

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tesis previa a la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

TEMA:

“PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL
DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ISOLLANTA CÍA. LTDA.”

AUTOR:

Juan Fernando Lloret Molina

DIRECTOR:

Mg. Santiago Serrano Vicuña

Cuenca, Julio 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Juan Fernando Lloret Molina, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned above the printed name.

Mg. Santiago Serrano Vicuña

DIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARATORIA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana. En tal virtud los fundamentos técnicos - científicos y los resultados son exclusiva responsabilidad del autor.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.

Cuenca, Julio 2014



Juan Fernando Lloret Molina

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, porque son mi guía y porque me han alentado a trabajar honestamente para conseguir este importante objetivo; y, a mis hermanas, porque son mi fuente de inspiración, la inspiración que necesito para alcanzar mis ideales.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y a mis hermanas, por permanecer siempre a mi lado, brindando su confianza y apoyo. A los excelentes profesionales de la Universidad Politécnica Salesiana que han sido parte de mi formación personal, en especial a mi director de tesis Mg. Santiago Serrano por guiarme con sus conocimientos y experiencias en este proyecto, al director de carrera Ing. Román Idrovo por creer en esta grandiosa profesión. Y a las personas que forman parte de la empresa Isollanta Cía. Ltda., que han depositado su confianza brindándome esta valiosa oportunidad para iniciar mis labores profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| Capítulo Uno: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 1 |
| 1.1 Administración de Producción y Operaciones..... | 1 |
| 1.1.1 Proceso administrativo de transformación | 3 |
| 1.1.2 Funciones de la administración..... | 5 |
| 1.2 Introducción a la Planificación y Control de la Producción | 8 |
| 1.2.1 Influencia del cliente en el diseño: opciones de ambientes o entornos de producción. | 8 |
| 1.2.2 Categorías de proceso..... | 11 |
| 1.3 Factores Generadores y Calificadores de Pedidos | 15 |
| 1.3.1 Calificadores de pedidos. | 17 |
| 1.3.2 Generadores de pedidos. | 18 |
| 1.4 Aspectos del Ambiente de Negocios. | 18 |
| 1.5 Análisis de Procesos. | 20 |
| 1.5.1 Flujos de Información General..... | 23 |
| 1.6 La Logística de los Negocios..... | 25 |
| 1.6.1 Administración de la cadena de suministros. | 27 |
| 1.6.2 Objetivo de una cadena de suministro..... | 29 |
| 1.6.3 La cadena de suministro Triple A | 30 |
| 1.6.3.1 Agilidad. | 31 |

| | |
|---|----|
| 1.6.3.2 Adaptabilidad..... | 32 |
| 1.6.3.3 Alineación..... | 34 |
| Capítulo Dos: SITUACIÓN ACTUAL DE ISOLLANTA CÍA. LTDA. | 36 |
| 2.1 Reseña Histórica..... | 36 |
| 2.2 Planeación Estratégica..... | 38 |
| 2.3 Filosofía de la Empresa | 39 |
| 2.3.1 Misión..... | 39 |
| 2.3.2 Visión..... | 39 |
| 2.3.3 Política de Calidad..... | 40 |
| 2.4 Organigrama de la Empresa | 40 |
| 2.5 Layout de la Empresa..... | 41 |
| 2.6 Introducción al Reencauche. | 43 |
| 2.7 El Proceso Productivo de Reencauche | 44 |
| 2.7.1 Descripción del reencauche al frío. | 45 |
| 2.7.2 Flujograma del proceso de reencauche..... | 54 |
| 2.8 Análisis de la Empresa. | 54 |
| 2.8.1 Análisis PEST..... | 55 |
| 2.8.2 Análisis FODA | 60 |
| 2.8.3 Análisis de Porter -Estrategia Competitiva- | 64 |
| 2.8.4 Análisis de los Factores Calificadores y Generadores de Pedido..... | 70 |

| | | |
|---|---|-----|
| 2.8.4.1 | Análisis de los factores calificadores de pedidos..... | 71 |
| 2.8.4.2 | Análisis de los factores generadores de pedidos..... | 73 |
| | | |
| Capítulo Tres: PROPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN ISOLLANTA CÍA. LTDA. | | 77 |
| 3.1 | Alcance y Objetivos de la Planificación y el Control de la Producción | 77 |
| 3.2 | Jerarquía en la Planeación de la Producción | 78 |
| 3.3 | Entorno de Producción en la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 80 |
| 3.4 | Pronósticos de la Demanda | 81 |
| 3.4.1 | Principales categorías de pronóstico..... | 82 |
| 3.4.2 | Pronósticos para la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 85 |
| 3.4.2.1 | Pronóstico de venta de reencauche. | 86 |
| 3.4.2.2 | Pronóstico del consumo de materia prima. | 89 |
| 3.4.3 | Errores de pronóstico..... | 97 |
| 3.4.3.1 | Error de Pronóstico – Ventas de Reencauche | 98 |
| 3.4.3.2 | Error de Pronóstico – Consumo de Materia Prima | 100 |
| 3.5 | Administración de Inventarios | 104 |
| 3.5.1 | Inventario de ciclo en una cadena de suministro | 106 |
| 3.5.2 | Modelo de reposición de existencias. | 107 |
| 3.5.2.1 | Tamaño de lote para un solo producto. | 107 |
| 3.5.2.2 | Tamaño del lote con múltiples productos. | 110 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.5.3 | Plan de reposición de existencias para Isollanta Cía. Ltda. | 116 |
| 3.5.3.1 | Método de optimización utilizando la herramienta ‘solver’ de Microsoft Excel (hoja de cálculo)..... | 120 |
| 3.5.4 | Programación de órdenes de compra para la empresa Isollanta Cía. Ltda. .. | 125 |
| 3.5.5 | Plan de contingencia para la adquisición de materiales.- | 129 |
| 3.6 | Programa Maestro de Producción. | 130 |
| 3.7 | Sistemas de Planeación y Control de la Producción. | 133 |
| 3.7.1 | Teoría de las Restricciones, enfoque a cuellos de botella. | 134 |
| 3.7.1.1 | Comprensión y administración de restricciones. | 136 |
| 3.7.1.2 | Pasos para implementar el sistema de teoría de las restricciones. | 139 |
| 3.7.1.3 | Tipos generales de factores restrictivos. | 140 |
| 3.7.1.4 | Logística y la teoría de restricciones..... | 141 |
| 3.7.1.5 | Programación y la teoría de restricciones. | 143 |
| 3.8 | Estudio del sistema de producción de Isollanta Cía. Ltda..... | 144 |
| 3.8.1 | Diagrama de Proceso en Isollanta Cía. Ltda..... | 144 |
| 3.8.2 | Estudio de Tiempos | 148 |
| 3.8.3 | Programación de la Producción | 154 |
| 3.9 | Control de la Producción en la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 165 |
| 3.9.1 | Control de inventarios de materia prima | 165 |
| 3.9.2 | Control de las operaciones del proceso productivo de reencauche. | 169 |

| | |
|---|-----|
| Capítulo Cuatro: DIRECTRICES PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA EN ISOLLANTA CÍA. LTDA..... | 182 |
| 4.1 Factibilidad Financiera..... | 182 |
| 4.1.1 Análisis de Rentabilidad..... | 183 |
| 4.2 Guía para la elaboración de las órdenes de compra de materia prima. | 185 |
| 4.3 Guía para la programación de la producción. | 187 |
| 4.4 Guía para el control de la producción. | 190 |
| 4.5 Principios y políticas de trabajo. | 192 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA REALIZADA.. | 194 |
| ANEXOS..... | 197 |
| Anexo No. 1..... | 197 |
| Anexo No. 2..... | 198 |
| Anexo No. 3..... | 199 |
| Anexo No. 4..... | 200 |
| Anexo No. 5..... | 202 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Resumen de las categorías de procesos. | 15 |
| Tabla 3.1 Datos históricos de las ventas de reencauche en la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 86 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 3.2 Pronóstico de ventas para la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 89 |
| Tabla 3.3 Consumo de materia prima en el año 2013, para la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 91 |
| Tabla 3.4 Pronóstico de consumo de materias primas para Isollanta Cía. Ltda. | 96 |
| Tabla 3.5 Error promedio de pronóstico para las ventas de Isollanta Cía. Ltda..... | 99 |
| Tabla 3.6 Desviación media absoluta para las ventas de Isollanta Cía. Ltda. | 100 |
| Tabla 3.7 Cálculo de MFE para el consumo de BPR en Isollanta Cía. Ltda..... | 101 |
| Tabla 3.8 Cálculo de MAD para el consumo de BPR en Isollanta Cía. Ltda..... | 102 |
| Tabla 3.9 Cálculo de MFE para el consumo de MPR en Isollanta Cía. Ltda..... | 102 |
| Tabla 3.10 Cálculo de MAD para el consumo de MPR en Isollanta Cía. Ltda..... | 103 |
| Tabla 3.11 Cálculo de MFE para el consumo de MPO en Isollanta Cía. Ltda..... | 103 |
| Tabla 3.12 Cálculo de MAD para el consumo de MPO en Isollanta Cía. Ltda. | 104 |
| Tabla 3.13 Costos de importación para un contenedor de 40 pies. | 119 |
| Tabla 3.14 Costos de importación para un contenedor de 20 pies. | 119 |
| Tabla 3.15 Primer modelo de optimización para el Costo Total de importación..... | 122 |
| Tabla 3.16 Segundo modelo de optimización para el Costo Total de importación..... | 123 |
| Tabla 3.17 Tercer modelo de optimización para el Costo Total de importación. | 124 |
| Tabla 3.18 Tiempo de suministro promedio para la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 125 |
| Tabla 3.19 Tiempo promedio de duración de la materia prima importada. | 126 |
| Tabla 3.20 Ejemplo de un plan de contingencia..... | 130 |
| Tabla 3.21 Propuesta de Programa Maestro de Producción | 132 |
| Tabla 3.22 Número recomendado de ciclos de observación según el tiempo de duración del ciclo..... | 149 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Proceso administrativo de transformación..... | 4 |
| Figura 1.2 Flujo general de las actividades de planificación y control | 25 |
| Figura 1.3 Gestión de la cadena de suministro Triple A. | 35 |
| Figura 2.1 Organigrama de la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 41 |
| Figura 2.2 Layout de Isollanta Cía. Ltda. | 42 |
| Figura 2.3 Proceso de Bufeado en Isollanta Cía. Ltda. | 46 |
| Figura 2.4 Proceso de reparación en Isollanta Cía. Ltda. | 47 |
| Figura 2.5 Proceso de cementado en Isollanta Cía. Ltda..... | 48 |
| Figura 2.6 Proceso de rellenado en Isollanta Cía. Ltda. | 49 |
| Figura 2.7 Proceso de cortado de banda en Isollanta Cía. Ltda..... | 50 |
| Figura 2.8 Proceso de embandado en Isollanta Cía. Ltda. | 51 |
| Figura 2.9 Proceso de armado en Isollanta Cía. Ltda. | 52 |
| Figura 2.10 Neumáticos listos para empezar el proceso de vulcanizado en Isollanta Cía. Ltda. | 53 |
| Figura 2.11 Diagrama de Flujo del Proceso de Reencauche | 54 |
| Figura 2.12 Matriz FODA para la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 64 |
| Figura 2.13 Esquema de las cinco fuerzas identificadas por Porter. | 65 |
| Figura 3.1 Planeación de la Producción en la Manufactura. | 79 |
| Figura 3.2 Presentación gráfica del patrón de comportamiento en las ventas de reencauche..... | 87 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.3 Ecuación de regresión lineal (línea de tendencia) para las ventas de reencauche en la empresa Isollanta Cía. Ltda. | 88 |
| Figura 3.4 Consumo histórico de materiales BPR en Isollanta Cía. Ltda. | 93 |
| Figura 3.5 Consumo histórico de materiales MPR en Isollanta Cía. Ltda. | 93 |
| Figura 3.6 Consumo histórico de materiales MPO en Isollanta Cía. Ltda. | 94 |
| Figura 3.7 Ecuación de regresión lineal para el consumo de los materiales BPR..... | 95 |
| Figura 3.8 Ecuación de regresión lineal para el consumo de los materiales MPR..... | 95 |
| Figura 3.9 Modelo básico de cantidad fija de pedido..... | 108 |
| Figura 3.10 Efecto del tamaño de lote en los costos. | 109 |
| Figura 3.11 Programación propuesta de pedidos de materia prima. | 128 |
| Figura 3.12 Ejemplo de la Teoría de Restricciones..... | 135 |
| Figura 3.13 Diagrama de Proceso de reencauche Isollanta Cía. Ltda. | 146 |
| Figura 3.14 Diagrama de Proceso de Preparado de Bandas en Isollanta Cía. Ltda..... | 147 |
| Figura 3.15 Hoja de Registro de Tiempos de Reencauche de llanta comercial grande .. | 151 |
| Figura 3.16 Hoja de Registro de Tiempos de Reencauche de llanta comercial pequeña | 151 |
| Figura 3.17 Hoja de Registro de Tiempos de Vulcanización en autoclave ‘Salisbury’ .. | 152 |
| Figura 3.18 Hoja de Registro de Tiempos de Vulcanización en autoclave ‘Hercules’ ... | 152 |
| Figura 3.19 Hoja de Registro de Tiempos de Preparación de Bandas | 153 |
| Figura 3.20 Formato de programación de la producción –parte 1 de 5–..... | 156 |
| Figura 3.21 Formato de programación de la producción –parte 2 de 5–..... | 157 |
| Figura 3.22 Formato de programación de la producción –parte 3 de 5–..... | 158 |
| Figura 3.23 Formato de programación de la producción –parte 4 de 5–..... | 159 |
| Figura 3.24 Formato de programación de la producción –parte 5 de 5–..... | 160 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.25 Calendario de trabajo para un día de producción. | 164 |
| Figura 3.26 Formato de control diario de materia prima. | 168 |
| Figura 3.27 Formato propuesto de control de proceso de inspección inicial. | 170 |
| Figura 3.28 Formato propuesto para control de proceso de bufeado. | 171 |
| Figura 3.29 Formato propuesto para control de proceso de reparado. | 172 |
| Figura 3.30 Formato propuesto para control de proceso de parchado. | 173 |
| Figura 3.31 Formato propuesto para control de proceso de cementado. | 174 |
| Figura 3.32 Formato propuesto para control de proceso de rellenado. | 175 |
| Figura 3.33 Formato propuesto para control de proceso de preparado de bandas. | 176 |
| Figura 3.34 Formato propuesto para control de proceso de embandado. | 177 |
| Figura 3.35 Formato propuesto para control de proceso de armado. | 178 |
| Figura 3.36 Formato propuesto para control de proceso de vulcanizado. | 179 |
| Figura 3.37 Formato propuesto de control de proceso de descargue y desarmado. | 180 |
| Figura 3.38 Formato propuesto de control de proceso de inspección final. | 181 |
| Figura 4.1 Formato propuesto para elaborar órdenes de trabajo | 188 |

RESUMEN

“PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ISOLLANTA CÍA. LTDA.”

En nuestro país, el servicio de reencauche se ha fortalecido con el pasar de los años, convirtiéndose en la alternativa primordial para reutilizar los neumáticos que terminan su vida útil, colocando una nueva banda de rodadura en el neumático. Una iniciativa muy importante para el desarrollo de esta actividad, es el Decreto Presidencial N° 1327 dado el 11 de Octubre de 2012, que establece la obligación para todas las empresas públicas de renovar mediante el reencauche sus neumáticos, disminuyendo así la adquisición de neumáticos nuevos y fomentando el desarrollo de esta actividad en el país.

La tesis planteada se realizó en la empresa Isollanta Cía. Ltda., que a la fecha opera en la ciudad de Cuenca, y que compite en el mercado de reencauche junto con otras 5 empresas a nivel local, y con otras 11 empresas más a nivel nacional, todas estas certificadas por el Ministerio de Industrias y Productividad. Ante la inclusión de nuevas empresas en el mercado, Isollanta Cía. Ltda., se ve en la obligación de sostener y mejorar sus estándares de calidad y de satisfacción con todos sus clientes, para conservar así una fidelidad comercial que le permita mantenerse entre las principales reencauchadoras a nivel nacional. Para poder obtener estos objetivos, se aplica un principio básico en la administración y dirección de una empresa, el cuál es la Mejora Continua; esta ideología, muy utilizada en Isollanta Cía. Ltda., así como en la mayoría de las organizaciones que cuentan con Sistemas de Gestión de Calidad, se basa en el conocido Círculo de Deming (Edwards Deming), que es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos: Planear, Hacer, Verificar (Medir), y, Actuar.

Para la empresa Isollanta Cía. Ltda., la sección de Producción es vital para el desarrollo y crecimiento de la misma, y una de sus principales actividades y responsabilidades es la Planificación de la Producción; la misma que en la actualidad no se representa como la directriz adecuada para los procesos productivos que se llevan a cabo en la Planta de Producción. El sistema de planificación actual es relativamente antiguo, no aprovecha los sistemas informáticos con los que cuenta la empresa, y sobre todo, no se realiza con la debida antelación como debería ser elaborado; todo esto ha ocasionado que se presenten algunos problemas como lo son, entre otros, el atraso de los pedidos de nuestros clientes, la elaboración incompleta de los pedidos, acumulación de producto terminado, lo que deriva en menos ingresos para la empresa y también en la poca satisfacción de nuestros clientes tanto internos como externos.

La empresa trabaja continuamente para mejorar sus métodos de operación y comercialización, y es precisamente en estos aspectos donde se asienta este trabajo de estudio, presentando una propuesta clara que podrá enfrentar las problemáticas especificadas, se planteará en el presente trabajo, propuestas para optimizar el método de compra y adquisición de materiales, para programar la producción ejecutando órdenes de trabajo del área comercial, y formatos de control de procesos para asegurar el cumplimiento de la norma técnica INEN 2582:2011.

Se realiza en primera instancia el análisis de la empresa y la situación actual, donde se llega a determinar, mediante análisis DOFA y PORTER, los distintos tipos de estrategias para mantener la fidelidad comercial con nuestros principales clientes, y evitar perder los mismos por el ingreso de la competencia; algunas estrategias claves serían, entre otras: realizar acuerdos

comerciales a largo plazo, fortalecer el servicio post-venta mediante seguimiento constante a nuestros usuarios, realizar acuerdos empresariales que permitan comercializar nuestros productos en provincias más lejanas, y aprovechar el apoyo gubernamental para financiar la renovación de la tecnología.

En la segunda parte, realizamos las propuestas para el departamento de compras, y producción, mediante nuevos métodos de trabajo que aseguraran el cumplimiento de las solicitudes de reencauche recibidas. El método de compra propuesto, encuentra un modelo óptimo de pedidos, mediante la herramienta 'SOLVER' que asegura el abastecimiento de materia prima para el reencauche.

La propuesta de planificación de producción establece que el tiempo de entrega para un neumático reencauchado es de cuatro días laborables, y asegura mediante la programación de las órdenes de compra, cuando se solicitan mayores volúmenes de reencauche, una alta confiabilidad en los tiempos de entrega, con una tolerancia de +/- 1 día laboral. Posterior a esto se realiza una propuesta de control de producción, mediante formatos de control de operaciones, que permitirán supervisar la planta de reencauche, en orden de asegurar el cumplimiento de la norma técnica que se encuentre vigente.

Por último, presentamos los lineamientos a seguir por los responsables de cada área en la empresa, para asegurar el correcto funcionamiento de los planteamientos ofertados. Llegando a acoplar el trabajo del área de Producción, con las demás áreas de la empresa, en especial el área de Comercialización (Ventas), optimizando los procesos de comunicación y transmisión de información mediante la renovación de los formatos y formularios que constan en el Manual de Calidad ISO 9001:2008.

CAPÍTULO UNO: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Administración de Producción y Operaciones

Para entender lo que es la administración de producción y operaciones, distintos autores han presentado variados conceptos a lo largo del tiempo, a continuación presentamos algunas ideas que hacen referencia a este tema.

“La administración de la producción y de las operaciones es una disciplina importante en la lucha por mantenerse competitivo en un mercado mundial continuamente en cambio. Es la administración del sistema de producción de una organización, que convierte insumos en productos y servicios. Un sistema de producción toma insumos –materias primas, personal, máquinas, edificios, tecnología, efectivo, información y otros recursos– y los convierte en productos, bienes y servicios. Este proceso de conversión es el centro de lo que se conoce como **producción** y es la actividad predominante de un sistema de producción.” (GAITHER & FRAZIER, 2000, pág. 5)

“El término **administración de operaciones** se refiere al diseño, dirección y control sistemáticos de los procesos que transforman los insumos en servicios y productos para los clientes internos y externos. En términos generales, la administración de operaciones está presente en todos los departamentos de una empresa porque en ellos se llevan a cabo muchos procesos. Si usted aspira a dirigir un departamento o un proceso específico en su disciplina, o si sólo desea entender cómo el proceso del cual usted forma parte encaja en la estructura general de la empresa, es necesario que comprenda los principios de la administración de operaciones.

Desde esta perspectiva, todos nosotros tenemos que ver, al menos en una pequeña parte, con la administración de operaciones.” (KRAJEWSKI, RITZMAN & MALHORTA, 2008, pág. 4)

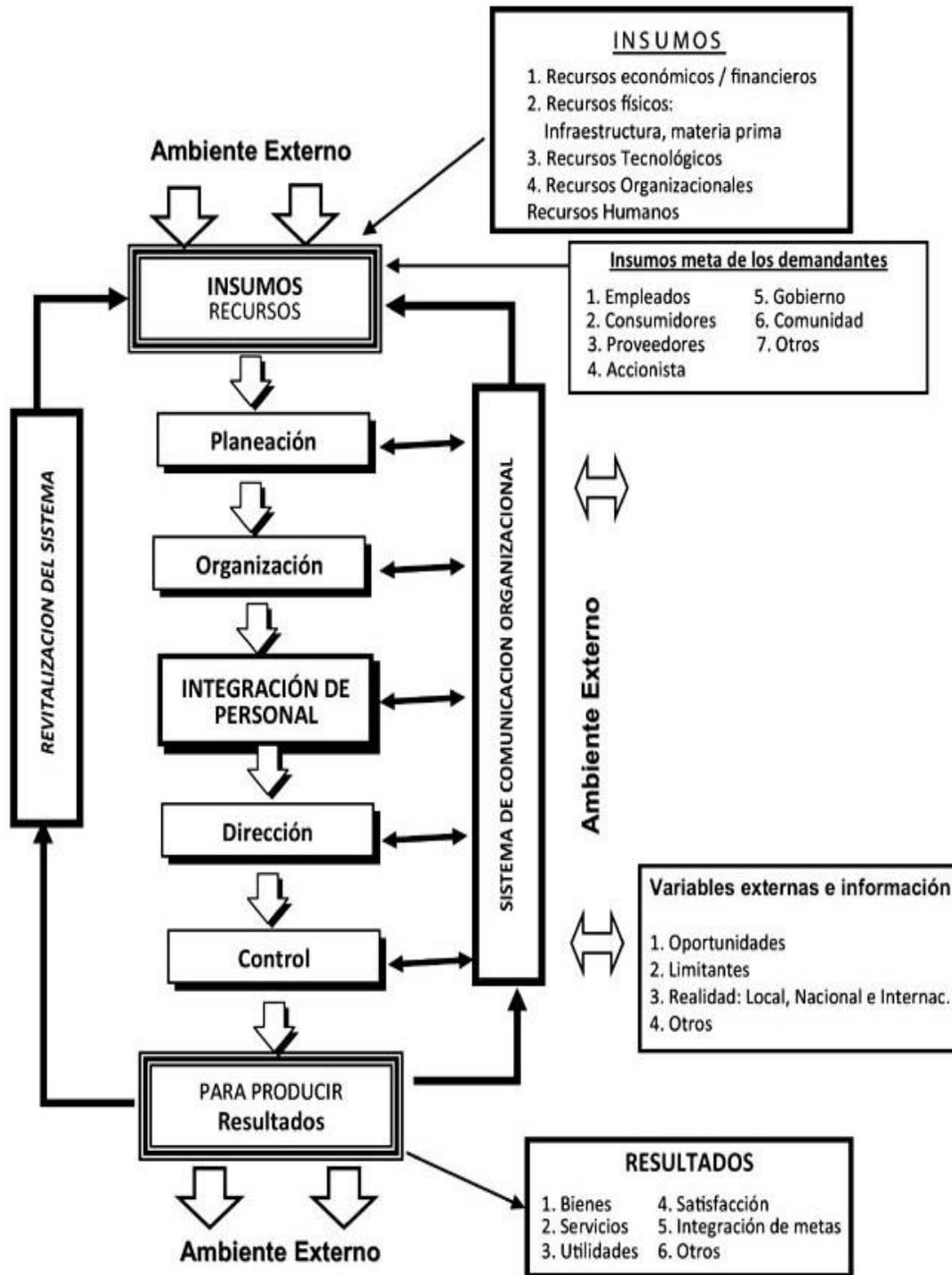
Según los conceptos previamente presentados, podemos decir que la administración de operaciones es la actividad de diseñar, planear, dirigir y controlar los procesos productivos dentro de la industria. Para el presente trabajo, se realizará con detalle la actividad de planeación y control, presentando una propuesta técnica viable para su aplicación en la empresa Isollanta Cía. Ltda.; uno de los principales aspectos a tomar en cuenta, es que se deberá realizar una propuesta donde el trabajo entre los distintos departamentos de la empresa sea coordinado, manteniendo así una filosofía de trabajo en equipo. Con respecto a la importancia que tiene para una empresa la coordinación de los distintos departamentos o secciones de trabajo, podemos señalar que:

“La coordinación entre funciones es esencial para una administración eficaz. Considere cómo otras áreas funcionales interaccionan con las operaciones: quizá la conexión más fuerte sea la que existe con la función de marketing, que determina la necesidad de nuevos servicios y productos, la demanda de los productos y servicios existentes y se centra en la satisfacción del cliente. Los gerentes de operaciones deben reunir los recursos humanos y de capital que satisfagan las necesidades de los clientes. Las áreas de marketing y ventas hacen promesas de entrega que dependen de las capacidades actuales de las operaciones. Los pronósticos de demanda que hace el área de marketing guían al gerente de operaciones en la planificación de las tasas y capacidades de producción.” (KRAJEWSKI, et al. 2008, pág. 4)

1.1.1 Proceso administrativo de transformación

“Es tarea de los administradores transformar, eficaz y eficientemente, los insumos en productos. Por supuesto que el proceso de transformación puede verse desde diversas perspectivas. Así, la atención puede dirigirse a funciones empresariales como finanzas, producción, personal y comercialización. Los autores de libros de administración conciben el proceso de transformación en términos de sus particulares enfoques de la administración. Específicamente, los autores que pertenecen a la escuela del comportamiento humano se concentran en las relaciones interpersonales, los teóricos de los sistemas sociales analizan la transformación poniendo el acento en las interacciones sociales y los adeptos a la teoría sobre las decisiones conciben la transformación como una serie de decisiones. No obstante, el enfoque más vasto y útil para la exposición de las labores de los administradores es el basado en las funciones administrativas de planeación, organización, integración de personal, dirección y control como marco de referencia para la organización de los conocimientos administrativos; en consecuencia, éste es el enfoque que sirve de marco conceptual (véase figura 1.1).” (KOONTZ, WEIHRICH & CANNICE, 2008, pág. 28)

Figura 1.1 Proceso administrativo de transformación.



Nota. Fuente: KOONTZ, et al, 2008.

1.1.2 Funciones de la administración

“Las funciones de los gerentes proporcionan una estructura útil para organizar el conocimiento administrativo. No se han presentado nuevas ideas, descubrimientos de investigación o técnicas que no puedan colocarse con facilidad en las clasificaciones de planear, organizar, integración de personal, dirigir y controlar” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 29). A continuación, analizaremos brevemente cada función.

- a. Planear.-** “Planear incluye seleccionar misiones y objetivos, así como las acciones para lograrlos; requiere toma de decisiones, es decir, elegir proyectos de acción futuros de entre alternativas. Hay varios tipos de planes, yendo de propósitos y objetivos generales, a las acciones más detalladas a seguir, como ordenar un tornillo especial de acero inoxidable para un instrumento, o contratar y capacitar trabajadores para una línea de ensamble. No existe un plan verdadero hasta que se tome una decisión, el compromiso de recursos humanos o materiales. Antes de tomar una decisión, todo lo que existe es un estudio de planeación, un análisis o una propuesta; no hay un plan real” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 30)
- b. Organizar.-** “Las personas que trabajan juntas en grupos para alcanzar una meta deben tener roles que desempeñar, tal como los papeles que los actores desempeñan en una obra, ya sea que ellos mismos los desarrollen, sean accidentales o fortuitos, o definidos y estructurados por alguien que quiere asegurarse de que contribuyen de manera específica al esfuerzo del grupo. El concepto de un rol implica que lo que las personas hacen tiene un propósito u objetivos definidos; saben cómo su objetivo de trabajo se ajusta al esfuerzo del grupo y tienen la autoridad, herramientas e información necesarias para realizar la tarea. Esto puede verse en algo tan simple

como el esfuerzo de un grupo para instalar el campamento en una expedición de pesca. Todos podrían hacer lo que quieran, pero la actividad ciertamente sería más efectiva y algunas tareas no quedarían pendientes si se asignan una o dos personas a reunir leña para la fogata, otras a la tarea de conseguir agua, una más a encender el fuego, varias a cocinar, etcétera. Organizar, entonces, es esa parte de la administración que incluye el establecimiento de una estructura intencional de roles para que las personas desempeñen en una organización. Es intencional en el sentido de asegurarse que todas las tareas necesarias para lograr metas son asignadas y, se espera, sean asignadas a las personas que mejor pueden realizarlas. El propósito de una estructura de organización es ayudar a crear un ambiente para el desarrollo humano. Es, entonces, una herramienta administrativa y no un fin en sí mismo. Aunque la estructura define las tareas a realizar, los roles así establecidos también se deben diseñar a la luz de las habilidades y motivaciones de las personas disponibles. Diseñar una estructura de organización efectiva no es tarea gerencial fácil. Se enfrentan muchos problemas para hacer que las estructuras se ajusten a las situaciones, incluye definir los tipos de trabajos que deben realizarse y encontrar a las personas que lo hagan.” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 30).

- c. Integración de personal.-** “Integración de personal requiere cubrir y mantener cubiertas las posiciones en la estructura de la organización. Esto se logra al identificar los requisitos de fuerza de trabajo; volver a inventariar a las personas disponibles; y reclutar, seleccionar, colocar, promover, evaluar y planear las carreras, compensar y capacitar, o de otra forma desarrollar candidatos u ocupantes actuales de puestos para

que las tareas se puedan cumplir con efectividad y eficiencia” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 30).

- d. Dirigir.-** “Dirigir es influenciar a las personas para que contribuyan a las metas organizacionales y de grupo; también tiene que ver predominantemente con el aspecto interpersonal de administrar. Todos los gerentes estarán de acuerdo en que sus problemas más importantes surgen de las personas, sus deseos y actitudes, así como su comportamiento individual y en grupo, que los gerentes efectivos también necesitan ser líderes efectivos. Ya que el liderazgo implica capacidad de seguimiento y que las personas tienden a seguir a aquellos que ofrecen medios para satisfacer sus necesidades, anhelos y deseos, es comprensible que dirigir incluye motivación, estilos y enfoques de liderazgo y comunicación” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 31).
- e. Controlar.-** “Controlar es medir y corregir el desempeño individual y organizacional para asegurar que los sucesos se conformen a los planes. Incluye medir el desempeño contra metas y planes, mostrar dónde existen desviaciones de los estándares y ayudar a corregir desviaciones. En suma, controlar facilita el cumplimiento de los planes. Aun cuando planear debe preceder el control, los planes no se logran solos, éstos guían a los gerentes en el uso de recursos para alcanzar metas específicas; entonces las actividades son examinadas para determinar si se conforman a los planes. Las actividades de control generalmente se relacionan con la medición del logro. Algunos de los medios de control, como el presupuesto de gastos, registros de inspección y el registro de horas de trabajo perdidas, son bastante conocidos. Cada uno de ellos mide y cada uno muestra si los planes funcionan. Si las desviaciones persisten, su corrección es indicada. Pero, ¿qué es corregido? Actividades a través de personas. Nada puede

hacerse, por ejemplo, acerca de reducir residuos, o comprar de acuerdo a especificaciones, o manejar las devoluciones de ventas, a menos que alguien sepa quién es responsable de esas funciones. Obligar que los sucesos se conformen a los planes significa localizar a las personas responsables de los resultados que difieren de la acción planeada y luego tomar los pasos necesarios para mejorar el desempeño. Así, los resultados son controlados al llevar un registro de lo que las personas hacen” (KOONTZ, et al, 2008, pág. 31).

1.2 Introducción a la Planificación y Control de la Producción

“La principal función de prácticamente toda organización (pequeña, grande, de manufactura, de servicio, comercial o sin fines de lucro) es la generación, a partir de ciertos procesos, de algún tipo de producto. A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes en la atención a los clientes, sus directivos deben comprender y aplicar algunos principios fundamentales de planificación para la generación del producto, y también para controlar el proceso que lo origina. Las diferencias de operación que conducen a distintos usos son, asimismo, motivo de estudio, al igual que varias cuestiones ambientales que influyen fuertemente en el diseño y uso de los métodos para planificación y control seleccionados” (CHAPMAN, 2006, pág. 1).

1.2.1 Influencia del cliente en el diseño: opciones de ambientes o entornos de producción.

“El diseño del sistema de planificación y control se verá impactado por varios factores. Entre los más importantes se encuentran el volumen y la variedad de la producción esperada,

factores que, a su vez, tienden a ser definidos en su mayor parte según la cantidad de influencia que el cliente ejerce en el diseño del producto o servicio que le es entregado a partir de los procesos de la organización. En algunos casos, el reconocimiento de la influencia que tiene el cliente sobre el diseño forma parte de la estrategia básica de la empresa, pero en otros es una reacción ante las directrices del mercado. Muchos automóviles, por ejemplo, se adquieren como bienes terminados en el lote de un distribuidor, debido sobre todo a que los clientes no quieren ordenar un automóvil que cuente exactamente con las opciones que desean, y luego tener que esperar a que se los entreguen. El grado de influencia del cliente tiende a describirse por medio de las siguientes categorías, enumeradas aquí según su orden de influencia, de menor a mayor:” (CHAPMAN, 2006, pág. 3).

- a. **Fabricación para almacenamiento (conocida también por sus siglas en inglés, MTS, Make to Stock).**- “Como sugiere el nombre de esta categoría, existen productos cuya fabricación llega a su forma final, y que se almacenan como productos terminados. La base colectiva de clientes puede tener cierta influencia sobre el diseño general en una fase temprana del bosquejo del producto; sin embargo, un cliente individual sólo tiene que tomar una decisión cuando el producto está terminado: adquirirlo o no adquirirlo. Una vez más, estos patrones de compra pueden provocar modificaciones generales en el diseño del producto, lo cual no ocurre, por lo general, en el caso de un cliente individual. Los ejemplos de este tipo de productos son muy comunes, como se observa en prácticamente cualquier tienda minorista de herramientas, ropa, suministros para oficina, etcétera” (CHAPMAN, 2006, pág. 3).
- b. **Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order).**- “En este caso el cliente cuenta con mayor influencia sobre el diseño, toda vez que puede seleccionar varias opciones a

partir de subarmados predefinidos. El productor “ensamblará” esas opciones para formar el producto final que desea el cliente. Como en el caso de la MTS, la base colectiva de clientes puede influir sobre el diseño general de las opciones y productos finales, pero el cliente individual sólo puede hacer su selección a partir de las opciones especificadas. Los automóviles y las computadoras personales son buenos ejemplos de este tipo de productos. Si un cliente ordena un automóvil a un distribuidor, por ejemplo, con frecuencia podrá seleccionar entre diversos colores, estilos de carrocería, motores, transmisiones y otras opciones “puras”, como la computadora de viaje. En algunas industrias este enfoque se denomina empaquetado bajo pedido, en virtud de que es el empaquetado (desde el punto de vista de producto terminado) el que depende del cliente. En el caso de artículos como cereales para desayuno o implementos para repostería (harina, levadura en polvo, etcétera), el producto no cambia, pero puede ser comercializado en envases de varios tamaños y diversos tipos de empaque, de acuerdo con la necesidad del cliente. Un ejemplo de servicio ATO podrían ser algunos restaurantes donde el cliente puede seleccionar la guarnición para su platillo. Es posible que el cliente tenga pocas alternativas respecto de la preparación de dichas guarniciones, pero sin duda tendrá muchas en cuanto a cuál seleccionar.”

(CHAPMAN, 2006, pág. 3).

- c. **Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order).**- “Esta condición permite que el cliente especifique el diseño exacto del producto o servicio final, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar. Un ejemplo podría ser un fabricante de muebles especiales, o una panadería. En la panadería, por ejemplo, el cliente podría solicitar la preparación de un pastel con características particulares

para una ocasión especial, como un cumpleaños o aniversario. Es posible que se le den muchas opciones de diseño para el pastel y su decoración, aunque con ciertas limitaciones respecto de su tamaño, sabor, etcétera” (CHAPMAN, 2006, pág. 4).

- d. **Ingeniería bajo pedido (ETO, Engineer to Order).**- “En este caso el cliente tiene prácticamente completo poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. En general, no se verá limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podrá hacer que el productor le entregue algo diseñado “desde cero”.” (CHAPMAN, 2006, pág. 4).

1.2.2 Categorías de proceso

“Por su naturaleza, la influencia del cliente no sólo impacta el diseño del producto o servicio, sino que también tiene profundas repercusiones en el diseño de los procesos utilizados para generar el producto o servicio. Básicamente existen cinco categorías para describir el proceso utilizado en la producción, aunque en la práctica se dan diversas combinaciones de estos tipos fundamentales. En general, las cinco categorías que se toman en consideración, son:” (CHAPMAN, 2006, pág. 4).

- a. **Proyecto.**- “Los procesos basados en un proyecto casi siempre suponen la generación de un producto de tipo único, como la construcción de un nuevo edificio o el desarrollo de una nueva aplicación de software. Por lo general, los proyectos tienen un amplio alcance, y suelen ser administrados por equipos de individuos, reunidos

exclusivamente para esa actividad con base en sus habilidades particulares”

(CHAPMAN, 2006, pág. 4).

- b. **Proceso de trabajo.-** “Los procesos de trabajo (o procesos de taller de trabajo) por lo general tienen como objetivo lograr flexibilidad. El equipo utilizado en ellos suele ser de propósito general, lo cual significa que puede ser empleado para múltiples requerimientos de producción diferentes. La habilidad para generar el producto de acuerdo con las especificaciones del cliente se centra casi siempre en los trabajadores, quienes tienden a ser altamente calificados en un proceso de trabajo. Los procesos de trabajo por lo general se concentran en la producción de una gran variedad de requerimientos especiales, como podría ocurrir en los ambientes de diseño ETO o MTO. La alta variedad de diseño exige procesos flexibles y mayores habilidades entre la fuerza laboral. El trabajo en estas condiciones se desarrollará casi siempre de forma un tanto “desorganizada” debido a la alta variabilidad del diseño de cada labor. También es a causa de la variabilidad en el diseño y en los requerimientos de trabajo que los vínculos de información tienden a ser informales y laxos. Un ejemplo sería un taller de maquinaria de propósito general, una pastelería gourmet o un proveedor de alimentos preparados” (CHAPMAN, 2006, pág. 5).

- c. **Procesamiento por lotes o intermitente.-** “Muchos de los centros de manufactura del mundo actual caen en esta categoría de “término medio”. El equipo tiende a ser más especializado que el de un taller de trabajo, pero lo suficientemente flexible para producir cierta variedad de diseños. Dado que la mayor parte de la “habilidad” para generar el producto descansa en el equipo más especializado, por lo regular no es necesario que los trabajadores sean tan calificados como los de los talleres de trabajo.

Con frecuencia estas empresas se organizan en un esquema de grupos homogéneos con base en las habilidades de los trabajadores y la maquinaria, dando lugar a que el trabajo se mueva de un área a otra a medida que se desarrolla el proceso. Esta categoría muchas veces se denomina “por lote” en virtud de que los productos generalmente se fabrican en lotes discretos. Por ejemplo, un proceso por lote puede generar varios cientos de unidades de un modelo de producto, empleando varias horas antes de cambiar la configuración para producir otro lote de un modelo ligeramente diferente. Algunos procesos por lote pueden producir MTO y otros MTS; sin embargo este entorno por lo general es más apropiado para el contexto ATO. Existen muchos ejemplos de productos fabricados bajo este esquema, incluyendo ropa, bicicletas, muebles, etcétera” (CHAPMAN, 2006, pág. 5).

- d. **Procesamiento repetitivo o de flujo.**- “Como el nombre lo indica, este tipo de infraestructura de proceso tiende a ser utilizada para un gran volumen de un rango muy estrecho de diseños. El equipo tiende a ser altamente especializado y caro, requiere poca mano de obra, y ésta tiende a no ser calificada. El gasto en equipo especial se coloca en la categoría de gastos generales, lo que permite que el costo relativamente fijo se distribuya sobre un gran volumen. Esto provoca que el costo unitario sea menor, dando lugar a un precio competitivo. El procesamiento repetitivo se utiliza por lo general en diseños del tipo fabricado para almacenamiento (MTS), como refrigeradores y otros electrodomésticos” (CHAPMAN, 2006, pág. 5).
- e. **Continuo.**- “Al igual que los procesos basados en proyectos, el proceso continuo se encuentra en el extremo de los tipos de procesamiento, por lo que se concentra en aplicaciones altamente especializadas. El equipo es muy especializado y se requiere

muy poca mano de obra. Los procesos químicos de alto volumen y la refinación de petróleo se encuentran dentro de esta categoría” (CHAPMAN, 2006, pág. 5).

“Aunque éstos son los tipos más comunes, debe hacerse notar que algunos productos se fabrican dentro de operaciones “híbridas”, que pueden considerarse como combinaciones de ellos. Por ejemplo, algunos químicos pueden producirse dentro de un proceso continuo, pero luego ser empacados en un ambiente por lotes. La tabla 1.1 resume algunos de los puntos y diferencias clave entre los tres tipos de procesos intermedios: proceso de trabajo, por lote y repetitivo” (CHAPMAN, 2006, pág. 6)

Tabla 1.1 Resumen de las categorías de procesos.

| | <i>Proceso de trabajo</i> | <i>Por Lotes</i> | <i>Repetitivo</i> |
|--|------------------------------------|----------------------|--|
| Equipo | De propósito general | Semiespecializado | Altamente especializado |
| Habilidad de la fuerza laboral | Altamente calificada | Semicalificada | No calificada |
| Enfoque administrativo | Solucionador de problemas técnicos | Liderazgo de equipos | Eficiencia (mantener el proceso funcionando) |
| Volumen de la producción por diseño | Bajo | Medio | Alto |
| Variedad de diseños producidos | Alto | Medio | Bajo |
| Entorno del diseño | ETO, MTO | MTO, ATO, MTS | ATO, MTS |
| Flujo del trabajo | Variable, desorganizado | Más definido | Altamente definido y fijo |

Nota. Fuente: CHAPMAN, 2006, pág. 6

“Además, existen varias implicaciones para la planificación y el control que deberán ser altamente especializadas y diferentes a través de estos tipos de entornos de procesamiento. Prácticamente todos los aspectos de planificación y control se verán impactados, aunque la magnitud de la influencia dependerá del tipo de entorno de producción” (CHAPMAN, 2006, pág. 6).

1.3 Factores Generadores y Calificadores de Pedidos

“Otro aspecto del entorno de negocios que impactará el diseño y la administración del sistema de planificación y control está representado por los impulsores de mercado para el producto o servicio. Primero debe reconocerse que existen varias dimensiones por medio de las

cuales los clientes que forman parte del mercado pueden evaluar la conveniencia de adquirir cierto producto o servicio de un productor dado. Algunas de las más importantes dimensiones de la competencia incluyen:” (CHAPMAN, 2006, pág. 7).

- a. Precio. Generalmente está relacionado con el costo del producto o servicio. Hay dos tipos principales de categorías de precio:
 - Precio estándar, como un precio de lista.
 - Precio a la medida, por lo general negociado.
- b. Calidad. Existen dos aspectos importantes a considerar:
 - Calidad tangible, que incluye aquellos aspectos para los cuales pueden desarrollarse mediciones específicas, entre ellas mediciones de calidad estándar como conformidad, confiabilidad y durabilidad.
 - Calidad intangible, que incluye aquellos aspectos que pueden tener valor para el cliente, aunque sea difícil medirlos de manera específica; por ejemplo, reputación (marca), estética, receptividad y servicio al cliente.
- c. Entrega. Nuevamente existen dos aspectos principales:
 - Velocidad: qué tan rápido puede ser entregado el producto o servicio.
 - Confiabilidad: una vez que se realiza una promesa de entrega, ¿se cumple?
- d. Flexibilidad. Dos cuestiones principales deben ser consideradas:

- Volumen: ¿el productor puede generar fácilmente un amplio rango de volúmenes de productos?
- Variedad: ¿el productor puede generar fácilmente un amplio rango de diseño y/o opciones de productos?

“Es preciso hacer notar que las cuatro importantes dimensiones de esta lista son aspectos clave para la función de producción de la organización. El interés en algunos de ellos tiende a ser fuertemente compartido por áreas de responsabilidad funcional no productivas, como mercadotecnia e ingeniería. Un muy buen ejemplo es la calidad intangible, muchos aspectos de la cual con frecuencia son responsabilidad de funciones distintas a producción” (CHAPMAN, 2006, pág. 8).

“También hay que señalar que resulta prácticamente imposible para cualquier productor ser el “mejor” en el mercado en todas estas dimensiones de competencia al mismo tiempo. Como parte del desarrollo de la estrategia de operaciones de la empresa, el productor debe determinar cuáles de estas dimensiones representan ventajas para la captación de pedidos, y cuáles son sólo calificadores de pedidos para su mercado, según se defina en la estrategia corporativa” (CHAPMAN, 2006, pág. 8).

1.3.1 Calificadores de pedidos.

“Los calificadores de pedidos representan la dimensión por medio de la cual un cliente potencial determina cuáles proveedores de un producto o servicio cumplen cierto criterio que los avala como proveedores. Los calificadores sólo permiten la consideración, y cumplir el criterio de calificación del pedido no significa necesariamente que el proveedor tendrá éxito en ganar la

orden. No cumplir con el criterio, por otro lado, asegura prácticamente que el pedido irá a parar a otras manos” (CHAPMAN, 2006, pág. 8).

1.3.2 Generadores de pedidos.

Un factor generador de pedido, es una propiedad única que dispone un solo proveedor frente a los demás competidores, y que ocasiona que los clientes o usuarios lo elijan frente a los demás para que realicen el producto o servicio. Cabe recalcar que esta propiedad es temporal, ya que los demás competidores buscarán siempre igualar las condiciones para competir en el mercado, de tal manera que lo que hoy puede ser un generador de pedido en un futuro simplemente se convierte en un calificador más; lo que obliga a las empresas a buscar siempre generadores de pedido que le permitan marcar una diferencia ante la competencia del mercado en el que participan.

“Una vez que los proveedores potenciales han sido evaluados conforme a su criterio de calificación de pedidos, el cliente selecciona al afortunado final con base en ciertas reglas determinadas desde su particular punto de vista” (CHAPMAN, 2006, pág. 8).

1.4 Aspectos del Ambiente de Negocios.

“Una conclusión fundamental a partir del análisis anterior, es que resulta de enorme importancia que el productor comprenda su(s) mercado(s) y diseñe sus sistemas de manera que cumplan, por lo menos, los criterios mínimos de calificación de pedidos en su mercado, pero luchando, al mismo tiempo, por ser el mejor en aquellas dimensiones que representan verdaderos

generadores de pedidos. Si bien este enfoque puede parecer básico y simple, existen muchos aspectos que lo complican, entre ellos:” (CHAPMAN, 2006, pág. 8).

- a. “Aprendizaje” del cliente.** “Muchas veces las empresas en competencia intentan abordar el mercado de la misma forma que todas las demás (haciendo hincapié en las mismas dimensiones competitivas), pero de vez en cuando un competidor puede intentar obtener participación de mercado subrayando que es el “mejor” en él. Cuando esto sucede, también la expectativa del cliente puede cambiar. Por ejemplo, si la velocidad de entrega es el factor que genera los pedidos, a medida que los productores modifiquen su sistema para mejorar la velocidad de entrega, los clientes pueden llegar a esperar un tiempo de entrega en constante disminución, “elevando el nivel” de todas las compañías en el mercado continuamente” (CHAPMAN, 2006, pág. 9).
- b. Maniobras de competidores.** “Algunas maniobras de los competidores pueden descalificar los factores generadores de pedidos, convirtiéndolos sólo en criterios de calificación y, por lo tanto, estableciendo nuevos factores generadores de pedidos. Por ejemplo, suponga que un factor generador de pedidos en cierto mercado ha sido el precio. Los competidores han trabajado duro para reducir costos, lo cual les permite cobrar menores precios. Imagine también que todos los competidores desarrollaron sus propios controles de costos para cobrar precios prácticamente iguales, hasta el punto en que los clientes perciben muy poca diferencia. En un mercado como éste, los clientes pueden volverse sensibles a otro factor generador de precios, como la velocidad de entrega. Si todos los competidores presentan básicamente el mismo precio, pero uno de ellos tiene un servicio de entrega más rápido, el factor generador de pedidos ahora será la velocidad de entrega, dejando el precio como un simple criterio de calificación. En

ocasiones, los planes de marketing y publicidad efectivos también pueden modificar las percepciones del cliente en lo que respecta a las dimensiones generadoras de pedidos” (CHAPMAN, 2006, pág. 9).

- c. Mercados múltiples.** “Es probable que numerosos productos o servicios de una compañía atiendan toda una diversidad de mercados. En tales casos pueden existir múltiples calificadores de pedidos en múltiples mercados, todos ellos sujetos a los cambios descritos en los primeros dos puntos. El productor efectivo necesita estar consciente de ello, y supervisar de manera continua todos los mercados, así como los sistemas de control y planificación de la compañía, necesarios para darles soporte” (CHAPMAN, 2006, pág. 9).
- d. Cambios de diseño de producto.** “Los nuevos productos y los cambios de diseño de los productos —especialmente cuando la tecnología impacta las expectativas del cliente— suelen modificar también los factores generadores y calificadores de pedidos. Un buen ejemplo de ello es la manera en que la tecnología de Internet ha alterado la percepción del cliente en cuanto a cómo adquirir diversos bienes y servicios” (CHAPMAN, 2006, pág. 10).

1.5 Análisis de Procesos.

“En el razonamiento anterior se mencionó cómo el ambiente de negocios (ambiente externo) puede tener un impacto sobre el diseño de los métodos de planificación y control. Existen además varios aspectos que deben determinarse respecto del análisis de los procesos internos que se utilizan para generar bienes y servicios destinados al cliente. El primero de estos

aspectos es el análisis de procesos y su mejoramiento, en el cual se involucran varios factores, entre ellos:” (CHAPMAN, 2006, pág. 10).

- a. Puntos de control y de rendición de informes.** “Estos son los puntos del proceso donde se capturan las actividades de producción. Por lo general requieren transacciones formales y estructuradas entre procesos, y muchas veces exigen también la programación formal de la actividad de producción. Algunos sistemas, como la Planificación de requerimientos materiales, pueden demandar muchos de estos puntos, mientras que otros, como el Justo a tiempo, tal vez necesiten muy pocos” (CHAPMAN, 2006, pág. 10).
- b. Análisis y mejoramiento de los procesos.-** “A medida que la producción y los procesos productivos se modifican en respuesta a las condiciones de negocio mencionadas arriba, se hace necesario optimizar dicho cambio sistemáticamente, con el propósito de garantizar que corresponda a las necesidades de negocio de la mejor manera posible. Algunos de los métodos para lograrlo incluyen:” (CHAPMAN, 2006, pág. 10).
 1. Mapeo de procesos: “El mapeo de procesos implica desarrollar un flujo detallado de la información y las actividades utilizadas para producir alguna actividad definida. Con frecuencia indica tiempos para estas actividades, y determina la asignación de responsabilidades. El desarrollo y análisis de estos mapas de procesos puede emplearse para establecer:
 - La integridad: ¿se toman en consideración todas las actividades y transacciones de mayor importancia?

- La eficiencia: ¿existen actividades o transacciones innecesarias que, por lo tanto, incrementan el costo sin añadir valor?
- La redundancia: ¿existen actividades múltiples que básicamente ejecutan la misma tarea o recopilan la misma información más de una vez?
- La efectividad: ¿todas las actividades y transacciones se realizan de la mejor manera?” (CHAPMAN, 2006, pág. 10).

2. Mejoramiento de procesos. “Durante los años recientes se han desarrollado varios métodos para evaluar y mejorar procesos. Algunos de ellos evolucionaron dentro de un enfoque conocido como Kaizen, término japonés que tiene el significado general de “mejora continua”. Su objetivo tiende a incrementar la mejoría, en oposición a un mejoramiento radical de procesos” (CHAPMAN, 2006, pág. 11).
3. Reingeniería de procesos. “Si un proceso sufre problemas sustanciales quizás es necesario rediseñarlo por completo. Utilizando sólo la definición de las entradas y salidas requeridas es posible desarrollar un nuevo proceso, de manera que los insumos se empleen más efectivamente para cumplir las demandas de salida. A diferencia del Kaizen, la reingeniería de procesos por lo general implica un cambio radical en el proceso” (CHAPMAN, 2006, pág. 11).
4. Mapeo de cadena de valor. “Por lo general, se considera que este enfoque para el análisis y el mejoramiento de procesos, tiene relación con la *Producción esbelta*, pero podría ser utilizado de forma efectiva en prácticamente cualquier ambiente. El análisis inicia con el cliente, y casi siempre incluye el tiempo de compás, en ocasiones llamado también “el pulso del cliente”. Se obtiene tomando la demanda promedio del cliente para cierto periodo (un día, por ejemplo), y dividiendo este

número entre la cantidad de tiempo disponible para la producción durante ese periodo. El resultado representa la cantidad promedio de producto que debe producirse por unidad de tiempo para cumplir la demanda del cliente. Además, el mapa de cadena de valor incluye el nivel de inventario y los tiempos de espera de material a lo largo del proceso, y los compara con el tiempo de valor añadido. Esta comparación proporciona una muy buena estimación de la oportunidad de mejoramiento. Por último, el mapa de cadena de valor presenta flujos de información que, por lo general, no son parte de un mapa de procesos regular. Una vez que se ha completado el mapa de cadena de valor del estado presente, existe la oportunidad de realizar mejoras adecuadas en el proceso” (CHAPMAN, 2006, pág. 11).

“Es importante observar que la ejecución de todas las actividades de mejora y mapeo debe darse en el contexto de una visión basada en una estrategia empresarial, así como la necesidad de que todas las medidas que se tomen respecto de los procesos mejorados se encuentren vinculadas con los imperativos estratégicos de la empresa” (CHAPMAN, 2006, pág. 11).

1.5.1 Flujos de Información General.

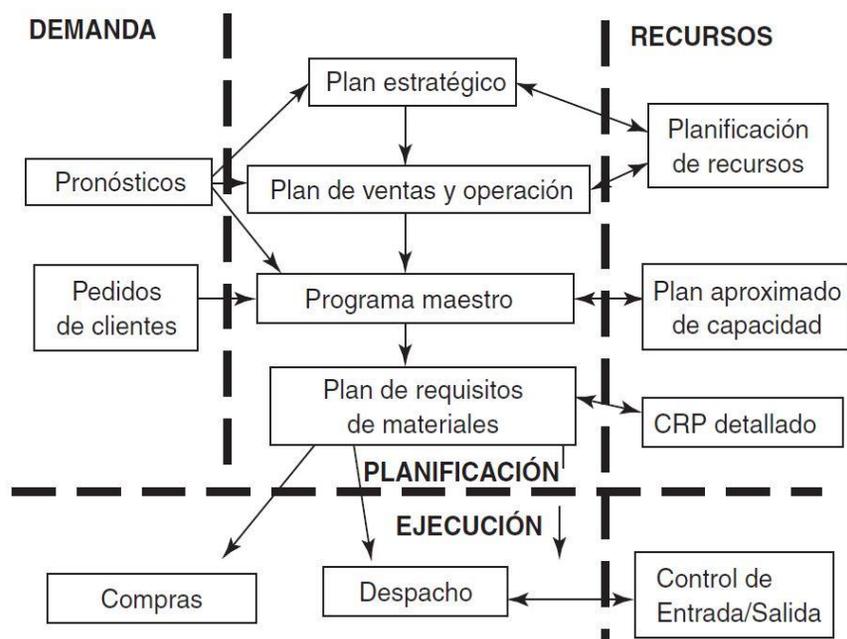
“El diagrama de la figura 1.2 ilustra el flujo de información general para planificación y control de muchas empresas de manufactura (...). En términos generales, a medida que el diagrama avanza de arriba hacia abajo, el nivel de detalle se incrementa y los horizontes de tiempo tienden a disminuir. La parte central presenta las principales actividades de planificación, mientras que las secciones laterales muestran la forma como fluyen la oferta (recursos) y la

demanda. Observe que muchas de las flechas tienen doble sentido, lo que significa que la información fluye de ida y vuelta, en lo que se conoce como planificación de “lazo cerrado”. La parte inferior del diagrama indica actividades de ejecución, que son aquellas que se dan después de que la planificación se ha completado y la producción ha dado inicio” (CHAPMAN, 2006, pág. 12).

“Básicamente, la figura muestra las actividades y flujos de información internos. No obstante, a medida que más empresas adopten los conceptos de la administración de cadenas de suministro, buena parte de esta información fluirá entre las organizaciones y no sólo dentro de ellas. Con frecuencia la información sobre compras estará ligada de manera directa a los proveedores, y la información sobre pedidos de clientes fluirá directo desde los mismos” (CHAPMAN, 2006, pág. 12).

El método para desarrollar el análisis de los principios de planificación y control se lleva a cabo en el orden con que se realiza el análisis real en muchas empresas. Va desde el largo plazo -con métodos más generales-, hasta las herramientas de decisión más detalladas y de corto plazo.

Figura 1.2 Flujo general de las actividades de planificación y control



Nota. Fuente: CHAPMAN, 2006, pág. 12.

1.6 La Logística de los Negocios

“La logística de los negocios es un campo relativamente nuevo del estudio integrado de la gerencia, si lo comparamos con los tradicionales campos de las finanzas, el marketing y la producción. Los individuos han llevado a cabo actividades de logística durante muchos años. Las empresas también se han ocupado continuamente de las actividades de movimiento y almacenamiento (transporte-inventario). La novedad de este campo estriba en el concepto de dirección coordinada de las actividades relacionadas, en vez de la práctica histórica de manejarlas de manera separada, además del concepto de que la logística añade valor a los productos o servicios esenciales para la satisfacción del cliente y para las ventas” (BALLOU, 2004, pág. 3)

La definición promulgada por el Consejo de Dirección Logística (CLM, por sus siglas en inglés), organización profesional de gerentes de logística, docentes y profesionales que se formó en 1962 con el propósito de continuar la educación y fomentar el intercambio de ideas, nos brinda una idea clara respecto a la Logística en la parte empresarial. Su definición es la siguiente:

“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.”

“Esta es una definición excelente, ya que transmite la idea de que los flujos del producto tienen que ser manejados desde el punto donde se encuentran como materias primas hasta el punto donde finalmente son descartados. En ésta, la logística también se ocupa del flujo de los servicios, así como de los bienes físicos, un área de crecientes oportunidades de mejora. También sugiere que la logística es un proceso, es decir, que incluye todas las actividades que tienen un impacto en hacer que los bienes y servicios estén disponibles para los clientes cuándo y dónde deseen adquirirlos. Sin embargo, la definición implica que la logística es una parte del proceso de la cadena de suministros, no todo el proceso. Por eso, ¿qué es el proceso de la cadena de suministros o, dicho en forma más popular, el manejo de la cadena de suministros?” (BALLOU, 2004, pág. 4).

1.6.1 Administración de la cadena de suministros.

“La administración de la cadena de suministros (SCM -SupplyChain Management- por sus siglas en inglés) es un término que ha surgido en los últimos años y que encierra la esencia de la logística integrada; incluso, va más allá de eso. El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto. Las oportunidades para mejorar el costo o el servicio al cliente se alcanzan mediante la coordinación y la colaboración entre los miembros de los canales de flujo, donde tal vez algunas actividades esenciales de la cadena de suministros no estén bajo control directo del gerente de logística. Aunque términos usados en definiciones anteriores, como distribución física, manejo de materiales, logística industrial, dirección de canales de flujo e incluso crematística se utilizan para describir la logística, han promovido este amplio alcance de la logística, ha habido pocos intentos para llevar la logística más allá de las propias fronteras empresariales de una compañía, o incluso más allá de su propia función logística interna. Hoy en día, las empresas al menudeo están logrando éxito al compartir información con sus proveedores, los cuales, a cambio, están de acuerdo en mantener y administrar los inventarios en los anaqueles de los minoristas. Los inventarios de los canales de flujo y de los productos agotados son menores. Las empresas de manufactura que operan bajo un programa de producción a tiempo mantienen relaciones con los proveedores para beneficio de ambas compañías mediante la reducción de inventarios. Las definiciones de cadena de suministros y de dirección de la cadena de suministros que reflejan este alcance más amplio son las siguientes:” (BALLOU, 2004, pág. 4-5).

“La administración de la cadena de suministros (SCM, por sus siglas en inglés) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final así como los flujos de información relacionados. Los materiales y la información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministros. La administración de la cadena de suministros (SCM) es la integración de estas actividades mediante mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros para alcanzar una ventaja competitiva sustentable.” (BALLOU, 2004, pág. 5)

“Después de un estudio cuidadoso de las diversas definiciones existentes, Mentzer y otros en el año 2001, (citados por Ballou) proponen la definición más amplia y general que sigue:

“La administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo”.” (BALLOU, 2004, pág. 5)

“Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al

desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente” (CHOPRA & MEINDI, 2008, pág. 3)

Una cadena de suministro típica puede abarcar varias etapas que incluyen:

- Clientes
- Detallistas
- Mayoristas/Distribuidores
- Fabricantes
- Proveedores de componentes y materias primas

1.6.2 Objetivo de una cadena de suministro.

“El objetivo de una cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste. Para la mayoría de las cadenas de suministro, el valor estará estrechamente correlacionado con la rentabilidad de la cadena de suministro (también conocida como superávit de la cadena de suministro), que es la diferencia entre los ingresos generados por el cliente y el costo total de la cadena de suministro. Por ejemplo, el cliente que compra un router inalámbrico en BestBuy (tienda de bienes de tecnología originaria de los Estados Unidos) paga 60 dólares, lo cual representa el ingreso que la cadena de suministro recibe. BestBuy y otras etapas de la cadena de suministro incurren en costos para transmitir la información, producir componentes, almacenarlos, transportarlos, transferir fondos y así sucesivamente. La diferencia entre los 60

dólares que pagó el cliente y la suma de todos los costos incurridos por la cadena para producir y distribuir el router representa la rentabilidad o el superávit de la cadena de suministro, esto es, la utilidad total que se repartirá entre todas las etapas e intermediarios de la cadena.

Mientras más alta sea la rentabilidad de la cadena de suministro, más exitosa será ésta. Dicho éxito debe medirse en términos de la rentabilidad y no en función de la ganancia de cada etapa” (CHOPRA & MEINDI, 2008, pág. 6-7).

1.6.3 La cadena de suministro Triple A

“En el año 2004, Hau Lee, catedrático de la Universidad de Harvard, presenta mediante la Harvard Business Review, el concepto de la Cadena de Suministro Triple A (The Triple-A SupplyChain), en el que establece que la búsqueda de toda Cadena de Suministro se orienta, en primer lugar, a lograr mayor rapidez y menores costos, en una palabra, eficiencia. Pero, como el mismo Hau Lee plantea, la eficiencia en una cadena es necesaria pero no suficiente. Los siguientes tres principios sintetizan las condiciones para el éxito de las modernas Cadenas de Suministro” (CHAVEZ & TORRES-RABELLO, 2012, pág. 55).

“**Agilidad**, entendida como la capacidad de respuesta frente a cambios de la oferta o la demanda en el corto plazo, así como la capacidad para manejar interrupciones, con fluidez y eficacia, en el abastecimiento.

Adaptabilidad, entendida como la capacidad para adaptar el diseño de la Cadena ante cambios estructurales de los mercados, y modificar la red de suministro ante cambios de estrategia, productos o tecnología.

Alineamiento, entendido como el intercambio de información y conocimiento en la Cadena, junto a la definición de roles y responsabilidades compartidos, así como el compartir riesgos, costos y beneficios” (CHAVEZ & TORRES-RABELLO, 2012, pág. 55).

A continuación profundizaremos los conceptos de cada principio.

1.6.3.1 Agilidad.

“La Agilidad debe enfocarse en responder en corto tiempo a las variaciones del mercado, para lograr dicho objetivo es necesaria la utilización de herramientas de Tecnologías de Información y Comunicación TIC, los cuales deben contener la información actualizada y dinámica de datos estratégicos como el Aplazamiento, Logística, Activos de Reserva y planes de contingencia con el fin de tomar las medidas preventivas, operativas y correctivas en la cadena de distribución acorde a los cambios presentados en el mercado. Con el respaldo de las condiciones previas, la empresa debería ser capaz de conseguir las siguientes características:” (CASTILLO & BERMEJO, 2013, pág. 43)

- Alta Integración.- se refiere a la capacidad de monitorear y analizar la evolución en la línea del tiempo de los extremos en una cadena de suministros, así como sus relaciones.
- Just In Time (JIT).- es un sistema de reposición para que se mantenga siempre el abastecimiento del producto para el consumidor final.
- Sistema de Producción plataforma.- el objetivo es tener una plataforma independiente del diseño del producto final, es decir tratar a reutilizar al máximo los procesos y equipos de producción, dejando en una etapa final el proceso del diseño personalizado
- Centro de distribución Centralizado.- aunque el modelo mallado es el más óptimo para la distribución, en la práctica es difícil de obtenerlo en una cadena de suministro, por lo que

se utiliza, un modelo centralizado de distribución, tipo árbol, hasta que el producto llegue al consumidor final.

- Capital de trabajo “Negativo”.- esta ventaja se puede obtener, minimizando los inventarios “vagos”, tal que producto producido, producto vendido y entregado.
- Alta Variedad en Partidas Reducidas.- que para obtener una buena agilidad es mejor la producción en cantidades limitadas que en grandes lotes, disminuyendo el tamaño del stock de producción acorde a la demanda, de tal manera que ante alguna variación en el mercado, no exista producto en demasía que no será vendido.

1.6.3.2 Adaptabilidad.

“Dentro de los objetivos de adaptabilidad se tiene la identificación de necesidades y cambios de entorno, para lo cual es necesario disponer de diseños flexibles y de fabricación adaptiva, esto se puede lograr mediante una plataforma común y la tercerización, otra forma de monitorear las necesidades del entorno, es a través de sistemas de Control y seguimiento de proveedores” (CASTILLO & BERMEJO, 2013, pág. 44) Puede conseguirse a través de:

- Comunicación Online Bilateral.- es tener en línea, el monitoreo de toda la cadena de suministro, desde el pedido, fabricación, distribución y venta.
- Solicitud de Pedidos de reposición directo y online.- se refiere a conseguir que el nuevo pedido de un producto, influya en toda la cadena de suministro, siendo éste pedido tanto en tiendas como a través de los portales de Internet.

- Alta Flexibilidad Logística.- para conseguir una excelente adaptabilidad, debe ser implícito disponer de una alta flexibilidad logística, una de las formas posibles es tener un OLT (Operador Logístico Tercerizado), con sistemas de incentivos explícitos.
- Fabricación y Entrega JIT.- La fabricación y entrega deben cumplir con el modelo Just In Time, en especial a reposiciones frecuentes
- Áreas Dominantes.- algunas empresas manejan su adaptabilidad mediante la distribución de las sucursales en las áreas dominantes, en donde exista una gran aglomeración de clientes finales.
- Pedido Centralizado.- el procesamiento del pedido debe ser centralizado, aunque el pedido sea al otro extremo del mundo, de esta manera los tiempos de respuesta serán menores ante las variaciones del mercado.
- Información Centralizada.- aunque va de la mano del pedido centralizado, en este caso se refiere a un sistema centralizado de información en toda la cadena.
- Venta Directa.- aunque no es la regla, presenta algunas ventajas como la eliminación del canal intermediario, reduciendo así el costo al usuario final, además de crear un vínculo directo con el cliente.
- Producto a Medida.- el uso de catálogos, permite la opción de recoger los pedidos, y fabricarlos según la solicitud del cliente.
- Red de proveedores Integrada.- crear un sistema de gestión de los proveedores que utilice un sistema de selección oportuna y que aplique incentivos.

1.6.3.3 Alineación.

“Para cumplir con la alineación debe existir una comunicación estrecha entre las diferentes áreas de la cadena de suministro, manteniendo relaciones colaborativas entre ellas, respetando los distintos roles y responsabilidades de cada área, esto se puede conseguir si existe un adecuado manual de funciones, en donde además de definir y delimitar las actividades de cada área en la cadena de suministro exista un método de compartición de riesgos y beneficios del Sistema” (CASTILLO & BERMEO, 2013, pág. 45) Se llega a obtener ventajas como:

- Productos marca propia.- si el sistema de la cadena de suministro se encuentra alineado con el cliente, existirían productos de marca propia, con altos estándares de calidad y con resolución conjunta de problemas.
- Exclusividad mutua.- tanto el cliente como los proveedores deben tener una relación de exclusividad intrínseca, que asegura una fidelidad y la recompra del producto.
- Transparencia total.- además de la exclusividad mutua, debería compartir la información de gestión y de ER, pudiendo cumplir con compromisos como mantener el precio pactado a principio del año y ser el más barato del canal.
- Limitación de Partidas.- una correcta asignación de partidas de costos-gastos (comerciales) ayuda en la obtención de las ventajas descritas previamente.
- Beneficios Compartidos.- el utilizar distintos actores durante la cadena de suministro, requiere que los beneficios sean compartidos equitativamente además de aplicar los incentivos a los que asignen valor agregado.

La gráfica que se presenta a continuación, resume las posibles opciones de alcanzar un modelo de gestión óptimo Triple A.

Figura 1.3 Gestión de la cadena de suministro Triple A.

| | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | Coordinación | Flexibilidad | Integración |
| Agilidad | Información | Aplazamiento | Centralización |
| Adaptabilidad | Relevamiento | Tercerización | Control y Seguimiento |
| Alineación | Comunicación | Cooperación | Desarrollo |

Nota. Fuente: CASTILLO & BERMEO, 2013

“Finalmente se debe remarcar que el modelo de gestión triple A, no es la panacea del éxito, ya que, los modelos no son buenos ni malos, sino su éxito depende de la correcta aplicación e implementación, solucionar los problemas del día a día, crear un espíritu de cuerpo, donde los problemas son “de todos” y se resuelvan “entre todos”, de esta manera se incrementa la cadena de Valor Interna y Externa. Además debemos potenciar nuestras ventajas alineándolas al mercado, desafiar mediante innovación y cambio utilizándolo como una arma competitiva, y tomar las decisiones mediante evidencia concreta, esto se refiere, al uso de herramientas de inteligencia de negocios que nos den las pautas analíticas para la implementación de gestión basada en evidencia, el uso de herramientas en conjunto con el análisis crean conocimiento que correctamente aplicado y distribuido generan el aprendizaje en la organización” (CASTILLO & BERMEO, 2013, pág. 47).

CAPÍTULO DOS: SITUACIÓN ACTUAL DE ISOLLANTA CÍA. LTDA.

2.1 Reseña Histórica.

“Isollanta Cía. Ltda., inició sus operaciones en el año de 1996 con la adquisición de la nave industrial en la que actualmente funciona, ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Cuenca. Su socio promotor y fundador, Ing. Arturo Paredes R., decidió trabajar en el sector de la producción de llantas reencauchadas por razones de atractivo mercado y de su amplia preparación académica y experiencia profesional de cerca de 20 años en el área de ingeniería, fabricación y comercialización de neumáticos.

El nombre de la empresa tiene dos razones: la primera es por el prefijo latino “ISO” que quiere decir “IGUAL”, la idea es que una llanta reencauchada por esta compañía debe desempeñarse con igual rendimiento y seguridad que una llanta nueva; la segunda es porque se cree profundamente en la efectividad de las normas de calidad ISO.

El primer año de trabajo estuvo destinado a la adecuación de la planta de reencauche al frío, ya que se tuvo que retirar algunos materiales y maquinaria de una planta anterior que dejó de operar, y que contaba todavía con tecnología de reencauche al caliente, que ya no era rentable debido a su alto mantenimiento, innumerables accesorios utilizados para procesar los diferentes tipos de medida de llanta y diseños requeridos para la labor a realizar. Aquí se realizaron las primeras pruebas concernientes al reencauche al frío, colocando la banda pre-vulcanizada en la carcasa previamente reparada. Con el paso del tiempo, la empresa logró un objetivo establecido, el lograr ser cliente exclusivo para el Ecuador de su principal proveedor de materia prima (banda

de rodamiento, cojín para vulcanización, cemento para preparación y relleno) que es la empresa Laminados S.A.C. de Lima-Perú.

En el año 2010, agranda su portafolio de productos, con la adquisición de maquinaria para reencauchar neumáticos OTR (Off The Road), destinada a cubrir el mercado en las áreas de minería, agricultura, construcción, vialidad, y cualquier otra donde se utilicen neumáticos en medidas desde aro 24.5” hasta 49”; constituyéndose a su vez en la empresa pionera en este campo del reencauche y la única, hasta la fecha, a nivel nacional.

Esta empresa cuenta con tecnología de última generación, a su vez cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad aprobado y certificado por las normas ISO 9001:2008 e INEN 2582:2011 y asesoramiento técnico especializado, tanto en el área de Producción como en el área de Comercialización.

Luego de esta etapa, la empresa comienza un repunte significativo, en lo que corresponde a calidad de producto y entrega inmediata, invirtiendo en tecnología, adquiriendo nueva maquinaria y equipos, capacitación constante -incluso en el exterior- al personal de planta, para así lograr ser una empresa competitiva en el ámbito regional.” (ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

En el año 2012, se legaliza una iniciativa muy importante para el desarrollo de esta actividad productiva, la cual es el Decreto Presidencial N° 1327 dado el 11 de octubre, que establece la obligación para todas las empresas públicas de renovar mediante el reencauche sus neumáticos, disminuyendo así la adquisición de neumáticos nuevos y fomentando el desarrollo de esta actividad en el país. Isollanta Cía. Ltda., se consolida como una de las 16 empresas a nivel nacional, certificadas por el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) como

proveedoras calificadas para trabajar con las Organizaciones y Empresas Públicas del país (datos emitidos por el MIPRO hasta el 29 de junio de 2014).

En la actualidad, la empresa es la mayor productora de llantas reencauchadas al frío en lo que corresponde la zona del austro, con un promedio mensual de 2300 llantas reencauchadas, desde aro 14” hasta aro 24.5”; y la sección de OTR –única empresa certificada en el austro- (según registro del MIPRO hasta el 29 de junio de 2014) con un promedio mensual de 50 llantas reencauchadas, desde aro media 24.5” hasta aro medida 42” (ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

2.2 Planeación Estratégica.

“Isollanta Cía. Ltda., es una organización enfocada al cliente por lo que satisface sus requerimientos y se esfuerza en exceder sus expectativas. El personal de la empresa es su recurso más importante en todos los niveles de la operación y su total participación posibilita que sus habilidades sean usadas para un continuo crecimiento y desarrollo de la compañía.

El enfoque de su trabajo está basado en procesos que buscan optimizar las entradas y salidas de los mismos utilizando la trilogía de la excelencia: obsesión por la calidad y productividad, trabajo en equipo y utilización del método científico. La mejora continua es una constante en el quehacer diario de la compañía en el que se involucra también a sus proveedores con los que se consigue una relación mutuamente beneficiosa y que aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Como marco filosófico de su accionar la empresa utiliza el Círculo de Deming en sus cuatro etapas bien definidas: Planear, Hacer, Medir y Tomar Acción. Se tiene seguridad total de que la vivencia plena del sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008 en Isollanta Cía.

Ltda., le dará la ventaja competitiva que le permitirá trascender a través del tiempo.”

(ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

2.3 Filosofía de la Empresa

Isollanta Cía. Ltda., al contar con las certificaciones ISO 9001:2008 e INEN 2582, ya ha desarrollado los conceptos de filosofía empresarial que necesita para su accionar diario, en los mismos se indica claramente cuáles son los objetivos, políticas, misión y visión sobre los cuales basa su metodología de trabajo. Como directriz para sus labores, utiliza la trilogía de la excelencia: calidad y productividad, trabajo en equipo, método científico; buscando así la optimización de procesos. Desplegando como filosofía a la Mejora Continua en el Círculo de Deming, con sus cuatro etapas bien definidas: Planear, Hacer, Medir y Tomar Acción.

2.3.1 Misión

La empresa en su declaración de Misión expresa lo siguiente:

“Servir al mercado automotriz con una alternativa de llantas reencauchadas de óptima calidad y costo razonable. Operar con respeto al medio ambiente y conseguir una rentabilidad que permita trascender exitosamente a través del tiempo” (ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

2.3.2 Visión

La empresa en su declaración de Visión expresa lo siguiente:

“Liderazgo a través de clientes satisfechos” (ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

2.3.3 Política de Calidad

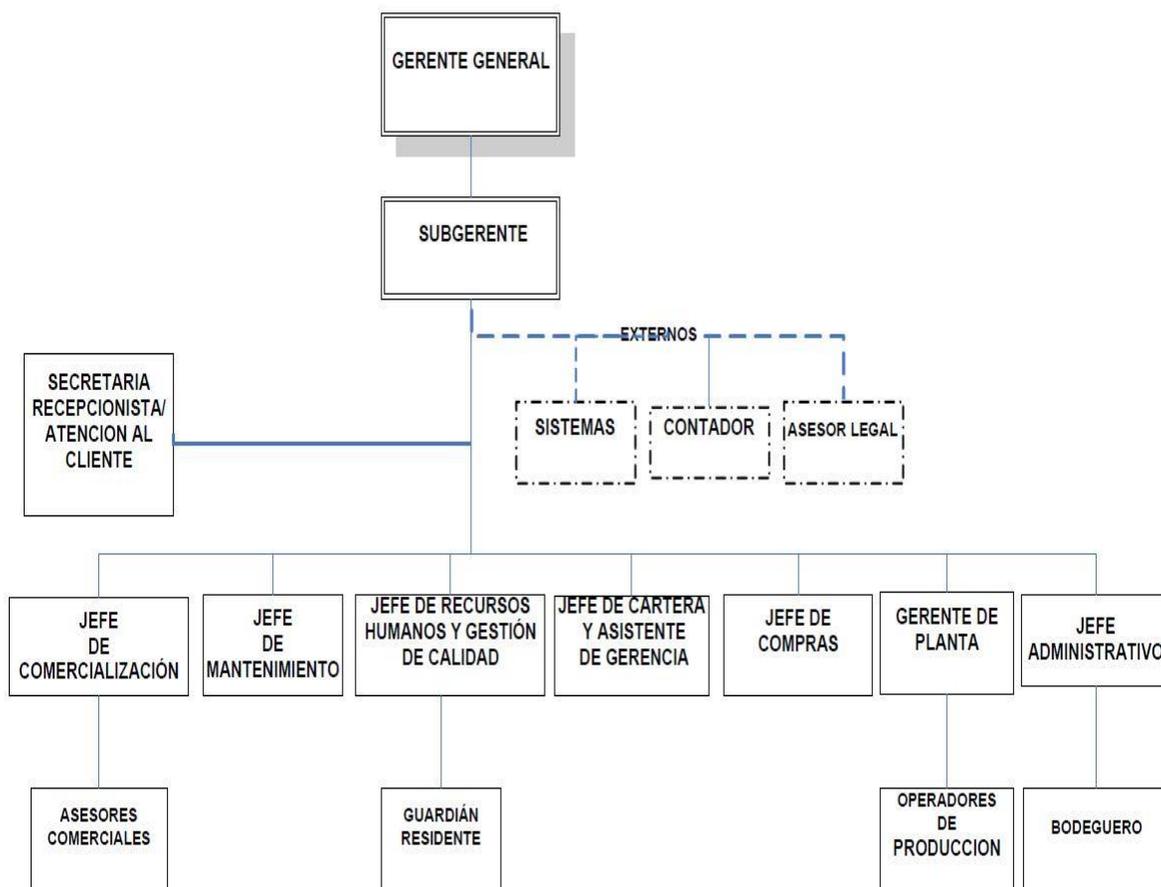
La empresa en su declaración de Política de Calidad expresa lo siguiente:

“ISOLLANTA CÍA. LTDA., tiene un compromiso con la satisfacción de sus Clientes internos y externos, entregando Llantas Reencauchadas de óptima calidad, mejorando su Gestión continuamente y cumpliendo con los requisitos legales.” (ISOLLANTA CÍA. LTDA., 2008)

2.4 Organigrama de la Empresa

La empresa tiene el siguiente organigrama:

Figura 2.1 Organigrama de la empresa Isollanta Cía. Ltda.

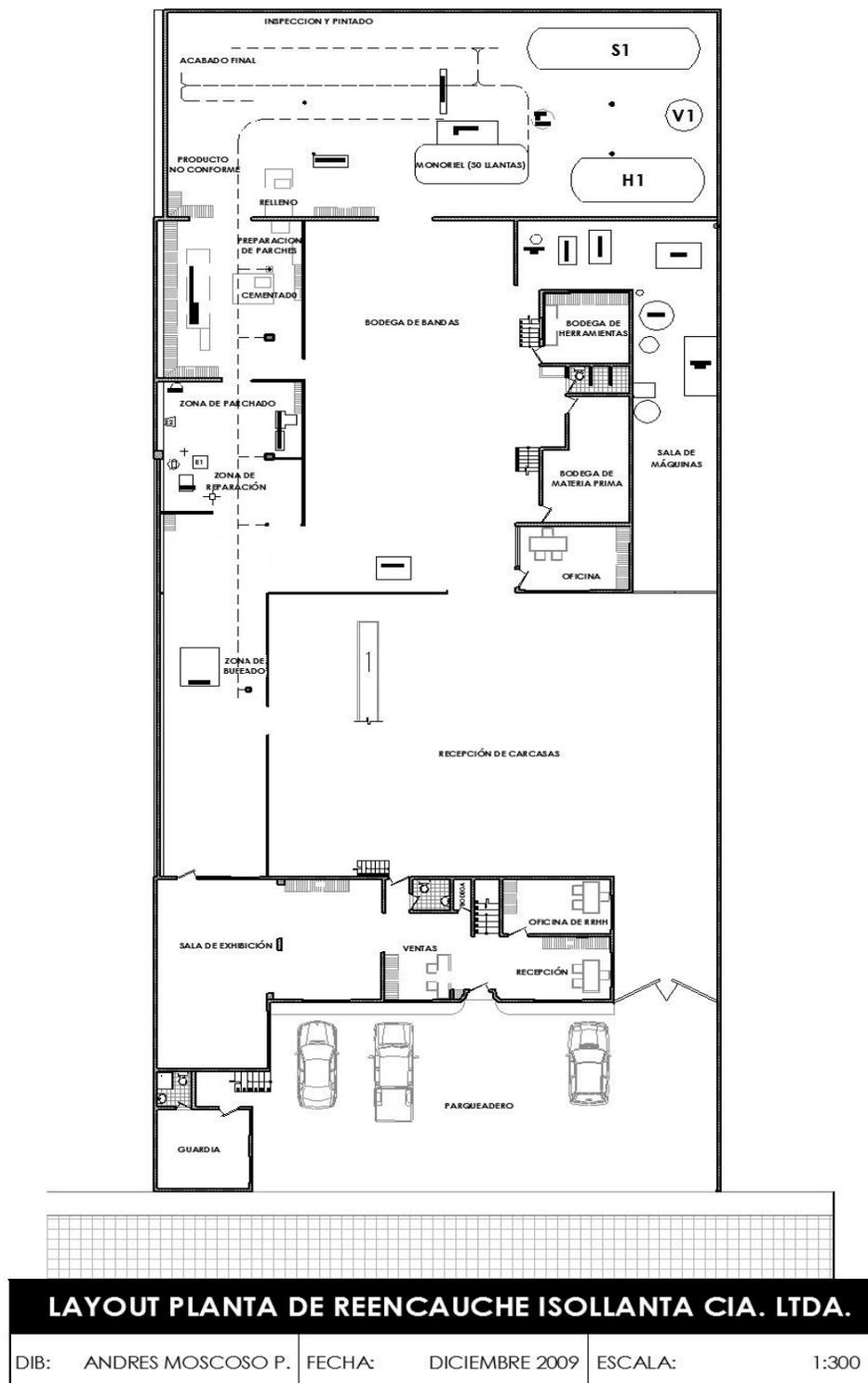


Nota. Fuente: Isollanta Cía. Ltda., 2008.

2.5 Layout de la Empresa

La siguiente imagen, ilustra el Layout de la empresa Isollanta Cía. Ltda.

Figura 2.2 Layout de Isollanta Cía. Ltda.



Nota. Fuente: Isollanta Cía. Ltda., 2008

2.6 Introducción al Reencauche.

“La reconstrucción de llantas, actividad que se ha extendido rápidamente en muchos países del mundo, tiene la función de proveer de una superficie nueva de rodadura a las llantas nuevas de construcción desgastadas por el uso. Con la aparición del reencauche se ha conseguido fundamentalmente alargar la vida útil de una llanta, y con ello reducir costos a todos los usuarios de vehículos y evitar por lo menos en cierto grado la contaminación ambiental fruto del desecho de llantas usadas.

Las ruedas o neumáticos del vehículo tienden a desgastarse paulatinamente debido especialmente al contacto permanente de su superficie con espacio asfáltico (o de otra naturaleza) lo que origina que esta se vaya deteriorando conforme se sigue usando. De no existir la industria del Reencauche, los neumáticos llegarían a una etapa en la que no pueden ser utilizados más, y deberían ser desechados como desperdicio, causando grave impacto al medio ambiente. Por el contrario, mediante el proceso de reencauchado se reciclan las llantas desechadas, se las procesa adecuadamente, se coloca una nueva banda de rodamiento y con ello se dispone nuevamente de una llanta que estará en condiciones para ser utilizada nuevamente y cuyo rendimiento será igual o mayor que la de una llanta original.

En el Ecuador la actividad del Reencauche aparece hace aproximadamente 40 años (década de los 70), mediante la instalación de unas pocas y pequeñas empresas de reencauche al caliente. Años después y con la evolución de esta industria se implanta lo que hoy se conoce como reencauche al frío.

Con el pasar de los años y el avance de la tecnología, los procesos han ido mejorando; es así, que en la industria del reencauche se pasa de una etapa a otra (del proceso antiguo de reencauche al caliente, al proceso moderno de reencauche al frío) con nueva tecnología y nuevos métodos de trabajo” (MOSCOSO, 2010, pág. 7).

2.7 El Proceso Productivo de Reencauche

“Los fundamentos de la vulcanización de las llantas reconstruidas o mejor conocidas como reencauchadas, se derivan de los mismos que se aplican para las llantas nuevas, excepto que de modo general no se emplea calentamiento interior, en lugar de ello se utiliza aire a presión, de tal manera que ejercerá una presión sobre el interior de la carcasa de 30PSI. Esto determina que la presión del aire dentro de la carcasa sea de 90PSI.

Esta presión de vapor proporciona una temperatura de alrededor de los 150°C, temperatura que se considera óptima en el reencauchado, a pesar de que mayores temperaturas proporcionaría una cura más rápida. Una de las limitaciones para no poder utilizar temperaturas mayores consiste en que se produce una fatiga excesiva a la llanta y limita la resistencia de la misma.

El reencauche de llantas abarca todo, desde una minuciosa revisión de las carcasas, la supresión de imperfecciones superficiales menores, colocación de parches en las llantas que requieran, la vulcanización y acabado final de las llantas rehabilitadas” (MOSCOSO, 2010, pág. 8).

Cabe recalcar que existen dos procesos distintos de reencauche, el primero en aparecer es el reencauche al caliente o moldeado, el segundo y el cuál es el más utilizado en la actualidad es

el reencauche al frío o pre-curado. Ambos procesos son mayoritariamente similares, la diferencia radica en que el primero dibuja el labrado de la llanta (mediante un molde específico) en el caucho mientras se vulcaniza, y el reencauche al frío añade un diseño de labrado o banda (pre-curada) al neumático desgastado.

La empresa Isollanta Cía. Ltda., practica en su planta productiva el tipo de reencauche al frío o pre-curado, por lo que se realizará una descripción detallada de este tipo de reencauche a continuación.

2.7.1 Descripción del reencauche al frío.

El proceso de reencauche al frío engloba las siguientes etapas, descritas a continuación:

- a. Inspección Inicial.- “La revisión constituye uno de los procesos más importantes dentro del reencauche de llantas ya que de él depende la consecución de productos terminados de óptima calidad. Esta etapa consiste en la inspección minuciosa de todas y cada una de las carcasas que ingresan a la planta de producción; dicha inspección es realizada en forma manual por personal calificado para dicha operación y son ayudados por una máquina revisadora que permite visibilizar el interior de la carcasa. Entre los parámetros generales a considerar dentro de la revisión están los siguientes: roturas, perforaciones, agrietamientos, soplos, estado de los hombros, pestañas, envejecimiento, etc. Una revisión defectuosa conduce a la generación de problemas en las siguientes etapas del proceso” (MOSCOSO, 2010, pág. 8).

- b. Bufeado (Raspado).- “Si bien la inspección inicial constituye una de las etapas más importantes dentro del proceso de reencauche, es en esta etapa en la que comienza el proceso industrial del Reencauchado de Neumáticos.

Esta operación tiene como objetivo obtener de la carcasa una superficie adecuada que permita un eficiente proceso, a la vez, que elimina de una forma parcial impurezas incrustadas en la superficie de rodamiento de la llanta.

Se conseguirá mediante esta operación un aspecto áspero de la superficie con el fin de que la banda nueva de rodamiento se acople perfectamente a la misma” (MOSCOSO, 2010, pág. 9).

Figura 2.3 Proceso de Bufeado en Isollanta Cía. Ltda.



- c. Reparación.- “El trabajo al que normalmente son sometidas las llantas neumáticas de un vehículo, hace que éstas estén afectadas por varios factores externos que contribuyen a su deterioro, como son: incrustaciones, piedras, roturas, pinchazos, etc. Esta etapa entonces tiene la finalidad de eliminar de manera más concreta y minuciosa todas aquellas fallas ocasionadas por dichos factores. El proceso consiste en determinar, mediante la utilización de una tiza, las zonas afectadas y que deberán ser tratadas posteriormente. Luego de esto y con la ayuda de turbinas de altas revoluciones y con accesorios para la reparación, se va trabajando sobre las zonas marcadas y las que se localizan, de tal manera que se eliminan por completo todo tipo de materia extraña presente en la estructura de la llanta” (MOSCOSO, 2010, pág. 9).

Figura 2.4 Proceso de reparación en Isollanta Cía. Ltda.



- d. Parchado.- “El parchado constituye una etapa complementaria de la reparación, pero que no puede presentarse en todos los casos.

En ciertas ocasiones las carcassas suelen presentar huecos o pinchazos profundos, éstos van desde el exterior de la carcasa hasta el interior de la misma complicando de esta manera su estructura. En el parchado se limpia adecuadamente estas fallas, para proceder a colocar un parche sobre la superficie afectada, de tal manera que se pueda seguir normalmente con el proceso” (MOSCOSO, 2010, pág. 9).

- e. Cementado.- “Es indispensable crear una superficie de adhesión que permita que tanto la superficie de la carcasa como la de la nueva banda de rodamiento, se junten fuertemente permitiendo de esta manera un perfecto vulcanizado del cojín. Se adiciona entonces sobre dichas superficies una solución de caucho mezclada con solventes conocida con el nombre de cemento” (MOSCOSO, 2010, pág. 10).

Figura 2.5 Proceso de cementado en Isollanta Cía. Ltda.



- f. Rellenado.- “Debido al proceso de reparación la superficie y/o laterales de la carcasa, presenta una serie de perforaciones de diferente magnitud que debilitan la estructura de la carcasa. Para recuperar la composición y estructura de la carcasa, es preciso colocar caucho no vulcanizado en estas perforaciones y en todas aquellas que presente la llanta, sean o no causadas por el proceso de reparación. La colocación de este caucho se lo realiza mediante la utilización de una pequeña pistola extrusora, que permite una aplicación adecuada del caucho sobre los agujeros de la carcasa” (MOSCOSO, 2010, pág. 10).

Figura 2.6 Proceso de rellenado en Isollanta Cía. Ltda.



- g. Cortado de bandas.- “Durante el proceso de bufeado, se registra ciertos parámetros que serán información de vital importancia durante todo el proceso. En base a esta información, se proceder con el corte y preparación de las nuevas bandas de

rodamiento, se conoce tanto el diseño, la longitud necesaria y el ancho de banda requerido para la carcasa a procesar. A su vez se “encementa” la superficie contraria al rodamiento de la banda para generar mayor adhesión cuando se proceda a juntar, tanto la carcasa reparada como la banda de rodamiento preparada” (MOSCOSO, 2010, pág. 10).

Figura 2.7 Proceso de cortado de banda en Isollanta Cía. Ltda.



- h. Embandado.- “Cada uno de los procesos descritos anteriormente puede considerarse como de preparación de la superficie de la carcasa para la incorporación de la nueva banda; es así que en esta etapa se procederá a la colocación de la banda de rodamiento sobre la superficie de rodamiento de la carcasa. En este proceso se utiliza una máquina “embandadora”, ésta permite inmovilizar la carcasa y hacerla girar sobre su eje mientras se coloca de forma manual la nueva banda. Las características importantes a

considerar en este procedimiento son: el centrado adecuado de la banda sobre la carcasa y la perfecta unión de los bordes de la banda” (MOSCOSO, 2010, pág. 10).

Figura 2.8 Proceso de embandado en Isollanta Cía. Ltda.



- i. Armado.- “Esta etapa consiste en colocar sobre la carcasa “embandada” una serie de elementos protectores, para resguardarla esencialmente del vapor. Los elementos a utilizarse son: un sobre de caucho (envelope) colocado en la parte externa, un tubo de caucho de vulcanización al interior de la llanta al que se le introduce aire posteriormente, defensas entre el tubo y el exterior y unos aros metálicos con el fin de evitar deformaciones causadas por la presión de aire. Existen también otros elementos y tipos de armado como son: el doble “envelope”, que no utiliza tubo, defensas, ni aros; y el de anillos, en el cual se coloca unos anillos de metal sobre el caucho y las pestañas para su correcta sujeción. Esta etapa termina con la colocación de la llantas dentro de las autoclaves para su vulcanización” (MOSCOSO, 2010, pág. 11).

Figura 2.9 Proceso de armado en Isollanta Cía. Ltda.



- j. Vulcanización.- “En este paso del proceso se cierra las puertas de las autoclaves en los que se encuentran las llantas armadas. Aquí se procede al calentamiento de la autoclave, ya que para el tiempo de cura real se mide cuando las llantas alcanzan presiones y temperaturas determinadas, de 90PSI en los tubos y 60PSI en la autoclave. Luego de alcanzar dichas presiones se corre el ciclo de cura de las llantas, aproximadamente (200 minutos)” (MOSCOSO, 2010, pág. 11).

Figura 2.10 Neumáticos listos para empezar el proceso de vulcanizado en Isollanta Cía. Ltda.



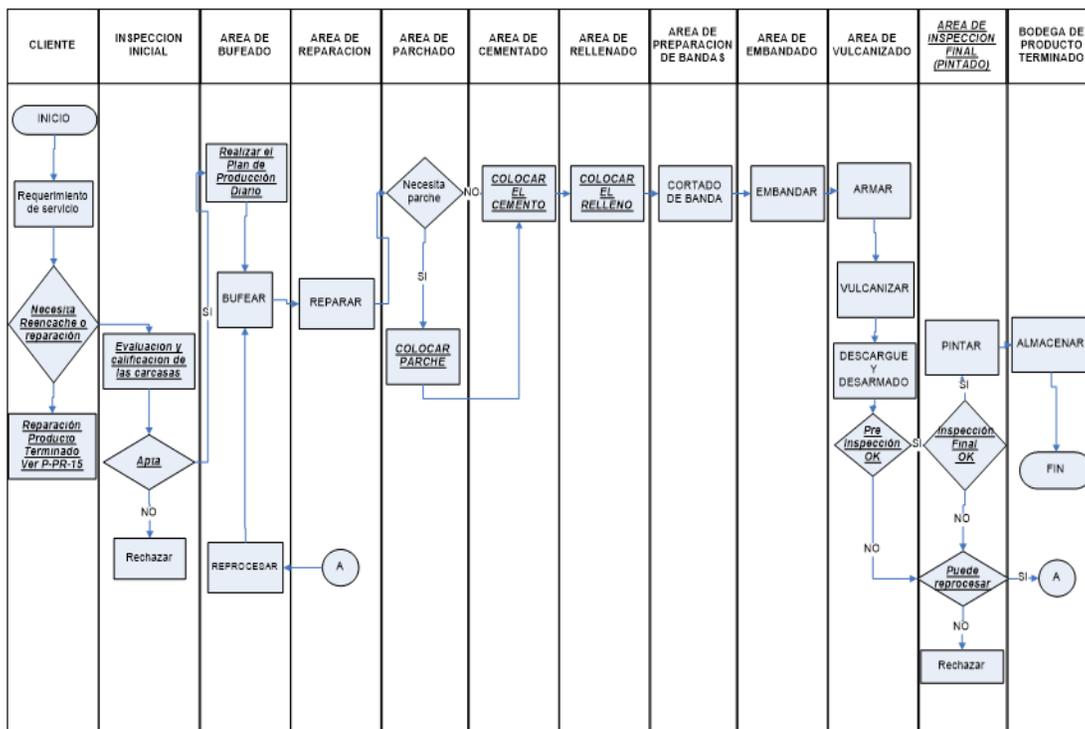
- k. Descarga y Desarmado.- “En esta etapa, luego de culminado el ciclo de vulcanización, se procede a descargar el autoclave, retirar todos los elementos colocados en el proceso de armado y realizar una pre-inspección del vulcanizado de la llanta, así como de sus procesos anteriores” (MOSCOSO, 2010, pág. 11).
- l. Inspección Final.- “En esta etapa se procede a una inspección minuciosa de las llantas terminadas, con el objeto de determinar si existe algún tipo de defecto en el producto final. Esta inspección se hace en todas las partes de la llanta reencauchada. Si la llanta reencauchada cumple con todos los parámetros, es decir cero defectos, se procede a darle un acabado final mediante la aplicación de una pintura sobre los laterales y hombros” (MOSCOSO, 2010, pág. 12).

Una vez que se hayan cumplido todos estos procedimientos, bajo los lineamientos de las normas técnicas vigentes para la elaboración de reencauche, la llanta reencauchada estará lista para su comercialización y uso.

2.7.2 Flujograma del proceso de reencauche

El flujograma de la empresa Isollanta Cía. Ltda., es el siguiente:

Figura 2.11 Diagrama de Flujo del Proceso de Reencauche



Nota. Fuente: Isollanta Cía. Ltda., 2008

2.8 Análisis de la Empresa.

Durante los últimos años, la empresa Isollanta Cía. Ltda., apoyada en su filosofía empresarial, y gracias al cumplimiento de las normas técnicas de calidad ISO 9001:2008 e INEN 2582:2011, ha logrado posicionarse en el mercado de esta actividad productiva; permitiendo así, mantener a punto su actividad comercial a pesar de la gran cantidad de competencia que ha ingresado en el último año.

Pero, ante los nuevos retos que se forman para la industria del reencauche, basados en la filosofía de “Mejora Continua” que se encuentra arraigada al accionar de la empresa, resulta de vital importancia renovar y fortalecer las actividades que se desempeñan dentro de la empresa, y en específico dentro del área de producción. Por lo que se planteará una propuesta que permita mejorar la metodología de trabajo relacionada con la planificación y control de la producción, manteniendo concordancia con los objetivos y filosofías empresariales y buscando optimizar los procesos que se llevan a cabo en la producción de reencauche.

Para llevar a cabo esta propuesta, el primer paso es analizar el estado actual en el que se encuentra la empresa Isollanta Cía. Ltda. Como primer aspecto se estudia el ambiente o entorno en el que la empresa desempeña sus labores; se inicia el proceso de estudio partiendo desde los ámbitos globales y generales, y detallando cada uno hasta lo más específico, el objetivo es descubrir cuáles son las necesidades emergentes dentro de la empresa y su planta de producción, así como también sus fortalezas para potenciarlas. Con la finalidad de recabar toda la información necesaria, se realizaron visitas y entrevistas con el personal administrativo, técnico y operativo de la empresa; así como con los principales clientes y colaboradores, los puntos que se detallan a continuación muestran los resultados del estudio.

2.8.1 Análisis PEST

“El análisis PEST es una herramienta de gran utilidad para comprender el crecimiento o declive de un mercado, y en consecuencia, la posición, potencial y dirección de un negocio. Es una herramienta de medición de negocios. PEST está compuesto por las iniciales de factores

Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos, utilizados para evaluar el mercado en el que se encuentra un negocio o unidad” (CHAPMAN, 2004).

Mediante esta herramienta, se realizará un estudio del ambiente y entorno empresarial en el que la empresa Isollanta Cía. Ltda., desempeña sus actividades; de esta manera se determinará si el entorno del mercado favorece o no a la actividad comercial que realizan.

a. Análisis Político.-

- El país goza de estabilidad gubernamental, considerada como histórica para el tipo de gobierno que se tenía en años anteriores. Favoreciendo de esta manera al fortalecimiento de las actividades industriales y comerciales.
- Mediante Registro Oficial, Suplemento 555 del 13 de octubre de 2011, se establece la *LEY ORGANICA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL PODER DE MERCADO*, regulando las condiciones y modalidades de negociación de bienes y servicios, para promover de esta manera la competencia industrial y comercial.
- El gobierno busca dinamizar la cadena productiva del reencauche. Mediante el programa *REUSA LLANTA* impulsado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES- desde el año 2012 y ejecutado mediante *DECRETO PRESIDENCIAL N°1327* el 11 de octubre de 2012.
- El Instituto Ecuatoriano de Normalización, aprueba y publica la norma técnica INEN 2582:2011, que comprende “*NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS. PROCESO DE REENCAUCHE. REQUISITOS.*” Estableciendo de esta manera la estandarización del proceso productivo del reencauche, con el objetivo de asegurar la calidad del producto.

- Se elaboró, aprobó, difundió y publicó en el Registro Oficial el Reglamento Técnico RTE INEN 067 “*PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS*”, publicado en la Edición Especial No. 151 del Registro Oficial, de 29 de mayo de 2012
- A finales del año 2012, el Ministerio de Industrias y Productividad -MIPRO- se establece como entidad regulatoria, que otorga el registro a las empresas reencauchadoras que cumplen con la normativa legal y las certificaciones técnicas para realizar el proceso productivo de reencauche, y que serán las únicas aptas para proveer este servicio a empresas tanto de sector público como privado, así como clientes distribuidores y consumidores finales.

b. Análisis Económico.-

- El entorno económico de la nación se encuentra estabilizado y en crecimiento a pesar de la crisis económica que afectó al planeta entero en el año 2008; el país ha fortalecido su economía en los últimos años, según las previsiones macroeconómicas publicadas por el Fondo Monetario Internacional, para el año 2013 la tasa de crecimiento económico se sitúa en el 4,1%, con una tasa de inflación del 2,7%.
- El ámbito laboral, por su parte, sigue mejorando, según los informes del Banco Central del Ecuador que se basan en la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo – ENEMDU-, finalizado el 3er trimestre del año 2013 el país tiene, para las Población Económicamente Activa, una tasa de desempleo del 4,6%; con una tasa de pleno empleo de 50,4% y, para el año 2014, un salario básico de 318 USD.
- En el sector del servicio de transporte, el crecimiento anual esperado es de 0,4%; representando el 6,8% del PIB.

- Para la actividad industrial del reencauche de llantas, el modelo de comercialización está basado en su mayoría a la venta del producto o servicio para los distribuidores de neumáticos, estos a su vez ofrecen su producto a los clientes finales o usuarios. En el último año, se ha desarrollado la actividad comercial con las empresas públicas, sirviendo de proveedores de reencauche gracias a la legislación vigente.
- Según el último informe del Ministerio de Industrias y Productividad -MIPRO-, con relación a esta actividad industrial, en Ecuador, el abastecimiento de la demanda nacional por parte de las industrias locales ha tenido un crecimiento significativo, producto de una mejor calidad de la carcasa y el incremento de las capacidades del sector. Cabe destacar que la producción nacional ha aumentado de 180 000 unidades producidas en el año 2009, a 270 800 en el año 2011, lo que representa una disminución en importaciones de neumáticos de aproximadamente USD 110 000 000.

c. Análisis Social.-

- En la sección de la industria, uno de los ámbitos que más se ha trabajado en los últimos años, es la socialización del reencauche. El programa “*SOCIO VULCANIZADORA*” impulsado por el Instituto Nacional de Economía Popular y Solidaria –IEPS– que está enfocado a crear mejores condiciones para el sector de los vulcanizadores a nivel nacional, consta de la capacitación técnica en el área de reencauche. El objetivo es claro: incrementar la tasa de reencauche en un 60% hasta 2014, y lograr reencauchar el 100% de los neumáticos para trabajo pesado (buses, camiones, etc.) en los próximos 5 años.
- A su vez, cabe recalcar que, según cifras publicadas por el MIPRO, el índice de reencauche en el país es del 20%, uno de los más bajos de la región. Lejos de llegar al

120% de reencauche en Brasil, y atrás todavía de nuestros vecinos Colombia con el 46% y Perú con el 33%.

d. Análisis Tecnológico.-

- Gracias al impulso dado por la legislación actual, existen políticas de financiamiento, brindadas principalmente por el MIPRO y su programa *REUSA LLANTA*, para la adquisición de plantas modernas de reencauche.
- En este aspecto, a su vez, dejamos claro que la tecnología actual en la industria de reencauche, no está siendo aprovechada al máximo de su capacidad, principalmente por la falta de materia prima (carcasas de neumáticos usados). Según las cifras que maneja el MIPRO, las empresas de reencauche apenas alcanzan el 50% de su capacidad instalada.
- Las industrias de reencauche, enfocan su producción para abastecer el mercado de trabajo pesado, en rines de neumático desde la medida 15” hasta 24”.
- Solamente 2 empresas a nivel nacional, entre las que se encuentra Isollanta Cía. Ltda., cuenta con tecnología para reencauchar neumáticos de trabajo extra pesado, conocido como OTR (Off The Road), destinado a abastecer el mercado de la minería, agricultura, y todo servicio o industria donde se utilicen neumáticos con medida de rines 24” en adelante.
- La tecnología presente en la actualidad, tampoco abastece a los neumáticos para transporte liviano (automóviles, SUV’s, camionetas). Ya que las técnicas utilizadas para el reencauche (reencauche al frío) no resultan rentables al abastecer a este mercado, el precio del reencauche en estas medidas (rin 13” hasta rin 17”) resulta muy similar al de un neumático nuevo, lo que complicaría su inclusión en el mercado.

2.8.2 Análisis FODA

“La matriz DOFA (conocido también como FODA, o como SWOT por sus siglas en inglés) es una herramienta de gran utilidad para entender y tomar decisiones en toda clase de situaciones en negocios y empresas. DOFA es el acrónimo de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. Los encabezados de la matriz proveen un buen marco de referencia para revisar la estrategia, posición y dirección de una empresa, propuesta de negocios, o idea” (CHAPMAN, 2004).

A diferencia del análisis PEST, y como complemento del mismo, se utilizará la matriz FODA, para estudiar el comportamiento interno de la empresa, estableciendo distintos tipos de estrategias que permitan cubrir todas las necesidades del mercado y sector industrial, las estrategias se dividen en subgrupos, como explicamos a continuación.

- Las estrategias FO (Fortalezas con Oportunidades): Usan las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas.
- Las estrategias DO (Debilidades ante Oportunidades): Pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas.
- Las estrategias FA (Fortalezas para enfrentar las Amenazas): Aprovechan las fuerzas de la empresa para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas.
- Las estrategias DA (Debilidades para resistir a las Amenazas): Son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno.

FORTALEZAS.-

- F1.- Posicionamiento en el mercado local (austro ecuatoriano)

- F2.- Amplia experiencia en las labores de reencauche (17 años)
- F3.- Empresa calificada por el MIPRO como proveedora de reencauche. Registro No. 002
- F4.- Producto reconocido en el mercado por su calidad. Materiales e insumos de alta calidad (INDELBAND ®), exclusivos para la producción de reencauche en Isollanta Cía. Ltda.
- F5.- Certificaciones de calidad ISO 9001:2008 e INEN 2582:2011, para el proceso de reencauche de neumáticos.
- F6.- Servicio postventa personalizado. Sistema informático para el seguimiento y análisis de rendimientos y costos en los neumáticos (ASSISTIRE ®). Exclusivo para la empresa y uso con nuestros clientes.
- F7.- Tecnología para el reencauche de neumáticos OTR (Off The Road). Llantas gigantes (medidas superiores al aro 24”)

DEBILIDADES.-

- D1.- Poco conocimiento del producto y servicio de reencauche a nivel local y nacional.
- D2.- Al tener un acuerdo estratégico, dependemos de un solo proveedor para abastecer la materia prima.
- D3.- Dificultad para cubrir al mercado del norte del país, dada la ubicación de la empresa. Limitando la expansión a nivel nacional.
- D4.- Servicio y producto que requiere (en la mayoría de casos) crédito para su adquisición.
- D5.- El precio de nuestros productos y servicios no es el más bajo del mercado.

OPORTUNIDADES.-

- O1.- Crecimiento local y nacional en el uso y consumo de neumáticos reencauchados.
- O2.- Servicio y producto que se va a requerir siempre (tanto neumáticos como reencauche); son de reposición constante.
- O3.- Nuevas políticas que apoyan el desarrollo de la actividad. Programas del gobierno “REUSA LLANTA” y “SOCIO VULCANIZADORA” que promueven la industria.
- O4.- Estabilidad política y económica. Lo que brinda confiabilidad para financiamiento, acuerdos de comercialización a largo plazo, inversión, etc.
- O5.- Legislación que obliga a las empresas públicas a adquirir el servicio o producto de reencauche.

AMENAZAS.-

- A1.- Incremento de industrias que proveen el servicio de reencauche.
- A2.- Disminución de la participación en el mercado, con el ingreso de marcas reconocidas para cubrir el sector del reencauche.
- A3.- Ingreso de nuevas tecnologías para el sector de reencauche.
- A4.- Pérdida de las alianzas estratégicas con proveedores internacionales.
- A5.- Cambios en la legislación o en los programas desarrollados para la industria de reencauche.

ESTRATEGIAS.-

- E1.- Aprovechar la experiencia y posicionamiento en el mercado, fortalecer la imagen de la empresa, de nuestros productos y servicios, para captar a nuevos clientes.

- E2.- Promover y ofertar el servicio de reencauche a las empresas públicas del austro del país. Realizar un trabajo cooperativo con las mismas, afianzar el servicio post-venta para así mantenernos como proveedores.
- E3.- Establecer contratos y/o acuerdos comerciales de largo plazo con empresas y/o clientes distribuidores.
- E4.- Incrementar la carpeta de productos y servicios que ponemos a disposición de nuestros clientes.
- E5.- Establecer acuerdos con el gobierno para publicitar el servicio de reencauche a la ciudadanía mediante los medios de comunicación masivos.
- E6.- Formar alianzas estratégicas con empresas reencauchadoras o distribuidores, que nos permitan abarcar nuevas provincias y ciudades (norte del país).
- E7.- Con el apoyo del gobierno y los ministerios correspondientes, buscar financiamiento para renovación de tecnología cuando sea necesario.
- E8.- Acuerdos comerciales y laborales a largo plazo con el principal proveedor; asesorías y capacitaciones constantes, incremento del volumen que se adquiere de materia prima e insumos en general.

MATRIZ FODA.- A continuación presentamos la matriz FODA, en donde se explica gráficamente los tipos de estrategias a utilizar, que corresponden a los factores internos y externos de la empresa y su relación entre los mismos. Por ejemplo: la estrategia E5 es una estrategia DO (debilidad ante oportunidad), la misma aprovecha las oportunidades O1, O3 y O5 para superar la debilidad D1.

Figura 2.12 Matriz FODA para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

| | | FACTORES INTERNOS | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|
| | | FORTALEZAS | | | | | | | DEBILIDADES | | | | | |
| | | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | |
| FACTORES EXTERNOS | OPORTUNIDADES | O1 | E1 | E1 | | E1 | E1 | | E1 | E5 | E4 | E6 | | E3 |
| | | O2 | E3 | E3 | | E2 | E2 | | E1 | | | E6 | E3 | |
| | | O3 | E2 | E2 | E2 | | | | E1 | E5 | | | | |
| | | O4 | E4 | E4 | E3 | E3 | | E3 | | | | | E3 | E3 |
| | | O5 | | | E2 | E4 | E2 | | E2 | E5 | | E6 | | |
| | AMENAZAS | A1 | E1 | | E2 | | | | | E6 | | E7 | E7 | E7 |
| | | A2 | E1 | E6 | E2 | | E6 | | | | E6 | E7 | | |
| | | A3 | | | | E3 | | E3 | | | E8 | | E8 | E8 |
| | | A4 | | | E2 | E3 | | E2 | | | E8 | | | |
| | | A5 | | | E2 | | | E2 | | | | | | |

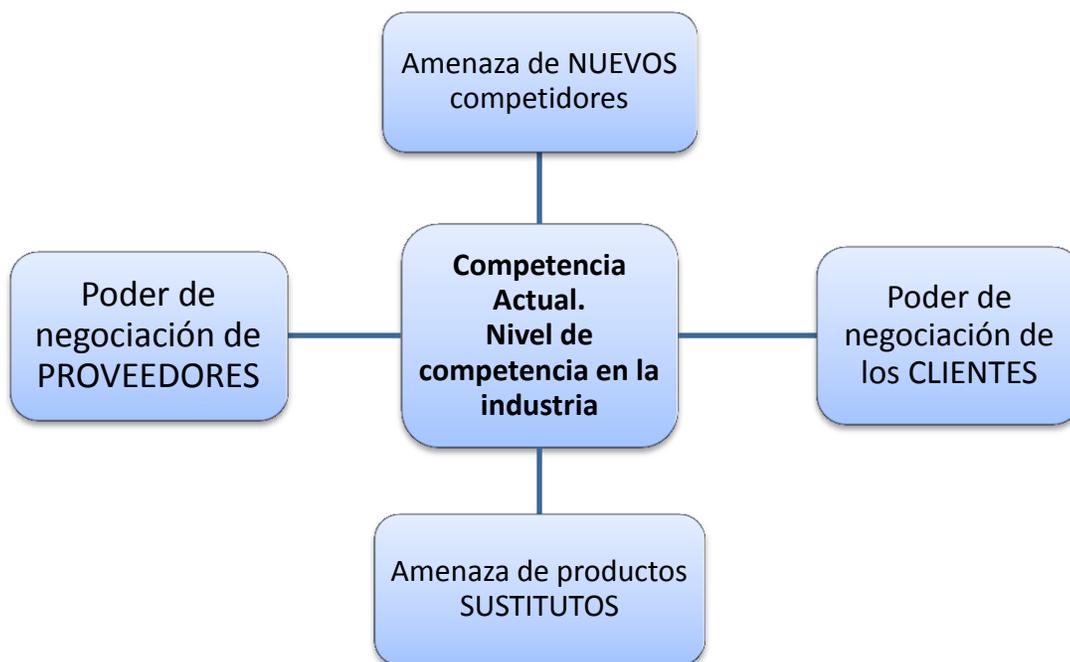
2.8.3 Análisis de Porter -Estrategia Competitiva-

El Análisis Porter de las cinco fuerzas, es un modelo estratégico elaborado por el economista y profesor de la Harvard Business School, Michael Porter, en 1979.

“Utiliza conceptos desarrollados en organización industrial y en economía identificando cinco fuerzas que determinan la intensidad competitiva y por lo tanto, el atractivo de un mercado. Porter se refiere a estas fuerzas como el micro entorno, para contrastarlo con el término más general de exploración del entorno macroeconómico. Se refieren a las fuerzas cercanas a la empresa que afectan a su capacidad para ofertar a sus clientes y obtener un beneficio” (FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, MARTÍN-CASTILLA, MORCILLO ORTEGA & RODRÍGUEZ POMEDA, 2012).

Las cinco fuerzas son: el poder de negociación de los clientes, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza de nuevos competidores, y la amenaza de productos sustitutos, en combinación con otras variables que influyen en una quinta fuerza: el nivel de competencia en una industria.

Figura 2.13 Esquema de las cinco fuerzas identificadas por Porter.



- *Amenaza de productos sustitutos.-*

Los productos sustitutos son aquellos que, bajo ciertas circunstancias del mercado, los clientes pueden consumir como alternativa al producto que ofertamos.

El servicio de reencauche, se origina de un producto que no tiene sustitución, el neumático. Y se llega a formar como una alternativa más económica y ecológica que la de adquirir llantas nuevas. Sin embargo, la provisión de llantas nuevas es la base para ofertar este

tipo de servicio, que sirve para prolongar la vida útil del neumático, por lo que nunca no lo podrá suplir en su totalidad.

Es importante en este aspecto fortalecer la imagen que tiene el servicio de reencauche para la sociedad en general, preocupándose en mantener una alta calidad tanto en el producto como el servicio, para que de esta manera todos los usuarios de neumáticos, desde los que adquieren este producto al por mayor (distribuidores, industrias, transporte, etc.) hasta los clientes finales que lo adquieren para uso particular, perciban que es un producto seguro y que puede suplir la adquisición de llantas nuevas, fomentando de esta manera el ahorro y el cuidado al medio ambiente.

- *Amenaza de nuevos competidores.*-

Si bien, por el momento, Isollanta Cía. Ltda., es una de las cinco empresas reencauchadoras del Austro que tiene la certificación del MIPRO para proveer de servicio de reencauche; dada la nueva legislación, a raíz del decreto presidencial No. 1327 que se origina el 11 de octubre de 2012, y desde el cual ya han surgido programas de gobierno que impulsan esta actividad como “REUSA LLANTA” y “SOCIOVULCANIZADORA”; es importante considerar que el mercado de reencauche se verá incrementado en ofertantes, principalmente de competidores que representen a las marcas reconocidas en el mercado de neumáticos, muchas de las cuales ya realizan las gestiones pertinentes para ingresar en el mercado de reencauche, entre las que se pueden nombrar, Continental Tire Andina (Llantera), Maxxis (Importadora Toyota), y otras que prestan sus servicios en las principales ciudades del país (Guayaquil, Quito) y que buscarán expandir sus servicios a nivel nacional, como lo es Renovallanta, Durallanta, etc.

En el mercado de reencauche, también existen los denominados reencauchadores artesanales, que también ofertan este producto, aunque sin la normativa de calidad que está

establecida para este servicio, convirtiéndose en competidores ilegales; que al no contar con procesos industriales y/o la capacidad para cubrir el mercado, no representan una amenaza para nuestras labores.

Para mantener y fortalecer nuestra cartera de clientes, como primera instancia tenemos que establecer una fidelidad comercial, tanto con clientes como proveedores, que nos permita mantener el lugar de vanguardia que ocupa Isollanta Cía. Ltda., en el mercado del austro ecuatoriano; para lo que debemos establecer como estrategias, entre otras, mantener un óptimo servicio post-venta, incrementar la variedad de productos, mejorar la calidad y tiempos de entrega en los productos que ya ofertamos.

- *Poder de negociación de los proveedores.-*

Este aspecto es de mucha relevancia en la industria del reencauche a nivel nacional, ya que el país no dispone de una empresa productora de materias primas para la industria del reencauche (la principal materia prima es la banda de rodadura pre-curada) por lo que corresponde importarla desde el extranjero. Esto ocasiona un limitante a la hora de negociar la adquisición de los materiales, primero porque no contamos con un amplio número de alternativas y después porque los tiempos de entrega y abastecimiento de materiales son muy variables y en el peor de los casos pueden complicar (por desabastecimiento o demora en el arribo de los materiales) la producción del reencauche y por consiguiente los tiempos de entrega.

En este aspecto, Isollanta Cía. Ltda., ha establecido desde los inicios de su actividad; un acuerdo estratégico con una empresa reconocida internacionalmente en el sector del reencauche que es LAMINADOS S.A.C., originaria de Perú, la misma cuenta con su marca INDELBAND® que representa a todos los materiales y productos de reencauche (bandas pre-curadas, cemento, gomas cojín, compuestos de caucho, etc.). Este acuerdo estratégico, establece que seamos una de

las dos empresas a nivel nacional que tienen la exclusividad de adquirir sus productos (la otra empresa es Renovallanta). Si bien este acuerdo estratégico no evita que se eliminen los problemas que se pueden presentar al importar grandes cantidades de materiales desde el extranjero (tiempo de entrega), sí permite establecer políticas y métodos de financiamiento favorables para las labores, así como trabajar en mejoras para los productos y materiales que adquirimos y también mantener a los trabajadores capacitados con los servicios de asesoría técnica y comercial.

- *Poder de negociación de los clientes.-*

El servicio que proveemos, es un tipo de servicio que dispone de muchas variaciones en cuanto al producto final entregado, que siempre dependerá de la elección de los clientes, en cuanto a la función que vayan a cumplir los neumáticos reencauchados ellos escogen el labrado final del reencauche. La empresa realiza mayoritariamente su producción bajo pedido, solamente hasta el 5% de la producción total son neumáticos que pertenecen a la empresa, el 95% del reencauche corresponde a neumáticos de los clientes, quienes ya han establecido un acuerdo previo en cuanto a precio y diseño para adquirir el reencauche una vez realizado el servicio.

A pesar de estas ventajas, el servicio de reencauche no es de fácil comercialización y venta, debido mayoritariamente a su precio, que si bien es mucho más económico que la adquisición de neumáticos nuevos (desde un 40% de ahorro dependiendo de las dimensiones del neumático), también se adquiere mayoritariamente con crédito, en el caso de la empresa Isollanta Cía. Ltda., solamente hasta un 10% de las ventas son al contado; lo que limita la fluidez de efectivo, obligando a prestar especial atención en aspectos como las cobranzas de las ventas realizadas y el tiempo máximo de crédito que se brinde a los clientes según su confiabilidad y

fidelidad comercial, estos aspectos se vuelven vitales a la hora de negociar la venta con nuestros clientes.

En el caso de los neumáticos la mayoría de clientes tiene un conocimiento muy general respecto al producto que adquieren, y en el caso del reencauche es incluso menor. Por lo que los clientes –en especial los clientes nuevos y finales– necesitan siempre una asesoría técnica antes de adquirir el producto. Haciendo al servicio preventiva una muy buena herramienta que mantendrá la fidelidad en los clientes y proporcionará la opción de captar nuevos mercados.

- *Nivel de competencia en la industria.-*

La industria del reencauche ha presentado un importante crecimiento este último año, a raíz, principalmente, del impulso gubernamental que se ha dado a esta actividad industrial mediante la inclusión de leyes y programas que promueven la industria.

A nivel nacional, como se ha mencionado, se calcula una tasa del 20% de reencauche sobre adquisición de llanta nueva. Como el porcentaje es relativamente bajo, son muy pocas empresas las que operan al máximo de su capacidad, en el caso de Isollanta Cía. Ltda., se calcula que ocupa un tercio de su capacidad instalada. Y estos índices son similares entre las demás empresas certificadas por el Ministerio de Industrias y Productividad.

En el mercado de reencauche, los principales adquirentes de este servicio son los comercios distribuidores, ocupando hasta el 80% de las ventas de reencauche, este tipo de clientes se abastecen siempre con algunos proveedores, y los pedidos del producto dependen siempre de la calidad y durabilidad que han presentado los mismos. Es importante en este sector del mercado, establecer políticas de comercialización que nos permita satisfacer las necesidades del cliente, es vital mantener una alta variedad de productos para ofertar, con cortos o accesibles

tiempos de entrega, para que los distribuidores continúen solicitando nuestros servicios a pesar de la inclusión de nuevos competidores en el mercado.

Después de este segmento se encuentran las empresas públicas y privadas, que hasta hace poco no participaban en este tipo de mercado, pero que en un corto tiempo se han vuelto parte vital de las labores comerciales, sobre todo porque representan mejores condiciones de pago (realizan pagos casi inmediatos); es aquí donde Isollanta presenta una marcada ventaja respecto a la competencia local, ya que la mayoría de empresas del austro solicita y contrata nuestros servicios, debido a que tenemos mayor experiencia en este tipo de contrataciones, que los competidores de la región certificados para hacerlo. Para mantener esta condición, sin importar el ingreso de otras empresas de reencauche, establecemos una relación laboral a largo plazo, con servicio postventa diferenciado en la atención a este tipo de empresas, incluyendo asesorías y capacitación constantes.

Por último, tenemos a los clientes finales u ocasionales, que solicitan nuestros servicios para el uso particular, este segmento de mercado no es representativo para la industria, pero igual se debe mantener las mejores relaciones laborales para que el producto tenga buena percepción a nivel global.

2.8.4 Análisis de los Factores Calificadores y Generadores de Pedido.

Este análisis nos ayuda a comprender cuáles son los factores de la empresa que provocan que los clientes elijan a Isollanta Cía. Ltda., de entre todas las alternativas para proveer el servicio de reencauche. A su vez nos ayuda a determinar para un futuro cercano cuáles deberán

ser los nuevos factores que nos permitan mantener la preferencia dentro del mercado de reencauche.

2.8.4.1 Análisis de los factores calificadores de pedidos.

Dentro de la industria del reencauche, existen variedad de factores que se toman en cuenta al momento de adquirir el servicio, mencionamos a continuación los principales.

- Precio.- El precio del reencauche es muy similar y estable en el mercado, para los clientes y usuarios dependerá de la fidelidad comercial que establezcan con alguna empresa, para obtener mejores precios, facilidades de financiamiento y mayores descuentos a la hora de adquirir el servicio. Se parte desde la premisa que una llanta reencauchada reduce desde un 40% el costo, frente a una llanta original. Dentro de este aspecto Isollanta Cía. Ltda., no cuenta con el mejor precio del mercado, pero a su vez sigue siendo un precio competitivo que le permite mantener un nivel de ventas conveniente para las labores empresariales.
- Tiempo de entrega.- El tiempo de entrega es muy variable, depende mayoritariamente del volumen de reencauche que un cliente necesite, siempre se trata de coordinar alguna fecha de entrega y cumplir el tiempo establecido. Este tipo de servicio no es inmediato, por lo que la programación de la producción juega un papel preponderante a la hora de establecer los tiempos en que se entregará el producto a los clientes. La empresa maneja plazos de entrega que van desde los 5 días laborables, pero lamentablemente no se tiene aún un sistema de planificación que permita determinar con mayor exactitud el plazo de entrega del producto, según las ordenes de trabajo que ingresan a la planta de producción. Dentro de este aspecto se puede mejorar las actividades de planificación, que nos permita

anticipar cualquier variante que se presente y mantener los tiempos de entrega del producto. Formando así la confiabilidad de los clientes que solicitan el servicio.

- Atención al cliente.- Este punto es de mucha importancia para mantener y crear nuevos espacios dentro del mercado de reencauche. Isollanta Cía. Ltda., utiliza un sistema comercial, que segmenta los destinos de venta principales y provee de asesores comerciales que se encargan de atender el mercado correspondiente. Como la empresa tiene participación a lo largo del austro ecuatoriano, están establecidos asesores para cada provincia y por consiguiente las ciudades que lo forman. Y dependiendo del número de clientes, se amplía el número de asesores comerciales. Lo que nos permite atender de una manera oportuna a los requerimientos y solicitudes que realicen los clientes.
- Variedad de productos.- Isollanta Cía. Ltda., cuenta con una amplia gama de productos para reencauche que le permiten abastecer cualquier tipo de solicitud o pedido del cliente. Dentro de las solicitudes generales del servicio de reencauche, existen productos “estrellas” que son los más solicitados en el mercado. Pero también tenemos la capacidad de atender pedidos especializados, que si bien no son comunes, mejoran la imagen global de la empresa y pueden generar más pedidos en el futuro. La empresa está encaminada a presentar soluciones concretas y claras ante los problemas que puedan presentar los clientes.

2.8.4.2 Análisis de los factores generadores de pedidos.

Para el sector del mercado donde participa la empresa Isollanta Cía. Ltda., se ha analizado los generadores de mercado para los distintos tipos de cliente a quienes se provee del servicio de reencauche.

- a. Factores Generadores de Pedidos para las empresas públicas.-
 - Registro MIPRO.- En el austro ecuatoriano, Isollanta Cía. Ltda., es la primera empresa reencauchadora que cuenta con el Registro del Ministerio de Industrias y Productividad, que la certifica para contratar con las empresas públicas que requieren de este tipo de servicio. Este registro incluye la Norma Técnica INEN 2582:2011 para el proceso productivo de reencauche; además contamos con la certificación ISO 9001:2008 que es solicitada por las empresas públicas y privadas para calificar y certificar a los proveedores.

- b. Factores Generadores de Pedidos para los clientes distribuidores, clientes finales, empresas privadas.-
 - Calidad del Producto.- La calidad del producto que dispone Isollanta Cía. Ltda., tiene una diferencia marcada en el ámbito local, gracias en parte a la empresa proveedora de la materia prima para el proceso de reencauche que es Laminados S.A.C., con su marca Indelband®, reconocida como una de las mejores de América Latina, con presencia comercial hasta en el continente europeo. Como consecuencia, el producto es reconocido en el mercado, lo que brinda una ventaja frente a otras reencauchadoras locales.

- Reencauche OTR.- Una sección importante dentro de la industria del reencauche es el segmento de reencauche de neumáticos OTR (OFF THE ROAD), que son los neumáticos gigantes que se utilizan en industrias como la minería, agricultura, construcción, etc. La empresa Isollanta Cía. Ltda., es la primera empresa de reencauche a nivel nacional que cuenta con este segmento, y dentro del mismo, ya acumula una experiencia laboral de más de 3 años. Esto ha ocasionado que la empresa pueda realizar acuerdos laborales y comerciales con importantes empresas a nivel nacional. Ofreciendo productos y servicios que no están disponibles en ninguna otra empresa de este tipo.

c. Posibles Factores Generadores de Pedidos, para el futuro inmediato.-

Como se había mencionado, los factores generadores de pedido, son propiedades temporales, es importante para la empresa, conocer cuáles son los factores que en un futuro inmediato le permitan generar pedidos, y de esta manera mantener y/o generar una preferencia constante frente a sus competidores en el mercado. Se analizan a continuación algunos factores:

- Precio.- Este aspecto es muy importante en las relaciones comerciales con las Empresas Públicas, según la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCPP) que se encuentra en vigencia desde el año 2008, las entidades públicas deberán calificar técnica y legalmente a las empresas que compitan por calificar como proveedoras, y en el caso de que todas las empresas cumplan con los requisitos técnicos y legales para ser proveedoras, elegirán a la empresa que oferte sus productos o servicios al menor precio. El objetivo por parte de Isollanta

Cía. Ltda., sería el de contar con una política de presupuestos y descuentos que le permita ofertar sus productos a un menor precio que la competencia.

- Atención al Cliente.- Es uno de los aspectos más importantes dentro del segmento de comercialización y ventas, en este se incluye, entre otros aspectos, la negociación, el servicio pre-venta y post-venta; mediante los cuales la empresa forma una relación laboral con su cliente que le permite conocer a detalle cualquier aspecto que suceda con el uso de su producto, es muy importante reconocer las opiniones y sugerencias para mantener a los clientes satisfechos, así como para desarrollar mejoras técnicas o de servicio que permitan optimizar la calidad del producto. Contamos con el servicio de Asesoría Técnica, que es uno de los valores agregados que presenta la empresa cuando se tiene una relación comercial, es la de brindar constante asesoría respecto al reencauche, partiendo desde los Asesores Comerciales que tienen un conocimiento especializado del producto y servicio que brindan, hasta el servicio técnico que se responsabiliza de realizar seguimientos de los neumáticos, aprovechando los sistemas informáticos (Assistire®), así como también de resolver cualquier problema que se presente con el uso de neumáticos tanto nuevos como usados. El objetivo es brindar un servicio completo a todas las flotas vehiculares que utilicen el reencauche de Isollanta Cía. Ltda., y de esta manera fomentar la fidelidad de los usuarios.
- Nuevos Productos y Servicios.- La empresa Isollanta Cía. Ltda., se ha caracterizado por ser pionera, a nivel nacional, de la mayoría de servicios correspondientes a la industria del reencauche, lo que le ha otorgado un sitio importante en el mercado. Desde que inició sus actividades, formándose como la

primer empresa en realizar reencauche al frío en el país, Isollanta se ha caracterizado por mantener siempre presente a la innovación dentro de sus actividades, ha sido la primera en utilizar el sistema de gestión de calidad ISO 9001 (certificados desde el año 2008) en este tipo de industria, así como también, formó parte del primer grupo, a nivel nacional, de empresas que obtuvo la certificación INEN 2582 para el proceso de reencauche. Fue la primera empresa en producir reencauche para neumáticos gigantes tipo OTR, y pertenece también al primer grupo de empresas que están certificadas por el MIPRO para realizar las labores de reencauche y contratar con las entidades públicas. El objetivo de la empresa es continuar en la búsqueda de nuevos productos y servicios, así como mantener siempre en vigencia los sistemas de gestión de calidad y de certificación técnica. Un objetivo cercano sería el de brindar un servicio de reencauche especializado para neumáticos de automóviles, camionetas y vehículos SUV, muy solicitado por las empresas públicas y por usuarios particulares.

CAPÍTULO TRES: PROPUESTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCION EN ISOLLANTA CÍA. LTDA.

3.1 Alcance y Objetivos de la Planificación y el Control de la Producción

La planificación y control de la producción, involucra a los mencionados departamentos desde las actividades de requerimiento de servicio de reencauche, donde se establecerá la cantidad de neumáticos a ser reencauchados y el plazo de entrega de los mismos, hasta el control de calidad de los neumáticos reencauchados, donde se asegurara el cumplimiento de las actividades determinadas en el Manual de Calidad y que normalizan al neumático con las certificaciones de calidad ISO 9001 e INEN 2582 para el proceso de reencauche.

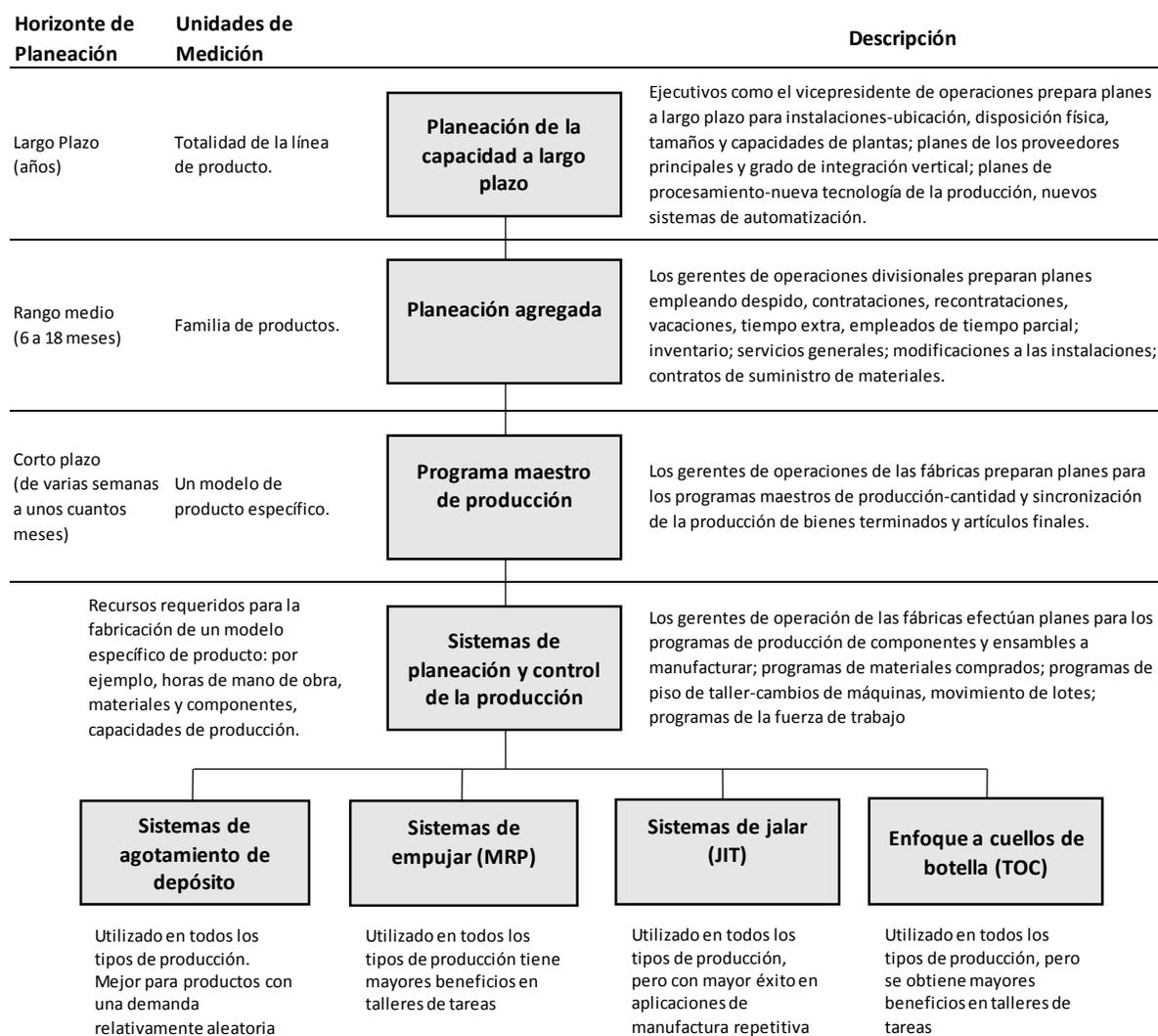
La propuesta a ser planteada, tiene como finalidad agilizar y facilitar las labores de planificación y control de la producción en el área de producción de la empresa, específicamente en su planta de reencauche al frío. Dentro de la propuesta, especificaremos las labores a ser realizadas por los departamentos de Comercialización, Producción, Gestión de Calidad, que se ven directamente involucrados en el proceso de planificación y control. El departamento de Producción se encarga de realizar las labores en los plazos de tiempo requerido cumpliendo con las cantidades solicitadas por el departamento de Comercialización, a su vez el departamento de Gestión de Calidad se encargará de supervisar el total cumplimiento de la normativa técnica para el proceso de reencauche y su respectiva comercialización al cliente que requiere el servicio.

3.2 Jerarquía en la Planeación de la Producción

“La figura 3.1 ilustra la planeación de la producción a corto, mediano y a largo plazo. La planeación de la capacidad a largo plazo es necesaria para desarrollar instalaciones y equipo, los principales proveedores y los procesos de producción, mismos que se convierten en restricciones para los planes a mediano y corto plazo. La planeación agregada desarrolla planes de producción a mediano plazo en lo que se refiere a empleo, a inventarios agregados, a servicios generales, a modificaciones a las instalaciones y a contratos de suministro de materiales. Estos planes agregados imponen restricciones sobre los siguientes planes de producción.

Los programas maestros de producción son planes a corto plazo para producir productos terminados o bienes finales, utilizados para guiar a los sistemas de planeación y control de la producción. Estos sistemas desarrollan programas a corto plazo de producción de piezas y de ensambles, programas de adquisición de materiales, programas de piso de taller y programas de fuerza de trabajo” (GAITHER & FRAZIER, 2000, pág. 315).

Figura 3.1 Planeación de la Producción en la Manufactura.



Nota. Fuente: GAITHER & FRAZIER, 2000, pág. 316

La propuesta a ser presentada, parte desde el Programa Maestro de Producción, que en Isollanta Cía. Ltda., tiene un horizonte de planeación de un mes. Desde aquí se originarán los Programas de Producción Diarios, con el objetivo de abastecer las necesidades de la empresa y los clientes, para comercializar los neumáticos reencauchados cumpliendo toda normativa técnica y legal.

3.3 Entorno de Producción en la empresa Isollanta Cía. Ltda.

Como especificamos en el primer capítulo, es necesario clasificar el entorno de producción presente en la empresa, para facilitar las labores de planificación y control. Dentro de los distintos tipos de Ambientes de Producción, diferenciamos el siguiente para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

- Armado Bajo Pedido ATO (siglas en inglés para Assamble To Order), en el caso del reencauche el servicio inicia luego de la solicitud del cliente, donde el mismo especificará claramente el tipo de reencauche a ser realizado, mediante la elección del diseño de banda precurada a ser utilizada en las labores de reencauche.
- Procesamiento Repetitivo o de Flujo, a su vez, en el caso del servicio de reencauche el proceso es repetitivo ya que se realizan las mismas labores para cualquier reencauche de neumático, es un proceso lineal que utiliza la misma maquinaria y personal para realizar el trabajo de reencauche.

Una vez determinado este aspecto, podemos concluir que la principal necesidad en este tipo de entorno de trabajo es mantener la eficiencia del proceso, es decir, que la línea de producción de reencauche trabaje con normalidad utilizando los recursos necesarios, con especial cuidado de la maquinaria ya que es altamente especializada e irremplazable, si se detiene algún proceso en específico se detendría toda la producción de reencauche.

3.4 Pronósticos de la Demanda

“Los pronósticos de la demanda futura son esenciales para tomar decisiones sobre la cadena de suministro ya que forman la base de toda la planeación. El punto de inicio de prácticamente todos los sistemas de planificación se da a partir de la demanda real o esperada de los clientes. Sin embargo, en casi todos los casos el tiempo necesario para generar y entregar el producto o servicio excederá la expectativa del cliente. Si se quiere evitar que esto suceda, la producción tendrá que dar principio antes de que se conozca la demanda real del consumidor. Así, la producción deberá iniciar a partir de la demanda esperada o, en otras palabras, de un pronóstico de la demanda” (CHAPMAN, 2006, pág. 17).

Sin importar el propósito del sistema para el que se utilizará el pronóstico, es muy importante comprender algunas de sus características fundamentales:

- *Los pronósticos casi siempre son incorrectos.* “Pocas veces tiene importancia si un pronóstico es correcto o no; lo sustancial es concentrar nuestra atención en “qué tan equivocado esperamos que sea” y en “cómo planeamos darle cabida al error potencial en el pronóstico”.

Buena parte del análisis de la capacidad de almacenamiento y/o inventario temporal que la empresa puede utilizar, se relaciona directamente con el tamaño del error de pronóstico”

(CHAPMAN, 2006, pág. 18).

- *Los pronósticos son más precisos para grupos o familias de artículos.* “Casi siempre es más fácil desarrollar un buen pronóstico para una línea de productos que para un producto individual, ya que los errores de proyección respecto de productos individuales tienden a cancelarse entre sí a medida que se les agrupa” (CHAPMAN, 2006, pág. 18).

- *Los pronósticos son más precisos cuando se hacen para periodos cortos.* “En general son menos las perturbaciones potenciales respecto del futuro próximo que pueden impactar la demanda de productos. La demanda en periodos futuros más amplios casi siempre resulta menos confiable” (CHAPMAN, 2006, pág. 18).
- *Todo pronóstico debe incluir un error de estimación.* “En la primera característica de este listado se indicó la importancia de responder a la pregunta: “¿qué tan incorrecto es el pronóstico?” Por lo tanto, es muy importante que el pronóstico vaya acompañado de una estimación numérica del error de pronóstico. Para estar completo, un buen pronóstico contiene tanto una estimación básica como una estimación de su error” (CHAPMAN, 2006, pág. 18).
- *Los pronósticos no son sustituto de la demanda calculada.* “Si usted cuenta con información de la demanda real para un periodo dado, no realice nunca cálculos con base en el pronóstico para ese mismo marco temporal. Utilice siempre la información real cuando esté disponible” (CHAPMAN, 2006, pág. 17).

3.4.1 Principales categorías de pronóstico

Existen dos tipos fundamentales de pronósticos: *cualitativos* y *cuantitativos*. A su vez los pronósticos cuantitativos se diferencian en dos métodos: el causal y las series de tiempo.

- a. Pronósticos cualitativos.- “Como indica su nombre, los pronósticos cualitativos son aquellos que se generan a partir de información que no tiene una estructura analítica bien definida. Este tipo de pronósticos resulta especialmente útil cuando no se tiene disponibilidad de información histórica, como en el caso de un producto nuevo que no cuenta con una historia de ventas. Tiene las siguientes características:

- Por lo general el pronóstico se basa en un juicio personal o en alguna información cualitativa externa.
- El pronóstico tiende a ser subjetivo; toda vez que suele desarrollarse a partir de la experiencia de las personas involucradas, con frecuencia estará sesgado con base en la posición potencialmente optimista o pesimista de dichas personas.
- Una ventaja de este método radica en que casi siempre permite obtener algunos resultados con bastante rapidez.
- En ciertos casos, la proyección cualitativa es especialmente importante, ya que puede constituir el único método disponible.
- Estos métodos suelen utilizarse para productos individuales o familias de productos, y rara vez para mercados completos” (CHAPMAN, 2006, pág. 19).

b. Pronósticos cuantitativos:

- *Método causal.* “Este método se basa en el concepto de relación entre variables; es decir, en la suposición de que una variable medida “ocasiona” que la otra cambie de una forma predecible.

El presente método parte de un supuesto importante de causalidad, y de que la variable causal puede ser medida de manera precisa. La variable medida que ocasiona que la otra variable cambie con frecuencia se denomina “indicador líder”. Por ejemplo, el inicio de la construcción de nuevas viviendas suele utilizarse como indicador líder para desarrollar pronósticos en muchos otros sectores de la economía. Si se desarrollan indicadores líderes apropiados, este método con frecuencia ofrece excelentes resultados en cuanto a pronósticos.

Como un beneficio colateral, el proceso de desarrollar el modelo permite, muchas veces, que quienes se encargan de él obtengan un importante conocimiento adicional de mercado. Por ejemplo, si usted se encuentra desarrollando un modelo causal de viajes de vacaciones tomando como base el indicador líder del precio de la gasolina, es probable que aprenda sobre los mecanismos que controlan los precios de la gasolina y los patrones de los viajes típicos de vacaciones.

Este método rara vez se utiliza para un producto; es más común emplearlo para mercados o industrias completas. Muchas veces su puesta en práctica consume demasiado tiempo y resulta muy cara, principalmente debido a la necesidad de desarrollar relaciones y obtener información causal” (CHAPMAN, 2006, pág. 22).

- *Series de tiempo.* “Los pronósticos de series de tiempo se encuentran entre los más utilizados por los paquetes de pronóstico vinculados con la proyección de demanda de productos. Todos ellos parten, básicamente, de un supuesto común: que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma. Por último, esto implica el supuesto de que la única variable real independiente en el pronóstico de series de tiempo es, precisamente, el tiempo. Dado que se basan en información interna (ventas), en ocasiones se les denomina pronósticos intrínsecos” (CHAPMAN, 2006, pág. 19).
Existen diferentes tipos de pronósticos por series de tiempo que se pueden utilizar, entre los métodos más conocidos se encuentran: promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavizado exponencial simple, regresión lineal, regresión ajustada

estacionalmente. Se debe utilizar el método que mejor se ajuste a los datos históricos que se vayan a analizar.

3.4.2 Pronósticos para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

En el caso práctico de la empresa Isollanta Cía. Ltda., se analizará la información histórica desde dos patrones diferentes.

El primer análisis se realizará a las ventas de llantas reencauchadas, los datos históricos considerados comprenden el último periodo de trece meses donde se dispone de información real al momento de hacer el estudio (desde enero del año 2013 hasta enero del año 2014). Los datos pronosticados están destinados a ser utilizados en la propuesta de planificación y programación de la producción.

El segundo análisis comprende el consumo de materia prima y materiales, así mismo los datos históricos considerados comprenden el último periodo de doce meses donde se encuentra disponible la información real (desde enero hasta diciembre del año 2013). Los pronósticos estarán encaminados a la propuesta de planificación y programación de las compras y adquisiciones que realiza la empresa.

Los pronósticos se realizarán para el semestre comprendido desde mayo hasta octubre del 2014.

3.4.2.1 Pronóstico de venta de reencauche.

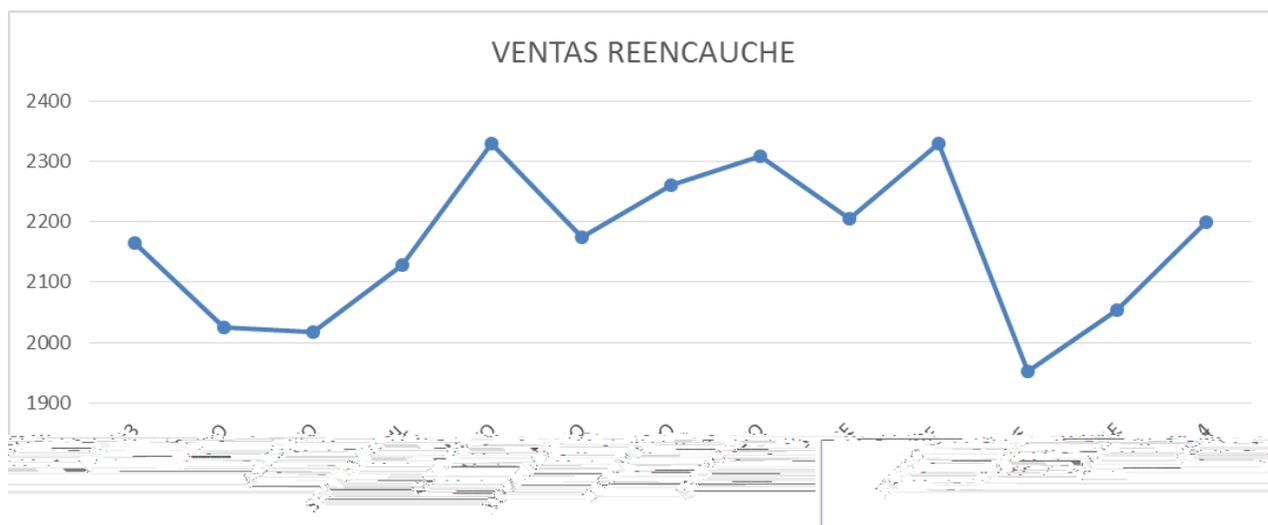
En el siguiente cuadro se presentará la información histórica de las ventas de la empresa Isollanta Cía. Ltda., las mismas están expresadas en unidades de llantas reencauchadas vendidas en cada mes, y se dividen en distintos segmentos de comercialización, expresados en los términos V1 hasta V6 (los cuales no podemos detallar o especificar su información o significado en el presente estudio, debido a la privacidad de la información de la empresa Isollanta Cía. Ltda.)

Tabla 3.1 Datos históricos de las ventas de reencauche en la empresa Isollanta Cía. Ltda.

| | ENERO '13 | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | ENERO '14 |
|--------------|-----------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| V1 | 679 | 506 | 464 | 488 | 433 | 447 | 480 | 556 | 488 | 510 | 500 | 357 | 487 |
| V2 | 377 | 448 | 495 | 513 | 647 | 527 | 481 | 515 | 480 | 484 | 452 | 442 | 447 |
| V3 | 519 | 484 | 466 | 459 | 444 | 507 | 582 | 520 | 512 | 527 | 435 | 525 | 552 |
| V4 | 303 | 281 | 309 | 361 | 311 | 309 | 356 | 347 | 422 | 409 | 292 | 388 | 360 |
| V5 | 286 | 233 | 212 | 216 | 326 | 261 | 260 | 296 | 245 | 286 | 211 | 286 | 233 |
| V6 | 0 | 74 | 72 | 91 | 169 | 124 | 101 | 74 | 58 | 113 | 62 | 55 | 120 |
| TOTAL VENTAS | 2164 | 2026 | 2018 | 2128 | 2330 | 2175 | 2260 | 2308 | 2205 | 2329 | 1952 | 2053 | 2199 |

Los datos históricos de ventas, muestran un patrón de comportamiento aleatorio (como se muestra en la figura 3.2), dada que la variación de los mismos no es demasiado alta -los valores fluctúan entre 1950 y 2350 unidades-, se decide realizar una regresión lineal para el pronóstico de los siguientes meses de venta.

Figura 3.2 Presentación gráfica del patrón de comportamiento en las ventas de reencauche.



“La *regresión*, conocida en ocasiones como “línea de mejor ajuste”, es una técnica estadística para intentar ajustar una línea a partir de un conjunto de puntos mediante el uso del mínimo error cuadrado total entre los puntos reales y los puntos sobre la línea. Una de las bondades de la regresión es que permite determinar ecuaciones de líneas de tendencia”

(CHAPMAN, 2006, pág. 32), ver figura 3.3. La forma general de regresión es:

$$Y = a + bX$$

Donde,

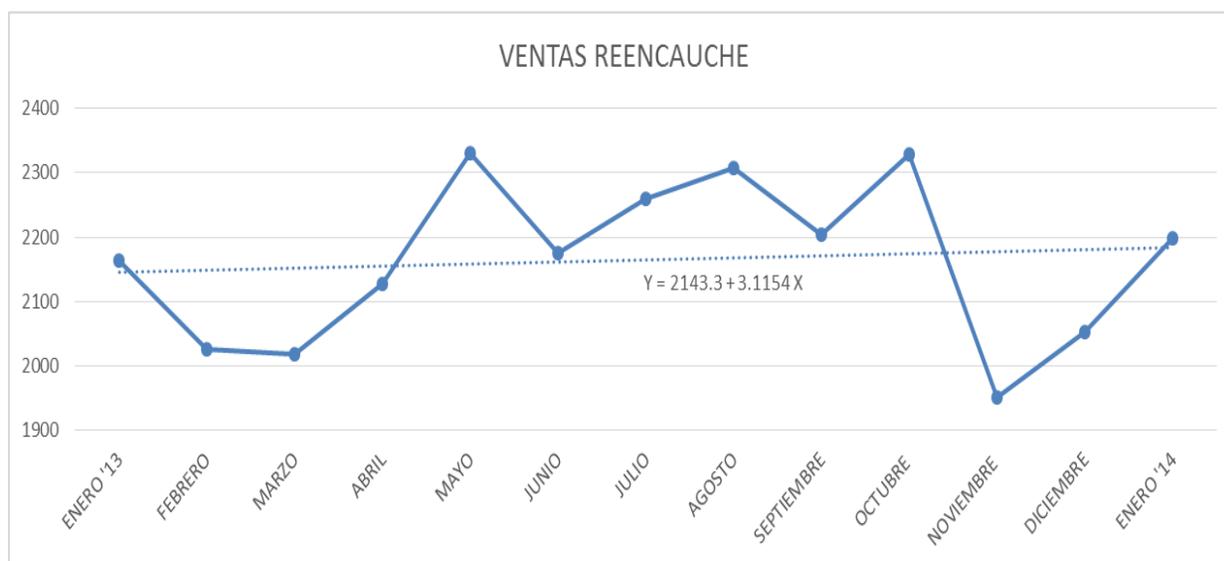
$$a = \frac{\sum y}{N}$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

El coeficiente ‘a’ es la pendiente de la línea, y el coeficiente ‘b’ es la intersección ‘X’.

Los valores 'y' para el cálculo de los coeficientes 'a' y 'b' hacen referencia a los datos históricos o reales sobre los cuales se hará la regresión. Los valores 'x' se refieren a la línea de tiempo sobre la que se hace la regresión. El valor N comprende el número total de datos que se utilizan para la regresión lineal.

Figura 3.3 Ecuación de regresión lineal (línea de tendencia) para las ventas de reencauche en la empresa Isollanta Cía. Ltda.



Una vez hallada la ecuación de línea de tendencia, se podrán calcular los valores para los meses siguientes.

Ecuación de regresión:

$$Y = 2143.3 + 3.1154 X$$

Para pronosticar los valores futuros, se reemplaza el valor de 'X' correspondiente al mes del que se desea encontrar el pronóstico, siguiendo la secuencia desde $X=1$ para el primer

periodo (en este caso el mes de enero de 2013) hacia delante de manera indefinida. Por ejemplo: $X=15$ para el mes de marzo de 2014.

A continuación presentamos el pronóstico para los meses desde Mayo hasta Octubre del año 2014, expresados en unidades de llantas reencauchadas, para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

Tabla 3.2 Pronóstico de ventas para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

| PRONÓSTICOS | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE '14 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| V1 | 411.26 | 403.20 | 395.13 | 387.07 | 379.00 | 370.93 |
| V2 | 473.42 | 472.24 | 471.05 | 469.87 | 468.69 | 467.51 |
| V3 | 537.19 | 540.66 | 544.13 | 547.60 | 551.08 | 554.55 |
| V4 | 408.80 | 415.47 | 422.13 | 428.80 | 435.46 | 442.13 |
| V5 | 259.20 | 259.34 | 259.48 | 259.63 | 259.77 | 259.91 |
| V6 | 106.44 | 108.52 | 110.60 | 112.69 | 114.77 | 116.85 |
| TOTAL | 2196.31 | 2199.42 | 2202.54 | 2205.65 | 2208.77 | 2211.88 |

3.4.2.2 Pronóstico del consumo de materia prima.

En el cuadro que presentamos a continuación se encuentra la información histórica del consumo de las principales materias primas que se utilizan en el proceso de reencauche en la empresa Isollanta Cía. Ltda., los valores están expresados en kilogramos de material.

Se diferencian tres tipos principales de materia prima adquirida por la empresa; para cada uno se utiliza una codificación diferente, y a su vez, cada tipo presenta subdivisiones que indican específicamente el material adquirido. Desde ahora en adelante, el código BPR se utilizará para: ‘Banda Precurada Para Reencauche’, el código MPR representará a: ‘Materia Prima para Reencauche’, y por último el código MPO hará referencia a: ‘Materia Prima para Reencauche’.

OTR'. Cada numeración hace referencia a un componente específico que, por motivos de privacidad de la información de la empresa Isollanta Cía. Ltda., no se podrá publicar en esta tesis.

Tabla 3.3 Consumo de materia prima en el año 2013, para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

| CONSUMO DE MATERIA PRIMA - CONTROL MENSUAL | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| CÓDIGO | ENERO/13 | FEBRERO/13 | MARZO/13 | ABRIL/13 | MAYO/13 | JUNIO/13 | JULIO/13 | AGOSTO/13 | SEPTIEMBRE/13 | OCTUBRE/13 | NOVIEMBRE/13 | DECIEMBRE/13 | MEDIA TOTAL |
| BPR-001 | 0.00 | 100.00 | 50.00 | 69.00 | 0.00 | 10.00 | 70.00 | 50.00 | 50.00 | 10.00 | 50.00 | 40.00 | 41.58 |
| BPR-002 | 229.90 | 154.10 | 291.80 | 376.50 | 118.40 | 126.00 | 279.40 | 302.10 | 427.10 | 142.50 | 118.20 | 216.00 | 231.83 |
| BPR-003 | 1167.40 | 398.60 | 208.00 | 460.80 | 330.50 | 1142.60 | 712.60 | 513.00 | 298.60 | 678.20 | 332.40 | 273.20 | 542.99 |
| BPR-004 | 138.00 | 233.00 | 266.50 | 447.00 | 273.00 | 232.00 | 589.50 | 508.00 | 272.00 | 406.00 | 396.00 | 461.50 | 351.88 |
| BPR-005 | 125.50 | 51.00 | 35.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 127.20 | 376.70 | 0.00 | 59.66 |
| BPR-006 | 0.00 | 0.00 | 54.00 | 86.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 38.00 | 200.00 | 458.00 | 69.67 |
| BPR-007 | 128.89 | 311.30 | 89.71 | 239.17 | 245.31 | 144.01 | 195.30 | 316.13 | 140.36 | 387.78 | 495.01 | 277.95 | 247.58 |
| BPR-008 | 150.00 | 138.00 | 262.00 | 314.00 | 344.00 | 610.00 | 251.50 | 151.00 | 103.50 | 515.00 | 658.00 | 504.00 | 333.42 |
| BPR-009 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 137.85 | 53.55 | 129.10 | 370.90 | 57.62 |
| BPR-010 | 291.00 | 0.00 | 673.50 | 306.40 | 583.30 | 1202.30 | 686.70 | 667.60 | 696.00 | 568.40 | 760.30 | 612.90 | 587.37 |
| BPR-011 | 565.33 | 535.05 | 969.12 | 732.97 | 1349.67 | 735.46 | 1563.55 | 945.45 | 1646.64 | 971.32 | 933.58 | 584.03 | 961.01 |
| BPR-012 | 624.90 | 1562.45 | 1658.51 | 1119.52 | 1350.02 | 517.12 | 1248.01 | 1301.75 | 914.42 | 1428.51 | 1849.00 | 1141.72 | 1226.33 |
| BPR-013 | 1163.20 | 500.00 | 1241.60 | 940.80 | 1260.80 | 741.60 | 2040.00 | 1040.00 | 1363.20 | 1160.80 | 660.00 | 1320.00 | 1119.33 |
| BPR-014 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 147.00 | 12.25 |
| BPR-015 | 176.66 | 409.93 | 119.13 | 188.80 | 128.00 | 358.73 | 271.33 | 105.46 | 0.00 | 0.00 | 121.53 | 204.00 | 173.63 |
| BPR-016 | 1903.15 | 1397.21 | 1431.79 | 1565.68 | 1051.62 | 1724.20 | 1448.24 | 1975.60 | 1523.68 | 1345.41 | 1179.54 | 1639.68 | 1515.48 |
| BPR-017 | 3501.30 | 3859.30 | 2890.00 | 2321.30 | 2093.00 | 2737.60 | 2167.90 | 756.00 | 2359.00 | 1613.20 | 2461.90 | 1392.90 | 2346.12 |
| BPR-018 | 1166.00 | 1122.00 | 814.00 | 1342.00 | 484.00 | 1154.00 | 696.00 | 396.00 | 842.00 | 1157.00 | 682.00 | 682.00 | 857.92 |
| BPR-019 | 0.00 | 0.00 | 484.00 | 22.00 | 594.00 | 726.00 | 568.00 | 948.00 | 636.00 | 594.00 | 702.00 | 418.00 | 474.33 |
| BPR-020 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 79.22 | 194.62 | 0.00 | 117.00 | 0.00 | 0.00 | 32.57 |
| BPR-021 | 78.80 | 106.60 | 265.00 | 224.80 | 222.40 | 92.60 | 173.40 | 62.40 | 111.20 | 63.60 | 158.00 | 111.40 | 139.18 |
| BPR-022 | 19.40 | 38.80 | 195.10 | 494.80 | 172.10 | 158.10 | 230.90 | 158.10 | 112.60 | 185.20 | 109.10 | 145.80 | 168.33 |
| BPR-023 | 16.00 | 400.00 | 752.00 | 464.00 | 432.00 | 320.00 | 496.00 | 578.40 | 192.00 | 274.00 | 464.00 | 176.00 | 380.37 |
| BPR-024 | 84.00 | 356.00 | 1294.00 | 974.00 | 910.00 | 962.00 | 1076.00 | 538.00 | 378.00 | 630.00 | 734.00 | 1206.00 | 761.83 |
| BPR-025 | 0.00 | 8.04 | 22.80 | 158.00 | 127.08 | 151.66 | 119.27 | 162.04 | 245.60 | 230.92 | 254.14 | 202.52 | 140.17 |
| BPR-026 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 91.60 | 89.80 | 124.00 | 117.60 | 193.20 | 441.30 | 252.60 | 788.10 | 274.10 | 197.69 |
| BPR-027 | 0.00 | 126.20 | 59.50 | 204.00 | 229.50 | 198.50 | 60.50 | 221.50 | 36.60 | 52.00 | 102.00 | 61.50 | 112.65 |
| BPR-028 | 308.48 | 150.04 | 583.06 | 304.05 | 273.20 | 241.48 | 348.57 | 530.64 | 548.00 | 486.28 | 216.15 | 335.20 | 360.43 |
| BPR-029 | 134.42 | 185.90 | 341.75 | 152.10 | 435.78 | 169.80 | 172.09 | 341.31 | 282.02 | 97.80 | 614.00 | 265.40 | 266.03 |
| BPR-030 | 274.40 | 582.80 | 534.50 | 165.10 | 348.52 | 784.95 | 371.03 | 639.42 | 1128.62 | 309.79 | 585.14 | 458.02 | 515.19 |
| BPR-031 | 62.90 | 0.00 | 0.00 | 182.60 | 135.60 | 405.76 | 221.69 | 83.90 | 212.60 | 100.10 | 72.46 | 79.80 | 129.78 |
| BPR-032 | 0.00 | 152.00 | 105.00 | 149.00 | 349.00 | 247.00 | 399.00 | 475.00 | 57.00 | 380.00 | 19.00 | 266.00 | 216.50 |
| BPR-033 | 0.00 | 68.00 | 181.00 | 126.00 | 410.00 | 169.00 | 338.00 | 133.00 | 448.00 | 257.00 | 292.00 | 19.00 | 203.42 |
| BPR-034 | 763.50 | 988.50 | 1079.50 | 984.00 | 990.50 | 782.00 | 916.00 | 820.50 | 366.50 | 456.00 | 858.50 | 421.50 | 785.58 |
| BPR-035 | 0.00 | 40.32 | 33.40 | 77.56 | 47.88 | 26.48 | 8.40 | 34.34 | 57.76 | 19.22 | 32.76 | 16.08 | 32.85 |
| BPR-036 | 148.77 | 122.68 | 202.75 | 209.18 | 242.42 | 320.51 | 189.92 | 268.90 | 410.40 | 325.68 | 325.79 | 206.17 | 247.76 |
| BPR-037 | 673.80 | 872.30 | 1187.60 | 1241.40 | 1254.40 | 1108.80 | 1401.60 | 1614.00 | 1950.10 | 1904.70 | 1267.70 | 1949.30 | 1368.81 |
| BPR-038 | 1404.13 | 1556.54 | 1944.96 | 1838.46 | 2540.54 | 2339.77 | 1678.28 | 2448.25 | 1319.88 | 2179.71 | 966.88 | 2229.21 | 1870.55 |
| BPR-039 | 1267.01 | 2135.43 | 1282.83 | 1072.05 | 1515.74 | 1835.68 | 1414.55 | 560.47 | 790.63 | 1646.32 | 544.22 | 1432.64 | 1291.46 |
| BPR-040 | 632.15 | 605.94 | 901.62 | 799.33 | 454.20 | 403.81 | 1228.33 | 530.14 | 335.13 | 1396.33 | 980.23 | 648.06 | 742.94 |
| BPR-041 | 924.14 | 429.25 | 369.50 | 410.05 | 378.00 | 285.75 | 1263.00 | 1049.27 | 839.85 | 450.14 | 796.60 | 836.45 | 669.33 |
| BPR-042 | 455.34 | 475.97 | 664.46 | 538.95 | 664.89 | 222.10 | 867.78 | 522.62 | 458.75 | 476.02 | 462.73 | 248.14 | 504.81 |
| BPR-043 | 768.26 | 1201.20 | 161.70 | 526.20 | 764.40 | 602.00 | 1361.94 | 273.44 | 824.28 | 495.82 | 482.73 | 247.70 | 642.47 |
| BPR-044 | 654.80 | 832.63 | 848.25 | 865.00 | 553.60 | 605.11 | 1230.88 | 1094.90 | 622.80 | 588.20 | 848.24 | 207.60 | 746.00 |
| BPR-045 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 314.08 | 0.00 | 106.70 | 65.40 | 174.50 | 62.40 | 122.20 | 81.34 | 77.22 |
| BPR-046 | 466.64 | 83.66 | 19.20 | 191.00 | 645.14 | 766.50 | 770.78 | 594.56 | 500.70 | 144.52 | 47.04 | 474.76 | 392.04 |
| BPR-047 | 821.00 | 1465.69 | 991.89 | 855.17 | 351.00 | 755.50 | 582.70 | 476.50 | 839.50 | 296.62 | 737.75 | 884.30 | 754.80 |
| BPR-048 | 444.50 | 461.00 | 517.50 | 468.00 | 789.50 | 639.00 | 275.00 | 645.00 | 738.00 | 631.50 | 398.00 | 1028.50 | 586.29 |
| BPR-049 | 0.00 | 0.00 | 623.92 | 309.44 | 658.45 | 257.77 | 387.33 | 352.95 | 367.80 | 127.04 | 310.81 | 210.45 | 300.50 |
| SUBTOTAL BPR | 21733.67 | 24217.43 | 26701.95 | 24607.78 | 26505.34 | 27137.25 | 30674.49 | 25638.86 | 26200.47 | 25833.38 | 25453.53 | 25466.72 | 25847.57 |
| MPR-001 | 2092.99 | 2133.68 | 2409.20 | 2254.58 | 2382.35 | 2387.84 | 2655.64 | 2217.17 | 2326.49 | 2299.60 | 2217.90 | 2175.79 | 2296.10 |
| MPR-002 | 808.52 | 685.22 | 859.82 | 824.27 | 841.20 | 937.61 | 999.68 | 866.98 | 909.79 | 1010.74 | 888.62 | 773.46 | 867.16 |
| MPR-003 | 582.93 | 554.42 | 653.81 | 607.39 | 637.21 | 673.98 | 738.46 | 626.25 | 657.15 | 683.03 | 632.87 | 591.34 | 636.57 |
| MPR-004 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 |
| SUBTOTAL MPR | 3496.44 | 3385.32 | 3934.83 | 3698.24 | 3872.76 | 4011.43 | 4405.78 | 3722.40 | 3905.43 | 4005.37 | 3751.39 | 3552.59 | 3811.83 |
| MPO-001 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 130.00 | 132.00 | 0.00 | 21.83 |
| MPO-002 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 380.00 | 0.00 | 198.00 | 0.00 | 266.00 | 70.33 |
| MPO-003 | 0.00 | 0.00 | 336.00 | 0.00 | 0.00 | 336.00 | 0.00 | 0.00 | 504.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 98.00 |
| MPO-004 | 1344.00 | 196.00 | 837.00 | 1508.00 | 913.00 | 1796.00 | 1477.00 | 1250.50 | 1715.00 | 3237.00 | 1975.00 | 630.00 | 1406.54 |
| MPO-005 | 0.00 | 33.00 | 36.00 | 0.00 | 68.00 | 24.00 | 48.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.42 |
| MPO-006 | 315.00 | 109.00 | 135.00 | 0.00 | 209.00 | 86.00 | 128.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 52.50 | 0.00 | 86.21 |
| MPO-007 | 74.00 | 47.00 | 68.00 | 0.00 | 109.00 | 56.00 | 66.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.50 | 0.00 | 37.13 |
| MPO-008 | 388.00 | 116.00 | 209.00 | 246.00 | 215.00 | 477.00 | 416.50 | 544.00 | 457.00 | 640.00 | 531.00 | 286.00 | 377.13 |
| SUBTOTAL MPO | 2121.00 | 501.00 | 1621.00 | 1754.00 | 1514.00 | 2775.00 | 2135.50 | 2174.50 | 2676.00 | 4205.00 | 2716.00 | 1182.00 | 2114.58 |
| TOTAL | 27351.11 | 28103.75 | 32257.78 | 30060.02 | 31892.10 | 33923.68 | 37215.77 | 31535.76 | 32781.90 | 34043.75 | 31920.92 | 30201.31 | 31773.99 |

Al analizar los datos históricos, podemos diferenciar que en la mayoría de componentes los valores de consumo presentan un patrón aleatorio, que puede llegar a ser bastante impredecible en algunos componentes en específico; como por ejemplo, el consumo del material BPR-038 en el último trimestre del año 2013 (su consumo descendió, de 2179 kg en el mes de octubre, a 966 kg en el mes de noviembre, para incrementarse nuevamente, a 2229 kg en diciembre), lo que dificulta, en gran medida, el cálculo y la obtención de pronósticos que sean cercanos a la realidad.

A pesar de esto se puede notar que los grupos BPR y MPR (figuras 3.4 y 3.5), en términos globales, mantienen una aleatoriedad y correspondencia entre un mes y el otro, con variaciones pequeñas de consumo; podemos distinguir también, que estos grupos de material guardan correspondencia el uno con el otro, es decir cuando se incrementa el consumo de BPR se incrementa también el consumo de MPR, esto se debe a que los materiales se destinan al mismo tipo de reencauche, el cual es el de llantas comerciales. A su vez, podemos determinar que, en el grupo MPO la aleatoriedad es mucho menos predecible (como podemos observar en la figura 3.6), ya que presenta cambios bruscos de consumo, tanto de incremento como de disminución, así como también, muchos materiales dentro del grupo no se utilizan durante meses, y además, no presenta ninguna correspondencia con los otros dos grupos de materiales, esto se debe a que este grupo hace referencia al reencauche OTR, que es otra sección de producción totalmente independiente al reencauche comercial.

Figura 3.4 Consumo histórico de materiales BPR en Isollanta Cía. Ltda.

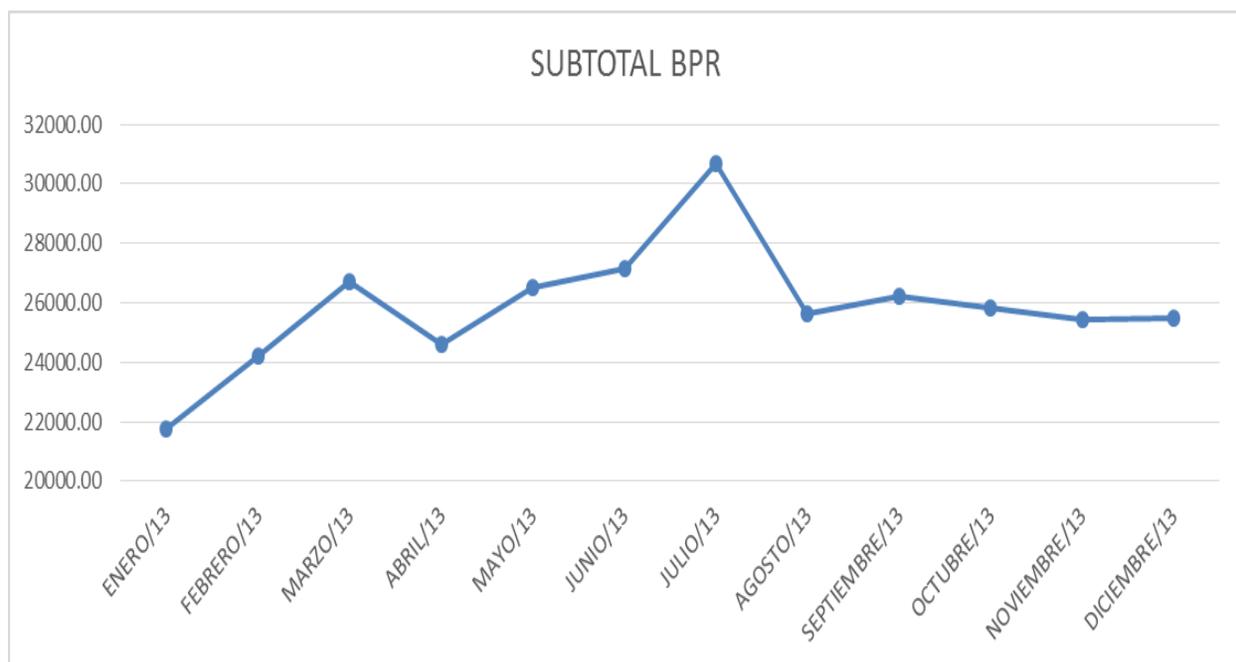


Figura 3.5 Consumo histórico de materiales MPR en Isollanta Cía. Ltda.

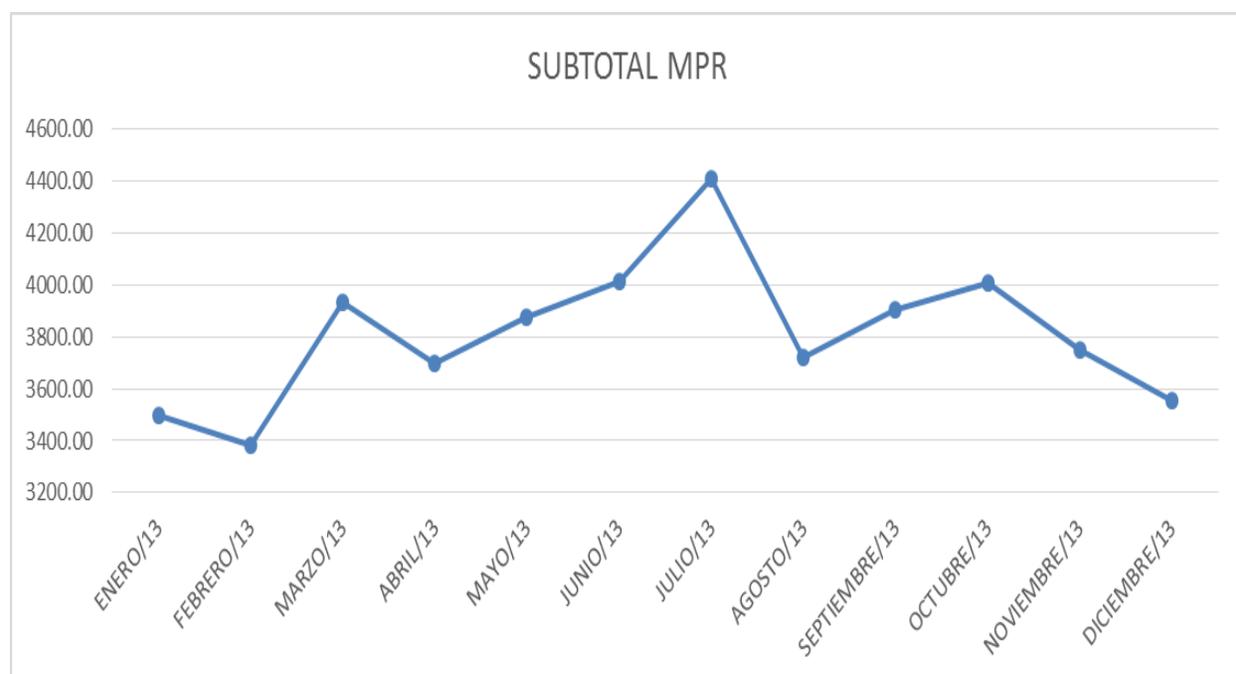
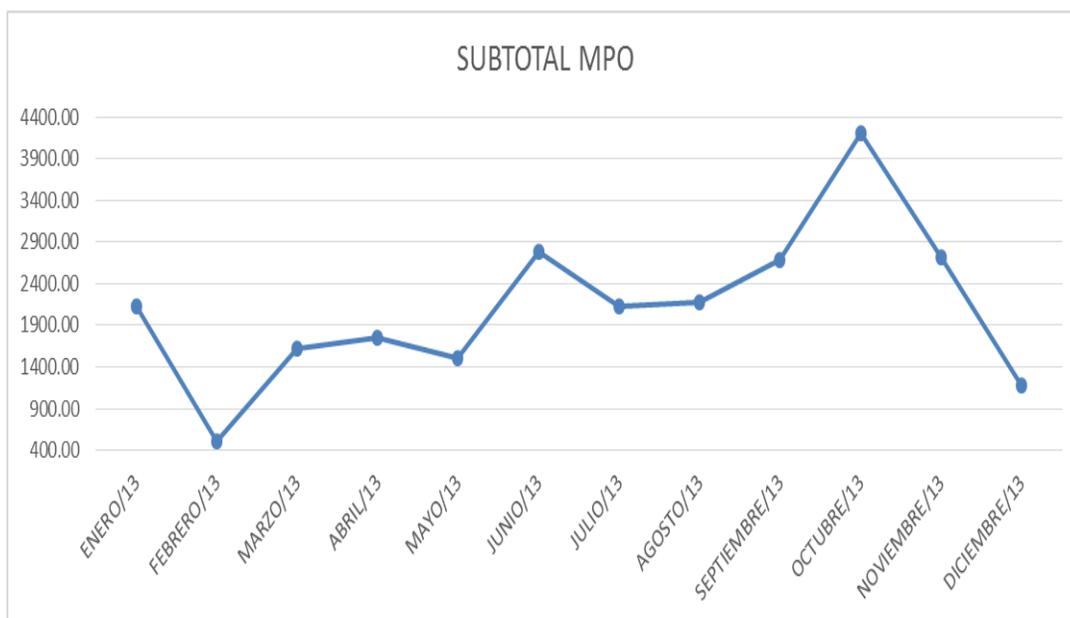


Figura 3.6 Consumo histórico de materiales MPO en Isollanta Cía. Ltda.



Se decide proceder, mediante el método de regresión lineal, para los pronósticos de consumo de los dos primeros grupos de materiales, el BPR y el MPR; pero para el grupo de materiales MPO (que corresponde a la producción OTR) debido a su variabilidad, a que su producción no es tan regular o predecible, y suponiendo que se mantendrá el volumen de ventas y uso de materiales similar al año 2013, se procederá solamente a utilizar el uso promedio del último año, y de esta manera establecer un consumo esperado para el periodo de pronóstico del año 2014.

A continuación se muestran las ecuaciones de regresión lineal realizadas para los pronósticos.

Figura 3.7 Ecuación de regresión lineal para el consumo de los materiales BPR.

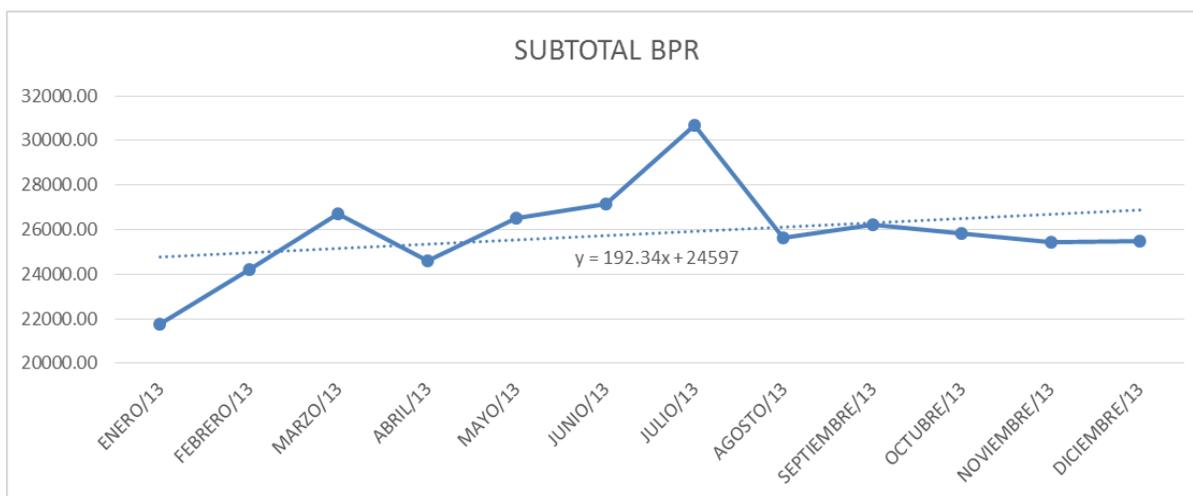
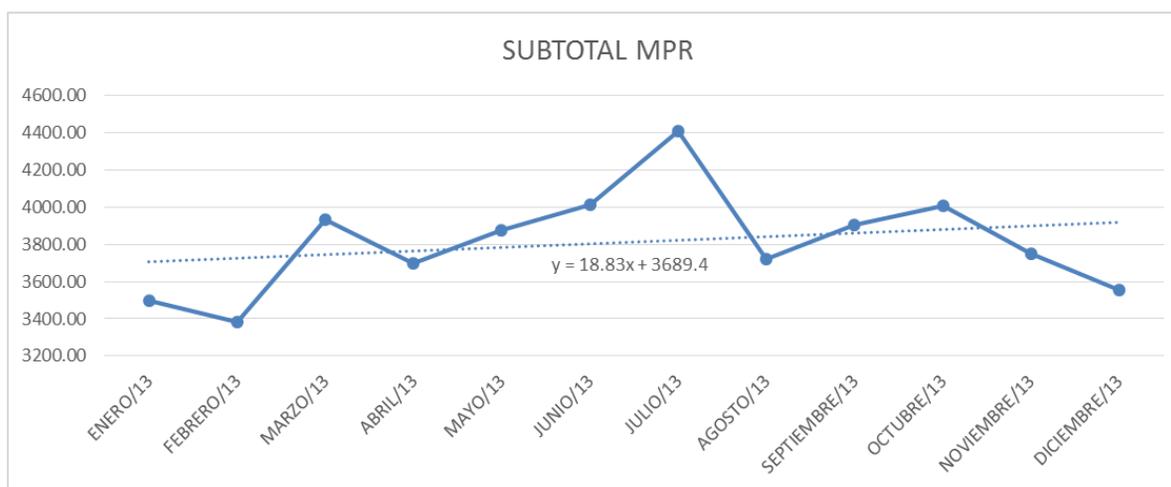


Figura 3.8 Ecuación de regresión lineal para el consumo de los materiales MPR.



Finalmente, de la misma manera en la que se procedió a realizar el pronóstico de ventas, se obtienen las proyecciones reemplazando los valores correspondientes de 'X' en la ecuación. Y, en el caso de los materiales del grupo MPO, como se explicó previamente, utilizamos el consumo promedio para estimar un consumo futuro. A continuación presentamos el cuadro con los pronósticos para el periodo de mayo a octubre del año 2014, expresados igualmente en kilogramos de material.

Tabla 3.4 Pronóstico de consumo de materias primas para Isollanta Cía. Ltda.

| CÓDIGO | PRONÓSTICO DE CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS | | | | | | TOTAL SEMESTRE PROYECTADO |
|---------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | MAYO/14 | JUNIO/14 | JULIO/14 | AGOSTO/14 | SEPTIEMBRE/14 | OCTUBRE/14 | |
| BPR-001 | 35.16 | 34.55 | 33.93 | 33.32 | 32.71 | 32.10 | 201.77 |
| BPR-002 | 211.14 | 209.17 | 207.20 | 205.23 | 203.26 | 201.29 | 1237.29 |
| BPR-003 | 255.38 | 227.98 | 200.59 | 173.20 | 145.81 | 118.42 | 1121.38 |
| BPR-004 | 579.11 | 600.75 | 622.40 | 644.04 | 665.68 | 687.32 | 3799.30 |
| BPR-005 | 140.16 | 147.83 | 155.49 | 163.16 | 170.83 | 178.49 | 955.96 |
| BPR-006 | 300.81 | 322.83 | 344.84 | 366.86 | 388.87 | 410.88 | 2135.09 |
| BPR-007 | 436.62 | 454.63 | 472.63 | 490.64 | 508.64 | 526.64 | 2889.80 |
| BPR-008 | 640.16 | 669.37 | 698.58 | 727.80 | 757.01 | 786.22 | 4279.14 |
| BPR-009 | 289.13 | 311.18 | 333.22 | 355.27 | 377.32 | 399.37 | 2065.49 |
| BPR-010 | 1003.45 | 1043.07 | 1082.70 | 1122.33 | 1161.95 | 1201.58 | 6615.07 |
| BPR-011 | 1254.41 | 1282.36 | 1310.30 | 1338.24 | 1366.19 | 1394.13 | 7945.63 |
| BPR-012 | 1454.48 | 1476.21 | 1497.94 | 1519.67 | 1541.40 | 1563.13 | 9052.84 |
| BPR-013 | 1315.65 | 1334.34 | 1353.04 | 1371.74 | 1390.43 | 1409.13 | 8174.33 |
| BPR-014 | 71.62 | 77.27 | 82.92 | 88.58 | 94.23 | 99.88 | 514.50 |
| BPR-015 | 18.41 | 3.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.05 |
| BPR-016 | 1398.89 | 1387.78 | 1376.68 | 1365.57 | 1354.47 | 1343.36 | 8226.75 |
| BPR-017 | 543.54 | 371.86 | 200.19 | 28.52 | 0.00 | 0.00 | 1144.11 |
| BPR-018 | 406.97 | 364.02 | 321.07 | 278.12 | 235.18 | 192.23 | 1797.59 |
| BPR-019 | 1049.26 | 1104.02 | 1158.77 | 1213.53 | 1268.28 | 1323.04 | 7116.91 |
| BPR-020 | 86.98 | 92.16 | 97.35 | 102.53 | 107.71 | 112.89 | 599.62 |
| BPR-021 | 82.06 | 76.62 | 71.19 | 65.75 | 60.31 | 54.87 | 410.79 |
| BPR-022 | 171.04 | 171.29 | 171.55 | 171.81 | 172.06 | 172.32 | 1030.07 |
| BPR-023 | 315.94 | 309.81 | 303.67 | 297.54 | 291.40 | 285.26 | 1803.62 |
| BPR-024 | 1023.01 | 1047.89 | 1072.76 | 1097.63 | 1122.51 | 1147.38 | 6511.18 |
| BPR-025 | 375.50 | 397.92 | 420.33 | 442.74 | 465.15 | 487.56 | 2589.20 |
| BPR-026 | 709.05 | 757.75 | 806.45 | 855.16 | 903.86 | 952.56 | 4984.83 |
| BPR-027 | 90.89 | 88.81 | 86.74 | 84.67 | 82.60 | 80.52 | 514.23 |
| BPR-028 | 445.26 | 453.34 | 461.42 | 469.50 | 477.58 | 485.65 | 2792.74 |
| BPR-029 | 411.21 | 425.04 | 438.87 | 452.69 | 466.52 | 480.35 | 2674.69 |
| BPR-030 | 726.08 | 746.17 | 766.25 | 786.34 | 806.42 | 826.51 | 4657.77 |
| BPR-031 | 179.33 | 184.05 | 188.77 | 193.49 | 198.21 | 202.93 | 1146.77 |
| BPR-032 | 353.22 | 366.24 | 379.26 | 392.28 | 405.30 | 418.33 | 2314.64 |
| BPR-033 | 339.44 | 352.39 | 365.35 | 378.30 | 391.26 | 404.21 | 2230.95 |
| BPR-034 | 317.12 | 272.51 | 227.89 | 183.28 | 138.66 | 94.04 | 1233.50 |
| BPR-035 | 27.41 | 26.89 | 26.38 | 25.86 | 25.34 | 24.82 | 156.70 |
| BPR-036 | 404.71 | 419.65 | 434.60 | 449.55 | 464.50 | 479.44 | 2652.45 |
| BPR-037 | 2379.30 | 2475.54 | 2571.78 | 2668.01 | 2764.25 | 2860.49 | 15719.37 |
| BPR-038 | 1939.61 | 1946.18 | 1952.76 | 1959.34 | 1965.91 | 1972.49 | 11736.29 |
| BPR-039 | 753.67 | 702.45 | 651.23 | 600.01 | 548.79 | 497.57 | 3753.72 |
| BPR-040 | 953.60 | 973.66 | 993.72 | 1013.79 | 1033.85 | 1053.91 | 6022.53 |
| BPR-041 | 964.73 | 992.87 | 1021.00 | 1049.13 | 1077.26 | 1105.40 | 6210.39 |
| BPR-042 | 361.65 | 348.01 | 334.38 | 320.74 | 307.11 | 293.47 | 1965.36 |
| BPR-043 | 309.26 | 277.52 | 245.79 | 214.06 | 182.32 | 150.59 | 1379.54 |
| BPR-044 | 541.86 | 522.42 | 502.98 | 483.53 | 464.09 | 444.65 | 2959.54 |
| BPR-045 | 175.04 | 184.36 | 193.67 | 202.99 | 212.31 | 221.62 | 1189.99 |
| BPR-046 | 466.86 | 473.99 | 481.12 | 488.24 | 495.37 | 502.49 | 2908.07 |
| BPR-047 | 365.76 | 328.71 | 291.66 | 254.61 | 217.56 | 180.50 | 1638.80 |
| BPR-048 | 850.90 | 876.10 | 901.30 | 926.51 | 951.71 | 976.91 | 5483.43 |
| BPR-049 | 342.31 | 346.29 | 350.28 | 354.26 | 358.24 | 362.22 | 2113.60 |
| SUBTOTAL BPR | 27867.16 | 28059.50 | 28262.99 | 28470.12 | 28820.40 | 29199.20 | 170679.37 |
| MPR-001 | 2334.04 | 2337.65 | 2341.27 | 2344.88 | 2348.49 | 2352.11 | 14058.45 |
| MPR-002 | 979.81 | 990.54 | 1001.27 | 1012.00 | 1022.72 | 1033.45 | 6039.79 |
| MPR-003 | 683.69 | 688.18 | 692.67 | 697.15 | 701.64 | 706.13 | 4169.47 |
| MPR-004 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 72.00 |
| SUBTOTAL MPR | 4009.54 | 4028.37 | 4047.20 | 4066.03 | 4084.86 | 4103.69 | 24339.70 |
| MPO-001 | 21.83 | 21.83 | 21.83 | 21.83 | 21.83 | 21.83 | 131.00 |
| MPO-002 | 70.33 | 70.33 | 70.33 | 70.33 | 70.33 | 70.33 | 422.00 |
| MPO-003 | 98.00 | 98.00 | 98.00 | 98.00 | 98.00 | 98.00 | 588.00 |
| MPO-004 | 1406.54 | 1406.54 | 1406.54 | 1406.54 | 1406.54 | 1406.54 | 8439.25 |
| MPO-005 | 17.42 | 17.42 | 17.42 | 17.42 | 17.42 | 17.42 | 104.50 |
| MPO-006 | 86.21 | 86.21 | 86.21 | 86.21 | 86.21 | 86.21 | 517.25 |
| MPO-007 | 37.13 | 37.13 | 37.13 | 37.13 | 37.13 | 37.13 | 222.75 |
| MPO-008 | 377.13 | 377.13 | 377.13 | 377.13 | 377.13 | 377.13 | 2262.75 |
| SUBTOTAL MPO | 2114.58 | 2114.58 | 2114.58 | 2114.58 | 2114.58 | 2114.58 | 12687.50 |
| TOTAL | 33991.29 | 34202.46 | 34424.78 | 34650.73 | 35019.84 | 35417.47 | 207706.57 |

3.4.3 Errores de pronóstico

Como se mencionó en el estudio anterior, los pronósticos debe contener dos números: el pronóstico en sí mismo y el estimado de error. “Toda vez que la primera regla del pronóstico es que es probable que la proyección sea incorrecta, una pregunta clave es: “¿qué tan incorrecta puede ser?” Responder esta interrogante es muy importante desde el punto de vista de la planificación y el control, dado que representa un factor fundamental para dirigir el negocio. Podría ser necesario implementar métodos de planificación de un inventario temporal, de capacidad del almacenamiento temporal u otros para ajustar la demanda real que difiera de la pronosticada” (CHAPMAN, 2006, pág. 36).

Se utilizarán dos métodos para calcular el error en los pronósticos, a continuación detallaremos cada uno.

- a. **Error promedio de pronóstico** (MFE, por sus siglas en inglés, *Mean Forecast Error*), “como su nombre lo indica, este número se calcula a partir del error de pronóstico promedio matemático sobre un periodo específico. La fórmula es:

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n}$$

Donde, el término ‘ $(A_t - F_t)$ ’ representa a la diferencia entre la demanda real y el pronóstico para cualquier periodo, y también se la conoce como error de pronóstico. El MFE implica sumar todos los errores de pronóstico individuales, y dividirlo para el número total de errores. La importancia de este número no radica en su valor real, sino en su signo: si es positivo, indica que la demanda real fue mayor al pronóstico sobre el rango de números incluidos. Otra forma de explicar esto es que el método de pronóstico se

sesgó sobre el extremo inferior. Si su signo es negativo, naturalmente, significa que los pronósticos fueron mayores que la demanda en promedio, lo que implica que el método de pronóstico se sesgó sobre el extremo superior. Por este motivo, el MFE en ocasiones se conoce también como pronóstico de sesgo” (CHAPMAN, 2006, pág. 36).

b. **Desviación Media Absoluta** (MAD, por sus siglas en inglés, *Mean Absolute Deviation*).

“Una vez más, la fórmula puede deducirse a partir del nombre del término. Literalmente significa el promedio de las desviaciones absolutas matemáticas de los errores de pronóstico (desviaciones). La fórmula, por lo tanto, es:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

Esto representa un número muy importante, ya que nos indica el error de pronóstico promedio (siempre positivo) sobre el periodo en cuestión” (CHAPMAN, 2006, pág. 36).

En las tablas que presentamos a continuación, se encuentran los cálculos de error para los pronósticos realizados.

3.4.3.1 Error de Pronóstico – Ventas de Reencauche

Según los cálculos para los valores *MFE* y *MAD*, que se muestran en las tablas 3.5 y 3.6; podemos concluir que:

- Según el pronóstico de sesgo, *MFE*, tenemos un valor de 0, lo que nos indica que el pronóstico no está sesgado, es decir no subestima ni sobreestima la demanda total.
- Según la desviación media absoluta, *MAD*, el error promedio del pronóstico es de 98.37; que en el caso práctico de Isollanta Cía. Ltda., representa casi un día de producción al

mes, un valor pequeño si lo comparamos con los valores mensuales de ventas, lo que nos brinda una confiabilidad para los pronósticos del semestre proyectado.

Tabla 3.5 Error promedio de pronóstico para las ventas de Isollanta Cía. Ltda.

| Error Promedio de Pronóstico - Ventas de Reencauche | | | |
|--|-------------------|-----------------------|----------------------|
| MES | VENTAS (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR (A - F) |
| ENERO '13 | 2164 | 2146 | 18 |
| FEBRERO | 2026 | 2150 | -124 |
| MARZO | 2018 | 2153 | -135 |
| ABRIL | 2128 | 2156 | -28 |
| MAYO | 2330 | 2159 | 171 |
| JUNIO | 2175 | 2162 | 13 |
| JULIO | 2260 | 2165 | 95 |
| AGOSTO | 2308 | 2168 | 140 |
| SEPTIEMBRE | 2205 | 2171 | 34 |
| OCTUBRE | 2329 | 2175 | 155 |
| NOVIEMBRE | 1952 | 2178 | -226 |
| DICIEMBRE | 2053 | 2181 | -128 |
| ENERO '14 | 2199 | 2184 | 15 |
| TOTAL (Σ) | | | 0 |
| <i>n</i> | | | 13 |
| <i>MFE</i> | | | 0 |

Tabla 3.6 Desviación media absoluta para las ventas de Isollanta Cía. Ltda.

| Desviación Media Absoluta - Ventas de Reencauche | | | |
|--|------------|----------------|--------------|
| MES | VENTAS (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR A - F |
| ENERO '13 | 2164 | 2146 | 18 |
| FEBRERO | 2026 | 2150 | 124 |
| MARZO | 2018 | 2153 | 135 |
| ABRIL | 2128 | 2156 | 28 |
| MAYO | 2330 | 2159 | 171 |
| JUNIO | 2175 | 2162 | 13 |
| JULIO | 2260 | 2165 | 95 |
| AGOSTO | 2308 | 2168 | 140 |
| SEPTIEMBRE | 2205 | 2171 | 34 |
| OCTUBRE | 2329 | 2175 | 155 |
| NOVIEMBRE | 1952 | 2178 | 226 |
| DICIEMBRE | 2053 | 2181 | 128 |
| ENERO '14 | 2199 | 2184 | 15 |
| TOTAL (Σ) | | | 1279 |
| n | | | 13 |
| MAD | | | 98.37 |

3.4.3.2 Error de Pronóstico – Consumo de Materia Prima

Según los cálculos para los valores MFE y MAD, que se muestran desde la tabla 3.7 hasta la 3.12; podemos concluir que:

- Según el pronóstico de sesgo, *MFE*, para las tres proyecciones tenemos un valor de 0, lo que nos indica que el pronóstico no está sesgado, es decir no subestima ni sobreestima la demanda total.
- Según la desviación media absoluta, *MAD*, el error promedio del pronóstico de consumo para BPR es de 1351.97; y para el consumo de MPR es de 191.66; que en el caso práctico de Isollanta Cía. Ltda., representa el consumo en un poco más de un día de producción, un valor pequeño si lo comparamos con los valores mensuales de producción, lo que nos

brinda una confiabilidad para los pronósticos del semestre proyectado. La desviación media absoluta, en la proyección de consumo para MPO es la mayor de todas, con un valor de 615.53, esto se debe al método de pronóstico escogido (promedio de los consumos anteriores).

Tabla 3.7 Cálculo de MFE para el consumo de BPR en Isollanta Cía. Ltda.

| Error Promedio de Pronóstico - Consumo BPR | | | |
|---|--------------------|-----------------------|----------------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR (A - F) |
| ENERO '13 | 21995.31 | 25071 | -3076 |
| FEBRERO | 24232.43 | 25242 | -1009 |
| MARZO | 27267.47 | 25413 | 1855 |
| ABRIL | 24879.46 | 25583 | -704 |
| MAYO | 26798.06 | 25754 | 1044 |
| JUNIO | 27145.55 | 25925 | 1221 |
| JULIO | 30763.53 | 26095 | 4668 |
| AGOSTO | 25684.06 | 26266 | -582 |
| SEPTIEMBRE | 26387.89 | 26437 | -49 |
| OCTUBRE | 25866.42 | 26608 | -741 |
| NOVIEMBRE | 25626.31 | 26778 | -1152 |
| DICIEMBRE | 25475.02 | 26949 | -1474 |
| TOTAL (Σ) | | | 0 |
| <i>n</i> | | | 12 |
| <i>MFE</i> | | | 0 |

Nota. Datos presentados en unidades de llantas reencauchadas. Fuente: el autor.

Tabla 3.8 Cálculo de MAD para el consumo de BPR en Isollanta Cía. Ltda.

| Desviación Media Absoluta - Consumo BPR | | | |
|--|--------------------|-----------------------|----------------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR A - F |
| ENERO '13 | 21995.31 | 25071 | 3076 |
| FEBRERO | 24232.43 | 25242 | 1009 |
| MARZO | 27267.47 | 25413 | 1855 |
| ABRIL | 24879.46 | 25583 | 704 |
| MAYO | 26798.06 | 25754 | 1044 |
| JUNIO | 27145.55 | 25925 | 1221 |
| JULIO | 30763.53 | 26095 | 4668 |
| AGOSTO | 25684.06 | 26266 | 582 |
| SEPTIEMBRE | 26387.89 | 26437 | 49 |
| OCTUBRE | 25866.42 | 26608 | 741 |
| NOVIEMBRE | 25626.31 | 26778 | 1152 |
| DICIEMBRE | 25475.02 | 26949 | 1474 |
| TOTAL (Σ) | | | 17576 |
| n | | | 13 |
| MAD | | | 1351.97 |

Tabla 3.9 Cálculo de MFE para el consumo de MPR en Isollanta Cía. Ltda.

| Error Promedio de Pronóstico - Consumo MPR | | | |
|---|--------------------|-----------------------|----------------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR (A - F) |
| ENERO '13 | 3496.44 | 3708 | -212 |
| FEBRERO | 3385.32 | 3727 | -342 |
| MARZO | 3934.83 | 3746 | 189 |
| ABRIL | 3698.24 | 3765 | -67 |
| MAYO | 3872.76 | 3784 | 89 |
| JUNIO | 4011.43 | 3802 | 209 |
| JULIO | 4405.78 | 3821 | 585 |
| AGOSTO | 3722.40 | 3840 | -118 |
| SEPTIEMBRE | 3905.43 | 3859 | 47 |
| OCTUBRE | 4005.37 | 3878 | 128 |
| NOVIEMBRE | 3751.39 | 3897 | -145 |
| DICIEMBRE | 3552.59 | 3915 | -363 |
| TOTAL (Σ) | | | 0 |
| n | | | 13 |
| MFE | | | 0 |

Tabla 3.10 Cálculo de MAD para el consumo de MPR en Isollanta Cía. Ltda.

| Desviación Media Absoluta - Consumo MPR | | | |
|---|-------------|----------------|---------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR A - F |
| ENERO '13 | 3496.44 | 3708 | 212 |
| FEBRERO | 3385.32 | 3727 | 342 |
| MARZO | 3934.83 | 3746 | 189 |
| ABRIL | 3698.24 | 3765 | 67 |
| MAYO | 3872.76 | 3784 | 89 |
| JUNIO | 4011.43 | 3802 | 209 |
| JULIO | 4405.78 | 3821 | 585 |
| AGOSTO | 3722.40 | 3840 | 118 |
| SEPTIEMBRE | 3905.43 | 3859 | 47 |
| OCTUBRE | 4005.37 | 3878 | 128 |
| NOVIEMBRE | 3751.39 | 3897 | 145 |
| DICIEMBRE | 3552.59 | 3915 | 363 |
| TOTAL (Σ) | | | 2492 |
| n | | | 13 |
| MAD | | | 191.66 |

Tabla 3.11 Cálculo de MFE para el consumo de MPO en Isollanta Cía. Ltda.

| Error Promedio de Pronóstico - Consumo MPO | | | |
|--|-------------|----------------|---------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR (A - F) |
| ENERO '13 | 2121.00 | 2115 | 6 |
| FEBRERO | 501.00 | 2115 | -1614 |
| MARZO | 1621.00 | 2115 | -494 |
| ABRIL | 1754.00 | 2115 | -361 |
| MAYO | 1514.00 | 2115 | -601 |
| JUNIO | 2775.00 | 2115 | 660 |
| JULIO | 2135.50 | 2115 | 21 |
| AGOSTO | 2174.50 | 2115 | 60 |
| SEPTIEMBRE | 2676.00 | 2115 | 561 |
| OCTUBRE | 4205.00 | 2115 | 2090 |
| NOVIEMBRE | 2716.00 | 2115 | 601 |
| DICIEMBRE | 1182.00 | 2115 | -933 |
| TOTAL (Σ) | | | 0 |
| n | | | 13 |
| MFE | | | 0 |

Tabla 3.12 Cálculo de MAD para el consumo de MPO en Isollanta Cía. Ltda.

| Desviación Media Absoluta - Consumo MPO | | | |
|--|--------------------|-----------------------|----------------------|
| MES | CONSUMO (A) | PRONÓSTICO (F) | ERROR A - F |
| ENERO '13 | 2121.00 | 2115 | 6 |
| FEBRERO | 501.00 | 2115 | 1614 |
| MARZO | 1621.00 | 2115 | 494 |
| ABRIL | 1754.00 | 2115 | 361 |
| MAYO | 1514.00 | 2115 | 601 |
| JUNIO | 2775.00 | 2115 | 660 |
| JULIO | 2135.50 | 2115 | 21 |
| AGOSTO | 2174.50 | 2115 | 60 |
| SEPTIEMBRE | 2676.00 | 2115 | 561 |
| OCTUBRE | 4205.00 | 2115 | 2090 |
| NOVIEMBRE | 2716.00 | 2115 | 601 |
| DICIEMBRE | 1182.00 | 2115 | 933 |
| TOTAL (Σ) | | | 8002 |
| <i>n</i> | | | 13 |
| <i>MAD</i> | | | 615.53 |

3.5 Administración de Inventarios

“La gestión de los inventarios es una de las actividades básicas de la Dirección de Operaciones. Para realizarla, existen diversos sistemas que pueden ser empleados en función de múltiples factores, los costes de inventario o el tiempo de suministro, entre otros” (ALFALLA et al., 2008, pág. 1).

Hay dos importantes conceptos que deben comprenderse claramente si la empresa desea contar con una perspectiva apropiada sobre la administración de inventarios.

“El primero de ellos es que gran parte del inventario de la empresa en realidad es capacidad almacenada. En otras palabras, buena parte del inventario representa el uso de la

capacidad de la empresa para crear un producto con anticipación a la demanda real por el mismo. Esta idea constituye uno de los principales factores que marcan la diferencia entre una empresa dedicada exclusivamente a los servicios y una compañía de manufactura. La empresa de servicios promedio no puede darse el lujo de planificar y utilizar la capacidad con anticipación a la demanda; en lugar de ello se ve forzada a emplear la capacidad sólo después de que se genera la demanda.

El segundo concepto es que el inventario pocas veces representa un problema para la compañía, a pesar del hecho de que con frecuencia se menciona que “uno de nuestros problemas es que contamos con demasiado inventario”. En casi todas las empresas, el inventario es un síntoma de la forma en que se dirige el negocio. Aunque el inventario suele considerarse un problema, no es tal; se trata únicamente de un síntoma, aunque bastante visible y costoso, en muchos casos” (CHAPMAN, 2006, pág. 100).

De acuerdo con el grado de conocimiento de dos variables claves, que son la demanda y el tiempo de suministro, la gestión clásica puede llevarse a cabo bajo tres situaciones distintas:

- a. “Condiciones de certeza o determinísticas (cuando se conoce el valor exacto de dichas variables)
- b. Condiciones de riesgo o probabilísticas (cuando no se sabe el valor exacto de una o de las dos variables, conociéndose su distribución de probabilidades)
- c. Condiciones de incertidumbre (cuando existe un desconocimiento absoluto del valor de las variables)” (ALFALLA, 2008, pág. 1)

Para el caso práctico de Isollanta Cía. Ltda., centraremos el estudio en la primera situación mencionada, ya que conocemos el valor de las variables mencionadas.

3.5.1 Inventario de ciclo en una cadena de suministro

“El tamaño de lote o tanda es la cantidad que una etapa de la cadena de suministro produce o compra en un momento dado. El inventario de ciclo es el inventario promedio en una cadena debido a la producción o compras en lotes de tamaño más grande que aquellos que el cliente demanda.

El inventario de ciclo existe debido a que producir o comprar en grandes lotes permite explotar las economías de escala y, por tanto, disminuir los costos en las distintas etapas de la cadena de suministro. La presencia de costos fijos asociados con los pedidos y el transporte, descuentos por cantidad en el precio de los productos y descuentos a corto plazo o promociones comerciales estimulan a las diferentes etapas de la cadena a explotar las economías de escala y ordenar en grandes lotes. Nuestra finalidad es identificar las herramientas administrativas que reducen el inventario de ciclo en la cadena sin incrementar el costo” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 261).

“La función principal del inventario de ciclo consiste en permitir que en las diferentes etapas de la cadena de suministro se compren productos en tamaños de lote que minimicen la suma de los costos de material, ordenar y mantener inventario. Si el gerente considera sólo el costo de mantener inventario, reducirá el tamaño del lote y el inventario de ciclo. No obstante, las economías de escala en las compras y pedidos, lo motivan a incrementar el tamaño del lote y el inventario de ciclo. El gerente debe establecer un equilibrio que minimice el costo total al tomar las decisiones sobre el tamaño del lote.

Idealmente, las decisiones acerca del inventario de ciclo deben tomarse considerando el costo total de toda la cadena de suministro. Sin embargo, en la práctica, sucede que cada etapa toma sus decisiones sobre el inventario de ciclo de manera independiente.

El inventario de ciclo existe en la cadena de suministro porque las diferentes etapas explotan las economías de escala para disminuir el costo total. Los costos considerados incluyen el costo de material, el costo fijo de ordenar y el costo de mantener inventario” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 264).

3.5.2 Modelo de reposición de existencias.

Dentro de las economías de escala para explotar los costos fijos, se estudian 2 tipos de modelos de reposición de existencias, que abarcan la problemática básica de la gestión de inventarios: ¿cuánto pedir? y ¿cuándo pedir? Con el objetivo primordial que es el de minimizar los costos de la gestión total de inventarios; estos costos están formados por: costo del material a ordenar, costo de ordenar, costo de mantener un inventario.

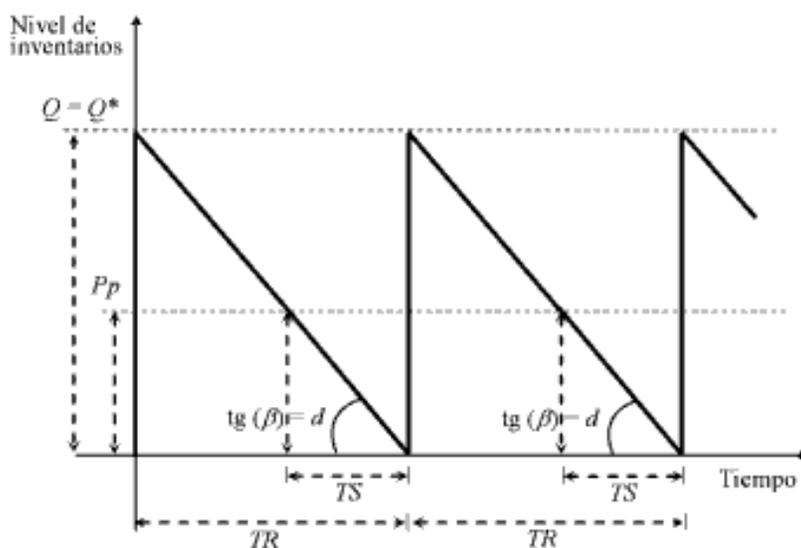
Los modelos son los siguientes:

3.5.2.1 Tamaño de lote para un solo producto.

“En este modelo se solicitan lotes de una misma cantidad, denominada lote económico o lote óptimo (Q^*), que es el que minimiza los costes totales de la gestión de inventarios. Un nuevo pedido se emite cuando en almacén se alcance un determinado nivel de stocks denominado punto de pedido (P_p). Cada uno de los lotes solicitados llegará completo una vez

transcurrido el tiempo de suministro (TS), en el momento en que se anula el nivel de existencias en almacén. Por tanto, nunca existirían rupturas, siendo los costes de adquisición, emisión y posesión los únicos a considerar” (ALFALLA, 2008, pág. 2). La evolución gráfica de los inventarios en este modelo queda reflejada en la figura 3.9

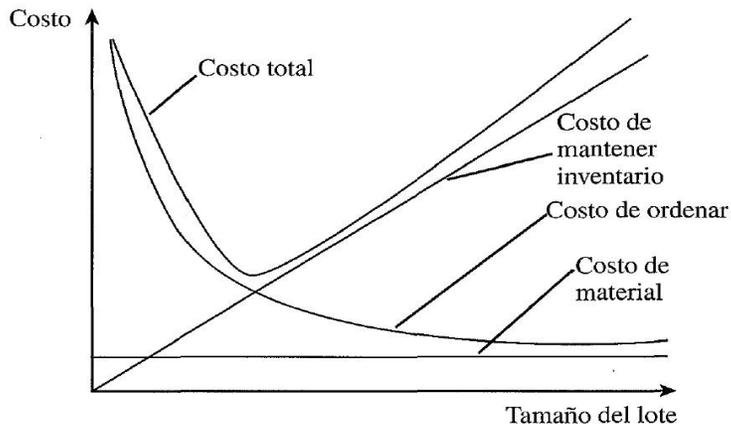
Figura 3.9 Modelo básico de cantidad fija de pedido.



Nota. Fuente: ALFALLA, 2008.

La figura 3.10, que se muestra a continuación, presenta la variación en los distintos costos conforme se modifica el tamaño del lote. El costo anual de mantener inventario crece cuando aumenta el tamaño del lote. En contraste, el costo anual de ordenar desciende cuando aumenta el tamaño del lote. El costo de material es independiente del tamaño del lote, ya que hemos supuesto que el precio es fijo. Así, el costo total anual disminuye primero y después aumenta con un incremento en el tamaño del lote.

Figura 3.10 Efecto del tamaño de lote en los costos.



Nota. Fuente: CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 264.

Desde la gráfica presentada, entendemos que, el tamaño óptimo de lote es el que minimiza el costo total de adquisición. Al tamaño óptimo de lote se conoce como *cantidad económica de pedido* (EOQ, del inglés economic order quantity), se denota como Q^* y está dado por la ecuación.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{hC}}$$

Donde:

- Q^* , es la Cantidad Económica de Pedido
- D , es la Demanda futura del producto para un tiempo específico.
- S , es el Costo Fijo incurrido por ordenar o realizar el pedido
- C , es el costo por unidad o material que se adquiere
- H , es el costo de mantener inventario, como fracción del costo de producto.

Cabe recalcar que, en esta fórmula, “es indispensable utilizar las mismas unidades de tiempo para el costo de mantener inventario ‘h’ y la demanda ‘D’. Con cada lote o tanda de tamaño ‘Q*’, el inventario de ciclo en el sistema está dado por ‘Q*/2’. El tiempo de flujo que pasa cada unidad en el sistema se da por ‘Q*/(2D)’. Conforme aumenta el tamaño óptimo de lote, también lo hace el inventario de ciclo y el tiempo de flujo” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 266). La frecuencia óptima de ordenar se representa con n*, donde

$$n^* = \frac{D}{Q^*} = \sqrt{\frac{DhC}{2S}}$$

3.5.2.2 *Tamaño del lote con múltiples productos.*

“Para reducir de manera efectiva el tamaño del lote, se debe analizar las causas del costo fijo. Como lo señalamos, una importante fuente de costos fijos es el transporte. En varias compañías, la gama de productos vendidos se divide en familias o grupos, donde cada grupo es administrado de manera independiente por un gerente de producto distinto. Esto resulta en pedidos y entregas separados para cada familia de productos, de modo que todo el inventario de ciclo se incrementa. La agregación de pedidos y entregas de familias de productos es un mecanismo eficaz para disminuir el inventario de ciclo. El reabastecimiento agregado de productos, minoristas o proveedores en un solo pedido permite una reducción en el tamaño del lote de productos individuales, ya que los costos fijos de ordenar y de transporte se reparten entre varios productos, minoristas o proveedores” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 266).

Existen tres métodos diferentes que se aplican para calcular el tamaño de lote con múltiples productos, según como la administración decida realizar el abastecimiento.

a. Cada producto se ordena de manera independiente.-

“Este método no utiliza la agregación, lo que da como resultado un alto costo (cómo no utilizamos la agregación, los lotes se calculan según el método de Lote Económico de Compra, que analizamos previamente)” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 269).

b. Los productos se ordenan en forma conjunta, incluyendo todos los productos en cada lote.-

“Este método agrega todos los productos en una misma orden de compra o pedido. Su debilidad radica en que los productos de demanda baja se agregan con los de demanda alta en cada pedido. Esta agregación completa da como consecuencia altos costos si el costo específico de ordenar productos de demanda baja es muy elevado” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 269).

Dentro de este modelo, el costo fijo de ordenar está dado por:

$$S^* = S + \sum_{i=1}^k S_u$$

Donde, ‘S’ es el costo común de ordenar todos los productos, sumado a la sumatoria de los costos específicos de ordenar cada producto ‘Su’ existiendo una cantidad ‘k’ de productos diferentes adquiridos.

El siguiente paso es identificar la frecuencia óptima del pedido. Sea ‘n’ el número de pedidos colocados por año (o por un lapso de tiempo determinado), donde tenemos que:

$$\text{Costo de ordenar} = S^*n$$

$$\text{Costo de mantener inventario} = \sum_{i=1}^k D_i h C_i$$

$$\text{Costo Total} = \sum_{i=1}^k D_i h C_i + S^* n$$

La frecuencia óptima del pedido minimiza el costo total anual y se obtiene al tomar la primera derivada del costo total respecto a n e igualándola a 0. Esto produce la frecuencia óptima de pedido n^* , donde:

$$n^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k D_i h C_i}{2S^*}}$$

“Dentro de éste modelo, se puede incluir una configuración que analice la capacidad del transporte (camión, barco, avión, etc.) al comparar la carga total para n^* óptima. Si la carga óptima rebasa la capacidad del transporte, n^* se incrementa hasta que la carga iguala la capacidad. Al aplicar la ecuación a diferentes valores de k , también podemos encontrar el número óptimo de artículos o proveedores que serán agregados a una sola entrega” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 271).

- c. Los productos se ordenan en forma conjunta, pero no todos los pedidos contienen todos los productos; esto es, cada lote abarca un subconjunto de productos.-**

“Ante los previos modelos, es preferible ordenar productos de demanda baja con menos frecuencia que los de demanda alta. Esta práctica provoca una reducción del costo específico de ordenar un producto de demanda baja. Como repercusión, es probable que

el tercer método dé lugar al costo menor. Sin embargo, es más complejo de coordinar” (CHOPRA & MEINDL, 2008, pág. 269).

Este procedimiento es más selectivo para combinar los productos que van a ordenarse en forma conjunta. El procedimiento que estudiaremos no necesariamente proporciona la solución óptima. No obstante, produce una política de ordenar cuyo costo es cercano al óptimo.

El primer paso es identificar el producto que va a ser ordenado con mayor frecuencia.

Para cada producto sucesivo, identificamos los pedidos en los que se incluye. En general, no es óptimo que un producto en particular se incluya a intervalos regulares (por ejemplo, podría incluirse en cada segundo o tercer pedido). Sin embargo, en nuestro procedimiento supondremos que cada producto se incluye en el pedido a intervalos regulares. Una vez que hemos identificado el modelo ordenado con más asiduidad, para cada producto ‘ i ’ sucesivo identificamos la frecuencia ‘ m_i ’, donde el modelo ‘ i ’ se ordena cada ‘ m_i ’ entregas.

Consideremos que los productos están indexados por ‘ i ’, donde ‘ i ’ varía de 1 a n (suponiendo un total de n productos). Cada producto ‘ i ’ tiene una demanda anual ‘ D_i ’, un costo unitario ‘ C_i ’ y un costo específico de ordenar cada producto. El costo común de ordenar es ‘ S ’.

- **Paso 1:** Como primer paso, identificamos el producto ordenado con mayor frecuencia, suponiendo que cada producto es ordenado de manera independiente. En este caso, se asigna a cada producto un costo fijo de $S + S_i$. Para cada producto ‘ i ’, evaluamos la frecuencia del pedido:

$$\bar{n}_i = \sqrt{\frac{hC_iD_i}{2(S + s_i)}}$$

Ésta es la frecuencia con que el producto ‘i’ sería ordenado si sólo fuera un producto el ordenado (en cuyo caso se incurriría en un costo fijo de $S + S_i$ por pedido). Sea ‘ n ’ la frecuencia del producto ordenado con más insistencia; esto es, ‘ n ’ es el máximo entre todos los ‘ n ’. El producto ordenado con más regularidad se incluye cada vez que se coloca un pedido.

- **Paso 2:** Identificar la frecuencia con la que otros productos son incluidos con el producto ordenado más a menudo; esto es, calcular la frecuencia del pedido de cada producto como un múltiplo de la frecuencia del pedido del producto que más se ordena. El producto que se ordena con mayor frecuencia se ordena en cada ocasión y se le asigna todo el costo fijo ‘ S ’. Para cada uno de los demás productos ‘ i ’, tenemos sólo el componente del costo fijo del producto específico ‘ s_i ’. La frecuencia del pedido de todos los demás productos se calcula empleando solamente el costo fijo del producto específico para cada producto ‘ i ’ (exceptuando el producto ordenado con mayor frecuencia), evaluamos la frecuencia del pedido:

$$\bar{n}_i = \sqrt{\frac{hC_iD_i}{2s_i}}$$

Evaluamos la frecuencia del producto ‘ i ’ en relación con el producto ordenado con más reiteración para que sea ‘ m_i ’, donde

$$\bar{m}_i = \bar{n} / \bar{n}_i$$

En general, ' m_i ' contendrá un componente fraccionario. Para cada producto ' i ' (distinto del producto ordenado con mayor frecuencia), definimos la frecuencia ' m_i ' con que se incluye con el producto ordenado con más frecuencia, donde

$$\overline{m}_i = [\overline{m}_i]$$

En este caso [] es la operación que redondea la frecuencia al entero más cercano.

- **Paso 3:** Una vez decidida la frecuencia del pedido de cada producto, se recalcula la frecuencia del pedido del producto ordenado con más frecuencia ' n ', donde

$$n = \sqrt{\frac{\sum hC_i m_i D_i}{2(S + \sum s_i / m_i)}}$$

El cálculo inicial de ' n_i ' no es válido debido a que el costo fijo asignado a cada pedido fue $S + s_i$, donde ' i ' es el producto ordenado con más frecuencia. Ésta ecuación refleja el hecho de que cada producto se ordena con la frecuencia ' m_i '

- **Paso 4:** Para cada producto, evaluamos la frecuencia del pedido de $n_i = n / m_i$ y el costo total de tal política de ordenar.

El procedimiento descrito resulta en una *agregación hecha a la medida*, en la que los productos de demanda alta se ordenan con más frecuencia y los de demanda baja se ordenan con menos frecuencia.

3.5.3 Plan de reposición de existencias para Isollanta Cía. Ltda.

El objetivo principal de realizar un plan de compras o adquisición para la materia prima y/o los materiales que se utilizarán dentro del proceso productivo en una empresa, es optimizar los distintos costos que se aplican para el abastecimiento, y que de esta manera la inversión total sea la mínima dentro del horizonte temporal que planee la empresa.

Como se revisó en la parte anterior, existen distintos modelos que se pueden aplicar para el reabastecimiento de materiales. Debido al tipo de adquisición que efectúa la empresa Isollanta Cía. Ltda., no podemos aplicar un modelo en específico porque complicaría su aplicación en la realidad, se ha decidido realizar un proceso de optimización mucho más práctico que considera todas las necesidades de la empresa y el tipo de compra que realiza.

Para poder encontrar la inversión que optimice los costos que se presentan al momento de ejecutar una orden de compra o adquisición de materiales, se utilizarán modelos de adquisición simulados en una hoja de cálculo, mismos que nos permitirán encontrar, mediante la herramienta “*solver*”, el modelo de adquisición que utilizará la inversión mínima total para abastecerse de las materias primas.

Los modelos incluyen todas las condiciones y restricciones que aplican al proceso de compras realizado por la empresa, y el método de costeo es el que se utiliza en los modelos de reposición tradicionales (analizados previamente), donde se explica que el costo total de adquisición está compuesto por tres costos, el costo del material, el costo de ordenar, y el costo de mantener el inventario adquirido.

$$C_T = C_m + S + h$$

Dónde,

- ‘ C_m ’, es el costo total de los materiales adquiridos.
- ‘ S ’, es el costo total de ordenar o realizar las compras.
- ‘ h ’, es el costo total de mantener el inventario adquirido.

Para el caso práctico de Isollanta Cía. Ltda., no se considera el costo de mantener el inventario, debido a las siguientes razones:

- La empresa cuenta con gran cantidad de espacio físico disponible, destinado no solamente para el almacenamiento de los materiales o insumos, sino también para desarrollar nuevos servicios o productos.
- La mayoría de los materiales que se adquieren no se dañan, pierden su valor, o su calidad con el tiempo, ya que su plazo de uso es muy elevado (desde los 2 años en adelante).
- A su vez, debido a su naturaleza (productos de caucho), casi todos los materiales no necesitan cuidados o condiciones especiales para su almacenamiento, lo que facilita su inventariado.
- Las bandas de reencauche pueden llegar a ser reemplazadas con otras para la producción, lo que minimiza las posibilidades de perder su venta o comercialización, minimizando así los costos de oportunidad que se podrían incurrir si es que se pierde una venta por falta de material.

Por las razones especificadas, además de que el costo de mantener un volumen de inventario es muy inferior si lo comparamos con los otros tipos de costos que se aplican (costo del material, costo de ordenar), se decide no considerar este tipo de costo para el presente estudio, recalcando de igual manera que, si es que existieran otro tipo de condiciones, se deberá agregar este tipo de costo al análisis.

Se debe considerar a su vez el método de importación que realiza la empresa Isollanta Cía. Ltda.; que es mediante transporte marítimo, donde se puede utilizar dos tipos diferentes de contenedores disponibles, el primero es un contenedor de 20 pies de largo que soporta un contenido total de hasta 15000 kg, y el segundo es un contenedor de 40 pies de largo que soporta un contenido de hasta 25000 kg. Los modelos presentados a continuación incluyen todas las condiciones (restricciones) que se deben cumplir, diferenciando 3 posibilidades variables al momento de realizar las compras:

- a. Realizar las importaciones utilizando solamente los contenedores de 20 pies de largo.
- b. Realizar las importaciones utilizando solamente los contenedores de 40 pies de largo.
- c. Realizar las importaciones utilizando ambos tipos de contenedores.

El costo de ordenar es fijo para cada contenedor que se decida importar, independientemente de la cantidad que se importe, el precio especificado en el cuadro incluye los fletes marítimos y terrestres, pólizas de seguro, impuestos y costos de nacionalización y gastos varios que se incurren por el manejo de los contenedores -ver tabla 3.7 y 3.8-. El costo de ordenar total, proviene de multiplicar la cantidad de contenedores que se deberán importar por el precio para cada uno de ellos.

Tabla 3.13 Costos de importación para un contenedor de 40 pies.

| COSTO DE ORDENAR - CONTENEDOR DE 40 PIES | |
|---|--------------------|
| COMPONENTE | VALOR |
| FLETE MARÍTIMO | \$ 850.00 |
| IMPUESTOS, SEGURO | \$ 500.00 |
| FLETE TERRESTRE Y GASTOS | \$ 900.00 |
| TOTAL COSTO DE ORDENAR | \$ 2,250.00 |

Nota. Fuente: Isollanta Cía. Ltda., 2014.

Tabla 3.14 Costos de importación para un contenedor de 20 pies.

| COSTO DE ORDENAR - CONTENEDOR DE 20 PIES | |
|---|--------------------|
| COMPONENTE | VALOR |
| FLETE MARÍTIMO | \$ 750.00 |
| IMPUESTOS, SEGURO | \$ 500.00 |
| FLETE TERRESTRE Y GASTOS | \$ 900.00 |
| TOTAL COSTO DE ORDENAR | \$ 2,150.00 |

Nota. Fuente: Isollanta Cía. Ltda., 2014.

De igual manera, el costo de material difiere para cada producto e insumo que se desea importar, estos valores incluyen el precio F.O.B. (Free On Board, precio de un bien exportado en el punto de salida del país exterior una vez cargado en el medio de transporte que lo llevará al país importador), impuesto de nacionalización, seguros, e impuesto a la salida de divisas, por la privacidad de la información no podremos detallar los componentes de este costo. El costo de material total es la sumatoria de los costos de material de cada materia prima que se incluirá en el contenedor a importar.

El Costo Total de adquisición, por lo tanto, es la sumatoria del costo total de ordenar con el costo total del material a importar. Los modelos establecerán la cantidad óptima de contenedores que deben ser importados, esta cantidad minimizará el costo total y asegurará el abastecimiento de los materiales. Todo esto en un tiempo de planificación de 6 meses.

3.5.3.1 Método de optimización utilizando la herramienta 'solver' de Microsoft Excel (hoja de cálculo)

“Solver es parte de una serie de comandos a veces denominados herramientas de análisis ‘Y si’. Con Solver, puede buscarse el valor óptimo para una fórmula de celda, denominada celda objetivo, en una hoja de cálculo. Solver funciona en un grupo de celdas que estén relacionadas, directa o indirectamente, con la fórmula de la celda objetivo. Solver ajusta los valores en las celdas cambiantes que se especifiquen, denominadas celdas ajustables, para generar el resultado especificado en la fórmula de la celda objetivo. Pueden aplicarse restricciones para restringir los valores que puede utilizar Solver en el modelo y las restricciones pueden hacer referencia a otras celdas a las que afecte la fórmula de la celda objetivo” (Ayuda de Microsoft Office, 2014, www.office.microsoft.com).

Para los modelos de optimización que se realizarán se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos, y traducirlos al esquema solicitado por la hoja de cálculo.

1. El valor a optimizar, o celda para la hoja de cálculo, es el de *costo total de adquisición*, que a su vez, es la suma del *costo total de ordenar* y *el costo total del material*, este valor deberá optimizarse a su mínima expresión para encontrar el valor que represente el menor gasto posible para la empresa.
2. Las celdas que deberán modificarse, el/los valor/es variables, serán el de la *cantidad de contenedores a adquirir*, ya que de este valor dependerá directamente la inversión a realizar.
3. Por último, los modelos de optimización contarán con las siguientes *restricciones*:

- La materia prima total que se va a adquirir, debe ser igual o superior a la cantidad mínima requerida según la demanda proyectada.
- El número de contenedores debe ser siempre entero, ya que no se pueden importar fracciones del mismo.

El valor de contenedores que la hoja de cálculo nos brinde como resultado, es el que optimizará los costos de adquisición para que el Costo Total sea el mínimo.

Los modelos de cálculo se presentan a continuación en las tablas 3.15, 3.16 y 3.17. Como podemos apreciar en los mismos, la menor inversión se consigue utilizando el tercer método de compra, el cual es combinar los dos tipos de contenedores, e importar la cantidad de 10 contenedores en total, 6 de los cuales deberán ser contenedores de 40 pies de largo y 4 serán contenedores de 20 pies de largo. Esta combinación da como resultado una inversión total aproximada de 955 mil dólares para importar 210 mil kilogramos de materias primas, necesarias para la producción de reencauche durante seis meses.

Al usar este método de adquisición, se prevé invertir un promedio de 4.55 dólares por cada kilogramo de material importado, lo que representa la menor inversión entre los diferentes métodos de compra que se podrían utilizar.

Tabla 3.15 Primer modelo de optimización para el Costo Total de importación.

| PRIMER MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE COMPRA | | | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| CÓDIGO | COSTO DE ORDENAR (S) | COSTO UNITARIO (Cm) [\$/kg] | DEMANDA POR SEMESTRE [kg] | CANTIDAD DE CONTENEDORES DE 20 PIES | MATERIA PRIMA TOTAL | COSTO DE ORDENAR TOTAL | COSTO DEL MATERIAL TOTAL | COSTO TOTAL |
| BPR-001 | \$ 2,150.00 | \$ 4.38 | 201.77 | 14 | 204.00 | \$ 30,100.00 | \$ 893.17 | \$ 963,464.76 |
| BPR-002 | | \$ 4.38 | 1237.29 | | 1250.95 | | \$ 5,476.98 | |
| BPR-003 | | \$ 4.38 | 1121.38 | | 1133.76 | | \$ 4,963.88 | |
| BPR-004 | | \$ 4.38 | 3799.30 | | 3841.25 | | \$ 16,817.94 | |
| BPR-005 | | \$ 4.38 | 955.96 | | 966.51 | | \$ 4,231.64 | |
| BPR-006 | | \$ 4.38 | 2135.09 | | 2158.67 | | \$ 9,451.18 | |
| BPR-007 | | \$ 4.38 | 2889.80 | | 2921.71 | | \$ 12,791.96 | |
| BPR-008 | | \$ 4.38 | 4279.14 | | 4326.39 | | \$ 18,942.00 | |
| BPR-009 | | \$ 4.38 | 2065.49 | | 2088.30 | | \$ 9,143.09 | |
| BPR-010 | | \$ 4.38 | 6615.07 | | 6688.11 | | \$ 29,282.24 | |
| BPR-011 | | \$ 4.38 | 7945.63 | | 8033.36 | | \$ 35,172.05 | |
| BPR-012 | | \$ 4.38 | 9052.84 | | 9152.80 | | \$ 40,073.25 | |
| BPR-013 | | \$ 4.38 | 8174.33 | | 8264.59 | | \$ 36,184.42 | |
| BPR-014 | | \$ 4.38 | 514.50 | | 520.18 | | \$ 2,277.48 | |
| BPR-015 | | \$ 4.38 | 22.05 | | 22.29 | | \$ 97.59 | |
| BPR-016 | | \$ 4.38 | 8226.75 | | 8317.59 | | \$ 36,416.48 | |
| BPR-017 | | \$ 4.38 | 1144.11 | | 1156.74 | | \$ 5,064.50 | |
| BPR-018 | | \$ 4.38 | 1797.59 | | 1817.44 | | \$ 7,957.20 | |
| BPR-019 | | \$ 4.38 | 7116.91 | | 7195.49 | | \$ 31,503.66 | |
| BPR-020 | | \$ 5.25 | 599.62 | | 606.24 | | \$ 3,185.15 | |
| BPR-021 | | \$ 4.38 | 410.79 | | 415.33 | | \$ 1,818.40 | |
| BPR-022 | | \$ 4.38 | 1030.07 | | 1041.45 | | \$ 4,559.71 | |
| BPR-023 | | \$ 4.38 | 1803.62 | | 1823.53 | | \$ 7,983.88 | |
| BPR-024 | | \$ 4.38 | 6511.18 | | 6583.08 | | \$ 28,822.35 | |
| BPR-025 | | \$ 4.38 | 2589.20 | | 2617.79 | | \$ 11,461.35 | |
| BPR-026 | | \$ 4.38 | 4984.83 | | 5039.87 | | \$ 22,065.82 | |
| BPR-027 | | \$ 4.38 | 514.23 | | 519.91 | | \$ 2,276.27 | |
| BPR-028 | | \$ 4.38 | 2792.74 | | 2823.58 | | \$ 12,362.33 | |
| BPR-029 | | \$ 4.38 | 2674.69 | | 2704.22 | | \$ 11,839.75 | |
| BPR-030 | | \$ 4.38 | 4657.77 | | 4709.20 | | \$ 20,618.05 | |
| BPR-031 | | \$ 4.38 | 1146.77 | | 1159.43 | | \$ 5,076.28 | |
| BPR-032 | | \$ 4.38 | 2314.64 | | 2340.19 | | \$ 10,245.95 | |
| BPR-033 | | \$ 4.38 | 2230.95 | | 2255.59 | | \$ 9,875.53 | |
| BPR-034 | | \$ 4.38 | 1233.50 | | 1247.12 | | \$ 5,460.20 | |
| BPR-035 | | \$ 4.38 | 156.70 | | 158.43 | | \$ 693.66 | |
| BPR-036 | | \$ 4.38 | 2652.45 | | 2681.74 | | \$ 11,741.33 | |
| BPR-037 | | \$ 4.38 | 15719.37 | | 15892.94 | | \$ 69,583.25 | |
| BPR-038 | | \$ 4.38 | 11736.29 | | 11865.87 | | \$ 51,951.76 | |
| BPR-039 | | \$ 4.38 | 3753.72 | | 3795.17 | | \$ 16,616.19 | |
| BPR-040 | | \$ 4.38 | 6022.53 | | 6089.02 | | \$ 26,659.27 | |
| BPR-041 | | \$ 4.38 | 6210.39 | | 6278.96 | | \$ 27,490.87 | |
| BPR-042 | | \$ 4.38 | 1965.36 | | 1987.06 | | \$ 8,699.83 | |
| BPR-043 | | \$ 4.38 | 1379.54 | | 1394.77 | | \$ 6,106.65 | |
| BPR-044 | | \$ 4.38 | 2959.54 | | 2992.21 | | \$ 13,100.66 | |
| BPR-045 | | \$ 4.38 | 1189.99 | | 1203.13 | | \$ 5,267.61 | |
| BPR-046 | | \$ 4.38 | 2908.07 | | 2940.18 | | \$ 12,872.86 | |
| BPR-047 | | \$ 4.38 | 1638.80 | | 1656.90 | | \$ 7,254.30 | |
| BPR-048 | | \$ 4.38 | 5483.43 | | 5543.98 | | \$ 24,272.92 | |
| BPR-049 | | \$ 4.38 | 2113.60 | | 2136.94 | | \$ 9,356.05 | |
| MPR-001 | | \$ 5.33 | 14058.45 | | 14213.68 | | \$ 75,726.92 | |
| MPR-002 | | \$ 3.31 | 6039.79 | | 6106.48 | | \$ 20,228.93 | |
| MPR-003 | | \$ 5.33 | 4169.47 | | 4215.50 | | \$ 22,459.15 | |
| MPR-004 | | \$ 1.06 | 72.00 | | 72.80 | | \$ 76.80 | |
| MPO-001 | | \$ 5.25 | 131.00 | | 132.45 | | \$ 695.86 | |
| MPO-002 | | \$ 5.25 | 422.00 | | 426.66 | | \$ 2,241.63 | |
| MPO-003 | | \$ 5.25 | 588.00 | | 594.49 | | \$ 3,123.40 | |
| MPO-004 | | \$ 4.37 | 8439.25 | | 8532.43 | | \$ 37,267.11 | |
| MPO-005 | | \$ 5.19 | 104.50 | | 105.65 | | \$ 548.41 | |
| MPO-006 | | \$ 5.19 | 517.25 | | 522.96 | | \$ 2,714.48 | |
| MPO-007 | | \$ 5.19 | 222.75 | | 225.21 | | \$ 1,168.97 | |
| MPO-008 | | \$ 4.83 | 2262.75 | | 2287.73 | | \$ 11,054.10 | |
| TOTAL | | | 207706.57 | | 210000.00 | | \$933,364.76 | |

Tabla 3.16 Segundo modelo de optimización para el Costo Total de importación.

| SEGUNDO MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE COMPRA | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| CÓDIGO | COSTO DE ORDENAR (\$) | COSTO UNITARIO (Cm) [\$/kg] | DEMANDA POR SEMESTRE [kg] | CANTIDAD DE CONTENEDORES DE 40 PIES | MATERIA PRIMA TOTAL | COSTO DE ORDENAR TOTAL | COSTO DEL MATERIAL TOTAL | COSTO TOTAL |
| BPR-001 | \$ 2,250.00 | \$ 4.38 | 201.77 | 9 | 218.57 | \$ 20,250.00 | \$ 956.96 | \$ 1,020,283.67 |
| BPR-002 | | \$ 4.38 | 1237.29 | | 1340.31 | | \$ 5,868.20 | |
| BPR-003 | | \$ 4.38 | 1121.38 | | 1214.74 | | \$ 5,318.44 | |
| BPR-004 | | \$ 4.38 | 3799.30 | | 4115.62 | | \$ 18,019.22 | |
| BPR-005 | | \$ 4.38 | 955.96 | | 1035.55 | | \$ 4,533.90 | |
| BPR-006 | | \$ 4.38 | 2135.09 | | 2312.86 | | \$ 10,126.26 | |
| BPR-007 | | \$ 4.38 | 2889.80 | | 3130.40 | | \$ 13,705.67 | |
| BPR-008 | | \$ 4.38 | 4279.14 | | 4635.41 | | \$ 20,295.00 | |
| BPR-009 | | \$ 4.38 | 2065.49 | | 2237.46 | | \$ 9,796.17 | |
| BPR-010 | | \$ 4.38 | 6615.07 | | 7165.84 | | \$ 31,373.82 | |
| BPR-011 | | \$ 4.38 | 7945.63 | | 8607.17 | | \$ 37,684.34 | |
| BPR-012 | | \$ 4.38 | 9052.84 | | 9806.57 | | \$ 42,935.63 | |
| BPR-013 | | \$ 4.38 | 8174.33 | | 8854.91 | | \$ 38,769.02 | |
| BPR-014 | | \$ 4.38 | 514.50 | | 557.34 | | \$ 2,440.16 | |
| BPR-015 | | \$ 4.38 | 22.05 | | 23.88 | | \$ 104.56 | |
| BPR-016 | | \$ 4.38 | 8226.75 | | 8911.70 | | \$ 39,017.66 | |
| BPR-017 | | \$ 4.38 | 1144.11 | | 1239.37 | | \$ 5,426.25 | |
| BPR-018 | | \$ 4.38 | 1797.59 | | 1947.26 | | \$ 8,525.58 | |
| BPR-019 | | \$ 4.38 | 7116.91 | | 7709.46 | | \$ 33,753.92 | |
| BPR-020 | | \$ 5.25 | 599.62 | | 649.55 | | \$ 3,412.66 | |
| BPR-021 | | \$ 4.38 | 410.79 | | 444.99 | | \$ 1,948.29 | |
| BPR-022 | | \$ 4.38 | 1030.07 | | 1115.84 | | \$ 4,885.41 | |
| BPR-023 | | \$ 4.38 | 1803.62 | | 1953.79 | | \$ 8,554.16 | |
| BPR-024 | | \$ 4.38 | 6511.18 | | 7053.30 | | \$ 30,881.09 | |
| BPR-025 | | \$ 4.38 | 2589.20 | | 2804.78 | | \$ 12,280.02 | |
| BPR-026 | | \$ 4.38 | 4984.83 | | 5399.86 | | \$ 23,641.95 | |
| BPR-027 | | \$ 4.38 | 514.23 | | 557.04 | | \$ 2,438.87 | |
| BPR-028 | | \$ 4.38 | 2792.74 | | 3025.26 | | \$ 13,245.35 | |
| BPR-029 | | \$ 4.38 | 2674.69 | | 2897.38 | | \$ 12,685.45 | |
| BPR-030 | | \$ 4.38 | 4657.77 | | 5045.57 | | \$ 22,090.77 | |
| BPR-031 | | \$ 4.38 | 1146.77 | | 1242.25 | | \$ 5,438.87 | |
| BPR-032 | | \$ 4.38 | 2314.64 | | 2507.35 | | \$ 10,977.81 | |
| BPR-033 | | \$ 4.38 | 2230.95 | | 2416.70 | | \$ 10,580.92 | |
| BPR-034 | | \$ 4.38 | 1233.50 | | 1336.20 | | \$ 5,850.22 | |
| BPR-035 | | \$ 4.38 | 156.70 | | 169.75 | | \$ 743.21 | |
| BPR-036 | | \$ 4.38 | 2652.45 | | 2873.29 | | \$ 12,580.00 | |
| BPR-037 | | \$ 4.38 | 15719.37 | | 17028.15 | | \$ 74,553.48 | |
| BPR-038 | | \$ 4.38 | 11736.29 | | 12713.44 | | \$ 55,662.60 | |
| BPR-039 | | \$ 4.38 | 3753.72 | | 4066.25 | | \$ 17,803.06 | |
| BPR-040 | | \$ 4.38 | 6022.53 | | 6523.95 | | \$ 28,563.50 | |
| BPR-041 | | \$ 4.38 | 6210.39 | | 6727.46 | | \$ 29,454.51 | |
| BPR-042 | | \$ 4.38 | 1965.36 | | 2128.99 | | \$ 9,321.25 | |
| BPR-043 | | \$ 4.38 | 1379.54 | | 1494.40 | | \$ 6,542.84 | |
| BPR-044 | | \$ 4.38 | 2959.54 | | 3205.94 | | \$ 14,036.42 | |
| BPR-045 | | \$ 4.38 | 1189.99 | | 1289.07 | | \$ 5,643.87 | |
| BPR-046 | | \$ 4.38 | 2908.07 | | 3150.20 | | \$ 13,792.35 | |
| BPR-047 | | \$ 4.38 | 1638.80 | | 1775.25 | | \$ 7,772.47 | |
| BPR-048 | | \$ 4.38 | 5483.43 | | 5939.98 | | \$ 26,006.70 | |
| BPR-049 | | \$ 4.38 | 2113.60 | | 2289.58 | | \$ 10,024.34 | |
| MPR-001 | | \$ 5.33 | 14058.45 | | 15228.94 | | \$ 81,135.99 | |
| MPR-002 | | \$ 3.31 | 6039.79 | | 6542.66 | | \$ 21,673.85 | |
| MPR-003 | | \$ 5.33 | 4169.47 | | 4516.61 | | \$ 24,063.37 | |
| MPR-004 | | \$ 1.06 | 72.00 | | 77.99 | | \$ 82.28 | |
| MPO-001 | | \$ 5.25 | 131.00 | | 141.91 | | \$ 745.56 | |
| MPO-002 | | \$ 5.25 | 422.00 | | 457.14 | | \$ 2,401.74 | |
| MPO-003 | | \$ 5.25 | 588.00 | | 636.96 | | \$ 3,346.50 | |
| MPO-004 | | \$ 4.37 | 8439.25 | | 9141.89 | | \$ 39,929.05 | |
| MPO-005 | | \$ 5.19 | 104.50 | | 113.20 | | \$ 587.58 | |
| MPO-006 | | \$ 5.19 | 517.25 | | 560.32 | | \$ 2,908.37 | |
| MPO-007 | | \$ 5.19 | 222.75 | | 241.30 | | \$ 1,252.47 | |
| MPO-008 | | \$ 4.83 | 2262.75 | | 2451.14 | | \$ 11,843.68 | |
| TOTAL | | | 207706.57 | | 225000.00 | | \$ 1,000,033.67 | |

Tabla 3.17 Tercer modelo de optimización para el Costo Total de importación.

| TERCER MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE COMPRA | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|
| CÓDIGO | COSTO DE ORDENAR (S) (40 PIES) | COSTO DE ORDENAR (S) (20 PIES) | COSTO DEL MATERIAL (Cm) (\$/kg) | DEMANDA POR SEMESTRE [kg] | CANTIDAD DE CONTENEDORES DE 40 PIES | CANTIDAD DE CONTENEDORES DE 20 PIES | MATERIA PRIMA TOTAL | COSTO DE ORDENAR TOTAL (S) | COSTO DEL MATERIAL (40 PIES) | COSTO DEL MATERIAL (20 PIES) | COSTO DEL MATERIAL TOTAL | COSTO TOTAL |
| BPR-001 | \$ 2,250.00 | \$ 2,150.00 | \$ 4.38 | 201.77 | 6 | 4 | 204.00 | \$ 22,100.00 | \$ 637.98 | \$ 255.19 | \$ 933,364.76 | \$ 955,464.76 |
| BPR-002 | | | \$ 4.38 | 1237.29 | | | 1250.95 | | \$ 3,912.13 | \$ 1,564.85 | | |
| BPR-003 | | | \$ 4.38 | 1121.38 | | | 1133.76 | | \$ 3,545.63 | \$ 1,418.25 | | |
| BPR-004 | | | \$ 4.38 | 3799.30 | | | 3841.25 | | \$ 12,012.81 | \$ 4,805.12 | | |
| BPR-005 | | | \$ 4.38 | 955.96 | | | 966.51 | | \$ 3,022.60 | \$ 1,209.04 | | |
| BPR-006 | | | \$ 4.38 | 2135.09 | | | 2158.67 | | \$ 6,750.84 | \$ 2,700.34 | | |
| BPR-007 | | | \$ 4.38 | 2889.80 | | | 2921.71 | | \$ 9,137.11 | \$ 3,654.85 | | |
| BPR-008 | | | \$ 4.38 | 4279.14 | | | 4326.39 | | \$ 13,530.00 | \$ 5,412.00 | | |
| BPR-009 | | | \$ 4.38 | 2065.49 | | | 2088.30 | | \$ 6,530.78 | \$ 2,612.31 | | |
| BPR-010 | | | \$ 4.38 | 6615.07 | | | 6688.11 | | \$ 20,915.88 | \$ 8,366.35 | | |
| BPR-011 | | | \$ 4.38 | 7945.63 | | | 8033.36 | | \$ 25,122.90 | \$ 10,049.16 | | |
| BPR-012 | | | \$ 4.38 | 9052.84 | | | 9152.80 | | \$ 28,623.75 | \$ 11,449.50 | | |
| BPR-013 | | | \$ 4.38 | 8174.33 | | | 8264.59 | | \$ 25,846.02 | \$ 10,338.41 | | |
| BPR-014 | | | \$ 4.38 | 514.50 | | | 520.18 | | \$ 1,626.77 | \$ 650.71 | | |
| BPR-015 | | | \$ 4.38 | 22.05 | | | 22.29 | | \$ 69.71 | \$ 27.88 | | |
| BPR-016 | | | \$ 4.38 | 8226.75 | | | 8317.59 | | \$ 26,011.77 | \$ 10,404.71 | | |
| BPR-017 | | | \$ 4.38 | 1144.11 | | | 1156.74 | | \$ 3,617.50 | \$ 1,447.00 | | |
| BPR-018 | | | \$ 4.38 | 1797.59 | | | 1817.44 | | \$ 5,683.72 | \$ 2,273.49 | | |
| BPR-019 | | | \$ 4.38 | 7116.91 | | | 7195.49 | | \$ 22,502.62 | \$ 9,001.05 | | |
| BPR-020 | | | \$ 5.25 | 599.62 | | | 606.24 | | \$ 2,275.11 | \$ 910.04 | | |
| BPR-021 | | | \$ 4.38 | 410.79 | | | 415.33 | | \$ 1,298.86 | \$ 519.54 | | |
| BPR-022 | | | \$ 4.38 | 1030.07 | | | 1041.45 | | \$ 3,256.94 | \$ 1,302.78 | | |
| BPR-023 | | | \$ 4.38 | 1803.62 | | | 1823.53 | | \$ 5,702.77 | \$ 2,281.11 | | |
| BPR-024 | | | \$ 4.38 | 6511.18 | | | 6583.08 | | \$ 20,587.40 | \$ 8,234.96 | | |
| BPR-025 | | | \$ 4.38 | 2589.20 | | | 2617.79 | | \$ 8,186.68 | \$ 3,274.67 | | |
| BPR-026 | | | \$ 4.38 | 4984.83 | | | 5039.87 | | \$ 15,761.30 | \$ 6,304.52 | | |
| BPR-027 | | | \$ 4.38 | 514.23 | | | 519.91 | | \$ 1,625.91 | \$ 650.36 | | |
| BPR-028 | | | \$ 4.38 | 2792.74 | | | 2823.58 | | \$ 8,830.24 | \$ 3,532.09 | | |
| BPR-029 | | | \$ 4.38 | 2674.69 | | | 2704.22 | | \$ 8,456.97 | \$ 3,382.79 | | |
| BPR-030 | | | \$ 4.38 | 4657.77 | | | 4709.20 | | \$ 14,727.18 | \$ 5,890.87 | | |
| BPR-031 | | | \$ 4.38 | 1146.77 | | | 1159.43 | | \$ 3,625.92 | \$ 1,450.37 | | |
| BPR-032 | | | \$ 4.38 | 2314.64 | | | 2340.19 | | \$ 7,318.54 | \$ 2,927.42 | | |
| BPR-033 | | | \$ 4.38 | 2230.95 | | | 2255.59 | | \$ 7,053.95 | \$ 2,821.58 | | |
| BPR-034 | | | \$ 4.38 | 1233.50 | | | 1247.12 | | \$ 3,900.14 | \$ 1,560.06 | | |
| BPR-035 | | | \$ 4.38 | 156.70 | | | 158.43 | | \$ 495.47 | \$ 198.19 | | |
| BPR-036 | | | \$ 4.38 | 2652.45 | | | 2681.74 | | \$ 8,386.67 | \$ 3,354.67 | | |
| BPR-037 | | | \$ 4.38 | 15719.37 | | | 15892.94 | | \$ 49,702.32 | \$ 19,880.93 | | |
| BPR-038 | | | \$ 4.38 | 11736.29 | | | 11865.87 | | \$ 37,108.40 | \$ 14,843.36 | | |
| BPR-039 | | | \$ 4.38 | 3753.72 | | | 3795.17 | | \$ 11,868.71 | \$ 4,747.48 | | |
| BPR-040 | | | \$ 4.38 | 6022.53 | | | 6089.02 | | \$ 19,042.33 | \$ 7,616.93 | | |
| BPR-041 | | | \$ 4.38 | 6210.39 | | | 6278.96 | | \$ 19,636.34 | \$ 7,854.54 | | |
| BPR-042 | | | \$ 4.38 | 1965.36 | | | 1987.06 | | \$ 6,214.17 | \$ 2,485.67 | | |
| BPR-043 | | | \$ 4.38 | 1379.54 | | | 1394.77 | | \$ 4,361.89 | \$ 1,744.76 | | |
| BPR-044 | | | \$ 4.38 | 2959.54 | | | 2992.21 | | \$ 9,357.61 | \$ 3,743.05 | | |
| BPR-045 | | | \$ 4.38 | 1189.99 | | | 1203.13 | | \$ 3,762.58 | \$ 1,505.03 | | |
| BPR-046 | | | \$ 4.38 | 2908.07 | | | 2940.18 | | \$ 9,194.90 | \$ 3,677.96 | | |
| BPR-047 | | | \$ 4.38 | 1638.80 | | | 1656.90 | | \$ 5,181.65 | \$ 2,072.66 | | |
| BPR-048 | | | \$ 4.38 | 5483.43 | | | 5543.98 | | \$ 17,337.80 | \$ 6,935.12 | | |
| BPR-049 | | | \$ 4.38 | 2113.60 | | | 2136.94 | | \$ 6,682.89 | \$ 2,673.16 | | |
| MPR-001 | | | \$ 5.33 | 14058.45 | | | 14213.68 | | \$ 54,090.66 | \$ 21,636.26 | | |
| MPR-002 | | | \$ 3.31 | 6039.79 | | | 6106.48 | | \$ 14,449.24 | \$ 5,779.69 | | |
| MPR-003 | | | \$ 5.33 | 4169.47 | | | 4215.50 | | \$ 16,042.25 | \$ 6,416.90 | | |
| MPR-004 | | | \$ 1.06 | 72.00 | | | 72.80 | | \$ 54.86 | \$ 21.94 | | |
| MPO-001 | | | \$ 5.25 | 131.00 | | | 132.45 | | \$ 497.04 | \$ 198.82 | | |
| MPO-002 | | | \$ 5.25 | 422.00 | | | 426.66 | | \$ 1,601.16 | \$ 640.46 | | |
| MPO-003 | | | \$ 5.25 | 588.00 | | | 594.49 | | \$ 2,231.00 | \$ 892.40 | | |
| MPO-004 | | | \$ 4.37 | 8439.25 | | | 8532.43 | | \$ 26,619.36 | \$ 10,647.75 | | |
| MPO-005 | | | \$ 5.19 | 104.50 | | | 105.65 | | \$ 391.72 | \$ 156.69 | | |
| MPO-006 | | | \$ 5.19 | 517.25 | | | 522.96 | | \$ 1,938.92 | \$ 775.57 | | |
| MPO-007 | | | \$ 5.19 | 222.75 | | | 225.21 | | \$ 834.98 | \$ 333.99 | | |
| MPO-008 | | | \$ 4.83 | 2262.75 | | | 2287.73 | | \$ 7,895.79 | \$ 3,158.32 | | |
| TOTAL | | | | 207706.57 | | | 210000.00 | | \$ 666,689.11 | \$ 266,675.65 | | |

3.5.4 Programación de órdenes de compra para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

La programación que presentaremos a continuación se ha realizado con el objetivo de mostrar a la empresa una propuesta para realizar los pedidos y órdenes de compra.

Se incluye el tiempo promedio de espera, desde que se realiza la orden de compra hasta que el pedido llega a la empresa, conocido también como *tiempo de suministro (TS)*. El tiempo de suministro en la empresa Isollanta Cía. Ltda., es el promedio de los tiempos de suministro históricos según los pedidos realizados desde el mes de mayo hasta el mes de diciembre de 2013.

Tabla 3.18 Tiempo de suministro promedio para la empresa Isollanta Cía. Ltda.

| FECHA DE PEDIDO | FECHA DE RECIBIDO | DÍAS LABORABLES TRANSCURRIDOS |
|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 16-12-13 | 27-01-14 | 26 |
| 20-11-13 | 24-12-13 | 24 |
| 14-10-13 | 22-11-13 | 28 |
| 18-09-13 | 17-10-13 | 21 |
| 13-08-13 | 18-09-13 | 26 |
| 12-07-13 | 16-08-13 | 25 |
| 04-06-13 | 10-07-13 | 26 |
| 14-05-13 | 20-06-13 | 27 |
| <i>Tiempo de Suministro</i> | | 25 |

También se considera el tiempo promedio de duración del material que se ha incluido en la importación. Este tiempo está basado en el consumo promedio diario según los datos históricos y la capacidad total que tiene los contenedores que se importan.

Tabla 3.19 Tiempo promedio de duración de la materia prima importada.

| TIEMPO DE DURACIÓN PROMEDIO DE LA MATERIA PRIMA | | | | | | |
|---|------------------|------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| CÓDIGO | CONSUMO DE BANDA | | CONTENEDOR 40 PIES | | CONTENEDOR 20 PIES | |
| | PROMEDIO DIARIO | PORCENTAJE | CAPACIDAD KG | DÍAS LABORABLES | CAPACIDAD KG | DÍAS LABORABLES |
| BPR-001 | 1.80 | 0.12% | 30.00 | 17 | 18.00 | 10 |
| BPR-002 | 10.41 | 0.69% | 173.23 | 17 | 103.94 | 10 |
| BPR-003 | 25.66 | 1.71% | 427.01 | 17 | 256.21 | 10 |
| BPR-004 | 18.45 | 1.23% | 306.99 | 17 | 184.20 | 10 |
| BPR-005 | 3.13 | 0.21% | 52.08 | 17 | 31.25 | 10 |
| BPR-006 | 4.59 | 0.31% | 76.45 | 17 | 45.87 | 10 |
| BPR-007 | 12.50 | 0.83% | 207.95 | 17 | 124.77 | 10 |
| BPR-008 | 18.11 | 1.21% | 301.31 | 17 | 180.79 | 10 |
| BPR-009 | 4.55 | 0.30% | 75.76 | 17 | 45.46 | 10 |
| BPR-010 | 33.73 | 2.24% | 561.23 | 17 | 336.74 | 10 |
| BPR-011 | 47.53 | 3.16% | 790.85 | 17 | 474.51 | 10 |
| BPR-012 | 53.77 | 3.58% | 894.75 | 17 | 536.85 | 10 |
| BPR-013 | 53.89 | 3.59% | 896.80 | 17 | 538.08 | 10 |
| BPR-014 | 7.00 | 0.47% | 116.48 | 17 | 69.89 | 10 |
| BPR-015 | 7.00 | 0.47% | 116.48 | 17 | 69.89 | 10 |
| BPR-016 | 70.14 | 4.67% | 1167.10 | 17 | 700.26 | 10 |
| BPR-017 | 87.50 | 5.82% | 1456.07 | 17 | 873.64 | 10 |
| BPR-018 | 34.86 | 2.32% | 580.02 | 17 | 348.01 | 10 |
| BPR-019 | 29.54 | 1.97% | 491.54 | 17 | 294.92 | 10 |
| BPR-020 | 2.45 | 0.16% | 40.77 | 17 | 24.46 | 10 |
| BPR-021 | 5.00 | 0.33% | 83.20 | 17 | 49.92 | 10 |
| BPR-022 | 7.11 | 0.47% | 118.28 | 17 | 70.97 | 10 |
| BPR-023 | 16.02 | 1.07% | 266.55 | 17 | 159.93 | 10 |
| BPR-024 | 36.00 | 2.40% | 599.12 | 17 | 359.47 | 10 |
| BPR-025 | 8.80 | 0.59% | 146.40 | 17 | 87.84 | 10 |
| BPR-026 | 14.00 | 0.93% | 232.99 | 17 | 139.79 | 10 |
| BPR-027 | 4.73 | 0.31% | 78.74 | 17 | 47.24 | 10 |
| BPR-028 | 17.40 | 1.16% | 289.61 | 17 | 173.77 | 10 |
| BPR-029 | 12.45 | 0.83% | 207.18 | 17 | 124.31 | 10 |
| BPR-030 | 27.72 | 1.85% | 461.34 | 17 | 276.80 | 10 |
| BPR-031 | 7.72 | 0.51% | 128.40 | 17 | 77.04 | 10 |
| BPR-032 | 11.88 | 0.79% | 197.68 | 17 | 118.61 | 10 |
| BPR-033 | 10.62 | 0.71% | 176.70 | 17 | 106.02 | 10 |
| BPR-034 | 29.78 | 1.98% | 495.49 | 17 | 297.29 | 10 |
| BPR-035 | 1.26 | 0.08% | 20.89 | 17 | 12.53 | 10 |
| BPR-036 | 13.20 | 0.88% | 219.62 | 17 | 131.77 | 10 |
| BPR-037 | 72.30 | 4.81% | 1203.07 | 17 | 721.84 | 10 |
| BPR-038 | 85.30 | 5.68% | 1419.46 | 17 | 851.67 | 10 |
| BPR-039 | 53.64 | 3.57% | 892.60 | 17 | 535.56 | 10 |
| BPR-040 | 35.36 | 2.35% | 588.44 | 17 | 353.07 | 10 |
| BPR-041 | 35.55 | 2.37% | 591.57 | 17 | 354.94 | 10 |
| BPR-042 | 20.89 | 1.39% | 347.62 | 17 | 208.57 | 10 |
| BPR-043 | 27.75 | 1.85% | 461.82 | 17 | 277.09 | 10 |
| BPR-044 | 33.29 | 2.22% | 553.94 | 17 | 332.36 | 10 |
| BPR-045 | 3.93 | 0.26% | 65.43 | 17 | 39.26 | 10 |
| BPR-046 | 21.58 | 1.44% | 359.16 | 17 | 215.49 | 10 |
| BPR-047 | 29.77 | 1.98% | 495.47 | 17 | 297.28 | 10 |
| BPR-048 | 28.32 | 1.89% | 471.30 | 17 | 282.78 | 10 |
| BPR-049 | 13.00 | 0.87% | 216.33 | 17 | 129.80 | 10 |
| MPR-001 | 105.23 | 7.00% | 1751.04 | 17 | 1050.62 | 10 |
| MPR-002 | 41.22 | 2.74% | 685.95 | 17 | 411.57 | 10 |
| MPR-003 | 29.73 | 1.98% | 494.78 | 17 | 296.87 | 10 |
| MPR-004 | 0.54 | 0.04% | 9.03 | 17 | 5.42 | 10 |
| MPO-001 | 1.63 | 0.11% | 27.08 | 17 | 16.25 | 10 |
| MPO-002 | 5.40 | 0.36% | 89.85 | 17 | 53.91 | 10 |
| MPO-003 | 5.56 | 0.37% | 92.50 | 17 | 55.50 | 10 |
| MPO-004 | 77.37 | 5.15% | 1287.49 | 17 | 772.50 | 10 |
| MPO-005 | 0.47 | 0.03% | 7.90 | 17 | 4.74 | 10 |
| MPO-006 | 1.74 | 0.12% | 28.99 | 17 | 17.40 | 10 |
| MPO-007 | 0.97 | 0.06% | 16.11 | 17 | 9.66 | 10 |
| MPO-008 | 21.51 | 1.43% | 358.02 | 17 | 214.81 | 10 |
| TOTAL | 1502.35 | 100.00% | 25000.00 | | 15000.00 | |

Una vez determinados estos tiempos, podemos realizar la programación de órdenes o pedidos de materia prima. En el siguiente cuadro se especificará por fecha, cuando deben ser realizados los pedidos (ubicados en el recuadro 'P' con fondo amarillo), para que la empresa se mantenga siempre abastecida de material (el consumo promedio de los contenedores se expresa con los recuadros de colores) y no existan desfases de tiempo que representen desabastecimientos de material y por consiguiente pérdidas de producción y ventas. Así mismo, la programación actual considera un inventario de seguridad de hasta 2 días laborables por mes, esto si es que se presenta el caso de que el pedido no llegue dentro del tiempo de suministro preestablecido (25 días laborables).

Para la propuesta, utilizamos la siguiente serie de pedidos:

- P1: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies más uno de 20 pies.
- P2: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies.
- P3: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies más uno de 20 pies.
- P4: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies más uno de 20 pies.
- P5: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies.
- P6: realizar el pedido de un contenedor de 40 pies más uno de 20 pies.

Para el semestre de producción se pedirán en total 6 contenedores de 40 pies y 4 contenedores de 20 pies, tal como se estableció en el plan de reposición que calculamos en el punto anterior, para encontrar el método de compra más económico.

3.5.5 Plan de contingencia para la adquisición de materiales.-

Se debe realizar un plan de contingencia o emergencia en caso de que, por alguna razón el proveedor no pueda entregar el pedido dentro del plazo determinado para el mismo, provocando un desabastecimiento de material. Esto se realiza con el objetivo exclusivo de no perder el volumen de ventas normal y/o adecuado para las labores de la empresa y para la consecución de las metas y objetivos planteados. Se deberá plantear una inversión que permita mantener las actividades normales de la empresa, durante el periodo de tiempo que dure la eventualidad.

Para el caso de Isollanta Cía. Ltda., que tiene una gran cantidad de materiales e insumos que se adquieren al proveedor, resultaría muy poco práctico en la realidad realizar un plan de contingencia que incluya todos los materiales e insumos que adquiere la empresa, ya que en la práctica y proceso normal de reencauche, el desabastecimiento se produce en materias primas particulares, que son las que tienen un consumo promedio alto, y no en todas las materias primas que adquiere la empresa. Es decir, no es necesario abastecerse de todos los materiales para cubrir una necesidad de venta en caso de emergencia.

Por lo tanto el plan de contingencia presenta un modelo de inversión que cubriría una necesidad específica en un plazo de 5 días laborables. Al ser un caso de emergencia, se considera factible realizar la orden o el pedido del material desabastecido, a una empresa de reencauche en el medio nacional (lo que reduciría el costo de ordenar); pero a su vez, incrementaría considerablemente el costo del material a adquirir (debido a que no son productores sino usuarios del mismo).

Tabla 3.20 Ejemplo de un plan de contingencia.

| PLAN DE CONTINGENCIA | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------|
| CÓDIGO | COSTO UNITARIO (Cm) [\$/kg] | CANTIDAD REQUERIDA [kg] | COSTO DE ORDENAR TOTAL | COSTO DEL MATERIAL TOTAL | COSTO TOTAL |
| BPR-017 | \$ 15.00 | 450.00 | \$ 1,000.00 | \$ 15,000.00 | \$ 16,000.00 |
| MPR-001 | \$ 15.00 | 550.00 | | | |

Se deberá especificar los materiales que se deseen adquirir, así como la cantidad requerida para cubrir la emergencia. Como se aprecia en el ejemplo anterior, no se realiza la solicitud de toda la gama de materiales, ya que se necesitarían solamente esos dos para cubrir una emergencia. El abastecimiento en estos casos deberá ser casi inmediato, la negociación deberá enfocarse en este aspecto, y dejar como aspecto secundario la inversión total que se necesite realizar.

3.6 Programa Maestro de Producción.

“El programa maestro de producción (PMP, o MPS, siglas en inglés de *Master Production Schedule*) es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planeación a corto plazo, que por lo general, abarca de unas cuantas semanas hasta varios meses. Los productos finales son productos terminados o componentes embarcados como productos finales. Los productos finales pueden embarcarse a clientes o ponerse en inventario” (GAITHER & FREIZER, 2000, pág. 332).

El PMP toma esta capacidad de producción a corto plazo, y la asigna a pedidos de productos finales. Los objetivos del programa maestro de la producción son dos:

1. Programar productos finales para que se terminen con rapidez y cuando se hayan comprometido con los clientes.
2. Evitar sobrecargas o subcargas de las instalaciones de producción, de manera que la capacidad de producción se utilice con eficiencia y resulte bajo el costo de producción.

Según CHAPMAN (2006), aunque algunas empresas (en especial aquellas que son pequeñas o que ofrecen sobre todo servicios) no desarrollan un programa maestro formal, se puede afirmar que toda compañía cuenta con uno. Aunque se realice de manera informal, todas las empresas deben contar con un método para comprometer los pedidos del cliente, y traducir en un programa de producción los requerimientos que éstos determinen. Al tratarse de un plan, que en la mayoría de los casos se basa en productos finales, listos para la venta, representa como consecuencia la principal “interfaz” entre el sistema de producción y los clientes externos.

Para el Programa Maestro de Producción en la planta de Isollanta Cía. Ltda., se deberá analizar de manera general los siguientes aspectos, que afectan directamente a la cantidad de neumáticos reencauchados que se podrían realizar en un lapso de tiempo determinado:

- Disponibilidad de Materia Prima (Bandas Precuradas).
- Disponibilidad de Carcasas (Pedidos de Cliente).
- Capacidad Instalada (Maquinaria).
- Inventario de Producto Terminado (Llantas Reencauchadas).

“A fin de resultar efectivo, es extremadamente importante que el horizonte de planificación del programa maestro sea igual o mayor que el tiempo de espera agregado del producto o servicio cuya producción se está planificando” (CHAPMAN, 2006, pág. 74)

Si es que no se analizan estos aspectos, previo a la ejecución del PMP, se podrían establecer objetivos inalcanzables o subestimados de producción o ventas, lo que ocasionaría problemas con la Planificación de Producción más detallada que se realiza posteriormente.

El PMP de Isollanta Cía. Ltda., se realizará según el tiempo de planificación que se establezca en la planta de producción, también para mantener concordancia con los demás departamentos de la empresa que se ven directamente involucrados (Compras, Comercialización y Gestión de Calidad), el siguiente formato, que se muestra en la Tabla 3.15, ilustra un ejemplo de modelo de PMP propuesto para la empresa Isollanta Cía. Ltda., para el mes de mayo del año 2014. El mismo no tiene datos reales, simplemente se utilizan cantidades que facilitan su comprensión.

Tabla 3.21 Propuesta de Programa Maestro de Producción

| | PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN - MAYO 2014 | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-----|-----|-----|----|-------------|
| | SECCIONES DE COMERCIALIZACIÓN | | | | | | TOTAL |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| PLAN DE PRODUCCIÓN | 400 | 480 | 510 | 350 | 250 | 50 | 2040 |
| INVENTARIO INICIAL | 100 | 20 | 0 | 20 | 10 | 40 | 190 |
| PLAN DE VENTAS | 475 | 482 | 509 | 355 | 258 | 90 | 2169 |
| INVENTARIO FINAL | 25 | 18 | 1 | 15 | 2 | 0 | 61 |

Nota. Ejemplo ilustrativo sin usar datos reales, valores expresados en unidades de llantas reencauchadas. Fuente: El Autor.

El PMP de Isollanta Cía. Ltda., estará formado por cuatro componentes, en un inicio se deberá analizar la cantidad de producto terminado que se tenga almacenado en inventario, y junto a esto el plan de ventas que realiza el departamento de comercialización para el periodo

correspondiente. En este ámbito, la tarea principal de la sección de producción será la de abastecer completamente las necesidades del área comercial para que puedan cumplir el objetivo del plan de ventas, por lo que la cantidad de reencauche a producir dependerá siempre de esa información. Al final se puede calcular un nivel de inventario final, haciendo la diferencia entre, lo que se planea producir sumado a lo que se tiene disponible para la venta (Plan de Producción + Inventario Inicial), restado al Plan de Ventas.

Desde el Plan Maestro de Producción -PMP-, se puede anticipar una política inicial de producción, que sería la de *producir solamente lo que se planea vender*, de esta manera podríamos en primera instancia, reducir el nivel de inventario final, y con el paso del tiempo, optimizar el uso de todos los insumos que se involucran en el proceso de producción de reencauche (materia prima, mano de obra, materiales, etc.).

3.7 Sistemas de Planeación y Control de la Producción.

“Una vez terminado un programa maestro de producción, se conocerá cuándo y cuántos productos de cada tipo se embarcarán. La forma en que una organización de producción planea y controla la adquisición de materiales, la fabricación de piezas y ensambles, y el trabajo necesario para la producción de los productos depende del tipo de sistema de planeación y control de producción que se utilice. Como se detalló en la figura 3.1 (pág. 89); se desglosan 4 tipos de sistemas: el sistema de agotamiento de depósito, sistemas de empujar, sistemas de jalar y el procedimiento que se enfoca en cuellos de botella” (GAITHER & FREIZER, 2000, pág. 339).

Para el caso de la empresa Isollanta Cía. Ltda., estudiaremos el sistema enfocado a Cuellos de Botella; ya que este es el tipo de sistema presente en la planta de producción.

3.7.1 Teoría de las Restricciones, enfoque a cuellos de botella.

“Algunos sistemas de planeación y control de la producción se enfocan a los cuellos de botella de la producción: operaciones, máquinas o etapas de la producción que entorpecen la misma, porque tienen una capacidad menor que las etapas anteriores y/o posteriores. En las operaciones en cuello de botella, los lotes de producto llegan más aprisa de lo que pueden terminarse. Por lo tanto estas operaciones son restricciones limitantes de la capacidad, y controlan la capacidad de toda una fábrica” (GAITHER & FREIZER, 2000, pág. 343).

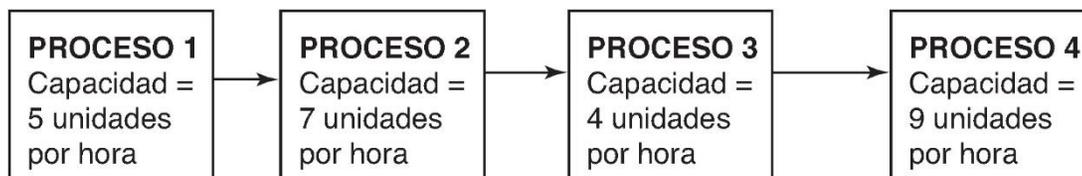
“Desarrollado originalmente por Eliyahu Goldratt y Jeff Cox en su libro *La meta: un proceso de mejora continua* (1984), se denominó teoría de restricciones (o administración de restricciones), este método ha permitido que muchas personas reconsideren con éxito las técnicas que utilizan para mejorar y administrar sus procesos de producción.

El concepto fundamental en que descansa la Teoría De Restricciones TDR (también abreviada como TOC, por las siglas en inglés de Theory Of Constraints), en cuanto a su impacto sobre la planificación y el control, es que toda planificación hacia la generación de un producto o servicio consiste, básicamente, de una serie de procesos vinculados. Cada proceso tiene una capacidad específica para generar una producción determinada por la operación, y en casi todos los casos existe un proceso que restringe el rendimiento de la operación completa.

Una restricción es, en términos generales, cualquier factor que limita a la compañía para alcanzar su objetivo. En el caso de casi todas las empresas, ese objetivo es hacer dinero, lo que se manifiesta en un incremento del rendimiento, lo cual se logra gracias a las ventas, no sólo a producción.

Como ejemplo numérico, considere la operación que genera un producto A en la figura 3.12. En este sencillo ejemplo resulta evidente que la operación total está limitada por el proceso 3, cuya capacidad es de 4 unidades por hora. Sin importar qué tan eficientes sean los demás procesos o qué tantas mejoras se hayan realizado en los procesos 1, 2 y 4, nunca podrá excederse la producción general operacional de las 4 unidades por hora, a menos que se resuelvan las restricciones del proceso 3. El incremento de utilización y eficiencia en los procesos 1 y 2, de hecho, sólo aumentarán el inventario, no las ventas. Esta cuestión es uno de los puntos clave de la TDR: la medición principal de cualquier operación debe centrarse en el rendimiento total de la organización o, en otras palabras, en la contribución a las ventas. Cualquier otra medida, ya sea de la eficiencia de procesos, la utilización u otros factores operacionales, tiene poca relevancia para la eficacia del sistema integral” (CHAPMAN, 2006, pág. 219 - 220).

Figura 3.12 Ejemplo de la Teoría de Restricciones.



Nota. Fuente: CHAPMAN, 2006, pág. 221.

“Las implicaciones de este método van mucho más allá de cómo se concibe el proceso. Hasta los sistemas contables se ven afectados. Por ejemplo, muchos sistemas contables asignan los costos generales a los productos con base en las horas de mano de obra directa que se utilizaron en su producción. Tales sistemas pueden dar la impresión de que producir más unidades ayudará a “pagar” los gastos generales. Por desgracia, si las unidades adicionales fabricadas no están vinculadas con las ventas reales, el resultado será solamente más inventario

costoso y un impacto negativo general sobre el negocio. Los principios de la TDR señalan que sólo las ventas deben contar como rendimiento operacional. Otra implicación contable es el propio costo de mano de obra. Casi todos los sistemas contables tradicionales consideran la mano de obra directa como un costo variable. Por otro lado, los principios de la TDR afirman que en el corto plazo todos los costos operacionales (excepto los de materia prima directa) son fijos en su mayor parte y, por lo tanto, se “aglutinan” en el gasto operativo general. Uno de los puntos clave de este ejemplo es que *los productos en realidad no tienen una utilidad, pero las compañías sí*. Esta operación nos ayuda a ver la operación más como un sistema, y no sólo como un conjunto de funciones independientes. Éste es uno de los conceptos fundamentales de la administración mediante los principios de TOC” (CHAPMAN, 2006, pág. 221).

3.7.1.1 Comprensión y administración de restricciones.

Se han desarrollado varios lineamientos fundamentales para entender los principios de la TOC y la forma de administrar un proceso de restricción. Algunos de los más sobresalientes son los siguientes:

- *“El desempeño óptimo de un sistema NO equivale a la suma de los óptimos locales.*

Cuando se dice que un sistema se está desempeñando tan bien como es posible, por lo general significa que no más de una parte del sistema se está desempeñando en un nivel óptimo. Si todas las partes del sistema se están desempeñando de manera óptima, es probable que el sistema como un todo no lo hará.

- *Los sistemas son como cadenas.* Todos los sistemas tienen “un eslabón más débil” (una restricción) que limita el desempeño del sistema integral.

- *Para determinar qué se debe cambiar es necesario comprender a cabalidad el sistema y su objetivo.* Al implementar la TOC, muchas veces el objetivo del sistema es obtener dinero a partir de las ventas, no mediante la producción. La producción terminada que no se vende no contribuye al objetivo de la compañía.
- *Los efectos indeseables en el sistema son resultado de tan sólo algunos problemas centrales.* Resolver el síntoma de un problema no suele remediar las cosas. Si el problema central persiste, es probable que el síntoma (u otro asociado a él) reaparezca muy pronto.
- *Los problemas centrales casi nunca son obvios.* Tienden a mostrarse a sí mismos como una serie de efectos indeseables, la mayoría de los cuales en realidad son síntomas de problemas subyacentes.
- *La eliminación de los efectos indeseables proporciona un falso sentimiento de seguridad.* Trabajar sobre los “problemas” (que, en realidad, muchas veces son síntomas) sin encontrar la causa raíz, tiende a proporcionar mejoras de corta duración. Por otro lado, al eliminar el problema central generalmente se eliminan también todos los efectos indeseables asociados a él.
- *Las restricciones del sistema pueden ser restricciones físicas o restricciones de políticas.* En términos generales, las restricciones de políticas son más difíciles de encontrar y eliminar.
- *Las ideas no son soluciones.* La generación de ideas puede ser benéfica, pero sólo si existe un seguimiento para desarrollarlas, convertirlas en una solución e implementarlas por completo.

- *La atención debe centrarse en el balance del flujo en toda la planta. La clave es el rendimiento total que termina como una venta, no en el rendimiento total que puede terminar como inventario.*
- *La utilización de una operación que evita los cuellos de botella está determinada por las restricciones del sistema. Las operaciones que evitan los cuellos de botella no restringen la producción del sistema. Por lo tanto, estos recursos deben ser manejados de manera que proporcionen el máximo apoyo a los recursos restrictivos.*
- *No es lo mismo utilizar una operación que activarla. En el concepto TOC, una operación se considera activada sólo cuando proporciona un beneficio para el sistema total en función de generar más producción.*
- *Una hora perdida en una operación restrictiva es una hora perdida para el rendimiento del proceso completo. El interés principal de la administración y programación de una operación debe centrarse en la restricción.*
- *Una hora perdida en una operación no restrictiva es una ilusión, toda vez que impacta el rendimiento total.*
- *No es preciso que los lotes de transferencia tengan el mismo tamaño que los lotes de proceso (por lo general no deben tenerlo). Los lotes de proceso para restricciones deben ser de un tamaño que maximice la utilización eficaz del proceso (es decir, un tamaño que minimice los tiempos inactivos). En cuanto a los lotes de transferencia (la cantidad de material desplazado), a menudo pueden ser más pequeños para maximizar el rendimiento y minimizar los inventarios en proceso.*

- *Los programas deben determinarse utilizando todas las restricciones operacionales.* En muchas operaciones los programas se establecen de manera secuencial. La TOC argumenta que, cuando se elabora un programa, todas las áreas restrictivas deben considerarse al mismo tiempo” (CHAPMAN, 2006, pág. 221-223).

3.7.1.2 Pasos para implementar el sistema de teoría de las restricciones.

Si un método de TOC se considera apropiado para ayudar a mejorar un sistema de negocio, se recomienda seguir un procedimiento de cinco pasos para implementarlo.

- a. *“Identificar la restricción.* Esto implica la necesidad de analizar el proceso completo para determinar qué proceso limita el rendimiento. El concepto no restringe este análisis únicamente a los procesos operativos.
- b. *Explotar la restricción.* Esto se refiere a encontrar métodos para maximizar la utilización de la restricción con el objetivo de obtener un rendimiento productivo.
- c. *Subordinar todo a la restricción.* La utilización efectiva de la restricción es lo más importante. Todo lo demás es secundario.
- d. *Elevar la restricción.* Esto significa, esencialmente, encontrar formas de incrementar las horas disponibles de la restricción, incluyendo su propio aumento.
- e. *Una vez que la operación deja de ser restrictiva, encontrar la nueva restricción y repetir los pasos.* Al incrementarse la utilización eficaz de la operación restrictiva, ésta puede

dejar de ser una restricción, pero aparecerá otra a lo largo del proceso. En ese caso el interés debe desplazarse hacia la nueva restricción” (CHAPMAN, 2006, pág. 223-224).

3.7.1.3 Tipos generales de factores restrictivos.

“Las fuentes de restricción se pueden clasificar de varias maneras. La más común es la que las divide en restricciones políticas, restricciones de capacidad y restricciones de marketing.

a. Políticas:

- Las políticas de fijación de precios, que pueden afectar la demanda.
- El enfoque incorrecto en la comisión de ventas (vender el producto equivocado).
- Medidas de producción que inhiben el buen desempeño de la producción.
- Políticas de personal que promueven el conflicto entre las personas o áreas de producción.

b. Capacidad:

- Políticas de inversión, incluyendo métodos de justificación, horizonte de planificación y disponibilidad de fondos.
- Políticas de recursos humanos.
- Regulaciones gubernamentales.
- Sistemas tradicionales de medición.
- Procesos de desarrollo de productos.

c. Restricciones de marketing:

- Políticas de “nicho” de producto.
- Sistemas de distribución.
- Capacidad percibida contra demanda real” (CHAPMAN, 2006, pág. 226).

3.7.1.4 Logística y la teoría de restricciones.

“La logística implica el movimiento físico del material a lo largo del proceso de producción. La teoría de restricciones dedica algunos puntos específicos a la logística, e incluye ciertos métodos para hacer eficiente el desplazamiento. En general, la TOC resalta dos características esenciales de todo sistema de logística:

- Casi todos los sistemas están compuestos por una serie de eventos dependientes, una sucesión de pasos específicos que deben seguirse en el orden apropiado para completar un trabajo. Esto implica que cualquier demora en una etapa inicial del proceso podrá afectar de manera negativa sus últimas etapas.
- Casi todas las actividades presentan fluctuaciones estadísticas inherentes a su operación. Esto implica que los tiempos de actividad no son deterministas, y que existirán desviaciones de la media. El método TOC sugiere que son estas fluctuaciones estadísticas las que hacen imprácticos los métodos tradicionales de balance de la línea de ensamblaje.

Suelen citarse tres razones para justificar las disminuciones de rendimiento, mismas que, una vez más, se enfocan en la restricción del sistema. Las tres razones se explican a

continuación, junto con el método que se acostumbra sugerir para minimizar o eliminar la posible pérdida de rendimiento:

1. **La restricción está “rota”**.- Existen muchas razones por las que una restricción pudiera ser inoperante, pero éstas no son tan importantes como el hecho de que la restricción inactiva no se puede utilizar para producir. Como no existen excesos de capacidad en una restricción, la pérdida de capacidad producirá directamente una pérdida en el rendimiento de la empresa como un todo. Una solución importante para este problema potencial es la implementación de un buen plan de mantenimiento preventivo. Tal plan debe ser programado y administrado cuidadosamente, ya que también él representa un uso de la capacidad de la restricción. En general, esta situación es compatible con un principio básico de mantenimiento: cuanto más alto sea el costo de una avería no programada en un proceso, más importante será implementar un programa de mantenimiento preventivo bien diseñado. Éste es el mismo problema básico que encontramos en los sistemas de producción esbelta. Si no hay suficiente inventario en el sistema, los procesos tienden relacionarse estrechamente, y la pérdida de alguna operación suspende con rapidez el sistema completo. El mantenimiento es importante para la TOC por prácticamente la misma razón que para los sistemas de producción esbelta: el alto costo potencial de una caída en el rendimiento del sistema integral.
2. **La restricción está “hambrienta”**.- Se dice que la restricción está “hambrienta” cuando el proceso anterior no dejó inventario disponible para que la restricción trabaje con él. La restricción es capaz de generar producción, pero no puede hacerlo sin material con que trabajar. La solución a este problema consiste en usar un respaldo al frente de la

restricción. El respaldo consistirá en el inventario liberado en las primeras etapas en el sistema, pero en realidad puede considerársele un respaldo de “tiempo”.

3. ***La restricción está bloqueada.***- En esta condición, la restricción está disponible y existe material para trabajar, pero no hay espacio físico en dónde colocar las unidades terminadas. La solución a este problema potencial radica en tener un espacio de respaldo disponible después de la restricción, en el cual se pueda colocar la producción generada por la operación restrictiva” (CHAPMAN, 2006, pág. 226-227).

3.7.1.5 Programación y la teoría de restricciones.

“El sistema de programación desarrollado por la teoría de restricciones tiene su propio método específico, a pesar de que está estrechamente relacionado con un sistema *pull* (sistemas de jalar) inherente a la producción esbelta; dicho método suele denominarse ***tambor-amortiguador-cuerda***:

- ***Tambor.*** El tambor del sistema se refiere al “ritmo de tambor” o ritmo de producción. Esencialmente, representa el programa maestro de la operación, el cual se enfoca alrededor de la tasa de rendimiento que define la restricción. En otros términos, el tambor simplemente puede ser considerado como el programa de trabajo de la restricción de la organización.
- ***Amortiguador.*** Dada la importancia de evitar que una restricción esté “hambrienta” por falta de inventario, muchas veces se establece antes de ella un amortiguador de “tiempo”. Se denomina amortiguador de tiempo debido a que representa la cantidad de tiempo que el material es liberado dentro del sistema antes del tiempo de rendimiento normal mínimo para alcanzar la restricción.

- *Cuerda*. Este término se debe a una analogía: la cuerda “jala” la producción hacia la restricción para que se realice el procesamiento necesario. Si bien esto puede implicar un sistema *pull* del tipo *kanban*, se puede llevar a cabo mediante una liberación, bien coordinada y en el momento apropiado, del material en el sistema.

Como se puede observar, incluso el sistema de programación tiene su foco principal en la administración eficaz de la restricción de la organización, para lograr rendimiento y ventas” (CHAPMAN, 2006, pág. 228).

3.8 Estudio del sistema de producción de Isollanta Cía. Ltda.

En orden de establecer e implementar el programa de producción que consiga adaptarse al entorno y cubrir las necesidades de la empresa Isollanta Cía. Ltda., en esta sección se realizará un análisis detallado del sistema de producción que utiliza la empresa en la actualidad, que servirá para determinar los aspectos claves a mejorar en la producción, y de esa manera desarrollar un programa que permita determinar con mayor exactitud los tiempos de entrega, de todos los servicios solicitados por los clientes, tanto internos como externos, que tiene la planta de producción.

3.8.1 Diagrama de Proceso en Isollanta Cía. Ltda.

Como se ha explicado en el capítulo anterior, el proceso productivo de reencauche al frío sigue una línea de actividades u operaciones que renuevan el labrado en la llanta, a continuación

presentaremos el Diagrama de Proceso de reencauche puesto en práctica en la planta de producción de la empresa Isollanta Cía. Ltda.

El diagrama de proceso ilustra la secuencia de producción según las actividades que se realicen, el símbolo “○” representa las operaciones de transformación, el símbolo “□” representa las inspecciones, el símbolo “⇔” representa los transportes, el símbolo “▽” representa los almacenamientos, y por último el símbolo “D” representa las demoras. Con este diagrama se identifican todas las actividades que se realizan en el proceso productivo de reencauche, para posteriormente determinar los tiempos de cada una y establecer modificaciones que ayuden a reducir tiempos, mejorar calidad, facilitar el control, etc.

Figura 3.13 Diagrama de Proceso de reencauche Isollanta Cía. Ltda.

| Descripción | Simbología | | | | | Observaciones |
|--|------------|---|---|---|---|---|
| | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Inspeccionar las carcassas que ingresan a la empresa. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Se realiza la limpieza de los neumáticos en caso de que sea necesario. |
| Almacenar las carcassas calificadas para el proceso de reencauche. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Las carcassas rechazadas son devueltas o retiradas de planta. |
| Bufear (raspar) la corona de la carcasa para darle la textura necesaria. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Aquí se registran los parámetros necesarios para cortar las bandas de rodadura a la medida de la carcasa. |
| Reparar la carcasa que presente golpes/cortes. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Parchar la carcasa que presente agujeros o pinchazos profundos en la superficie. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Cementar la carcasa, para que adquiera una superficie adherente a la banda nueva de rodadura. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Esperar hasta que se seque el cemento en la carcasa | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | El cemento colocado en la carcasa debe secarse durante 20 minutos, antes de que se realice el siguiente proceso. |
| Rellenar con caucho no vulcanizado los agujeros/perforaciones que presente la carcasa, recuperando su estructura normal. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Enbandar la carcasa, colocando en la misma la nueva banda de rodadura. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Se revisa que la banda se coloque centrada y que los bordes de la misma estén bien adheridos a la carcasa. |
| Armar la carcasa enbandada. Usando envelopes, tubos, defensas, aros. Para evitar las deformaciones. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Existen otros dos métodos para armar, el de doble envelope y el de anillos. |
| Vulcanizar las carcassas enbandadas. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | El tiempo de cura (vulcanizado) del neumático, se mide desde que se alcanza la temperatura y presión adecuadas. |
| Desarmar los neumáticos vulcanizados. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Se retiran todos los accesorios colocados en la etapa de armado. |
| Inspeccionar los neumáticos reencauchados. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Se revisa que el proceso de vulcanizado y el reencauche en general cumpla con las normas de calidad establecidas. |
| Almacenar los neumáticos reencauchados en bodega. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |

Figura 3.14 Diagrama de Proceso de Preparado de Bandas en Isollanta Cía. Ltda.

| Descripción | Simbología | | | | | Observaciones |
|---|------------|---|---|---|---|--|
| | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Revisar los parámetros establecidos en el proceso de Bufeado. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Aquí se revisa el tipo de banda de rodadura que se colocará, el ancho y largo de la misma. |
| Cortar las bandas a la medida. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Pulir los filos y colocar el cemento. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | Se revisa que la banda esté encementada y con la textura necesaria para que se adhiera al neumático. |
| Esperar 20 minutos hasta que se seque el cemento | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | El cemento colocado en la banda debe secarse durante 20 minutos, antes de que se realice el siguiente proceso. |
| Colocar plástico protector y enrollar la banda. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |
| Transportar las bandas preparadas a la sección de enbandado. | ○ | □ | ⇒ | ▽ | D | |

Para el reencauche en frío, la secuencia de actividades se explica en el diagrama de proceso de la figura 3.13, el proceso de preparado de bandas se realiza en paralelo y está explicado en la figura 3.14, la banda preparada se coloca en la carcasa en el proceso de enbandado, la preparación de la banda se realiza por separado y es totalmente independiente del proceso productivo de reencauche, y es por eso que la actividad debe ser analizada también por separado. El primer aspecto a considerar en la programación de la producción, es el de coordinar los tiempos de ambas actividades, de tal manera que la banda precurada esté lista para ser añadida a la carcasa en el proceso de enbandado, y que no represente un tiempo de espera o demora adicional a los que ya están expuestos en el diagrama y que son normales en el proceso productivo de reencauche.

3.8.2 Estudio de Tiempos

Para realizar la recolección de los datos para establecer el tiempo estándar del proceso de reencauche, se tomaron los tiempos mediante cronómetro, en cada una de las actividades productivas detalladas en el diagrama de proceso presentado previamente.

El estudio de tiempos fue realizado durante varios días del mes de noviembre del año 2013, cada actividad fue cronometrada individualmente, y se registraron por lo menos diez tomas de tiempo, para las tomas de tiempo se emplearon reglas generales como:

1. Definir cada actividad de trabajo con el objetivo de que la misma dure lo suficiente como para cronometrarla sin inconveniente alguno.
2. Para un mejor análisis se decide tomar los tiempos por separado, según un grupo de medidas pre-establecido. Los grupos de medidas se dividirán en: grandes (desde el aro 20" hasta el aro 24") y pequeñas (desde el aro 14" hasta el aro 17.5"), esto con motivo de que las llantas grandes a ser de más compleja manipulación, causa que los operadores tarden más en las actividades de reencauche de este tipo de carcacas.
3. Las demoras detalladas en los diagramas de proceso previamente presentados, se añaden al registro de tiempos según la especificación técnica del proceso. Es decir, por ejemplo, el tiempo de espera para que seque el cemento en el proceso de cementado es de 20 minutos, según norma técnica INEN 2582-2011. Por lo que no se procederá a cronometrar esas demoras sino simplemente añadir ese tiempo al registro.

Para el cálculo del tiempo estándar, que se presenta en las hojas de registro de tiempos, usamos el método de cálculo explicado en el libro 'Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseños del trabajo' de los autores Ben Niebel y Andris Freivalds, indican que para realizar un

correcto seguimiento a las actividades se deberá realizar 10 ciclos de medición en operaciones que duren de cinco a diez minutos, la cantidad de observaciones deben variar según los tiempos de duración de las actividades (como presentamos en la tabla 3.22).

Tabla 3.22 Número recomendado de ciclos de observación según el tiempo de duración del ciclo

| Tiempo de ciclo en minutos | Número recomendado de ciclos |
|----------------------------|------------------------------|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2.00 - 5.00 | 15 |
| 5.00 - 10.00 | 10 |
| 10.00 - 20.00 | 8 |
| 20.00 - 40.00 | 5 |
| 40.00 o más | 3 |

Nota. Fuente: NIEBEL & FREIVALDS, 2008.

La fórmula que se utiliza para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} + \text{Tiempo Suplementario}$$

Donde,

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo Promedio} + \text{Porcentaje de Eficiencia}$$

Los autores realizan las siguientes recomendaciones, para determinar el porcentaje de eficiencia y el tiempo suplementario, que son:

1. El porcentaje de eficiencia del operador, es un criterio del analista o inspector, y hace relación al nivel de pericia que tenga el operador para realizar su actividad, los autores recomiendan manejar porcentajes de eficiencia altos cuando los operadores

tengan un gran nivel de experiencia y conocimiento en la acción que realizan, y así mismo, mantener porcentajes bajos cuando los operadores no tengan experiencia o cuando sean puestos de trabajo rotativos u ocasionales. Para el caso práctico de Isollanta, dado el proceso continuo y las actividades repetitivas que realizan los operadores, permitiéndoles experimentarse en su labor, el porcentaje de eficiencia lo ubicaremos en un 95%.

2. El tiempo suplementario, es también un criterio del analista de tiempos, hace referencia a los tiempos que puede perder el operador en otras actividades que no tengan relación con la operación que realiza, existen interrupciones personales, fatiga, daños en las herramientas o materiales, etc.; los autores sugieren utilizar porcentajes bajos para el cálculo del tiempo suplementario, ya que son interrupciones esporádicas, y éstas no se presentan en todas las operaciones. Para el caso práctico de Isollanta, donde el flujo del proceso es continuo y las actividades de los operarios son repetitivas, se utilizará un porcentaje de suplemento de 2%.

Se presenta a continuación la hoja de tiempos registrada para cada actividad del proceso productivo, según se especificó en el diagrama de proceso presentado previamente.

Figura 3.15 Hoja de Registro de Tiempos de Reencauche de llanta comercial grande

| HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS - CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|---------|----------|---------|---------------|---------|----------------------|-----------------|
| PROCESO: Reencauche Llanta Comercial Grande | | | | | | | | | | | EMPRESA: Isollanta Cía. Ltda. | | | | | | | |
| MEDIDA: RIN desde 20" hasta 24" | | | | | | | | | | | INSPECTOR: Juan F. Lloret M. | | | | | | | |
| FECHA: Noviembre 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Proceso | Observaciones | | | | | | | | | | Total | Promedio | % Efic. | Tiempo Normal | % Supl. | Tiempo Suplementario | Tiempo Estándar |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | |
| 1 | Inspección Inicial | 1.77 | 1.65 | 1.82 | 2.28 | 2.48 | 2.60 | 3.10 | 2.32 | 3.43 | 1.92 | 23.37 | 2.34 | 95.0% | 2.46 | 2.00% | 0.05 | 2.51 |
| 2 | Bufoado | 3.32 | 3.78 | 2.92 | 2.38 | 2.05 | 2.23 | 3.12 | 3.30 | 3.23 | 2.88 | 29.22 | 2.92 | 95.0% | 3.08 | 2.00% | 0.06 | 3.14 |
| 3 | Reparación | 7.85 | 6.63 | 8.52 | 4.52 | 4.02 | 4.92 | 4.33 | 5.48 | 7.83 | 8.03 | 62.13 | 6.21 | 95.0% | 6.54 | 2.00% | 0.13 | 6.67 |
| 4 | Parchado | 6.67 | 4.50 | 2.25 | 7.30 | 2.17 | 3.13 | 3.52 | 3.25 | 3.75 | 3.95 | 40.49 | 4.05 | 95.0% | 4.26 | 2.00% | 0.09 | 4.35 |
| 5 | Cementado | 2.52 | 3.07 | 2.72 | 3.72 | 3.27 | 3.48 | 3.85 | 3.35 | 3.03 | 3.95 | 32.96 | 3.30 | 95.0% | 3.47 | 2.00% | 0.07 | 3.54 |
| 6 | Secado de cemento | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 200.00 | 20.00 | | | | | 20.00 |
| 7 | Rellenado | 1.40 | 1.72 | 2.37 | 2.52 | 2.42 | 3.27 | 3.28 | 2.00 | 1.63 | 1.83 | 22.44 | 2.24 | 95.0% | 2.36 | 2.00% | 0.05 | 2.41 |
| 8 | Embandado | 2.55 | 2.77 | 3.50 | 2.68 | 2.82 | 2.20 | 2.17 | 3.42 | 3.32 | 2.87 | 28.30 | 2.83 | 95.0% | 2.98 | 2.00% | 0.06 | 3.04 |
| 9 | Armado | 5.45 | 6.06 | 8.77 | 5.80 | 9.12 | 6.84 | 5.02 | 4.90 | 5.43 | 7.03 | 64.42 | 6.44 | 95.0% | 6.78 | 2.00% | 0.14 | 6.92 |
| 10 | Vulcanización | 258.15 | 243.09 | 263.10 | 252.86 | 237.98 | 232.88 | 272.56 | 253.08 | 252.93 | 232.91 | 2499.54 | 249.95 | 95.0% | 263.11 | 2.00% | 5.26 | 268.37 |
| 11 | Desarmado | 1.63 | 1.68 | 1.90 | 1.96 | 1.88 | 1.57 | 1.87 | 1.90 | 2.02 | 1.95 | 18.36 | 1.84 | 95.0% | 1.93 | 2.00% | 0.04 | 1.97 |
| 12 | Inspección Final | 1.50 | 1.62 | 1.82 | 1.25 | 2.01 | 2.12 | 1.80 | 1.73 | 1.64 | 1.52 | 17.01 | 1.70 | 95.0% | 1.79 | 2.00% | 0.04 | 1.83 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 324.74 |
| Observaciones: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 3.16 Hoja de Registro de Tiempos de Reencauche de llanta comercial pequeña

| HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS - CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|---------|----------|---------|---------------|---------|----------------------|-----------------|
| PROCESO: Reencauche Llanta Comercial Pequeña | | | | | | | | | | | EMPRESA: Isollanta Cía. Ltda. | | | | | | | |
| MEDIDA: RIN desde 14" hasta 17.5" | | | | | | | | | | | INSPECTOR: Juan F. Lloret M. | | | | | | | |
| FECHA: Noviembre 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Proceso | Observaciones | | | | | | | | | | Total | Promedio | % Efic. | Tiempo Normal | % Supl. | Tiempo Suplementario | Tiempo Estándar |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | |
| 1 | Inspección Inicial | 1.32 | 2.30 | 1.45 | 1.40 | 1.02 | 1.02 | 0.70 | 0.77 | 0.82 | 0.75 | 11.55 | 1.15 | 95.0% | 1.22 | 2.00% | 0.02 | 1.24 |
| 2 | Bufoado | 3.07 | 1.72 | 2.10 | 1.52 | 1.47 | 2.60 | 1.95 | 1.78 | 1.78 | 1.43 | 19.42 | 1.94 | 95.0% | 2.04 | 2.00% | 0.04 | 2.09 |
| 3 | Reparación | 3.62 | 2.70 | 2.73 | 2.22 | 2.60 | 3.78 | 4.22 | 3.55 | 3.95 | 3.08 | 32.45 | 3.25 | 95.0% | 3.42 | 2.00% | 0.07 | 3.48 |
| 4 | Parchado | 5.08 | 6.17 | 2.83 | 3.35 | 3.85 | 3.02 | 2.08 | 2.78 | 3.17 | 2.92 | 35.25 | 3.53 | 95.0% | 3.71 | 2.00% | 0.07 | 3.78 |
| 5 | Cementado | 2.22 | 1.50 | 2.65 | 2.00 | 1.88 | 1.52 | 1.78 | 1.57 | 2.03 | 1.88 | 19.03 | 1.90 | 95.0% | 2.00 | 2.00% | 0.04 | 2.04 |
| 6 | Secado de cemento | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 200.00 | 20.00 | | | | | 20.00 |
| 7 | Rellenado | 3.32 | 2.75 | 0.68 | 0.82 | 2.50 | 1.17 | 2.35 | 0.88 | 1.58 | 1.82 | 17.87 | 1.79 | 95.0% | 1.88 | 2.00% | 0.04 | 1.92 |
| 8 | Embandado | 1.10 | 2.03 | 1.73 | 1.77 | 2.50 | 2.30 | 1.72 | 1.90 | 2.00 | 1.73 | 18.78 | 1.88 | 95.0% | 1.98 | 2.00% | 0.04 | 2.02 |
| 9 | Armado | 2.05 | 2.25 | 3.28 | 3.62 | 2.47 | 3.25 | 2.58 | 2.75 | 2.63 | 3.52 | 28.40 | 2.84 | 95.0% | 2.99 | 2.00% | 0.06 | 3.05 |
| 10 | Vulcanización | 207.25 | 192.22 | 186.96 | 207.28 | 192.13 | 192.62 | 217.71 | 186.94 | 186.97 | 207.20 | 1977.28 | 197.73 | 95.0% | 208.13 | 2.00% | 4.16 | 212.30 |
| 11 | Desarmado | 1.17 | 1.97 | 1.53 | 1.58 | 1.78 | 1.67 | 1.48 | 1.77 | 1.70 | 1.62 | 16.27 | 1.63 | 95.0% | 1.71 | 2.00% | 0.03 | 1.75 |
| 12 | Inspección Final | 1.42 | 1.23 | 1.02 | 0.98 | 0.97 | 1.12 | 0.88 | 1.12 | 1.03 | 1.80 | 11.57 | 1.16 | 95.0% | 1.22 | 2.00% | 0.02 | 1.24 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 254.91 |
| Observaciones: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

La operación de vulcanización, a su vez, agrupa un subconjunto de actividades, las mismas deben ser analizadas independientemente, como presentamos a continuación.

Figura 3.17 Hoja de Registro de Tiempos de Vulcanización en autoclave ‘Salisbury’

| HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS - CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|---------------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROCESO: Vulcanización Llanta Comercial Grande | | | | | | EMPRESA: Isollanta Cía. Ltda. | | | | | |
| MEDIDA: RIN desde 20" hasta 24" | | | | | | INSPECTOR: Juan F. Lloret M. | | | | | |
| FECHA: Noviembre 2013 | | | | | | | | | | | |
| N° | Proceso | Observaciones | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Carga Vulcanizadora [S] | 2.09 | 1.97 | 2.12 | 1.90 | 2.02 | 1.86 | 1.54 | 2.10 | 2.01 | 1.91 |
| 2 | Vulcanización* [S] | 255.00 | 240.00 | 260.00 | 250.00 | 235.00 | 230.00 | 270.00 | 250.00 | 250.00 | 230.00 |
| 3 | Descarga Vulcanizadora [S] | 1.06 | 1.12 | 0.98 | 0.96 | 0.96 | 1.02 | 1.02 | 0.98 | 0.92 | 1.00 |
| | Total Vulcanización [S] | 258.15 | 243.09 | 263.10 | 252.86 | 237.98 | 232.88 | 272.56 | 253.08 | 252.93 | 232.91 |
| Observaciones: * Proceso de Vulcanización para 21-24 llantas en el Autoclave "SALISBURY" | | | | | | | | | | | |

Figura 3.18 Hoja de Registro de Tiempos de Vulcanización en autoclave ‘Hercules’

| HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS - CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---------------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PROCESO: Vulcanización Llanta Comercial Pequeña | | | | | | EMPRESA: Isollanta Cía. Ltda. | | | | | |
| MEDIDA: RIN desde 14" hasta 17.5" | | | | | | INSPECTOR: Juan F. Lloret M. | | | | | |
| FECHA: Noviembre 2013 | | | | | | | | | | | |
| N° | Proceso | Observaciones | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Carga Vulcanizadora [H] | 1.50 | 1.12 | 1.08 | 1.16 | 1.03 | 1.60 | 1.75 | 1.02 | 0.95 | 1.24 |
| 2 | Vulcanización* [H] | 205.00 | 190.00 | 185.00 | 205.00 | 190.00 | 190.00 | 215.00 | 185.00 | 185.00 | 205.00 |
| 3 | Descarga Vulcanizadora [H] | 0.75 | 1.10 | 0.88 | 1.12 | 1.10 | 1.02 | 0.96 | 0.92 | 1.02 | 0.96 |
| | Total Vulcanización [H] | 207.25 | 192.22 | 186.96 | 207.28 | 192.13 | 192.62 | 217.71 | 186.94 | 186.97 | 207.20 |
| Observaciones: * Proceso de Vulcanización para 13-15 llantas en el Autoclave "HERCULES" | | | | | | | | | | | |

Los tiempos de vulcanización están dados por estándares de calidad emitidos en la normativa INEN – 2582:2011, donde se involucran 2 variables más, la temperatura y la presión;

añadiendo que, según las medidas de llantas, se pueden incluir más o menos llantas en la autoclave de vulcanización, estos aspectos ocasionan breves diferencias en los tiempos de vulcanizado como se puede observar en las mediciones tomadas.

Por último, se analiza el tiempo de preparación de las bandas precuradas para reencauche, esto nos servirá a coordinar el inicio de esta actividad con la finalidad de que empate con el proceso de embandado, y el flujo de proceso permanezca sin tiempos de espera para este componente.

Figura 3.19 Hoja de Registro de Tiempos de Preparación de Bandas

| HOJA DE REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS - CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PROCESO: Preparado de Bandas Precuradas | | | | | | EMPRESA: Isollanta Cía. Ltda. | | | | | |
| FECHA: Noviembre 2013 | | | | | | INSPECTOR: Juan F. Lloret M. | | | | | |
| N° | Proceso | Observaciones | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Revisión parámetros banda | 0.83 | 0.84 | 0.83 | 1.50 | 0.34 | 0.88 | 1.12 | 1.02 | 0.83 | 0.80 |
| 2 | Preparación de la banda | 1.46 | 1.46 | 1.40 | 1.59 | 1.42 | 1.51 | 2.02 | 1.58 | 1.46 | 2.08 |
| 2D | Secado de cemento | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 3 | Transporte a embandado | 0.30 | 0.22 | 0.26 | 0.32 | 0.20 | 0.22 | 0.21 | 0.30 | 0.22 | 0.44 |
| | Total Preparado de Banda | 22.59 | 22.52 | 22.49 | 23.41 | 21.96 | 22.61 | 23.35 | 22.90 | 22.51 | 23.32 |
| Observaciones: | | | | | | | | | | | |

Una vez realizado el análisis de tiempos, podemos identificar claramente, que la operación que demanda mayor tiempo en la línea de producción es la vulcanización, por lo tanto y según lo que se analiza en la Teoría de las Restricciones, se define a esta operación como el ‘cuello de botella’ del proceso productivo de reencauche, y la que deberá dictaminar el ritmo de producción. Se debe tomar en cuenta que, en este caso, el tiempo difiere en gran cantidad de minutos a las operaciones ‘normales’ del sistema de producción, por lo que resultará de vital importancia para la planta de producción aprovechar la capacidad de este proceso en el óptimo

para la empresa, cualquier problema, daño o demora en este proceso representarán grandes pérdidas de abastecimiento de producto terminado, lo que daría como resultado la disminución de los niveles de ventas e ingresos de la empresa.

3.8.3 Programación de la Producción

Siguiendo los lineamientos de la teoría de las restricciones, la producción debe ser guiada por una ‘cuerda’ que hala los recursos necesarios hacia la restricción para poder mantener un nivel de producción óptimo; esta guía en la producción se debe realizar con la finalidad de abastecer al ‘cuello de botella’ del sistema de tal manera que se aproveche al máximo su capacidad y rendimiento.

En el caso práctico de la empresa Isollanta Cía. Ltda., se propone realizar una programación de la producción basada en su operación restrictiva, que es la vulcanización, como ha sido explicado previamente, la vulcanización se realiza en dos autoclaves, la primera que internamente se denomina ‘Salisbury’ (por la marca de la autoclave) con capacidad de vulcanizar hasta 24 llantas comerciales grandes (medida de llanta hasta aro 24”) y la segunda denominada internamente ‘Hercules’ (por la marca de la autoclave) con capacidad de vulcanizar hasta 15 llantas comerciales pequeñas (medida de llanta hasta aro 17.5”).

La programación de la producción, debe estar apoyada también en el modelo ‘triple A’ de la cadena de suministro; brindando *agilidad* para poder responder rápidamente ante las variaciones de la demanda o el mercado, ya que podremos escoger los neumáticos que se van a reencauchar según las órdenes de trabajo y poder cambiar los cargues según la necesidad del día, incluyendo las llantas más urgentes en un inicio, y dejando, para los siguientes cargues, las

llantas que pueden esperar más tiempo, todo esto registrado en los planes de producción según los formatos presentados; el plan de producción nos provee también de *adaptabilidad*, al permitirnos variar las bandas de reencauche según las necesidades de los clientes o del entorno de producción, permitiéndonos, en caso de que la situación lo requiera, cuidar las bandas precuradas de reencauche que estén por agotarse y/o aumentar la producción con las bandas de reencauche de las que se tenga suficiente cantidad o que estén sobrando en stock; por último, el nuevo modelo de planificación ofrece *alineación* con los demás departamentos anexos a la producción, principalmente compras y comercialización, al mantener siempre disponible la información de los programas de producción para que, por ejemplo, el departamento de compras tenga a disposición el stock de materia prima, permitiendo así anticipar al proveedor los pedidos de las bandas que tengan un consumo alto y estén por agotarse; y el departamento de ventas a su vez, pueda conocer a cabalidad las llantas que están en el programa, para poder realizar los planes de ventas y las estrategias de mercadeo necesarias para comercializar el producto o también para ofertar el producto en fechas concretas consiguiendo así la confianza y credibilidad necesarias para mantener una excelente relación comercial con los clientes.

Para la programación de la producción se utilizará el formato de programación especificado en el Manual de Calidad ISO 9001:2008 de la empresa, que especifica la carga de llantas a vulcanizar en las autoclaves de la planta de producción, este formato cuenta con la información detallada de todas las llantas y las áreas de proceso que se utilizan para el reencauche de las mismas. A continuación presentamos el formato de programación a utilizar.

Figura 3.20 Formato de programación de la producción –parte 1 de 5–

|  | | | | | | PLAN DE PRODUCCIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|--------|---------|----------|--------|---------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|---------------|------|-----|-----------|-------|--|
| DETALLES | | | | | | FECHA | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | AREAS DE PROCESO Y TRAZABILIDAD | | | | | | | | | | | | |
| ESTADO | PROPIETARIO | TICKET | TAMAÑO | MARCA | DISEÑO | INSP | LARG | REPA | PARC | CEME | RELL | CORT | ENBA | VULC | VOL | FINAL | NOTAS | |
| | HERCULES 1 | | | | | HERCULES 1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | OBSERVACIONES: | | | | | | | | | | | | | | | R. NORMAL | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | OTR | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | REPARA | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | SOPLOS | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | REPROC | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | ENTREGA | | |
| | F-PR-02 | | REV. 04 | 28-06-10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | PREPARADO POR: | | | | | | APROBADO POR: | | | | | |

Los formatos de programación de la empresa especifican la carga de llantas que contendrán las autoclaves para la vulcanización, las cargas se programan para cada día de producción, actualmente se utiliza hasta siete cargas de llantas al día para reencauche, cuatro de la autoclave ‘Hercules’ y tres de la autoclave ‘Salisbury’. Estas cargas serán programadas secuencialmente, y emitidas en el área de producción, con el suficiente tiempo de anticipación para que la carga de llantas se vulcanice dentro de lo previsto. Dentro del sistema de programación cabe recalcar que el límite diario de cargas podrá adecuarse a cualquier tipo de incremento o cambio, según la planificación maestra de la producción. Actualmente el nivel de ventas que maneja la empresa, se abastece con un promedio de 100 a 110 llantas reencauchadas al día; si es que existiera un incremento en la demanda, podríamos adecuar el día de producción para cubrir las necesidades comerciales, según cálculos internos la planta de producción trabaja a un 50% de su capacidad instalada. A continuación explicamos a que hace referencia y como se deberá detallar cada casilla expuesta en el formato de programación.

1. ‘ESTADO’: la casilla estado se refiere a que tipo de reencauche se está produciendo, y se llena de la siguiente manera, si es que es un reencauche normal se deja vacío, si es que es un reproceso se llena con la letra ‘R’, si es que hubo una falla en la carcasa y no se podrá reencauchar se coloca la letra ‘F’.
2. ‘PROPIETARIO’: esta casilla detalla el nombre del cliente o dueño del neumático reencauchado.
3. ‘TICKET’: esta casilla contiene el número de orden y ticket, que son datos internos de la empresa, y que provienen de la orden de carcasa emitida al cliente, cuando entrega sus neumáticos para reencauchar.
4. ‘TAMAÑO’: en esta casilla se colocara la medida exacta del neumático a reencauchar.

5. 'MARCA': aquí se detalla la marca original del neumático a reencauchar.
6. 'DISEÑO': aquí se coloca el diseño de banda precurada a colocar en el neumático, junto a la medida del ancho (en milímetros) que corresponde a la carcasa original, como se explicó en capítulos anteriores, esta medida se realiza en el proceso de bufeado mediante una muestra de anchos de banda disponibles en el área de trabajo.
7. 'INSP': en esta casilla se coloca el nombre de la persona responsable de la inspección de las carcasas.
8. 'LARG': esta casilla detalla el largo de banda a utilizar en el reencauche, la medida (en centímetros) se toma en el proceso de bufeado mediante cinta métrica, y se procede midiendo el perímetro de la carcasa una vez realizado el proceso de bufeado.
9. Las casillas siguientes desde 'REPA' hasta 'FINAL', contienen el nombre de la persona responsable por el trabajo en cada operación del proceso productivo, los códigos hacen referencia a los procesos de: reparación, parchado, cementado, rellenado, cortado de bandas, embandado, vulcanizado, desarmado, e inspección final.
10. La casilla 'NOTAS', se utiliza para especificar cualquier cambio u observación dentro de la producción de reencauche, sean fallas en el proceso, cambios de diseño de bandas, reparaciones, etc.
11. También se presenta en los formatos los espacios correspondientes para los responsables de la programación, que tiene que ser firmada por el analista o programador que realiza el plan diariamente, y por el gerente de planta que aprueba la programación realizada.
12. La primera hoja de la programación, presentará también el resumen de la producción diaria, se detallaran las cantidades de llantas normales reencauchadas, llantas OTR, las

reparaciones, los soplos (fallas de carcasa en la vulcanización) y los reprocesos. Dando una sumatoria total de llantas que se entregarán en las bodegas de producto terminado.

Como se establece en la teoría de las restricciones, la operación ‘cuello de botella’ determinara el ritmo de producción para todo el sistema, es el denominado ‘tambor’ de la línea de producción. La producción se debe realizar, de tal manera que lleguen la suficiente cantidad de carcasas al proceso de vulcanización, y las autoclaves permanezcan siempre activas durante el día de producción, sin tiempos perdidos o demoras, que representarían pérdidas de ventas para la empresa.

La programación de la producción debe manejar un ‘amortiguador’ para el sistema productivo, por el tipo de producto que se utiliza en la empresa, el amortiguador de la producción se debe ser el tiempo y no el producto en proceso, es decir, manejar un lapso de tiempo que permita adaptarse ante cualquier emergencia, para que las autoclaves de vulcanización bajo ningún concepto queden desabastecidas o vulcanicen una cantidad de llantas menor de la que deberían procesar.

Una vez realizado el análisis del proceso de producción, podemos establecer un calendario de trabajo para la empresa, según la cantidad de cargas los calendarios de trabajo pueden variar, como propuesta presentamos un calendario que incluye cinco cargues en las autoclaves (la cantidad diaria que se utiliza en la actualidad). Este calendario nos servirá para, entre otras, coordinar las actividades que se realizan en el proceso de reencauche, y mantener la línea de producción siempre en actividad.

Figura 3.25 Calendario de trabajo para un día de producción.

| Hora | Preparación de Carcasas | Vulcanización Salisbury | Vulcanización Hércules |
|-------|--|-------------------------|------------------------|
| 07H00 | Para el 1er cargue Hercules | 1er Cargue | |
| 08H00 | | | |
| 09H00 | Para el 2do cargue Salisbury | 1er Cargue | 1er Cargue |
| 10H00 | | | |
| 11H00 | Para el 2do cargue Hercules | 2do Cargue | 2do Cargue |
| 12H00 | | | |
| 13H00 | Para el 3er cargue Salisbury | 2do Cargue | 2do Cargue |
| 14H00 | | | |
| 15H00 | Para el 1er cargue Salisbury (día siguiente) | 3er Cargue | |
| 16H00 | | | |
| 17H00 | | | |
| 18H00 | | | |
| 19H00 | | | |
| 20H00 | | | |

Como se muestra en el calendario, el día de producción utiliza aproximadamente 10 horas diarias, desde las 07H00 hasta las 17H00 con el personal completo en planta, las actividades de preparación de carcasas incluyen los procesos desde el ‘Bufado’ hasta el ‘Armado’. Para el tercer cargue de la autoclave Salisbury solamente se necesitan 2 personas para supervisión y apagado del autoclave una vez terminado el proceso (entre las 20H30 y 21H00).

3.9 Control de la Producción en la empresa Isollanta Cía. Ltda.

El control en el sistema de producción, sirve para mantener supervisado todo el ambiente de trabajo, y verificar que la línea de producción trabaja acorde a los lineamientos y normativas técnicas requeridas para el proceso de reencauche. El control sirve además para verificar los componentes que se utilizan en el proceso de reencauche, abarcando desde las materias primas hasta las herramientas y materiales utilizados para reencauchar una llanta.

Dentro del sistema de producción de Isollanta Cía. Ltda., se establecerá un método de control de materias primas (bandas precuradas para reencauche), y un método de control para la línea de producción que abarca todas las actividades y procesos que se utilizan para el servicio de reencauche, verificando en cada uno el cumplimiento de la normativa técnica vigente para el proceso de reencauche.

3.9.1 Control de inventarios de materia prima

Un aspecto vital para la programación de la producción dentro del sistema productivo de reencauche de la empresa Isollanta, será establecer la cantidad exacta de materia prima (bandas precuradas) utilizada en el reencauche de los neumáticos, para que los inventarios que se registran en el sistema mantengan concordancia con las existencias físicas. Actualmente, en Isollanta Cía. Ltda., se presenta el problema de igualar las existencias físicas con lo que el sistema contable presenta; explicamos el problema a continuación.

El sistema de contabilidad de materia prima, reduce una cantidad promedio de material según la medida de la llanta reencauchada, es decir por ejemplo, para reencauchar una llanta medida 7.50-R16 se utiliza un promedio de 6.25 kg de banda TUK ancho 160 mm; el sistema

utiliza este promedio de manera general para todas las llantas de medida 7.50-R16 que se reencauchen con la banda TUK, cuando en realidad, debido principalmente a la marca y al diseño original del neumático, un neumático utiliza más o menos cantidad de banda precurada porque se colocan distintos largos de banda. Estas pequeñas diferencias causan que después de una alta cantidad de producción de reencauche, los inventarios descuadren entre la realidad, y lo que el sistema contable expone.

Para resolver este problema, se propone realizar un control diario de inventario, mediante un sistema de contabilidad más exacto, que no utilice promedios de uso de bandas reencauchadas, sino que en cambio, utilice un sistema de contabilidad exacto para cada neumático reencauchado, calculando el uso de banda reencauchada según el valor de largo medido en la operación de bufeado y registrado en la programación de producción expuesta previamente, a continuación se detalla el cálculo a realizar, siguiendo el formato presentado en la figura 3.25.

1. La casilla 'GRUPO' indica el tipo de materia prima, en este caso, las bandas precuradas para reencauche.
2. La casilla 'CÓDIGO' indica el diseño específico de banda precurada, en toda la gama de anchos que dispone la empresa para el reencauche de neumáticos.
3. La casilla de 'TOTAL INICIAL' expresará en kilogramos la cantidad de materia prima con la que se inicia el día de producción.
4. La casilla de 'ADQUISICIÓN DE MP' expresará en kilogramos la cantidad de materia prima que ingresa a la planta de producción, de ser el caso en que ese día de producción llegue la materia prima, y se deberá especificar según las facturas entregadas por el proveedor.

5. La casilla 'PESO' indica el peso específico de la banda precurada, este valor (dado en kilogramos por cada metro de material kg/m) está determinado en las especificaciones técnicas del producto, que son entregadas por el proveedor en sus respectivos catálogos.
6. La casilla 'LARGO TOTAL UTILIZADO', expresará en metros la cantidad utilizada de banda precurada, y será la sumatoria de los largos detallados en los formatos de programación de la producción (especificados en la casilla 'LARG'); evitando de esta manera utilizar los promedios de consumo que provocan las diferencias en los inventarios físicos y del sistema, y usando en cambio la cantidad exacta según la medida y diseño original de llanta reencauchada.
7. La casilla 'PESO TOTAL UTILIZADO', se calculará multiplicando el largo total utilizado por el peso específico de la banda precurada, dando como resultado el peso total de banda (en kilogramos).
8. Por último, se deberá sumar los valores de 'total inicial' y 'adquisición de mp', para después restarlo con el valor calculado de 'peso total utilizado' para obtener el valor 'TOTAL FINAL' de banda precurada en kilogramos.
9. El valor calculado de 'total final' será, para el siguiente día de producción, el valor de 'total inicial'; de esta manera el control de inventario de bandas se hace retroactivo y nos permitirá llevar un registro diario del consumo de materia prima.

Al implementar este tipo de control en el sistema, el supervisor de la producción podrá visualizar de mejor manera cambios que se produzcan en los patrones de consumo de banda, podrá reconocer cuando una banda incremente o disminuya su consumo, y podrá aplicar estas fluctuaciones para los pedidos de materia prima futuros. También le da la ventaja de programar

según las existencias físicas, produciendo reencauches en bandas que no hayan tenido una demanda alta, para cuidar así las bandas que se estén agotando rápido o consumiendo desmedidamente.

Figura 3.26 Formato de control diario de materia prima.

| CONTROL DIARIO DE INVENTARIO DE BANDAS PRECURADAS | | | | | | | |
|---|---------|--------------------|------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| GRUPO | CÓDIGO | TOTAL INICIAL [kg] | ADQUISICIÓN DE MP [kg] | PESO [kg/m] | LARGO TOTAL UTILIZADO [m] | PESO TOTAL UTILIZADO [kg] | TOTAL FINAL [kg] |
| REENCAUCHE LLANTAS COMERCIALES | BPR-001 | | | | | | |
| | BPR-002 | | | | | | |
| | BPR-003 | | | | | | |
| | BPR-004 | | | | | | |
| | BPR-005 | | | | | | |
| | BPR-006 | | | | | | |
| | BPR-007 | | | | | | |
| | BPR-008 | | | | | | |
| | BPR-009 | | | | | | |
| | BPR-010 | | | | | | |
| | BPR-011 | | | | | | |
| | BPR-012 | | | | | | |
| | BPR-013 | | | | | | |
| | BPR-014 | | | | | | |
| | BPR-015 | | | | | | |
| | BPR-016 | | | | | | |
| | BPR-017 | | | | | | |
| | BPR-018 | | | | | | |
| | BPR-019 | | | | | | |
| | BPR-020 | | | | | | |
| | BPR-021 | | | | | | |
| | BPR-022 | | | | | | |
| | BPR-023 | | | | | | |
| | BPR-024 | | | | | | |
| | BPR-025 | | | | | | |
| | BPR-026 | | | | | | |
| | BPR-027 | | | | | | |
| | BPR-028 | | | | | | |
| | BPR-029 | | | | | | |
| | BPR-030 | | | | | | |
| | BPR-031 | | | | | | |
| | BPR-032 | | | | | | |
| | BPR-033 | | | | | | |
| | BPR-034 | | | | | | |
| | BPR-035 | | | | | | |
| | BPR-036 | | | | | | |
| | BPR-037 | | | | | | |
| | BPR-038 | | | | | | |
| | BPR-039 | | | | | | |
| | BPR-040 | | | | | | |
| | BPR-041 | | | | | | |
| | BPR-042 | | | | | | |
| | BPR-043 | | | | | | |
| | BPR-044 | | | | | | |
| | BPR-045 | | | | | | |
| | BPR-046 | | | | | | |
| | BPR-047 | | | | | | |
| | BPR-048 | | | | | | |
| | BPR-049 | | | | | | |

Observaciones:

Fecha de producción: _____ Emitido Por: _____ Aprobado Por: _____

3.9.2 Control de las operaciones del proceso productivo de reencauche.

Dentro de un sistema de producción, es de vital importancia controlar las operaciones de producción o de transformación de materiales, para el caso de la empresa Isollanta Cía. Ltda., este tipo de control nos ayuda a mantener el cumplimiento de los requerimientos técnicos del proceso de reencauche, o en su defecto, detectar fallas en el proceso que produzcan disconformidades técnicas y que signifiquen después la obtención de productos finales que no puedan comercializarse.

El control de procesos en la empresa Isollanta tiene como objetivo principal, el asegurar el cumplimiento de la normativa técnica vigente, para de esta manera mantener la certificación de calidad INEN 2582:2011. Se propone entonces a la empresa, una serie de formatos de control, que servirán para realizar las inspecciones en todas las áreas y operaciones del sistema de producción.

Figura 3.27 Formato propuesto de control de proceso de inspección inicial.

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: INSPECCION INICIAL | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Inspección técnica de Carcasa | La carcasa no debe tener pestañas deterioradas. [R1] | | |
| | Remoción de cuerpos extraños, tanto interna como externamente (parches, clavos, piedras, etc) [R2] | | |
| | La carcasa no debe tener alambres o lonas expuestas en la corona [R3] | | |
| | No debe tener cortes en el lateral [R4] | | |
| | No debe tener agretamientos [R5] | | |
| | No debe tener soplos bajo el rodamiento [R6] | | |
| | No debe tener cortes con obtejos corto punzantes [R7] | | |
| | No debe tener perforaciones en la corona [R8] | | |
| | No debe tener soplos entre los pliegos [R9] | | |
| | Reparaciones fuera del límite permisible [R10] | | |
| | Fatiga de cuerdas en el primer pliego [R11] | | |
| | Carcasa rota por impacto [R12] | | |
| | No debe ser rodada bajo presión [R13] | | |
| | Exceso de reparaciones por pinchazos [R14] | | |
| | Oxidación/contaminación en los breakers. [R15] | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.28 Formato propuesto para control de proceso de bufeado.

|  | | | |
|---|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: BUFEADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Bufeado llantas comerciales | Correcta ubicación de la carcasa, en la máquina. | | |
| | Usar la presión de aire adecuada para realizar el bufeado (no debe ser mayor a 30 PSI) | | |
| | Eliminar todas los cuerpos o materias extrañas. | | |
| | Radio de raspado medido para cada llanta bufeada, según las planillas correspondientes. | | |
| | Controla la textura del raspado, el áspero de la corona dese estar entre los nivelers 3 y 4 RMA. | | |
| | Medición y registro de la circunferencia (perímetro) de la carcasa. | | |
| | Señalar con crayón, en el lateral de la carcasa las características para el reencauche (perímetro de la corona, diseño de banda, ancho de banda, autoclave para vulcanizar) | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.29 Formato propuesto para control de proceso de reparado.

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: REPARADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Reparación llantas comerciales | Correcta ubicación y centrado de la carcasa. | | |
| | Esmerilar los hombros de las carcasas bufeadas. | | |
| | Eliminar todas los cuerpos o materias extrañas, que no hayan podido ser retirados en los procesos | | |
| | Cuidado en la profundidad y dimensión del esmerilado y de las reparaciones en general. | | |
| | Limpiar la superficie de la carcasa, mediante una corriente de aire a presión. | | |
| | Señalar todos los agujeros o fallos de la carcasa que necesiten ser parchados. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.30 Formato propuesto para control de proceso de parchado

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: PARCHADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Parchado de llantas comerciales | Correcta ubicación y centrado de la carcasa. | | |
| | Pulir el/las área(s) a reparar, conforme a la textura RMA 1 ó 2. | | |
| | Limpieza de las superficies pulidas, mediante una corriente de aire a presión. | | |
| | Correcta aplicación del cemento, y verificación de secado del mismo. | | |
| | Dimensionar el parche a colocar, mediante la tabla para reparación. | | |
| | Colocación de la goma cojín en el parche. | | |
| | Rellenar con caucho no vulcanizado (de ser necesario) la grieta o herida antes de aplicar el | | |
| | Control de la superficie parchada. (No debe quedar aire encerrado ni superficies sin contacto) | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.31 Formato propuesto para control de proceso de cementado.

|  | | | |
|---|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: CEMENTADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Cementado de llantas comerciales | Correcta ubicación de la carcasa en el caballete. | | |
| | Cepillar la superficie de la carcasa a ser cementada para eliminar cualquier tipo de impurezas. | | |
| | Colocar, de manera uniforme, el cemento sobre la superficie de la carcasa, usando una brocha. | | |
| | Registrar en el lateral de la carcasa, la hora a la cual se cumple los 20 minutos para el secado del cemento. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.32 Formato propuesto para control de proceso de rellenado.

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: RELLENADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Rellenado llantas comerciales | Verificar que se haya cumplido el tiempo de secado de cemento. | | |
| | Correcta ubicación de la carcasa en el caballete. | | |
| | Aplicación de la cinta-relleno por medio del miniextruder, debe estar operando a 140 °F de temperatura. | | |
| | Si es que el diseño original de la carcasa lo amerita, realizar el relleno estético. | | |
| | Colocación del sello color verde de Isollanta Cía. Ltda. En un costado de la marca de la carcasa. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.33 Formato propuesto para control de proceso de preparado de bandas.

|  | | | |
|---|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: PREPARACIÓN DE BANDAS | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Preparación de Bandas Precuradas | Revisión de los parámetros establecidos en el proceso de Bufeado de la carcasa. | | |
| | Cortar la banda solicitada a la medida, mediante guillotina. | | |
| | Pulir los extremos con el esmeril, creando una superficie áspera que facilite el empalmado. | | |
| | Cementar el lado opuesto del rodamiento y los extremos que se empalmarán posteriormente; registrar en un extremo de la banda la hora a la cuál se secará el cemento (20 min). | | |
| | Colocar el plástico de protección en toda la banda, con especial cuidado en la zona cementada. | | |
| | Registrar con crayón el largo de corte de cada banda. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.34 Formato propuesto para control de proceso de embandado.

|  | | | |
|---|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: EMBANDADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Embandado llantas comerciales | Colocar la carcasa en la máquina embandadora, de manera que quede centrada y alineada. | | |
| | Verificar que la banda preparada corresponda a la solicitada por el cliente o asesor comercial. | | |
| | Aplicación de la cinta cojín en los hombros (dependiendo del diseño de la carcasa). | | |
| | Aplicación total del cojín uniformemente en la corona. | | |
| | Rolado del cojín a 20 PSI, con tolerancia +/- 10 PSI dependiendo de la carcasa a reencauchar. | | |
| | Colocación de la banda y rolado de la misma, realizando los 2 rolados como se indica en el Manual de Calidad en su procedimiento P-PR-08. | | |
| | Unión de los extremos de la banda mediante grapas. | | |
| | Colocación del plástico de alta temperatura sobre la superficie de la carcasa. | | |
| | De ser necesario, se rellena los filos de la banda. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.35 Formato propuesto para control de proceso de armado.

|  | | | |
|---|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: ARMADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Armado de llantas comerciales | Transportar las carcasas en el monorriel. | | |
| | Colocación de una tela de 20x20cm (+/- 20%) en la corona de la carcasa, y hacer coincidir con la válvula del envelope. | | |
| | Colocar el envelope mediante la envelopadora. (Puede realizarse manualmente en las medidas) | | |
| | Armar la llanta, colocando el tubo, las defensas y el aro. (Para las llantas radiales se puede armar con otros dos métodos, mediante envelope interno, o con anillos de sujeción) | | |
| | Ingresaire en el tubo, con presión de 30 PSI. (Armado convencional) | | |
| | Succionar el aire retenido entre la carcasa y el envelope. Verificar el vacío se encuentre al 100% | | |
| | Verificar que no existan fugas de aire. | | |
| | Introducir las llantas dentro del autoclave, según la capacidad de la misma | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.36 Formato propuesto para control de proceso de vulcanizado.

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: VULCANIZADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Vulcanizado de llantas comerciales | Ubicar las llantas según corresponda. | | |
| | Encender autoclave. | | |
| | Abrir las llaves de paso y activar el sistema de vacío. | | |
| | Revisar que los manómetros de la presión interna en el tubo marquen 115 PSI. | | |
| | Introducir aire en la autoclave a una presión de 30 | | |
| | Controlar y registrar los tiempos de calentamiento. | | |
| | Cerrar la puerta con seguro y accionar el botón de funcionamiento de la autoclave. | | |
| | Eliminar el condensado (si existiera) previo a ingresar el vapor a la autoclave. | | |
| | Cerrar las válvulas de drenaje para que ingrese exclusivamente el vapor. | | |
| | Controlar presión y temperatura. Cuando alcance el requerido inicia el ciclo de cura. | | |
| | Aplicar la tercera presión, transcurridos 60 minutos del ciclo de cura (+ 45min según el tipo de armado) | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.37 Formato propuesto de control de proceso de descargue y desarmado.

|  | | | |
|--|---|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: DESCARGUE Y DESARMADO | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Descargue y desarmado de llantas curadas. | Descargar la autoclave, cuando haya alcanzado la presión y temperatura necesaria | | |
| | Retirar las cañerías y todos los elementos de vulcanización que se colocaron en el armado. | | |
| | Inspección visual de la llanta curada. Revisar empalmes, corona, laterales, pestaña y la parte interna de la llanta curada, identificando y marcando cualquier tipo de desperfecto. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <p><i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i></p> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

Figura 3.38 Formato propuesto de control de proceso de inspección final.

|  | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| CONTROL DE PROCESO: INSPECCIÓN FINAL | | | |
| Fecha: | | CALIFICACIÓN PROMEDIO | |
| Operador: | | | |
| Supervisor: | | | |
| Parámetro | Descripción | Observaciones | Valoración |
| Inspección Final de llantas reencauchadas. | Condición General de la Carcasa: comprobar el sonido del casco, la exposición de lonas o alambres de protección, hinchazones dentro del interior y exterior de la carcasa. | | |
| | Reparaciones: instaladas correctamente, que no presentan hendiduras, bultos u otro defecto. | | |
| | Cojín: revisión de los bordes de rodamiento, separaciones entre la banda y la carcasa. | | |
| | Empalme: comprobar su continuidad, alineación y uniformidad. | | |
| | Banda de rodamiento: verificar que este centrada, que tenga el ancho correcto en relación a la carcasa. | | |
| | Realizar la marcación de la llanta reencauchada, mediante el cautín de codificación. | | |
| | Pintar la llanta reencauchada, utilizando el pigmento preparado. | | |
| EPP | Uso apropiado y completo del equipo de protección personal. (guantes, mascarilla, cinturón, gafas, etc.) | | |
| Equipo de trabajo | Uso apropiado del equipo de trabajo. (maquinaria, herramientas, materiales, etc.) | | |
| Registros y Formatos | Uso de los registros y formatos establecidos para la estación de trabajo. | | |
| REFERENCIA PARA CALIFICACIÓN | | PUNTOS | |
| MÁXIMA = Total cumplimiento de los parámetros establecidos | | 5 | |
| MÍNIMA = No cumple con los parámetros establecidos | | 1 | |
| <i>Para los promedios que sean menores a 2.5 puntos, se harán llamados de atención y se les hará un seguimiento especial, con la posibilidad de utilizar sanciones si es que no se mejora el rendimiento.</i> | | | |
| _____ | | _____ | |
| SUPERVISOR | | GERENTE DE PLANTA | |

CAPÍTULO CUATRO: DIRECTRICES PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA EN ISOLLANTA CÍA. LTDA.

4.1 Factibilidad Financiera

Para que la propuesta de implementación sea adoptada por la empresa, es necesario mostrar el beneficio financiero que puede obtener la misma, una vez que se ponga en práctica sus planteamientos. Si una propuesta no consigue un beneficio económico, ya sea que pueda mejorar los ingresos o reducir los costos empresariales, muy difícilmente será considerada por los ejecutivos o la administración para implementar algún cambio o mejora dentro de una empresa.

Si bien la propuesta central de programación de la producción para la empresa Isollanta Cía. Ltda., se destina hacia otros objetivos empresariales como por ejemplo, determinar los tiempos de entrega de un producto, controlar el consumo de materia prima, verificar el cumplimiento de la normativa técnica vigente, entre otros. Se puede analizar el beneficio financiero que se produciría si se utiliza el plan de adquisición propuesto en el tercer capítulo del presente estudio, como se detalla en el estudio de Administración de Inventarios, se plantea realizar un método de compra diferente al utilizado en la empresa Isollanta. A continuación comparamos el método actual de adquisición de materia prima con el propuesto en la presente tesis, y señalamos brevemente los posibles beneficios económicos.

4.1.1 Análisis de Rentabilidad

Para el estudio de rentabilidad, se puede utilizar el sistema de análisis DuPont, que según Lawrence J. Gitman en su libro *Administración Financiera* (2007), es “el análisis que relaciona el margen de utilidad neta, que mide la rentabilidad de las ventas de la empresa, con la rotación de los activos totales, indicando de esta manera la eficiencia con la que la empresa utiliza sus activos para generar ventas”. En la fórmula DuPont el producto de estas dos razones da como resultado el *rendimiento sobre los activos totales (ROA)*.

$$ROA = \text{Margen de utilidad neta} \times \text{Rotación de activos totales}$$

La propuesta para la adquisición de materia prima, nos entrega una diferencia importante en cuanto al proceso actual que maneja la empresa Isollanta, el aspecto clave es el de incrementar la rotación de los activos adquiridos al hacer más breves los periodos de adquisición.

Como se puede revisar en el modelo de reposición de existencias propuesto, la empresa estaría adquiriendo un contenedor más de los que recibe actualmente en un mismo periodo, haciendo más breve los tiempos de reposición e incrementando la rotación de los inventarios sin incrementar la inversión que realiza para la compra de materia prima. La rotación de inventarios es un aspecto clave para para mejorar la rentabilidad en una empresa sobre todo cuando el margen de ganancia es bastante ajustado, el coeficiente de rentabilidad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Coeficiente de Rentabilidad} = \text{Margen} \times \text{Indice de Rotación}$$

Para las siguientes comparaciones se utilizan valores previstos desde la realidad actual de la empresa Isollanta, lamentablemente por la privacidad de la información no se pueden utilizar los valores reales en el presente estudio, una vez que se ponga en práctica los planteamientos se podrá diferenciar con los valores reales que se obtengan de la contabilidad de la empresa (balances, estado de resultados, flujo de caja, etc.).

En el presente estudio podemos detallar, algunos valores que están directamente relacionados con la nueva propuesta de adquisición.

- Costo Total, el costo total de adquirir la materia prima no difiere entre la propuesta planteada y los valores actuales.
 - Periodo Actual: aproximadamente 1 millón de USD por semestre
 - Propuesta: aproximadamente 1 millón de USD por semestre
- Total de pedidos en el periodo, este valor difiere por el cambio en el método de compra expuesto en la propuesta, lo que nos permitirá adquirir un contenedor más de material, manteniendo el monto de inversión.
 - Periodo Actual: 9 contenedores: 6 contenedores de 40 pies y 3 de 20 pies.
 - Propuesta: 10 contenedores: 6 contenedores de 40 pies y 4 de 20 pies.
- Tiempo de rotación, al tener un contenedor más se reduce el tiempo de rotación o recambio en inventarios, reduciéndolo dos días laborables por contenedor.
 - Periodo Actual: 20 días por contenedor
 - $180 \text{ días/semestre} \div 9 \text{ contenedores/semestre}$
 - Propuesta: 18 días por contenedor
 - $180 \text{ días/semestre} \div 10 \text{ contenedores/semestre}$

- Inversión promedio: al adquirir los materiales mediante un contenedor más, se reduce la inversión promedio que hace la empresa, ya que se distribuye el costo en un mayor número de pedidos.
 - Periodo Actual: 110 mil USD por contenedor
 - $1 \text{ millón USD} \div 9 \text{ contenedores}$
 - Propuesta: 100 mil USD por contenedor
 - $1 \text{ millón USD} \div 10 \text{ contenedores}$
- Ventas: los niveles de ventas se mantienen igual, aunque en la realidad se podrían esperar incrementos, ya que la nueva metodología asegura el suministro de materia prima, eliminando los problemas de comercialización que suceden por desabastecimiento.
 - Periodo Actual: 1,3 millones USD por semestre
 - Propuesta: 1,3 millones USD por semestre

Al incrementar la rotación de los activos y reducir los tiempos de reposición, se incrementará la rentabilidad de la empresa, y esto se puede conseguir mediante la correcta programación de compras como se ha propuesto en el presente estudio.

4.2 Guía para la elaboración de las órdenes de compra de materia prima.

Este estudio de tesis presenta una propuesta para cambiar la metodología de compras que realiza la empresa Isollanta Cía. Ltda., especificada en el punto 3.5.23, es necesario pautar los lineamientos que deberán ser tomados en cuenta para poder obtener los resultados esperados, a

continuación detallamos algunos aspectos significativos a la hora de realizar las compras de materia prima.

1. Elaboración de la orden de compra.- El responsable de compras, deberá basarse en el calendario de adquisición presentado en la propuesta, que especifica las fechas para entregar las órdenes de compra para los proveedores. Las órdenes de compra se realizan mediante el Formato No. F-COP-01 Especificado en el Manual de Calidad ISO 9001, y adjuntado al presente estudio en el *Anexo No. 1*. Dentro del Formato de orden de compra, se deberá registrar las fechas de emisión y posteriormente agregar las fechas de recepción de los de materiales, para poder realizar un análisis estadístico de los tiempos de entrega y de respuesta del proveedor.
2. Documentación para importación.- El departamento responsable de compras, deberá mantener en vigencia toda la documentación técnica y legal que corresponda a la tramitación de la importación. Para evitar demoras y trabas gubernamentales por las burocracias presentes en este tipo de actividades.
3. Seguimiento del proceso de compra.- Se considera muy adecuado realizar un seguimiento periódico del proceso de importación, desde que se realiza la orden de compra hasta que la materia prima llega a la planta de producción; registrando los puntos o aspectos claves según como avancen las etapas de importación, por ejemplo registrar la llegada a la aduana, aprobación de la importación, pagos de fletes, seguros, impuestos, etc. Esto con el objetivo de realizar un mapeo y tracking del proceso para facilitar las siguientes importaciones.
4. Inventario de materia prima.- Mediante la recepción de la materia prima en planta, se recomienda aprovechar el proceso de registro para inventariar las existencias físicas

en la planta de producción. De esta manera podremos cuadrar los registros del sistema con las existencias reales.

4.3 Guía para la programación de la producción.

Dentro de la propuesta planteada, corresponde detallar paso por paso como se debe realizar la programación de la producción dentro del área de producción, así como también las responsabilidades de cada área de la empresa relacionadas con el proceso de planificación de producción.

1. Orden de trabajo de reencauche.- La orden de trabajo deberá ser emitida por el jefe de comercialización o asesor comercial correspondiente, y recibida por el gerente de producción, o la persona delegada como responsable para su ejecución (asistente de producción, supervisor, etc.). Será de responsabilidad del asesor comercial entregar las órdenes con toda la información llenada desde el cuadro 'ÍTEM No.', hasta el cuadro 'DISEÑO'. Será de responsabilidad del gerente o asistente de producción, archivar las ordenes de trabajo recibidas, la casilla de 'ESTADO' le servirá al programador para realizar el seguimiento pertinente, y se llenará de la siguiente manera: 'OK' para cuando la llanta se haya reencauchado satisfactoriamente, 'F' para cuando la llanta haya tenido algún fallo o problema que impidió su reencauche; por último, el programador deberá indicar al asesor comercial cuando la orden de trabajo se haya cumplido en su totalidad, para que el mismo pueda realizar la comercialización respectiva. Además, las fechas tanto de emisión como de cumplimiento, que se ingresan en la orden de trabajo, servirán para establecer

2. Programación de la Producción.- Se deberá programar las ordenes de trabajo en la planta de reencauche siguiendo el principio FIFO (First In, First Out) es decir, las primeras solicitudes en ingresar serán las primeras en ser atendidas. Mediante el uso de los formatos de programación (presentados en las figuras 3.20 hasta 3.24) se podrá establecer una fecha tentativa para la culminación de los servicios de reencauche (tiempos de entrega).
3. Determinación de los tiempos de entrega.- Para poder determinar los tiempos de entrega, se deberá hacer el ingreso de la información de las órdenes de trabajo en los formatos de programación; según las capacidades y disponibilidad de materiales, el programador de la producción ordenará los cargues a ser realizados. Es de responsabilidad del programador, indicar al asesor comercial cuando exista algún tipo de demora o circunstancia especial (mantenimiento, desabastecimiento, etc.) que impida entregar las ordenes en el tiempo preestablecido. El mínimo de tiempo en el que se puede entregar un neumático reencauchado es cuatro días laborables; para mayores volúmenes de reencauche, la programación de producción podrá establecer los tiempos de entrega exactos con variaciones de máximo un día laboral. Las actividades que requiere el reencauche son:
 - Día UNO: recepción de la orden de trabajo y ejecución del programa de producción.
 - Día DOS: búsqueda de la(s) carcasa(s) en las bodegas de carcasas calificadas, ingreso a la planta de producción.
 - Día TRES: elaboración del reencauche en la(s) carcasa(s), según la programación realizada.

- Día CUATRO: entrega de los neumáticos reencauchados en bodega para su despacho, mediante el Registro No. F-PR-03, que se presenta en el *Anexo No. 2*.
4. Control de comercialización.- Una vez cumplida la orden de trabajo, será de responsabilidad del área de comercialización y ventas, ejecutar el plan de ventas, según el formato de planificación diario que consta en el Manual de Calidad ISO 9001:2008 (*Anexo No. 3* del presente estudio) donde se incluyan los reencauches que hayan sido solicitados. Las ventas y planes de comercialización, deberán ser programadas con el objetivo de cumplir el presupuesto total de ventas, que se realiza para cada mes de labores (*Anexo No. 4* del presente estudio). De acuerdo al tipo de cliente (en especial los clientes empresariales) el asesor comercial deberá concretar la facturación y entrega del producto presentando toda la documentación necesaria, aquí pueden incluirse: órdenes de compra, actas de entrega-recepción, informes técnicos, certificados de calidad etc.

4.4 Guía para el control de la producción.

La guía para realizar el correcto control de la producción, dentro de la planta de reencauche de Isollanta Cía. Ltda., está basada en la supervisión de las operaciones y actividades que se ejecutan dentro del proceso productivo, además de garantizar el cumplimiento de las normas vigentes, en especial la norma INEN 2582:2011, que es la que expone los lineamientos técnicos que debe seguir una planta de producción para realizar un reencauche de óptima calidad.

1. Equipo y herramientas.- Es de responsabilidad del supervisor, utilizar todas las herramientas de medición necesarias, las mismas deberán estar correctamente calibradas según las normativas técnicas correspondientes. De igual manera, el supervisor deberá traer todo el equipo de protección personal necesario para desarrollar sus actividades dentro de una planta de producción.
2. Conocimiento de los operadores.- El personal de planta debe estar enterado cuando se realiza un proceso de control de calidad o supervisión, la presencia de la persona supervisora puede producir cierto grado de desconfianza y/o preocupación, produciendo que los operadores no realicen las actividades como normalmente las realizan.
3. Conocimiento de las normas técnicas.- El supervisor a cargo de realizar el control en los procesos deberá conocer a profundidad la norma técnica correspondiente al reencauche, en este caso la normativa INEN 2582:2011 para realizar objetivamente las valoraciones dentro de los parámetros de revisión.
4. Periodicidad de controles.- La empresa debe establecer fechas o calendarios de control, que permitan mantener una política de control constante dentro de la planta de producción, se recomienda realizar por lo menos un control por mes para cada proceso u operación, con la finalidad de mantener una filosofía de mejora continua constante.
5. Realizar informes ejecutivos.- El supervisor de producción, deberá emitir informes que incluyan las recomendaciones para mantener altos los niveles de calidad, y en caso de existir no conformidades o incumplimientos técnicos establecer los lineamientos y acciones correctivas para solventar los problemas presentados.

4.5 Principios y políticas de trabajo.

Con la finalidad de establecer una correlación laboral, entre los departamento de compras, producción y comercialización, se definen una lista de principios básicos que ayudarán a todas las partes o secciones de la empresa, a desarrollar una relación profesional, ética y responsable, que facilite las labores tanto comunes como particulares; y dirija los trabajos realizados hacia la consecución de los objetivos empresariales.

1. Determinar los objetivos comunes.- Es muy importante recalcar los objetivos y metas propuestas dentro de un periodo determinado, y socializar las funciones que desempeña cada parte en pro de cumplir esos objetivos.
2. Comunicación Integral.- La información es un aspecto primordial en la toma de decisiones, es de suma importancia para la empresa y sus departamentos, contar con información veraz, actual, y concreta; y que la misma pueda llegar a todos los trabajadores cuando lo necesiten. Por ejemplo, que el departamento de ventas conozca los planes de producción ya establecidos hasta la fecha, para que puedan brindar tiempos de entrega a sus clientes con mayor confiabilidad, evitando así ofertar el servicio en fechas que no puedan cumplir. De igual manera, se debe hacer uso de los medios de comunicación (sistema interno de información, internet, teléfono) disponibles, para fomentar el trabajo en equipo, y la retroalimentación de la información.
3. Responsabilidad Compartida / Logros Compartidos.- Todas las partes son igual de importantes, y todas trabajan hacia un objetivo común; al ser igual de importantes, son por consiguiente, igual de responsables, tanto de los logros como de los problemas que se puedan presentar dentro de la empresa.

4. Consenso entre las áreas de trabajo.- Trabajar considerando la situación de los demás, para establecer acuerdos y métodos de trabajo que beneficien a todas las partes por igual y faciliten el trabajo en conjunto, ninguna sección puede desarrollar plenamente sus funciones si no cuenta con la colaboración de las demás secciones de la empresa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA REALIZADA.

La industria de reencauche, a nivel nacional, goza actualmente de un importante crecimiento, sobre todo en las principales ciudades del país, un crecimiento que se ha originado principalmente por las nuevas políticas gubernamentales que impulsan la adquisición de este tipo de servicio, como se pudo determinar en el segundo capítulo del presente estudio. Aunque a nivel nacional la tecnología no es de última generación, el mercado ha sabido suplir en gran parte la demanda actual, por lo que se deberá apuntalar las estrategias empresariales hacia la renovación y/o actualización de tecnología, en orden de abarcar nuevos mercados y más territorios a nivel nacional.

En el caso específico de Isollanta Cía. Ltda., la empresa mantiene un sitio importante con una marca que es reconocida en el mercado nacional. Cuenta con una política de aseguramiento de la calidad y mejora continua, que han impulsado a forjarse como una de las primeras empresas certificadas técnicamente para realizar este tipo de trabajo. Está fortalecida y apoyada en las normativas ISO 9001:2008 e INEN 2582:2011. De acuerdo a las estrategias planteadas en el segundo capítulo, se deberá conservar este sitio mediante la expansión tanto física como comercial, para poder contrarrestar la intensiva aparición de nuevas empresas y ofertantes de este tipo de servicio.

Isollanta Cía. Ltda., ha sufrido grandes problemas de insatisfacción de sus clientes, principalmente por las variaciones y la poca confiabilidad de los tiempos de entrega emitidos por la empresa a sus clientes. Lamentablemente, se producen problemas de desabastecimiento de materia prima que causan estos desfases en la entrega del producto, por lo que en la tesis se ha

presentado un modelo de adquisición y reposición de inventarios, detallado en el tercer capítulo del estudio, que podrá solucionar estos inconvenientes mediante la ejecución ordenada de las órdenes de compra.

La propuesta planteada en este estudio, ha conseguido determinar los lineamientos de planificación y control de producción, en orden de establecer tiempos de entrega confiables, que ayudarán a la empresa a mejorar las relaciones internas en las distintas áreas de trabajo, y sus labores comerciales para con los distintos tipos de clientes externos. Mediante el análisis realizado, se ha conseguido determinar que el tiempo de entrega de un neumático reencauchado es de cuatro días laborales, y se podrá establecer, mediante la programación de producción propuesta en el tercer capítulo, los tiempos de entrega para órdenes de compra con mayores volúmenes de neumáticos, con una confiabilidad de +/- un día laboral.

El control de la producción para la empresa Isollanta Cía. Ltda., tiene como objetivo primordial el mantener en vigencia las certificaciones técnicas; por lo que hemos basado los formatos y métodos de control, en el aseguramiento de la calidad y el cumplimiento de la normativa INEN 2582:2011.

Por último, la tesis ejecutada, está dirigida hacia el trabajo integral y coordinado de las distintas áreas con las que se involucra la producción de reencauche, como lo son el área de comercialización/ventas y el área de compras. Por lo que se han presentado los métodos y modelos de trabajo, para obtener una mejor coordinación entre las distintas áreas de la empresa, fomentando el trabajo en equipo. Se presentan formatos actualizados y nuevos, que podrán ser renovados y añadidos al Manual de Calidad ISO 9001:2008 que pertenece a la empresa.

Recomendaciones

Para poder obtener los resultados esperados, es necesario seguir los lineamientos presentados en el cuarto capítulo, con el detalle de las responsabilidades y acciones a realizar por las distintas áreas de la empresa y sus trabajadores correspondientes. Es de vital importancia utilizar los distintos formatos propuestos, para llevar la documentación y control integral de los procesos de reencauche.

Los modelos de adquisición y calendarios de elaboración de órdenes de compra de materia prima, presentados en el tercer capítulo, por razones didácticas, se basan en fechas propuestas que podrán no ser exactamente iguales a la realidad presentada en la empresa. Esto debido a que los calendarios presentados, se elaboraron según las adquisiciones hasta el mes de enero de 2014, con las proyecciones de consumo para los meses desde mayo hasta octubre del 2014. El calendario podrá ser ajustado según el último contenedor recibido en la planta de producción, para cuando se ponga en marcha la propuesta planteada.

El trabajo en equipo, es una pieza clave en la consecución de los objetivos, por lo que se recomienda a la empresa, realizar objetivos cuantificables en el corto plazo para determinar si las políticas propuestas han servido según lo esperado. Por ejemplo, conforme a las órdenes de trabajo propuestas, se podrá llevar el control de los tiempos de respuesta para las distintas órdenes de trabajo, mediante la diferenciación entre las fechas de emisión y fechas de cumplimiento del trabajo, las áreas de comercialización y producción podrán reconocer si es que los tiempos de entrega son los esperados y/o convenientes para la comercialización del reencauche.

ANEXOS

Anexo No. 1

REQUISICION DE COMPRAS

| | |
|---------------|--------------------------|
| FECHA: | NUMERO DEL PEDIDO |
|---------------|--------------------------|

| |
|--------------------------------|
| NOMBRE DEL SOLICITANTE: |
|--------------------------------|

| |
|----------------------|
| DEPARTAMENTO: |
|----------------------|

| CANTIDAD | DESCRIPCION DEL PRODUCTO |
|-----------------|---------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FIRMA DEL SOLICITANTE

FIRMA DE APROBACION DE PEDIDO

F-COP-01

Rev. 00

Anexo No. 4



| PRESUPUESTO DE VENTAS | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| MES: | N.DÍAS: | | | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | | | | | |
| ASESOR COMERCIAL | Aro 14 (PRECIO) | | | Aro 15 (PRECIO) | | | Aro 16 (PRECIO) | | | Aro 17.5 (PRECIO) | | |
| | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Subtotal UDS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| DSCTO 20% \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| INGRESO \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |

| SIMBOLOGÍA | | |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| P.T. => Producto Terminado | M1 => 7.50; 8.25; 9.00 | M3 => 11.00; 12.00 |
| CCP => Carcasas Calificadas | M2 => 10.00; 11.00; 12.00 | M4 => 275; 295; 315 |
| C x R => Carcasas por Reciclar | | |

F-CO-07

REV 02

04/01/2012



| PRESUPUESTO DE VENTAS | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| MES: | N.DÍAS: | | | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | | | | | |
| ASESOR COMERCIAL | Aro 20 M1 (PRECIO) | | | Aro 20 M2 (PRECIO) | | | A22.5 M3 (PRECIO) | | | A22.5 M4 (PRECIO) | | |
| | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R | P. T. | CCP | C x R |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Subtotal UDS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| DSCTO 20% \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| INGRESO \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |

| SIMBOLOGÍA | | |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| P.T. => Producto Terminado | M1 => 7.50; 8.25; 9.00 | M3 => 11.00; 12.00 |
| CCP => Carcasas Calificadas | M2 => 10.00; 11.00; 12.00 | M4 => 275; 295; 315 |
| C x R => Carcasas por Reciclar | | |

F-CO-07

REV 02

04/01/2012

Hoja 2 de 3



| PRESUPUESTO DE VENTAS | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------------|-------------|-------------|----------|
| MES: | N.DÍAS: | | | | | PRESUPUESTO TOTAL: | | | |
| ASESOR COMERCIAL | Total | Total | Total | Total | Total | Total | Total | Total | TOTAL |
| | Aro 14 | Aro 15 | Aro 16 | Aro 17.5 | Aro 20 M1 | Aro 20 M2 | Aro 22.5 M3 | Aro 22.5 M4 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal UDS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| DSCTO 20% \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| INGRESO \$ | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| OTR | | | | | | | | | |
| TOTAL UDS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| SIMBOLOGÍA | | |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| P.T. => Producto Terminado | M1 => 7.50; 8.25; 9.00 | M3 => 11.00; 12.00 |
| CCP => Carcasas Calificadas | M2 => 10.00; 11.00; 12.00 | M4 => 275; 295; 315 |
| C x R => Carcasas por Reciclar | | |

F-CO-07

Emitido Por:
Jefe de Comercialización _____

REV 02

Aprobado Por:
Gerente General _____

04/01/2012

Hoja 3 de 3

Anexo No. 5

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**NTE INEN 2 582:2011**

**NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS. PROCESO DE
REENCAUCHE. REQUISITOS.****Primera Edición**

RETREADED PNEUMATIC TIRES. RETREADING PROCESS. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: .
MC
CDU:
CIU:
ICS:

CDU:
CIU: ICS:
MC



| | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| Norma Técnica Ecuatoriana | NEUMATICOS REENCAUCHADOS. PROCESO DE REENCAUCHE. REQUISITOS | NTE INEN 2 582:201' |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|

1. OBJETO

1.1. Esta norma establece los requisitos aplicables al proceso de producción de neumáticos reencauchados.

2. ALCANCE

2.1. Esta norma se aplica al proceso de reencauche de neumáticos cuyos usos se encuentran establecidos en la tabla 1 de la NTE INEN 2096, con excepción de los neumáticos tipo 1.

3. DEFINICIONES

3.1. Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 2 581 Neumáticos reencauchados. Definiciones y Clasificación.

4. REQUISITOS ESPECÍFICOS

4.1. Carcasas destinadas al proceso de reencauche

4.1.1 La carcasa que presente cualquiera de las siguientes condiciones no debe aceptarse para ser reencauchada y debe ser marcada como producto fuera de norma con las siglas "FN" con una dimensión de letra de 12 mm como mínimo, con un sistema de marcación permanente, en el lateral del neumático:

4.1.1.1 Señales visibles de contaminación por fluidos (aceites, hidrocarburos y/o productos químicos). Ver figura 1.



FIGURA 1. Contaminación

(Continúa)

DESCRIPTORES:

NTE INEN 2 582

4.1.1.2 Indicios de haber sido rodada a baja presión o sobrecarga. Ver figuras 2 y 3.

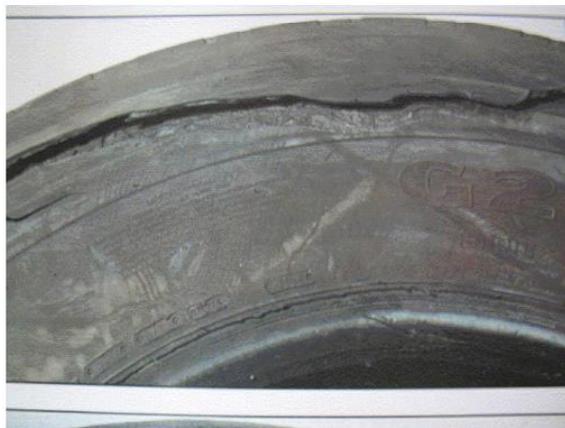
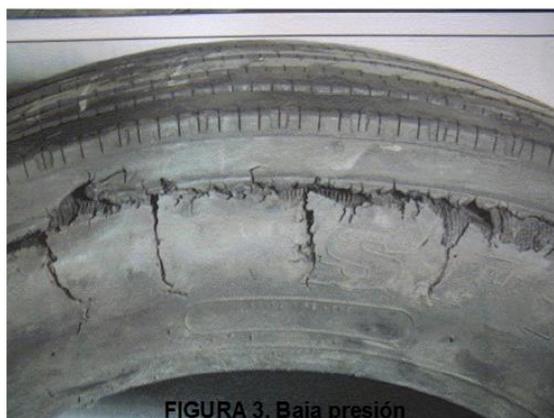


FIGURA 2. Sobrecarga



FIGURA 3. Baja presión



(Continua)

4.1.1.3 Daños estructurales no reparables, según las Tablas 1 y 2 y la figura 16.

4.1.1.4 Daños que requieran reparaciones con parches traslapados.

4.1.1.5 Pestaña

a) En el caso de neumáticos sin tubo, daños por sobrecalentamiento, arrancamientos, desgaste del caucho, cortes, cristalizaciones, deformaciones u oxidación. Ver figuras 4, 5 y 6.

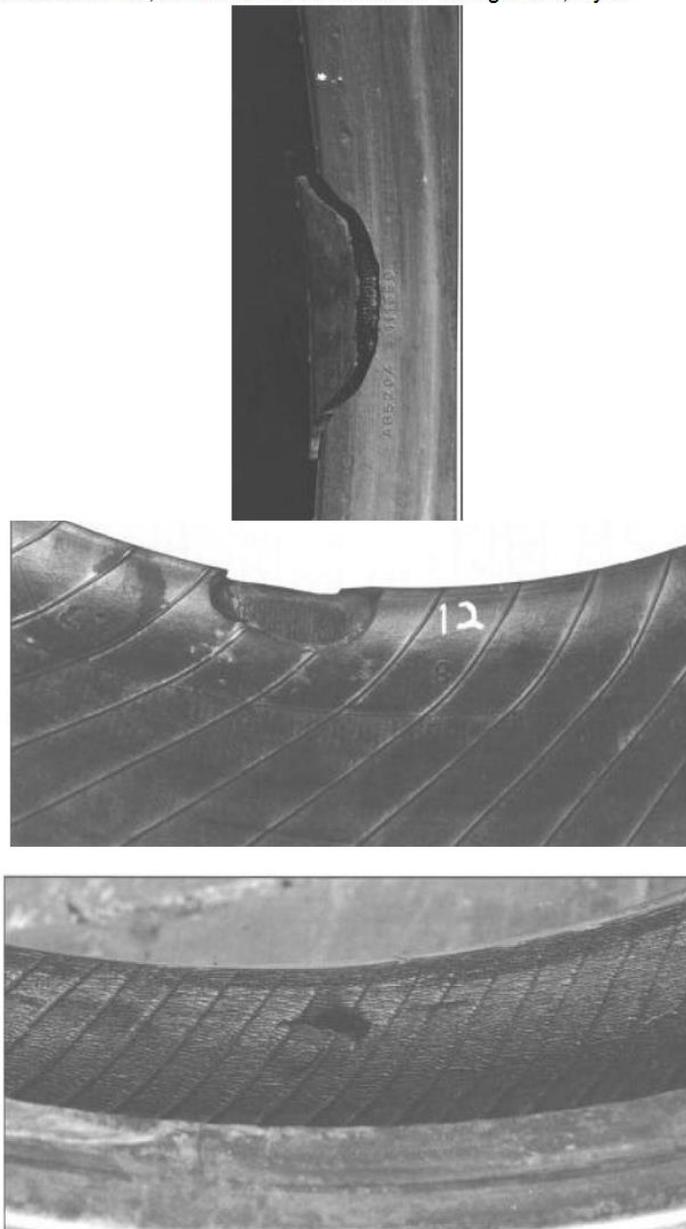


FIGURA 4. Arrancamiento

(Continua)

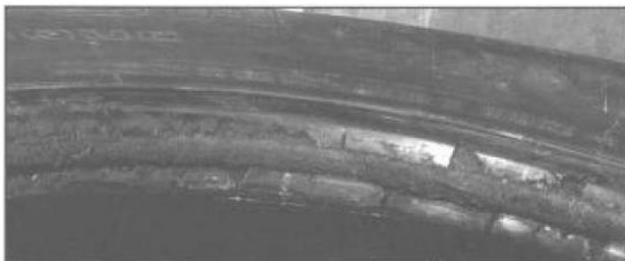


FIGURA 5. Sobrecalentamiento

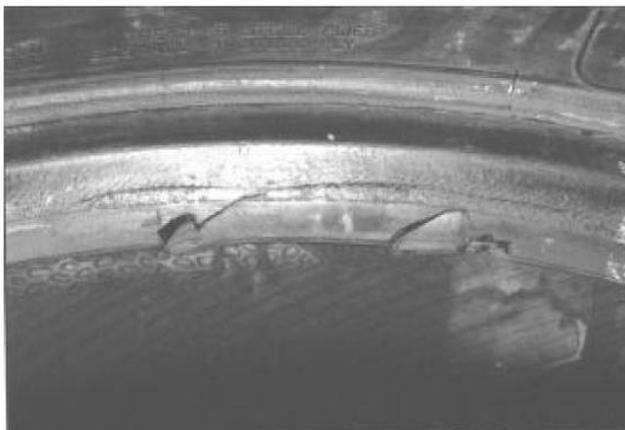


FIGURA 6. Desgaste

b) En el caso de neumáticos con tubo, daños visibles tales como cortes, cristalizaciones, deformaciones u oxidación. Solo se permiten reparaciones superficiales. En caso de que el área de la pestaña presente roturas únicamente en el caucho, el reencauchador estará obligado a hacer las reparaciones del caso. No es admisible reencauchar el neumático sin hacer estas reparaciones, esto se refiere únicamente a caucho y a daño no estructural. Ver figura 7.

(Continua)



FIGURA 7. Daños en el aro

c) Fisuras circunferenciales, protuberancias o depresiones que coincidan con la finalización de las lonas estructurales (zona de volteo).

4.1.1.6 Costado

a) Grietas por oxidación, ozono o envejecimiento con una profundidad mayor a 1,6 mm o que lleguen a la capa de la estructura del neumático. Ver figura 8.



FIGURA 8.a) Agrietamiento

(Continua)



FIGURA 8.b) Agrietamiento

- b) Reparaciones anteriores de daños considerados como no reparables (según la Tabla 1, Tabla 2 y figura 16).
- c) Daños considerados como no reparables (según la Tabla 1, Tabla 2 y Figura 16).
- d) Inscripciones de DOT, fecha de fabricación, capacidad de carga, índice de velocidad y presión de inflado ilegibles. Estas inscripciones deben estar de acuerdo con lo especificado en las NTE INEN 2099 y NTE INEN 2100. En caso de que no tenga DOT se evaluará de acuerdo con la condición de la carcasa.
- e) Despegues o separaciones entre el caucho y las lonas causados por un daño que permita la filtración de aire. Ver figura 9.



FIGURA 9. Separaciones

(Continua)

) Irregularidades, protuberancias o deformaciones causadas por baja presión o golpes que no sean reparables. Ver figura 10.



FIGURA 10. Protuberancias en los costados

g) Grietas ocasionadas por un marcado que afecte la estructura del neumático. Ver figura 11.



FIGURA 11. Mal marcado

h) Fisuras radiales repetitivas a lo largo del costado, no atribuibles a golpes o cortaduras.

4.1.1.7 Corona

a) Separación entre lonas o cinturones.

b) Lonas o cinturones expuestos por desgaste excesivo y/o irregular del neumático. Ver figuras 12. a) y 12. b).

(Continua)



FIGURA 13. Exposición de capas

b) Carcasas que hayan sido relabradas y que por causa de este proceso, hayan quedado expuestos cinturones estructurales de la misma. Ver figura 14.



FIGURA 14. Relabrados

c) Neumáticos que hayan sido relabrados y no tengan especificado en su rotulado original el término relabrable y/o que ya hayan sido reencauchadas.

d) Daños que requieran más de una reparación sobre la misma cuerda radial.

4.1.1.10 Requisitos específicos para carcasa convencional. La carcasa convencional que presente cualquiera de las siguientes condiciones no debe aceptarse para ser reencauchada:

a) Exposición de lonas, superior al 10% de la circunferencia del neumático en la lona externa y superior al 25% del caucho de la banda de rodamiento.

b) Aquellas que no presenten la siguiente información del rotulado original: en identificación, la fecha de fabricación, los indicadores del índice de carga y los indicadores de velocidad.

c) Que hayan sido regrabadas modificando lo especificado por el fabricante en el rotulado original.

d) Alambre del núcleo expuesto. Ver figura 15.

(Continúa)

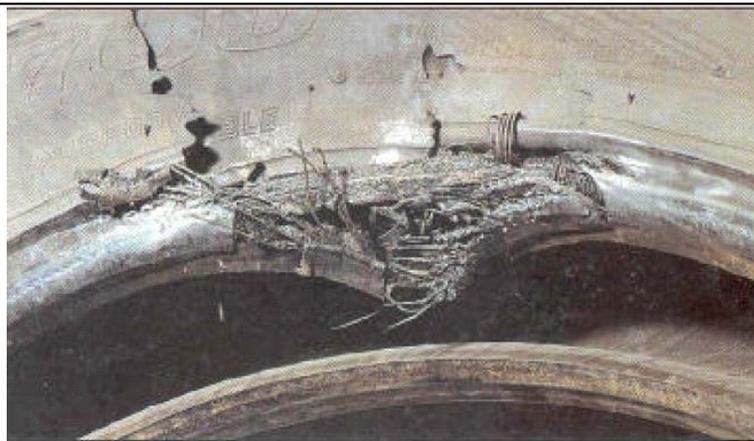
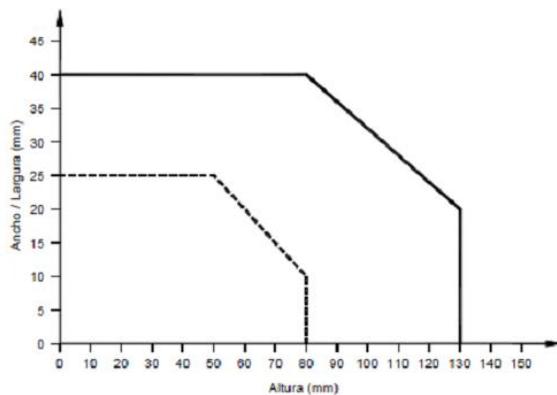


FIGURA 15. Alambre expuesto

e) Más de dos daños que requieran reparación mayor de un barrido en el ángulo de 90°.

4.1.1.11 La carcasa para reencauche no debe tener más de 7 años desde su fecha de fabricación.



— Camiones y buses o sus derivados y acoplados
 - - - - - Camioneta o sus derivados y acoplados

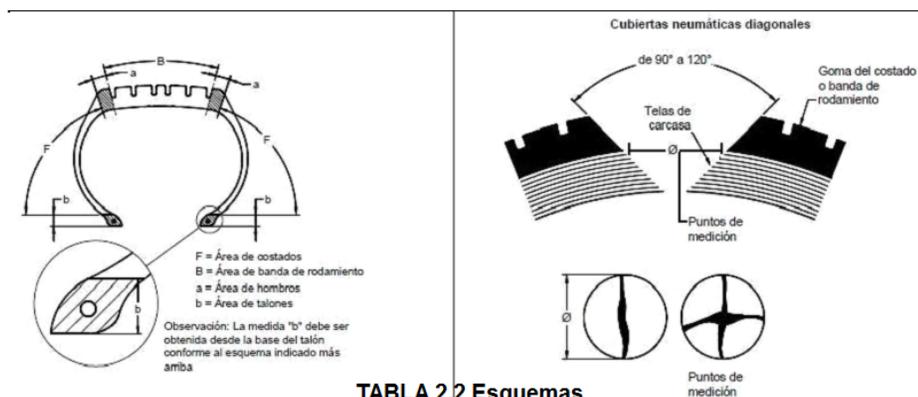
FIGURA 16. Daños en el área de los costados, tamaño máximo a reparar

(Continua)

Tabla 1. Límites de reparación con parche

| Tipos y categorías de cubiertas neumáticas | | Área de talones | Área de costados | Área de hombros (a) | Área de banda de rodamiento (B) | Cantidad máxima de parches de tela permitidos por cubierta neumática |
|--|--|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| | | Área no reparable medida (b) (mm) | Tamaño máximo de daño (mm) | Área no reparable medida (a) (mm) | Tamaño máximo de daño (mm) | |
| CONVENCIONAL | Automóviles y sus acoplados livianos | NP | NP | NP | 10 | 2 |
| | Camionetas de uso mixto y sus acoplados livianos | 60 | 20 | 20 | 30 | 4 |
| | Camiones, ómnibus, microómnibus y sus acoplados < 9,00 – 20 | 80 | 50 | 30 | 50 | 6 |
| | ≥ 9,00 – 20 | 90 | 70 | 30 | 70 | 6 |
| RADIAL | Automóviles y sus acoplados livianos índice de velocidad S y T | NP | NP | NP | 10 | 2 |
| | Índice de velocidad H | NP | NP | NP | 6 | 1 |
| | Índice de velocidad V y superior | NP | NP | NP | NP | NP |
| | Camionetas o sus derivados y acoplados | 65 | Ver figura 16 | 15 | 30 | 6 |
| | Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados con altura de sección inferior o igual a 230 mm | 65 | Ver figura 16 | 20 | 30 | 6 |
| | Camiones y ómnibus o sus derivados y acoplados con altura de sección superior a 230 mm | 75 | Ver figura 16 | 30 | 35 | 6 |
| NP = No permitido | | | | | | |
| <p>IMPORTANTE</p> <p>1) Los daños no pasantes en cubiertas de neumáticos convencionales de camiones y buses exigen la aplicación de parche de tela cuando el daño excede los 30 mm, aplica una reparación con refuerzo.</p> <p>2) Los daños no pasantes en cubiertas de neumáticos convencionales de camionetas de uso mixto (dentro y fuera de carretera) y sus acoplados livianos exigen la aplicación de parche de telas siempre que el daño excede los 30 mm, aplica una reparación menor.</p> <p>3) Los daños no pasantes en la banda de rodamiento (área B) de cubiertas RADIALES de camiones y buses, que afecten al cinturón de trabajo más próximo al pliego de la carcasa, con medida superior a 8 mm, siempre exigen parche.</p> <p>4) La distancia mínima entre dos parches vecinos debe respetar un ángulo mínimo de 45° (equivalente a 1/8 de circunferencia interna de la cubierta neumática) medido entre sus líneas de centro.</p> | | | | | | |

(Continua)



4.2 Materia prima a ser utilizada en el proceso de reencauche

4.2.1 El reencauchador es responsable por la aplicación correcta de la materia prima de reencauche y por asegurar que estén libres de cualquier defecto que pueda comprometer el buen desempeño del neumático durante su vida útil.

4.2.2 *Banda de rodamiento.* La banda de rodamiento debe contar con certificación de conformidad con norma y la empresa fabricante con un sistema de gestión de calidad certificado. Los certificados debe ser emitidos por un organismo certificador acreditado en el país de origen, ver nota 1.

NOTA 1. Hasta que exista la NTE INEN correspondiente, la banda de rodamiento debe cumplir con los requisitos establecidos en una norma de cualquiera de los niveles de normalización: internacional, regional, subregional, nacional, de asociación de empresas o de gremios y de empresa.

(Continúa)

4.2.2.1 El reencauchador debe solicitar a su proveedor de: banda precurada, camel back y material para extrusión que especifique las condiciones de almacenamiento y la utilización de ese material con el fin de garantizar la conservación de sus características.

4.2.3 *Cemento*. El reencauchador debe solicitar a su proveedor de cemento que garantice el suministro de información sobre los siguientes aspectos:

- a) El(los) método(s) de aplicación, uso y almacenamiento.
- b) Condiciones de utilización, como tiempos de agitación y secado.

4.2.4 *Cojín para reconstrucción y material para relleno*. El reencauchador debe solicitar a su proveedor de cojín para reconstrucción y material para relleno que garantice el suministro de información sobre el(los) método(s) de aplicación, uso y almacenamiento, y fecha de vencimiento.

4.2.5 *Parches o unidades de reparación*. El reencauchador debe solicitar a su proveedor de materiales de reparación (incluidos los parches) que se responsabilice por lo siguiente:

- a) El(los) método(s) de aplicación y almacenamiento;
- b) Los límites de utilización de las unidades de reparación de acuerdo con los daños;
- c) Que los parches de refuerzo, aplicados correctamente en la reparación de la carcasa, sean adecuados para su propósito;
- d) Que todos los demás materiales de reparación sean adecuados para la utilización prevista;

4.2.6 Los parches a utilizarse en la reparación de las carcasas deben contar con certificación de conformidad con norma y la empresa fabricante con un sistema de gestión de calidad certificado. Los certificados deben ser emitidos por un organismo certificador acreditado en el país de origen, ver nota 2

.

4.2.7 No se deben utilizar las tablas de aplicación de los parches de un fabricante para unidades de reparación de otro fabricante.

5. PROC ESO

5.1. En cada etapa del proceso el reencauchador debe garantizar que se cumpla lo que establece su manual de procedimientos.

5.2. Inspección inicial

5.2.1. El reencauchador debe seleccionar las carcasas que son aptas para ser reencauchadas y/o reparadas de acuerdo con los criterios contenidos en esta norma. Ver numeral 4.

5.3. Raspado

5.3.1. La carcasa se debe raspar mediante sistemas compatibles con el proceso de reencauche utilizado, respetando los radios y anchos recomendados por organizaciones tales como: el TIA (Tire Industry Association) última versión, RMA (Rubber Manufacturers Association) última versión, el ARA (American Retreaders Association) última versión o el fabricante de la carcasa. De no disponerse de la información por los mencionados organismos, el proceso estará establecido en el manual del reencauchador.

5.3.2. La totalidad de la superficie en la cual va a ser aplicado el material nuevo debe ser preparado previamente sin calentamiento excesivo y la apariencia debe corresponder a las texturas 3 ó 4 de la RMA (USA) última versión. Ver figura 17.

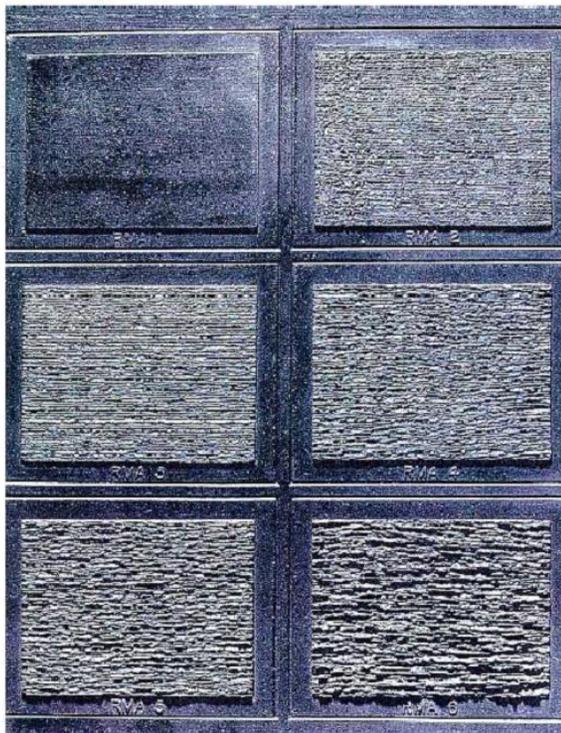


FIGURA 17. Textura de la RMA (USA)

5.3.3. En la carcasa radial se permite un deterioro por el raspado, localizado en el cinturón de trabajo, de acuerdo con lo indicado en las tablas 1 y 2 y figura 16 de esta norma. Para daños mayores no reparables en éste no se permite la sustitución parcial o total y se debe rechazar la carcasa. Si el neumático posee cinturón de protección y éste estuviese dañado, se permite su eliminación sin reemplazo, teniendo en consideración las especificaciones del fabricante.

5.4. Preparación

5.4.1. Después del raspado y antes de la aplicación del material nuevo, cada neumático debe ser cuidadosamente inspeccionado para verificar que todavía se mantiene en condiciones de ser reencauchado.

5.4.2. Los daños causados por el raspado sobre los neumáticos no deben exceder los límites definidos en las tablas 1 y 2 y figura 16.

(Continúa)

5.4.3. En la carcasa convencional los posibles daños provocados por el raspado no deben ir más allá de la lona exterior en la parte superior del neumático. Considerando que esta lona hace parte de la carcasa a menos que esté claramente en presencia de una capa de breaker, caso en el cual se admite un deterioro localizado.

5.4.4. Las partes de acero expuestas deben ser tratadas inmediatamente con un material apropiado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del material referido.

5.4.5 El espesor del material original (remanente en la carcasa después de ser raspada) y el espesor promedio de todos los materiales nuevos (cojín, base de la banda de rodamiento y sólidos del cemento) que quedan bajo el labrado, después del proceso de reencauche, deben cumplir lo siguiente:

Para neumático radial y convencional

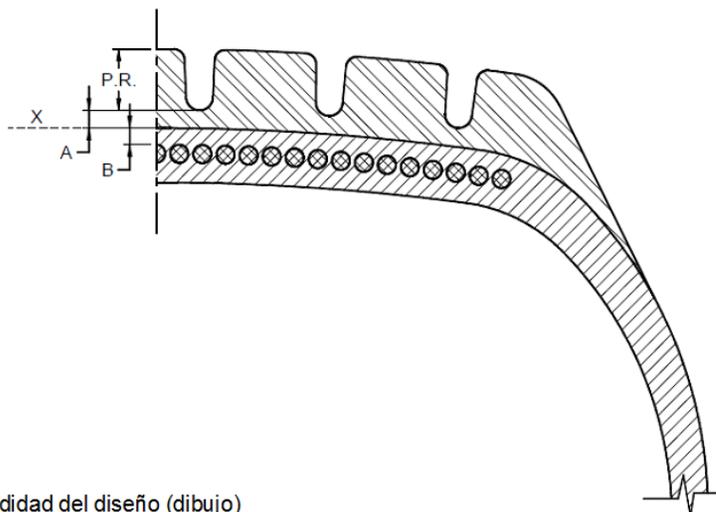
$1,5 \leq (A+B) \leq 13$ (mínimo 1,5 mm; máximo 13,0 mm excepto para los tipos 5, 6 y 8)

$A \geq 1$ (mínimo 1,0 mm para neumático tipo 2 y 3)

$A \geq 2$ (mínimo 2,0 mm para neumático tipo 4, 5, 6, 7 y 8)

$B \geq 0,5$ (mínimo 0,5 mm para neumáticos tipo 2 y 3)

$B \geq 0,8$ (mínimo 0,8 mm para neumáticos tipo 4, 5, 6, 7 y 8)



P.R.= Profundidad del diseño (dibujo)

X = Línea de raspado

A = Promedio del espesor del nuevo material bajo el diseño (dibujo)

B = Espesor mínimo del material original por encima del cinturón tras el raspado

FIGURA 18. Espesores de materiales

5.5. Reparación

5.5.1. Todos los trabajos de reparaciones menores o con refuerzo deben ser examinados cuidadosamente.

5.5.2. Todas las áreas de la carcasa a ser reparadas deben ser marcadas durante la inspección inicial y después de los procesos de raspado y preparación cuando sea aplicable.

(Continúa)

5.5.3. Para la selección de parches a ser utilizados en las reparaciones, los reencauchadores deben remitirse a las tablas dadas por los fabricantes.

5.5.4. Luego de que una carcasa haya sido sometida a las operaciones de raspado y preparación, debe presentar una superficie simétrica y con la textura adecuada para cada tipo de reencauche.

5.5.5. Luego de realizadas las reparaciones, la carcasa debe haber recuperado las características estructurales originales del neumático y su capacidad de carga.

5.5.6. Todo daño interior superficial, producido por una penetración de clavo, debe estar cubierto con caucho.

5.6. Cementado (si es aplicable)

5.6.1. Las carcasas raspadas por cementar deben estar libres de material extraño;

5.6.2. El cementado se debe realizar antes de 8 horas, después de haber sido raspado el neumático;

5.6.3. Para el tiempo de secado del cemento se debe tener en cuenta las recomendaciones del proveedor.

5.7. Relleno

5.7.1. Rellenar todas las cavidades con tira para relleno asegurando que no quede aire atrapado.

5.8. Aplicación de la banda de rodamiento

5.8.1. Para el proceso de reencauche en molde la banda de rodamiento aplicada debe tener las dimensiones de corona (ancho y radio), base y espesor, como se requiera para el tamaño y diseño de matriz/molde en la cual el neumático va a ser vulcanizado.

5.8.2. Para el proceso de reencauche para banda precurada, el ancho total de la banda aplicada debe corresponder al ancho de la corona raspada con una tolerancia a cada lado de $-5,0$ mm.

5.9. Vulcanización

5.9.1. El neumático debe ser vulcanizado controlando el tiempo, temperatura y presión respetando las especificaciones correspondientes a los materiales, y las del proceso de vulcanización. Estas operaciones deben realizarse soportado en chequeos programados y utilizando termocuplas.

5.10. Identificación y trazabilidad

5.10.1. Los neumáticos reencauchados deben tener impreso, como mínimo, la siguiente información, ver figura 19:

- a) Número de reencauche, ver nota 3;
- b) Identificación de la planta de reencauche;
- c) Fecha de producción (año, mes y día);
- d) Identificación si existe reparaciones con refuerzo, e
- e) Identificación si se ha eliminado el cinturón de protección.

NOTA 3. Considerando que la vida útil de un neumático original es de siete años, cualquiera que sea el número de reencauche, únicamente podrá efectuarse el proceso de reencauche en carcasas de hasta máximo cinco años después de la fabricación del neumático original.

(Continua)

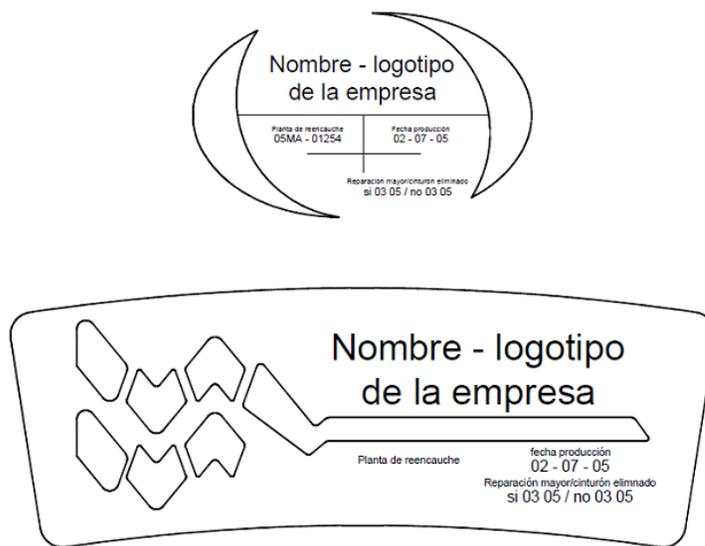


FIGURA 19. Ejemplo de identificación del neumático reencauchado

5.10.2. Se debe incluir toda información original del neumático que se haya borrado durante el uso y/o el proceso de reencauche, ésta debe ser permanente.

5.10.3. El reencauchador debe mantener las marcas de identificación (en el lateral) de reencaches anteriores.

5.10.4. La designación de servicio del neumático reencauchado no debe indicar un código de velocidad o un índice de carga superior a los del neumático original.

5.10.5. Si después de reencauchar, las inscripciones que fueron realizadas por el fabricante del neumático original todavía son legibles, estas se deben considerar como especificaciones aplicables al neumático reencauchado.

6. REQUISITOS PARA ACEPTACION DEL PRODUCTO FINAL

6.1. Inspección

6.1.1. Después de la vulcanización, antes de alcanzar la temperatura ambiente de trabajo de la planta, cada neumático reencauchado debe ser examinado para asegurar, que no presenta algún defecto visible. Si el neumático presenta cualquier defecto visible (por ejemplo, ampollas, depresiones, etc.), debe ser objeto de un examen específico con el fin de determinar la causa del defecto y tomar las acciones correspondientes, según los manuales de proceso de cada planta.

6.1.2. Antes, durante y después del reencauche, el neumático debe ser verificado por lo menos una vez para asegurar la integridad de su estructura, a través de un método de inspección apropiado.

6.1.3. Todos los parches de las reparaciones deben estar vulcanizados y unidos a la carcasa y su contorno debe quedar emparejado con la superficie interna de la carcasa.

6.2. Verificación del proceso

6.2.1. Con el fin de controlar el proceso de reencauche, cada planta de producción de reencauche debe cumplir con la totalidad de la lista de chequeo dada en el Anexo A.

(Continúa)

ANEXO A
LISTA DE CHEQUEO

| Punto | A. CALIDAD: REGISTROS Y SEGUIMIENTO | Cumple | No cumple |
|---------------|---|--------|-----------|
| A. | Se deben registrar los porcentajes de fallas de fabricación (aparte de las fallas comerciales) y de fallas en planta (Reprocesos). La reencauchadora debe mantener registros históricos continuos. | | |
| B. | Se debe registrar las causas de fallas en planta y de fallas de fabricación. La reencauchadora debe mantener registros históricos continuos. | | |
| C. | La planta debe analizar los datos e implementar acciones correctivas para mejorar los resultados. | | |
| NOTAS: | | | |
| | | | |
| Punto | B. MATERIA PRIMA Y ALMACENAMIENTO | | |
| A. | Todas las materias primas utilizadas deben cumplir con lo especificado en el numeral 4.2. | | |
| B. | Todas las materias primas se usan dentro de la fecha de caducidad indicada por el proveedor. | | |
| C. | Las siguientes materias primas deben ser almacenadas en un lugar cuya temperatura oscile entre 5 °C y 20 °C: Cojín sin vulcanizar, cemento, goma de relleno, goma de reparación, parches. | | |
| NOTAS: | | | |
| | | | |
| Punto | C. INSPECCION INICIAL | | |
| A. | Las carcasas no presentan evidencia de haber sido rodadas a baja presión. No se aprecia cambio de color en el caucho del <i>liner</i> en la zona del hombro, no hay cuerdas radiales deformadas, no existen ampollas o deformaciones en el interior en la zona del hombro o laterales, no hay cuerdas rotas o sueltas en los laterales. Las carcasas inspeccionadas deben cumplir con el numeral 4.1. | | |
| B. | En las carcasas no hay material extraño (agua, arena, grapas, etc.). Se retira todo material incrustado (vidrios, piedras, pernos, clavos, etc.), y se inspecciona por posibles daños. | | |
| C. | Las carcasas se marcan para reparación si existen: penetraciones visibles a través del forro interior o el casco. | | |
| D. | Las carcasas convencionales se ventean. | | |
| NOTAS: | | | |
| | | | |
| Punto | D. RASPADO | | |
| A. | Los radios de raspado están de acuerdo con lo expresado en el numeral 5.3.1. | | |
| B. | La presión de inflado de la carcasa debe ser la recomendada por el fabricante del equipo de raspado. | | |
| C. | La textura de raspado debe ser RMA 3 o RMA 4 (ver figura 17). | | |
| D. | Corresponde el ancho de banda seleccionado con el ancho de banda recomendado por la tabla de radios y anchos de raspado utilizado en la planta (tolerancia máxima - 3 mm a cada lado). | | |
| NOTAS: | | | |
| | | | |
| Puntos | E. EXCAVADO | | |
| A. | Todas las excavaciones están limpias, libres de contaminantes y de caucho quemado. | | |
| B. | Se elimina todo el material suelto o dañado. | | |
| C. | Las carcasas, con daños que necesiten parche, debe ser marcadas y reparadas, según las tablas 1 y 2 y figura 16. | | |
| D. | Carcasas convencionales con daño en más del 25 % y hasta el 75 % de las capas reales se marcan para parche de refuerzo. | | |
| E. | Los daños que expongan material estructural de pestaña a pestaña en carcasas radiales se marcan para reparaciones con parche. | | |
| F. | Se prepara una zona de 12,5 mm de ancho alrededor de las excavaciones en los laterales (Textura RMA 2 o menor, sin caucho quemado). | | |
| NOTAS: | | | |
| | | | |
| Punto | F. REPARACION | | |
| A. | Antes de raspar en el forro interior y reparar el daño se extrae toda contaminación del área a reparar. | | |
| B. | El daño se remueve totalmente. | | |
| C. | El tamaño de la herida, luego de trabajado todo el daño, se ajusta a los tamaños de herida reparable, de acuerdo con la tabla 1. | | |
| D. | El parche se ha ruleteado firme contra el forro interior. | | |
| E. | Los parches no se traslapan. | | |
| F. | Los parches están alineados de acuerdo a las marcas correspondientes. | | |
| G. | La textura de raspado de <i>Liner</i> debe ser RMA 1 o 2. | | |
| H. | Para neumáticos sin tubo los parches que no tengan características de impermeabilidad, se debe aplicar un material sellante. | | |

(Continua)

| | | |
|---------------|---|--|
| NOTAS: | | |
| | | |
| | G. CEMENTADO | |
| A. | El cementado se realiza antes de 8 horas, después de haber sido raspado el neumático. | |
| B. | Para el tiempo de secado del cemento se tiene en cuenta las recomendaciones del proveedor. | |
| NOTAS: | | |
| | | |
| Punto | H. EMBANDADO | |
| A. | La presión del rodillo ruleteador de cojín debe estar ajustado de acuerdo al manual de la maquina y al proveedor del cojín. Controlar todas las embandadoras. | |
| B. | Las superficies raspadas y cementadas están libres de contaminantes. Controlar en la embandadora antes de aplicarse la banda y el cojín. Usar prueba de adherencia de cojín si se observa suciedad o polvo. | |
| C. | El ancho de rin o plato utilizado debe coincidir con el ancho recomendado por el fabricante del neumático original. | |
| D. | El ancho de cojín utilizado debe ser igual o mayor al ancho de la banda. | |
| E. | La presión de inflado del neumático en embandado debe ser igual a la utilizada en la raspadora. | |
| NOTAS: | | |
| | | |
| Punto | I. VULCANIZADO | |
| A. | Se controla la temperatura de vulcanizado recomendada por el proveedor de los materiales (cojín y goma de relleno) Controlar con instrumentos calibrados. | |
| B. | Se emplea un sistema que asegure el uso de los tiempos correctos de vulcanizado basándose en la banda de tiempo más largo (Ficha del proveedor). | |
| C. | El ancho de rin de vulcanizado debe corresponder con el recomendado por el fabricante del neumático original. | |
| D. | Las dimensiones de tubo y cobertores deben coincidir con las especificaciones por el proveedor de los mismos, según el tamaño de cada neumático. | |
| E. | Se controlan todas las presiones de la cámara de vulcanización, según recomendaciones de los proveedores de cemento, cojín y goma de relleno. | |
| NOTAS: | | |
| | | |
| Punto | J. PRODUCTO TERMINADO | |
| A. | No hay empalmes de forro interior abiertos | |
| B. | En neumáticos sin cámara (sellomático) no hay grietas ni cortes que traspasen el forro interior | |
| C. | Parches sin bordes sueltos, los bordes no podrán levantarse con un punzón | |
| D. | Las pestañas no están dañadas o distorsionadas más allá de lo indicado como reparable | |
| E. | No hay grietas circunferenciales en las zonas de hombro o vuelta de pestaña que se extiendan a la lona estructural | |
| F. | No hay grietas de ozono o de envejecimiento mayores a 1,6 mm de profundidad | |
| G. | El neumático debe estar identificado de acuerdo a lo estipulado en el numeral 5.10 | |
| H. | La línea de unión en la zona del hombro entre la banda y la carcasa debe tener buen flujo de cojín. Debe haber flujo continuo en ambos lados de la carcasa | |
| I. | En neumáticos de tracción, los vacíos de hombro en carcasas con bloques no se extienden bajo la banda más de 12,5 mm. | |
| J. | No hay empalmes de banda abiertos | |
| K. | El tamaño de la banda cumple con lo especificado en el numeral 5.8 | |
| L. | Todos los daños que requieran reparación están reparados. | |
| M. | La banda está centrada con una tolerancia de 5 mm medidos desde una característica de diseño. | |
| N. | Neumáticos sin materiales extraños por dentro y fuera (clavos, grapas, placas de identificación, soportes de reparación, plástico cubre parche, etc.) | |
| O. | Parches al menos a 10 mm de la pestaña. | |
| P. | No hay distorsión de banda visible (3 mm máx), desplazamiento de bloques, cierre de vacíos, distorsión de bajo rodamiento | |
| Q. | El producto terminado no tiene separaciones entre sus componentes que afecten su rendimiento. | |
| R. | Todas las heridas superficiales se han reparado. | |
| S. | Desviación radial y lateral de la banda no excede 2,5 mm, luego de inflarse y medirse en la raspadora. Se miden 3 neumáticos tomados aleatoriamente. | |

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

| | |
|---|---|
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2581 | <i>Neumáticos reencauchados. Definiciones y Clasificación</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2096 | <i>Neumáticos. Definiciones y Clasificación</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2099 | <i>Neumáticos. Neumáticos para vehículos de pasajeros. Requisitos</i> |
| Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2100 | <i>Neumáticos. Neumáticos para vehículos excepto de pasajeros. Requisitos</i> |

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Técnica Colombiana NTC 5324. *Terminología para reencauche de llantas*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, Bogotá, D.C. 2004

Norma Técnica Colombiana NTC 5384. *Llanta reencauchada*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, Bogotá, D.C. 2005

Council decisión. Amending Decisions 2001/507/EC and 2001/509/EC with a view to making UNE/ECE. Regulations 109 and 108 on retreaded tyres compulsory. Commission of the European Communities. Brussels, 6.12.2004

International Tire and Rubber Association (ITRA). *Manual de proceso de Reencauche/Reparación*. Louisville, Kentucky, 1996.

Portaria n.º 144, de 26 de maio de 2009. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior . Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. Brasil 2009

Portaria n.º 227, de 21 de setembro de 2006. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior . Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. Brasil 2006.

Procedimiento de Fiscalização. Atualização: Julho/2010. Pneus reformados (Portarias Inmetro n.º 227/2006 e 252/2006. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior . Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. Brasil 2010

Portaria Inmetro/Dimel n.º 272, de 21 de Julho de 2009. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior . Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO. Brasil 2009.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: NEUMÁTICOS REENCAUCHADOS. DEFINICIONES Código:
NTE INEN 2 581 Y CLASIFICACIÓN

| | |
|---|--|
| ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2010-08-31 | REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo Ministerial No. publicado en el Registro Oficial No. |
|---|--|

Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: Neumáticos. Neumáticos reencauchados

Fecha de iniciación: 2010-08-31

Fecha de aprobación: 2010-10-26

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Fausto Aguilera
 Ing. Rodolfo Ayala
 Eco. Beatriz Déleg
 Ing. Inés Hidalgo
 Ing. Max Konanz
 Ing. Jorge Luis Montero
 Ing. Arturo Paredes
 Ing. Juan Manuel Parra
 Ing. Danny Pérez
 Ing. Javier Pérez-Anda
 Arq. Bruno Pozzallo
 Ing. Adriana Salgado
 Ing. Andrés Tamayo
 Ing. Nardo Tenesaca
 Ing. Juan J. Vallejo
 Ing. Nelson Vallejo
 Ing. Roberto Wohlgemuth (Presidente)
 Ing. Lucía Cabrera (Secretaria Técnica)

CAUCHO SIERRA
 IMANEUMAGIC CIA. LTDA.
 MIPRO, AUSTRO
 MIPRO, QUITO
 CONAUTO-RECAMIC
 RENOVALLANTA S.A.
 ISOLLANTA CIA. LTDA.
 DURALLANTA S.A.
 TIP TOP ECUADOR
 LLANTERA OSO
 RENEU S.A.
 RENOVALLANTA S.A.
 CONTINENTAL TIRE ANDINA
 CONTINENTAL TIRE ANDINA
 TIP TOP ECUADOR
 TIP TOP ECUADOR
 LLANTERA OSO
 INEN CUENCA

COMITE INTERNO DEL INEN:

Fecha de iniciación: 2010-11-23

Fecha de aprobación: 2010-11-24

NOMBRES:

Ing. Gustavo Jiménez
 Ing. Mauricio Alminate
 Ing. Enrique Troya
 Ing. Hugo Ayala
 Ing. Fausto Lara
 Arq. Edwin Piñeiros
 Ing. Lucía Cabrera (Secretaria Técnica)

DIRECTOR DEL NORMALIZACIÓN
 DIRECTOR DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
 DIRECTOR DE VERIFICACIÓN
 DIRECCIÓN DE CERTIFICACIÓN
 DIRECCION DE NORMALIZACIÓN
 DIRECCION DE VERIFICACIÓN
 INEN CUENCA

Otros trámites:

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de

Oficializada como:

Por Resolución No.

Registro Oficial No.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFALLA LUQUE, Rafaela, GARCÍA SÁNCHEZ, María Rosa, GARRIDO VEGA, Pedro, GONZÁLEZ ZAMORA, María del Mar & SACRISTÁN DÍAZ, Macarena (2008), Introducción a la Dirección de Operaciones Táctico-Operativa: Un enfoque práctico, España: Delta Publicaciones.

BALLOU, Ronald H. (2004), Logística. Administración de la cadena de suministro, México: Pearson Educación.

CASTILLO CORREA, Hilda Piedad & BERMEJO MOYANO, Juan Pablo (2013), Propuesta de Sistemas Inteligentes para la Implementación de un Modelo de Gestión Triple A en la Cadena de Suministro de Centros de Acopio de Leche Cruda en la Provincia del Azuay, (Tesis de Maestría en Administración de Empresas). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador.

CHAPMAN, Stephen (2006), Planificación y control de la producción, México: Pearson Educación.

CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert & AQUILANO, Nicholas J. (2009), Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. México: McGraw-Hill Educación

CHAVEZ, Jorge H. & TORRES-RABELLO, Rodolfo (2012), Supply Chain Management: Gestión de la Cadena de Suministro, Chile: Ril Editores.

CHIAVENATO, Idalberto (2006), Introducción a la Teoría General de la Administración, México: McGraw-Hill Interamericana.

CHOPRA, Sunil & MEINDI, Peter (2008), Administración de la cadena de suministro.

Estrategia, planeación y operación, México: Pearson Educación.

FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, Fernando Casani, COMPETITIVIDAD, 02 de Abril de 2012,

recuperado de <http://www.eoi.es/wiki/index.php/Competitividad>

GAITHER, Norman & FRAZIER, Greg (2008), Administración De Producción Y Operaciones,

México: International Thomson Editores.

GITMAN, Lawrence J. (2007), Principios de administración financiera, México: Pearson

Educación.

HEIZER, Jay & Render, Barry (2008), Dirección de la producción y de operaciones, México:

Pearson Educación.

ISOLLANTA CÍA. LTDA. (2008), Manual de Calidad ISO 9001:2008, Cuenca-Ecuador.

KOONTZ, Harold, WEIHRICH, Heinz & CANNICE, Mark (2008), Administración: Una

Perspectiva Global Y Empresarial, México: McGraw-Hill Interamericana.

KRAJEWSKI, Lee, RITZMAN, Larry & MALHORTA, Manoj (2008); Administración de

Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor, México: Pearson Educación.

LEE, HAU L. (2004), THE TRIPLE-A SUPPLY CHAIN, HARVARD BUSINESS REVIEW,

United States Of America.

MENTZER, John T., DEWITT, William, KEEBLER, James S., MIN, Soonhong, NIX, Nancy

W., SRNITH, Cario D. & ZACHARIA, Zach G. (2001), Defining Supply Chain

Management, Journal of Business Logistics, Vol. 22 Núm. 2, United States Of America.

Menú de Ayuda de Microsoft Office, 2014, recuperado de www.office.microsoft.com

MOSCOSO PAREDES, Freddy Andrés (2010), Manual de Especificaciones Técnicas y Estándares de Trabajo para el Reencauche de Neumáticos, (Tesis de Ingeniería Industrial). Universidad del Azuay, Cuenca-Ecuador.

NIEBEL, Benjamin W. & FREIVALDS, Andris (2003), Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, México: McGraw-Hill.

TAHA, Hamdy A. (2012), Investigación de Operaciones. México: Pearson Educación.

