

**REDISEÑO DE PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS DEL GRUPO  
EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S EN LA CIUDAD DE TUNJA**

**MANUEL ANDRÉS GALINDO CHIQUILLO**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TUNJA  
2020**

**REDISEÑO DE PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTROS DEL GRUPO  
EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S EN LA CIUDAD DE TUNJA**

**Proyecto de grado para optar por el título de ingeniero industrial**

**MANUEL ANDRÉS GALINDO CHIQUILLO**

**ASESOR:  
MSc. SANDRA PATRICIA HERNANDEZ  
Ingeniera industrial**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TUNJA  
2020**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Asesor de proyecto

---

Jurado 1

---

Jurado 2

Tunja, 16 de julio de 2020

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de tesis en primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso y obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres por ese apoyo, amor sacrificio, me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía aun cuando quise rendirme.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todo el personal de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.AS, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su empresa.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Antonio Nariño, a mis profesores quienes con la enseñanza y sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. PROBLEMA	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
2. JUSTIFICACIÓN	24
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. ESTADO DEL ARTE	27
4.1 NIVEL INTERNACIONAL	27
4.2 NIVEL NACIONAL	28
4.3 NIVEL REGIONAL	29

5. MARCO DE REFERENCIA	31
5.1 MARCO TEÓRICO	31
5.1.1 Cadena de suministro	31
5.1.2 Canales de distribución	31
5.1.3 Fases de decisión en la cadena de suministro	32
5.1.4 Enfoque de los procesos de la cadena de suministro	32
5.1.5 Selección de proveedor	33
5.1.5.1 Logística y cadena de suministro	33
5.1.5.2 Caracterización	33
5.1.6 Cadena de valor	33
5.1.6.1 Elementos de la cadena de valor	34
5.1.7 Metodología de análisis de funciones básicas para diseño	34
5.1.7.1 Matriz AMFE	34
5.1.8 Modelación matemática	35
5.1.8.1 Proceso analítico jerárquico AHP	35
5.1.8.2 Diseño y solución del modelo matemático	35
5.2 MARCO CONCEPTUAL	36
5.3 MARCO GEOGRÁFICO	37
5.4 MARCO LEGAL	40

6. MARCO METODOLÓGICO	41
6.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	41
6.2 ALCANCE Y ENFOQUE INVESTIGATIVO	41
6.3 ESTRUCTURA METODOLÓGICA	42
7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S	44
7.1 ESTRUCTURA METODOLÓGICA	44
7.2 RECURSOS	49
7.2.1 Recursos Humanos	49
7.2.2 Recursos técnicos	49
7.2.3 Recursos físicos	50
7.2.4 Recursos logísticos	50
7.2 Recursos de transporte	50
7.3 CADENA DE VALOR	50
7.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO	51
7.5 APROVISIONAMIENTO	52
7.5.1 Proveedores	52
7.5.1.1 Solicitud de orden de pedido	53
7.5.2 Criterios de selección de proveedor	53
7.5.3 Almacén	53



7.6 PROCESO DE PRODUCCIÓN	54
7.6.1 Descripción del proceso	55
7.7 PROCESO DE DISTRIBUCIÓN	57
7.7.1 Clientes	58
7.8 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS CRÍTICOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO	60
7.8.1 Eslabón de aprovisionamiento	60
7.8.2 Eslabón de producción	60
7.8.3 Eslabón de distribución	60
7.9 IDENTIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA	60
7.9.1 Eslabón de aprovisionamiento	60
7.9.2 Eslabón de producción	62
7.9.3 Eslabón de distribución	63

7.10 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) DEL GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	63
7.10.1 Criterios y puntuales para la severidad del efecto de falla	63
7.11 ANÁLISIS MATRIZ AMEF	67
7.11.1 Problema de producción	67
7.12 MATRIZ AMEF	67
8. CONSTRUCCIÓN DE MODELO MATEMÁTICO AHP	70
8.1 MODELO PROPUESTO PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE MATERIAL DE IMPRESIÓN	71
8.1.1 Identificación de las variables	71
8.1.2 Caso estudio	72
8.1.3 Resultado	83
8.2. SELECCIÓN DE LA MÁQUINA MENOS PRODUCTIVA PARA LA EMPRESA MEDIANTE EL MODELO MATEMÁTICO AHP	83
8.2.1 Caso estudio	83
8.2.2 Identificación de las variables o criterios	84
8.2.3 Resultado final	94
8.3. CONCLUSIÓN DEL MODELO PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES Y SELECCIÓN DE MÁQUINA MENOS PRODUCTIVA	95
9. REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO	96
9.1. ORGANIGRAMA PROPUESTO DE CADENA SUMINISTRO	96

9.2. PROCESO DE APROVISIONAMIENTO	97
9.2.1 Descripción del proceso propuesto de compra de materias primas e insumos	98
9.3 PROCESO DE ALMACENAMIENTO	101
9.3.1 Descripción del proceso propuesto de almacenamiento de materias primas	101
9.3.2 Descripción del proceso propuesto de almacenamiento de productos terminados	102
9.3.3 Picking propuesto	102
9.4 PROCESO SERVICIO AL CLIENTE	102
9.5 PROCESO DE IMPRESIÓN E INSTALACIÓN	104
9.6 PROCESO DE DISTRIBUCIÓN	108
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. PQRS año 2019	22
Tabla 2. Marco legal	40
Tabla 3. Subproceso de almacenamiento GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.AS	54
Tabla 4. Línea de producción GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.AS	55
Tabla 5. Tiempos del proceso de aprovisionamiento	61
Tabla 6. Tiempos de proceso de producción	62
Tabla 7. Tiempos del proceso de distribución	63
Tabla 8. Rango de severidad	64
Tabla 9. Rango de detección	65
Tabla 10. Rango de ocurrencia	66
Tabla 11. Matriz AMEF GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	68
Tabla 12. Escala de comparación de Saaty	72
Tabla 13. Criterios de selección de proveedores	72
Tabla 14. Matriz criterio de financiación	74
Tabla 15. Índice de consistencia	74
Tabla 16. Matriz criterio de calidad	76
Tabla 17. Matriz criterio de costos	77

Tabla 18. Matriz criterio de capacidad	78
Tabla 19. Comparación entre criterios	79
Tabla 20. Comparación entre alternativas y criterios	80
Tabla 21. Resultado final	81
Tabla 22. Criterios de selección de máquina	84
Tabla 23. Matriz criterio de precio	85
Tabla 24. Índice de consistencia	86
Tabla 25. Matriz criterio de vida útil	88
Tabla 26. Matriz criterio costo de mantenimiento	89
Tabla 27. Matriz criterio de producción	91
Tabla 28. Matriz comparación entre criterios	92
Tabla 29. Comparación entre alternativas y criterios	93
Tabla 30. Resultado final	94
Tabla 31. Tablero de control de procesos indicadores de productividad	105

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Productos de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS	46
Cuadro 2. Clientes actuales de la empresa MÁS ACTIVOS S.A.S	59

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Etapa de la cadena de suministro	31
Figura 2. Mapa de Boyacá ubicación satélital	38
Figura 3. Mapa del GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS ubicación satélital	39
Figura 4. Mapa de procesos de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	47
Figura 5: Organigrama de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	48
Figura 6: Cadena de valor de la empresa Grupo empresarial Más activos S.A.S	51
Figura 7: Cadena de abastecimiento de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	52
Figura 8. Mapa de procesos de la empresa propuesto	96
Figura 9. Organigrama	97
Figura 10. Planilla propuesta de seguimiento al proveedor	100
Figura 11. Flujograma del proceso de aprovisionamiento propuesto	101
Figura 12. Flujograma propuesto de almacenamiento de materias primas	102
Figura 13. Flujograma de tratamiento de quejas y reclamos	103
Figura 14. Flujograma proceso de impresión e instalación	107
Figura 15. Diagrama de flujo proceso de distribución	109

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Transcripción de la entrevista semiestructurada realizada al gerente de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S	116
ANEXO B. Toma de tiempos con cronometraje vuelta a cero	118
ANEXO C. Planilla de recorrido para distribución de productos	119



## RESUMEN

La propuesta realizada fue desarrollada para la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, en la ciudad de Tunja una empresa dedicada a la impresión de publicidad interior y exterior, en la cual se realizaron 3 fases, en la primera fase se realiza la caracterización de la cadena de suministro de la empresa, después se identificaron los tiempos de los procesos de la cadena de suministro mediante cronómetro con vuelta a cero. Posteriormente se elabora una matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMEF), donde se encuentran reprocesos y cuellos de botella tanto de los trabajadores como de las máquinas.

La segunda fase se desarrolla un modelo matemático mediante el proceso de jerarquización (AHP), en el que de acuerdo con las problemáticas que se evidenciaron en la caracterización y al resultado en la ponderación de la matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMEF), se evaluaron tanto los proveedores como las máquinas de acuerdo con los criterios más importantes especificados por el gerente de la empresa y así poder definir el mejor proveedor de insumos y la máquina menos eficiente para la empresa.

La tercera fase permitió la ejecución del rediseño de los procesos de la cadena de suministro de acuerdo con resultado obtenido en las dos fases anteriores, por lo que se sugirió la modificación del mapa de procesos agregando 2 eslabones más a la cadena de suministro lo que permitió la inclusión del cargo de jefe de cadena de suministro y también se identificó la máquina menos productiva para la empresa, con el rediseño de estos procesos y la implementación de los nuevos flujogramas se busca mitigar las devoluciones, quejas y reclamos por parte de los clientes de la empresa y así aumentar tanto las ventas como la acreditación en la ciudad de Tunja.

**PALABRAS CLAVE:** Cadena de suministro, Caracterización, Impresión, Modelo AHP, Aprovisionamiento, Producción y distribución, Matriz de análisis de modo y efectos de falla (AMEF).

## ABSTRACT

The proposal made was developed for the company GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS SAS, in the city of Tunja a company dedicated to the printing of indoor and outdoor advertising, in which 3 phases were carried out, in the first phase the characterization of the chain was carried out of supply of the company, after identifying the times of the processes of the chain of supply by means of stopwatch with return to zero. Subsequently, a failure mode and effect analysis matrix (AMEF) is prepared, where reprocesses and bottlenecks of both workers and machines are found.

The second phase develops a mathematical model through the hierarchization process (AHP), in which according to the problems that are evident in the characterization and the result in the weighting of the failure mode and effect analysis matrix (FMEA ), both suppliers and machines were evaluated according to the most important criteria specified by the company manager and thus be able to define the best supplier of supplies and the least efficient machine for the company.

The third phase verified the execution of the redesign of the supply chain processes according to the result obtained in the two previous phases, so the modification of the process map was suggested, concurring 3 more links to the supply chain, which confirmed the inclusion of the position of head of supply chain and also identified the least productive machine for the company, with the redesign of these processes and the implementation of the new flow charts, it seeks to mitigate returns, complaints and claims by clients of the company and thus increase both sales and accreditation in the city of Tunja.

**KEY WORDS:** Supply chain, Characterization, Printing, AHP model, Supply, production and distribution, Weighting of the failure mode and effect analysis matrix (FMEA).

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó con el objetivo de establecer la importancia de la solución para el progreso del proceso de logística y distribución en la empresa GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S, con los subprocesos de planeación, verificación y control efectivo que ayude a contribuir a la consecución de las órdenes de trabajo de los usuarios, y a su vez conservar y optimizar la calidad de las impresiones y el posicionamiento que ha conseguido durante los 13 años que esta empresa lleva en el campo de la impresión.

Después de realizar un diagnóstico anterior se encontraron varias falencias tales como la deficiente organización de los proveedores, la ineficiencia en las máquinas, factores relevantes que requieren un cambio mediante la optimización de un modelo de matemático de jerarquización, para cumplir de una manera eficiente en las áreas implicadas en las actividades de la empresa, a fin de reformar los procesos que están fallando y establecer un plan de acción eficiente y eficaz que supla las necesidades de los clientes.

El alcance del proyecto consistió en la mejora en los cumplimientos los tiempos de las entregas a los clientes, lo cual se realizó mediante la reestructuración de la cadena de suministro de la empresa que consistió en la selección adecuada de los proveedores de insumos que de acuerdo con la caracterización es donde más fallas hay debido al incumplimiento de estos, además se vio la necesidad de la reevaluación productiva de las máquinas ya que en algunas se estaban generando cuellos de botella, debido a esto se implementaron 2 nuevos eslabones, los cuales son fundamentales para consecución de los objetivos propuestos por la empresa.

Es importante evidenciar que por la emergencia sanitaria que se está presentando a nivel mundial, en la actualidad por el COVID-19, no se pudieron aplicar los métodos y estudios planteados, ni las herramientas propuestas en un 100 %, puesto que por estas razones la empresa tuvo un parón en su actividad económica siguiendo las directrices establecidas por el Gobierno Nacional, desde el 19 de marzo del 2020 al 22 de mayo del 2020, por tal motivo no se pudo acceder a mucha información indispensable para la ejecución de esta investigación.

El método de investigación se llevó a cabo a través de la observación directa, la ayuda de los gerentes y operarios de la empresa, y la base teórica las cuales se

manejarán para identificar defectos y proporcionar posibles soluciones a las problemáticas encontradas.

Para realización del diagnóstico de la cadena de suministro de la empresa, primero se analizó la situación actual mediante el desarrollo de entrevista al gerente y la observación directa de todos los procesos y como se estaban llevando actualmente, posteriormente se realizó un estudio de tiempos y movimientos con cronómetro vuelta a cero y el estudio de análisis de modo de falla y efectos (AMFE), el cual evidenció las falencias de las máquinas en la empresa. Como segundo objetivo se realizó un modelo matemático AHP (Proceso analítico de jerarquización), con el fin de identificar y proponer una solución viable a los problemas precisados en el diagnóstico, lo que en términos generales este modelo identificó el mejor proveedor y la maquina menos eficiente de acuerdo a los criterios preferidos por la empresa.

Por último, se rediseñaron los eslabones de la actual cadena de suministro como se puede evidenciar en el nuevo mapa de procesos, donde se incluyeron procesos como almacenamiento, servicio al cliente, impresión e instalación, donde se diseñó un flujograma para cada proceso y se reconstruyó el organigrama de la empresa ingresando el cargo de jefe de cadena de suministro el cual estará pendiente de que todos los eslabones funcionen correctamente.

Con el rediseño de la propuesta de cada eslabón de la cadena de suministro se busca mejorara en el cumplimiento de los pedidos y así reducir las quejas y las devoluciones en la empresa, también disminuir los desperdicios y mejorar la productividad de las máquinas y los trabajadores, lo que significa aumento de las ventas y la reducción en las pérdidas tanto monetarias como de imagen que es lo que está afectando actualmente a esta empresa.

## **1. PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

EL GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S es una compañía especializada en la producción, impresión e instalación de publicidad interior y exterior de (banner, vinilos, microperforados, adhesivos, pendones con estructura, afiches, brochures, merchandising entre otros) y BTL (Below The Line) como lo son (carros valla, perifoneo, volanteadores, pasacalles, hombres pop-man, alquiler de video BEAM, alquiler de sonido, etc.). La cual funciona desde hace 13 años en el área de la publicidad (15 de agosto de 2007). Se encuentra ubicada en la ciudad de Tunja en la calle 18 # 13-77. Cuenta con una planta propia, maquinaria y tecnología de punta como lo son (sonido, edición de video, medios audiovisuales, plotters impresión formatos 320 y 250, plotters de corte y máquinas de corte, flota de 5 vehículos carro valla, 2 camionetas para transporte de personal, entre otros), recurso humano altamente calificado (16 trabajadores con contrato a término indefinido y 5 por prestación de servicios) y con capacidad para enfrentar las exigentes condiciones del mercado.

Actualmente en la empresa está implementada la cadena de suministro tradicional, ya que cada persona implicada en el proceso de recepción de materias primas toma sus decisiones de manera independiente. La cadena de abastecimiento depende de los flujos de información, por esto la unificación de esta requiere que todos los nodos de la red se puedan comunicar y compartan información actualizada y detallada. Esta falta de comunicación provoca un descontrol en la cadena de producción, esto genera que se necesiten investigaciones para mejorar el funcionamiento del área de distribución y logística interna de la empresa, simplificar todos sus procesos y permitir la entrega eficiente de productos a las necesidades de los consumidores. Estos procesos están relacionados con el embalaje, almacenamiento, transporte y distribución de estos productos; en el lugar correcto, y en el momento adecuado, para proporcionar a los clientes productos a precios competitivos.

La empresa presenta una ineficacia en la ejecución y entrega de los productos a los clientes, lo que causa un descontento por parte de ellos reflejándose en el número de quejas, reclamos y devoluciones, de los cuales son 20 %, 12 % y 3 % respectivamente del total de clientes del último trimestre del año 2019. Actualmente

la empresa cuenta en promedio con 300 clientes activos atendidos mensualmente de los cuales se presenta una inconformidad del 38 % en el mes de octubre de las 275 órdenes generadas en ese mes, 40 % en el mes de noviembre de las 295 órdenes de compra generadas y 37 % en el mes de diciembre de las 280 órdenes generadas en el último trimestre de 2019, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. **PQRS año 2019**

TABLA ULTIMO TRIMESTRE DE 2019						
PERIODO	ORDENES DE COMPRA	RECLAMOS	QUEJAS	DEVOLUCIONES	TOTAL	PORCENTAJE
OCTUBRE	275	60	35	10	105	38%
NOVIEMBRE	295	70	35	12	117	40%
DICIEMBRE	280	55	40	9	104	37%
<b>PROMEDIO ultimo trimestre 2019</b>	<b>283</b>	<b>62 (22%)</b>	<b>37 (13%)</b>	<b>10 (4%)</b>	<b>109</b>	<b>38%</b>

Fuente: Autor

Se ha observado que, en ciertos departamentos de la empresa, como el almacenamiento, impresión, facturación y la entrega, existen errores que afectan el rendimiento objetivo y la implementación efectiva, estos errores pueden retrasar la entrega oportuna de los productos.

Estas fallas se descubrieron desde el instante en que los clientes realizan el pedido, puesto que al organizarlo, no se tuvo en consideración que el departamento de producción no cumplía con el pedido anterior, además de otras áreas como (almacenamiento, acabados, comercialización, facturación), no están al tanto de las características de estos y por ello se generan desperdicios de material (30 % de la materia prima), demoras en las entregas (de 3 a 4 días de la fecha estipulada de entrega), facturas mal realizadas (20 % de las facturas realizadas al mes), entre otros.

Fuente: informes de la empresa.

En la actualidad la empresa cuenta con 12 proveedores de materias primas y productos, los cuales han presentado demoras en las entregas a la empresa, los pedidos llegan incompletos en un 25 % aproximadamente, no se respetan los días

de pagos (de 2 a 3 días de retraso), facturación inadecuada, canales de distribución deficientes y todo esto genera inconformidad dentro de cada uno de los departamentos de la empresa y los clientes.

Lo anterior, origina un declive en la calidad y la conformidad del producto, ya que no se calculó el tiempo para realizarlo, con los requerimientos necesarios y el tiempo de entrega que se pactaron con el cliente, por último, la empresa obtiene pérdidas monetarias mensuales (\$2.500.000 aproximadamente), a causa de las devoluciones y pérdidas de materias primas, esto ocasiona una mala imagen corporativa.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

¿Cuál es el método más óptimo para mejorar el funcionamiento de la cadena de suministro para dar cumplimiento a los pedidos de los clientes en la empresa GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S?

## 2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, debido a factores como la globalización y la inestabilidad económica del mercado, el proceso de tomar decisiones estratégicas en la cadena de suministro generalmente se manifiesta como actividades complejas. De esta manera, las decisiones de ubicación y selección relacionadas con fábricas, almacenes, puntos de venta y proveedores son muy importantes, ya que puede obtener resultados positivos o negativos en la cadena de suministro. (Chamorro & Lozano, 2010).

El propósito de la investigación es el rediseño de la cadena de suministros para la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, este consiste en minimizar la ineficiencia en el cumplimiento con los cliente para así reducir los reclamos, las quejas y las devoluciones en alrededor de **15 %** del total evidenciado en el 2019, mediante el reestructuramiento de los procesos de la cadena de suministros y así mejorar el control en los procesos de almacenamientos de materia prima y despachos de producto logrando el aprovechamiento adecuado de las instalaciones, despachos oportunos, minimizar perdidas en un 10 % aproximadamente; con respecto a las materias primas, mitigar los retrasos en las entregas cumpliendo lo pactado con el cliente en la orden de pedido y así mitigar la inadecuada facturación y mejorar la gestión de los proveedores mediante el modelo matemático, y de esta forma tener una mejor atención a la demanda que permita mantener la oferta de servicio al cliente, lo que lograría una disminución en los costos logísticos de transporte y por ende mejorar la rentabilidad de la compañía y así cumplir las necesidades y deseos del cliente.

Desde la incursión en el mercado, la empresa ha tenido un crecimiento comercial y financiero dándole un posicionamiento a nivel municipal y departamental ocupando los primeros puestos como agencia publicitaria y BTL (Below The Line), dentro de su ámbito y con respecto a sus competidores. Según un reporte dado por la Cámara de Comercio de Tunja a la fecha hay 54 empresas inscritas legalmente de las cuales 20 son imprentas litográficas, 25 son negocios comerciales de Plotter de impresión del alto formato y 9 empresas de BTL. Teniendo estos datos en cuenta EL GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS es la única empresa con la capacidad de prestar todos estos servicios en la ciudad haciendo que su desempeño sea óptimo y preciso.



Por esta razón al utilizar un modelo de gestión logística que ofrece estrategias que facilitan la ejecución de las tareas ayudará a maximizar la productividad y mejorar la organización de la empresa tanto en almacenamiento y transporte logrando generar la satisfacción por parte de la empresa.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Rediseñar los procesos de la cadena de suministros del GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, en la ciudad de Tunja.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico de los eslabones de la cadena de abastecimiento, con el fin de identificar las problemáticas presentadas en la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S.**
- Construir un modelo matemático de cadena de suministro de la empresa que permita el análisis correspondiente de la medición y evaluación de la eficiencia en su logística.
- Realizar propuesta de rediseño de los procesos de la nueva cadena de suministro de la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S.**

## 4. ESTADO DEL ARTE

### 4.1 INTERNACIONAL

#### **Cadena de suministro en una empresa importadora de herramientas para la industria metalmecánica, Lima. (Lozano, 2017).**

Se rediseñaron los métodos de gestión basados en las nuevas expectativas del mercado. Por lo tanto, al aplicar adecuadamente los supuestos básicos propuestos por el análisis de la cadena de suministro, la productividad de la organización se puede mejorar significativamente. El propósito de este estudio es describir la identificación de la cadena de suministro como la característica principal de los métodos de gestión administrativa y distinguirlos de otros métodos de gestión. Este artículo presenta los conceptos básicos y puntos generales relacionados con la cadena de suministro, así como los beneficios de los procesos organizacionales integrados.

#### **Gestión de la cadena de suministro: análisis del uso de las TIC y su impacto en la eficiencia, Madrid. (García, 2018).**

La globalización del mercado alienta a las empresas a mejorar sus procesos para aumentar su eficiencia, proporcionando así a los clientes los productos, servicios, cantidad, calidad, ubicación y tiempo que necesitan y minimizando los costos. Asociado a estas actividades. Entre las diferentes transformaciones que han tenido lugar está la evolución de las operaciones logísticas a la cadena de suministro, que se forma integrando todas las áreas funcionales necesarias para satisfacer las necesidades del cliente, cubriendo el servicio de entrega y postventa de los proveedores. Esta es una encuesta tipo literatura que examina conceptos relacionados con la logística, la cadena de suministro y la ingeniería industrial en Venezuela y otros países. Su propósito es introducir la evolución y las tendencias de las operaciones logísticas, así como pensar en la ingeniería industrial y sus necesidades futuras en el campo de la logística, que es un área donde las empresas buscan integrarse para mejorar la competitividad.

#### **Aplicación del método AHP para apoyar la gestión de innovación de proveedores del clúster del salmón, universidad de Talca, Curicó, Chile. (Torres y González, 2018).**

Deben enfrentar el desafío del progreso tecnológico, que requiere innovación constante e interacción entre varios participantes. El trabajo reciente ha demostrado

que la gestión en las primeras etapas del proceso de innovación es más relevante porque puede identificar oportunidades y generar ideas y sugerencias de valor. Este artículo ilustra la aplicación de AHP como una herramienta temprana de gestión de la innovación en los proveedores de servicios y stock de salmón de Chile mediante la integración de los estándares de adquisición de la empresa acuícola. Los resultados muestran que, según los diferentes tipos de proveedores, existen diferencias consistentes en los atributos importantes para los clientes.

## 4.2 NACIONAL

### **Procedimiento de evaluación y selección de proveedores basados en el proceso de análisis jerárquico y en un modelo de programación lineal entera mixta. Universitaria Agustiniiana. Bogotá – Colombia. (Peña y Rodríguez, 2018)**

Las organizaciones de hoy deben seleccionar proveedores de manera efectiva para responder a las necesidades de los clientes de manera oportuna, asegurando así su competitividad. El propósito de este estudio fue establecer un proceso de selección de proveedores para vincular el proceso de jerarquía analítica (AHP) y los modelos de programación lineal de enteros mixtos (MILP).

Se realizó una revisión de la literatura en las bases de datos Science Direct, Engineering Information, ProQuest y Scopus para determinar las tecnologías más comúnmente utilizadas por académicos, empresarios e investigadores al seleccionar proveedores. Se seleccionan los modelos matemáticos de AHP y MILP. AHP es simulado por el método Monte Carlo, y MILP se verifica por análisis de sensibilidad. En MILP, los parámetros proporcionados por Ruiz, Mendoza y Ablanado se han utilizado y se han modificado para diferentes números de lotes.

### **Método AHP utilizado para mejorar la recepción en el centro de distribución de una empresa de alimentos. Medellín – Colombia. (Gómez, Zuluaga & Vásquez, 2015).**

La gestión de proveedores es un elemento importante en la gestión moderna de una organización, especialmente teniendo en cuenta la calidad de los insumos para garantizar la calidad de los resultados. Por lo tanto, los gerentes de suministros deben tener herramientas que les permitan tomar decisiones de manera flexible, objetiva y fácil. En respuesta a esta demanda, este documento propone un modelo para gestionar la gestión de proveedores en organizaciones empresariales y de servicios, que se basa en el difuso proceso AHP y ha demostrado ser efectivo. Muy eficaz en el proceso de toma de decisiones con criterios múltiples.

**La gestión responsable en la cadena de suministro de productos sostenibles: una propuesta de modelo integrador desde la teoría de la visión de la firma basada en recursos y la teoría de las partes interesadas. Bogotá - Colombia. (Chacón, 2017).** Este documento presenta la investigación sobre el sistema de índice de rendimiento de la cadena de suministro en un entorno incierto. Distingue entre los conceptos de riesgo e incertidumbre, y revela las principales fuentes y estructuras de incertidumbre en la cadena de suministro propuestas por diferentes autores. Se mencionan las características principales de los indicadores de desempeño, y dos elementos conceptuales (incertidumbre e indicadores de desempeño) se combinan para estudiar el modelo matemático para medir el desempeño de la cadena de suministro en el ambiente utilizando principios de lógica difusa.

#### **4.3 REGIONAL**

**Gestión de la cadena de suministro: una revisión desde la logística y el medio ambiente Usochicamocha- Boyacá. (Silva 2017).**

Este artículo describe el progreso de la investigación relacionada con la gestión de la cadena de suministro y la gestión de la cadena de suministro verde. La revisión se realiza a través del análisis de contenido y se basa en artículos publicados entre 2005 y 2015. Clasifique la encuesta según el tema y el método de investigación. Durante el proceso de revisión, está claro que la investigación realizada sobre el tema SCM es crear una nueva estrategia de colaboración entre varios aspectos de la investigación relacionada con SC y GSCM para diseñar herramientas de apoyo, incluidos nuevos procesos y canales dentro de SC. Utilizado para la remanufactura, reprocesamiento y reutilización de residuos o productos domésticos generados en SCM ordinario.

**Modelación matemática en escenarios exploratorio-investigativos. Tunja - Colombia (Niño, 2019).** Este trabajo de investigación es el resultado de una reflexión. Hace que las personas se den cuenta de que la aplicación de las matemáticas, especialmente el tema de las funciones, trae dificultades a los estudiantes, lo que refleja la necesidad de conectar varias actividades en el aula para identificar el entorno. Lugar conceptual. De esta manera, ¿el proyecto intenta responder cómo los escenarios de investigación exploratoria contribuyen al aprendizaje de conceptos funcionales a través del modelado matemático? El propósito es caracterizar la situación de aprendizaje de los estudiantes a través del modelado matemático en estas circunstancias. La encuesta consta de tres etapas: reconocer el papel del modelado matemático en el aprendizaje de conceptos funcionales y describir las actividades propuestas como situaciones de enseñanza.

**Caracterización De La Cadena De Suministro De La Asociación Ruta De La Carne En El Departamento De Boyacá. (Albarracín & Roncacion, 2018).**

Las pequeñas empresas no tienen un proceso logístico claro, son más reactivas que los planificadores y el sistema de indicadores también tiene fallas, lo que dificulta las operaciones de monitoreo diarias y en tiempo real. Primero deben cumplir con los detalles del cliente sin control de costos para que puedan evaluar si es rentable; todos estos tienen un impacto negativo en su efectividad (DNP, 2015). Un caso especial destinado a promover el desarrollo del turismo en la región de Boyacense a través de conexiones entre diferentes actores es la Asociación Caña Aruso Rota de Kahn. Sin embargo, aunque es un plan de integración importante, todavía tiene oportunidades de mejora relacionadas con su plan estratégico de la cadena de suministro.

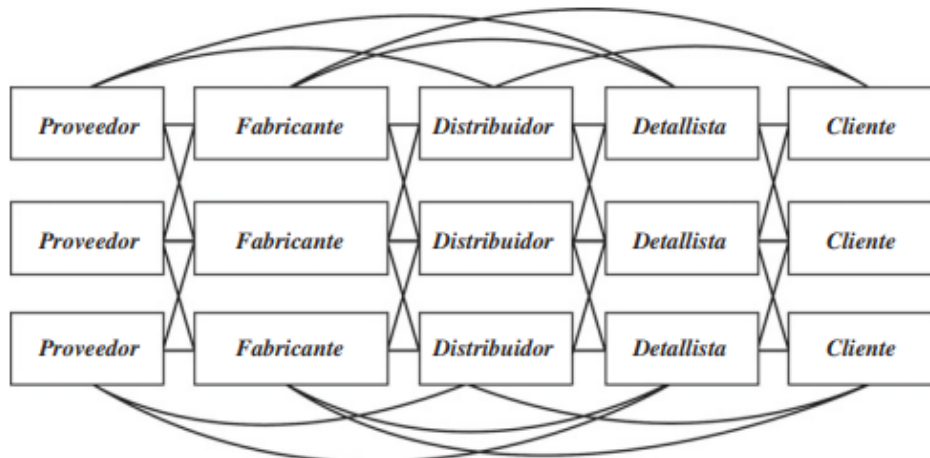
## 5. MARCO DE REFERENCIA

### 5.1 MARCO TEORICO

**5.1.1 Cadena de suministro.** La cadena de suministro, en inglés "Supply Chain", comienza desde proveedores, fábricas, almacenes, centros de distribución y minoristas. A través de estos proveedores, las materias primas se obtienen, convierten y envían a los clientes (Ganeshan & Harrison, 1995). El término cadena de suministro involucra la imagen de un producto, servicio o cadena de abastecimiento, desde el proveedor al fabricante y del distribuidor hasta llegar al minorista. De hecho, es importante verificar el flujo de información y productos en ambas direcciones.

Una cadena de suministro típica puede abarcar múltiples etapas, que incluyen:

Figura 1. Etapas de la cadena de suministro.



Fuente: (Chopra & Meindl, 2013)

**5.1.2 Canales de distribución.** Formalmente, un canal de comercialización (también llamado canal de distribución) es la estructura comercial de una organización interdependiente, desde el origen del producto hasta el consumidor, con el objetivo de llevar el producto a su destino final. Consumo "(Sainz, 2001).

Los clientes en el mercado exigen cada vez más un mayor rendimiento de la industria, lo que ha llevado a la compañía a ser confiable y confiable en términos de velocidad de entrega en términos de sus canales de entrega, creando así nuevas formas de trabajo flexibles para hacer la entrega al cliente más cómodo. (Sainz, 2001).

**5.1.3. Fases de decisión en una cadena de suministro.** Estrategia o diseño de la cadena de suministro. En esta etapa, según los precios de los productos y los planes de marketing, la compañía determinará la estructura de la cadena de suministro para los próximos años. Cómo se configura la cadena, cómo se asignan los recursos y el proceso que se realizará en cada etapa. Las decisiones estratégicas tomadas por la compañía incluyen la contratación externa o la ejecución de funciones de la cadena de suministro, la ubicación y la capacidad de producción, y las instalaciones de almacenamiento, los productos que se producirán o almacenarán en múltiples ubicaciones, los métodos de transporte disponibles a lo largo de diferentes rutas de transporte y los sistemas de información. (Chopra & Meindl, 2013).

- **Planeación de la cadena de suministro:** Para esta etapa, el tiempo a considerar es de un trimestre a un año. Por lo tanto, la proporción explícita para la cadena de suministro o abastecimientos en este ciclo es fija. Esta configuración determina las restricciones que deben planificarse. Teniendo en cuenta las restricciones establecidas en la etapa estratégica o de diseño, el objetivo es maximizar el excedente que se puede generar dentro del alcance planificado. (Chopra & Meindl, 2013).
- **Operación de la cadena de suministro:** En este punto, el rango de tiempo es semanal o diario, y en esta etapa, la compañía tomará una decisión basada en el pedido de cada cliente. El objetivo de las operaciones de la cadena de suministro es procesar los pedidos entrantes de los clientes de la mejor manera. (Chopra & Meindl, 2013).

**5.1.4. Enfoque de los procesos de una cadena de suministro.** Enfoque de ciclo: Estos procesos se fraccionan en una serie de períodos, y cada ciclo se plasma en la interfaz entre dos etapas contiguas de la cadena de suministro. (Chopra & Meindl, 2013).

- **Enfoque de empuje/tirón:** Estos procesos se dividen en dos categorías, en



función de si se ejecutan en respuesta a las solicitudes de los clientes o las esperadas. El proceso de extracción comienza con el pedido del cliente, mientras que el proceso de inserción comienza y se ejecuta cuando se espera el pedido del cliente. (Chopra & Meindl, 2013).

**5.1.5. Selección de proveedores.** El objetivo de elegir específicamente los proveedores, es el de hallar las características que satisfactoriamente cumplan los requerimientos de la empresa. Esto se realiza comparando los estándares solicitados por la empresa y así se puedan cumplir los indicadores propuestos. (Heinritz, 2000).

**5.1.5.1. Logística y cadena de suministros.** Es la unión de varias acciones eficaces como lo son (transporte, control de inventario, etc.) que se reiteran varias veces a lo largo de la ruta de flujo. A través de estas actividades, las materias primas se convierten en productos terminados y agregan valor a los consumidores. Debido a la fuente de materias primas, la industria y el punto de venta generalmente no están en el mismo lugar, y el canal de flujo representa una serie de pasos de fabricación, por lo que las actividades de logística se repetirán muchas veces antes de que llegue el producto. (McGraw-Hill, 2005).

**5.1.5.2. Caracterización.** Desde la perspectiva de la encuesta, la caracterización es una fase descriptiva cuyo propósito es identificar experiencias, hechos o componentes de procesos, eventos (cronológicos e hitos), participantes, procesos y contexto (Sánchez, 2011). La representación es una descripción cualitativa. Puede usar datos o descripciones cuantitativas para profundizar su comprensión de ciertas cosas. Para que lo mencionado anteriormente pueda ser realizado adecuadamente, es necesario emparejar y constituir los datos, después se describen de manera sistemática (representación) y luego se interpreta su significado. (Strauss & Corbin, 2002).

**5.1.6. Cadena de valor.** El concepto de cadena de valor establece un método para dividir los procesos de la empresa en dos categorías: procesos principales y procesos de apoyo. En el grupo de procesos principal se encuentran la logística interna, las operaciones, la logística externa, el servicio de marketing y postventa; en el grupo de procesos de soporte se encuentran la gestión administrativa, la gestión técnica, los procesos de gestión de recursos humanos y la gestión de adquisiciones. A medida que cada proceso se vuelve más productivo, el valor aumenta. Es decir, el valor es la suma de los beneficios percibidos que los clientes

reciben cuando compran y usan productos o servicios menos sus costos percibidos. (Porter, 1986).

**5.1.6.1 Elementos de la cadena de valor.** La cadena de suministro ha sido interpretada como un organismo de múltiples agentes que tiene como objetivo satisfacer las necesidades de los clientes finales mediante la coordinación efectiva del flujo de información, productos y recursos financieros de proveedores a clientes. La cadena de suministro implica la interacción a través de acuerdos comerciales, que están vinculados por los componentes del contrato que conforman los diversos eslabones de la cadena de suministro, y diversas actividades especializadas se llevan a cabo mediante diferentes planes de propiedad. Dada la complejidad del sistema encadenado, a menudo no es eficaz llevar a cabo sus actividades, lo que hace que el agente se comprometa a proporcionar los medios necesarios de manera continua y uniforme para permitir la generación de sugerencias de mejora, lo que puede aumentar la eficiencia de la producción. La cadena como mecanismo principal de su competitividad. (Porter, 1986).

**5.1.7. Metodología de análisis de funciones básicas para diseño.** Es una herramienta importante para generar modelos de diseño de productos. Esto permite a los diseñadores describir la función global del producto como un subconjunto de funciones y sus dependencias. Por lo tanto, los diseñadores pueden comunicar las características del producto en un lenguaje común. (Stone & Wood, 2000).

**5.1.7.1. Matriz AMFE (Failure Mode Effect Analysis).** El análisis de efecto de modo de falla, también conocido como AMEF o FMEA, nació en los Estados Unidos a fines de la década de 1940. Fue desarrollado por los militares y tiene funciones poderosas. El estudio de la NASA para aplicarla al diseño y producción de transbordadores espaciales, que estaba compuesta básicamente por inventores y expertos en procesos antes de que se formulara cualquier formato de documento, intentaron predecir la tecnología de diseño o fabricación. (Galeano & Pérez, 2017)

El propósito de crear el método AMEF es evaluar la confiabilidad del equipo, así como evaluar e identificar las fallas en productos, procesos y sistemas, clasificar objetivamente sus efectos y causas para evitar estas fallas, y existe un método de grabación documentado. (Galeano & Pérez, 2017).

**5.1.8 Modelación matemática.** La optimización es una herramienta adecuada para el diseño de redes. En esta herramienta, las decisiones importantes deben tener en cuenta muchos aspectos logísticos, estos aspectos involucran el número, ubicación y La escala del almacén en la red logística. ¿Cuándo debe tomarse la mejor decisión de asignación?, surge un problema de optimización, es decir, para lograr resultados óptimos, los recursos se asignan de manera inmejorable a actividades competidoras (HILLIER, 2010).

**5.1.8.1 Proceso analítico jerárquico (AHP).** El resultado de AHP es una jerarquía con prioridades, que muestra la preferencia global de cada alternativa de decisión. Por otro lado, en un determinado entorno, AHP ofrece la posibilidad de incluir datos cuantitativos sobre las opciones de toma de decisiones. La ventaja del proceso de jerarquía analítica es que, además, también permite la integración de aspectos cualitativos, que generalmente no se analizan debido a su complejidad y pueden medirse, pero pueden ser relevantes en algunos casos. Al construir un modelo jerárquico, este método permite organizar la información sobre el problema de una manera gráfica, efectiva, descomponer y analizar el problema en partes, visualizar el impacto de los cambios de nivel y sintetizar. AHP consiste en descomponer un problema y luego fusionar todas las soluciones de sub-problemas en una conclusión. (Saaty, 1980).

**5.1.8.2. Diseño y solución del modelo matemático. Definición del problema de interés y recolección de los datos relevante.** En esta etapa, se estudiará el sistema actual de la compañía y se propondrán los problemas que se analizarán para determinar los objetivos del sistema, es decir, optimizar, determinar los límites y variables involucradas, y recopilar. Datos relevantes del problema, datos que pueden comprender el problema y ayudar a plantear el problema correctamente.

- **Formulación de un modelo matemático.** Esta parte incluye decisiones para representar el modelo del sistema. El modelo debe vincular variables de decisión con parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se tomarán de los datos anteriores.
- **Análisis de resultados.** Los resultados del modelo se analizan y comparan con el costo actual del sistema, y se verifica si el modelo realmente puede mejorar el costo de operación. Al contrastar la situación actual con los resultados logrados, se

puede analizar si la estructura de esta nueva distribución es factible y proporcionará ayuda a este proceso.

## 5.2. MARCO CONCEPTUAL

Los conceptos son tomados de las siguientes páginas de internet

<https://marketingdigital.bsm.upf.edu/btl-estrategia-marketing/>

<https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>

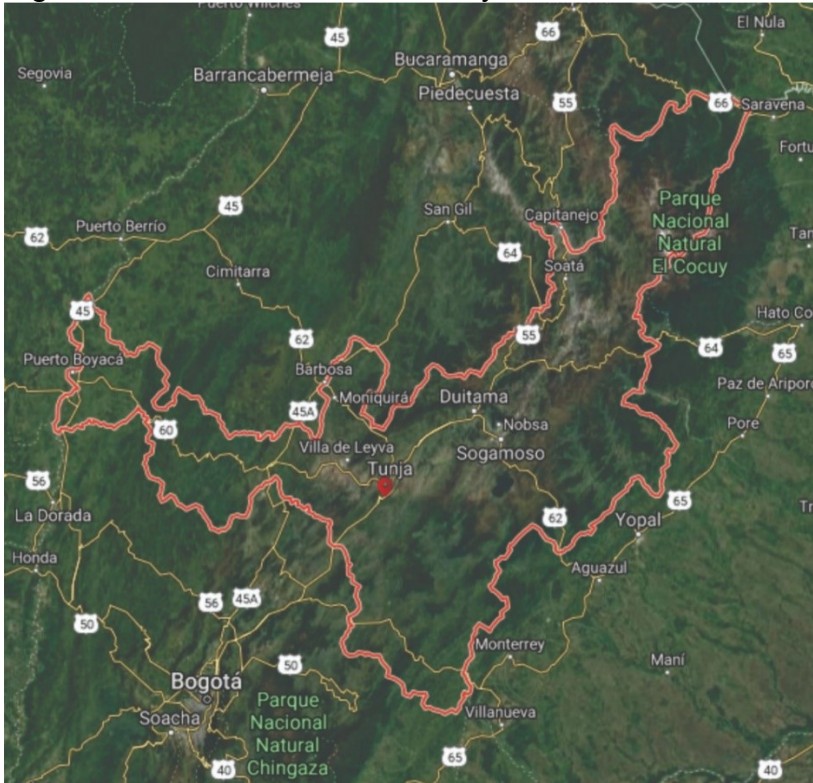
- **Logística:** Un conjunto de medios necesarios para completar el proceso complejo para determinar el punto final.
- **Canal de Distribución:** El canal de distribución representa un sistema interactivo, que involucra a todos sus componentes: fabricantes, intermediarios y consumidores. Dependiendo de la etapa de propiedad del producto o servicio pasado al cliente, este será el nombre del canal.
- **Desperdicios:** Todos los factores que exceden el número mínimo de equipos, materiales, piezas y trabajadores (horas de trabajo) requeridos para la producción.
- **Distribución:** Es el diseño de los arreglos necesarios para transferir la propiedad de los productos y transportarlos desde el lugar de fabricación hasta el lugar de consumo final. Este es un lugar donde el producto se transfiere realmente del lugar de producción a donde puede ser utilizado.
- **Below The Line (BTL):** (literalmente “bajo la línea”) es una estrategia publicitaria en la que utiliza prácticas de comunicaciones de marketing no masivas que se dirigen a segmentos de mercado o segmentos de mercado específicos. Por lo tanto, tiene mucho que ver con el marketing de guerrilla.

- **Flujo de procesos:** Esta es una serie de pasos necesarios para el proceso de producción, hay estaciones entre ellos.
- **Gestión por actividades:** Gestionar la empresa dominando procesos y actividades.
- **Inventario:** El inventario es un conjunto de productos o artículos que una empresa debe vender. Se le permite comprar, vender y fabricar dentro de un determinado período económico antes de vender.
- **Logística de entrada:** El esfuerzo requerido para entregar los bienes de un proveedor a su oficina, almacén o fábrica. Incluyendo la gestión del transporte, la ruta, la optimización del conducto.
- **Logística de salida:** Todo lo relacionado con la entrega de productos o servicios a sus clientes. En esta parte, incluye todas las partes de distribución, rutas de entrega, métodos de envío a otras regiones, exportaciones, etc.
- **Ventaja Comparativa:** La diferencia relativa en el costo de producir bienes o servicios de un país a otro.

### 5.3. MARCO GEOGRÁFICO

El tema de investigación se desarrolla en las instalaciones de la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S TUNJA-BOYACÁ**. La cual se encuentra ubicada en la calle 18 #13-77.

Figura2: Ubicación satelital de Boyacá



Fuente: <https://maps.google.com>

Figura3: Ubicación satelital de Tunja



Fuente: <https://google Maps>

## 5.4 MARCO LEGAL

Tabla 2. Marco legal

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN
NTC-ISO 28000	2007	El objetivo de la norma es proporcionar un marco de buenas prácticas para reducir los riesgos para las personas y las cargas en la cadena de suministro. Trata de temas potenciales de seguridad en todas las fases del proceso de suministro, centrándose especialmente en las áreas de logística, identificando amenazas tales como terrorismo, fraude y piratería. También se concentra en mitigar los efectos de los incidentes de seguridad.
ISO 12647	2000	Es el estándar consensuado por los especialistas europeos y que las imprentas pueden implantar en sus maquinarias con cierta facilidad.
ISO 9001	2015	Se implanta en las organizaciones con el objetivo de que los productos o servicios que ofrezcan sean de calidad. Un producto será de calidad si cumple con una serie de requisitos, especialmente impuestos por el cliente, por la organización o por normas como esta.
LEY 140	1994	La presente Ley establece las condiciones en que puede realizarse Publicidad Exterior Visual en el Territorio Nacional.
LEY 1480	2011	Esta ley tiene como objetivos proteger, promover y garantizar la efectividad y el libre ejercicio de los derechos de los consumidores, así como amparar el respeto a su dignidad y a sus intereses económicos.
RESOLUCION 2444	2003	Por la cual se reglamenta la ubicación, colocación, características y medidas de las vallas publicitarias y promocionales, letreros y avisos.

Fuente: <http://www.secretariassenado.gov.co/>



## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

La investigación hace parte de la línea de productividad y competitividad ya que se estudia la eficiencia en los procesos productivos de la empresa y así mismo el análisis de su participación en el mercado.

- **Método descriptivo**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la metodología de investigación propuesta por (García Cáceres, 2009) el cual propone que a lo largo de los procesos todas las actividades realizadas dentro de la empresa se observarán directamente para identificar cada falla que ocurra.

- **Método Inductivo**

Esta metodología permitió describir y analizar esta propuesta está diseñada para el progreso de los procesos de comercialización y logística de la empresa lo cual permite la realización de los objetivos y metas que tiene la empresa.

### **6.2. ALCANCE Y ENFOQUE INVESTIGATIVO**

El alcance del proyecto es mejorar el cumplimiento de los plazos de entrega para los clientes, lo que se logró mediante la reestructuración de la cadena de suministro de la empresa, que consistió en la selección adecuada de proveedores de insumos, que, según la caracterización, se producen más errores debido a su incumplimiento. La necesidad de una reevaluación productiva de las máquinas también se identificó como algunos cuellos de botella, por lo anterior se busca la eficiencia en la cadena de suministro de la empresa y así la reducción de los desperdicios y las quejas por parte de los clientes.

El enfoque consiste, en el mejoramiento de la cadena de suministros de la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S**, mediante una estructuración de sus procesos utilizando las herramientas como lo son el modelo multicriterio de jerarquización AHP (The Analytic Hierarchy Process), la matriz de análisis modal de fallos y efectos (AMFE) con el fin de mitigar las pérdidas monetaria y de imagen que tiene la empresa actualmente.

### **6.3 ESTRUCTURA METODOLÓGICA**

#### **Fase 1: Diagnóstico**

Esta fase se desarrolló en primera instancia, con la caracterización de la cadena de suministro de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, en la cual se evidenciaron las causas de los procesos actuales de la cadena de suministro y por lo tanto se realizó un estudio de tiempos con cronometro vuelta a cero para después realizar un análisis modal de fallos y efectos mediante la matriz AMFE, lo que evidenció los problemas actuales que posee la empresa con respecto a su recurso tecnológico.

#### **Fase 2: Modelo matemático**

De acuerdo al resultado arrojado en la caracterización y el análisis modal de efectos y fallos se construyó el modelo matemático de análisis de jerarquización multicriterio, en el cual se definieron las variables con el fin de estructurarlo en la selección de proveedores para la empresa y para poder evidenciar el problema de ineficiencia en las máquinas de producción, con el análisis de este modelo se buscó dar respuesta a las necesidades de la empresa con respecto a la oferta de los insumos y así poder elegir un solo proveedor que cumpla con los criterios necesarios que requiere la empresa, así también para el hallazgo de la máquina menos eficiente y que por esto se están generando cuellos de botella y retrasos en la producción de las impresiones.

### **Fase 3: Rediseñar la configuración de la cadena logística**

En esta fase se definieron los nuevos procesos de la cadena de suministro de la empresa con base a los resultados obtenidos en las dos primeras etapas por lo que se decide reestructurar el mapa de procesos agregando dos procesos más y realizando la descripción y flujograma de cada uno de ellos.

## **7. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS.S.A.S**

### **7.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA**

- **Reseña histórica de la empresa**

En 2007 se descubre que muchas marcas descuidaban su imagen en el punto de venta y veían a las promociones como una vía de comunicación menor y poco efectiva. Por eso, se explora este nicho y se da cuenta de la potencialidad del mismo, por lo que se crea MÁS ACTIVOS SOLUCIONES EN LOGISTICA, ofreciendo servicios especializados en lo que, años más tarde, se conocería como BTL (Below The Line) y se convertiría en una herramienta estratégica de comunicación al momento de tomar la decisión de compra, transformándose en una de las primeras Agencias de Publicidad BTL de la ciudad de TUNJA.

- **Misión**

Proveer soluciones logísticas ajustadas a las necesidades publicitarias de nuestros clientes que les permitan maximizar el rendimiento de sus campañas y de esta manera mejorar la productividad en sus negocios.




- **Visión**

Ser una empresa líder en publicidad BTL (Below The Line) y marketing a nivel regional, cumpliendo con los más altos estándares de calidad en la ejecución de nuestro trabajo, permitiendo a su empresa alcanzar el éxito en cualquier mercado competitivo.

- **Línea de producción**




La empresa **GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S** es una compañía dedicada a la producción e impresión de publicidad exterior e interior. En la Tabla 3 se muestran los productos más representativos de la empresa con su descripción y tamaño.

Cuadro1: Productos de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS

Producto	Imagen	Descripción	Tamaño
Banner		Este es un material para publicidad exterior, el grosor es de 13Oz en este se imprimen pendones publicitarios, gigantografías, vallas publicitarias y banderines.	La presentación de este producto es de rollos de 1,50m hasta 3,20m de alto los cuales se utilizan dependiendo de la impresión que se requiera por el cliente.
Vinilo		Impresión en adhesivos, este material viene en dos presentaciones mate que es el un tipo de vinilo estándar y brillante que como su nombre lo indica este más llamativo ya que la luz lo hace notar mas	Este material viene en medidas desde 1m hasta 2,580m de altura y de 50m de largo
Microperforados		El adhesivo es su componente principal pues este es sometido a perforaciones por lo que se considera traslucido ya que permite el ingreso de la luz.	Viene en la misma presentación que el vinilo ya que es de este mismo material

Fuente: Autor

Continuación de cuadro 1

Producto	Imagen	Descripción	Tamaño
Volantes		Es un papel impreso generalmente en propalcote y tamaño media carta el cual se puede imprimir por una cara o por dos caras y se distribuye directamente de mano en mano a las personas en la calle.	Se mide mediante el grosor del papel (propalcote), y las presentaciones son 115gr, 130gr, 150gr hasta 500gr que es tamaño más alto para este tipo de material.
Pasacalle		Es un subproducto de banner que es impreso por una cara, está hecho en franjas de tela o lonas que se exponen en diversos lugares como: vías, postes, columnas, muros.	Las medidas standard son 6m x 1m y 10m x 1m, pero también va de acuerdo a los requerimientos solicitados.
Merchandising		En este sentido es suministrar a los compradores con camisetas, llaveros, esferos, agendas u otros productos de publicidad que lleven impresa la imagen y logos de la empresa.	Se configura bajo tres presentaciones la primero es para la exhibicion de la empresa, la segunda es para transformar el acto de compra en un ocio y por ultimo rentabilizar un punto de venta

Fuente: Autor.

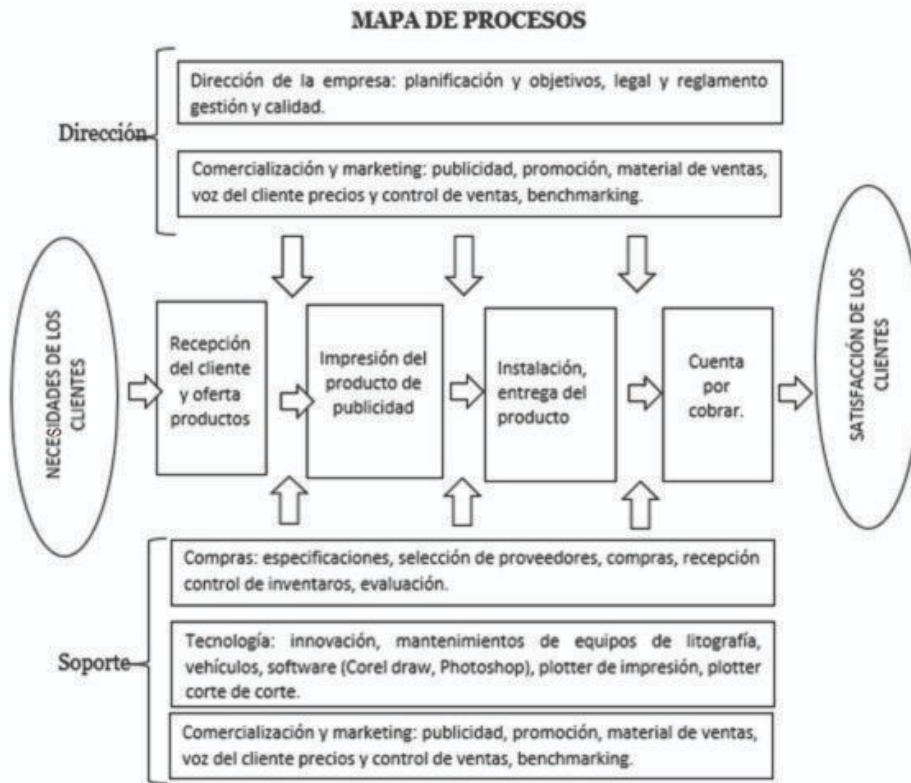
- **Competencia**

Desde la incursión en el mercado, la empresa ha tenido un crecimiento comercial y financiero dando un posicionamiento a nivel municipal y departamental, ocupando los primeros puestos como agencia publicitaria y BTL, dentro de su ámbito y con respecto a sus competidores. Según un reporte dado por la Cámara de Comercio de Tunja a la fecha hay 54 empresas inscritas legalmente de las cuales 20 son improntas litográficas, 25 son negocios comerciales de Plotter de impresión del alto formato y 9 empresas de BTL. Teniendo estos datos en cuenta la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S** es la única empresa con la capacidad de prestar todos estos servicios en la ciudad haciendo que su desempeño sea óptimo y preciso.

- **Mapa de procesos**

Se puede evidenciar que en esta etapa se encuentran definidos los procesos, los cuales se dividen en tres niveles, que están conformados por dirección, producción y soporte. En el primero se encuentran la dirección y la planificación estratégica, en el segundo que hace referencia a la producción se encuentran la atención al cliente, impresión e instalación de los mismos y por último está el soporte que es todo lo relacionado con compras, tecnología, finanzas y talento humano, como se muestra en la figura 4.

Figura 4: Mapa de procesos de la empresa **GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S**

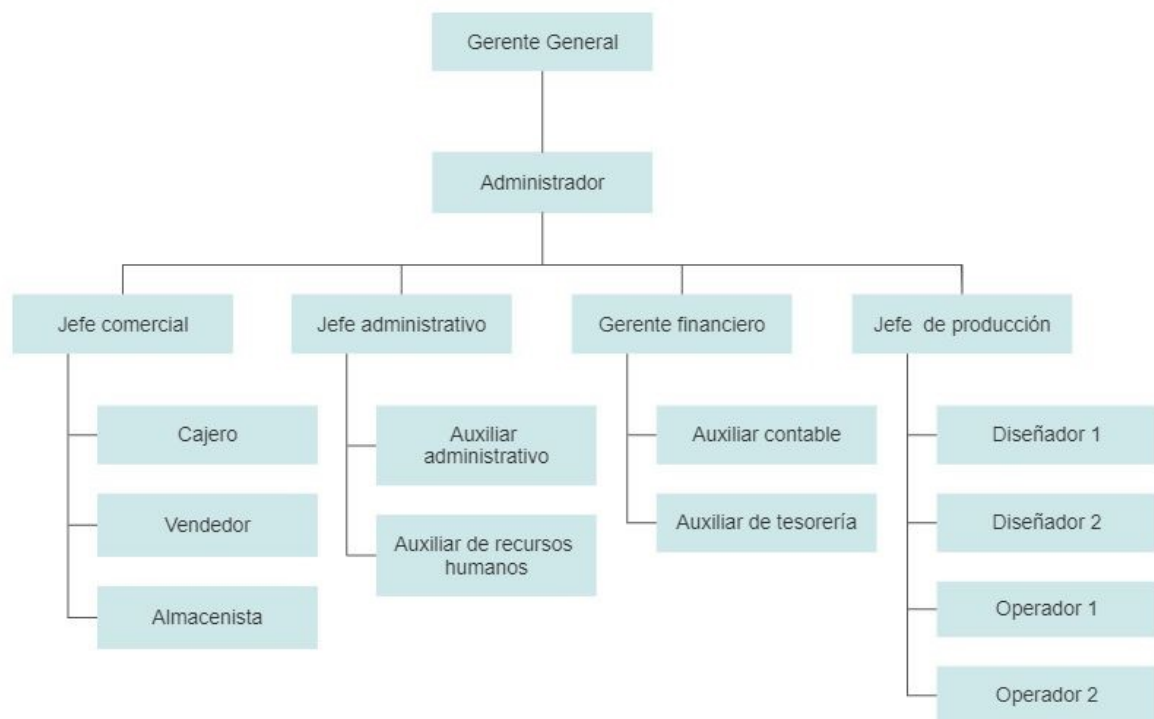


Fuente: Autor

- **Organización –organigrama**

La estructura organizacional del GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A., consiste en una estructura jerárquica, con la junta de socios y el gerente general el cual tiene a su cargo en tres áreas: comercialización, producción y finanzas.

Figura 5: Organigrama de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S



Fuente: Autor

Como se refleja en la figura 5, el cargo de gerente tomará decisiones sobre las compras, los proveedores, el almacenamiento, la producción y la distribución. El cargo está apoyado por el administrador que es el encargado de los procesos de abastecimiento, logística, y distribución, apoyado por el jefe comercial, el jefe administrativo, gerente financiero y el jefe de producción.

Estos cargos están apoyados por auxiliares y operarios, en el caso del jefe comercial, se encuentra supervisando al almacenista que es el encargado de recibir las materias primas y los productos, al vendedor que es el encargado de atender a todos los clientes y el cajero que se encarga de recibir el dinero y la realización de



facturas de venta. El jefe administrativo está a cargo del auxiliar administrativo el cual genera las órdenes de compra, las facturas y las ordenes de pedido, el auxiliar de recursos humanos tiene la función enfatizarse en todas las actividades relacionadas con el personal de la empresa, este departamento va de la mano con el financiero el cual encabeza el gerente de finanzas ya que está en relación con las facturas, ordenes de pedido, egresos, órdenes de compra y pagos de proveedores y de nómina.

La producción está encabezada por el jefe de producción este proceso consiste en la recepción del arte original, después de la aprobación por parte del cliente será enviado por el área de diseño, que se colocará en la impresora para transmitir la imagen.

El siguiente paso es ver la información proporcionada por el cliente para la impresión. Si no necesita mucha impresión o trabajos de gran formato, puede ser administrado por el mismo jefe de producción. En el caso de que el requerimiento de impresión sea más complejo, será entregado al diseñador y el mismo es quien determinará el tiempo de entrega del producto.

## **7.2. RECURSOS**

**7.2.1. Recursos Humanos.** La empresa actualmente posee un recurso humano altamente calificado (16 trabajadores con contrato a término indefinido y 5 por prestación de servicios) los cuales poseen características competitivas en cada una de sus funciones, lo que favorece al crecimiento de la empresa y así ser más competitiva en el mercado.

**7.2.2. Recursos Técnicos.** En el aspecto técnico se cuenta con los equipos de cómputo que son necesarios para la producción, adicionalmente se cuenta con impresoras de scream, impresoras de vinilo textil y para el estampado en gorras, camisetas y mugs, se cuenta con máquinas especializadas para este tipo de productos, los cuales otorgan mayor eficiencia para la ejecución de cada una de las tareas y evitar retrasos, devoluciones y desperdicios.

**7.2.3. Recursos físicos.** La empresa cuenta actualmente con una planta propia que se distribuye en dos locales para ventas, una bodega de producción y una de almacenamiento de materiales e insumos, maquinaria y tecnología de punta como

lo son (cabinas de sonido, edición de video, medios audiovisuales, plotters formatos 320 y 250 para impresiones a gran tamaño y en alta calidad; cada máquina de impresión tiene su computador de alta capacidad y dos cabezales lo que ayuda a que cada tirada sea más rápida, también tiene un plotter de corte láser, una máquina bordadora.

**7.2.4. Recursos logísticos.** Para el embalaje en la entrega de los productos es necesario comprar cajas para empacarlos y poder enviarlos a donde está el cliente. Cuando se completa el pedido, estas unidades deben empacarse en cajas pequeñas y luego colocarse en cajas más grandes.

**7.2.5. Recursos de transporte.** Actualmente la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, cuenta con su flota de 5 vehículos los cuales se componen por 3 carros valla para hacer publicidad exterior, 2 camionetas para transporte de personal que también son utilizadas para transporte de material y distribución de algunos productos. Por lo tanto, facilita las entregas locales y así logrando reducir costos y evitando que los productos se retrasen o lleguen dañados al consumidor final.

### **7.3. CADENA DE VALOR.**

Figura 6: Cadena de valor de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S



Fuente: Autor

#### 7.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA EMPRESA GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS. S.A.S.

En figura 7, se muestra la cadena de abastecimiento de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, esta se clasifica en tres eslabones que son aprovisionamiento, producción y distribución con sus principales grupos de interés, donde se resalta la relación entre los eslabones aprovisionamiento y producción en temas de desarrollo, diseño y contenidos para ofrecer mayor competitividad en el mercado departamental.

Figura 7: Cadena de abastecimiento de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S.



Fuente: Autor

Al identificar cada uno de los eslabones y sus responsabilidades dentro de la cadena de suministros como se muestra en la figura 7, a continuación, se describen los agentes que componen la cadena de abastecimiento de la empresa.

## 7.5. PROCESO DE APROVISIONAMIENTO

**7.5.1. Proveedores.** Actualmente la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S cuenta con 12 proveedores para abastecer sus necesidades de materias primas, estos proveedores poseen diferentes capacidades mensuales de aproximadamente entre 500 y 600 rollos en cuanto a banner, vinilos, microperforados, adhesivos, pendones, etc. También de igual manera se considera los diferentes tiempos de entrega (lead time) promedio aproximado de 3 a 6 días de acuerdo a la distancia desde el proveedor a la planta dependiendo de los insumos que se soliciten, si es recogido por la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S en las instalaciones del proveedor se terceriza un vehículo de carga para el traslado del material, pero en algunos casos, el mismo proveedor puede llevar pedidos a la empresa, facilitando el proceso y ahorrando tiempo. El manejo de proveedores se direcciona de una forma ineficiente ya que la empresa cuenta con un abastecimiento inconstante de materias primas.

**7.5.1.1. Solicitud de orden de pedido.** Cuando ya se han determinado qué tipo de materias primas o insumos se van a adquirir, se constata con el proveedor más eficiente y la disposición de dichos insumos para que dé un día determinado y los tiempos de entrega y tardanza para procesar el pedido. En caso de que aquel proveedor principal no pueda cumplir con los requerimientos de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, se busca otro proveedor hasta que se halle el que pueda cumplir con las necesidades ya que esto genera retrasos en la producción. Después de llegar a un acuerdo con el proveedor, la compañía realiza una orden de compra de materia prima, especificando el nombre y la cantidad de los materiales requeridos.

Cuando la orden de trabajo de la compra de insumos ya este elaborada, la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, espera un tiempo determinado a que dicho proveedor dé una respuesta en la cual esté el alistamiento de los insumos, y después este da la opción de ser recogido por la empresa sus instalaciones, pero en algunos casos, el mismo proveedor puede llevar pedidos a la empresa facilitando el proceso y ahorrando tiempo.

**7.5.2. Criterios de selección de proveedores.** Este proceso es de las herramientas más importantes para el desarrollo de proveedores porque se invierte tiempo y dinero para evaluar el estado del sistema de gestión de calidad en proveedores como las PYME (pequeñas y medianas empresas). Además, los resultados de la evaluación nos permiten proporcionar soluciones y ponerlas en práctica.

La empresa puede hacer un acompañamiento a los proveedores y continuar los contratos en función de la demanda, lo que obliga a los proveedores a mejorar y desarrollar nuevas formas de trabajo. Evaluar la gestión de proveedores y sus respectivos proyectos.

**7.5.3. Almacén.** Cuando el producto llega a la empresa éste se descarga y después escanea o introduce manualmente al sistema para registrar su llegada y para poder conocer que el producto está disponible para aprovisionar al cliente. En este proceso el material de impresión es revisado y las excepciones se registran como daños, producto incorrecto, incompleto, etc. Cuando se recibe el producto es cuando pasa a formar parte del inventario en el almacén. Como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Subproceso de almacenamiento de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S**

	Procesos	Entradas	Actividad	Salidas
1	Gestión de abastecimiento	Materia prima conforme Factura de compra	Verificación y almacenamiento de materias primas	Reporte de almacenamiento de materias primas
2	Contabilidad (gestión financiera).	Registro de recepción	Entrada al inventario	Inventario actualizado
3	Diseño e impresión	Producto terminado	Recibo y almacenamiento de producto terminado	Inventario actualizado
4	Despachos (gestión logística)	Productos listos para despachar	Relación de productos	Productos para despacho
5	Tesorería (gestión financiera)	Productos en bodega	Realizar mensualmente inventario de almacén y elaborar acta de inventario	Acta firmada con el inventario en físico

Fuente: Autor

## 7.6. PROCESO DE PRODUCCIÓN

Tabla 4. Línea de producción GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S

ESLABONES	PROCESO	DESCRIPCIÓN ACTUAL
Aprovisionamiento	Compra de mercancías	Este proceso comienza con la solicitud de los materiales requeridos al proveedor para que este emita una cotización y así de acuerdo a los estándares que la empresa tiene definir los proveedores que van a suministrarlos para dar cumplimiento a los clientes.
	almacenamiento de inventario	Cuando el producto llega a la compañía, se descarga y luego se escanea o ingresa manualmente en el sistema para registrar su llegada y saber que el producto está disponible para el cliente.
Producción	Diseño	En este proceso se atiende los requerimientos del cliente ya que para la impresión del diseño se necesitan unas características muy específicas, después se envía el diseño para aprobación del cliente para así enviarlo a la plancha de impresión.
	Impresión	Este proceso consiste en la recepción de las planchas porta-original enviadas por unidad de pre-impresión, las cuales se colocarán en la máquina impresora para transferir la imagen al sustrato.
	Post-impresión	Acabados del producto impreso (corte, plegado, cosido, encuadernación, embalaje, etc.) para conseguir las condiciones de formato y acabado solicitadas por el cliente
Comercialización	Despacho	En este eslabón la mayoría de las entregas son subcontratadas por un tercero el cual se encarga de hacer que los productos lleguen a su destino.

Fuente: Autor

### 7.6.1. Descripción del proceso

- **Diseño**

Durante este proceso, el mensaje a transmitir por el producto será codificado o explicado. El trabajo de diseño siempre comienza desde las necesidades del cliente, desde el área comercial de la compañía hasta el área de trabajo, el departamento comercial transmitirá información, corregirá y confirmará el trabajo de diseño. El diseñador gráfico convierte la información del lenguaje en una representación gráfica. Para la pre-impresora, el objetivo es obtener excelentes imágenes en color, nitidez y contraste utilizando originales y medios impresos disponibles.

- **Impresión**

El proceso comienza con el contacto a los clientes que visitan el centro de diseño e impresión, este deberá tomar un turno para ser atendido de acuerdo con el orden de llegada del mismo.

Como siguiente paso, un ejecutivo de servicio al cliente atiende y analiza las necesidades del comprador en cuanto a los requerimientos de la impresión para su elaboración. El siguiente paso es ver la información proporcionada por el cliente para la impresión. Si no necesita mucha impresión o trabajos de gran formato, puede ser administrado por el mismo supervisor de servicio al cliente. Si el requerimiento de impresión es más complejo, será entregado al técnico de impresión y el mismo es quien determinará el tiempo de entrega. A continuación, la persona de atención al cliente comunicará según el cronograma de trabajo la fecha y se genera la orden de trabajo inicial.

- **Post-impresión**

En esta etapa, se realiza un procesamiento adicional en el papel y el material impreso para dar al producto impreso su forma final el proceso de desarrollo del arte original en la unidad preimpresora, el diseño estructural se llevó a cabo utilizando un software dedicado al molde y al adhesivo de embalaje.

La empresa cuenta con equipos digitales para la fabricación de troquel para garantizar la precisión del corte, ya que el mismo archivo digital de la guía de troquel realizada en pre-impresión, es el mismo que se utilizará en acabados finales para la hechura del molde digital.



En la empresa, la pre-impresión es el valor más importante, porque la premisa básica de la impresión es que no es más que copiar el original. Si el original es bueno, la copia es buena. Por lo tanto, se han invertido los fondos necesarios para garantizar la aplicabilidad del manuscrito, y se han logrado logros considerables en términos de calidad.

- **Almacenamiento de producto terminado**

El producto terminado debe almacenarse de manera que minimice su deterioro y evite condiciones que puedan afectar su higiene, función e integridad. Además, estos productos duran aproximadamente de 2 a 3 días para ser entregados a los clientes.

## **7.7. PROCESO DE DISTRIBUCIÓN**

Con respecto al transporte de productos y materias primas, cuando extraen productos terminados, la empresa analizará el momento en que los materiales llegan a esta y el tiempo de entrega de los productos terminados a los clientes.

Aunque la mayor parte del proceso de distribución se terceriza, la empresa debe saber cuánto cuesta enviar cada pedido del cliente para tratar de mantener un control adecuado de la productividad, y debe asumir el costo de enviar el paquete. A pesar de esto, la compañía todavía tiene un presupuesto de transporte, pero no está claro cómo distribuir entre la línea de productos y el destino.

El proceso de entrega puede variar de un cliente a otro, porque algunos clientes se encuentran fuera de la ciudad, mientras que otros prefieren recolectar productos directamente de la fábrica de la compañía.

Por lo tanto, área de comercialización es el eslabón más simple en la cadena de suministro porque se subcontrata principalmente la mayoría de las entregas locales y nacionales; la empresa se compromete a entregarle al cliente su producto lo que

aumenta los gastos y dificulta el mejoramiento de este proceso ya que se hace por subcontratación.

**7.7.1. Clientes.** En la actualidad los clientes con los que cuenta la empresa para el desarrollo de su actividad económica es (Sanautos, Alborautos, Nissan, Claro, Tigo, Decamerón, Disautos, Centro Comercial VIVA Tunja, Unicentro, Apuestas Jer, entre otros). El sistema de atención al cliente de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, se estandariza con el objetivo de conocer las necesidades de los clientes y como estas son satisfechas por parte de la organización, así como la capacidad que tiene la empresa de ofrecer un buen servicio que garantice mantener la relación con el cliente.

A continuación, en el cuadro 2, se muestran los procesos y la forma de pago de algunos de los clientes que con los que cuenta en la actualidad la empresa GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S.

Cuadro 2. Clientes actuales de la empresa MÁS ACTIVOS S.A.S.

CLIENTES	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	FORMA DE PAGO
Alborautos	Actualmente la empresa para la venta de estos productos comienza con la respuesta al requerimiento del cliente mediante una cotización, en la cual se especifica los precios, las cantidades y el tiempo de entrega de los productos, si esta es aprobada, el siguiente paso es el envío de los artes de impresión por parte del cliente para empezar con la producción y la instalación de dicho material.	Crédito 30 días
Decameron	En este caso se hace una licitación por un tiempo de dos años en la cual se especifican los tiempos de entrega, precios y formas de pago, ya que facilita y agiliza la producción y entrega de los productos al momento de la solicitud del cliente.	Crédito 45 días
Unicentro	Este cliente solicita el requerimiento(cotización) a varios proveedores y lo selecciona de acuerdo a las necesidades, en esta caso puntual es el que oferte el mejor precio.	Crédito 30 días
Disautos	En este proceso ellos como empresa tienen un único proveedor de publicidad que es la empresa MAS ACTIVOS S.A.S, pero aun así se solicita el requerimiento del cliente mediante una cotización, en la cual se especifica los precios, las cantidades y el tiempo de entrega de los productos	Crédito 30 días
Claro	En la actualidad este cliente ofrece sus productos mediante distribuidores de los cuales la empresa MAS ACTIVOS S.A.S, es proveedor de 4 distribuidores que son: ANCLU, LEFCOM, PCELL Y MELTEC en el departamento de Boyacá. El proceso de compra se realiza mediante un contrato donde se especifican las tarifas, tiempos de entrega y especificaciones de los productos por el tiempo de un año.	Crédito 30 días
Pepenganga	Para este proceso de compra el cliente solicita la cotizacion de los productos de acuerdo a las campañas requeridas aun siendo la empresa MAS ACTIVOS S.A.S, el unico proveedor en Boyaca y Yopal	Crédito 30 días

Fuente: Empresa MÁS ACTIVOS S.A.S

## **7.8. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE LOS ESLABONES DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA EMPRESA**

**7.8.1. Eslabón de aprovisionamiento.** Ningún sistema de gestión de compras de inventario puede medir con precisión el total de insumos que deben comprarse para satisfacer la demanda. Solo se estima un presupuesto que pueda usarse para comprar materiales.

La gestión empírica del inventario de la empresa a veces conduce a la saturación de los almacenes de materias primas, lo que obliga a la empresa a asumir costos de almacenamiento innecesarios. Algunas veces, la empresa pierde tiempo recolectando materiales comprados en las instalaciones del proveedor. El almacén de insumos es pequeño, y si se compran suficientes materias primas, se satura fácilmente.

**7.8.2. Eslabón de producción.** Debido a que, en algunas operaciones, hay menos trabajadores que atienden todas las líneas de productos impresos que otras y máquinas que no cumplen de una forma eficiente los requerimientos de clientes, por lo que, en este proceso, generalmente se forman algunos cuellos de botella, lo que resulta en algunos retrasos no planificados y retrasos en la programación.

**7.8.3. Eslabón de distribución.** La empresa utiliza su propia flota de vehículos para realizar las entregas locales, pero no siempre estos tienen la capacidad, el espacio suficiente o no están disponibles; lo que causa que se tenga que utilizar la tercerización de vehículos para garantizar las entregas, lo que causa que la empresa genere gastos innecesarios.

## **7.9. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIEMPOS DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA**

**7.9.1. Eslabón aprovisionamiento.** El siguiente estudio se realizó del proceso de aprovisionamiento de la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S en la ciudad de Tunja, para así poder calcular el tiempo requerido desde la solicitud de la materia prima, la aprobación, el pago y la entrega de cada uno de los

requerimientos hasta que es llevada a la bodega para su respectivo almacenamiento.

A continuación, se muestran el eslabón los procesos, sub-procesos y tiempos de cada uno, como se evidencia en la tabla 5. Los tiempos se dividieron en dos pasos en primer lugar se tomaron los tiempos estándares que tiene la empresa, en segundo lugar, se utilizó una toma de tiempo con cronómetro de vuelta a cero.

En este eslabón los tiempos que la empresa tiene estandarizados están en el proceso de compras y lo componen los subprocesos como lo son la aprobación de egresos, el pago de anticipos, el pago total de la factura y la llegada de materias primas, para los otros procesos y sub-procesos se realizó el estudio de vuelta a cero tomando 5 tiempos de cada uno de ellos para así calcular en valor promedio como se muestra en el anexo B.

Tabla 5. Tiempos del proceso de aprovisionamiento

Eslabón	Proceso	Sub-procesos	tiempo promedio por producto en horas	
Aprovisionamiento	Planificación de ordenes de compra	Solicitud de materiales requeridos	0,0833	
	Selección de proveedor	Aprobación de propuesta	0,5	
	Compra de materias primas	Envío de factura de compra a contabilidad		0,0333
		Aprobación de egreso		1
		Pago de anticipo de materiales por medio de transacción		2
		Llegada de la materia prima		96
	Almacenamiento de materias primas	recepción de materias primas		1
		Verificación de cumplimiento de los requerimientos del producto		0,75
		Almacenamiento en bodega		0,5
	Total tiempo			101,9

Fuente: Autor

**7.9.2. Eslabón de producción.** En este proceso se realizó el estudio de tiempos en primer lugar se tomaron los tiempos estándares que tiene la empresa, en segundo lugar, se utilizó una toma de tiempo con cronometraje de vuelta a cero (anexo B) desde la elaboración del diseño hasta el almacenamiento del producto terminado pasando también por la programación, la impresión la cual se especifica el tiempo que tarda cada máquina en la impresión de los productos y por último el área de acabados en la cual se realiza todo lo relacionado con cortes, refilados y colocación de ojales, todo esto va de acuerdo a lo solicitado por el cliente. Como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Tiempos del proceso de producción

Eslabón	Proceso	Sub-procesos	Pomedio de tiempo en horas
Producción	Elaboración orden de producción	Recepción de pedidos vía correo electrónico	0,0333
		Verificación de requerimiento por parte de servicio al cliente	0,0833
		Elaboración de Diseño	0,75
		Aprobación del Diseño por parte del cliente	2
		Elaboración de orden de pedido	0,0333
	Elaboración de productos según requerimiento del cliente.	Recepción de orden de pedido	0,0333
		Programación del pedido	0,0333
		Impresión plotter de corte	0,333
		Impresión en plotter de 2.50 m	0,25
		Impresión plotter de 3.20m	0,1666
		Acabados	0,5
		Inspección de calidad de los productos (impresiones)	Inspección
	Embalaje y empaçado de productos	Almacenamiento de producto terminado	0,25
	Total tiempo		

Fuente: Autor

**7.9.3. Eslabón de distribución.** Los tiempos de este eslabón son tiempos estándares establecidos por la empresa.

Tabla 7. Tiempos del proceso de Distribución

Eslabón	Proceso	Sub-procesos	Pomedio de tiempo en horas
Distribución	Entrega de pedidos	Comercialización de productos	48
Total tiempo		48	

Fuente: Autor

## 7.10. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) DEL GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S

### 7.10.1. Criterios y puntuaciones para la severidad del efecto de falla.

Rango de severidad. El rango de gravedad es un parámetro de medición que está directamente relacionado con los clientes internos, y está diseñado para ponderar la gravedad de cualquier incumplimiento que indique la existencia de riesgos de producción en un rango de gravedad de 1 a 10, donde 10 es más grave, el riesgo debe analizarse primero cuantificar la severidad del impacto. (Galeano y Pérez 2017).

Índice de gravedad (G). -Evaluar la gravedad del impacto o las consecuencias de ciertas fallas para el cliente. (Galeano y Pérez 2017).

Para asignar objetivamente el valor del índice de gravedad, se utilizan las siguientes clasificaciones de gravedad para cada impacto de falla, como se muestra en la tabla 8. (Galeano y Pérez 2017).

Tabla 8. Rango de severidad

Criterio	Valores de Gravedad
<b>Ínfima.</b> El efecto sería imperceptible para el usuario	1
<b>Escasa.</b> El cliente puede notar el fallo, pero sólo provoca una ligera molestia	2-3
<b>Baja.</b> El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo.	4-5
<b>Moderada.</b> El fallo produce disgusto e insatisfacción en el cliente	6-7
<b>Elevada.</b> El fallo es crítico, provocando alto grado de insatisfacción en el cliente	8-9
<b>Muy elevada.</b> El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor.	10

Fuente: (Galeano & Pérez, 2017)

- **Rango de Detección**

El rango de detección indica la efectividad de los controles en la operación o estación de trabajo e incluso puede ayudarnos a saber si es posible detectar fallas potenciales siempre que las compensaciones sean razonables. A continuación, se presenta el "Criterio de evaluación-Inspección" (ver tabla 8). Este es un ejemplo de cómo cuantificar la inspección y rastrear la posible detección de fallas del proceso. (Galeano y Pérez 2017).

Las fallas del proceso ocurren en todos los niveles de la organización, y una vez que se descubre una falla, su impacto será mayor. Por otro lado, se supone que ha ocurrido una falla, y todas las funciones del "control de proceso actual" se evalúan para evitar el envío de piezas con el modo de falla. (Galeano y Pérez 2017).

Se evalúa cada causa, y se detecta la probabilidad y el modo de falla resultante antes de llegar al cliente. Las siguientes categorías se utilizan para asignar el valor de este índice como se muestra en la tabla 9.



Tabla 9. Rango de detección

Criterio (Probabilidad de no detección)	Valores de Detección
<b>Muy escasa.</b> El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado.	1
<b>Escasa.</b> El defecto podría pasar algún control primario, pero sería detectado.	2 -3
<b>Moderada.</b> El defecto es una característica de fácil detección.	4 - 5
<b>Frecuente.</b> Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	6 - 7
<b>Elevada.</b> El defecto es de difícil detección mediante los sistemas convencionales de control.	8 - 9
<b>Muy elevada.</b> El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente.	10

Fuente: (Galeano & Pérez, 2017)

- **Rango de ocurrencia**

Se evalúa la probabilidad de modos de falla originados por cada causa potencial. Para calcular el índice de ocurrencia, no solo debemos considerar la posibilidad de la causa potencial de la falla, sino también considerar la posibilidad de que la falla ocurra una vez que suceda la causa. La clasificación utilizada por el índice es la siguiente:

Tabla 10: Rango de ocurrencia

<b>Criterio ( Probabilidad de ocurrencia)</b>	<b>Valores de Ocurrencia</b>
<b>Muy escasa probabilidad de ocurrencia.</b> Defecto inexistente en el pasado	1
<b>Escasa probabilidad de ocurrencia.</b> Muy pocos fallos en circunstancias pasadas.	2-3
<b>Moderada probabilidad de ocurrencia.</b> Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
<b>Frecuente probabilidad de ocurrencia.</b> Fallos de cierta frecuencia en el pasado	6-7
<b>Elevada probabilidad de ocurrencia.</b> Fallo bastante frecuente en el pasado.	8-9
<b>Muy elevada probabilidad de fallo.</b> El fallo se produce frecuentemente	10

Fuente: (Galeano & Pérez, 2017)

Finalmente, para cada causa potencial y para cada modo de falla potencial, el número de prioridad de riesgo se calculará multiplicando los índices de gravedad (G), ocurrencia (O) y detección (D) correspondientes.

$$NPR = G \cdot O \cdot D$$

El valor resultante puede variar de 1 a 1,000, con el potencial de riesgo más alto correspondiente a 1,000. (Galeano y Pérez, 2017). Por lo tanto, el resultado final de AMFE es una lista de posibles modos de falla, sus posibles efectos y las razones que pueden causar su aparición, y se clasifican de acuerdo con un índice que evalúa su impacto en los clientes. (Galeano & Pérez, 2017).

## **7.11. ANÁLISIS MATRIZ AMEF**

**7.11.1. Problemas de producción.** Estos inconvenientes están relacionados con todo el proceso de producción, incluidos los clientes internos (operadores). Entre los problemas encontrados en este tipo se pueden mencionar:

- Entrenamiento por parte de los trabajadores.
- Mala comunicación entre los trabajadores.
- Falta de asignación de actividades a los operarios.
- Baja planificación.
- Falta de capacitaciones.
- Falla en los cortes
- Falla en el Troquelado
- Errores en los controles de calidad.
- Altos desperdicios.
- Falla en los mantenimientos de las máquinas.

## **7.12. MATRIZ AMFE**

A partir de los problemas encontrados dentro de la empresa, se realizó un análisis AMFE, incluidas todas sus causas y resultados, y luego se evaluó el método de producción de la empresa, GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S, y de esta manera, se calcula su respectivo número de prioridad de riesgo (NPR) para cada modo de falla.

Para reducir los indicadores no calificados, se decidió implementar AMFE a través del proceso, ya que esto se utiliza para analizar el proceso de producción, la secuencia o los pasos del proceso, teniendo en cuenta los equipos, herramientas, plantillas y, lo más importante, el operador participó en el proceso. Cada paso se centra en el fracaso para generar la demanda esperada.

Se ha concluido que la organización debe implementar un nuevo diseño destinado a garantizar la calidad para que los clientes mejoren el flujo de trabajo para lograr uno de los principales objetivos propuestos al comienzo del proyecto, que es reducir la cantidad de devoluciones de productos de alto nivel, el desperdicio y pérdida de recursos en la organización.

Se realizó un AMFE para cada tipo de problema, los equivalentes que se expresarán en la tabla 11.

Tabla 11. Matriz AMEF GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S

TIPO DE AMFE: DE PROCESO							
DESCRIPCION DE PRBLEMAS: DE PRODUCCIÓN							
AMFE							
Elemento / Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	PR = S*O*	Acciones propuestas
Distracción por parte de los operarios	falta de asignación de actividades por operario	Defectos en la producción pérdida de tiempo	4	3	5	60	Motivación constante
Mala comunicación entre operarios	Paradas innecesarias en la producción	Retraso de producción	3	6	4	72	Mejoramiento del canal de comunicación

Continuación tabla 11. Matriz AMEF

Elemento / Función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	PR = S*O*	Acciones propuestas
Mala designación de actividades a los operarios	Falta de organización en la asignación de las actividades	s con bajo de	6	6	7	252	Formar y capacitar a los empleados
Mala planificación en la maquinaria	falta de cultura de planificación	Inconformidad por parte del cliente	9	8	7	504	Seguimiento y retroalimentación de objetivos de la empresa
Falta de capacitación	No existe un plan de capacitación	Fallas en la producción, personal no capacitado	4	8	6	192	Programación de capacitaciones trimestrales o cuando se requiera
Falla en los cortes	Mal estado de las cuchillas	Producto inconforme, desperdicio	9	8	10	720	Implementación del ciclo PHVA
Falla en el troquelado	Mal estado de las cuchillas	Producto inconforme, desperdicio	8	7	9	504	Seguimiento e inspección constante de los operarios y las maquinas
Falla en el control de calidad	Falta de técnica y tecnología de control de calidad	Pérdida de tiempo	8	10	7	560	Creación del ciclo PHVA
Altos niveles de desperdicio que incluyen las devoluciones del producto	Fallas a lo largo del proceso de producción	Altos costos por desperdicio	8	8	7	448	control y seguimiento constante
Falla de mantenimiento de maquina	Cultura y programación de	Falla en las devoluciones y aumento de desperdicio	8	9	7	504	implementación de mantenimientos preventivos de las máquinas

Fuente: Autor

## 8. CONSTRUCCIÓN DE MODELO MATEMÁTICO AHP

El modelo propuesto se realizó basado en las problemáticas identificadas en los puntos críticos mencionados en el eslabón de abastecimiento, entre los cuales se identificaron el mal manejo de proveedores ya que estos no cumplen con los criterios solicitados por la empresa y esto genera pérdidas monetarias y de imagen.

Por otra parte, de acuerdo al diagnóstico realizado en la matriz AMFE se evidenció que no todas las máquinas producen con la misma eficiencia, lo que genera cuellos de botella debido a la mala planificación y fallas constantes que repercuten en la ejecución de su actividad productiva y de esta forma se incrementan las pérdidas y la deserción de clientes.

El objetivo de este modelo es dar una alternativa factible para la empresa con el fin de mejorar tanto en el aprovisionamiento como en la producción, logando la selección de una opción óptima que ayude a la empresa a disminuir la quejas y devoluciones que se han evidenciado a lo largo de este proyecto.

- **Estructura del modelo jerárquico**

Una de la parte más importante del AHP, radica en estructuración y jerarquización del problema, en esta etapa se logra descomponer el problema en sus partes más importantes.

Los pasos para la estructuración del modelo son:

- Identificación del problema
- Definición del problema
- Identificación de criterios
- Identificación de alternativas

A continuación, se muestran los modelos de jerarquización para selección de proveedores y selección de la máquina menos productiva, con el fin de determinar cuál es la mejor alternativa de proveedores y máquinas.

## **8.1. MODELO PROPUESTO PARA SELECCIÓN DE PROVEEDOR DE MATERIAL DE IMPRESIÓN**

**8.1.1. Identificación de variables o criterios.** Para la identificación de variables construcción del modelo se solicitó al gerente de la empresa que exponga los criterios más relevantes mediante la realización de una entrevista (anexo A) en cuanto a la selección de proveedores del material de impresión puesto que la empresa actualmente cuenta con proveedores de que le ofertan la misma materia prima. A continuación, se muestran los criterios, los cuales son parámetros que se evalúan en el modelo propuesto:

- Financiación, se refiere al tiempo que otorga cada uno de los proveedores a la empresa para realizar el pago de los materiales requeridos después de ser suministrados, el valor es cuantitativo, el valor máximo es el mejor.
- Calidad, en este aspecto se evalúa el estado en que lleva el material a la empresa y la durabilidad, en este aspecto ítem también se tiene en cuenta la resistencia a los agentes contaminantes que se encuentran en el ambiente.
- Costo, este criterio se refiere al valor de los materiales por metro cuadrado, que oferta cada proveedor y también al costo que se incurre en transporte desde el proveedor a la empresa.
- Capacidad, en este ítem se evalúa la capacidad en kilogramos que posee cada proveedor para satisfacer las necesidades y requerimientos de la empresa.

A continuación, se muestra la escala de jerarquización de saaty para la selección multicriterio.

Tabla 12: Escala de comparación de Saaty

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Fuente: (Saaty, 1980)

**8.1.2. Caso de estudio.** Se evidenció en este estudio que la empresa GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS, está incumpliendo con los pedidos debido a los proveedores, ya que posee diferentes distribuidores que suministran los mismos materiales. Se definieron las variables de decisión como lo son financiación, calidad, costo y capacidad y cada uno de los proveedores que va a ser objeto de estudio, también se muestran datos que son cualitativos como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Criterios de selección de proveedores

		j			
		FINANCIACION (DIAS)	CALIDAD	COSTO(\$/m <sup>2</sup> )	CAPACIDAD (OZ)
	PROVEEDOR A	30	6	\$ 5.000	320
i	PROVEEDOR B	15	3	\$ 5.500	180
	PROVEEDOR C	10	5	\$ 5.500	220
	PROVEEDOR D	15	7	\$ 6.000	280
	PROVEEDOR E	1	4	\$ 5.700	190

Fuente: Autor

- **Función de evaluaciones totales de las alternativas**



La ecuación consiste en la evaluación definitiva de cada alternativa para cada criterio j del Score final.

$$X_j (A_i) = \sum_{i=1}^n P_i * a_{ki}$$

Donde:

$X_j$  = Pertenece a la evaluación de las opciones  $A_i$

$A_i$  = Corresponde a la alternativa  $i$ ,  $i=1, \dots, n$

$P_i$  = Concierne a las ponderaciones de prelación de criterios y variables  $i=1, \dots, q$

$a_{ki}$  = Es el valor de la alternativa  $A_i$ , evaluado con respecto al criterio  $X_j$

Por lo anterior se realizó el modelo basado en la escala de comparación Saaty, tabla 12, que muestra la jerarquización de las ponderaciones. Ya definidos los criterios se realiza un análisis por pares donde se comparan cada una de las alternativas con los criterios como se mostró en la tabla 13.

- **Financiación**

Se analizó que en el criterio de financiación el valor 6 indica que se está prefiriendo fuertemente al proveedor A por encima del proveedor B, el valor 8 indica que el proveedor A es preferido que el proveedor C y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/6 y 1/8 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$\begin{aligned} X_{ij} = & A_i (1,2) + A_i (1,3) + A_i (1,4) + A_i (1,5) + \\ & A_i (2,1) + A_i (2,3) + A_i (2,4) + A_i (2,5) + \\ & A_i (3,1) + A_i (3,2) + A_i (3,4) + A_i (3,5) + \\ & A_i (4,1) + A_i (4,2) + A_i (4,3) + A_i (4,5) + \\ & A_i (5,1) + A_i (5,2) + A_i (5,3) + A_i (5,4) + \end{aligned}$$

como se muestra a continuación en la tabla 14

Tabla 14. Criterio financiación

CRITERIO 1: FINANCIACION (DIAS)											
ALTERNATIVAS	PROVEE- DOR A	PROVEE- DOR B	PROVEE- DOR C	PROVEE- DOR D	PROVEE- DOR E	MATRIZ NORMALIZADA					V. PROMEDI O
PROVEEDOR A	1	6	8	5	9	0,6239	0,7059	0,5263	0,6667	0,3333	0,5712
PROVEEDOR B	1/6	1	3	1	6	0,1040	0,1176	0,1974	0,1333	0,2222	0,1549
PROVEEDOR C	1/8	1/3	1	1/3	5	0,0780	0,0392	0,0658	0,0444	0,1852	0,0825
PROVEEDOR D	1/5	1	3	1	6	0,1248	0,1176	0,1974	0,1333	0,2222	0,1591
PROVEEDOR E	1/9	1/6	1/5	1/6	1	0,0693	0,0196	0,0132	0,0222	0,0370	0,0323

Fuente: Autor

Para determinar si la matriz es o no razonable se desarrolla una medida perfectamente cuantificable que es la matriz normalizada (N), donde se toma el primer valor de la matriz que en este caso es 1 y se divide en la sumatoria de los demás valores del proveedor A, para este caso es.  $N = (1 / (1/6+1/8+1/5+1/9))$ , y así con cada uno de los demás criterios, después se realiza el vector promedio el cual se construye sumando las columnas de la matriz normalizada y dividiéndolas en la cantidad de sumatorias.

Tabla 15. Índice de consistencia

AXP		
3,14617		
0,83253	SCORE	5,43294
0,40628	$CI = (n_{max} - n) / (n - 1)$	0,10823
0,80385	$RI = 1.98 * (n - 2) / n$	1,12
0,24411	$CR = CI / RI$	0,096637607

Fuente: Autor

Donde

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia;  $CR \leq 0.1$

$$CI = (n_{\max} - n) / (n - 1); CI = ((5,43294 - 5) / 4); \mathbf{CI = 0,060}$$

$$RI = ((1,98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 3) / 5); \mathbf{RI = 1,12}$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); \mathbf{CR = 0,0966}$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios,  $CI = ((5,43294 - 5) / 4)$ , después esta la consistencia aleatoria **RI**, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2 sobre el número de criterios. Por último, se halla la relación de consistencia y esta no puede ser mayor ni igual a 0.1, como se mostró en la tabla 15.

- **Calidad.**

Se analizó que en el criterio de Calidad el valor 6 indica que se está prefiriendo fuertemente al proveedor A por encima del proveedor B, el valor 3 indica que el proveedor C es preferido que el proveedor A y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/6 y 1/3 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$\begin{aligned} Z \\ X_{ij} = & A_i (1,2) + A_i (1,3) + A_i (1,4) + A_i (1,5) + \\ & A_i (2,1) + A_i (2,3) + A_i (2,4) + A_i (2,5) + \\ & A_i (3,1) + A_i (3,2) + A_i (3,4) + A_i (3,5) + \\ & A_i (4,1) + A_i (4,2) + A_i (4,3) + A_i (4,5) + \\ & A_i (5,1) + A_i (5,2) + A_i (5,3) + A_i (5,4) + \end{aligned}$$

Como se muestra a continuación en la tabla 16

Tabla 16. Criterio de calidad

CRITERIO 2: CALIDAD														
ALTERNATIVAS	PROVEE-DOR A	PROVEE-DOR B	PROVEE-DOR C	PROVEE-DOR D	PROVEE-DOR E	MATRIZ NORMALIZADA					V. PROMEDIO	AXP		
PROVEEDOR A	1	6	3	1/3	4	0,2105	0,3000	0,3871	0,1687	0,2963	0,2725	1,4292		
PROVEEDOR B	1/6	1	1/4	1/7	1/2	0,0351	0,0500	0,0323	0,0723	0,0370	0,0453	0,2304	CI= (nmax-n)/(n-1)	0,06041
PROVEEDOR C	1/3	4	1	1/3	2	0,0702	0,2000	0,1290	0,1687	0,1481	0,1432	0,7202	RI=((1,98*(n-2))/n)	1,12
PROVEEDOR D	3	7	3	1	6	0,6316	0,3500	0,3871	0,5060	0,4444	0,4638	2,4790	CR= CI/RI	0,053933806
PROVEEDOR E	1/4	2	1/2	1/6	1	0,0526	0,1000	0,0645	0,0843	0,0741	0,0751	0,3828	SCORE	5,2416
													SCORE	5,2416

Fuente: Autor

Donde:

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia; CR < 0.1

$$CI = (n_{max} - n) / (n - 1); CI = ((5,2416 - 5) / 4); CI = 0,060$$

$$RI = ((1,98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 3) / 5); RI = 1,12$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); CR = 0,0539$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1, CI= ((5,43294 - 5) / 4), después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,0539**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

- **Costo**

Se analizó que en el criterio de costo el valor 5 indica que se está prefiriendo levemente al proveedor A por encima del proveedor B, el valor 5 indica que el proveedor C es preferido que el proveedor A y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/5 y 1/5 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$X_{ij} = A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} + A_{i(2,1)} + A_{i(2,3)} + A_{i(2,4)} + A_{i(2,5)} + A_{i(3,1)} + A_{i(3,2)} + A_{i(3,4)} + A_{i(3,5)} + A_{i(4,1)} + A_{i(4,2)} + A_{i(4,3)} + A_{i(4,5)} + A_{i(5,1)} + A_{i(5,2)} + A_{i(5,3)} + A_{i(5,4)}$$

Como se muestra a continuación en la tabla 17

Tabla 17. Criterio de costos

CRITERIO 3: COSTO(\$/m <sup>2</sup> )												
ALTERNATIVAS	PROVEE-DOR A	PROVEE-DOR B	PROVEE-DOR C	PROVEE-DOR D	PROVEE-DOR E	MATRIZ NORMALIZADA					V. PROMEDIO	AXP
PROVEEDOR A	1	5	5	7	6	0,5850	0,6637	0,6637	0,3333	0,4500	0,5391	3,0079
PROVEEDOR B	1/5	1	1	5	3	0,1170	0,1327	0,1327	0,2381	0,2250	0,1691	0,8976
PROVEEDOR C	1/5	1	1	5	3	0,1170	0,1327	0,1327	0,2381	0,2250	0,1691	0,8976
PROVEEDOR D	1/7	1/5	1/5	1	1/3	0,0836	0,0265	0,0265	0,0476	0,0250	0,0419	0,2134
PROVEEDOR E	1/6	1/3	1/3	3	1	0,0975	0,0442	0,0442	0,1429	0,0750	0,0808	0,4089
CI= (nmax-n)/(n-1)	0,10640											
RI=1.98*(n-2)/n	1,12											
CR= CI/RI	0,094996028											
SCORE	5,4256											

Fuente: Autor

Donde:

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia; CR < 0.1

$$CI = (n_{max} - n) / (n - 1); CI = ((5,4256 - 5) / 4); \mathbf{CI = 0,106}$$

$$RI = ((1,98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 3) / 5); \mathbf{RI = 1,12}$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); \mathbf{CR = 0,0949}$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1,  $CI = ((5,4256 - 5) / 4)$ , después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,0949**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

- **Capacidad**

Se analizó que en el criterio de Costo el valor 8 indica que se está prefiriendo fuertemente al proveedor A por encima del proveedor B, el valor 5 indica que el proveedor C es preferido que el proveedor A y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/8 y 1/5 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos

Donde:

$$X_{ij} = A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} +$$

$$\begin{aligned}
 &A_i(2,1) + A_i(2,3) + A_i(2,4) + A_i(2,5) + \\
 &A_i(3,1) + A_i(3,2) + A_i(3,4) + A_i(3,5) + \\
 &A_i(4,1) + A_i(4,2) + A_i(4,3) + A_i(4,5) + \\
 &A_i(5,1) + A_i(5,2) + A_i(5,3) + A_i(5,4) +
 \end{aligned}$$

Como se muestra a continuación en la tabla 18

Tabla 18. Criterio de capacidad

CRITERIO 4: CAPACIDAD (OZ)											
ALTERNATIVAS	PROVEE-DOR A	PROVEE-DOR B	PROVEE-DOR C	PROVEE-DOR D	PROVEE-DOR E	MATRIZ NORMALIZADA					V. PROMEDIO
PROVEEDOR A	1	9	7	3	9	0,5888	0,3750	0,6512	0,6067	0,5192	0,5482
PROVEEDOR B	1/9	1	1/2	1/9	1/3	0,0654	0,0417	0,0465	0,0225	0,0192	0,0391
PROVEEDOR C	1/7	2	1	1/2	4	0,0841	0,0833	0,0930	0,1011	0,2308	0,1185
PROVEEDOR D	1/3	9	2	1	3	0,1963	0,3750	0,1860	0,2022	0,1731	0,2265
PROVEEDOR E	1/9	3	1/4	1/3	1	0,0654	0,1250	0,0233	0,0674	0,0577	0,0678
CI= (nmax-n)/(n-1)	0,10914										
RI=1.98*(n-2)/n	1,12										
CR= CI/RI	0,097448124										
SCORE	5,4366										

Fuente: Autor

Donde:

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia; CR < 0.1

$$CI = (n_{max} - n) / (n - 1); CI = ((5,4366 - 5) / 4); \mathbf{CI = 0,1091}$$

$$RI = ((1.98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 3) / 5); \mathbf{RI = 1,12}$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); \mathbf{CR = 0,0974}$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1, CI=

$((5,43366 - 5) / 4)$ , después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,0974**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

Tabla 19. Comparación entre criterios

CRITERIO 5: COMPARACIÓN DE CRITERIOS									
ALTERNATIVAS	FINANCIACIÓN	CALIDAD	COSTO	CAPACIDAD	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDIO
FINANCIACIÓN	1	1/3	1	3	0,1875	0,1786	0,1875	0,2500	0,2009
CALIDAD	3	1	3	5	0,5625	0,5357	0,5625	0,4167	0,5193
COSTO	1	1/3	1	3	0,1875	0,1786	0,1875	0,2500	0,2009
CAPACIDAD	1/3	1/5	1/3	1	0,0625	0,1071	0,0625	0,0833	0,0789

Fuente: Autor

$$X_{ij} = P_{i(1,2)} + P_{i(1,3)} + P_{i(1,4)} + P_{i(1,5)} + P_{i(2,1)} + P_{i(2,3)} + P_{i(2,4)} + P_{i(2,5)} + P_{i(3,1)} + P_{i(3,2)} + P_{i(3,4)} + P_{i(3,5)} + P_{i(4,1)} + P_{i(4,2)} + P_{i(4,3)} + P_{i(4,5)} + P_{i(5,1)} + P_{i(5,2)} + P_{i(5,3)} + P_{i(5,4)}$$

**Donde:**

Si tenemos datos para alternativas y estándares, utilice la fórmula (1), donde el valor  $X_i$  de cada estándar  $i$  se normaliza al valor  $A_i$  ( $n$  es el número de alternativas).

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (1)$$

- **Comparación entre alternativas y criterios**

En este paso se construye una matriz de relación criterio alternativa la cual consiste en insertar los datos obtenidos en los vectores promedio de cada criterio para así



dar un resultado acertado con respecto a la decisión. Como se muestra en la tabla 20.

Donde:

$$X_{ji} = a_{ki(1,1)} + a_{ki(1,2)} + a_{ki(1,3)} + a_{ki(1,4)} + a_{ki(2,1)} + a_{ki(2,2)} + a_{ki(2,3)} + a_{ki(2,4)} + a_{ki(3,1)} + a_{ki(3,2)} + a_{ki(3,3)} + a_{ki(3,4)} + a_{ki(4,1)} + a_{ki(4,2)} + a_{ki(4,3)} + a_{ki(4,4)} + a_{ki(5,1)} + a_{ki(5,2)} + a_{ki(5,3)} + a_{ki(5,4)}$$

Tabla 20. Comparación entre alternativas y criterios

MATRIZ COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS				
ALTERNATIVAS	FINANCIACIÓN	CALIDAD	COSTO	CAPACIDAD
PROVEEDOR A	0,5667	0,2725	0,5391	0,5399
PROVEEDOR B	0,1559	0,0453	0,1691	0,0396
PROVEEDOR C	0,0810	0,1432	0,1691	0,1223
PROVEEDOR D	0,1488	0,4638	0,0419	0,2354
PROVEEDOR E	0,0476	0,0751	0,0808	0,0628

Fuente: Autor

Si tenemos datos para alternativas y estándares, utilice la fórmula (1), donde el valor  $X_i$  de cada estándar  $i$  se normaliza al valor  $A_i$  ( $n$  es el número de alternativas).

$$\sum_{i=1}^n A_i = 1 \quad (2)$$

Por último, se relacionan la tabla 20 con el vector promedio de la tabla 19, multiplicando matrices con vectores y así dar el resultado final (Score final), el cual dirá cual proveedor es el más óptimo de acuerdo a todos los criterios mencionados anteriormente. A continuación, se muestra el score final tabla 21.

Tabla 21. Resultado final

SCORE FINAL	
PROVEEDOR A	0,406278945
PROVEEDOR B	0,091952434
PROVEEDOR C	0,134269576
PROVEEDOR D	0,297751691
PROVEEDOR E	0,069747354

Fuente: Autor

Para este paso se multiplica cada fila de la matriz comparación entre alternativas y criterios tabla 20, con el vector promedio de comparación entre criterios tabla 19 para hacer la valoración de cada una de las alternativas se procede de la siguiente manera:

- $A1 = 0.5667 * 0.2009 + 0.2725 * 0.5193 + 0.5391 * 0.2009 + 0.5399 * 0.0789$   
= **0.40627, Proveedor A.**
- $A2 = 0.1559 * 0.2009 + 0.0453 * 0.5391 + 0.1691 * 0.2009 + 0.0396 * 0,0789$   
= **0.091952, Proveedor B.**
- $A3 = 0.0810 * 0.2009 + 0.1432 * 0.5391 + 0.1691 * 0.2009 + 0.1223 * 0,0789$   
= **0.134269, Proveedor C.**
- $A4 = 0.1488 * 0.2009 + 0.4638 * 0.5391 + 0.0419 * 0.2009 + 0.2354 * 0,0789$   
= **0.297751, Proveedor D.**
- $A4 = 0.0476 * 0.2009 + 0.0751 * 0.5391 + 0.0808 * 0.2009 + 0.0628 * 0,0789$   
= **0.069747, Proveedor E**

**8.1.3. Resultado.** Una vez aplicado el proceso analítico (AHP) permite tomar decisiones basadas en diferentes estándares (es por eso que se clasifica como una tecnología multi-criterio); en este caso, se evalúa simultáneamente 5 criterios a los 5 proveedores existentes en la empresa y como resultado se evidencia que la alternativa dada por proveedor A obteniendo la mayor ponderación de las 5 alternativas con 40,63% del total, la opción dos por proveedor D, la cual obtiene el 29,78% de las que mejor resultado tienen y por último el Proveedor C con solamente el 13,42% de las mismas; por lo que proveedor A la selección debe basarse en este método y criterios de evaluación.

## **8.2. SELECCIÓN DE LA MAQUINA MENOS PRODUCTIVA PARA LA EMPRESA MEDIANTE EL MODELO MATEMATICO AHP**

**8.2.1. Caso estudio.** El problema por el que está pasando actualmente la empresa es la presencia de fallas en los productos terminados, debido a que algunas máquinas están formando cuellos de botella con su bajo rendimiento y fallas de las mismas, lo que se quiere lograr es mediante el proceso analítico de jerarquización (AHP), definir cuál máquina es la que está generando los reprocesos y por ende costos, debido a los mantenimientos periódicos y así poder tomar acciones que ayuden a la mejora del proceso productivo basando en el resultado obtenido por este modelo.

A continuación, se describen los criterios más relevantes para la empresa en función de las características homogéneas de las máquinas que producen las impresiones en la empresa y así disminuir los desperdicios que es lo que afecta la imagen de esta frente a sus clientes.

### **8.2.2. Identificación de variables o criterios**

- Precio, se refiere a la inversión inicial que se realizó para el costo de compra de cada una de las máquinas de acuerdo a la documentación suministrada por la empresa se conoce el valor de cada máquina.
- Vida útil, En este caso se obtienen los datos los cuales son anuales, con referencia a las especificaciones de las máquinas donde se encuentra en promedio la vida útil de cada máquina y con esto determinar su productividad.
- Costo de mantenimiento, por estandarización y cuidado de la empresa se hace mantenimiento cada cuatrimestre a las máquinas ya que están trabajando más de 10 horas en el día, cada máquina tiene un mantenimiento diferente y por consiguiente un costo diferente.

- Producción, En este caso se realizó este criterio de acuerdo al estudio de tiempos de las máquinas en la empresa anexo c, el cual arrojó datos promedio de la producción de una unidad en una hora de tiempo determinada.

A continuación, se procede a organizar los datos con el fin de lograr una Score final correspondiente a uno de los criterios mencionados anteriormente vs con las cuatro máquinas de impresión. Como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Criterios de selección de máquina

	PRECIO (\$)	VIDA UTIL (AÑOS)	COSTO MTO. ANUAL (\$)	PRODUCCIÓN (UND / HORA)
MAQUINA 1	40.000.000	10	\$ 1.800.000	12
MAQUINA 2	32.000.000	8	\$ 2.000.000	8
MAQUINA 3	28.000.000	12	\$ 1.500.000	11
MAQUINA 4	60.000.000	12	\$ 2.500.000	15

Fuente: Autor

- **Función de evaluaciones totales de las alternativas**

La ecuación consiste en la evaluación definitiva de cada alternativa para cada criterio j del Score final.

$$X_j (A_i) = \sum_{i=1}^q P_i * a_{ki}$$

Donde:

$X_j$  = Pertenece a la evaluación de las opciones  $A_i$

$A_i$  = Corresponde a la alternativa  $i$ ,  $i=1, \dots, n$

$P_i$  = Conciernen a las ponderaciones de prelación de criterios y variables  $i=1, \dots, q$

$a_{ki}$  = Es el valor de la alternativa  $A_i$ , evaluado con respecto al criterio  $X_j$

Por lo anterior se realizó el modelo basado en la escala de comparación Saaty, tabla 12, que muestra la jerarquización de las ponderaciones. Ya definidos los criterios se realiza un análisis por pares donde se comparan cada una de las alternativas con los criterios como se muestra en la tabla 22.

- **Financiación**

Donde se analizó que en el criterio de Financiación el valor 2 indica que se está prefiriendo fuertemente la maquina 2 por encima de la maquina 1, el valor 5 indica que la maquina 3 es preferida que más que la maquina 1 y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/2 y 1/5 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos, como se muestra a continuación en la tabla 23.

Donde:

$$X_{ij} = A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} + A_{i(2,1)} + A_{i(2,3)} + A_{i(2,4)} + A_{i(2,5)} + A_{i(3,1)} + A_{i(3,2)} + A_{i(3,4)} + A_{i(3,5)} + A_{i(4,1)} + A_{i(4,2)} + A_{i(4,3)} + A_{i(4,5)} + A_{i(5,1)} + A_{i(5,2)} + A_{i(5,3)} + A_{i(5,4)}$$

como se muestra a continuación en la tabla 23.

Tabla 23. Criterio de precio

CRITERIO 1: PRECIO										
ALTERNATIVAS	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 3	MAQUINA 4	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDIO	AXP
MAQUINA 1	1	1/2	1/5	4	0,1212	0,1071	0,1176	0,2353	0,1453	0,6034
MAQUINA 2	2	1	1/3	6	0,2424	0,2143	0,1961	0,3529	0,2514	1,0589
MAQUINA 3	5	3	1	6	0,6061	0,6429	0,5882	0,3529	0,5475	2,3628
MAQUINA 4	¼	1/6	1/6	1	0,0303	0,0357	0,0980	0,0588	0,0557	0,2252
									SCORE	4,2503

Fuente: Autor

Para determinar si la matriz es o no razonable se desarrolla una medida perfectamente cuantificable que es la matriz normalizada (N), donde se toma el primer valor de la matriz que en este caso es 1 y se divide en la sumatoria de los demás valores de la maquina 1, para este caso es.  $N = (1 / (1+2+5+1/4))$ , y así con cada uno de los demás criterios, después se realiza el vector promedio el cual se construye sumando las columnas de la matriz normalizada y dividiéndolas en la cantidad de sumatorias.

Tabla 24. Índice de consistencia

AXP		
0,6034	$CI = (n_{max} - n) / (n - 1)$	0,08343
1,0589	$RI = 1.98 * (n - 2) / n$	0,9
2,3628	$CR = CI / RI$	0,092705474
0,2252	SCORE	4,2503

Fuente: Autor

Donde:

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia;  $CR \leq 0.1$

$$CI = (n_{max} - n) / (n - 1); CI = ((5,43294 - 5) / 4); \mathbf{CI = 0,08343}$$

$$RI = ((1.98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 2) / 4); \mathbf{RI = 0.9}$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); \mathbf{CR = 0,092705474}$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios,  $CI = ((4,2503 - 4) / 3)$ , después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98 por el número de criterios menos 2

sobre el número de criterios. Por último, se halla la relación de consistencia y esta no puede ser mayor ni igual a 0.1, como se mostró en la tabla 24.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,092705474**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

- **Vida útil**

Se analizó que en el criterio de vida útil el valor 8 indica que se está prefiriendo fuertemente a la máquina 1 por encima de la máquina 2, el valor 8 indica que la maquina 3 es preferida sobre el proveedor 1 y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/8 y 1/8 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$\begin{aligned} X_{ij} = & A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} + \\ & A_{i(2,1)} + A_{i(2,3)} + A_{i(2,4)} + A_{i(2,5)} + \\ & A_{i(3,1)} + A_{i(3,2)} + A_{i(3,4)} + A_{i(3,5)} + \\ & A_{i(4,1)} + A_{i(4,2)} + A_{i(4,3)} + A_{i(4,5)} + \\ & A_{i(5,1)} + A_{i(5,2)} + A_{i(5,3)} + A_{i(5,4)} + \end{aligned}$$

Como se muestra a continuación en la tabla 25

Tabla 25 Criterio vida útil.

CRITERIO 2: VIDA UTIL (AÑOS)										
ALTERNATIVAS	MAQUINA	MAQUINA 2	MAQUINA 3	MAQUINA 4	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDIO	AXP
MAQUINA 1	1	8	1/8	1/9	0,0552	0,2963	0,0559	0,0500	0,1143	0,3918
MAQUINA 2	1/8	1	1/9	1/9	0,0069	0,0370	0,0497	0,0065	0,0250	0,1120
MAQUINA 3	8	9	1	1	0,4414	0,3333	0,4472	0,0588	0,3202	1,7943
MAQUINA 4	9	9	1	1	0,4966	0,3333	0,4472	0,0588	0,3340	1,9086
CI= (nmax-n)/(n-1)	0,06889									
RI=1.98*(n-2)/n	0,9									
CR= CI/RI	0,076545									
SCORE	4,2067									

Fuente: Autor

Donde:

CI= índice de consistencia

Nmax = sumatoria del vector promedio de la matriz de comparación por pares o SCORE

N= número de filas o columnas de la matriz

RI=índice de relación

CR= Relación de consistencia; CR < 0.1

CI= (nmax-n) / (n-1); CI= ((4,2067- 4) / 3); **CI= 0,06889**

RI= ((1.98\*(n-2)) / n); RI= ((1,98\*2) / 4); **RI= 0.9**

CR= CI/RI; CR= (0,060 / 1,12); **CR= 0,076545**

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1, CI= ((4,2067- 4) / 3), después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.



Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,076545**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

- **Costo de mantenimiento**

Se analizó que en el criterio de mantenimiento el valor 3 indica que se está prefiriendo fuertemente a la máquina 2 por encima de la máquina 1, el valor 3 indica que la maquina 4 es preferida sobre el proveedor 1 y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/3 y 1/3 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$X_{ij} = A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} + A_{i(2,1)} + A_{i(2,3)} + A_{i(2,4)} + A_{i(2,5)} + A_{i(3,1)} + A_{i(3,2)} + A_{i(3,4)} + A_{i(3,5)} + A_{i(4,1)} + A_{i(4,2)} + A_{i(4,3)} + A_{i(4,5)} + A_{i(5,1)} + A_{i(5,2)} + A_{i(5,3)} + A_{i(5,4)} +$$

Como se muestra a continuación en la tabla 26

Tabla 26. Criterio costo de mantenimiento

CRITERIO 3: COSTO MTO ANUAL												
ALTERNATI	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDI	AXP		
MAQUINA	1	3	1/3	3	0,2143	0,3214	0,1923	0,2500	0,2445	1,0629	CI= (nmax-n)/(n-1)	0,08970
MAQUINA	1/3	1	1/5	3	0,0714	0,1071	0,1154	0,2500	0,1360	0,5555	RI=1.98*(	0,99
MAQUINA	3	5	1	5	0,6429	0,5357	0,5769	0,4167	0,5430	2,3388	CR= CI/RI	0,09061
MAQUINA	1/3	1/3	1/5	1	0,0714	0,0357	0,1154	0,0833	0,0765	0,3119		
									SCORE	4,2691		

Fuente: Autor

$$CI = (n_{\max} - n) / (n - 1); CI = ((4,2691 - 4) / 3); \mathbf{CI = 0,08970}$$

$$RI = ((1,98 * (n - 2)) / n); RI = ((1,98 * 2) / 4); \mathbf{RI = 0.9}$$

$$CR = CI / RI; CR = (0,060 / 1,12); \mathbf{CR = 0,09061}$$

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1,  $CI = ((4,2691 - 4) / 3)$ , después esta la consistencia aleatoria **RI**, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,09061**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

- **Producción**

Se analizó que en el criterio de producción el valor 7 indica que se está prefiriendo fuertemente a la máquina 1 por encima de la máquina 2, el valor 5 indica que la máquina 3 es preferida sobre el proveedor 1 y así se continua con cada uno de los valores, de igual manera los valores 1/7 y 1/5 corresponden a los inversos es decir la comparación se realiza en los dos sentidos.

Donde:

$$\begin{aligned} X_{ij} = & A_{i(1,2)} + A_{i(1,3)} + A_{i(1,4)} + A_{i(1,5)} + \\ & A_{i(2,1)} + A_{i(2,3)} + A_{i(2,4)} + A_{i(2,5)} + \\ & A_{i(3,1)} + A_{i(3,2)} + A_{i(3,4)} + A_{i(3,5)} + \\ & A_{i(4,1)} + A_{i(4,2)} + A_{i(4,3)} + A_{i(4,5)} + \\ & A_{i(5,1)} + A_{i(5,2)} + A_{i(5,3)} + A_{i(5,4)} + \end{aligned}$$

Como se muestra a continuación en la tabla 27  
Tabla 27. Criterio de producción.

CRITERIO 4: PRODUCCIÓN (UND / HORA)												
ALTERNATI	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MAQUINA	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDI	AXP		
MAQUINA	1	5	7	1/5	0,1577	0,2632	0,4930	0,1341	0,2620	1,1310	CI= (nmax-n)/(n-1)	0,04362
MAQUINA	1/5	1	1/5	1/8	0,0315	0,0526	0,0141	0,0104	0,0272	0,1517	RI=1.98*(n-2)/n	0,99
MAQUINA	1/7	5	1	1/6	0,0225	0,2632	0,0704	0,0139	0,0925	0,3372	CR= CI/RI	0,04406
MAQUINA	5	8	6	1	0,7883	0,4211	0,4225	0,0833	0,4288	2,5109		
										SCORE	4,1308	

Fuente: Autor

CI= (nmax-n)/(n-1); CI= ((4,1308– 4) /3); **CI= 0,04362**

RI= ((1.98\*(n-2)) /n); RI= ((1,98\*2) / 4); **RI= 0.99**

CR= CI/RI; CR= (0,060 / 1,12); **CR= 0,04406**

A continuación, se muestra el índice de inconsistencia **CI** el cual equivale al score menos el número de criterios dividido en el número de criterios menos 1, CI= ((4,1308– 4) /3), después esta la consistencia aleatoria RI, que se resume en multiplicar 1.98, por el número de criterios menos 2, dividido en el número de criterios.

Por último, se halló la relación de consistencia la cual dio como resultado **0,04406**, el cual no supera 0.1 de razón de consistencia y se entiende que los juicios emitidos en la matriz por pares son aceptables.

Tabla 28. Comparación entre criterios.

CRITERIO 5: COMPARACION ENTRE CRITERIOS									
ALTERNATI	PRECIO (\$)	VIDA UTIL (AÑOS)	COSTO MTO. ANUAL (\$)	PRODUCCI ÓN (UND / HORA)	MATRIZ NORMALIZADA				V. PROMEDI O
PRECIO (\$)	1	1/3	1/5	1/7	0,0625	0,0510	0,0132	0,0983	0,0562
VIDA UTIL (AÑOS)	3	1	5	1/5	0,1875	0,1531	0,3289	0,1376	0,2018
COSTO MTO. ANUAL (\$)	5	1/5	1	1/9	0,3125	0,0306	0,0658	0,0764	0,1213
PRODUCCI ÓN (UND / HORA)	7	5	9	1	0,4375	0,7653	0,5921	0,6878	0,6207

Fuente: Autor

$$X_{ij} = P_{i(1,2)} + P_{i(1,3)} + P_{i(1,4)} + P_{i(1,5)} + P_{i(2,1)} + P_{i(2,3)} + P_{i(2,4)} + P_{i(2,5)} + P_{i(3,1)} + P_{i(3,2)} + P_{i(3,4)} + P_{i(3,5)} + P_{i(4,1)} + P_{i(4,2)} + P_{i(4,3)} + P_{i(4,5)} + P_{i(5,1)} + P_{i(5,2)} + P_{i(5,3)} + P_{i(5,4)}$$

Donde:

Si tenemos datos para alternativas y estándares, utilice la fórmula (1), donde el valor  $X_i$  de cada estándar  $i$  se normaliza al valor  $A_i$  ( $n$  es el número de alternativas).

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (1)$$

En este paso se construye una matriz de relación criterio alternativa la cual consiste en insertar los datos obtenidos en los vectores promedio de cada criterio para así

dar un resultado acertado con respecto a la decisión. Como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Comparación entre alternativas y criterios

MATRIZ COMPARACION ENTRE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS				
ALTERNATIVAS	PRECIO (\$)	VIDA UTIL (AÑOS)	COSTO MTO. ANUAL (\$)	PRODUCCIÓN (UND / HORA)
PRECIO (\$)	0,1453	0,1143	0,2445	0,2620
VIDA UTIL (AÑOS)	0,2514	0,0250	0,1360	0,0272
COSTO MTO. ANUAL (\$)	0,5475	0,3202	0,5430	0,0925
PRODUCCIÓN (UND / HORA)	0,0557	0,3340	0,0765	0,4288

Fuente: Autor

Donde:

$$X_{ji} = a_{ki(1,1)} + a_{ki(1,2)} + a_{ki(1,3)} + a_{ki(1,4)} + a_{ki(2,1)} + a_{ki(2,2)} + a_{ki(2,3)} + a_{ki(2,4)} + a_{ki(3,1)} + a_{ki(3,2)} + a_{ki(3,3)} + a_{ki(3,4)} + a_{ki(4,1)} + a_{ki(4,2)} + a_{ki(4,3)} + a_{ki(4,4)} + a_{ki(5,1)} + a_{ki(5,2)} + a_{ki(5,3)} + a_{ki(5,4)}$$

Si tenemos datos para alternativas y estándares, utilice la fórmula (2), donde el valor  $X_i$  de cada estándar  $i$  se normaliza al valor  $A_i$  ( $n$  es el número de alternativas).

$$\sum_{i=1}^n A_i = 1 \quad (2)$$

Por último, se relacionan la tabla 29 con el vector promedio de la tabla 28, multiplicando matrices con vectores y así dar el resultado final (Score final), el cual arrojará el resultado de cual maquina es la más óptima y cuál es la menos eficiente de acuerdo a todos los criterios mencionados anteriormente. A continuación, se muestra el score final tabla 30.

Tabla 30. Resultado final

SCORE FINAL	
MAQUINA 1	0,229554
MAQUINA 2	0,052777
MAQUINA 3	0,260076
MAQUINA 4	0,457639

Fuente: Autor

Para este paso se multiplica cada fila de la matriz comparación entre alternativas y criterios tabla 20, con el vector promedio de comparación entre criterios tabla 19 para hacer la valoración de cada una de las alternativas se procede de la siguiente manera:

- $M1 = 0.15 * 0.0562 + 0.14 * 0.2018 + 0.24 * 0.1213 + 0.26 * 0.6207 = \mathbf{0.229574, Maquina 1.}$
- $M2 = 0.25 * 0.0562 + 0.03 * 0.2018 + 0.14 * 0.1213 + 0.03 * 0.6207 = \mathbf{0.052777, Maquina 2.}$
- $M3 = 0.56 * 0.0562 + 0.52 * 0.2018 + 0.54 * 0.1213 + 0.09 * 0.6207 = \mathbf{0.26007, Maquina 3.}$
- $M4 = 0.56 * 0.0562 + 0.33 * 0.2018 + 0.76 * 0.1213 + 0.43 * 0.6207 = \mathbf{0.4575, Maquina 4.}$

**8.2.3. Resultado final.** Una vez aplicado el proceso analítico Jerárquico (AHP) permitió evaluar simultáneamente 4 criterios (costo, vida útil, costo de mantenimiento y producción) los cuales se observó en el score final tabla 30, que la maquina más eficiente es la maquina 4 con un 46%, mientras que la máquina que más genera retrasos en la empresa y por ende se crea el cuello de botella es la maquina 2 con un 5% de optimización, por lo que se aconseja a la empresa hacer

una revisión exhaustiva a esta máquina. Esto quiere decir que del 100% de la producción total la maquina 4 sola imprime el 46%, seguido de la maquina 1 con un 26%, luego la maquina 3 con un 23%, seguido de la maquina 2 con un 5% lo que hace que se generen los cuellos de botella en la empresa.

### **8.3. CONCLUSIÓN DEL MODELO PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES Y SELECCIÓN DE MAQUINA MENOS PRODUCTIVA**

El modelo matemático realizado bajo la metodología proceso analítico (AHP) en este trabajo fue de gran ayuda para el rediseño de la cadena de suministro, puesto que se evidencio las falencias de la empresa tanto en el aprovisionamiento (proveedores) como en la producción y arrojó un resultado favorable para la empresa para la elección de adecuada del mejor proveedor y la maquina más eficiente.

Con esto se pretende reducir las quejas, reclamos y devoluciones considerablemente ya que al tener claro cada uno de los criterios de los proveedores y saber cuál es la mejor alternativa se va a mitigar los retrasos en las entregas de los pedidos.

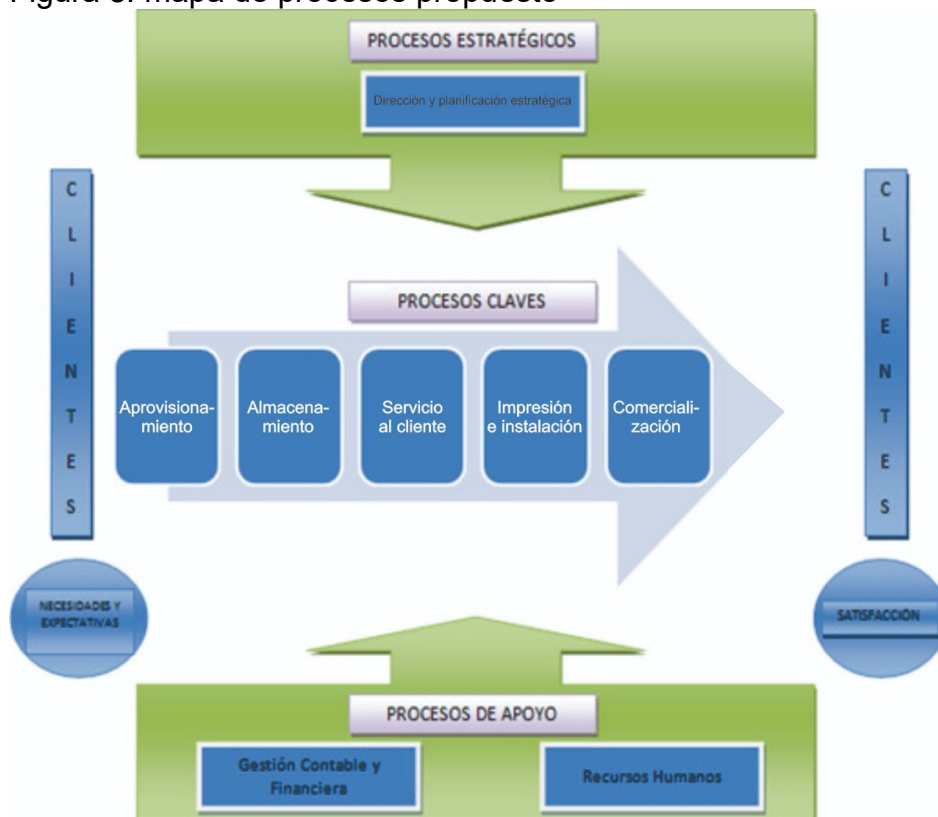
También se estableció las jerarquías de las máquinas y cuáles son las más productivas lo que se pudo concluir es que la maquina 2 no está cumpliendo con los estándares requeridos en el área de producción y ello está generando el cuello de botella, además de costos de mantenimiento y perdidas de materias primas debido a que la producción es mínima, lo más recomendado es no seguir utilizando dicha máquina, ya que las 3 restantes pueden cubrir el 100% de los requerimientos de producción de la empresa.

## 9. REDISEÑO DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO

En esta capítulo se realizó el rediseño el mapa de los procesos de la cadena de suministro, ya que el que la empresa tiene actualmente no está bien estructurado como se evidencio en el diagnóstico realizado el cual mostró que los procesos no están bien definidos puesto que comienzan por la recepción del cliente, siguiendo con la impresión del producto, la instalación, las cuentas por cobrar hasta llegar a la satisfacción del cliente.

El mapa de procesos productivos propuesto por el autor inicia con la satisfacción del cliente, después se continua con el aprovisionamiento, seguido por el almacenamiento, servicio al cliente, luego la impresión e instalación y por último la comercialización, hasta llegar a la satisfacción del cliente, como se evidencia en la figura 8.

Figura 8. mapa de procesos propuesto



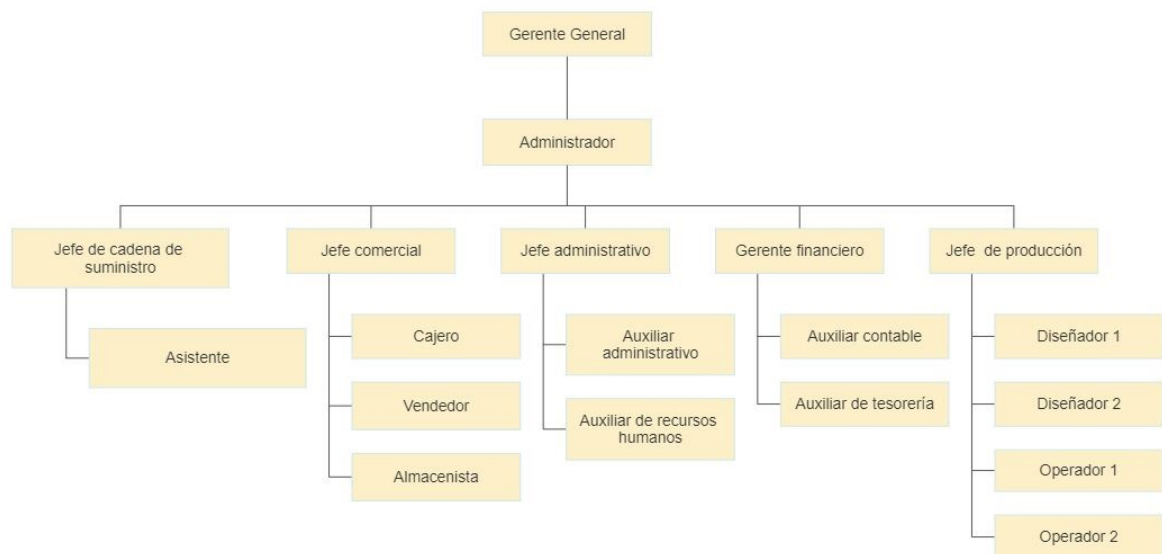
Fuente: Autor



## 9.1. ORGANIGRAMA PROPUESTO

El autor propone que la empresa de publicidad establezca este cargo para reducir la falta de coordinación. Especialmente en el almacenamiento y el área de producción, además de eliminar los desperdicios existentes, y de esta forma, aumente el volumen de producción y aumente la satisfacción del cliente y así la empresa cumplirá con todos los requerimientos y eliminara ese cuello de botella lo que conllevará a reducir las quejas, reclamos y devoluciones que tanto afecta a la empresa GRUPO EMPRESARIAL MÁS ACTIVOS S.A.S.

Figura 9: Organigrama propuesto con el jefe de la cadena de suministro.



Fuente: Autor

## 9.2. PROCESO DE APROVISIONAMIENTO

Con la obtención del resultado del proceso analítico jerárquico (AHP), para la selección de proveedores se puede realizar la propuesta de rediseño de este proceso ya que este modelo arrojó como resultado la ponderación de los proveedores de acuerdo a los requerimientos que la empresa toma como primordiales para la compra de estos insumos.

### **9.2.1. Descripción del proceso propuesto de compra de materia prima e**

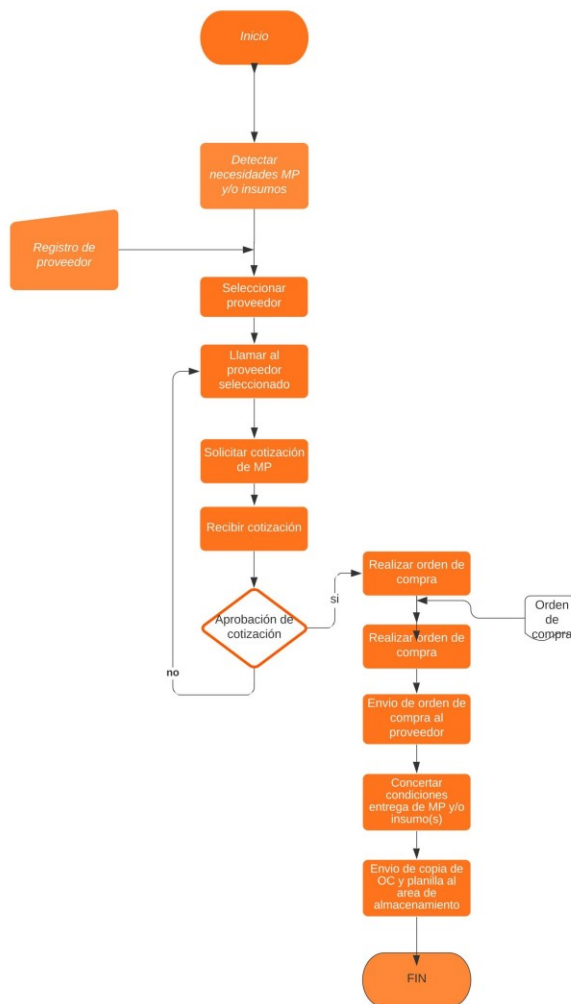
**insumos.** Este proceso inicia cuando el jefe de cadena de suministro al ver la carencia de estos insumos solicita al área administrativa el requerimiento de los materiales faltantes en la bodega, ellos solicitan la cotización al proveedor seleccionado (PROVEEDOR A) por el proceso analítico de jerarquización (AHP), el cual cumple con todos los criterios exigidos por la empresa, al recibir la cotización al correo electrónico, el jefe de cadena de suministro es el encargado de analizar la cotización para que esté acorde con lo que se solicitó.

Una vez revisada será llevada al gerente para su aprobación, cuando la cotización ya esté aprobada por el gerente se le notificará al proveedor enviándole la orden de compra para que este informe sobre el tiempo de entrega de estos insumos, este paso estará a cargo del área administrativa. La información suministrada por el proveedor con respecto a la fecha y hora estimada la entrega será registrada en la planilla de seguimiento de proveedores como se muestra en la figura 10.

Esta planilla deberá ser diligenciada cada vez que se haga un requerimiento al proveedor y llevada al área de almacenamiento con la orden de compra para que se le haga seguimiento respectivo y se verifique que se cumplan los tiempos pactados con el proveedor.



Figura 11. Flujograma del proceso de aprovisionamiento propuesto



Fuente: Autor

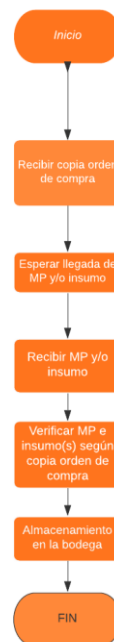
### 9.3. PROCESO DE ALMACENAMIENTO

Este proceso se incluyó en el mapa de procesos con el fin de mejorar la calidad del almacenamiento de materias primas y el almacenamiento de producto terminado mediante un sistema de picking con el fin de definir las actividades para almacenar el producto en un solo proceso de entrada y en un proceso de salida.

#### 9.3.1. Descripción del proceso propuesto de almacenamiento de materias primas.

Este proceso inicia con la recepción de las materias primas por parte del proveedor con lo que el almacenista ya teniendo las órdenes de compra de los productos verifica que los insumos lleguen en condiciones adecuadas con lo solicitado. Después de que se verificó correctamente todos los insumos se procede a trasladar los productos a la bodega para su almacenamiento. Como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Flujograma propuesto de almacenamiento de materias primas.



Fuente: Autor

**9.3.2. Descripción del proceso propuesto de almacenamiento de productos terminados.** El Almacenista recibe el producto terminado todos los días, después de que se ha registrado e inspeccionado para controlar la producción diaria. Este debe verificar que la información en la secuencia de entrada y observar que coincida con los productos en la fábrica que se entregarán. Esta orden será realizada en la parte administrativa aprovechando los registros de la producción diaria que se ejecutan en Excel. La confrontación se llevará a cabo contando los productos entregados. Si se encuentran diferencias en la cantidad o las condiciones del producto al recibirlo; se debe devolver el pedido.

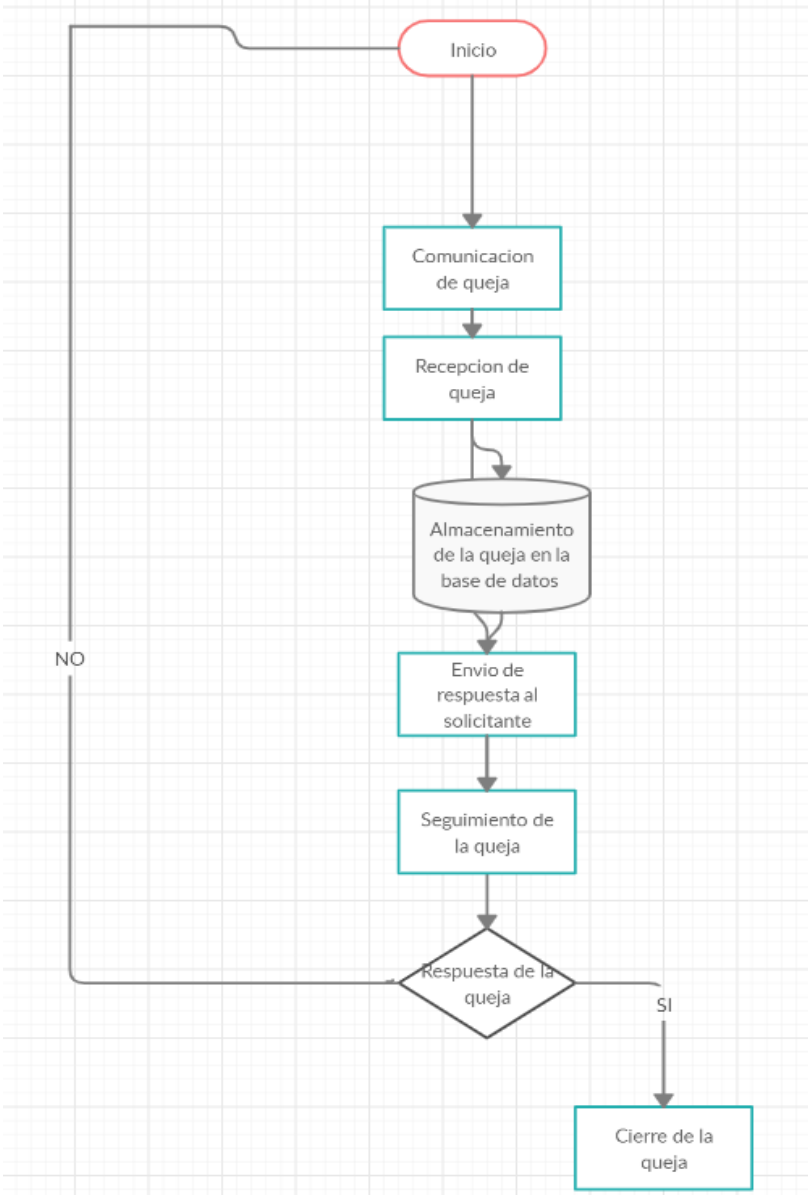
**9.3.3. Picking propuesto.** Este proceso se utiliza para tener un mejor control de los productos terminados con la preparación, extracción y verificación. Esta técnica garantizará el apropiado dinamismo en la operación. Lo anterior justifica el análisis directo y búsqueda de oportunidades de mejora al proceso de alistamiento y así reducir las demoras en las entregas a los clientes y contribuir a la disminución de las quejas.

#### **9.4. SERVICIO AL CLIENTE**

En este proceso consiste en la recepción y respuesta de las quejas de los clientes de la empresa con el fin de tener un control de estas, dando pronta respuesta y así poder realizar un análisis exhaustivo de las causas de cada una de las quejas, evitando pérdidas de clientes, desperdicios y lo más importante reducir los costos para que la empresa no siga generando pérdidas.

A continuación, se describe el flujograma del proceso de servicio en el cual se menciona el correcto tratamiento de las quejas y reclamos para dar una pronta respuesta a los clientes ya que de esto depende el mejoramiento completo de este proceso.

Figura 13: Flujograma de tratamiento de quejas y reclamos



Fuente: Autor

## **9.5. PROCESO DE IMPRESIÓN E INSTALACIÓN**

Para la mejora de este proceso se realizó un estudio mediante el proceso de jerarquización (AHP), para la elección de la máquina de impresión que estaba generando un estancamiento en la producción de la empresa, por lo cual el modelo matemático dio como resultado que la máquina 2 está formando un reproceso ya que solo está funcionando en su capacidad en un 5 % con respecto a las demás máquinas, esto se debe a que de acuerdo a los criterios seleccionados en el modelo, esta tiene un costo más elevado de mantenimiento y a que la vida útil no corresponde a la producción unitaria por horas en comparación a las demás.

Por esta razón se propone a la empresa realizar un análisis a profundidad sobre si en realidad es indispensable esta máquina para las labores productivas de la empresa o en este caso sería mejor venderla y actualizar los recursos técnicos y físicos de la empresa ya que con esta solución se puede mitigar en gran parte la deserción de clientes que es lo que está afectando en gran parte las utilidades de la empresa y poder incrementar la imagen corporativa y así poder llegar a los clientes potenciales que es la meta.

- **Tablero de control de procesos indicadores de productividad**

Se diseñó un tablero de control de procesos para la implementación en la empresa ya que se identificó la necesidad de llevar a cabo cambios internos y externos en esta para adoptar una nueva metodología de trabajo orientado al cliente y no a las unidades de negocio individualmente como surgió trabajando hasta ahora.

Se vio la necesidad de diseñar primero los indicadores de productividad para facilitar la eficiencia de la empresa y lograr los nuevos objetivos establecidos.

A continuación, se describen los procesos de productividad con su respectivo indicador cuyo objetivo es proporcionar a la empresa una presentación visual intuitiva y fácil de entender, mostrar los principales indicadores de rendimiento y luego medir los indicadores. Se describió la fórmula propuesta para cada indicador la cual ayuda a verificar la efectividad y eficiencia de cada indicador para lograr el objetivo propuesto.



Además, considerando el alcance de la evaluación del proceso, se especifica el objetivo anual de cada indicador y, dado que puede medir los resultados y puede definir si el rendimiento durante el período de análisis recomendado es bueno, tendrá un valor adicional.

Tabla 31. Tablero de control de procesos indicadores de productividad

PROCESO	INDICADOR	CODIGO HV INDICADOR	FÓRMULA	UNIDADES	TIPO DE INDICADOR	PHVA
Ventas	Numero de ventas	ven02	ventas totales/numero de clientes	cantidad	Cumplimiento	Verificar
	Cientes nuevos	clien02	# de clientes compradores/# de clientes visitados	unidades	Efectividad	Planear
	Quejas y reclamos	qyr02	(# de PQRS periodo actual/ # de PQRS periodo anterior)*100	%	Eficacia	Actuar - Mejorar
Aprovisionamiento o compras	Rendimiento	ren02	capacidad utilizada/capacidad disponible	unidades	Cumplimiento	Hacer
	almacenamiento	alm02	vehiculos cargados o descargados / horas de trabajo	unidades	Efectividad	Planear
	Retorno de Inversion	roi02	ingresos del producto - gastos de campaña/costo de campaña	tiempo	Efectividad	Verificar
Transporte logistico	Utilizacion de flota	utf02	distancia recorrida/consumo de combustible	pesos	Eficiencia	Planear
	empleabilidad	emp02	distancia recorrida/horas de viaje	tiempo	Eficacia	Hacer
	cargue y descargue	car02	peso cargado/ horas de trabajo	tiempo	Efectividad	Planear

Fuente: Autor

Continuación tabla 31.

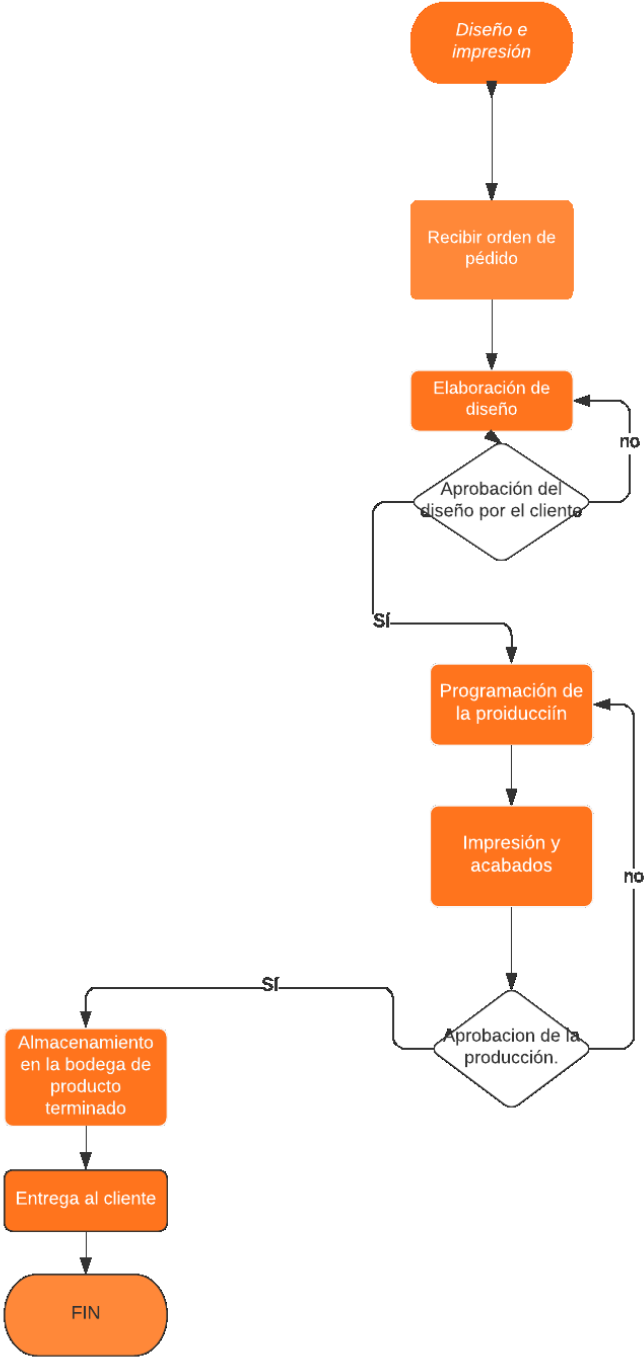
PROCESO	INDICADOR	META AÑO	FRECUENCIA MEDICIÓN	RANGO DE EVALUACIÓN				PERÍODO DE ANÁLISIS ACTUAL
				ADECUADO	EN RIESGO	CRÍTICO	TIPO	
Ventas	Numero de ventas	90%	mensual	mayor 90%	85% - 90%	menor de 85%	DINÁMICO	Mensual
	Cientes nuevos	50%	trimestral	mayor 50%	45% - 50%	menor de 45%	FIJO	Trimestral
	Quejas y reclamos	100%	trimestral	mayor de 100%	90% - 100%	menor de 90%	FIJO	Trimestral
Aprovisionamiento o compras	Rendimiento	50%	mensual	mayor 50%	entre 40% y 50%	menor de 40%	FIJO	Mensual
	almacenamiento	85%	mensual	menor a 85%	85% y 90%	mayor de 90%	DINÁMICO	Trimestral
	Retorno de Inversion	100%	por preoyecto	100%	90% y 100%	menor del 90%	DINÁMICO	Mensual
Transporte logístico	Utilizacion de flota	\$ 500.000	mensual	menor o igual a 500.000	entre 500.001 a 700.000	mayor a 700.000	FIJO	Trimestral
	empleabilidad	diario	diario	2 días	2 a 4 días	mayor de 4 días	DINÁMICO	Mensual
	cargue y descargue	horas	mensual	2 horas	2 a 3 horas	mayor a 3 horas	FIJO	Trimestral

Fuente: Autor

En esta tabla se muestran los procesos de ventas, aprovisionamiento y transporte logístico de la empresa, su propósito es proporcionar a la empresa una presentación visual intuitiva y fácil de entender, mostrar indicadores clave de rendimiento y luego medirlos y se use la fórmula recomendada para cada indicador y verifique su efectividad y eficiencia para lograr el objetivo.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso de impresión e instalación en el cual se especifican cada uno de los subprocesos para la consecución y la buena realización de la producción de las impresiones con el objetivo de disminuir los retrasos y las quejas por parte de los clientes.

Figura 14. Flujo de proceso de impresión e instalación



Fuente: Autor

## **9.6. PROCESO DE DISTRIBUCIÓN**

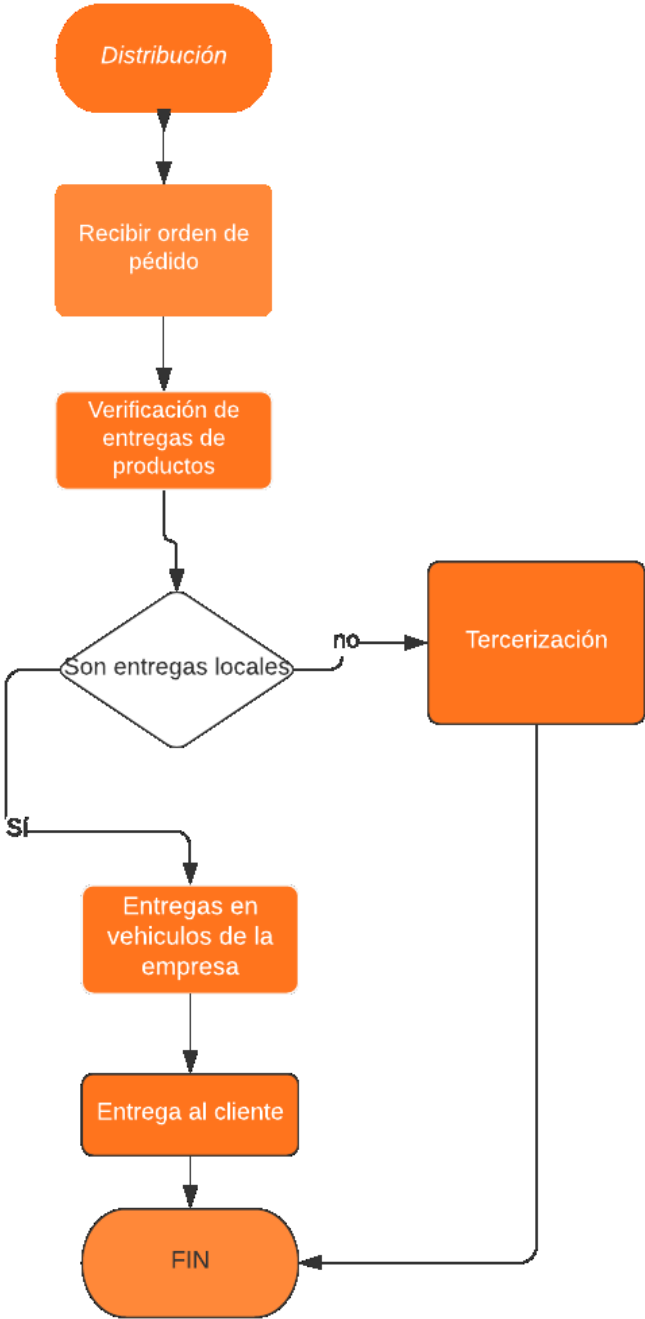
Esta propuesta está relacionada con el proceso de distribución, en el cual el jefe de cadena de suministro hará una clasificación de las entregas de acuerdo a los productos de impresión y de esta manera realizar primero la entrega de menor tiempo requiera, diariamente se verificará la lista de clientes locales a quienes se les va a despachar cuando ya esté la totalidad del pedido.

Para el rediseño de este proceso de distribución se creó la planilla de recorrido de cada vehículo para la realización de las entregas locales, es un formato el cual especifica la hora de salida del vehículo de la empresa las direcciones de los clientes ordenadamente y la hora de llegada a cada destino con el fin de estandarizar el tiempo que tardan en a cada recorrido con el fin de aplicar los correctivos necesarios, ver anexo C.

Por otra parte, las entregas que la empresa no pueda realizar se seguirán llevando con la misma metodología, la cual consiste en tercerizarlas ya que en la actualidad a la empresa le ha sido de mucha ayuda, por lo tanto, ese subproceso no se modificará.

El jefe de cadena de suministro será el encargado de llevar los controles diarios de los productos terminados que salen de la empresa hacia los clientes y llevará un control minucioso de la planilla de recorrido la cual será presentada al gerente de la empresa con el objetivo de inspeccionar que se esté cumpliendo con el correcto diligenciamiento de esta planilla y así poder tomar acciones de mejora.

Figura 15. Diagrama de flujo proceso de distribución



Fuente: Autor

## CONCLUSIONES

- El diagnóstico realizado permitió evidenciar las falencias con respecto a los eslabones de la cadena de suministro de la empresa MÁS ACTIVOS S.A.S, ya que aún no están bien estipulados y esto generaba retrasos en las entregas e inconformidad por parte de los clientes.
- El diagnóstico elaborado en la matriz de análisis modal de fallos y efectos (AMFE), evidenció que las fallas en de la empresa en su mayoría se encuentran en las máquinas ya que el resultado de NPR está sobre 500 en un rango de 1 a 1.000 siendo este el mayor riesgo.
- El modelo matemático realizado bajo la metodología proceso analítico (AHP) en este trabajo fue de gran ayuda para el rediseño de la cadena de suministro, ya que su resultado óptimo mostró que el (proveedor A) cumple con una eficiencia mayor que los de más proveedores con un 41% con los criterios que la empresa considera importantes.
- El proceso analítico jerárquico permitió también la identificación de la máquina menos productiva es la máquina 2 ya que cumple en un 5% del total de la producción de la empresa y que la 4 es la que más eficiencia tiene, cumpliendo con el 46% de la producción total de la empresa.
- El rediseño de la cadena de suministro permitió el estructuramiento del mapa de procesos por lo que se incluyeron procesos como almacenamiento, servicio al cliente, impresión e instalación y la distribución.
- El cargo de jefe de cadena de suministro ayudara a controlar muchos procesos de la cadena de abastecimiento que actualmente están fallando e inspeccionará que los nuevos procesos propuestos en el rediseño se cumplan.
- La elaboración del tablero de control de los indicadores de productividad es una forma muy eficiente de la proposición y consecución de las metas además que ayudara a la empresa a cuantificar y verificar sus objetivos.

## RECOMENDACIONES

- Mantener comunicación directa entre departamentos y fortalecer el trabajo en equipo.
- Poner en práctica las recomendaciones dadas en este trabajo en el menor tiempo posible y estar en disposición para implementar nuevos conocimientos en la organización.
- Cumplir la entrega de los pedidos a tiempo, como uno de las prioridades para agregar valor a los productos que ofrece la compañía.
- Poner en consideración la venta o cambio de la máquina 2 ya que está generando los cuellos de botella.
- Implementar el tablero de procesos con los indicadores propuestos en el trabajo.
- Se recomienda la utilización del proceso analítico jerárquico (AHP), ya que no solo es para selección de proveedores sino también a cualquier tipo de problemática con varias alternativas puesto que es un modelo de decisión multicriterio.

## BIBLIOGRAFIA

- Aplicación Del Método AHP Para Apoyarla Gestión De Innovación De Proveedores del Cluster Del Salmón, Universidad de TALCA, Curicó, Chile. **(Torres y González, 2018)**.
- AHP method used to improve receiving in distribution center of a food company. **(Gomez, 2015)**.
- Administración de operaciones producción y cadena de suministro **(Chase, et.al.2009)**.
- Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. III, núm. 8, enero-junio, 2012, pp. 39-50 Universidad de Carabobo Carabobo, Venezuela.
- (Chamorro y lozano,2010), análisis de la eficiencia logística en una cadena de abastecimiento con optimización.
- Caracterización De La Cadena De Suministro De La Asociación Ruta De La Carne En El Departamento De Boyacá. (Albarracín & Roncancion, 2018).
- Cadena de suministro en una empresa importadora de herramientas para la industria metalmeccánica, Lima. (Lozano, 2017).
- CHRISTOPHER, Martin. Logística aspectos estratégicos. Ed. Limusa. 1999.
- Entre Ciencia e Ingeniería [en línea]. 2017, vol.11, n.22, pp.51-59. ISSN 1909-8367.



- FISCHER, Laura. ESPEJO, Jorge. Mercadotecnia tercera edición. Ed. Mc Graw Hill. 2004.
- Global production chains in the fast fashion sector, transports and logistics: the case of the Spanish retailer Inditex. **(Escalona y Ramos 2016)**.
- Gestión de la cadena de suministro: una revisión desde la logística y el medio ambiente. **(Silva 2017)**.
- GAITHER, Norman, FRAZIER, Greg. Administración de producción y operaciones. Octava edición, Editorial Thompson.
- Heinritz, S., Farrel, P., & Giunipero, L. (2000). Purchasing principles and applications. New Jersey; Prentice Hall.
- Investigación: Diferentes herramientas del BTL y aplicación de casos en publicidad. **(Magaña 2005)**.
- La distribución comercial opciones estratégicas. Barcelona: ESIC editorial Selección de proveedores. **Heinritz, S. (2000)**.
- La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos. Visión Gerencial, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 53-62 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela **(García 2016)**.
- La cadena de suministro en el perfil del Ingeniero Industrial: una aproximación al estado del arte Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, vol. III, núm. 8, enero-junio, 2012, pp. 39-50 Universidad de Carabobo Carabobo, Venezuela, **(Santamaría, 2015)**.
- Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP difuso estudios gerenciales, núm. 99, pp. 69-88 universidad icesi Cali, Colombia. **(Herrera y Osorio, 2016)**.

- Modelación matemática en escenarios exploratorio-investigativos. Tunja - Colombia (Niño, 2019).
- Procedimiento de evaluación y selección de proveedores basados en el proceso de análisis jerárquico y en un modelo de programación lineal entera mixta. Universitaria Agustiniiana. Bogotá – Colombia. (Peña y Rodríguez, 2018.)
- Supply Chain Management - Logistics With Indicators Under Uncertainty, Case Applied Palmira Bakery Sector (**Arango, Adarme, y Zapata, 2015**).
- Santesmases, Miguel (1999), Marketing: Conceptos y experiencias, 4ta edición, Editorial Pirámide.
- Visión Gerencial, núm. 1, enero-junio, 2016, pp. 53-62 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.
- <http://www.amapro.com.mx>, Magaña (2005), BTL Eventos y PR implementación y desarrollo de campañas,
- <http://www.amapro.com.mx/pdf/diplomado-modulo-4.pdf> [en línea] 9 de marzo de 2015.
- <https://marketingdigital.bsm.upf.edu/btl-estrategia-marketing/>
- <https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html>
- <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.htm>

# ANEXOS

## **ANEXO A: TRANSCRIPCIÓN DE LA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA REALIZADA AL GERENTE DE LA EMPRESA GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A.S.**

### **Entrevista criterios de jerarquización**

- 1. ¿Podría por favor indicar Cuales son los criterios más importantes para la selección de proveedor?**

Dentro de los criterios que se manejan en la empresa para el proceso de selección de proveedores están la financiación, la calidad del producto, costo y la capacidad.

- 2. ¿Cómo es el sistema actual de selección de proveedores de la empresa?**

Pues actualmente se tienen varios proveedores que ofrecen los materiales de impresión que la empresa necesita, pero se selecciona el proveedor mediante una cotización que se les solicita y de acuerdo al que tenga el valor más económico se selecciona.

- 3. ¿Cuál cree que es la principal falencia por parte de su empresa para la selección de proveedores?**

En primer lugar, que solo se tiene en cuenta la variable precio a la hora de la elección, ya que no se cuenta con un sistema para medir las demás variables y por esta razón se le está incumpliendo a los clientes.

- 4. ¿Cómo clasificaría el criterio calidad de estos materiales suministrados por los proveedores?**

De acuerdo a la calidad de la impresión y a las quejas recibidas por los clientes yo le daría la ponderación más alta al proveedor D (7), seguido del proveedor A (6), luego el c (5), el E con (4) y por ultimo dejaría al proveedor B (3).

**5. En el proceso productivo ¿Cuál cree usted que sería el problema que está presentando la empresa actualmente?**

La causa principal es la poca eficiencia de algunas máquinas ya que en momentos no imprimen todas con la misma simetría y tienden a dañar el material de impresión o en ocasiones son más lentas de lo normal y debido a esto se generan las quejas por parte de los clientes.

**6. ¿Cómo clasificaría los criterios más importantes para la medición de la productividad de las maquinas**

En primer lugar, el precio de la máquina, después la vida útil, como tercero el costo que genera realizarle el mantenimiento preventivo y la productividad de cada una de estas.

## ANEXO B: TOMA DE TIEMPOS CON CRONOMETRAJE VUELTA A CERO

Eslabón	Proceso	Sub-proceso	T1 (min)	T2 (min)	T3 (min)	T4 (min)	T5 (min)	Tiempo promedio (min)
Aprovisionamiento	Planificación de ordenes de compra	Solicitud de materiales requeridos	5	5,2	4,8	4,9	5,1	5
	Compra de materias primas	Envío de factura de compra a contabilidad	2,1	1,9	2	2,4	1,6	2
	Almacenamiento de materias primas	Verificación de cumplimiento de los requerimientos del producto	40	43	38	44	35	40
		Almacenamiento en bodega	29	26	34	30	31	30
Produccion	Elaboración orden de producción	Verificación de requerimiento por parte de servicio al cliente	5,2	4,5	5,3	4,9	5,1	5
		Elaboración de Diseño	40	45	51	47	42	45
		Elaboración de orden de pedido	2,1	1,9	2	2,4	1,6	2
	Fabricación de productos finales según indicaciones	Recepción de orden de pedido	2	1,6	2,3	1,9	2,2	2
		Programación del pedido	2,2	1,4	2	2,4	2	2
		Impresión plotter de corte	16	15	28	20	21	20
		Impresión en plotter de 2.50 m	10	15	21	17	12	15
		Impresión plotter de 3.20m	10	13	8	14	5	10
		Acabados	29	26	34	30	31	30
	Control de calidad productos terminados	Inspección	9	6	14	10	11	10
	Empaque productos terminados	Almacenamiento de producto terminado	10	15	21	17	12	15

**ANEXO C: Planilla de recorrido para distribución de productos**

**GRUPO EMPRESARIAL MAS ACTIVOS S.A S**

DIA:      MES:      AÑO:      ZONA: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_      \_\_\_\_      \_\_\_\_\_      PLACA No: \_\_\_\_\_

	HORA SALIDA	HORA LLEGADA	CLIENTE	BARRIO	DIRECCION	CONDUCTOR
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						