARMADO-VULCANIZADO      |
| BSJ                      |                                    |

El diagrama del proceso de recorrido (ver Anexo H) también permitió identificar los distintos materiales que son transportados en la planta, pero para poder organizarlos y recolectar la información necesaria se realizó una explosión de materiales (Ver figura 8) la que nos permitió conocer su presupuesto anual (kg/año), su requerimiento por día (kg/día), su unidad de transporte y la frecuencia de viajes por día.

| CoMat   | Descripción del material                   | Un. Prod. | Ppto12 (kg/año) | Ppto13 (kg/año) | Precio por Un. Prod. | Un. Prod. Por día | UnProd por UT | Un. Trans.          | UT/día | visión |
|---------|--|-----------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------------|---------------|---------------------|--------|--------|
| AL0000  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 10" CONF. 6x7        | UN        | 31.632,088      | 241,466         | 1,000                | 241,466           | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,207  |
| AL0002  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 16" CONF. 5x7        | UN        | 156,000         | 1,191           | 1,000                | 1,191             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,006  |
| AL0004  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 20" CONF. 8x10       | UN        | 2.514,036       | 19,191          | 1,000                | 19,191            | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,096  |
| AL0008  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 20" CONF. 7x7        | UN        | 1.220,603       | 9,318           | 1,000                | 9,318             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,047  |
| AL0048  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 25" CONF. 5x6        | UN        | 2.599,930       | 18,320          | 1,000                | 18,320            | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,092  |
| AL0051  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 16" CONF. 9x6        | UN        | 779,911         | 1,137           | 1,000                | 1,137             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,011  |
| AL0056  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 26" CONF. 11x12      | UN        | 256,980         | 1,962           | 1,000                | 1,962             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,010  |
| AL0057  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 34" CONF. 9x10       | UN        | 199,412         | 1,512           | 1,000                | 1,512             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,015  |
| AL0058  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 34" CONF. 7x8        | UN        | 289,367         | 1,201           | 1,000                | 1,201             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,011  |
| AL0059  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 28" CONF. 7x6        | UN        | 299,815         | 1,289           | 1,000                | 1,289             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,013  |
| AL0060  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 30" CONF. 5x10       | UN        | 384,154         | 1,932           | 1,000                | 1,932             | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,015  |
| AL0062  | ALAMBRES TALÓN NORMAL 18" CONF. 4x1 CT     | UN        | 8.158,718       | 61,200          | 1,000                | 61,200            | 200,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,023  |
| ALP003  | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4     | UN        | 8.741,730       | 66,777          | 1,000                | 66,777            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,146  |
| ALP005  | ALAMBRE TALON PROGRAM. 18" CONF. 4-5-5-5   | UN        | 11.079,515      | 84,577          | 1,000                | 84,577            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,185  |
| ALP007  | ALAMBRE TALON PROGRAM. 18" CONF. 4-5-4-3   | UN        | 2.447,301       | 18,682          | 1,000                | 18,682            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,041  |
| ALP0017 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4     | UN        | 6.135,811       | 46,838          | 1,000                | 46,838            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,103  |
| ALP0017 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 16" CONF. 4-5-5-5-4 | UN        | 10.740,686      | 81,940          | 1,000                | 81,940            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,180  |
| ALP0015 | ALAMBRE TALON PROG. 15" CONF. 4-5-6-5-4    | UN        | 7.816,155       | 59,665          | 1,000                | 59,665            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,131  |
| ALP0027 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 16 CONF. 4-5-4      | UN        | 5.283,635       | 40,333          | 1,000                | 40,333            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,088  |
| ALP0030 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 17 CONF. 4-5-4      | UN        | 1.831,675       | 11,990          | 1,000                | 11,990            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,031  |
| ALP0032 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 17" CONF. 4-5-6-5   | UN        | 3.207,010       | 24,481          | 1,000                | 24,481            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,054  |
| ALP0033 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 14" CONF. 4-5-4     | UN        | 21.767,012      | 166,160         | 1,000                | 166,160           | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,364  |
| ALP0034 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 13" CONF. 4-5-4     | UN        | 9.841,986       | 75,137          | 1,000                | 75,137            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,165  |
| ALP0040 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4-3   | UN        | 7.027,751       | 53,647          | 1,000                | 53,647            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,118  |
| ALP0045 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4     | UN        | 1.623,644       | 11,394          | 1,000                | 11,394            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,027  |
| ALP0046 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 17" CONF. 4-5-4-3   | UN        | 2.004,634       | 15,303          | 1,000                | 15,303            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,034  |
| ALP0047 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4     | UN        | 1.401,743       | 10,746          | 1,000                | 10,746            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,024  |
| ALP0048 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 17" CONF. 4-5-4-3   | UN        | 7.599,050       | 58,008          | 1,000                | 58,008            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,127  |
| ALP0052 | ALAMBRE TALON PROGRAM. 15" CONF. 4-5-4     | UN        | 1.196,087       | 16,764          | 1,000                | 16,764            | 456,000       | CARRO TUBULAR       | 1      | 0,037  |
| B3731   | MB para B3737                              | BA        | 276.046,164     | 2.107,223       | 206,013              | 10,219            | 4,000         | CHAPA               | 1      | 2,557  |
| B3737   | B3737-BUTYL RUBBER (Inne liner PSR/LTR)    | BA        | 280.978,073     | 2.141,871       | 210,000              | 10,214            | 4,000         | CHAPA               | 1      | 2,553  |
| B8002   | ALAMBRE DE ACERO PARA PNEUMÁTICO (BW10961) | Bobina    | 38.876,272      | 296,765         | 400,000              | 0,742             | 3,000         | RACK                | 1      | 0,147  |
| BC00001 | CINTA DE BEL CORTADA A.T.+ 38 MM           | RL        | 1.093,151       | 8,345           | 14,835               | 0,563             | 24,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 0,023  |
| DC00001 | JAMINA DE ODI CALANDRADO                   | RL        | 5.551,919       | 41,396          | 173,270              | 0,115             | 6,000         | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 0,026  |
| BF001   | ALAMBRE DE TALON PARA PNEUMÁTICO(BT1302)   | Bobina    | 114.068,703     | 870,753         | 400,000              | 1,177             | 3,000         | RACK                | 1      | 0,126  |
| BR0002  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 310 MM 33"    | CDR       | 25.631,852      | 195,663         | 0,618                | 316,376           | 40,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 7,909  |
| BR0003  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 270 MM 33"    | CDR       | 22.705,052      | 173,511         | 0,538                | 322,271           | 40,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 8,057  |
| BR0024  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 280 MM 32,5   | CDR       | 439,484         | 1,352           | 0,557                | 5,980             | 38,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 0,157  |
| BR0017  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 338 MM 32,5   | CDR       | 3.125,500       | 23,899          | 0,679                | 35,443            | 38,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 0,933  |
| BR0018  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 290 MM 32,5   | CDR       | 2.716,000       | 20,739          | 0,578                | 35,899            | 40,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 0,897  |
| BR0027  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 410 MM 34"    | CDR       | 4.181,530       | 31,920          | 0,813                | 39,261            | 38,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 1,033  |
| BR0028  | TELA BAJO RODADO CXT0023 A7= 382 MM 34"    | CDR       | 3.447,930       | 26,320          | 0,661                | 39,824            | 38,000        | CARRO TRANSPORTADOR | 1      | 1,048  |
| CAN0021 | CAJAS RADIAL P339/75R15 1655 DEST. A/T     | UN        | 16.487,000      | 125,855         | 1,000                | 125,855           | 20,000        | PERCHA VERTICAL     | 1      | 6,239  |

**Figura 8.** Formato de la explosión de materiales.

Los materiales se analizaron por área, para determina la forma en la que deben ser transportados y poder conocer la frecuencia con que se transportaban por día mediante la siguiente formula:

$$\frac{\text{Presupuesto 2019 (kg/día)}}{\frac{\text{Peso por unidad de producción}}{\frac{\text{und de producción por und de transporte}}{\frac{\text{unidad de transporte}}{\text{viaje}}}}}$$

Esta información fue de vital de importancia para definir la unidad de transporte de cada material y posteriormente calcular la intensidad de flujo que estaría representada por los Viajes/Día.

El siguiente paso consistió en estudiar la relación entre las áreas de actividad a través de la intensidad de flujo que existe entre ellas, para ello se recogió información sobre los materiales que entran y salen de cada área, mediante una hoja de recolección de datos denominada hoja de flujo de entrada y de salida (Anexo D).

Dicha hoja fue desarrollada para cada una de las áreas de actividad, en la figura 9 se puede observar como ejemplo la hoja del área #2 que corresponde a la del bambury #3, en el lado izquierdo se encuentran los materiales que entran a dicha área y las cantidades requeridas de cada uno, y del lado derecho los materiales ya transformados o ensamblados y sus respectivas cantidades.

| DIAGRAMA FLUJO ENTRADA - SALIDA   |       |                  |                        | Planta          | Alice Neumáticos de Venezuela | Proyecto                 | Redistribución de planta |                  |       |             |        |   |
|---|-------|------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------|-------------|--------|---|
|   |       |                  |                        | Realizado por   | Jonathan Díaz                 |                          |                          |                  |       |             |        |   |
| Área  |       |                  |                        | BANBURY #3      | Fecha                         | 08/02/2019               | Hoja                     | 2 de 32          |       |             |        |   |
| FLUJO DE ENTRADA  |       |                  |                        | FLUJO DE SALIDA |                               |                          |                          |                  |       |             |        |   |
| DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS - MATERIALES (ARTÍCULOS O GRUPOS DE ARTÍCULOS) | CLASE | CANTIDAD POR DÍA |                        |                 | DESDE                         | OPERACIÓN O ÁREA         | HACIA                    | CANTIDAD POR DÍA |       |             | CLASE  | DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS - MATERIALES (ARTÍCULO O GRUPO DE ARTÍCULOS) |
|   |       | KG/DIA           | UT                     | VIAJES /DIA     |                               |                          |                          | KG/DIA           | UT    | VIAJES /DIA |        |   |
| 1   | TA061 | 6.820,113        | CESTA                  | 5,413           | Almacén de Materia Prima      | BANBURR #2 O #4          | 2.107,223                | CHAPA            | 3     |             | B3731  |   |
| 2   | EB014 | 918,575          | CESTA                  | 0,729           |                               | BANBURY #3               | 1.811,578                | CHAPA            | 2     |             | J2751  |   |
| 3   | EB084 | 63,894           | CESTA                  | 0,048           |                               | BANBURY #3               | 389,578                  | CHAPA            | 0     |             | J2911  |   |
| 4   | EB421 | 1.050,106        | CESTA                  | 0,833           |                               | BANBURY #3               | 431,590                  | CHAPA            | 1     |             | J2981  |   |
| 5   | EB712 | 2.126,228        | CESTA                  | 1,687           |                               | BANBURY #3               | 139,585                  | CHAPA            | 0     |             | J3431  |   |
| 6   | EC018 | 2.501,140        | CESTA                  | 2,110           |                               | BANBURY #3               | 567,932                  | CHAPA            | 1     |             | J3991  |   |
| 7   | EC047 | 27,523           | CESTA                  | 0,024           |                               | BANBURY #3               | 138,853                  | CHAPA            | 0     |             | J4171  |   |
| 8   | RK073 | 261,764          | CESTA                  | 0,294           |                               | BANBURY #3               | 2.927,140                | CHAPA            | 3     |             | J5481  |   |
| 9   | TB037 | 692,148          | CESTA                  | 0,676           |                               | BANBURY #3               | 680,852                  | CHAPA            | 1     |             | J7491  |   |
| 10  | TC055 | 304,804          | CESTA                  | 0,249           |                               | BANBURY #3               | 2.501,717                | CHAPA            | 2     |             | J8811  |   |
| 11  | WN084 | 1,662            | CESTA                  | 0,001           |                               | BANBURY #3               | 457,463                  | CHAPA            | 0     |             | RN281  |   |
| 12  | TD041 | 484,012          | CESTA                  | 0,4773          |                               | BANBURY #3               | 238,744                  | CHAPA            | 0     |             | V0021  |   |
| 13  | TD045 | 484,012          | CESTA                  | 0,4773          |                               | BANBURY #3               | 857,431                  | CHAPA            | 1     |             | V0041  |   |
| 14  | WH003 | 3.153,855        | BINES DE NEGRO DE HUMO | 3,154           |                               | BANBURY #3               | 280,328                  | CHAPA            | 0     |             | V0061  |   |
| 15  | WH023 | 2.679,994        | BINES DE NEGRO DE HUMO | 2,680           |                               | BANBURY #3               | 106,106                  | CHAPA            | 0     |             | V0701  |   |
| 16  | WH028 | 784,204          | BINES DE NEGRO DE HUMO | 0,784           |                               | BANBURY #3               | 147,771                  | CHAPA            | 0     |             | V0891  |   |
| 17  | WH036 | 2.420,765        | BINES DE NEGRO DE HUMO | 2,421           |                               | BANBURY #3               | 513,672                  | CHAPA            | 1     |             | V1401  |   |
| 18  | RH026 | 509,926          | BINES DE NEGRO DE HUMO | 0,510           |                               | BANBURY #3               | 3.428,417                | CHAPA            | 2     |             | V1691  |   |
| 19  | RH049 | 136,319          | BINES DE NEGRO DE HUMO | 0,136           |                               | BANBURY #3               | 1.272,134                | CHAPA            | 1     |             | V2281  |   |
| 20  | EA010 | 1.538,900        | CESTA                  | 1,221           |                               | Almacén de materia prima | BANBURY #3               | 2.838,940        | CHAPA | 3           |        | V2321   |
| 21  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 838,937                  | CHAPA            | 1     |             | V4271  |   |
| 22  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 1.394,335                | CHAPA            | 2     |             | V5381  |   |
| 23  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 2.049,234                | CHAPA            | 2     |             | V7521  |   |
| 24  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 118,540                  | CHAPA            | 0     |             | V7671  |   |
| 25  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 467,936                  | CHAPA            | 0     |             | V7911  |   |
| 26  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 817,551                  | CHAPA            | 1     |             | V8401  |   |
| 27  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 122,083                  | CHAPA            | 0     |             | V8771  |   |
| 28  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 1.279,461                | CHAPA            | 1     |             | V9631  |   |
| 29  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 175,029                  | CHAPA            | 0     |             | V9851  |   |
| 30  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 501,360                  | CHAPA            | 1     |             | MOTOB1 |   |
| 31  |       |                  |                        |                 |                               | BANBURY #3               | 210,721                  | CHAPA            | 0     |             | R0801  |   |

Figura 9. Hoja de flujo de entrada y salida.

Debido a que todos los materiales son transportados mediante vehículos remolcadores (Ver figura 10) y por medio de monta-cargas de 3 toneladas (Ver figura 11), se estableció la cantidad de viajes por día o movimientos por día como la unidad de medida para el flujo de materiales.



**Figura 10.** Vehículo remolcador marca Toyota utilizado en la empresa.



**Figura 11.** Vehículo monta-carga marca Toyota utilizado en la empresa.

La intensidad de flujo entre las áreas de actividad puede apreciarse de manera resumida en lo que el SLP define como el diagrama desde – hacia (ver Gráfica 4). Este diagrama es una matriz que muestra todas las posibles rutas entre las treinta y nueve (39) áreas de actividad definidas, entendiendo por ruta a un par de áreas en la

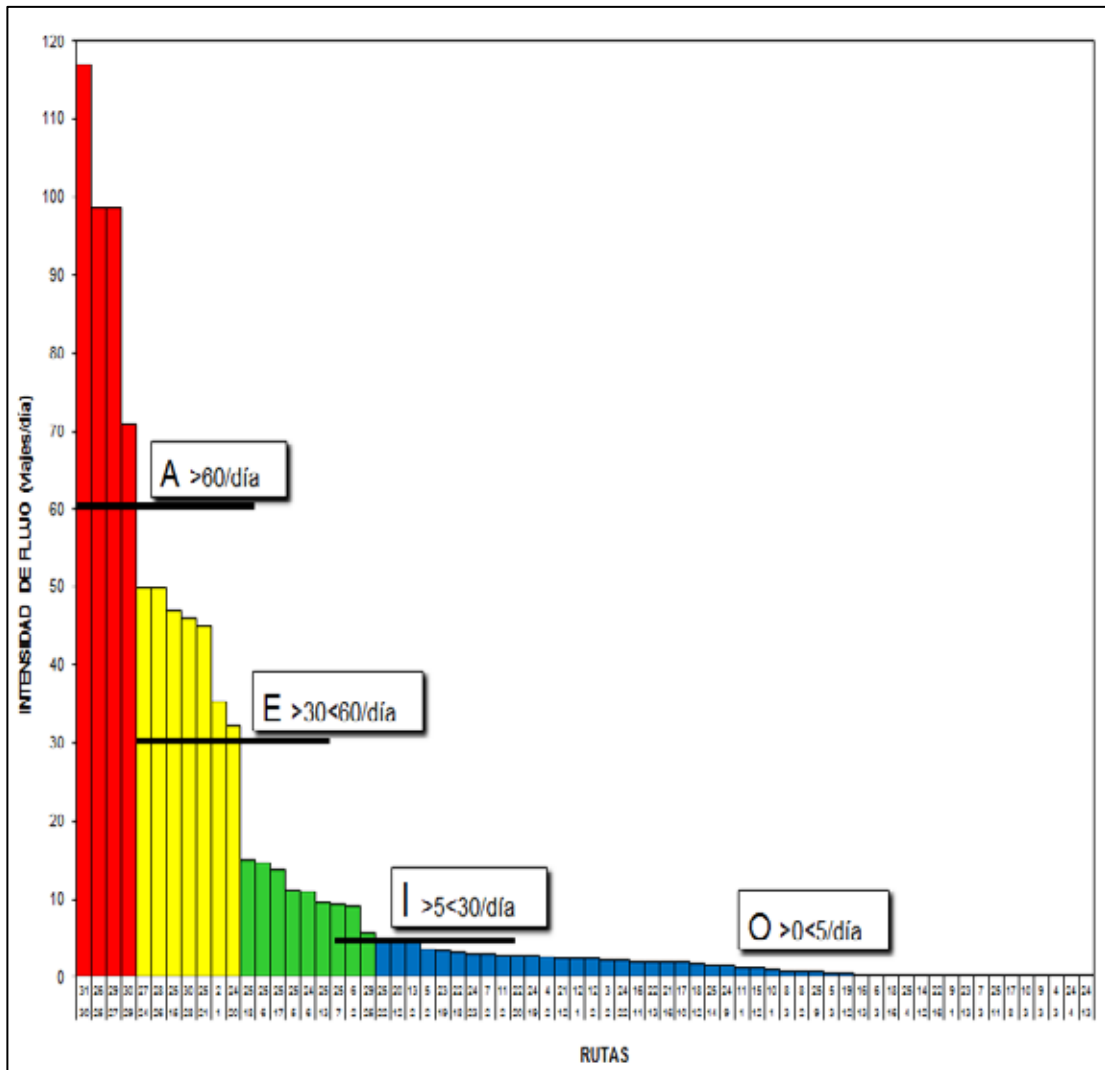
que una cumple la función de origen y la otra la de destino, y la intensidad de flujo entre ellas es representada por el valor en movimientos por día escrito en la celda correspondiente de la matriz.

| Activity Name                      | Activity of Operation TO |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |       |    |   |
|------------------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|---|
|                                    | 1                        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | TOTAL |    |   |
| ALMACEN DE MATERIA PRIMA           | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  |   |
| BANBURY                            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CORTADORA DE TIRAS                 | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CFE                                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| TRIPLEX                            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| 10"X10"                            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| QCT                                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| BFE                                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| MÁQUINAS DE ALAMBRE                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| MONOWIRE                           | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| STEELASTIC                         | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CALANDRA #2                        | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CALANDRA #3                        | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CAMERON DE TELAS                   | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| SPIRAL SLAYER SLITTER              | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| CAMERON DE GOMAS                   | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| WILSON                             | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| BSJ                                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| SPADONE                            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| BANNER #1                          | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| BANNER #2                          | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| MESAS DE INSERTO                   | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| REFUERZOS                          | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| ARMADO LTS-TBS-AGS                 | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| ARMADO PSR-LTR-MCS                 | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| DOPADO Y FIFO PSR-LTR E INSPECCION | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| DOPADO Y FIFO LTS-TBS              | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| VULCANIZADO LTS-TBS-AGS            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| VULCANIZADO PSR-LTR-MCS            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| INSPECCION FINAL                   | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO      | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| TALLER DE MANTENIMIENTO            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| TALLER DE MANTENIMIENTO            | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| MEZZANINA DE PLANTA                | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| OFICINA DE ARMADO-VULCANIZADO      | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| 0                                  | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  |   |
| 0                                  | 0                        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0  | 0 |
| TOTAL                              | 353                      | 22 | 25 | 35 | 31 | 23 | 07 | 00 | 02 | 09 | 11 | 23 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00    | 00 |   |

Gráfica 4 Diagrama desde - hacia de las áreas de actividad.

La intensidad de flujo en cada ruta es utilizada para determinar la relación de cercanía entre las áreas; es decir, aquellas con mayor intensidad de flujo entre ellas

será más conveniente que se encuentren más cerca una de otra, esto se define en el SLP como calibración de la intensidad de flujo, y se realiza mediante una gráfica que muestra la intensidad de flujo para cada ruta o par de áreas de actividad (Ver Gráfico 5).



Gráfica 5. Calibración de la intensidad de flujo para cada ruta.

Dicha gráfica es inspeccionada en la búsqueda de puntos de quiebre naturales, que permiten clasificar cada ruta de acuerdo a la codificación de vocales y colores utilizada en el SLP (Ver figura 1), indicando la necesidad de que las áreas que

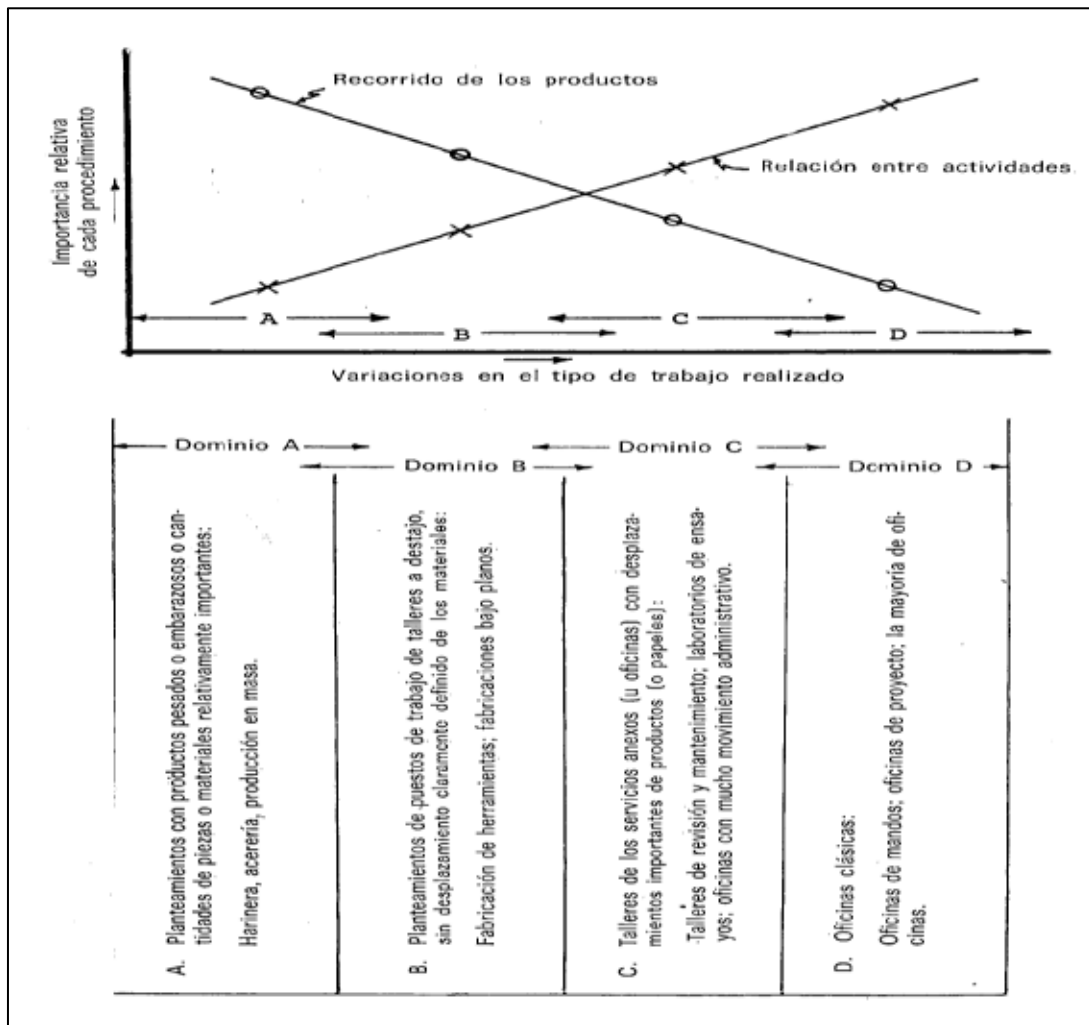


transporte total y generar mayor impacto en la mejora del flujo de materiales. Tal es el caso de la ruta 30-31 (Inspección final a Almacén de producto terminado), la cual es la ruta con mayor distancia de entre las rutas calibradas con intensidad A, y también la ruta 6-25 (entubadora 10x10 a armadora PSR-LTRMCS), la cual es la ruta con mayor distancia de entre las rutas calibradas con intensidad I.

Luego se aplicó la segunda herramienta, el diagrama de flujo relacional (ver figura 13), donde se representa la intensidad de flujo entre las áreas de actividad sobre el plano general de planta. En este diagrama la intensidad de flujo está representada por el espesor de las líneas que unen a cada área, y la calibración de cada ruta por el color de dichas líneas (ver Figura 1), lo que facilita la generación de nuevas alternativas de distribución



Sin embargo, la teoría dice que el flujo de materiales es el factor que va a determinar la nueva distribución de planta, pero se deben tomar en cuenta varios aspectos importantes cualitativos, a su vez considerar en que dominio se encuentra el proceso productivo actualmente según la metodología (Ver figura 16)



**Figura 13.** Variación en el tipo de trabajo realizado

**Autor** Muther R (2010)

Para determinar los factores cualitativos se realizó una mesa multidisciplinaria, esta estuvo conformada por las distintas áreas involucradas en el proceso de

producción del cual surgieron ciertos aportes que se deben considerar entre ellos tenemos ciertos factores (Ver cuadro 9) y ciertas propuestas para la distribución (Ver cuadro 10) que se tomarán en cuenta a la hora de trazar el plano de la nueva distribución.

**Cuadro 8.** Factores cualitativos

---

| <b>Factores cualitativos</b>  |
|---|
| Departamentos que comparten un mismo equipo o maquinaria                |
| Departamentos que comparten personal.                                   |
| Facilidad de supervisión o control.                                     |
| Costo de los servicios (electricidad, aire a presión, gas, entre otros) |
| Departamentos que comparten servicios.                                  |
| Flujo de comunicación e información.                                    |
| Decisiones específicas de la Gerencia.                                  |
| Iluminación.  |
| Factores de riesgo o seguridad.   |
| Protección de los activos de la empresa.                                |
| Niveles de ruido.   |
| Contaminación.  |

---

**Fuente:** Mesa Multidisciplinaria.

**Cuadro 9.** Propuestas para la distribución

---

| <b>Propuestas sugeridas</b>   |
|---|
| Radio de acción de contaminación del dope.  |
| Sistema de extracción para el dope.   |
| Sistema de alimentación de TUO por transportadores, ahorro de montacarguista en inspección final. |
| Zona de inspección de caucho verde considerar que el flujo de radial pase completamente por allí. |

Mezannina de planta reducir tamaño, lugar centralizado. Propuesta dos Mezanninas más pequeñas.

Mover taller de soldadura de preparación cercanía con el taller de torno.

Propuesta: crear una sola área común para el almacenamiento de materiales listos para usar en armado.

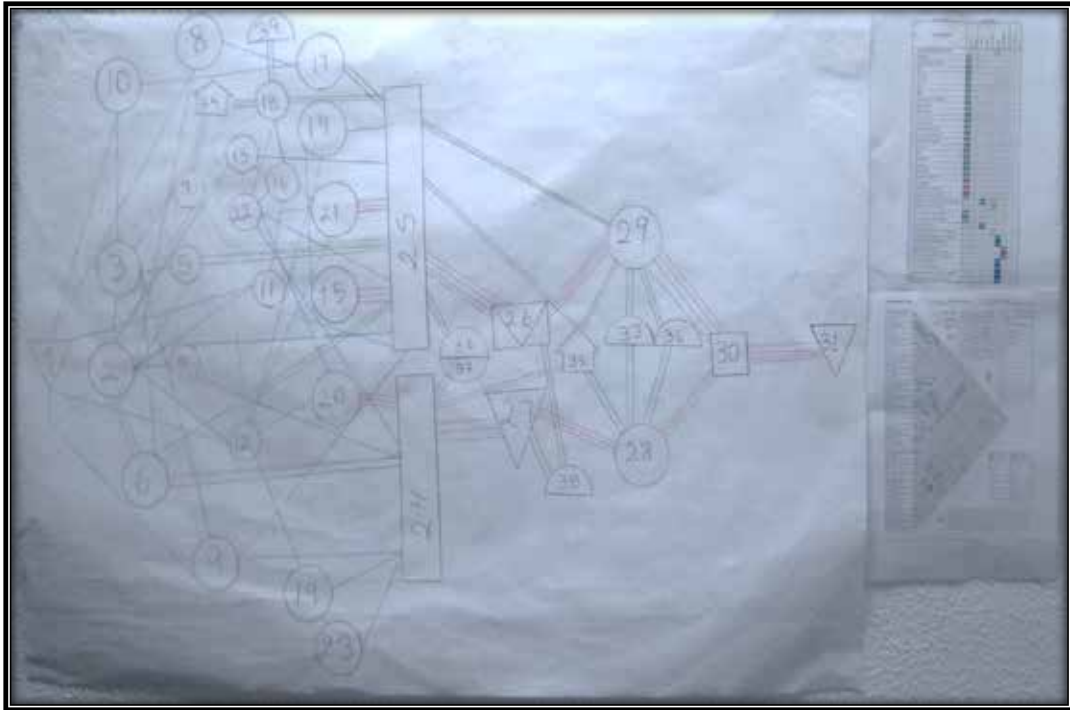
Crear módulos de producción en el área de 1era etapa y 2da etapa tipo KB, ahorrar espacio de almacenamiento de carcasa.

---

**Fuente:** Mesa Multidisciplinaria.

Ya tomando todo esto en cuenta se dibuja el diagrama de recorrido para tener una base de cómo se debería plantear la distribución sin tomar en cuenta los factores cualitativos, primero se llena la tabla relacional (Ver Gráfico 7) para determinar la cercanías de cada área y sub-siguiente mediante un diagrama relacional de recorridos en donde se plantea la posible distribución tomando solo en cuenta los factores cuantitativos y se presenta el resultado (Ver figura 15) y se termina la primera etapa que plantea la metodología.

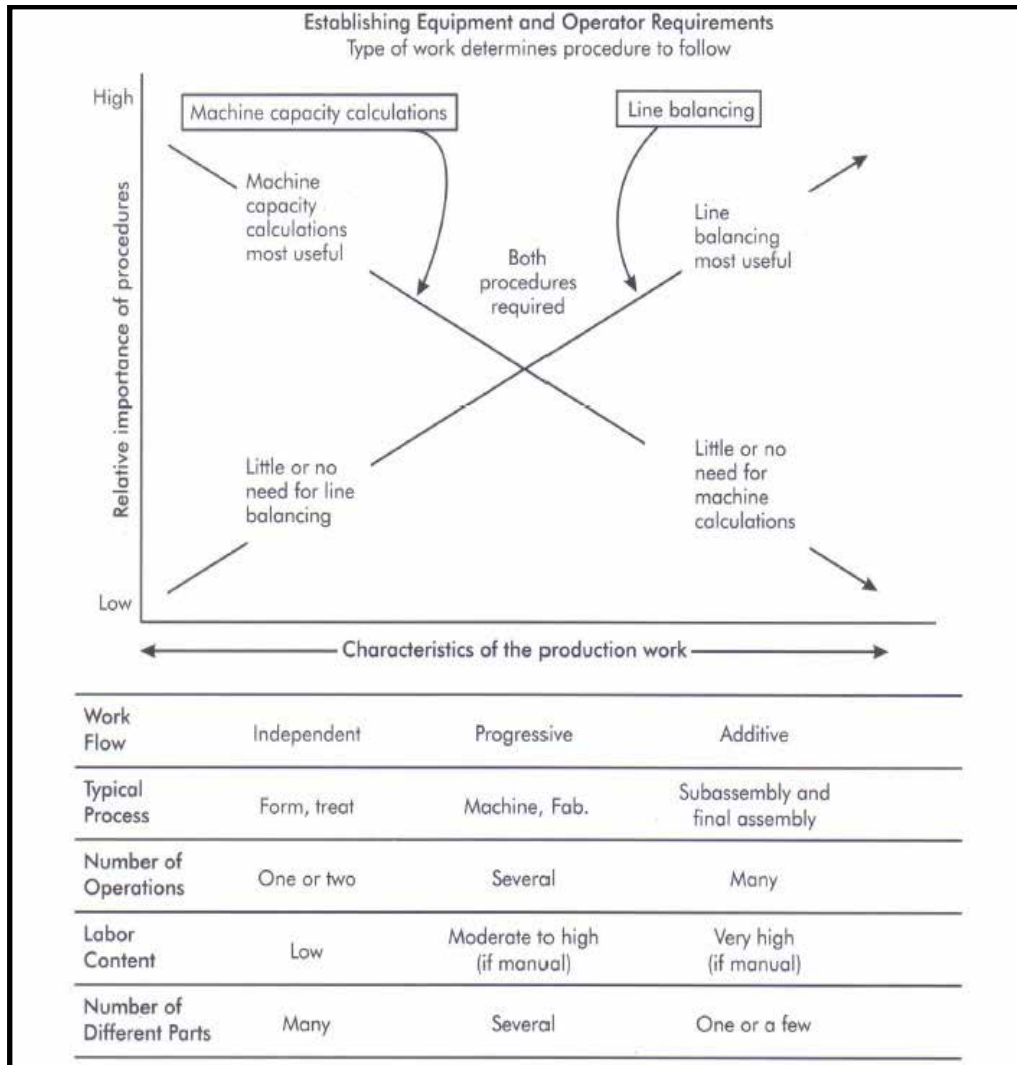




**Figura 14.** Diagrama relacional de recorridos

Para la siguiente etapa se determinará la cantidad de espacio requerido, para abordar esto se calcula la cantidad de máquinas y equipos de acuerdo a la capacidad deseada para esta etapa se inició en identificar según nuestro proceso que tipo de estudio se iba a realizar ya sea un balance de línea o un estudio de capacidad de máquina, el cual nos permitiría generar una propuesta de la cantidad de máquinas necesarias.

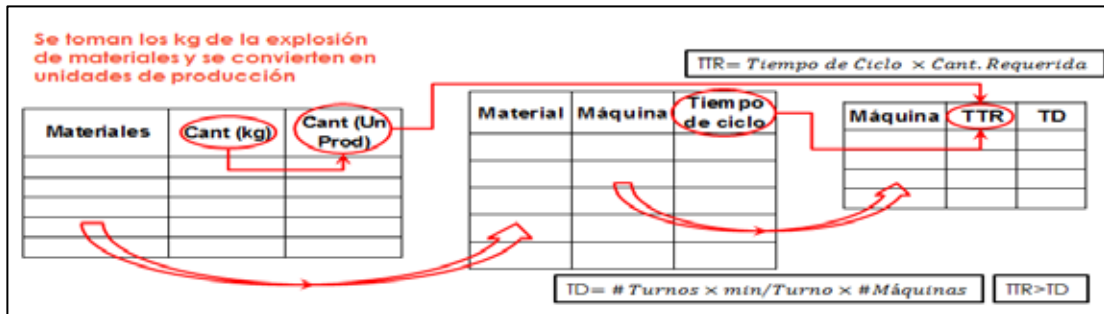
Para considerar que estudio aplicar mediante el grafico de características del trabajo de producción (Ver Gráfico 8) que presenta la metodología podemos observar que nuestra carga de trabajo es independiente ya que los materiales se fabrican en distintos sectores de la planta, el proceso típico es tratamiento de forma, el número de operaciones por cada máquina es bajo y la cantidad de productos son muchos, habiendo mencionado esto el estudio que más se adapta según el proceso es el “estudio de capacidad de maquina”



**Gráfica 8.** Características del trabajo de producción

**Autor** Muther R (2010)

Para el cálculo de capacidad de maquina se requiere la elaboración de una hoja de ruta (Ver figura 16) del cual va a contener de cada material su cantidad en unidad de producción que maquina procesa ese material su tiempo de ciclo por unidad de producción.



**Figura 15.** Hoja de ruta

Este cálculo se hizo en base en tres diferentes escenarios uno para la capacidad actual de producción, otro para la situación de dos turnos y uno último para la situación de trabajo a 3 turnos (Ver cuadro 11).

**Cuadro 10.** Capacidad de producción banbury

**CAPACIDAD ACTUAL (3 BANBURY 2 TURNOS)**

| EQUIPO | MIN/DÍA | MIN/TUR | TUR REQ | WORK LOAD |       |       |
|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| BB#2   | 606     | 202     | 1,35    | 39%       |       |       |
| BB#3   | 900     | 300     | 2,00    | 43%       | 1.369 | 1.927 |
| BB#4   | 569     | 190     | 1,26    | 18%       | 2.075 | 2.921 |
|        | 2.075   |         |         | 100%      |       |       |

**CAPACIDAD ACTUAL (3 BANBURY 3 TURNOS)**

| EQUIPO | MIN/DÍA | MIN/TUR | TUR REQ | WORK LOAD |       |       |
|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| BB#2   | 909     | 303     | 2,02    | 39%       |       |       |
| BB#3   | 1.350   | 450     | 3,00    | 43%       | 1.369 | 1.927 |
| BB#4   | 853     | 284     | 1,89    | 18%       | 3.112 | 4.380 |
|        | 3.112   |         |         | 100%      |       |       |

**CAPACIDAD (BB#4 MODIFICADO 2 TURNOS)**

| EQUIPO | MIN/DÍA | MIN/TUR | TUR REQ | WORK LOAD |       |       |
|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| BB#2   | 900     | 300     | 2,00    | 29%       |       |       |
| BB#3   | 900     | 300     | 2,00    | 43%       | 1.369 | 1.927 |
| BB#4   | 847     | 282     | 1,88    | 27%       | 2.647 | 3.726 |
|        | 2.647   |         |         | 100%      |       |       |

**CAPACIDAD (BB#4 MODIFICADO 3 TURNOS)**

| EQUIPO | MIN/DÍA | MIN/TUR | TUR REQ | WORK LOAD |       |       |
|--------|---------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| BB#2   | 1.350   | 450     | 3,00    | 34%       |       |       |
| BB#3   | 1.350   | 450     | 3,00    | 34%       | 1.369 | 1.927 |
| BB#4   | 1.271   | 424     | 2,82    | 32%       | 3.971 | 5.589 |
|        | 5.192   |         |         | 100%      |       |       |

Fuente: Departamento de Ingeniería Industrial

Después se procedió a determinar la cantidad de cauchos días a fabricar en 7 años con un aumento por año del 15%, para determinar la cantidad de cauchos a elaborar diarios se dividió la cantidad de cauchos totales entre la cantidad de días según calendario de producción.

**Cuadro 11.** Producción de neumáticos en un periodo de 7 años

| AÑOS               | 2020           | 2021           | 2022           | 2023           | 2024           | 2025             | 2026             | 2027             |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| PROD CAU/DÍA       | 2.137          | 2.426          | 2.838          | 3.222          | 3.644          | 4.173            | 4.819            | 5.368            |
| DIAS LABORALES     | 234            | 237            | 233            | 236            | 240            | 241              | 240              | 237              |
| CAU PSR            | 275.500        | 319.250        | 368.298        | 424.669        | 488.698        | 561.412          | 642.822          | 702.498          |
| CAU LTR            | 181.500        | 212.750        | 249.952        | 292.768        | 342.804        | 401.265          | 470.706          | 526.682          |
| CAU LTS            | 40.000         | 40.000         | 40.000         | 40.000         | 40.000         | 40.000           | 40.000           | 40.000           |
| CAU TBS            | 2.000          | 2.000          | 2.000          | 2.000          | 2.000          | 2.000            | 2.000            | 2.000            |
| CAU AGS            | 1.000          | 1.000          | 1.000          | 1.000          | 1.000          | 1.000            | 1.000            | 1.000            |
| <b>CAU TOTALES</b> | <b>500.000</b> | <b>575.000</b> | <b>661.250</b> | <b>760.437</b> | <b>874.502</b> | <b>1.005.677</b> | <b>1.156.528</b> | <b>1.272.180</b> |

|                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| % PSR          | 55,1%          | 55,5%          | 55,7%          | 55,8%          | 55,9%          | 55,8%          | 55,6%          | 55,2%          |
| % LTR          | 36,3%          | 37,0%          | 37,8%          | 38,5%          | 39,2%          | 39,9%          | 40,7%          | 41,4%          |
| % LTS          | 8,0%           | 7,0%           | 6,0%           | 5,3%           | 4,6%           | 4,0%           | 3,5%           | 3,1%           |
| % TBS          | 0,4%           | 0,3%           | 0,3%           | 0,3%           | 0,2%           | 0,2%           | 0,2%           | 0,2%           |
| % AGS          | 0,2%           | 0,2%           | 0,2%           | 0,1%           | 0,1%           | 0,1%           | 0,1%           | 0,1%           |
| <b>% TOTAL</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> | <b>100,00%</b> |

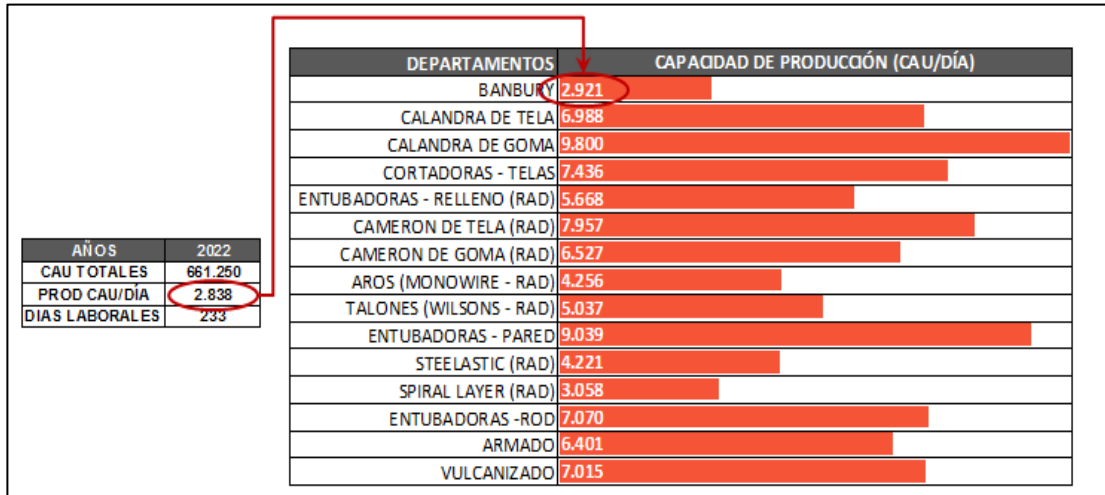
**Fuente:** Jonathan Diaz

Como se puede observar en el cuadro de producción de neumáticos Para el año 2027 los cauchos a producir se aumentarán en solo un 10%, debido a que si se aumenta un 15% supera la capacidad máxima de producción de los banburys.

Después de realizar los pertinentes cálculos se utilizó un estudio de balance de línea del departamento de ingeniería industrial (Ver anexo E) en donde se detallan la capacidad de producción diaria por equipo.

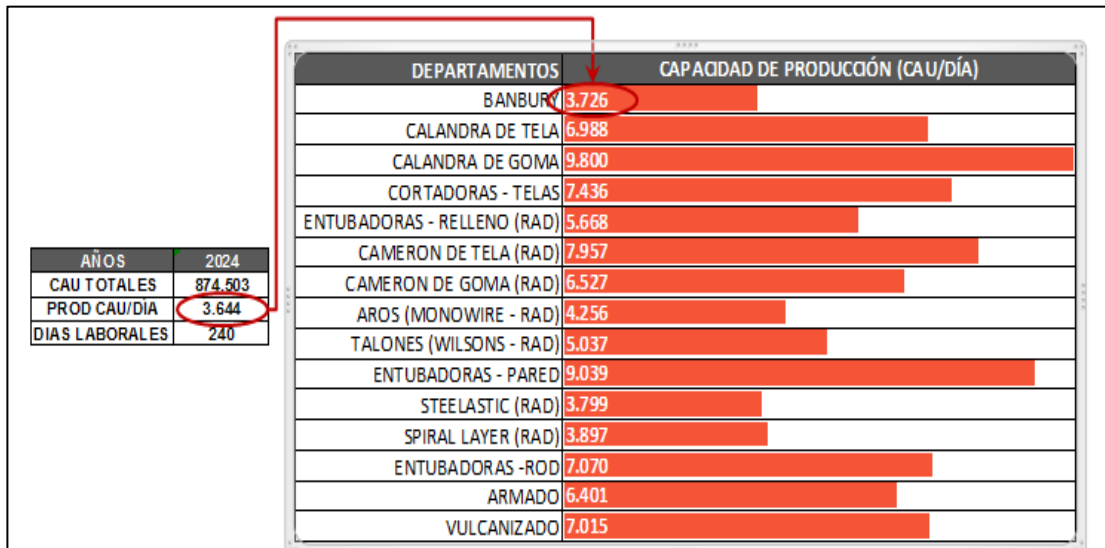
Se analizó por periodos en intervalos de dos años para determinar los posibles problemas que puedan presentarse en las distintas áreas y a su vez conocer la capacidad de producción máxima, estos se presentan a continuación mediante el siguiente análisis:

**Cuadro 12. Periodo 2020-2022**



Para este periodo se plantea trabajar con un sistema de 2 turnos, 5 días a la semana, se requiere en el 2021 de el inicio "PROYECTO DE FLEXIBILIDAD BB4" el cual permitirá aumentar la capacidad del Banbury, la cual es requerida a partir del año 2023.

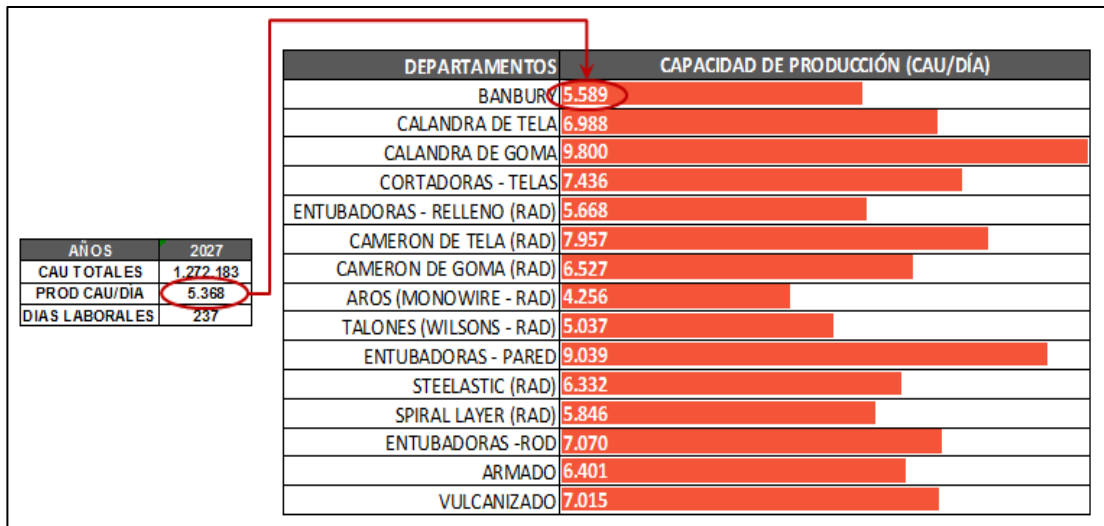
**Cuadro 13. Periodo 2023-2024**



Para este periodo se plantea que debe ser entregado el "PROYECTO DE FLEXIBILIDAD BB4", la optimización del área de SPIRAL LAYER para poder

cumplir con la producción manteniendo el sistema de trabajo de 2 turnos por 5 días de trabajo a la semana.

**Cuadro 14. Periodo 2025-2027**



Al partir del año 2025 se requiere la activación del 3er turno en Banbury, para cumplir con el nivel de producción. Durante este período se requerirá mejorar la efectividad y eficiencia de la máquina Spiral Layer Slitter (2do cuello de botella). También el personal productivo irá aumentando debido a la activación de más máquinas de Steelastic (3er cuello de botella).

#### **4.3 Fase III: Diseño de un plan de mejoras en la distribución del área de manufactura que se ajuste a la capacidad productiva actual**

##### **Planificación sistemática de la distribución (SLP)**

Con el análisis realizado en la etapa anterior podemos dar inicio a la fase de diseño del plan de mejora en la distribución, utilizando la segunda fase de esta metodología el cual consiste en ajustes, en donde se realizaron varios diseños de planta mediante el programa de diseño asistido AutoCAD 2016 y la utilización de las normas **COVENIN 3656:2001**, para poder elaborar los pasillo de peatones y montacargas que posteriormente será presentados ante un equipo multidisciplinario para así elegir la mejor propuesta de distribución .

## Segunda fase de la planificación sistemática de la distribución (SLP)

Primero se realizó un inventario de máquinas presentes en el área de preparación (Ver cuadro 16), armado (Ver cuadro 17) y vulcanizado (Ver cuadro 18).

**Cuadro 15.** Inventario de máquinas de preparación

| <b>Maquinas de preparación</b> |                              |          |
|--------------------------------|------------------------------|----------|
|                                | BANBURY #2                   | 1        |
|                                | BANBURY #3                   | 1        |
|                                | BANBURY #4                   | 1        |
| ENTUBADORAS                    | ENTUBADORA 10" X 10" RAD     | 1        |
|                                | COLD FILLER EXTRUDER         | 1        |
|                                | ENTUBADORA TRIPLEX PARED     | 1        |
|                                | ENTUBADORA QCT               | 1        |
|                                | BEAD FILLER EXTRUDER         | 1        |
|                                | CALANDRA #2                  | 1        |
|                                | CALANDRA #3 RAD              | 1        |
| CORTADORAS                     | SPADONE BIAS                 | 1        |
|                                | STEELASTIC                   | 5        |
|                                | BANNER #1 BIAS               | 1        |
|                                | BANNER #2                    | 1        |
|                                | BANNER #3 BIAS (BREAKER)     | 1        |
|                                | CORTADORA BSJ                | 1        |
|                                | CAMERON DE TELA              | 1        |
|                                | CAMERON DE GOMA              | 1        |
|                                | MESA DE INSERTO RADIAL       | 1        |
|                                | MESA DE INSERTO CONVENCIONAL | 1        |
|                                | MESA DE PRE-ENSAMBLADO VMI   | 1        |
|                                | SPIRAL LAYER SLITTER         | 1        |
|                                | TALONES                      | MONOWIRE |
| FSW400                         |                              | 1        |
| FSW45 BIAS                     |                              | 1        |
| REFUERZOS BIAS                 |                              | 3        |
| REFUERZOS LTS                  |                              | 1        |
| REFUERZOS TBS                  |                              | 1        |
| REFUERZOS AGS                  |                              | 1        |
| WILSON KB                      |                              | 1        |
| WILSON                         | 3                            |          |

**Fuente:** Jonathan Diaz

**Cuadro 16.** Inventario de máquinas armadoras

---

| <b>Maquinas de Armado</b> |                 |    |
|---------------------------|-----------------|----|
|                           | 1RA ETAPA (88C) | 16 |
|                           | 2DA ETAPA (99R) | 12 |
|                           | KBN2            | 5  |
|                           | VMI TAM's       | 2  |
| ARMADO                    | KBR3            | 5  |
|                           | 88D (LTS)       | 6  |
|                           | 46C (TBS)       | 3  |
|                           | TB20 (TBS)      | 1  |
|                           | AGS TAM         | 1  |

---

**Fuente:** Jonathan Diaz

**Cuadro 17.** Inventario de prensas de vulcanizado

---

| <b>Prensas de Vulcanizado</b> |                   |    |
|-------------------------------|-------------------|----|
|                               | BOM 42"           | 24 |
|                               | BOM 45"           | 2  |
|                               | NAF 40.5" RADIAL  | 14 |
|                               | KRUPP 45"         | 10 |
|                               | BOM 48"           | 2  |
|                               | KOBE 51"          | 2  |
| VULCANIZADO                   | ROGER 51"         | 7  |
|                               | MITSUBISHI 51"    | 8  |
|                               | BOM 55" (PSR/LTR) | 2  |
|                               | BOM 55" (TBS)     | 10 |
|                               | BOM 63.5" (TBS)   | 4  |
|                               | NAF 40.5" (LTS)   | 16 |
|                               | AGS PRESS         | 2  |

---

**Fuente:** Jonathan Diaz

Con el inventario, el estudio de capacidad de máquina del banbury (Ver Cuadro 15) y el balance de línea (Ver Anexo E) se puede determinar cuál es la cantidad de máquinas requeridas para cumplir con la capacidad de producción y así plantear la desincorporación de la maquinas innecesarias (Ver cuadro 19) con este paso se culmina con la 2da etapa de la metodología S.L.P.

**Cuadro 18.** Lista de equipos a desincorporar

| <b>Desincorporaciones de Equipos</b> |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Banbury #1                           | 2 Pensas BOM 45"          |
| Banner #3                            | 8 Pensas NAF 40,5"        |
| Maquina de Refuerzo #9               | 6 Pensas KRUPP 45"        |
| Wilson #3                            | 2 Pensas BOM 48"          |
| 4 Maquinas de 1ra etapa              | 2 Pensas KOBE 51"         |
| 3 Maquinas de 2da etapa              | 1 Prensa MITSUBISHI 51"   |
| 4 Maquinas Convencional              | 2 Pensas BOM 55" (Radial) |
| 2 maquinas de camion                 | 8 Pensas BOM 55" (TBS)    |
| TB-20                                | 4 Pensas BOM 63,5"        |
| 1 Prensa BOM 42"                     | 10 Pensas NFA 40,5"       |

**Fuente:** Jonathan Diaz

Después de conocer la cantidad de máquinas a desincorporar, se generaron dos propuestas de mejora a partir del análisis del diagrama de flujo relacional y las limitaciones establecidas por la empresa.

Una de las propuestas va a consistir en una redistribución total y otra que se realizara con la mínima cantidad de movimientos, estas propuestas se elaboraron con el programa AutoCAD 2016 y siguiendo las normas **COVENIN** 3656:2001, estas se presentan a continuación y se detallaran sus beneficios.

**Propuesta de distribución 1 (Redistribución total):**

Esta alternativa involucra los siguientes movimientos (Ver anexo F):

- Se creó una línea de moto con sus respectivas 8 prensas
- Se elimina la línea L de prensas de vulcanizado

- Se ubicaron las prensas NAF 40.5 en la línea en la línea E
- Se ubicaron las 4 KRUP entre las líneas D y F
- Se ubicaron las Boom 42 entre las líneas F y G
- Las prensas Mitsubishi se dejaron en su misma línea
- Las prensas KOBE se ubicaron en la línea J y K
- Se reubico taller de área 3 más cerca de las prensas
- Se movió el FIFO de cauchos verdes radiales al lado del contact heater
- Se reubicaron las máquinas de pre-ensamble y las VMI 1 y 2 al lado del FIFO de cauchos verdes radiales
- Se ubicaron todas las KB entre las columnas X y Z
- Se reubicaron las armadoras 29-28 y la 17-camión en donde está actualmente la TB-20
- Las áreas de armado se ubicaron en una posición más centralizada
- Se reubico el área de pullado y dopa de motos en donde está el FIFO d cauchos Radiales.
- Se creó un almacenaje de carros de rodado debajo de la Mezannina.
- Se reubicaron las mesas de inserto a donde está actualmente la Banner 3
- Se reubico la BFE en donde está el Piso del Batch Off del Bambury 1
- Se reubico el transportador TMA en el área del molino de banda blanca.
- Se reubicaron las máquinas de alambre (FSW-400 y 45) y la monowire entre las columnas J y P y se creó un almacenaje para perchas de talón
- Se unieron los talleres de tooling-preventivo y se ubicaron debajo de las steelastic

**Beneficios:**

- a) Con esta propuesta se tendrá una distribución que esté de acuerdo al flujo de materiales entre áreas, esto eliminará las paradas por reposición y los largos recorridos de los servicios.

- b) Con la eliminación de las máquinas que no se están utilizando se reducirá los costos de mantenimiento y limpieza de 72860 dólares mensuales a un total de 60488 dólares al mes.

**Propuesta de distribución 2(Mínimos movimientos):** En esta propuesta se realizó la mayor cantidad de movimientos en el área de las prensas para poder ubicar el FIFO de cauchos verdes radiales los más centralizado posible y en el área de armado y preparación se fue moviendo todas las maquinas hacia arriba tratando de realizar los mínimos movimientos (Ver anexo G), las entubadoras de gomas y las cortadoras de tela se quedaron en su misma posición.

**Beneficios:**

- a) Con la eliminación de las máquinas que no se están utilizando se reducirá los costos de mantenimiento y limpieza de 72860 dólares mensuales a un total de 60488 dólares al mes

Una vez definidas las propuestas, se realizó una evaluación del trabajo de transporte de cada una de las propuestas para verificar en cuanto se redujo la carga de trabajo y las distancias entre áreas, de acuerdo a Muther & Hales (2015) “la mejor distribución desde el punto de vista del flujo de materiales, será la que minimice las distancias de las rutas por sus intensidades de flujo” (p.51). Como se estableció anteriormente la distancia de una ruta por la intensidad de flujo que hay en ella se denomina como trabajo de transporte, y por lo general es un buen indicador para estimar el costo de manejo de materiales entre las alternativas de distribución. A continuación, se muestra el trabajo de transporte para la distribución inicial utilizando el formato desarrollado por el SLP (ver Cuadro 20).

**Cuadro 19. Cálculo del trabajo de transporte para la distribución inicial**

| No. | Rutas | Hacia-Desde | Hacia-Desde | Total | Intensidad del Flujo |                     |                             |                  |
|-----|-------|-------------|-------------|-------|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------------|
|     |       |             |             |       | Codigo de Vocal      | Distancia en metros | Trabajo de transporte       |                  |
| 1   | 30    | 31          | 116,94      | 0,00  | 116,94               | A                   | 120,17                      | 14.908,08        |
| 2   | 25    | 26          | 98,53       | 0,00  | 98,53                | A                   | 90,97                       | 8.963,71         |
| 3   | 26    | 29          | 98,53       | 0,00  | 98,53                | A                   | 85,57                       | 8.431,13         |
| 4   | 29    | 30          | 70,96       | 0,00  | 70,96                | A                   | 58,35                       | 4.140,15         |
| 5   | 24    | 27          | 49,91       | 0,00  | 49,91                | E                   | 47,60                       | 4.371,74         |
| 6   | 27    | 28          | 49,91       | 0,00  | 49,91                | E                   | 34,24                       | 1.708,81         |
| 7   | 15    | 25          | 46,91       | 0,00  | 46,91                | E                   | 43,11                       | 2.022,56         |
| 8   | 28    | 30          | 45,99       | 0,00  | 45,99                | E                   | 75,03                       | 3.450,49         |
| 9   | 21    | 25          | 44,98       | 0,00  | 44,98                | E                   | 66,70                       | 2.999,77         |
| 10  | 1     | 2           | 35,29       | 0,00  | 35,29                | E                   | 84,61                       | 2.985,98         |
| 11  | 20    | 24          | 32,17       | 0,00  | 32,17                | E                   | 83,10                       | 2.672,90         |
| 12  | 18    | 25          | 15,02       | 0,00  | 15,02                | I                   | 45,52                       | 683,55           |
| 13  | 6     | 25          | 14,68       | 0,00  | 14,68                | I                   | 105,12                      | 1.542,71         |
| 14  | 17    | 25          | 13,85       | 0,00  | 13,85                | I                   | 41,63                       | 576,31           |
| 15  | 5     | 25          | 11,23       | 0,00  | 11,23                | I                   | 105,12                      | 1.181,03         |
| 16  | 6     | 24          | 10,97       | 0,00  | 10,97                | I                   | 59,97                       | 640,74           |
| 17  | 13    | 25          | 9,51        | 0,00  | 9,51                 | I                   | 103,61                      | 987,23           |
| 18  | 7     | 25          | 9,37        | 0,00  | 9,37                 | I                   | 105,12                      | 985,13           |
| 19  | 2     | 6           | 9,13        | 0,00  | 9,13                 | I                   | 76,92                       | 701,94           |
| 20  | 25    | 29          | 5,57        | 0,00  | 5,57                 | I                   | 93,04                       | 518,11           |
| 21  | 22    | 25          | 4,54        | 0,00  | 4,54                 | O                   | 87,66                       | 397,50           |
| 22  | 12    | 20          | 4,53        | 0,00  | 4,53                 | O                   | 37,17                       | 168,28           |
| 23  | 2     | 13          | 4,36        | 0,00  | 4,36                 | O                   | 35,08                       | 152,78           |
| 24  | 2     | 5           | 3,46        | 0,00  | 3,46                 | O                   | 73,05                       | 253,07           |
| 25  | 19    | 23          | 3,34        | 0,00  | 3,34                 | O                   | 35,41                       | 118,43           |
| 26  | 18    | 22          | 3,21        | 0,00  | 3,21                 | O                   | 94,75                       | 304,44           |
| 27  | 23    | 24          | 2,98        | 0,00  | 2,98                 | O                   | 85,82                       | 255,55           |
| 28  | 2     | 7           | 2,88        | 0,00  | 2,88                 | O                   | 80,63                       | 231,91           |
| 29  | 2     | 11          | 2,83        | 0,00  | 2,83                 | O                   | 103,90                      | 292,11           |
| 30  | 20    | 22          | 2,81        | 0,00  | 2,81                 | O                   | 102,73                      | 288,41           |
| 31  | 19    | 24          | 2,76        | 0,00  | 2,76                 | O                   | 60,97                       | 168,45           |
| 32  | 2     | 4           | 2,52        | 0,00  | 2,52                 | O                   | 60,96                       | 153,45           |
| 33  | 12    | 21          | 2,40        | 0,00  | 2,40                 | O                   | 52,62                       | 126,12           |
| 34  | 1     | 12          | 2,27        | 0,00  | 2,27                 | O                   | 184,04                      | 417,77           |
| 35  | 2     | 12          | 2,26        | 0,00  | 2,26                 | O                   | 72,39                       | 163,25           |
| 36  | 2     | 3           | 2,18        | 0,00  | 2,18                 | O                   | 21,60                       | 47,24            |
| 37  | 22    | 24          | 2,09        | 0,00  | 2,09                 | O                   | 42,35                       | 88,48            |
| 38  | 11    | 16          | 0,00        | 1,97  | 1,97                 | O                   | 21,16                       | 41,78            |
| 39  | 13    | 22          | 1,94        | 0,00  | 1,94                 | O                   | 102,65                      | 199,84           |
| 40  | 16    | 21          | 1,93        | 0,00  | 1,93                 | O                   | 21,96                       | 42,42            |
| 41  | 10    | 17          | 1,85        | 0,00  | 1,85                 | O                   | 32,69                       | 60,61            |
| 42  | 12    | 18          | 1,73        | 0,00  | 1,73                 | O                   | 47,41                       | 82,25            |
| 43  | 14    | 25          | 1,47        | 0,00  | 1,47                 | O                   | 48,93                       | 71,86            |
| 44  | 9     | 24          | 1,45        | 0,00  | 1,45                 | O                   | 110,59                      | 160,44           |
| 45  | 1     | 11          | 1,12        | 0,00  | 1,12                 | O                   | 165,47                      | 184,73           |
| 46  | 14    | 15          | 1,05        | 0,00  | 1,05                 | O                   | 56,70                       | 59,68            |
| 47  | 1     | 10          | 0,93        | 0,00  | 0,93                 | O                   | 192,84                      | 180,10           |
| 48  | 3     | 8           | 0,70        | 0,00  | 0,70                 | O                   | 157,23                      | 109,98           |
| 49  | 2     | 8           | 0,67        | 0,00  | 0,67                 | O                   | 163,22                      | 109,04           |
| 50  | 9     | 25          | 0,62        | 0,00  | 0,62                 | O                   | 72,91                       | 45,41            |
| 51  | 3     | 5           | 0,52        | 0,00  | 0,52                 | O                   | 42,78                       | 22,14            |
| 52  | 12    | 19          | 0,50        | 0,00  | 0,50                 | O                   | 39,84                       | 19,96            |
| 53  | 13    | 16          | 0,38        | 0,00  | 0,38                 | O                   | 62,65                       | 24,03            |
| 54  | 3     | 6           | 0,38        | 0,00  | 0,38                 | O                   | 46,57                       | 17,64            |
| 55  | 15    | 18          | 0,37        | 0,00  | 0,37                 | O                   | 3,32                        | 3,48             |
| 56  | 4     | 25          | 0,29        | 0,00  | 0,29                 | O                   | 72,70                       | 21,05            |
| 57  | 12    | 14          | 0,26        | 0,00  | 0,26                 | O                   | 63,19                       | 16,47            |
| 58  | 16    | 22          | 0,26        | 0,00  | 0,26                 | O                   | 92,09                       | 23,79            |
| 59  | 1     | 9           | 0,25        | 0,00  | 0,25                 | O                   | 183,73                      | 45,38            |
| 60  | 13    | 23          | 0,20        | 0,00  | 0,20                 | O                   | 92,91                       | 18,88            |
| 61  | 3     | 7           | 0,20        | 0,00  | 0,20                 | O                   | 47,08                       | 9,51             |
| 62  | 11    | 25          | 0,19        | 0,00  | 0,19                 | O                   | 76,43                       | 14,46            |
| 63  | 8     | 17          | 0,14        | 0,00  | 0,14                 | O                   | 47,28                       | 6,84             |
| 64  | 3     | 10          | 0,12        | 0,00  | 0,12                 | O                   | 138,24                      | 16,91            |
| 65  | 3     | 9           | 0,11        | 0,00  | 0,11                 | O                   | 137,70                      | 14,87            |
| 66  | 3     | 4           | 0,08        | 0,00  | 0,08                 | O                   | 58,74                       | 4,74             |
| 67  | 4     | 24          | 0,07        | 0,00  | 0,07                 | O                   | 72,98                       | 5,07             |
| 68  | 13    | 24          | 0,02        | 0,00  | 0,02                 | O                   | 104,57                      | 2,56             |
|     |       |             |             |       |                      |                     | <b>Total Transport Work</b> | <b>69.814,36</b> |

Fuente Jonathan Diaz

Con el trabajo de transporte total de la distribución inicial se procedió calcular el trabajo de transporte de la distribución para la propuesta 1 (Ver cuadro 21). la propuesta 2 (Ver cuadro 22) y realizar una comparación entre las propuestas, cuantificando la mejoría en términos de reducción de cargas de trabajo (Ver cuadro 23). El trabajo de transporte de cada alternativa fue calculado de la misma manera que la distribución inicial, sustituyendo las distancias para cada una de las rutas.

Cuadro 20. Cálculo del trabajo de transporte para la distribución propuesta 1

| No.                         | Rutas |    | Hacia-Desde | Hacia-Desde | Total  | Intensidad del Flujo |                     |                       |
|-----------------------------|-------|----|-------------|-------------|--------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                             |       |    |             |             |        | Codigo de Vocal      | Distancia en metros | Trabajo de transporte |
| 1                           | 30    | 31 | 116,94      | 0,00        | 116,94 | A                    | 128,17              | 14.988,08             |
| 2                           | 25    | 26 | 98,53       | 0,00        | 98,53  | A                    | 100,00              | 9.853,48              |
| 3                           | 26    | 29 | 98,53       | 0,00        | 98,53  | A                    | 45,27               | 4.460,67              |
| 4                           | 29    | 30 | 70,96       | 0,00        | 70,96  | A                    | 58,35               | 4.140,15              |
| 5                           | 24    | 27 | 49,91       | 0,00        | 49,91  | E                    | 90,00               | 4.481,62              |
| 6                           | 27    | 28 | 49,91       | 0,00        | 49,91  | E                    | 34,24               | 1.708,81              |
| 7                           | 15    | 25 | 46,91       | 0,00        | 46,91  | E                    | 35,25               | 1.653,65              |
| 8                           | 28    | 30 | 45,99       | 0,00        | 45,99  | E                    | 75,03               | 3.450,49              |
| 9                           | 21    | 25 | 44,98       | 0,00        | 44,98  | E                    | 45,33               | 2.038,79              |
| 10                          | 1     | 2  | 35,29       | 0,00        | 35,29  | E                    | 84,61               | 2.985,98              |
| 11                          | 20    | 24 | 32,17       | 0,00        | 32,17  | E                    | 74,33               | 2.390,97              |
| 12                          | 18    | 25 | 15,02       | 0,00        | 15,02  | I                    | 35,23               | 529,04                |
| 13                          | 6     | 25 | 14,68       | 0,00        | 14,68  | I                    | 85,78               | 1.258,87              |
| 14                          | 17    | 25 | 13,85       | 0,00        | 13,85  | I                    | 40,55               | 561,42                |
| 15                          | 5     | 25 | 11,23       | 0,00        | 11,23  | I                    | 102,55              | 1.152,14              |
| 16                          | 6     | 24 | 10,87       | 0,00        | 10,87  | I                    | 85,78               | 932,02                |
| 17                          | 13    | 25 | 9,51        | 0,00        | 9,51   | I                    | 74,35               | 707,08                |
| 18                          | 7     | 25 | 9,37        | 0,00        | 9,37   | I                    | 94,33               | 884,01                |
| 19                          | 2     | 6  | 9,13        | 0,00        | 9,13   | I                    | 70,35               | 641,90                |
| 20                          | 25    | 29 | 5,57        | 0,00        | 5,57   | O                    | 85,11               | 473,95                |
| 21                          | 22    | 25 | 4,54        | 0,00        | 4,54   | O                    | 87,66               | 397,56                |
| 22                          | 12    | 20 | 4,53        | 0,00        | 4,53   | O                    | 37,17               | 168,28                |
| 23                          | 2     | 13 | 4,36        | 0,00        | 4,36   | O                    | 35,08               | 152,78                |
| 24                          | 2     | 5  | 3,46        | 0,00        | 3,46   | O                    | 73,05               | 253,07                |
| 25                          | 19    | 23 | 3,34        | 0,00        | 3,34   | O                    | 35,41               | 118,43                |
| 26                          | 18    | 22 | 3,21        | 0,00        | 3,21   | O                    | 94,75               | 304,44                |
| 27                          | 23    | 24 | 2,98        | 0,00        | 2,98   | O                    | 85,82               | 255,55                |
| 28                          | 2     | 7  | 2,88        | 0,00        | 2,88   | O                    | 80,63               | 231,91                |
| 29                          | 2     | 11 | 2,83        | 0,00        | 2,83   | O                    | 103,30              | 292,11                |
| 30                          | 20    | 22 | 2,81        | 0,00        | 2,81   | O                    | 102,73              | 288,41                |
| 31                          | 19    | 24 | 2,76        | 0,00        | 2,76   | O                    | 60,97               | 168,45                |
| 32                          | 2     | 4  | 2,52        | 0,00        | 2,52   | O                    | 60,96               | 153,45                |
| 33                          | 12    | 21 | 2,40        | 0,00        | 2,40   | O                    | 52,62               | 126,12                |
| 34                          | 1     | 12 | 2,27        | 0,00        | 2,27   | O                    | 184,04              | 417,77                |
| 35                          | 2     | 12 | 2,26        | 0,00        | 2,26   | O                    | 72,39               | 163,25                |
| 36                          | 2     | 3  | 2,18        | 0,00        | 2,18   | O                    | 21,66               | 47,24                 |
| 37                          | 22    | 24 | 2,09        | 0,00        | 2,09   | O                    | 42,35               | 88,48                 |
| 38                          | 11    | 16 | 0,00        | 1,97        | 1,97   | O                    | 21,16               | 41,78                 |
| 39                          | 13    | 22 | 1,94        | 0,00        | 1,94   | O                    | 102,65              | 198,84                |
| 40                          | 16    | 21 | 1,93        | 0,00        | 1,93   | O                    | 21,96               | 42,42                 |
| 41                          | 10    | 17 | 1,85        | 0,00        | 1,85   | O                    | 32,69               | 60,61                 |
| 42                          | 12    | 18 | 1,73        | 0,00        | 1,73   | O                    | 47,41               | 82,25                 |
| 43                          | 14    | 25 | 1,47        | 0,00        | 1,47   | O                    | 48,93               | 71,86                 |
| 44                          | 9     | 24 | 1,45        | 0,00        | 1,45   | O                    | 110,59              | 180,44                |
| 45                          | 1     | 11 | 1,12        | 0,00        | 1,12   | O                    | 165,47              | 184,73                |
| 46                          | 14    | 15 | 1,05        | 0,00        | 1,05   | O                    | 56,70               | 59,66                 |
| 47                          | 1     | 10 | 0,93        | 0,00        | 0,93   | O                    | 192,84              | 180,10                |
| 48                          | 3     | 8  | 0,70        | 0,00        | 0,70   | O                    | 157,23              | 109,98                |
| 49                          | 2     | 8  | 0,67        | 0,00        | 0,67   | O                    | 163,22              | 109,04                |
| 50                          | 9     | 25 | 0,62        | 0,00        | 0,62   | O                    | 72,91               | 45,41                 |
| 51                          | 3     | 5  | 0,52        | 0,00        | 0,52   | O                    | 42,78               | 22,14                 |
| 52                          | 12    | 19 | 0,50        | 0,00        | 0,50   | O                    | 39,84               | 19,96                 |
| 53                          | 13    | 16 | 0,38        | 0,00        | 0,38   | O                    | 62,65               | 24,03                 |
| 54                          | 3     | 6  | 0,38        | 0,00        | 0,38   | O                    | 46,57               | 17,64                 |
| 55                          | 16    | 18 | 0,37        | 0,00        | 0,37   | O                    | 9,32                | 3,48                  |
| 56                          | 4     | 25 | 0,29        | 0,00        | 0,29   | O                    | 72,70               | 21,05                 |
| 57                          | 12    | 14 | 0,26        | 0,00        | 0,26   | O                    | 63,19               | 16,47                 |
| 58                          | 16    | 22 | 0,26        | 0,00        | 0,26   | O                    | 92,99               | 23,79                 |
| 59                          | 1     | 9  | 0,25        | 0,00        | 0,25   | O                    | 183,73              | 45,38                 |
| 60                          | 13    | 23 | 0,20        | 0,00        | 0,20   | O                    | 92,91               | 18,88                 |
| 61                          | 3     | 7  | 0,20        | 0,00        | 0,20   | O                    | 47,08               | 9,51                  |
| 62                          | 11    | 25 | 0,19        | 0,00        | 0,19   | O                    | 76,43               | 14,46                 |
| 63                          | 8     | 17 | 0,14        | 0,00        | 0,14   | O                    | 47,28               | 6,84                  |
| 64                          | 3     | 10 | 0,12        | 0,00        | 0,12   | O                    | 138,24              | 16,91                 |
| 65                          | 3     | 9  | 0,11        | 0,00        | 0,11   | O                    | 137,70              | 14,87                 |
| 66                          | 3     | 4  | 0,08        | 0,00        | 0,08   | O                    | 58,74               | 4,74                  |
| 67                          | 4     | 24 | 0,07        | 0,00        | 0,07   | O                    | 72,98               | 5,07                  |
| 68                          | 13    | 24 | 0,02        | 0,00        | 0,02   | O                    | 104,67              | 2,66                  |
| <b>Total Transport Work</b> |       |    |             |             |        |                      |                     | <b>64.565,36</b>      |

Fuente: Jonathan Diaz

**Cuadro 21. Cálculo del trabajo de transporte para la distribución propuesta 2**

| No.                         | Rutas |    | Hacia-Desde | Hacia-Desde | Total  | Intensidad del Flujo |                     |                       |
|-----------------------------|-------|----|-------------|-------------|--------|----------------------|---------------------|-----------------------|
|                             |       |    |             |             |        | Codigo de Vocal      | Distancia en metros | Trabajo de transporte |
| 1                           | 30    | 31 | 116,94      | 0,00        | 116,94 | A                    | 128,17              | 14.988,08             |
| 2                           | 25    | 26 | 98,53       | 0,00        | 98,53  | A                    | 130,00              | 12.809,52             |
| 3                           | 26    | 29 | 98,53       | 0,00        | 98,53  | A                    | 45,27               | 4.460,67              |
| 4                           | 29    | 30 | 70,96       | 0,00        | 70,96  | A                    | 58,35               | 4.140,15              |
| 5                           | 24    | 27 | 49,91       | 0,00        | 49,91  | E                    | 85,00               | 4.242,08              |
| 6                           | 27    | 29 | 49,91       | 0,00        | 49,91  | E                    | 34,24               | 1.708,81              |
| 7                           | 15    | 25 | 46,91       | 0,00        | 46,91  | E                    | 35,25               | 1.653,65              |
| 8                           | 28    | 30 | 45,99       | 0,00        | 45,99  | E                    | 70,00               | 3.219,04              |
| 9                           | 21    | 25 | 44,98       | 0,00        | 44,98  | E                    | 45,33               | 2.038,79              |
| 10                          | 1     | 2  | 35,29       | 0,00        | 35,29  | E                    | 84,61               | 2.985,98              |
| 11                          | 20    | 24 | 32,17       | 0,00        | 32,17  | E                    | 74,33               | 2.390,97              |
| 12                          | 18    | 25 | 15,02       | 0,00        | 15,02  | I                    | 35,23               | 529,04                |
| 13                          | 6     | 25 | 14,68       | 0,00        | 14,68  | I                    | 85,78               | 1.258,87              |
| 14                          | 17    | 25 | 13,85       | 0,00        | 13,85  | I                    | 35,00               | 484,58                |
| 15                          | 5     | 25 | 11,23       | 0,00        | 11,23  | I                    | 102,55              | 1.152,14              |
| 16                          | 6     | 24 | 10,87       | 0,00        | 10,87  | I                    | 85,78               | 932,02                |
| 17                          | 13    | 25 | 9,51        | 0,00        | 9,51   | I                    | 74,35               | 707,06                |
| 18                          | 7     | 25 | 9,37        | 0,00        | 9,37   | I                    | 94,33               | 884,01                |
| 19                          | 2     | 6  | 9,13        | 0,00        | 9,13   | I                    | 70,35               | 641,96                |
| 20                          | 25    | 29 | 5,57        | 0,00        | 5,57   | I                    | 85,11               | 473,95                |
| 21                          | 22    | 25 | 4,54        | 0,00        | 4,54   | O                    | 87,66               | 397,56                |
| 22                          | 12    | 20 | 4,53        | 0,00        | 4,53   | O                    | 37,17               | 168,28                |
| 23                          | 2     | 13 | 4,36        | 0,00        | 4,36   | O                    | 35,08               | 152,78                |
| 24                          | 2     | 5  | 3,46        | 0,00        | 3,46   | O                    | 73,05               | 253,07                |
| 25                          | 19    | 23 | 3,34        | 0,00        | 3,34   | O                    | 35,41               | 118,43                |
| 26                          | 18    | 22 | 3,21        | 0,00        | 3,21   | O                    | 94,75               | 304,44                |
| 27                          | 23    | 24 | 2,98        | 0,00        | 2,98   | O                    | 85,82               | 255,55                |
| 28                          | 2     | 7  | 2,88        | 0,00        | 2,88   | O                    | 80,63               | 231,91                |
| 29                          | 2     | 11 | 2,83        | 0,00        | 2,83   | O                    | 103,30              | 292,11                |
| 30                          | 20    | 22 | 2,81        | 0,00        | 2,81   | O                    | 102,73              | 288,41                |
| 31                          | 19    | 24 | 2,76        | 0,00        | 2,76   | O                    | 60,97               | 168,45                |
| 32                          | 2     | 4  | 2,52        | 0,00        | 2,52   | O                    | 60,96               | 153,45                |
| 33                          | 12    | 21 | 2,40        | 0,00        | 2,40   | O                    | 52,62               | 126,12                |
| 34                          | 1     | 12 | 2,27        | 0,00        | 2,27   | O                    | 184,04              | 417,77                |
| 35                          | 2     | 12 | 2,26        | 0,00        | 2,26   | O                    | 72,39               | 163,25                |
| 36                          | 2     | 3  | 2,18        | 0,00        | 2,18   | O                    | 21,66               | 47,24                 |
| 37                          | 22    | 24 | 2,09        | 0,00        | 2,09   | O                    | 42,35               | 88,48                 |
| 38                          | 11    | 16 | 0,00        | 1,97        | 1,97   | O                    | 21,16               | 41,78                 |
| 39                          | 13    | 22 | 1,94        | 0,00        | 1,94   | O                    | 102,65              | 198,84                |
| 40                          | 16    | 21 | 1,93        | 0,00        | 1,93   | O                    | 21,96               | 42,42                 |
| 41                          | 10    | 17 | 1,85        | 0,00        | 1,85   | O                    | 32,69               | 60,61                 |
| 42                          | 12    | 18 | 1,73        | 0,00        | 1,73   | O                    | 47,41               | 82,25                 |
| 43                          | 14    | 25 | 1,47        | 0,00        | 1,47   | O                    | 48,93               | 71,86                 |
| 44                          | 9     | 24 | 1,45        | 0,00        | 1,45   | O                    | 110,59              | 160,44                |
| 45                          | 1     | 11 | 1,12        | 0,00        | 1,12   | O                    | 165,47              | 184,73                |
| 46                          | 14    | 15 | 1,05        | 0,00        | 1,05   | O                    | 56,70               | 59,66                 |
| 47                          | 1     | 10 | 0,93        | 0,00        | 0,93   | O                    | 192,84              | 180,10                |
| 48                          | 3     | 8  | 0,70        | 0,00        | 0,70   | O                    | 157,23              | 109,98                |
| 49                          | 2     | 8  | 0,67        | 0,00        | 0,67   | O                    | 163,22              | 109,04                |
| 50                          | 9     | 25 | 0,62        | 0,00        | 0,62   | O                    | 72,91               | 45,41                 |
| 51                          | 3     | 5  | 0,52        | 0,00        | 0,52   | O                    | 42,78               | 22,14                 |
| 52                          | 12    | 19 | 0,50        | 0,00        | 0,50   | O                    | 39,84               | 19,96                 |
| 53                          | 13    | 16 | 0,38        | 0,00        | 0,38   | O                    | 62,65               | 24,03                 |
| 54                          | 3     | 6  | 0,38        | 0,00        | 0,38   | O                    | 46,57               | 17,64                 |
| 55                          | 16    | 18 | 0,37        | 0,00        | 0,37   | O                    | 9,32                | 3,48                  |
| 56                          | 4     | 25 | 0,29        | 0,00        | 0,29   | O                    | 72,70               | 21,05                 |
| 57                          | 12    | 14 | 0,26        | 0,00        | 0,26   | O                    | 63,19               | 16,47                 |
| 58                          | 16    | 22 | 0,26        | 0,00        | 0,26   | O                    | 92,99               | 23,79                 |
| 59                          | 1     | 9  | 0,25        | 0,00        | 0,25   | O                    | 183,73              | 45,38                 |
| 60                          | 13    | 23 | 0,20        | 0,00        | 0,20   | O                    | 92,91               | 18,88                 |
| 61                          | 3     | 7  | 0,20        | 0,00        | 0,20   | O                    | 47,08               | 9,51                  |
| 62                          | 11    | 25 | 0,19        | 0,00        | 0,19   | O                    | 76,43               | 14,46                 |
| 63                          | 8     | 17 | 0,14        | 0,00        | 0,14   | O                    | 47,28               | 6,84                  |
| 64                          | 3     | 10 | 0,12        | 0,00        | 0,12   | O                    | 138,24              | 16,91                 |
| 65                          | 3     | 9  | 0,11        | 0,00        | 0,11   | O                    | 137,70              | 14,87                 |
| 66                          | 3     | 4  | 0,08        | 0,00        | 0,08   | O                    | 58,74               | 4,74                  |
| 67                          | 4     | 24 | 0,07        | 0,00        | 0,07   | O                    | 72,98               | 5,07                  |
| 68                          | 13    | 24 | 0,02        | 0,00        | 0,02   | O                    | 104,57              | 2,56                  |
| <b>Total Transport Work</b> |       |    |             |             |        |                      |                     | <b>66.963,57</b>      |

Fuente: Jonathan Diaz

**Cuadro 22.** *Cálculo del trabajo de transporte para la distribución inicial*

| Distribución | Trabajo de transporte | Reducción de trabajo de transporte |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|
| Inicial      | 69814,35              | 0,00%                              |
| Propuesta 1  | 64565,35              | -7,52%                             |
| Propuesta 2  | 66963,57              | -4,08%                             |

**Fuente:** Jonathan Diaz

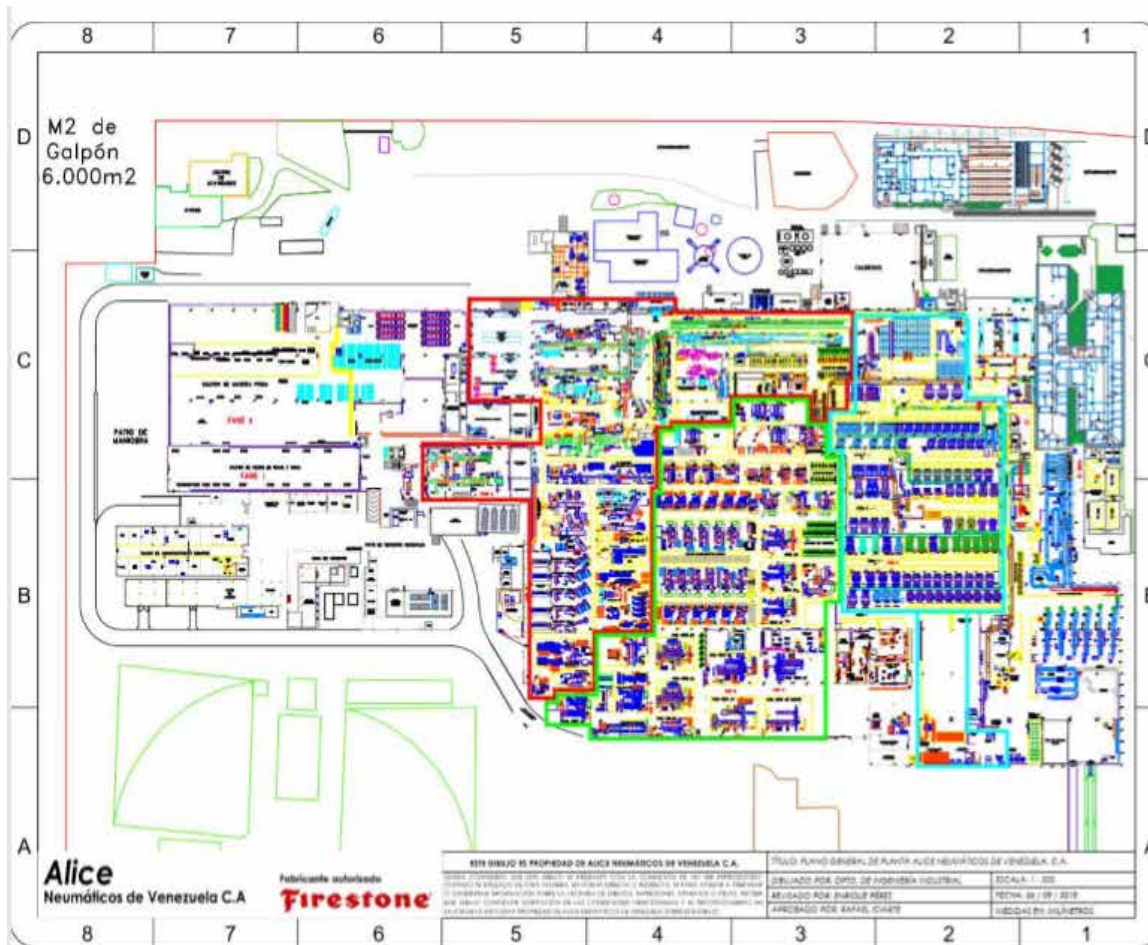
Como se puede observar en el Cuadro 23, la propuesta 1 es aquella que produjo el menor trabajo de transporte total, sin embargo, esto solo comprobó que dicha propuesta es la mejor distribución desde el punto de vista de flujo de materiales, y en el método SLP ese no es el único factor que determina la mejor distribución. Para seleccionar una distribución el SLP utiliza lo que se conoce como análisis ponderado de factores, por lo que se realizó un listado con la dirección de manufactura, sobre todos los factores considerados relevantes para la elección de la distribución, ponderar la importancia relativa de cada factor y por último evaluar la propuesta (Ver cuadro 24).

**Cuadro 23.** *Evaluación Ponderada*

| EVALUACIÓN PONDERADA   |                   |                              |                   | Planta: <i>Alice Neumaticos de Venezuela</i>   |  |
|--|-------------------|------------------------------|-------------------|--|--|
|  |                   |                              |                   | Project: <i>Redistribución de planta</i>   |  |
| Codificación para evaluar:                                       |                   |                              |                   | <b>Descripción de las propuestas:</b><br>A. <i>Desincorporación de máquinas y reubicación de las áreas de armado y preparación</i><br>B. <i>Desincorporación de máquinas y reubicación (Mínimos Movimientos)</i><br>C. _____<br>D. _____<br>E. _____ |  |
| A  | Casi perfecto (4) | O                            | Ordinario (1)     |  |  |
| E  | Muy bueno (3)     | U                            | No relevante (0)  |  |  |
| I  | Importante (2)    | X                            | No aceptable (-1) |  |  |
|  |                   |                              |                   |  |  |
| Factores   | Peso.             | Evaluación de las propuestas |                   |  |  |
|  |                   | A                            | B                 |  |  |
| 1 <i>Flujo de materiales</i>                                     | 10                | A 40                         | O 10              |  |  |
| 2 <i>Utilización del espacio</i>                                 | 7                 | E 21                         | A 28              |  |  |
| 3 <i>Facilidad de supervisión y control</i>                      | 6                 | I 12                         | E 18              |  |  |
| 4 <i>Seguridad en la planta</i>                                  | 5                 | E 15                         | A 20              |  |  |
| 5 <i>Costo de Mantenimiento</i>                                  | 8                 | E 24                         | I 16              |  |  |
| 6 <i>Efectividad del almacenamiento de materiales en proceso</i> | 9                 | A 36                         | A 36              |  |  |
| Totals   |                   | 148                          | 128               |  |  |

**Fuente:** Departamento Ing. Industrial

De esta manera, la dirección de manufactura de la empresa en estudio asignó para cada una (Propuesta 1 y la propuesta 2) la evaluación de cada factor, según el código de vocales (Ver figura 1) utilizado en el SLP, cada código tiene un valor numérico asociado que es multiplicado por el peso del factor para ser ponderado, la suma de dichas operaciones resulta en la puntuación total de la alternativa, eligiendo así a la alternativa con mayor puntaje, siendo en este caso la Propuesta 1 Ver Figura 17).



- Preparación
- Maquinas en ocio:
- ✓ Banbury #1
  - ✓ Banner #3
  - ✓ Maquina de Refuerzo #9
  - ✓ Wilson #3

- Armado radial-Conventional
- Maquinas en Ocio:
- ✓ 4 Armadoras Primera Etapa
  - ✓ 3 Armadoras Segunda Etapa
  - ✓ 2 Armadoras de Conventional
  - ✓ TB-20

- Dopado y vulcanizado
- ✓ 65 prensas en Ocio

Area total de producción:  
 43.516,6 m<sup>2</sup>  
 Area Total en Ocio: 4389.75 m<sup>2</sup>

Figura 16 Layout Actual de planta

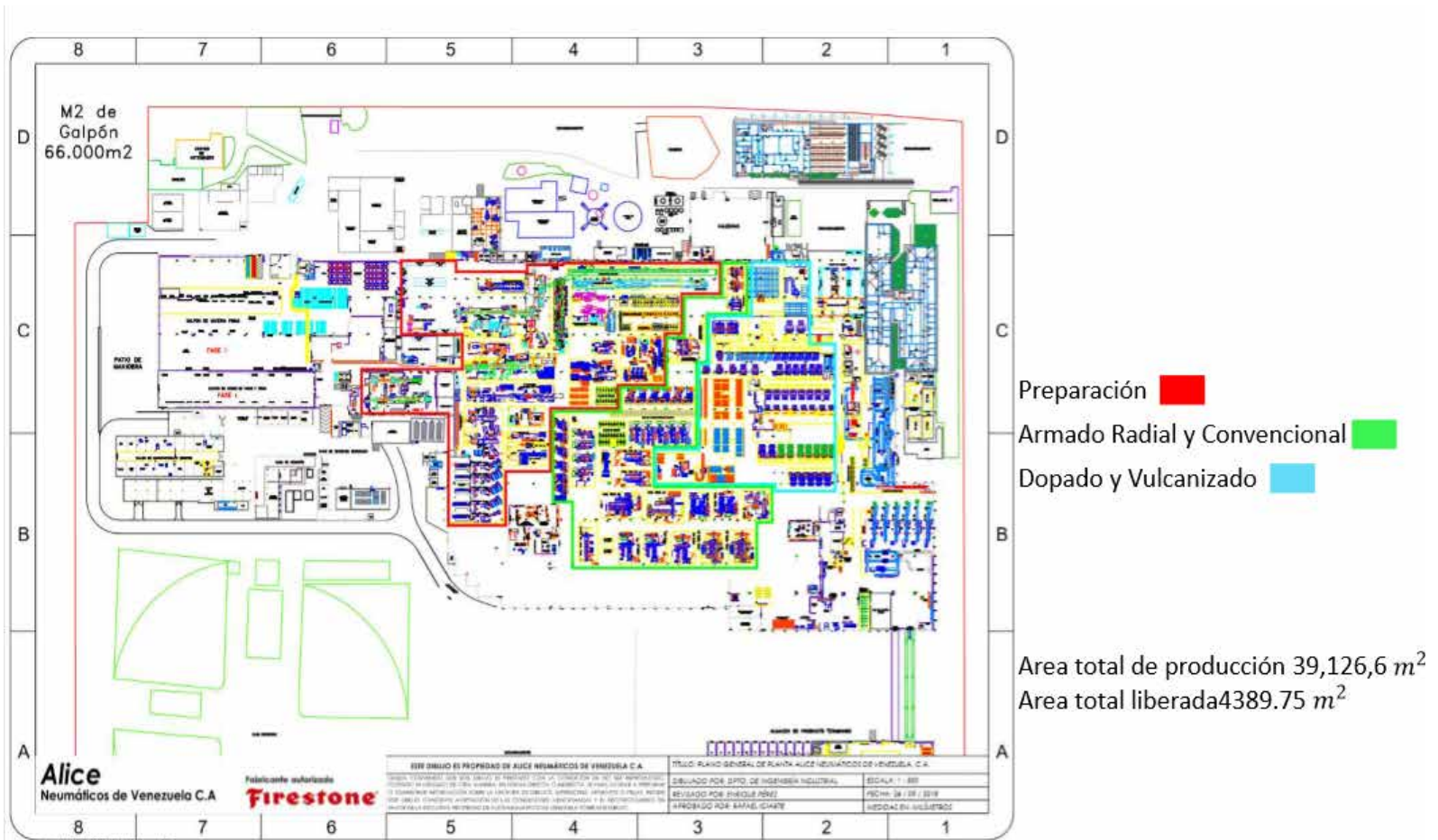


Figura 17 Propuestas de Layout final del Plan de Mejoras

| <b>Cuadro Comparativo</b>  |  |   |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            | <b>Costos de mantenimiento y limpieza</b>                  | <b>Espacio utilizado (m<sup>2</sup>)</b>                                  | <b>Flujo de materiales</b>                                    | <b>Maquinas en ocio</b>  |
| <b>Propuesta de Layout</b> | Los costos de mantenimiento y limpieza disminuyen.         | Se reduce el espacio a utilizar a 39126,6, se liberó un total de 4389,75. | Las áreas se ordenaron según el flujo de materiales.          | Se desincorporan las máquinas que no están siendo utilizadas.                |
| <b>Layout Actual</b>       | Se tiene unos costos de mantenimiento y limpieza elevados. | El espacio utilizado es de 43516,6.                                       | Esta distribución no toma en cuenta los flujos de materiales, | En esta distribución había muchas máquinas que no estaban siendo utilizadas. |

**Cuadro 24** Comparación entre la distribución actual y la propuestas

Con esta propuesta de redistribución de planta se reducirán considerablemente los recorridos entre las áreas con mayor flujo de materiales, al ubicar los talleres en una posición centralizada se producirá un beneficio en cuanto a la reparación de las máquinas y así evitar paradas, las distintas prensas de vulcanizado están organizadas según su tipo de neumático a vulcanizar obteniendo un área más organizada, se liberó el espacio en ocio en donde estas áreas podrán ser usadas a futuro para la implementación de nuevas máquinas o FIFOS de materiales, se disminuyó el presupuesto de mantenimiento y limpieza en donde se reducirán los costos de manufactura y para culminar con esta propuesta se podrá cumplir con el programa de producción del día sin que existan retrasos.

#### **4.4 Fase IV: Evaluar la factibilidad de la propuesta desde el punto de vista operativo, técnico, ambiental, social y económico**

##### **4.4.1 Técnico:**

Observando la evaluación técnico (Ver cuadro 25) la empresa cuenta con todos los implementos necesario y fondos requeridos para la implementación de la propuesta, corroborando la factibilidad desde el punto de vista técnico.

| <b>Evaluación Técnico</b>  |           |           |
|--|-----------|-----------|
| <b>Criterio</b>  | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
| La empresa cuentas con los fondos suficientes para la implementación de las mejoras? | <b>X</b>  |           |
| Se cuenta con personal calificado para la implementación de las mejoras?             | <b>X</b>  |           |
| Se cuenta con Gruas o Polipastos para la movilización de las maquinas?               | <b>X</b>  |           |
| La empresa tiene los equipos nesesarios?   | <b>X</b>  |           |
| Se cuentan con suficientes tomas electricas?   | <b>X</b>  |           |

**Cuadro 25** Evaluación técnico de la propuestas

##### **4.4.2 Técnico:**

Observando la evaluación operativa (Ver cuadro 26), se observa que los distintos operarios del área de producción están de acuerdo con las mejoras, se encuentran capacitados y se disminuirán los retrabajos en los servicios de reposición, con esto podemos concluir que la propuesta es factible desde el punto de vista técnico.

| <b>Evaluación Operativo</b>  |           |           |
|--|-----------|-----------|
| <b>Criterio</b>  | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
| Los operarios estan de acuerdo con el plan de mejoras?                                   | <b>X</b>  |           |
| Los operarios se encuentran capacitados?   | <b>X</b>  |           |
| La empresa tiene previsto un plan de entrenamiento basado en las mejoras de disribución? | <b>X</b>  |           |
| Existiran Retrabajos para los operarios?   |           | <b>X</b>  |
| El trabajador tendra que recorrer distancias mas largas que la actual?                   |           | <b>X</b>  |

**Cuadro 26** Evaluación operativa de la propuesta

#### **4.4.2 Ambiental y social:**

Observando la evaluación ambiental y social (Ver cuadro 27), se observa que la propuesta no tendrá ningún impacto ambiental a su vez no genera ningún tipo de contaminación del ambiente y en lo social esta propuesta genera un mejor ambiente laboral ya que los distintos procesos se adaptaran a la necesitada del trabajador, habiendo dicho esto se confirma la factibilidad ambiental y social de la propuesta.

| <b>Evaluación Ambiental y Social</b>                                      |           |           |
|---|-----------|-----------|
| <b>Criterio</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
| Al realizar la mejora existira deterior en el ambiente?                   |           | <b>X</b>  |
| La propuesta toma en cuenta el sitema de descarga de aguas indutriales?   | <b>X</b>  |           |
| ¿Está previsto un sistema de seguridad en caso de incendios?              | <b>X</b>  |           |
| La propuesta afectara de alguna manera el medio ambiente?                 |           | <b>X</b>  |
| Existiran zonas en donde segregar los distintos tipos de desperdicios?    | <b>X</b>  |           |
| La mejora beneficiara el ambiente laboral?                                | <b>X</b>  |           |
| Al definir la mejora se tomaron en cuenta los criterios de los operarios? | <b>X</b>  |           |

**Cuadro 27** Evaluación Ambiental y social

#### 4.4.3 Económica:

El estudio de factibilidad es el análisis que determina las posibilidades de desarrollar un proyecto al mismo tiempo que proporciona el grado de beneficio obtenido en la organización con el desarrollo de las mejoras continuas.

Para evaluar si la propuesta es factible para la empresa, se utilizó la relación Costó/Beneficio el cual permitirá identificar si el plan de mejoras en la distribución es factiblemente económico.

A continuación, se presentan los costos estimados para llevar a cabo el plan de mejoras en la distribución de Alice Neumáticos de Venezuela.

**Cuadro 28.** Costos del plan de mejoras en la distribución

| Naturaleza del trabajo   | Planta: Alice Neumaticos de Venezuela |       |                 | Proyecto Redistribución de planta |             |
|--|---------------------------------------|-------|-----------------|-----------------------------------|-------------|
|  | Estimado Materiales                   | Horas | Costos por Hora | Costo Laboral                     | Costo Total |
| 1 Limpieza y preparación de las áreas  | \$15.000                              | 50    | \$30            | \$1.500                           | \$16.500    |
| 2 Reparaciones de infraestructura  | \$10.000                              | 700   | \$30            | \$21.000                          | \$31.000    |
| 3 Desmantelamiento de máquinas a desincorporar                                   | \$50.000                              | 1.500 | \$30            | \$45.000                          | \$95.000    |
| 4 Movimiento y fundación de máquinas   | \$8.000                               | 2.550 | \$30            | \$76.500                          | \$84.500    |
| 5 Reconexión de los suministros de energía eléctrica, aire a presión y nitrógeno | \$35.000                              | 1.200 | \$30            | \$36.000                          | \$71.000    |
| 6 Pintado de máquinas y rayado de piso después de los movimientos                | \$50.000                              | 800   | \$30            | \$24.000                          | \$74.000    |
| 7 Llenado de fosas, agujeros y limpieza de nuevas áreas libres                   | \$15.000                              | 500   | \$30            | \$15.000                          | \$30.000    |
| 8 Movimiento y reinstalación de transportadores, grúas, racks, ventiladores,     | \$20.000                              | 900   | \$30            | \$27.000                          | \$47.000    |
| 9 Puesta a punto y prueba de las máquinas reinstaladas                           | \$30.000                              | 400   | \$30            | \$12.000                          | \$42.000    |
| Total  |                                       | 8600  |                 |                                   | \$491.000   |

**Fuente:** Departamento de Proyectos

Posteriormente, se presenta el resumen económico, este estudio se llevó a cabo en un periodo de cuatro años (4), en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A. (Ver Cuadro 23).

**Cuadro 29.** Resumen Económico

| TIO |           |           | 2%         |
|-----|-----------|-----------|------------|
| Año | Inversión | Ingresos  | Beneficios |
| 0   | \$491.000 |           |            |
| 1   |           | \$763.520 | \$148.493  |
| 2   |           | \$750.000 | \$148.493  |
| 3   |           | \$765.895 | \$148.493  |
| 4   |           | \$752.364 | \$148.493  |

**Fuente:** Departamento de costos

Teniendo ya los ingresos y los beneficios se calcula el valor presente neto-Ingresos VPN en Excel usando la siguiente formula:

$$VNA: (TIO; VALOR 1; VALOR 2)$$

El cual nos da como resultado el valor presente neto-ingresos de 3.451.634,67 dólares y el valor presente neto-egresos van a ser 491.000 dólares.

Ya conociendo los distintos VPN se realiza el calcula del costo-beneficio en donde si es mayor que uno (1) queda comprado que el proyecto es económicamente factible, para esto se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Relación Costo Beneficio} = \frac{\text{VPN de los Ingresos}}{\text{VPN de los Egresos}}$$

$$\text{Relación Costo Beneficio} = \frac{3.451.634,667 \$}{491.000 \$}$$

$$\text{Relación Costo Beneficio} = 7,03$$

En función de los valores presentados se puede concluir que el proyecto es económica mente factible, ya que los ingresos superan considerablemente el valor de inversión, con los ingresos del primer año se espera recuperar la inversión.

El tiempo de retorno de la inversión (TRI) se calculará con la siguiente formula:

$$TRI = \frac{\text{Costos totales del proyecto (\$)}}{A}$$

## CONCLUSIONES

Todos los objetivos planteados en la presente investigación se lograron desarrollar, en primer lugar se aplicó una observación directa, con la finalidad de diagnosticar la situación actual en la distribución de área de producción de Alice Neumáticos de Venezuela C.A, donde se pudo evidenciar aspectos que la empresa debe mejorar, como por ejemplo los largos recorridos que hacen los servicios de reposición y consciente con la necesidad de la empresa se generó una entrevista no estructurada la cual arrojó resultados satisfactorios donde estos estaban de acuerdo que era necesaria la implementación de mejoras en la distribución del área de producción.

Por consiguiente, se realizó un diagrama de Pareto, donde se pudo cuantificar las principales causas que afectan en la distribución de planta. Adicional a esto se aplicaron las mejoras pertinentes a la distribución en estudio dando muy buenos resultados. Se logró disminuir los recorridos entre áreas y disminución de los espacios en ocio.

Se evaluó operativa, técnica, social, ambiental y económicamente el proyecto y es totalmente factible para la empresa. Cabe resaltar que en el ámbito organizacional no pasa desapercibido el hecho de que las mismas necesitan establecer mejoras, para aumentar la eficiencia y solidez de sus operaciones, con la finalidad de obtener beneficios logrando así satisfacer necesidades individuales y colectivas.

## **RECOMENDACIONES**

Para garantizar una mayor reorganización y obtener un mejor resultado de la propuesta en el área de trabajo se recomienda lo siguiente:

- Mantener el debido orden y la limpieza correspondiente en cuanto a la zona, es decir, cada cosa debe poseer un sitio exclusivo. ya que en una ambiente limpio y organizado proporciona seguridad y mejora la productividad de las personas.
- Realizar controles diarios e indicadores de gestión, en la toma de tiempos para un mejor control y verificar el resultado de las mejoras.
- Para la iluminación del centro de distribución el departamento de mantenimiento, estarán atentos a la evaluación semanal del departamento de seguridad industrial, para el cumplimiento y protección de la salud ocupacional de los trabajadores.
- Dar inducción a los trabajadores en relación con el uso de los equipos de protección personal y su importancia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F, G (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Bridgestone Firestone Venezolana, C.A. (2005). Inducción al Desarrollo de Neumáticos. Valencia, Carabobo, Venezuela.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2005). Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. México D.F.: McGraw Hill Interamericana Editores.
- Constitucion de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). Caracas: Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860.
- Gonzales, Tineo (2015). "Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C". Trabajo de Grado en Ingeniería Industrial, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw Hill Interamericana Editores.
- Yohanna, Betsy (2017). "Propuestas de mejoras en el sistema de manejo de materiales en la empresa MABE de Venezuela". Trabajo de Grado en Ingeniería Industrial, Universidad Carabobo, Carabobo.
- Leyva, M., Mauricio, D., & Salas Bacalla, J. (2013). Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución. Recuperado el 03 de Junio de 2018, de Industrial Data: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390015>
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2010). Manufacturing Facilities Design and Material Handling. New Jersey: Pearson Education.
- Muther, R., & Haganäs, K. (1969). Systematic Handling Analysis. Kansas City, Missouri, Estados Unidos: Management & Industrial Research Publications.

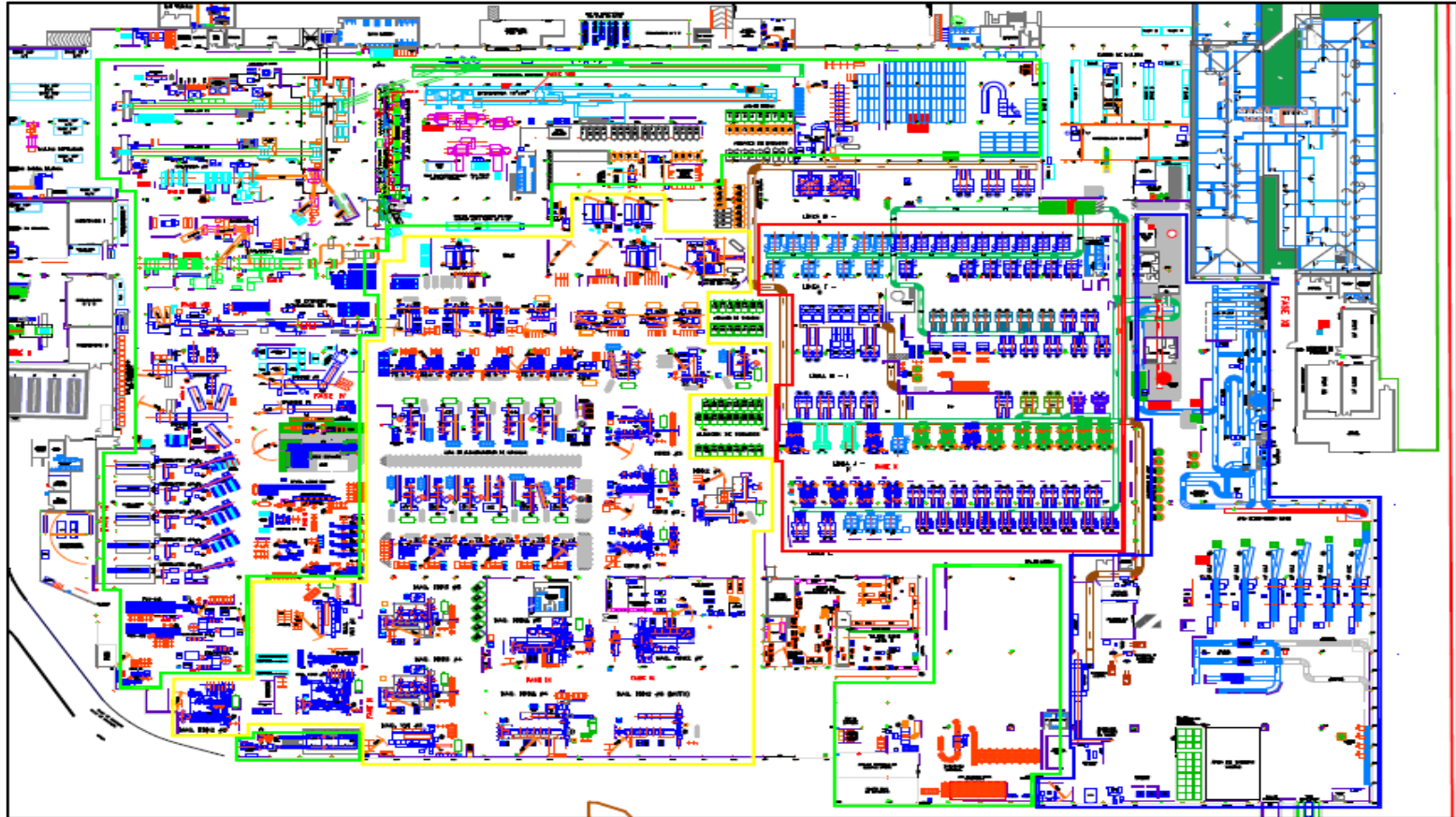
- Muther, R., & Hales, L. (1979). Systematic Planning of Industrial Facilities Volume I. Kansas City, Missouri, Estados Unidos: Management and Industrial Research Publications.
- Muther, R., & Hales, L. (1980). Systematic Planning of Industrial Facilities Volume II. Kansas City, Missouri, Estados Unidos: Management and Industrial Research Publications.
- Muther, R., & Hales, L. (2015). Systematic Layout Planning. Marietta, Georgia, Estados Unidos: Management and Industrial Research Publications.
- Owens, R. (2010). Practical Facility Layout Technology for Industrial Engineers and Educators in Asia. The 11th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (págs. 1 - 6). Melaka: Asia Pacific Industrial Engineering and Management Society. Recuperado el 10 de Julio de 2014, de Asia Pacific Industrial Engineering and Management Society: <http://apiems.net/archive/apiems2010/pdf/FD/460.pdf>
- OICA. (2016). Organización internacional de fabricantes de vehículos de motor <http://www.oica.net/>
- Padilla, E., & Sequera, J. (2007). Demanda de Automóviles Nuevos en Venezuela. Valencia: Eumed.net.
- Palella, S., & Martins, F. (2010). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Caracas: FEDUPEL.
- Pérez, E (2019). Evaluación de métodos de diseño de distribución en planta del área de preparación y armado en la empresa PNEUZ C.A
- Pérez, P. (2016). Evaluación de la Distribución Espacial de Plantas Industriales mediante un Índice de Desempeño. Recuperado el 03 de Junio de 2018, de Revista de Administração de Empresas: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155147928006>
- Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo. (1973). Caracas: Gaceta Oficial Extraordinaria N° 1.631.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2010). *Facilities Planning*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Universidad Politécnica Santiago Mariño (2015), *Manual para la elaboración del trabajo de grado* 5ta edición, Valencia, Carabobo, Venezuela.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Áreas del proceso Productivo



Fuente: Jonathan Diaz

**Anexo B. Distancia entre áreas**

| <b>Distancia entre áreas</b> |                          |           |                               |                              |
|------------------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>From</b>                  | <b>Activity Area</b>     | <b>To</b> | <b>Activity Area</b>          | <b>Measured Distance (m)</b> |
| 30                           | INSPECCION FINAL         | 31        | ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO | 128,165                      |
| 25                           | ARMADO PSR-LTR-MCS       | 26        | DOPADO Y FIFO PSR-LTR         | 90,97                        |
| 27                           | DOPADO Y FIFO LTS-TBS    | 29        | VULCANIZADO PSR-LTR-MCS       | 85,565                       |
| 29                           | VULCANIZADO PSR-LTR-MCS  | 30        | INSPECCION FINAL              | 58,347                       |
| 24                           | ARMADO LTS-TBS-AGS       | 27        | DOPADO Y FIFO LTS-TBS         | 87,598                       |
| 26                           | DOPADO Y FIFO PSR-LTR    | 28        | VULCANIZADO LTS-TBS-AGS       | 34,24                        |
| 15                           | SPIRAL SLAYER SLITTER    | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 43,114                       |
| 28                           | VULCANIZADO LTS-TBS-AGS  | 30        | INSPECCION FINAL              | 75,033                       |
| 21                           | BANNER #2                | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 66,696                       |
| 1                            | ALMACEN DE MATERIA PRIMA | 2         | BANBURY                       | 84,605                       |
| 20                           | BANNER #1                | 24        | ARMADO LTS-TBS-AGS            | 83,097                       |
| 18                           | BSJ                      | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 45,519                       |
| 6                            | 10"X10"                  | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 105,121                      |
| 17                           | WILSON                   | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 41,626                       |
| 5                            | TRIPLEX                  | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 105,121                      |
| 6                            | 10"X10"                  | 24        | ARMADO LTS-TBS-AGS            | 58,972                       |
| 13                           | CALANDRA #3              | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 103,811                      |
| 7                            | QCT                      | 25        | ARMADO PSR-LTR-MCS            | 105,121                      |
| 2                            | BANBURY                  | 6         | 10"X10"                       | 76,923                       |
| 25                           | ARMADO PSR-LTR-MCS       | 29        | VULCANIZADO PSR-LTR-MCS       | 93,04                        |

**Anexo B (Cont.)**

|    |                          |    |                    |         |
|----|--------------------------|----|--------------------|---------|
| 22 | MESAS DE INSERTO         | 25 | ARMADO PSR-LTR-MCS | 87,663  |
| 12 | CALANDRA #2              | 20 | BANNER #1          | 37,172  |
| 2  | BANBURY                  | 13 | CALANDRA #3        | 35,075  |
| 2  | BANBURY                  | 5  | TRIPLEX            | 73,047  |
| 19 | SPADONE                  | 23 | REFUERZOS          | 35,41   |
| 18 | BSJ                      | 22 | MESAS DE INSERTO   | 94,753  |
| 23 | REFUERZOS                | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS | 85,822  |
| 2  | BANBURY                  | 7  | QCT                | 80,633  |
| 2  | BANBURY                  | 11 | STEELASTIC         | 103,3   |
| 20 | BANNER #1                | 22 | MESAS DE INSERTO   | 102,728 |
| 19 | SPADONE                  | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS | 60,97   |
| 2  | BANBURY                  | 4  | CFE                | 60,96   |
| 12 | CALANDRA #2              | 21 | BANNER #2          | 52,615  |
| 1  | ALMACEN DE MATERIA PRIMA | 12 | CALANDRA #2        | 184,04  |
| 2  | BANBURY                  | 12 | CALANDRA #2        | 72,387  |
| 2  | BANBURY                  | 3  | CORTADORA DE TIRAS | 21,657  |
| 22 | MESAS DE INSERTO         | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS | 42,349  |
| 11 | STEELASTIC               | 16 | CAMERON DE GOMAS   | 21,162  |
| 13 | CALANDRA #3              | 22 | MESAS DE INSERTO   | 102,653 |

**Anexo B (Cont.)**

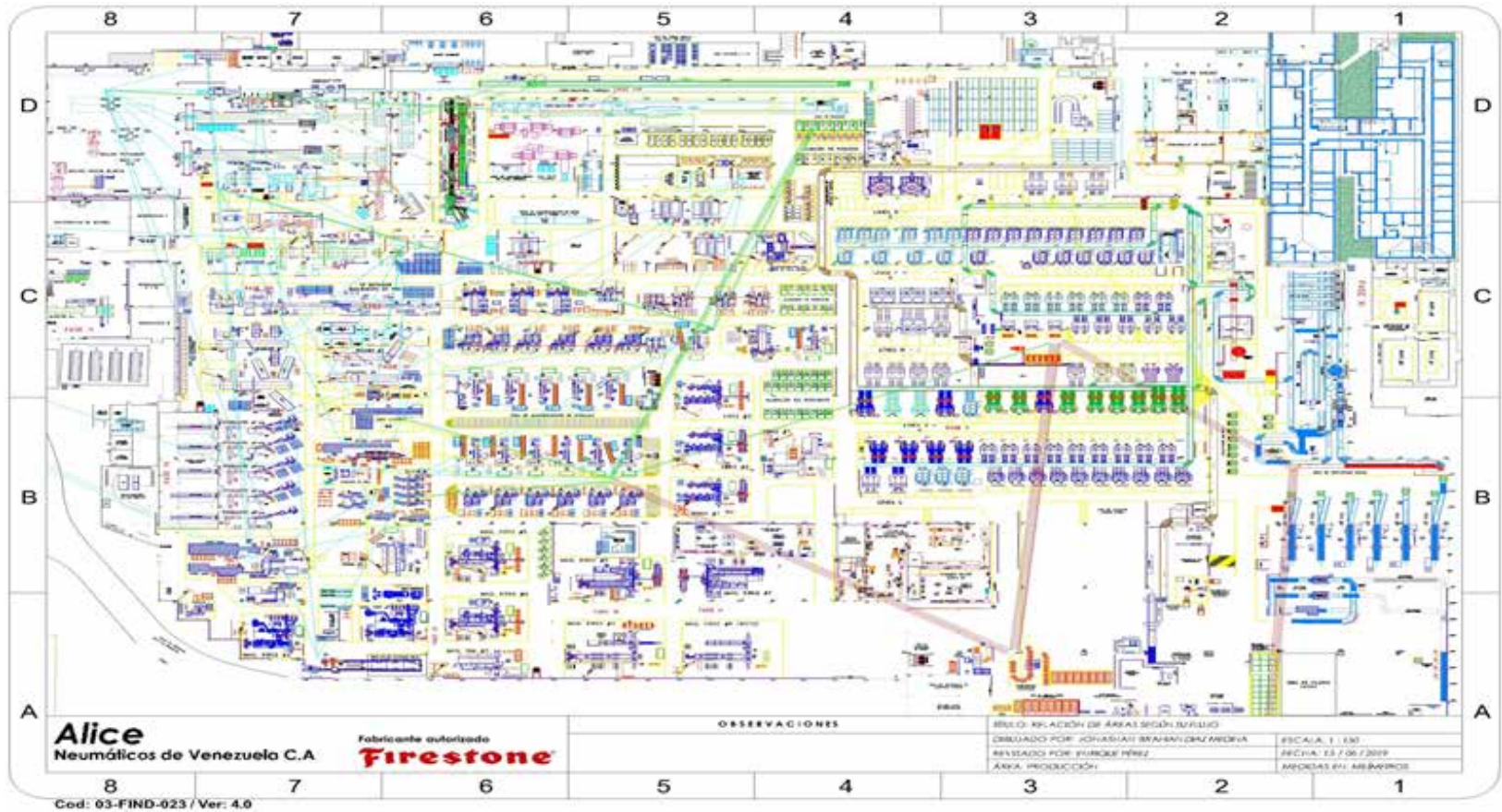
|    |                          |    |                       |         |
|----|--------------------------|----|-----------------------|---------|
| 16 | CAMERON DE GOMAS         | 21 | BANNER #2             | 21,964  |
| 10 | MONOWIRE                 | 17 | WILSON                | 32,688  |
| 12 | CALANDRA #2              | 18 | BSJ                   | 47,412  |
| 14 | CAMERON DE TELAS         | 25 | ARMADO PSR-LTR-MCS    | 48,928  |
| 9  | MAQUINAS DE ALAMBRE      | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS    | 110,587 |
| 1  | ALMACEN DE MATERIA PRIMA | 11 | STEELASTIC            | 165,47  |
| 12 | CALANDRA #2              | 15 | SPIRAL SLAYER SLITTER | 56,695  |
| 1  | ALMACEN DE MATERIA PRIMA | 10 | MONOWIRE              | 192,843 |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS       | 8  | BFE                   | 157,234 |
| 2  | BANBURY                  | 8  | BFE                   | 163,224 |
| 9  | MAQUINAS DE ALAMBRE      | 25 | ARMADO PSR-LTR-MCS    | 72,908  |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS       | 5  | TRIPLEX               | 42,776  |
| 12 | CALANDRA #2              | 19 | SPADONE               | 39,838  |
| 13 | CALANDRA #3              | 16 | CAMERON DE GOMAS      | 62,652  |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS       | 6  | 10"X10"               | 46,572  |
| 16 | CAMERON DE GOMAS         | 18 | BSJ                   | 9,323   |
| 4  | CFE                      | 25 | ARMADO PSR-LTR-MCS    | 72,697  |
| 12 | CALANDRA #2              | 14 | CAMERON DE TELAS      | 63,187  |
| 16 | CAMERON DE GOMAS         | 22 | MESAS DE INSERTO      | 92,988  |
| 1  | ALMACEN DE MATERIA PRIMA | 9  | MAQUINAS DE ALAMBRE   | 183,728 |

**Anexo B (Cont.)**

|    |                    |    |                     |         |
|----|--------------------|----|---------------------|---------|
| 13 | CALANDRA #3        | 23 | REFUERZOS           | 92,908  |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS | 7  | QCT                 | 47,079  |
| 11 | STEELASTIC         | 25 | ARMADO PSR-LTR-MCS  | 76,432  |
| 8  | BFE                | 17 | WILSON              | 47,282  |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS | 10 | MONOWIRE            | 138,243 |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS | 9  | MAQUINAS DE ALAMBRE | 137,699 |
| 3  | CORTADORA DE TIRAS | 4  | CFE                 | 58,738  |
| 4  | CFE                | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS  | 72,978  |
| 13 | CALANDRA #3        | 24 | ARMADO LTS-TBS-AGS  | 104,567 |

**Fuente.** Jonathan Diaz (2019)

Anexo C. Relación de áreas según su flujo de materiales



Fuente: Jonathan Diaz

**Anexo: D. Hoja Flujo de entrada y salida**

| <b>FLOW-IN FLOW-OUT CHART</b>                           |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
|---|-------|------------------|------|------|-------------------------|----------------------|----|------------------|------|------|-------|---|
| Area: _____   |       |                  |      |      | Plant _____             | Project _____        |    |                  |      |      |       |   |
|   |       |                  |      |      | By _____                | With _____           |    |                  |      |      |       |   |
|   |       |                  |      |      | Date _____              | Sheet _____ of _____ |    |                  |      |      |       |   |
| FLOW IN →   |       |                  |      |      | OPERATION<br>OR<br>AREA | FLOW OUT →           |    |                  |      |      |       |   |
| PRODUCT-MATERIAL<br>DESCRIPTION<br>(ITEM OR ITEM-GROUP) | CLASS | QUANTITY PER day |      |      |                         | FROM                 | TO | QUANTITY PER day |      |      | CLASS | PRODUCT-MATERIAL<br>DESCRIPTION<br>(ITEM OR ITEM-GROUP) |
|   |       | UNIT             | AVG. | MAX. |                         |                      |    | UNIT             | AVG. | MAX. |       |   |
| 1   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 2   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 3   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 4   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 5   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 6   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 7   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 8   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 9   |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 10  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 11  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 12  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 13  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 14  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 15  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 16  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 17  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 18  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 19  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 20  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 21  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 22  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 23  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 24  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 25  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 26  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 27  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 28  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 29  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |
| 30  |       |                  |      |      |                         |                      |    |                  |      |      |       |   |

NOTES: \_\_\_\_\_

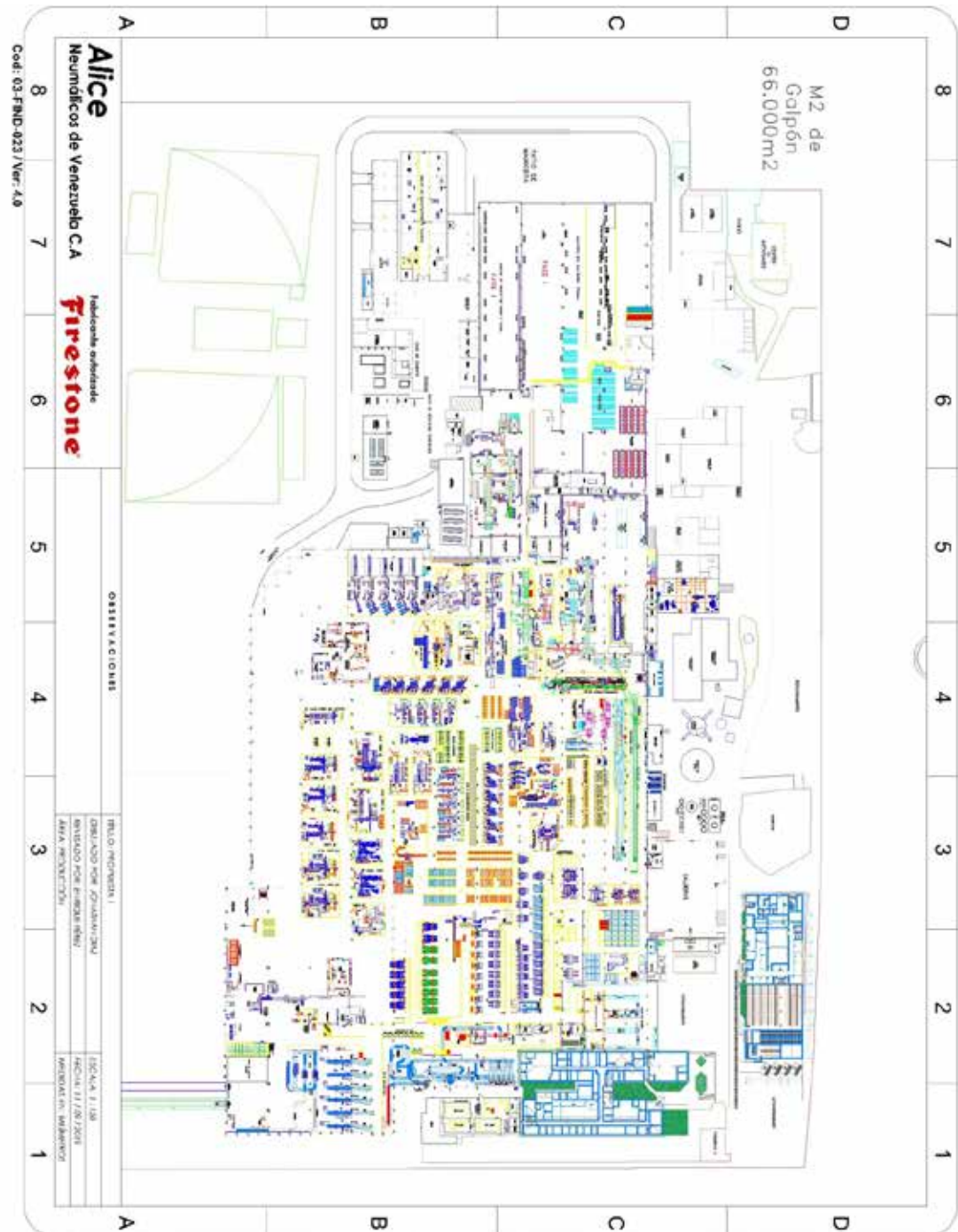
**Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela**

## Anexo E. Balance de línea

| <br>Neumáticos de Venezuela C.A. |                            | HOJA BALANCE DE LÍNEA                    |              |         |         |        |                                   |                              |
|----------------------------------|----------------------------|--|--------------|---------|---------|--------|-----------------------------------|------------------------------|
| DEPARTAMENTO                     | EQUIPO / PUESTO DE TRABAJO | ESTÁNDAR AL 100%                         |              | % CUMP. | EQUIPOS | TURBOS | CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (CAU/DÍA) | REQ. DE PRODUCCIÓN (CAU/DÍA) |
|                                  |                            | VALOR                                    | UNIDAD       |         |         |        |                                   |                              |
| BANBURY                          | BANBURY #1                 | 116                                      | batch/turno  | 100%    | 1       | 0      | 6.105                             |                              |
|                                  | BANBURY #2                 | 130                                      | batch/turno  | 100%    | 1       | 3      |                                   |                              |
|                                  | BANBURY #3                 | 154                                      | batch/turno  | 100%    | 1       | 3      |                                   |                              |
|                                  | BANBURY #4                 | 158                                      | batch/turno  | 100%    | 1       | 3      |                                   |                              |
| ENTUBADORAS                      | ENTUBADORA 10" X 10" BIAS  | 1.759                                    | rod/turno    | 100%    | 0,7     | 3      | 3.472                             |                              |
|                                  | ENTUBADORA 10" X 10" RAD   | 2.658                                    | rod/turno    | 100%    | 0,5     | 5      | 2.249                             |                              |
|                                  | COLD FILLER EXTRUDER       | 118                                      | spool/turno  | 100%    | 1       | 3      | 11.979                            |                              |
|                                  | ENTUBADORA TRIPLEX ROD     | 1.974                                    | rod/turno    | 100%    | 0,50    | 3      | 2.783                             |                              |
|                                  | ENTUBADORA TRIPLEX PARED   | 35                                       | spool/turno  | 100%    | 0,50    | 3      | 1.579                             |                              |
|                                  | ENTUBADORA QCT             | 745                                      | rod/turno    | 100%    | 1       | 3      | 2.101                             |                              |
| CALANDRA                         | BEAD FILLER EXTRUDER       | 45                                       | spool/turno  | 100%    | 1       | 3      | 6.502                             |                              |
|                                  | CALANDRA #2                | 6.501                                    | mts/turno    | 100%    | 1       | 3      | 10.483                            |                              |
|                                  | CALANDRA #3 BIAS           | 121                                      | rollos/turno | 100%    | 0,78    | 3      | 12.243                            |                              |
| CORTADORAS                       | CALANDRA #3 BIAS           | 110                                      | rollos/turno | 100%    | 0,22    | 3      | 2.457                             |                              |
|                                  | SPADONE BIAS               | 5.400                                    | cortes/turno | 100%    | 1       | 3      | 3.600                             |                              |
|                                  | STELASTIC                  | 12,8                                     | spool/turno  | 100%    | 5       | 3      | 6.332                             |                              |
|                                  | BANNER #1 BIAS             | 3.460                                    | cortes/turno | 100%    | 1       | 3      | 1.780                             |                              |
|                                  | BANNER #2                  | 3.000                                    | cortes/turno | 100%    | 1       | 3      | 7.243                             |                              |
|                                  | BANNER #3 BIAS (BREAKER)   | 1.132                                    | cortes/turno | 100%    | 1       | 3      | 3.635                             |                              |
|                                  | CORTADORA BSI              | 900                                      | cortes/turno | 100%    | 1       | 3      | 2.130                             |                              |
|                                  | CAMERON DE TELA            | 44                                       | rollos/turno | 100%    | 1       | 3      | 11.936                            |                              |
|                                  | CAMERON DE GOMA            | 124                                      | rollos/turno | 100%    | 1       | 3      | 9.791                             |                              |
|                                  | MESA DE INSERTO RADIAL     | 25                                       | rollos/turno | 100%    | 1       | 3      | 3.563                             |                              |
|                                  | MESA DE PRE-ENSAMBLADO VMI | 49.750                                   | mts/turno    | 100%    | 1       | 3      | 4.507                             |                              |
| TALONES                          | SPIRAL LAYER SLITTER       | 49.750                                   | mts/turno    | 100%    | 1       | 3      | 4.507                             |                              |
|                                  | MONOWIRE                   | 2.264                                    | pas/turno    | 100%    | 2       | 3      | 6.384                             |                              |
|                                  | FSW400                     | 4.900                                    | pas/turno    | 100%    | 1       | 0,9    | 2.073                             |                              |
|                                  | FSW45 BIAS                 | 4.632                                    | pas/turno    | 100%    | 1       | 2,1    | 3.746                             |                              |
|                                  | REFUERZOS BIAS             | 650                                      | pas/turno    | 100%    | 3       | 3      | 3.206                             |                              |
|                                  | REFUERZOS LTS              | 683                                      | pas/turno    | 100%    | 1       | 3      | 963                               |                              |
|                                  | REFUERZOS TBS              | 710                                      | pas/turno    | 100%    | 1       | 3      | 747                               |                              |
|                                  | REFUERZOS AGS              | 253                                      | pas/turno    | 100%    | 1       | 3      | 357                               |                              |
|                                  | WILSON KB                  | 1.009                                    | pas/turno    | 100%    | 1       | 3      | 1.423                             |                              |
| ARMADO                           | WILSON                     | 1.450                                    | pas/turno    | 100%    | 3       | 2      | 6.134                             |                              |
|                                  | 1RA ETAPA (RNC)            | 170                                      | cau/tur-maq  | 80%     | 12      | 3      | 4.602                             | PROPONER RETIRAR 4 MAQS      |
|                                  | 2DA ETAPA (PBR)            | 215                                      | cau/tur-maq  | 80%     | 9       | 3      | 4.365                             | PROPONER RETIRAR 3 MAQS      |
|                                  | KBN2                       | 115                                      | cau/tur-maq  | 60%     | 5       | 3      | 973                               |                              |
|                                  | VMI TAM's                  | 85                                       | cau/tur-maq  | 85%     | 2       | 3      | 407                               |                              |
|                                  | KBR3                       | 115                                      | cau/tur-maq  | 60%     | 5       | 3      | 973                               |                              |
|                                  | SBD (LTS)                  | 91                                       | cau/tur-maq  | 85%     | 2       | 3      | 436                               | PROPONER RETIRAR 4 MAQS      |
|                                  | 46C (TBS)                  | 27                                       | cau/tur-maq  | 85%     | 1       | 3      | 65                                | PROPONER RETIRAR 2 MAQS      |
|                                  | TR20 (TBS)                 | 55                                       | cau/tur-maq  | 85%     | 0       | 3      | 0                                 | RETIRAR 1 A TB-20            |
|                                  | AGS TAM                    | 7  | cau/tur-maq  | 100%    | 1       | 3      | 20                                |                              |
| VULCANIZADO                      | DOM 42"                    | 56                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 24      | 3      | 3.913                             | RETIRAR UNA PRENSA           |
|                                  | BOM 45"                    | 48                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 0       | 3      | 0                                 | RETIRAR LAS DOS PRENSAS      |
|                                  | NAF 40.5" RADIAL           | 58                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 6       | 3      | 1.013                             | RETIRAR 5 PRENSAS            |
|                                  | KRUPP 45"                  | 52                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 4       | 3      | 605                               | RETIRAR 6 PRENSAS            |
|                                  | BOM 48"                    | 44                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 0       | 3      | 0                                 | RETIRAR LAS DOS PRENSAS      |
|                                  | KOBE 51"                   | 44                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 0       | 3      | 0                                 | RETIRAR LAS DOS PRENSAS      |
|                                  | ROGER 51"                  | 44                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 7       | 3      | 896                               |                              |
|                                  | MITSUBISHI 51"             | 44                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 7       | 3      | 896                               | RETIRAR 1 PRENSA             |
|                                  | BOM 55" (PSR/LTR)          | 36                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 0       | 3      | 0                                 | RETIRAR LAS DOS PRENSAS      |
|                                  | BOM 55" (TBS)              | 16                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 2       | 3      | 91                                | RETIRAR 8 PRENSAS            |
|                                  | BOM 63.5" (TBS)            | 16                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 4       | 3      | 186                               | RETIRAR TODAS                |
|                                  | NAF 40.5" (LTS)            | 26                                       | cau/tur-maq  | 100%    | 6       | 3      | 454                               | RETIRAR 10 PRENSAS           |
|                                  | AGS PRESS                  | 3  | cau/tur-maq  | 100%    | 2       | 3      | 18                                |                              |
| <b>DEPARTAMENTOS</b>             |                            | <b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (CAU/DÍA)</b> |              |         |         |        |                                   |                              |
| BANBURY                          |                            | 6.105                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| CALANDRA DE TELA                 |                            | 10.483                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| CALANDRA DE GOMA                 |                            | 14.790                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| CORTADORAS - TELAS               |                            | 11.154                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| ENTUBADORAS - RELLENO (RAD)      |                            | 8.502                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| CAMERON DE TELA (RAD)            |                            | 11.936                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| CAMERON DE GOMA (RAD)            |                            | 9.791                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| AROS (MONOWIRE - RAD)            |                            | 6.384                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| TALONES (WILSONS - RAD)          |                            | 7.556                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| ENTUBADORAS - PARED              |                            | 13.559                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| STELASTIC (RAD)                  |                            | 6.552                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| SPIRAL LAYER (RAD)               |                            | 4.507                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| ENTUBADORAS - ROD                |                            | 10.605                                   |              |         |         |        |                                   |                              |
| ARMADO                           |                            | 7.239                                    |              |         |         |        |                                   |                              |
| VULCANIZADO                      |                            | 8.073                                    |              |         |         |        |                                   |                              |

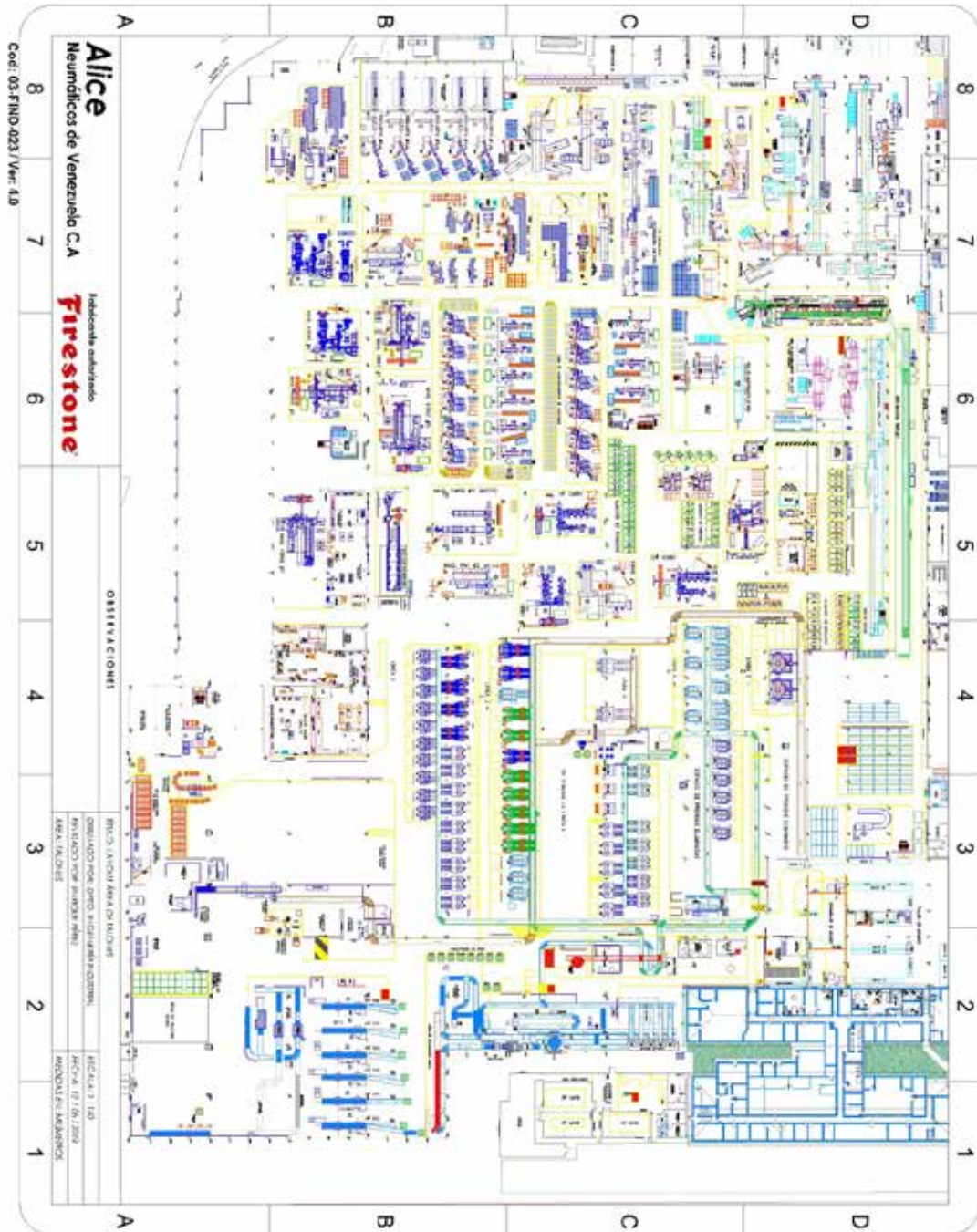
Fuente: Jonathan Diaz

## Anexo F. Propuesta de Layout 1



Fuente: Jonathan Diaz

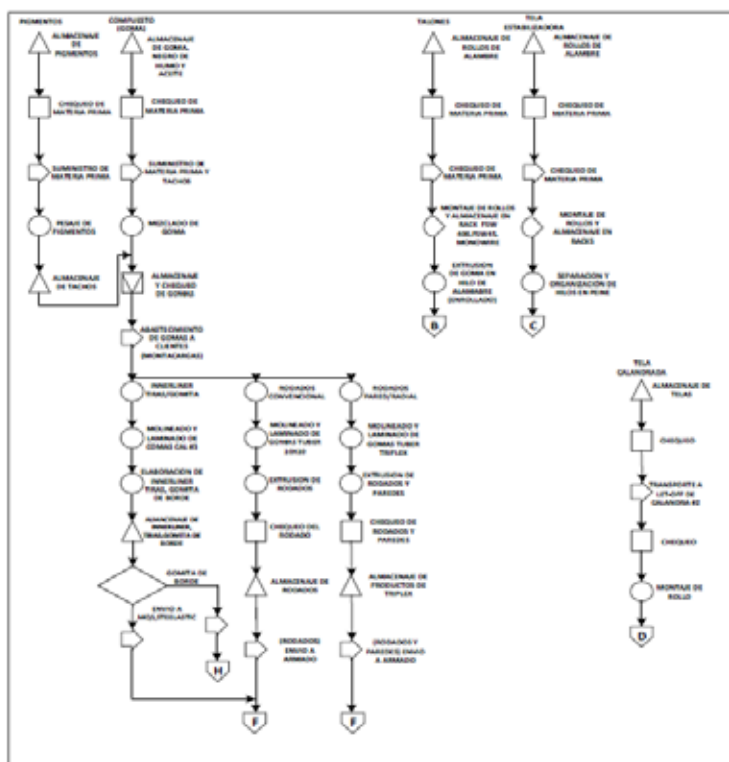
Anexo G. Propuesta de layout mínimos movimientos



Fuente: Jonathan Diaz

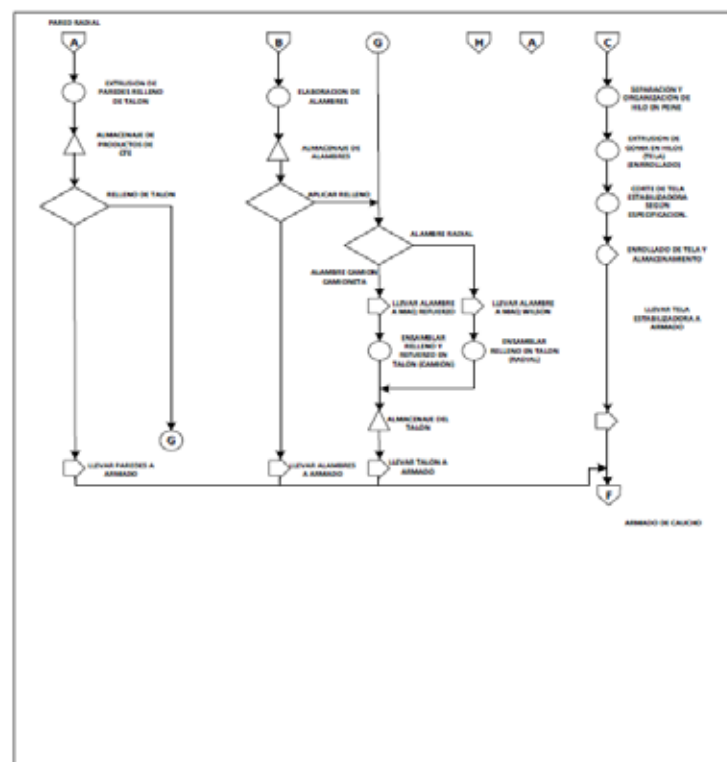
## Anexo H. Diagrama del proceso de recorrido de construcción de neumáticos

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO  
DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROCESO: ELABORACION DEL CAUCHO



Cod.:DF-INF-002 / Ver.:0.0

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO  
DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROCESO: ELABORACION DEL CAUCHO



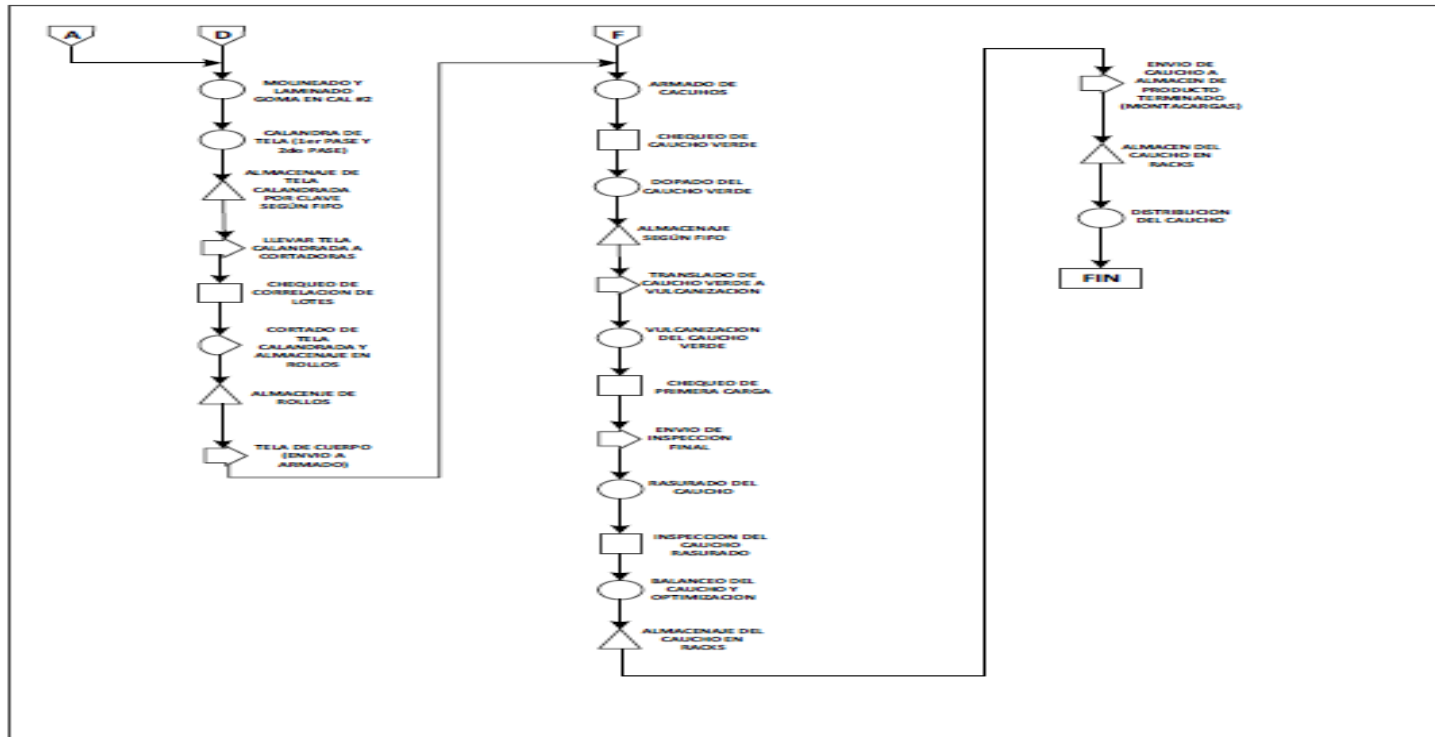
Cod.:DF-INF-002 / Ver.:0.0

Fuente: Jonathan Diaz

Anexo H. Diagrama del proceso de recorrido de construcción de neumáticos



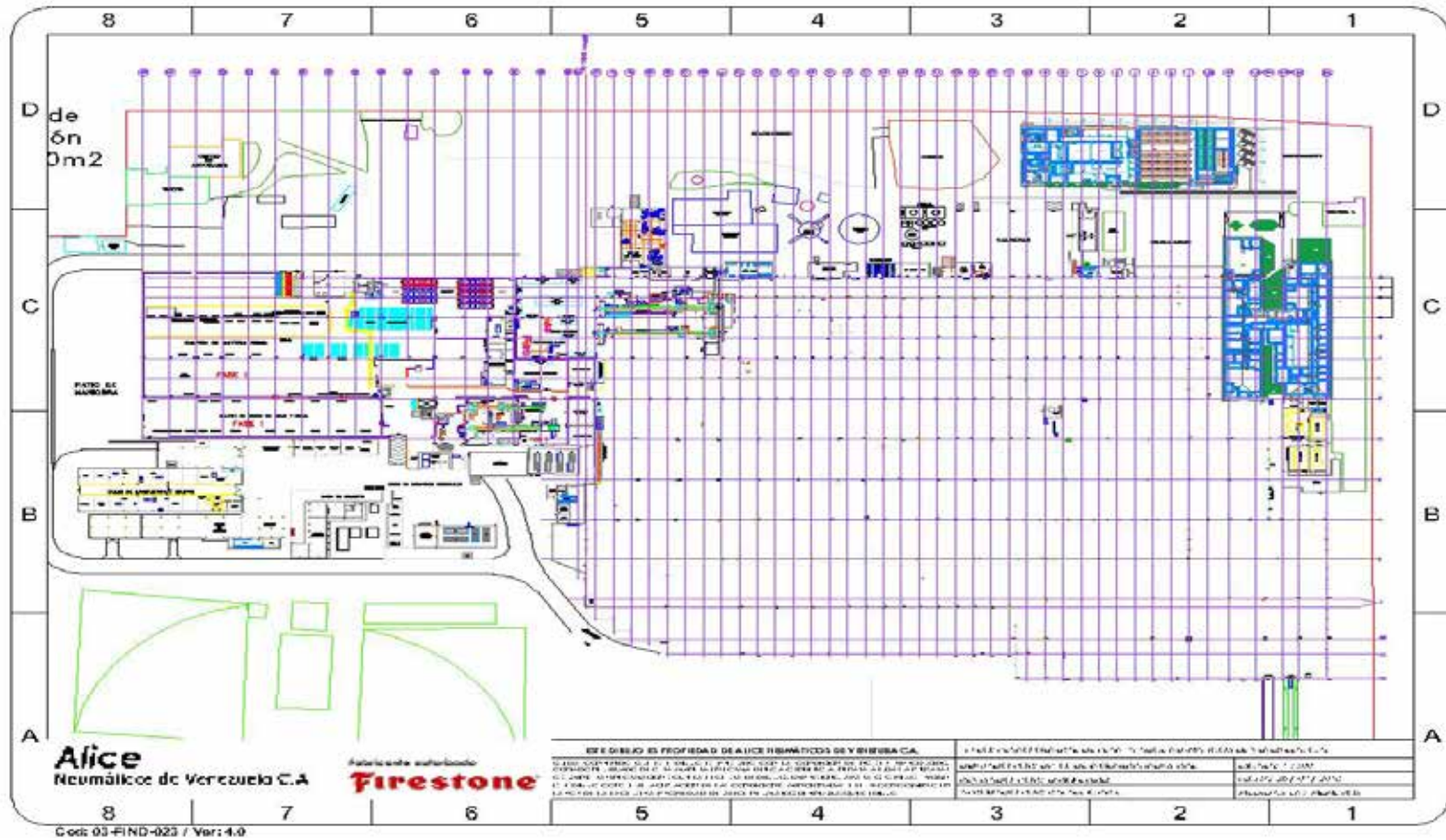
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO  
DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROCESO: ELABORACION DEL CAUCHO



Cod.:DF-INF-002 / Ver.:8.0

Fuente: Jonathan Diaz

## Anexo I. Revisión del Layout actual



Fuente Jonathan Diaz