

**DISEÑO DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTERNA PARA EL CUMPLIMIENTO
DE LA PROMESA DE LOS CLIENTES EN EL PROCESO DEL SERVICIO DE
MANTENIMIENTO PARA LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
TIPO I (AEE), ESTUDIO DE CASO**

ANDRÉS CAMILO PEDRAZA MARTÍNEZ

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2019**

**DISEÑO DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTERNA PARA EL CUMPLIMIENTO
DE LA PROMESA DE LOS CLIENTES EN EL PROCESO DEL SERVICIO DE
MANTENIMIENTO PARA LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
TIPO I (AEE), ESTUDIO DE CASO**

ANDRÉS CAMILO PEDRAZA MARTÍNEZ

**Proyecto Integral de Grado para optar al título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2019**

Nota de aceptación

Jurado 1: Gabriel Combariza

Jurado 2: John Álvaro Romero

Bogotá, D.C. Agosto del 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

Presidente de la Institución y Rector del Claustro

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. MARIO POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Ing. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería Industrial

Ing. JULIO ANÍBAL MORENO GALINDO

Las Directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto de grado a Dios por permitirme culminar esta etapa en mi vida, pero principalmente doy gracias a mis padres por todo el esfuerzo y sacrificio que tuvieron que hacer en el transcurso de toda esta etapa universitaria, que no fue algo sencillo, pero en el cual por medio de sus enseñanzas, esmero y dedicación me brindaron las herramientas y motivación suficiente para poder cumplir satisfactoriamente este gran objetivo, por lo cual me siento infinitamente agradecido y bendecido por tener unos padres tan ejemplares y los cuales siempre serán mi luz y mi guía en mi camino. A mi familia en general también deseo dedicarle este proyecto de grado debido a que gracias a los valores y principios que me han inculcado en el transcurrir de mi vida han sentado así las bases necesarias para ser la persona que soy hoy en día.

A mis amigos los cuales me brindaron su ayuda de manera genuina e incondicional, aquellos que conocí antes y aquellos que conocí en el trayecto de la vida les doy muchas gracias por todo el cariño y el tiempo que me aportaron.

También se la dedico a los compañeros y conocidos que igualmente me ayudaron, ya que esos pequeños actos de bondad toman una gran importancia en el cumplimiento de cualquier meta.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios, a mis padres y amigos por ayudarme a culminar este proceso académico.

También agradecerles a aquellos profesores que realmente tuvieron la paciencia y la dedicación para brindarme y apórtame todos sus conocimientos no solo en el ámbito académico, sino también en el ámbito laboral y personal.

A la ingeniera y profesora Mónica Suárez, directora del presente proyecto de investigación, por todo el tiempo, enseñanzas y entrega que tuvo en el transcurso de este proyecto de grado y en las materias que curse con ella. No solo es una excelente profesional, sino también una excelente persona.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	19
1. MARCO REFERENCIAL	20
1.1 MARCO CONCEPTUAL	20
1.1.1 Modelo	20
1.1.2 Logística	21
1.1.3 Logística Interna	22
1.1.4 Logística de Salida	23
1.1.5 Servicio de mantenimiento	23
1.1.6 Servicio al cliente	24
1.1.7 AEE	25
1.1.8 Ciclo de vida	29
1.1.9 Estudio de Caso	30
1.2 MARCO TEÓRICO	31
1.2.1 Servicio al Cliente	31
1.2.2 Servicio de Mantenimiento	32
1.2.3 Logística Interna	33
1.2.4 Logística de Salida.	35
1.2.5 Estudio de caso	36
1.2.6 Método de la Triangulación	37
1.3 ANALISIS DE LOS DATOS	39
2. DIAGNÓSTICO	49
2.1 FASE DE IDENTIFICACIÓN	49
2.1.1 Diagrama de Árbol	49
2.1.2 Hipótesis Dinámica	51
2.2 FASE DE PRIORIZACIÓN	62
2.2.1 Técnica Multicriterio	62
2.2.2 Escala de Likert	64
2.2.3 Implementación de la técnica multicriterio	65
2.2.4 Matriz Vester	71
2.2.5 Implementación de la Matriz Vester	73
2.2.6 Análisis de convergencia y divergencia	76
2.3 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN POR MEDIO DE FUENTES PRIMARIAS	76
2.3.1 Psicometría TRI	77
2.3.2 Método Delphi	79
2.3.3 Entrevista	82
2.3.4 Análisis de los resultados de la entrevista	86

2.3.5	Análisis de convergencia	101
3.	CARACTERIZACIÓN	111
3.1	TÉCNICAS GRÁFICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS	111
3.1.1	Diagrama de flujo	111
3.2	ANÁLISIS POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE TIC'S	113
3.2.1	VSM (Value Stream Mapping)	113
3.2.2	SIPOC	114
4.	DISEÑO DEL MODELO DE LOGÍSTICA INTERNA	118
4.1	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MODELO	118
4.1.1	Modelo Intellectus	118
4.2	DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA	119
4.3	OPERATIVIDAD DEL MODELO	125
4.3.1	Componentes del modelo	126
4.3.2	Elementos del modelo	127
4.3.3	Atributos y Variables	140
5.	ESTIMACIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DEL DISEÑO LOGÍSTICO	156
5.1	MODELO CUANTITATIVO DE MINIMIZACIÓN DE COSTOS Y MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD	156
5.1.1	Repuestos de los AEE Tipo I	156
5.1.2	Insumos	157
5.1.3	Costos Variables	158
5.1.4	Restricciones del modelo	158
5.1.5	Modelo de Minimización de los Costos Variables	159
5.1.6	Costos Fijos	161
5.1.7	Modelo de Maximización de las Utilidades	162
5.2	LISTA DE CHEQUEO	164
6.	CONCLUSIONES	168
7.	RECOMENDACIONES	169
	BIBLIOGRAFÍA	170
	ANEXOS	177

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Matriz Rij (Matriz Absoluta)	66
Tabla 2. Modelo objetivo	68
Tabla 3. Triangulo de Fuller	68
Tabla 4. Matriz del Modelo Subjetivo	69
Tabla 5. Matriz del Modelo Definitivo	70
Tabla 6. Matriz Relativa o Final de las Técnicas multicriterio	70
Tabla 7. Escala de las causas	71
Tabla 8. Matriz Vester	74
Tabla 9. Normalización de las preguntas 2, 5,6 y 8	94
Tabla 10. Normalización de las preguntas 10, 11 y 12	94
Tabla 11. Normalización de las preguntas por la normalización del test	94
Tabla 12. Normalización de las preguntas 3, 4,7 y 9	95
Tabla 13. Normalización de las preguntas por la normalización del test	96
Tabla 14. Cálculos Alfa de Cronbach	100
Tabla 15. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para lavadoras	156
Tabla 16. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para calentadores	157
Tabla 17. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para neveras	157
Tabla 18. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para hornos	157
Tabla 19. Información de los insumos que se utilizan en el servicio de mantenimiento	157
Tabla 20. Minimización de costos	160
Tabla 21. Costos Fijos	161
Tabla 22. Costos fijos prorrateados	161
Tabla 23. Minimización de costos	163
Tabla 24. Resultado de la lista de chequeo	167
Tabla 25. Porcentaje de Cumplimiento	167

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Definiciones de Logística	21
Cuadro 2. Definiciones de Logística Interna	22
Cuadro 3. Definición de Logística de Salida	23
Cuadro 4. Definición de Servicio de Mantenimiento	24
Cuadro 5. Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según la Directiva RAEE de 2002	26
Cuadro 6. Categoría de los RAEE según la Directiva del Real Decreto 208/ 2005	27
Cuadro 7. Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según Directiva RAEE de 2012	27
Cuadro 8. Definición de Estudio de Caso	30
Cuadro 9. Modelos de triangulación	37
Cuadro 10. Roturas del Diagrama causal	62
Cuadro 11. Listado de causales	65
Cuadro 12. Criterios de evaluación	65
Cuadro 13. Escala de Likert	66
Cuadro 14. Formato de la Matriz Vester	72
Cuadro 15. Valores de entrada en la Matriz Vester	72
Cuadro 16. Análisis de convergencia y divergencia	76
Cuadro 17. Resultado del análisis de psicometría TRI	79
Cuadro 18. Trazabilidad de las preguntas	83
Cuadro 19. Definición de los tópicos	86
Cuadro 20. Categoría Inferida	87
Cuadro 21. Sub categorías	87
Cuadro 22. Categorías y Sub-categorías	88
Cuadro 23. Cuadro de equivalencia de las preguntas inducidas	89
Cuadro 24. Respuestas de preguntas inducidas	90
Cuadro 25. Cuadro de equivalencia de las preguntas de clasificación	92
Cuadro 26. Respuestas de preguntas de clasificación	92
Cuadro 27. Resultado final del proceso de homogenización	95
Cuadro 28. Resultado final del proceso de homogenización	96
Cuadro 29. Cuadro de equivalencia pregunta mixta	97
Cuadro 30. Calificación de las roturas del diagrama causal	98
Cuadro 31. Cuadro de equivalencia para alfa de Cronbach	100
Cuadro 32. Cálculos finales de Alfa de Cronbach	101

Cuadro 33. Cuadro de equivalencia final	102
Cuadro 34. Número de expertos que seleccionaron una opción (preguntas inducidas)	102
Cuadro 35. Número de expertos que seleccionaron una opción (preguntas de clasificación)	106
Cuadro 36. Valoración de las preguntas	108
Cuadro 37. Cuadro de convergencia	109
Cuadro 38. Simbología básica VSM	113
Cuadro 39. Cuadro de convenciones del modelo	119
Cuadro 40. Lista de chequeo	164

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo del servicio al cliente	31
Figura 2. Tipos de Mantenimiento	33
Figura 3. Principio de triangulación	38
Figura 4. Componentes de la Logística Interna	40
Figura 5. Cuadro conceptual de los problemas más comunes del servicio al cliente y el servicio de mantenimiento	48
Figura 6 Árbol del problema	50
Figura 7 Diagrama causal	61
Figura 8. Matriz de decisión	63
Figura 9. Plano Cartesiano de la Matriz Vester	73
Figura 10. Matriz Vester	75
Figura 11. Agrupación de las funciones logísticas	112
Figura 12. Value Stream Mapping	114
Figura 13. Convenciones SIPOC	115
Figura 14. SIPOC logística interna	116
Figura 15. SIPOC logística de salida	117
Figura 16. Ejemplo del Modelo Intellectus	119
Figura 17. Componentes del modelo	120
Figura 18. Elementos del modelo	122
Figura 19. Variables y Atributos del modelo	124
Figura 20. Niveles de desagregación del Modelo	125
Figura 21. Sistema ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>)	129
Figura 22. Flujo general de las actividades de planificación y control	130
Figura 23. Sistema de ejecución de un pronóstico	132
Figura 24. Planeación de la producción	134
Figura 25. Ciclo del pedido	135
Figura 26. Ciclo del proceso de atención al cliente	137
Figura 28. Características de los indicadores de gestión	142
Figura 29. Actividades claves para la selección y alistamiento de pedidos	144
Figura 30. Esquema del Crossdocking	146
Figura 31. Funciones del TMS	148
Figura 32. Pasos básicos para la implementar la estrategia CRM	155

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Pregunta 2	103
Gráfica 2. Pregunta 5	103
Gráfica 3. Pregunta 6	104
Gráfica 4. Pregunta 8	104
Gráfica 5. Pregunta 11	105
Gráfica 6. Pregunta 12	105
Gráfica 7. Pregunta 3	106
Gráfica 8. Pregunta 4	107
Gráfica 9. Pregunta 7	107
Gráfica 10. Pregunta 9	108
Gráfica 11. Gráfica de Convergencia	110

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. perfil de las personas entrevistadas para la validación por medio de la psicometría TRI	177
Anexo B. entrevista estructurada	179
Anexo C. perfil de los expertos	184
Anexo D. costos operativos del modelo logístico	186

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto de investigación se llevó a cabo por medio de tres fases metodológicas. La primera fase es la explicativa, en esta se recopiló toda la información pertinente por medio de fuentes secundarias utilizando diferentes instrumentos y herramientas con el fin de estructurar un marco referencial que sirva de guía al lector y normalice diferentes términos y conceptos técnicos en cuanto a la logística, los aparatos eléctricos y electrónicos, y el servicio de mantenimiento.

La siguiente fase es la descriptiva, donde se corroboró por medio de fuentes primarias toda la información que se obtuvo en la primera fase. A esta fase también se le suma la respectiva caracterización de los procesos en el servicio de mantenimiento que contribuirá para determinar la relación que existe entre la logística interna y la logística de salida.

Una vez que la información se encuentra validada y sea fiable, se procede a realizar la fase final del proyecto de investigación, la cual comprende el diseño final del modelo que contiene un planteamiento cualitativo que es explicado por medio de la descripción geométrica y operativa, y un planteamiento cuantitativo que se verá reflejado en la minimización de costos y maximización de la utilidad.

Por último, mediante una lista de chequeo se verificará la aplicación que tiene el modelo en los diferentes requerimientos operativos en la logística del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

Palabras Claves: logística, logística interna, logística de salida, aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), servicio de mantenimiento.

ABSTRACT

The development of this research project was carried out through three methodological phases. The first phase is the explanatory one, in which all the pertinent information was collected through secondary sources using different tools and instruments in order to structure a referential framework that serves as a guide for the reader and normalizes different terms and technical concepts regarding the logistics, electrical and electronic equipment, and maintenance service.

The next phase is descriptive, where all the information obtained in the first phase was corroborated through primary sources. This phase also includes the respective characterization of the processes in the maintenance service that will contribute to determining the relationship that exists between the internal logistics and output logistics.

Once the information is validated and reliable, we proceed to the final phase of the research project, which includes the final design of the model that contains a qualitative approach that is explained by means of the geometric and operational description, and a quantitative approach that will be reflected in the minimization of costs and maximization of utility.

Finally, a checklist will verify the application that the model has in the different operational requirements in the maintenance service logistics of AEE Type I.

Key words: logistics, internal logistics, exit logistics, electrical and electronic equipment (EEE), maintenance service.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años a nivel mundial se ha venido dando una preocupación común acerca de cómo utilizamos nuestros recursos y el impacto medio ambiental que genera el desechar aquellos productos inservibles o que no funcionan de manera correcta, los tratados como el de París reflejan una evidente preocupación por el declive ecológico que ha sufrido el planeta en el transcurrir del tiempo. Por lo tanto, ha incrementado el número de personas que recurren ya no a desechar sus electrodomésticos, sino más bien buscan opciones como el servicio de mantenimiento que prolongue su ciclo de vida. Se han creado grupos que exigen a los fabricantes que sus productos sean reparados y obligar a los gobiernos a supervisar su control. Un ejemplo de esto se evidencia en Europa donde los ministros de ambiente han votado una serie de normas que obligan a los fabricantes a hacer sus productos más duraderos y más fáciles de arreglar¹.

Por lo tanto resulta pertinente realizar un estudio de investigación sobre el servicio de mantenimiento, pero bajo un enfoque logístico en que se evalúen sus procesos y la relación que existen entre ellos con el fin de deducir donde se encuentran las fallas y cuáles son los requerimientos que debe cumplir este servicio, además de que el análisis de este proyecto de investigación es altamente escalable para sitios de gran influencia como lo son Estados Unidos y Europa como se decía con anterioridad. La delimitación está definida para los AEE Tipo I que son aquellos electrodomésticos de uso primordial como son la lavadora, el horno, el refrigerador y otros productos que hacen parte de la línea blanca.

Se utilizarán diferentes herramientas que se han visto en el transcurso de la carrera de ingeniería industrial, primero para realizar la recopilación de la información del tema, determinar un diagnóstico del servicio de mantenimiento, la caracterización de sus procesos y por último se desarrollará un modelo que evidencie una gran parte de los factores claves del servicio, los cuales se deberán tener en cuenta al momento de implementar un servicio de mantenimiento para un producto específico como lo son los AEE Tipo I.

¹ VILARIÑO, Albert. ¡Por el derecho a reparar los aparatos electrónicos! En: Revista Compromiso Empresarial. [en línea]. España .29 de enero de 2019. [revisado 15 de mayo]. Disponible: <https://www.compromisoempresarial.com/rsc/2019/01/por-el-derecho-a-reparar-los-aparatos-electronicos/?fbclid=IwAR2TBCjbYxJICy99SXlrfto-f1SBH-2Kgqvi04xzGk0ZRCTEqU5Lo9tpW0s>

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de logística interna para el cumplimiento de la promesa de los clientes en el proceso del servicio de mantenimiento para los aparatos eléctricos y electrónicos Tipo I (AEE).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estructurar un marco referencial sobre los problemas más comunes que se presentan en el servicio al cliente y de mantenimiento de los AEE Tipo I, a través de la obtención de fuentes secundarias como: libros, artículos, proyectos y tesis.
- Realizar un diagnóstico de las problemáticas que se presentan en la logística para los AEE Tipo I, en el que se identifique las operaciones logísticas del proceso de mantenimiento, de acuerdo a un análisis comparativo de la información obtenida entre las fuentes secundarias y las fuentes primarias.
- Caracterizar el proceso de logística interna para el servicio de mantenimiento, utilizando los principios logísticos, y los conceptos de la cadena de abastecimiento.
- Realizar un diseño logístico para el cumplimiento de la promesa al cliente en las operaciones de mantenimiento de los AEE Tipo I, utilizando los fundamentos de la logística.
- Realizar una estimación de los costos para la operatividad del diseño logístico, utilizando las herramientas contables y financieras que brinda la universidad.

1. MARCO REFERENCIAL

Al ser el marco de referencia la fundamentación teoría y conceptual de la investigación del proyecto, se dará una explicación clara y concisa de todos aquellos conceptos, categorías, axiomas, postulados, modelos y teorías, sobre todo a aquellos que se relacionan directamente con el servicio al cliente y al servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

1.1 MARCO CONCEPTUAL

Se aclararán los diferentes conceptos, con el fin de dar una explicación en donde se contextualice las diferentes ideas y se logre una mayor comprensión de los mismos.

1.1.1 Modelo. Este término presenta una gran cantidad de definiciones como de usos, dependiendo del contexto en que se tome, pero todos tienen algo en común y es que son capaz de ser abstraídos y analizados por fuera de su simple aplicación práctica².

Por lo que un modelo es aquella representación de un hecho o un fenómeno propuesto como ideal a seguir. Donde el modelo desea mostrar las características generales de su estructura, explicar sus partes, mecanismo y procesos, y como estos se encuentran relacionados entre sí, sustentándose en bases teóricas, para facilitar su comprensión³.

Según Aguilera, el modelo es una representación parcial de la realidad; refiriéndose a que no se puede explicar en su totalidad, ni agrupar todas aquellas variables que se puedan presentar, por lo que se debe utilizar para probar una hipótesis o una teoría, o tan solo para explicar un proceso o una abstracción⁴.

De acuerdo con Flórez, es una imagen o representación de las relaciones que existen en un fenómeno o de cosas observables, con el fin de mejorar su comprensión, reduciéndolas a una raíz común que permita captarlas como similares en su estructura o en su funcionamiento⁵.

² ¿Qué es Modelo? Enciclopedia de conceptos. [en línea]. Argentina 2017. [consultado 22 octubre 2018]. Disponible en: <https://concepto.de/modelo/>

³ CARACHEO, The new Frontiers of education. Leaning Throughout live Challenges for the twenty-first century. París: UNESCO publishing. Citado por: GARCÍA, Leticia. Modelo sistémico basado en competencias para instituciones educativas públicas. Michoacán, 2008. p. 12. Trabajo de Doctorado. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.

⁴ AGUILERA, Modelo Querétaro: CIIDET, Maestría en Enseñanza de las Ciencias. Citado por: GARCÍA, Leticia. Modelo sistémico basado en competencias para instituciones educativas públicas. Michoacán, 2008. p. 12. Trabajo de Doctorado. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.

⁵ FLÓREZ, Hacia una pedagogía del conocimiento. Colombia McGraw Hill. Citado por: GARCÍA, Leticia. Modelo sistémico basado en competencias para instituciones educativas públicas. Michoacán, 2008. p. 12. Trabajo de Doctorado. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.

En conclusión, el modelo como instrumento de diseño, no solo es importante para el diagnóstico, sino también en la generación de cambios factibles dentro de una organización.

1.1.2 Logística. Son todos los procesos que se deben llevar a cabo en la cadena de suministro donde se maneja y se controla el flujo de información, productos en proceso, productos terminados, transacciones y materiales. Algunas definiciones de diferentes autores o asociaciones que ayudan a complementar este concepto serán presentadas a continuación:

Cuadro 1. Definiciones de Logística.

Concepto	Autor	Definición
Logística	Association for Operations Management	“El arte y la ciencia de obtener, producir y distribuir el material y el producto en el lugar y las cantidades apropiadas” ⁶ .
	Consejo de Dirección Logística	“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes” ⁷ .
	Luis Aníbal Mora García	“Es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía, desde la programación de compras hasta el servicio postventa; pasando por el aprovisionamiento de materias primas; la planificación y gestión de la producción; el almacenamiento, manipuleo y gestión de <i>stock</i> , empaques, embalajes, transporte, distribución física y los flujos de información” ⁸ .
	Roberto Carro y Daniel González.	Su función primordial es ser la conexión entre las fuentes de aprovisionamiento y suministro, y la distribución y el cliente final, satisfaciendo de manera permanente la demanda en cuanto cantidad, oportunidad y calidad al menor costo posible para la empresa ⁹ .

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, la logística es aquella que planea, lleva a cabo y controla todos los flujos presentes en la cadena de suministro o procesos dentro de la empresa,

⁶ ASSOCIATION FOR OPERATIONS MANAGEMENT. Citado por: CHASE, Richard. et al. Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros. 12ma edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2009. p. 384. ISBN: 978-970-10-7027-7.

⁷ CONSEJO DE LA DIRECCIÓN LOGÍSTICA. Citado por: BALLOU, Ronald. Logística Administración de la cadena de suministro. 5a. Edición ed. México: Pearson Educacion, 2004. p. 4. ISBN 970-26-0540-7.

⁸ MORA, Luis. Gestión Logística Integral. Colombia: Ecoe Ediciones, 2008. p. 6. ISBN: 9789586485722

⁹ CARRO, Roberto y GONZÁLEZ, Daniel. Logística Empresarial. [en línea]. [consultado 26 Agosto 2018]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logística_empresa.pdf.

siendo esta una actividad interdisciplinaria que abarca diferentes áreas de la organización, con el fin de generar una mayor conexión entre estas y el cliente.

1.1.3 Logística Interna. Este concepto es fundamental en el desarrollo del proyecto por lo que se analizará la definición de diferentes autores, con el objetivo de concluir una idea que se adapte al modelo.

Cuadro 2. Definiciones de Logística Interna.

Concepto	Autor	Definición
Logística Interna	Chopra y Meindl	Consiste en todos los procesos de la cadena de suministro que son internos a la compañía y trabajan para planear y surtir los pedidos del cliente, de una manera oportuna y al menor costo posible ¹⁰ .
	Michael Portter	Es aquella que está conformada por las actividades de recepción, almacenaje, manipulación de materiales, inventarios, vehículos, devoluciones, entre otros ¹¹ .
	Luís Mora	Establece que es el proceso donde se planea, implementa y controla las actividades al interior de una organización, en donde se encuentran incluidas las actividades de programación de compras, el aprovisionamiento de materias primas, los flujos de información y de materiales, la coordinación de recursos, la gestión de la producción, el almacenamiento, el embalaje y la disposición para despachar los productos terminados ¹² .
	Orlem Pinheiro de Lima, Breval, Rodríguez y Follmann	La logística interna es la planificación, la ejecución y el control del flujo físico y de informaciones internas de la empresa, buscando la optimización de los recursos, procesos y servicios con la mayor economía posible ¹³ .

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se puede concluir que la logística interna, son todos aquellos procesos internos en la cadena de suministro, donde requiere realizar una planeación, ejecución y control no solo del flujo físico, sino también de la información que circula, buscando siempre coordinar los recursos de forma óptima y a un menor costo.

¹⁰ CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. 3a. ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, CRUZ CASTILLO, Luis Miguel, 2008. p. 15-21. ISBN: 978-970-26-1192-9.

¹¹ Michael Portter. Citado por: QUINTERO, Johana y SÁNCHEZ, José . La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. En: Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. p. 382. ISSN: 1317-0570. Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín Venezuela.

¹² MORA. Op. cit., p.7.

¹³ PINHEIRO DE LIMA, Orlem. et al. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. En: INGENIARE: REVISTA CHILENA DE INGENIERIA. Jun 1, vol. 25, no. 2, p. 271.

1.1.4 Logística de Salida. Para entender este concepto primero se debe partir del hecho que la logística de salida, es aquella que se encuentra procedida por la logística interna, haciendo evidente el vínculo que existe entre las dos, ya que todas aquellas actividades que se realicen en la logística interna, se verán reflejadas en la logística de salida, entendiendo también que la logística es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía. Por lo que, si se incumplen con todas las actividades y procedimientos, el cliente lo percibirá. A continuación, se validará el concepto en el cuadro 3.

Cuadro 3. Definición de Logística de Salida.

Concepto	Autor	Definición
Logística de Salida	Ronald Ballod	Es aquella que apunta a generar la demanda por parte del cliente y como tal se debe realizar un seguimiento de los pedidos. Incluyendo actividades como marketing, fijación de precios, ventas, administración de pedidos, servicio al cliente y de mantenimiento. Es un nexo entre las funciones de producción y de comercialización, pero en los cuales muchas veces sus procesos se centran en la interacción de la compañía con sus cliente ¹⁴ .
	Rojas, Guisao y Cano	Es aquel punto donde se mide la eficiencia y efectividad de todos los procesos que se llevan a cabo en la cadena de suministro. Como lo son el picking, packing, crossdocking, valoración y selección del canal de distribución ¹⁵ .

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la logística de salida es aquella que se enfoca en no solo con cumplir con la demanda del cliente, sino también en brindarle un servicio que satisfaga y supere las expectativas del cliente frente a la empresa, su objetivo es crear un vínculo cercano con el cliente por medio de diferentes estrategias o herramientas que desarrollen el respeto y fidelidad del mismo.

1.1.5 Servicio de mantenimiento. Este concepto puede crear confusiones, ya que también es utilizado dentro de la empresa, como aquella actividad que se le realiza a las maquinas e infraestructura que posee la organización. En este caso el servicio de mantenimiento estará enfocado en los productos comercializados que pertenezcan a los AEE Tipo I, pero se dará una definición general de este concepto a continuación.

¹⁴ BALLOU, Op. cit., p. 15.

¹⁵ ROJAS, Miguel, et al. Logística integral: una propuesta práctica para su negocio. Ediciones de la U, 2011. 277 p.

Cuadro 4. Definición de Servicio de Mantenimiento.

Concepto	Autor	Definición
Servicio de mantenimiento	Santiago García	“Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento” ¹⁶ .
	Tomás Fucci	“Es aquel que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos. Logrando que un producto se desempeñe del modo que se había propuesto, durante un tiempo establecido, bajo condiciones especificadas de operación” ¹⁷ .
	Chopra y Meindl	Es una actividad que corresponde a la parte de la logística interna, definiéndolo como un servicio que se presta después que el producto ha sido entregado y que requerirá en algún momento de su ciclo de vida repáralo y darle servicio. Donde se deben establecer los niveles de inventario para todas aquellas partes que constituyen los repuestos, además de programar las visitas de servicio ¹⁸

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, el servicio de mantenimiento, es aquel servicio que se presta después de que el producto ha llegado al cliente, con el objetivo de poder extender su ciclo de vida durante el mayor tiempo posible, para lograr maximizar su desempeño y rendimiento.

1.1.6 Servicio al cliente. Prestar el servicio al cliente, va más allá del tipo de la organización que se tenga, es decir, ya sea pública, privada, multinacional, mediana o pequeña, o cualquier tipo de constitución que tenga, las organizaciones requieren del desarrollo de esta área para prolongar su existencia en el tiempo y considerarse exitosa. Además, que todo aquello que se realice en cualquier área de la empresa esta indirecta o directamente relacionado con el servicio al cliente. Porque todas aquellas actividades que se realicen dentro de la organización constituyen el servicio al cliente¹⁹.

Pero se debe tener cuidado de clasificar el servicio tan solo como un segmento o un área de la economía, ya que se estaría atenuando el impacto total que tiene, no

¹⁶ GARCÍA, Santiago. Ingeniería de Mantenimiento; Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. 2009. p.1.

¹⁷ FUCCI, Tomás. Mantenimiento: organización, factor humano y riesgos psico-sociales: Aspectos a tener en cuenta para el control de los riesgos psico-sociales La logística de producción mantenimiento. España: Editorial Académica Española, 2017. ISBN: 978-620-225-044-3. p 2.

¹⁸ CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. 3a. ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, CRUZ CASTILLO, Luis Miguel, 2008. p. 490. ISBN: 978-970-26-1192-9.

¹⁹ PAZ, Renata. Servicio al cliente la comunicación y la calidad del servicio en la atención al cliente. Ideaspropias Editorial S.L., 2015. p. 1. ISBN: 978-849-6578-12-8.

es solo un medio para ayudar a resolver un inconveniente que llegase a presentar el cliente, sino también es una herramienta muy efectiva para recopilar la información del mercado, saber cómo este cambia y evoluciona. Teniendo presente que también es el servicio que ayuda en la reparación de ya sea de aparatos, dispositivos y demás objetos que llegar a requerir un mantenimiento ya sea tanto correctivo, como preventivo²⁰.

1.1.7 AEE. Los AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) son aquellos instrumentos que necesitan de una corriente eléctrica o campos electromagnéticos para poder funcionar y realizar su proceso para el cual fue desarrollado de manera adecuada, y se encuentra compuesto por una gran cantidad de piezas²¹, que en el momento que llegan a ser considerados inútiles son descartados por su propietario. Existe una categorización tanto por funcionalidad como por tamaño que será descrita a continuación.

Según Marlybell²², existe una categorización de los AEE que es la que normalmente se utiliza desde una perspectiva de comercialización donde se divide en tres grande categorías que son las siguientes:

- **Línea Blanca:** grandes y pequeños electrodomésticos.
- **Línea Gris:** equipo de informática y telecomunicaciones
- **Línea Marrón:** aparatos electrónicos de consumo.

Línea Blanca: esta línea incluye todos aquellos electrodomésticos que sirvan para la cocina, el lavado, la refrigeración y la ventilación.

Línea Marrón: engloba todos aquellos equipos electrónicos de usos cotidiano en los hogares y oficinas, que muchas veces son utilizados como espacio de ocio y entretenimiento, como lo son los televisores, equipos reproductores, grabadoras de sonido y video.

Línea Gris: hace referencia a las TIC's (tecnología, información y comunicación), donde están incluidos aparatos electrónicos como, computadoras, impresoras, copiadoras, celulares y periféricos.

En el **Cuadro 5** con el objetivo de aclarar y dar a conocer de una manera más detallada, las 10 categorías que se encuentran en la Directiva del Real Decreto 208/ 2005, se presenta el siguiente cuadro:

²⁰ ALBRECHT, Karl y ZEMKE, Ron. Gerencia del Servicio. 6a. Edición. Legis Editores, 1988. p 4-5. ISBN: 958-9042-34-1.

²¹ MARLYBELL OCHOA, Miranda. Gestión integral de residuos. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2016. p. 15.

²² Ibid., p. 24-25.

Cuadro 5. Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según la Directiva RAEE de 2002.

Categorías	AEE considerados en la categoría	Clasificación común
1. Grandes electrodomésticos	Lavadoras, secadoras, neveras, refrigeradores, equipos de aire acondicionado y calefacción, ventiladores, cocinas, hornos eléctricos, hornos microondas, etc.	Electrodomésticos grandes de la línea blanca
2. Pequeños electrodomésticos	Planchas, aspiradoras, cafeteras, tostadoras, cuchillos eléctricos, máquinas de afeitar, secadoras de cabello, etc.	Electrodomésticos pequeños de la línea blanca
3. Equipos de informática y telecomunicaciones	Computadores de escritorio, computadores portátiles, teléfonos fijos y celulares, agendas electrónicas, máquinas de escribir eléctricas y electrónicas, máquinas de fax, fotocopiadoras, impresoras, calculadoras, etc.	Electrodomésticos de la línea gris
4. Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos	Radios, televisores, reproductores de VCR/DVD/CD, cámaras de video, instrumentos musicales, amplificadores de sonido, etc.	Electrónica de consumo de la línea marrón
5. Aparatos de alumbrado	Bombillas fluorescentes rectas, circulares y compactas, lámparas de sodio y haluros metálicos, luminarias (excepto las bombillas incandescentes).	
6. Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura).	Taladros, sierras, máquinas de coser, máquinas para torneado, aserrar, pulir, cortar, atornillar, soldar, rociar, cortar el césped y jardinería, etc. (excepto las grandes máquinas industriales fijas).	
7. Juguetes o equipos deportivos y de ocio	Trenes eléctricos o carros de carreras, consolas portátiles, videojuegos, máquinas tragamonedas, material deportivo con componentes electrónicos, etc.	
8. Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados e infectados)	Equipos de laboratorio y para radioterapia; equipos de cardiología, diálisis, ventilación pulmonar, medicina nuclear, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro, etc.	
9. Instrumentos de vigilancia y control	Detectores de fuego, termostatos, reguladores de calefacción, aparatos de medición, pesaje y reglaje para el hogar o laboratorios, otros instrumentos de control, etc.	
10. Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de productos sólidos, bebidas frías y calientes, y dinero.	

Fuente: PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2003), citado por MARLYBELL OCHOA, Miranda. Gestión integral de residuos. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2016. p 26. ISBN 978-958-738-754-4

Cuadro 6. Categoría de los RAEE según la Directiva del Real Decreto 208/ 2005.

Categoría RAEE			
1 Grandes Electrodomésticos		6 Herramienta eléctricas o electrónicas	
2 Pequeños electrodomésticos		7 Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre	
3 Equipos de informática y telecomunicación		8 Aparatos médicos	
4 Aparatos electrónicos de consumo		9 Instrumentos de vigilancia o control	
5 Aparato de alumbrado, bombillas de bajo consumo y fluorescentes		10 Máquinas expendedoras.	

Fuente: MITJANS, Victor y CARMONA, Marta. Oportunidades de creación de empleo en la mejora de la gestión de RAEE. España.

Pero la reciente Directiva 2012/19 UE decidió modificar el número de categorías de 10 categorías a 6 categorías, teniendo en cuenta criterios como el tamaño de los aparatos y las corrientes típicas de recolección de los RAEE, donde se mostrará a continuación²³:

Cuadro 7. Categorización de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la UE según Directiva RAEE de 2012.

Categorías	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
1. Aparatos de intercambio de temperatura	Neveras, congeladores, aparatos que suministran automáticamente productos fríos, aparatos de aire acondicionado, equipos de deshumidificación, bombas de calor, radiadores de aceite y otros aparatos de intercambio de temperatura que utilicen fluidos diferentes al agua.	Grandes electrodomésticos (únicamente de refrigeración y calefacción).

²³ MARLYBELL OCHOA, Miranda. Gestión integral de residuos. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2016. p. 27.

Cuadro 7. (Continuación)

Categorías	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
2. Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm ²	Pantallas, televisores, marcos digitales para fotos con tecnología LCD, monitores, computadores portátiles, incluidos los de tipo notebook y tabletas.	Equipos de informática y telecomunicaciones (únicamente equipos de informática con pantallas de tamaño superior a 100 cm ²).
3. Lámparas	Lámparas fluorescentes rectas, fluorescentes compactas y fluorescentes; lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las de sodio de presión y las de haluros metálicos; lámparas de sodio de baja presión y lámparas LED.	Aparatos de alumbrado excepto las luminarias.
4. Grandes aparatos (con una dimensión exterior superior a 50 cm)	Lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, cocinas y hornos eléctricos, hornillos eléctricos, placas de calor eléctricas, luminarias; aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música (excepto los órganos de tubo instalados en iglesias), máquinas de hacer punto y tejer, grandes ordenadores, grandes impresoras, copiadoras, grandes máquinas tragamonedas, productos sanitarios de grandes dimensiones, grandes instrumentos de vigilancia y control, grandes aparatos que suministran productos y dinero automáticamente, paneles fotovoltaicos.	Grandes equipos (con una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto los equipos de refrigeración y calefacción y las lámparas.
5. Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm)	Aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, hervidores eléctricos, relojes, maquinillas de afeitar eléctricas, básculas, aparatos para el cuidado del pelo y el cuerpo, calculadoras, aparatos de radio, videocámaras, aparatos de grabación de vídeo, cadenas de alta fidelidad, instrumentos musicales, aparatos de reproducción de sonido o imagen, juguetes eléctricos y electrónicos, artículos deportivos, ordenadores para practicar ciclismo, submarinismo, carreras, remo, etc., detectores de humo, reguladores de calefacción, termostatos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños productos sanitarios, pequeños instrumentos de vigilancia y control, pequeños aparatos que suministran productos automáticamente, pequeños aparatos con paneles fotovoltaicos integrados.	Pequeños equipos (sin una dimensión exterior superior a 50 cm) de todas las categorías excepto las lámparas.

Cuadro 7. (Continuación)

Categorías	AEE considerados en la categoría	Equivalencia con la Directiva 2002
6. Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)	Aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, hervidores eléctricos, relojes, maquinillas de afeitar eléctricas, básculas, aparatos para el cuidado del pelo y el cuerpo, calculadoras, aparatos de radio, videocámaras, aparatos de grabación de vídeo, cadenas de alta fidelidad, instrumentos musicales, aparatos de reproducción de sonido o imagen, juguetes eléctricos y electrónicos, artículos deportivos, ordenadores para practicar ciclismo, submarinismo, carreras, remo, etc., detectores de humo, reguladores de calefacción, termostatos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños productos sanitarios, pequeños instrumentos de vigilancia y control, pequeños aparatos que suministran productos automáticamente, pequeños aparatos con paneles fotovoltaicos integrados.	Equipos de informática y telecomunicaciones (con pantalla menor a 100 cm ² o dimensión exterior menor a 50 cm).

Fuente: PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA (2003), citado por MARLYBELL OCHOA, Miranda. Gestión integral de residuos. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2016. p 27. ISBN 978-958-738-754-4.

En conclusión, la categorización que realiza la Directiva RAEE en 2002 es más con un énfasis en los aparatos AEE, mientras que la versión del 2012 se enfoca más desde el punto de vista de gestión del residuo RAEE.

1.1.8 Ciclo de vida. Desde un punto medio ambiental es un concepto creado para cuantificar el impacto ambiental que presenta un producto que se extrae desde la naturaleza hasta que regresa a esta, en forma de residuo. Este concepto presenta las siguientes etapas²⁴.

- El ciclo empieza en la obtención de las materias primas y/o insumos requeridos para realizar el producto, incluyendo en algunos casos material reutilizado o reciclado.
- La siguiente etapa es la fabricación del producto y la tecnología asociada. Su empaque y transporte, incluyendo el flujo de material, energía y demás recursos.

²⁴ HERNÁNDEZ GARCÍA, Claudia Ivette. Eco diseño: una herramienta para reducir el impacto medioambiental, provocado durante el ciclo de vida de productos y servicios. En: Artículos de Revista (ITCA-FEPADE). [base de datos en línea]. ITCA Editores, 2012. ISSN: 2070-0458. 40-43 p.

- La tercera etapa muestra el uso del producto terminado por parte del consumidor, y se analiza el impacto ambiental asociado al mismo.

La última etapa se define la disposición del producto una vez concluida su vida útil, o si en dado caso presenta una reincorporación de algunas de sus partes o materiales para empezar en el ciclo de otro producto.

1.1.9 Estudio de Caso. El estudio de caso será una herramienta de gran ayuda para el desarrollo del proyecto que se está realizando. Por lo que en el siguiente cuadro se mostraran diferentes definiciones del concepto, para así obtener una mayor claridad al respecto.

Cuadro 8. Definición de Estudio de Caso.

Concepto	Autor	Definición
Estudio de Caso	Piedad Cristina Martínez	“Es una estrategia metodológica de investigación científica, útil en la generación de resultados que posibilitan el fortalecimiento, crecimiento y desarrollo de las teorías existentes o el surgimiento de nuevos paradigmas científicos; por lo tanto, contribuye al desarrollo de un campo científico determinado. Razón por la cual el método de estudio de caso se torna apto para el desarrollo de investigaciones a cualquier nivel” ²⁵ .
	Díaz de Salas, Morales y Martínez	“De manera general lo podemos considerar como una metodología de investigación sobre un inter/sujeto/objeto específico que tiene un funcionamiento singular, no obstante su carácter particular también debe explicarse como sistema integrado” ²⁶ .
	Chetty	“El método de estudio de caso los datos pueden ser obtenidos desde una variedad de fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas; esto es, documentos, registros de archivos, entrevistas directas, observación directa, instalaciones u objetos físicos” ²⁷ .

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, es una metodología que posibilita el fortalecimiento, crecimiento y desarrollar de nuevas teorías o paradigmas, haciendo una investigación de algo particular, pero explicándolo como un sistema integrado. Utilizando datos

²⁵. MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. En: pensamiento y gestión. no. 20. p. 167. ISSN 1657-6276

²⁶ DÍAZ DE SALAS, Sergio Alfaro; MENDOZA MARTÍNEZ, Víctor Manuel; PORRAS MORALES, Cecilia Margarita. Una guía para la elaboración de estudios de caso. Razón y Palabra. [en línea] 2011, febrero-abril 16.p. 13. [consultado 2 noviembre 2018] ISSN 1605-4806. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199518706040>.

²⁷ CHETTY. *The case study method for research in small and médium sized firms*. Citado por: MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. En: pensamiento y gestión. no. 20. p. 167. ISSN 1657-62

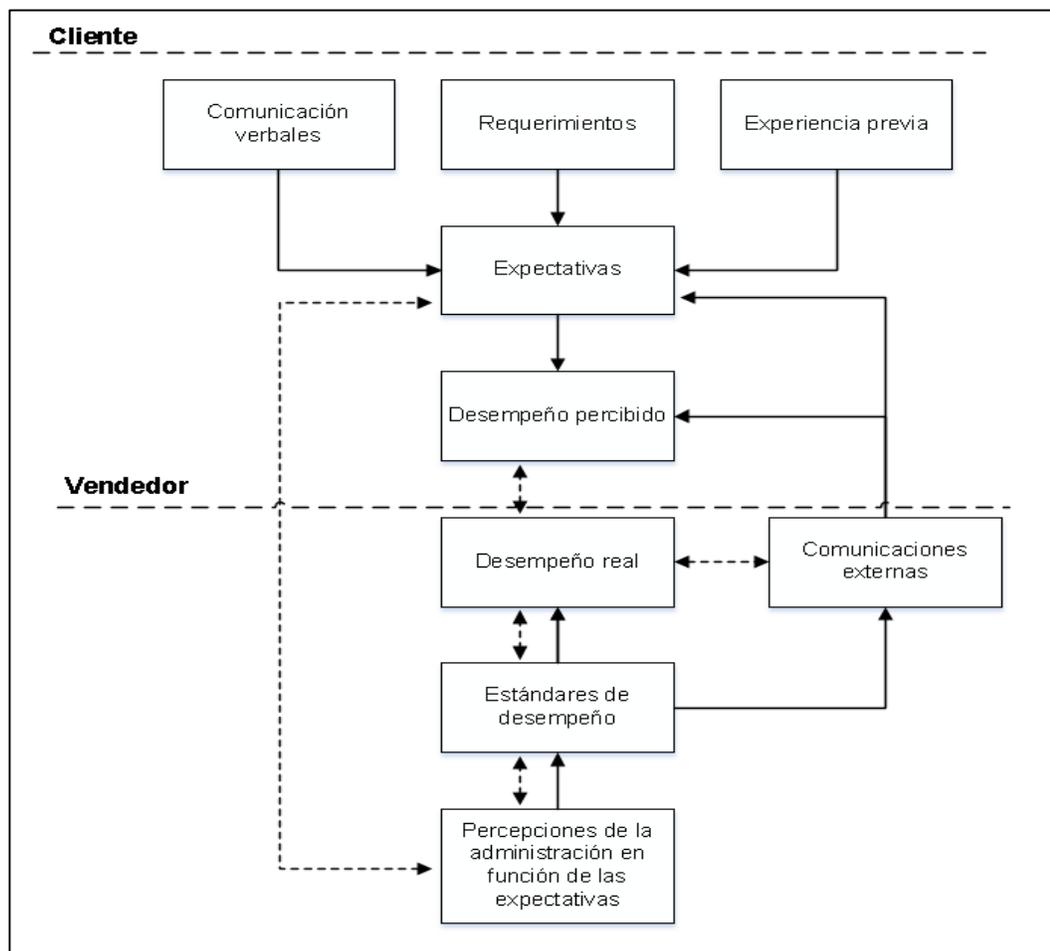
obtenidos tanto de manera cuantitativa y cualitativa lo cual lo hace apto para el desarrollo de esta investigación.

1.2 MARCO TEÓRICO

En el marco teórico se retomará la definición a cuál se llegó del concepto y se expondrá algunos de los problemas más comunes que presenta.

1.2.1 Servicio al Cliente. Teniendo en cuenta que el concepto se definió, como aquel servicio que debe prestar cualquier organización, para prolongar su existencia, poder adaptarse al mercado y ser exitosa. En la siguiente figura se apreciará un sistema que comprende todo el proceso del servicio al cliente.

Figura 1. Modelo del servicio al cliente.



Fuente: elaboración propia con base en. BOWERSOX, Donald, et al. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2007. p. 57. ISBN: 978-10-6132-2.

El modelo proporciona un sistema para comprender lo que debe realizar una empresa para satisfacer las expectativas del cliente. Pero en cual en el momento de su ejecución presenta diversos tipos de problemas como los siguientes²⁸:

- No definir el alcance del servicio.
- No registrar las incidencias con los clientes.
- No realizar el debido seguimiento hasta su cierre.
- No informar al cliente sobre la evolución de la incidencia.
- Adornar la falta de cumplimiento, por medio de publicidad engañosa.
- Eliminación de nuevos programas orientados al servicio al cliente.
- No existe un sistema de recolección de los aparatos que deben ser llevados reparar.

Estas malas prácticas generan que los clientes estén insatisfechos, se pierda su fidelidad y respeto, disminuyan las ventas, la participación en el mercado, disminuya el precio de las acciones y genera una publicidad negativa por parte de los clientes.

1.2.2 Servicio de Mantenimiento. Este concepto fue definido como el servicio que se presta después de que el cliente ha adquirido el AEE Tipo I, se realiza con el fin de que dure el tiempo establecido por la organización y que se pueda prolongar por un tiempo adecuado su ciclo de vida, maximizando su desempeño y rendimiento.

Se debe tener presente que existen dos tipos de mantenimiento y los cuales se manejan de diferente manera. En el siguiente grafico se visualizará esta diferencia.

²⁸ DEL POZO, Pablo. Guía práctica para una gestión de clientes exitosa. [en línea]. 25 de junio de 2013. [consultado 22 enero 2019]. Disponible en: <https://www.bilib.es/actualidad/blog/noticia/articulo/guia-practica-para-una-gestion-de-clientes-exit/>

Figura 2. Tipos de Mantenimiento.



Fuente: elaboración propia.

Los problemas que se presentan son:

- La falta de un compromiso continuo por parte de las organizaciones frente a sus clientes.
- No existe una planeación adecuada de garantía y del aprovisionamiento de las piezas y componentes necesarios.
- No se realiza el adecuado seguimiento del servicio.
- Los horarios que se programan para realizar el servicio de mantenimiento son variables, lo que incomoda a los clientes.
- Los precios que se ofrecen por realizar el mantenimiento no son competitivos, el cliente los percibe como muy costosos.
- Se brinda poca información al cliente sobre el proceso de mantenimiento.

1.2.3 Logística Interna. Según lo que se concluyó en el marco conceptual la logística interna son todos aquellos procesos internos en la cadena de suministro, donde requiere realizar una planeación, ejecución y control no solo del flujo físico, sino también de la información que circula, buscando siempre coordinar los recursos de forma óptima y a un menor costo.

Se realizará un análisis de aquellos procesos que intervengan en el proceso de mantenimiento de un AEE Tipo I, los cuales serán los siguientes:

- **Planeación del servicio de mantenimiento.** La planeación del servicio debe contemplar el alcance que se desea brindar con respecto al mantenimiento de los AEE Tipo I, se debe estipular cual es el tiempo que se ha de cubrir con la garantía del producto y del servicio de revisión de los aparatos si llegan a presentar algún inconveniente, donde sería interesante en este último plantear la posibilidad de prestar este servicio bajo el estándar de citas fijas, lo que es

algo que cliente agradece y valora. Aquí también se especificarán los recursos necesarios para cumplir con el servicio eso implica personal, adquisición de los componentes o piezas para reparar los aparatos y la posibilidad de prestar un servicio de transporte para recoger aquellos aparatos que requieren un análisis detallado.

- **Pronósticos de la demanda de mantenimiento.** El pronóstico de la demanda es vital para mantener un nivel de inventario adecuado o por el contrario podría presentar inconvenientes por un desabastecimiento, esto con respecto a las piezas y componentes de repuesto, pero también es importante para conocer la cantidad de recursos humanos que se requieren para prestar el servicio. Este pronóstico se puede realizar mediante los datos obtenidos en la línea de atención al cliente donde los clientes se comunican con la organización con el fin de describir la situación de sus aparatos, separando aquellos que se constituyen como AEE Tipo I.
- **Planeación del aprovisionamiento en el área de mantenimiento.** Una vez se tiene una proyección de cómo se generará la demanda a través del tiempo, por medio de los pronósticos, se llevará a cabo la especificación del nivel de inventario que se requiere y con ello cuanto espacio habrá que abarcar, con lo que se llevará a cabo la respectiva organización o clasificación de acuerdo al nivel de rotación, volumen y cantidades que presente.
- **Control de Stock.** Sirve para mantener el inventario en los niveles óptimos, donde los costos en que se incurren no sean excesivos, sino que se encuentren en un punto de equilibrio, también es conveniente para llevar a cabo la trazabilidad de la evolución de las piezas o componentes producto, asegurando no tener un capital inmovilizado, pero teniendo como fin el proteger el abastecimiento en caso de problemas en la cadena de suministro.
- **Capacidad Interna.** La capacidad interna de la organización es aquella que se determina por medio de la infraestructura, capital financiero y recursos disponibles. En el recurso humano se contempla las horas de trabajo y la cantidad de turnos que realizan. Es una restricción que se debe tener muy presente al momento de planificar el servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I.
- **Servicio de campo.** Es un servicio que se presta después que el producto ha sido entregado y que requerirá en algún momento de su ciclo de vida (reparación). Este concepto será fundamental para lograr la vinculación esperada entre la logística interna y externa.

1.2.4 Logística de Salida. La logística de salida como se determinó en el marco conceptual, es aquel puente entre la producción y la comercialización, en esta se valora todo el proceso que se han realizado para poseer el producto terminado, teniendo como objetivo primordial la interacción con el cliente.

A continuación, se analizará aquellas actividades que estén relacionadas con el proceso del servicio de mantenimiento, sin olvidar que este proceso es considerado por el cliente como un servicio al cliente que se brinda después de adquirir el AEE Tipo I.

- **Administración de los pedidos.** En la administración de pedidos se llevará a cabo el proceso de recopilación de información de los clientes acerca de los pedidos por medio de la línea de atención al cliente, en este se mantienen los registros de forma precisa, realizando un proceso similar al de abastecimiento en el área de mantenimiento, pero este además se encargará de enviar las entregas del pedido, aclarando que el pedido puede no solo ser generado por el cliente, sino por el experto que se encuentra prestando el servicio de mantenimiento.
- **Administración de los inventarios.** Una vez abastecida el área de mantenimiento, donde las piezas y componentes se encuentran organizados y clasificados, se procederá a reducir al mínimo en todo momento el nivel de inventario, pero siempre asegurando la disponibilidad de las existencias en el momento justo.
- **Programa de seguimiento del servicio.** Es importante tener un flujo de retorno o *feedback* para así tener un ciclo de mejora continua, donde se observe la trazabilidad que ha tenido el servicio al cliente y como el cliente ha percibido este servicio, con el fin de siempre mejorar el desempeño que presenta.
- **PQR.** Este sistema de peticiones, quejas y reclamos, que se deriva del programa de seguimiento al cliente. Es una herramienta que permite conocer aquellas inquietudes o manifestaciones que presenta el cliente con el producto y en el cual se puede no solo identificar el grado de satisfacción al cliente, sino que esta herramienta también es de gran ayuda para determinar cuáles son la piezas o componentes que más se requieren, ya que por medio de ciertas características del problema que hayan sido descritas por el cliente se sabrá cuáles son los posibles recambios que necesitará el aparato.
- **Precio del servicio.** Se habrá que analizar todas las variables y costos en los que incurra el servicio, para determinar un precio competitivo, que genere utilidades a la organización y sea asequible para el cliente.

- **Ventas.** El proceso de ventas ayuda a determinar que los AEE Tipo I son lo que el cliente más adquiere y con esa información se puede determinar las posibles piezas que se requieren para que siga su ciclo de vida y así ajustar el nivel de inventario.
- **Servicio al cliente.** El servicio al cliente será el concepto que abarca muchos de los términos que se han utilizado con anterioridad dentro de la logística externa y que sirven para consolidar la relaciones con el cliente para que por medio de su satisfacción se cree un vínculo de fidelidad y respeto. Y el servicio de mantenimiento como se ha dicho a través de la investigación es percibida por el cliente como un proceso de logística de salida (servicio al cliente) y por la organización como un servicio que requiere la vinculación de la logística interna para cumplir su objetivo.

1.2.5 Estudio de caso. Se considera el método de estudio de caso apropiado para realizar esta investigación, ya que contiene los siguientes rasgos distintivos²⁹:

- Examina o indaga sobre un problema contemporáneo en su entorno real.
- Las fronteras entre el problema y su contexto no son claramente evidentes.
- Se utilizan múltiples fuentes de datos.
- Puede estudiarse tanto en un caso único como en múltiples casos.

Al notar que la investigación comparte estos rasgos distintivos, se habrá que tener en cuenta los componentes principales para alcanzar una buena ejecución del diseño, como lo son las preguntas de investigación y preposición teórica que sirven de punto de partida para la recolección de los datos, para proceder a realizar su respectivo análisis. Ya que estas contienen los conceptos, dimensiones, factores y variables de los cuales es indispensable la información.

Con lo que como paso final se presentarán los resultados de la investigación a través de una serie de conclusiones que conducirán al fortalecimiento de los enfoques plasmados en el marco teórico.

Es pertinente aclarar que el estudio de caso considera cuatro tipos básicos de estudio de casos, que son los siguientes³⁰:

²⁹ MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. En: pensamiento & gestión. no. 20. p. 174. ISSN 1657-6276

³⁰ DÍAZ DE SALAS, Sergio Alfaro; MENDOZA MARTÍNEZ, Víctor Manuel; PORRAS MORALES, Cecilia Margarita. Una guía para la elaboración de estudios de caso. Razón y Palabra [en línea] 2011, 16 (febrero-abril) : [consultado 2 noviembre 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=199518706040>

- **Caso simple, diseño holístico:** el estudio se desarrolla sobre un solo objeto, proceso o acontecimiento, se realiza con solo una unidad de análisis.
- **Caso simple, diseño incrustado:** el estudio se desarrolla sobre un solo objeto, proceso o acontecimiento, utilizando dos o más unidades de análisis
- **Múltiples casos, diseño holístico:** se realiza la replicación lógica de los resultados repitiendo el mismo estudio sobre casos diferentes para obtener más pruebas y mejorar la validez externa de la investigación. Realizados con una unidad de análisis.
- **Múltiples casos, diseño incrustado:** se realiza la replicación lógica de los resultados repitiendo el mismo estudio sobre casos diferentes para obtener más pruebas y mejorar la validez externa de la investigación. Realizados con dos o más unidades de análisis.

Al ser esta una investigación de múltiples casos no se seleccionará una muestra representativa de una población sino una muestra teórica. Con el objetivo de elegir casos que puedan replicarse o extender la teoría emergente, recomendando que cuando los temas y las áreas no proporcionen nuevos datos, no se deberá adicionar más casos y se debe detener el proceso de recolección de la información.

1.2.6 Método de la Triangulación. Sirve para complementar la confiabilidad y valides de los datos obtenidos en la investigación, integrando la calidad de la información y los resultados obtenidos. Rodríguez (1999) considera que existen tres modelos de triangulación que explicaran a continuación en el cuadro:

Cuadro 9. Modelos de triangulación.

Triangulación	Metodológica	Temporal	Informantes simultáneos y Sujeto
Proceso básico	Combinar datos de carácter cuantitativos con los cualitativos.	Uso combinatorio de métodos longitudinales y trasversales.	De informantes: Se confronta la opinión de diferentes sujetos integrados a grupos de informantes (información por profesores, alumnos y administradores sobre una categoría de análisis).
		Datos confrontados por los momentos diacrónicos del estudio.	Sujetos: Triangulación por sujetos particulares no perteneciendo necesariamente a una categoría de análisis (contrastar opinión de un tutor con la de un profesor).

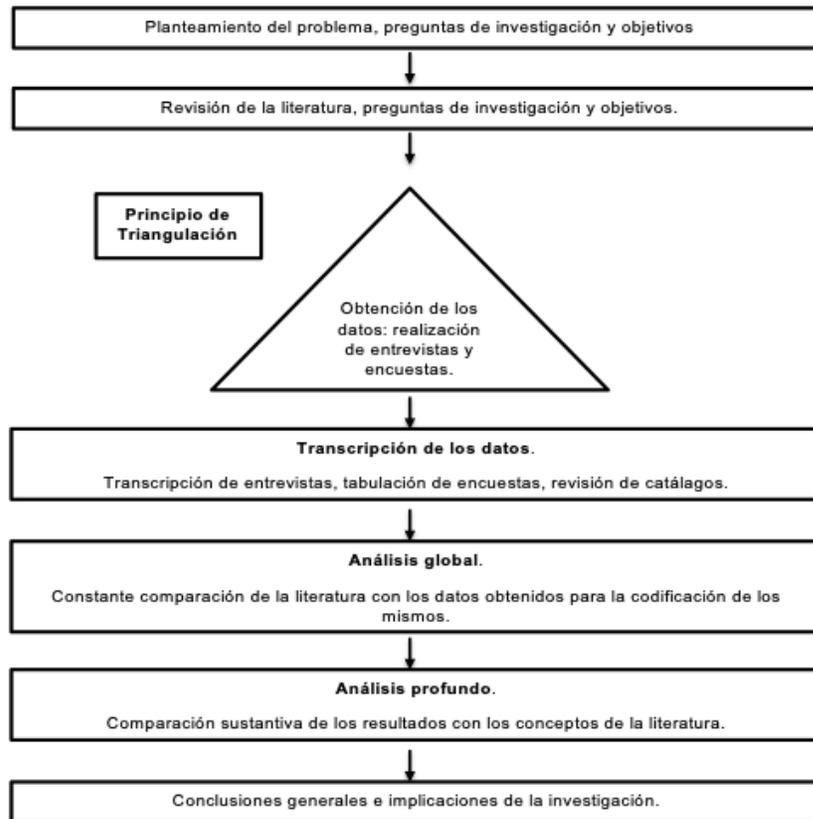
Cuadro 9. (Continuación).

Triangulación	Metodológica	Temporal	Informantes simultáneos y Sujeto
Se obtiene	Estudios mixtos que dan una perspectiva innovadora.	Obtener datos de casos similares en un momento simultáneo del proceso de investigación.	Se conjugan en una circunstancia diferentes puntos de vistas, para llegar a una aproximación del entendimiento de la realidad.

Fuente: DÍAZ DE SALAS, Sergio Alfaro, et al. Una guía para la elaboración de estudios de caso. Razón y Palabra [en línea] 2011, 16 (febrero-abril). [revisado el 2 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199518706040>. ISSN 1605-4806

El procedimiento que se lleva a cabo para implementar un procedimiento metodológico con el principio de triangulación estará evidenciado en la siguiente imagen:

Figura 3. Principio de triangulación.



Fuente: DÍAZ DE SALAS, Sergio Alfaro, et al. Una guía para la elaboración de estudios de caso. Razón y Palabra [en línea] 2011, 16 (febrero-abril). [revisado el 2 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199518706040>. ISSN 1605-4806

1.3 ANALISIS DE LOS DATOS

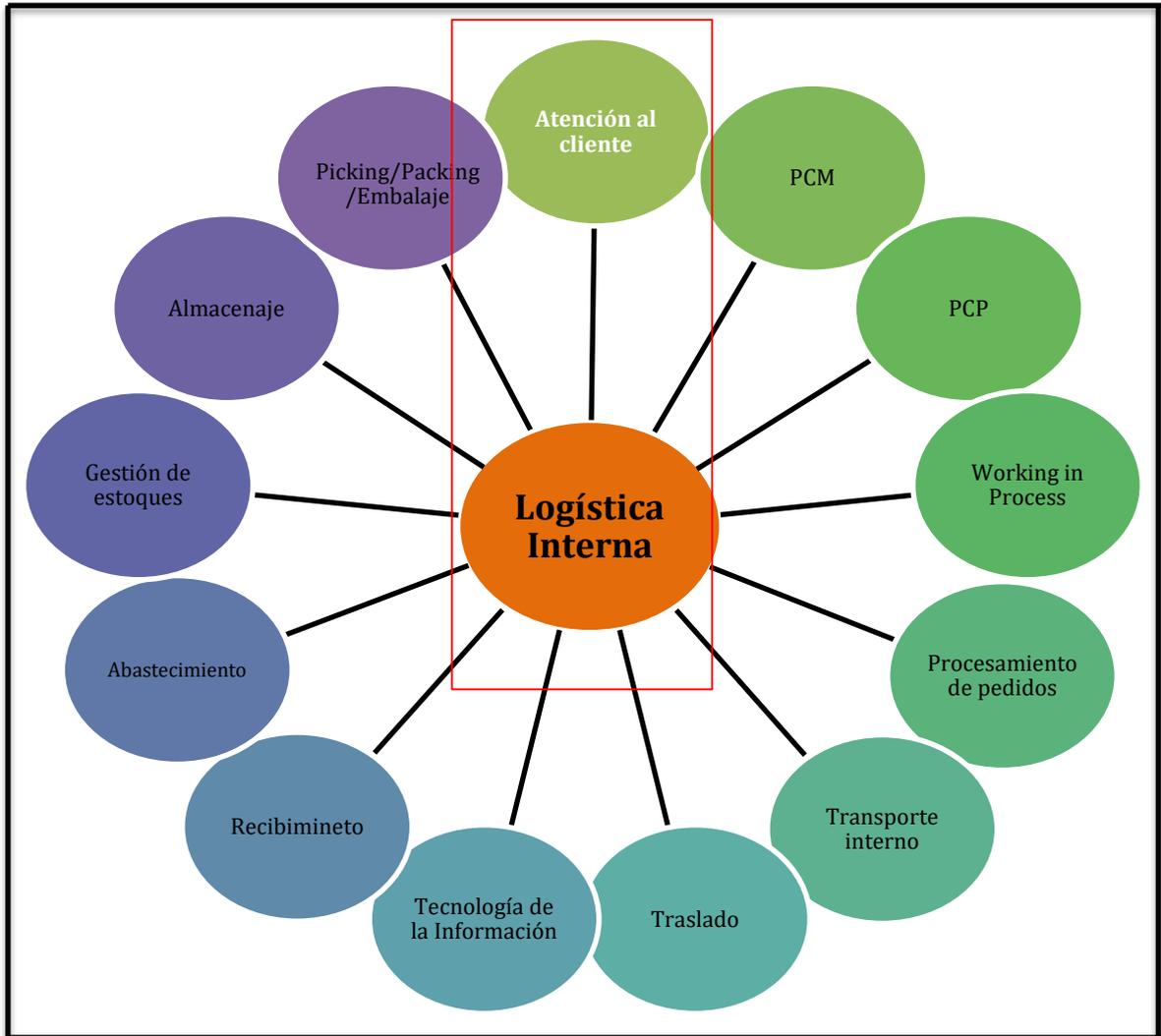
Una vez que se investigue los problemas más comunes que se presentan tanto en el servicio al cliente, como en el servicio de mantenimiento, se procederá a organizar la información, con el objetivo de codificarla, es decir, darle sentido a todo aquello que se ha recolectado por medio de la diferente literatura y determinar qué información es posiblemente significativa.

En el análisis de datos también tendrá como objetivo el exponer la relación no solo que existe entre el servicio al cliente y el servicio de mantenimiento, sino también la relación entre estos y la logística interna y la logística de salida, evidenciando como los problemas que se encuentren tienen implicación en cada concepto y como su vínculo es muy estrecho.

Por lo tanto, por medio de la **figura 4**, se mostrará la relación que existe entre la **logística interna** y la **atención al cliente**. Se tomó como guía el artículo publicado en la revista chilena de ingeniería, donde los autores Orlem Pinheiro de Lima, Sandro Breval Santiago, Carlos Manuel Rodríguez Taboada y Neimar Follman³¹, tienen como objetivo identificar las partes que componen la logística interna, siendo estas evaluadas y verificadas por medio del método Linkert de 1 a 5, el cual sirve para medir el grado ya sea de acuerdo o en su respectivo caso de desacuerdo de los diferentes factores, como resultado se obtuvo los siguientes 13 aspectos que conforman la logística interna:

³¹ PINHEIRO DE LIMA, Orlem, et al. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. En: INGENIARE : REVISTA CHILENA DE INGENIERÍA. Jun 1, vol. 25, no. 2, p. 264.

Figura 4. Componentes de la Logística Interna.



Fuente: PINHEIRO DE LIMA, Orlem, et al. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. En: INGENIARE: REVISTA CHILENA DE INGENIERÍA. Jun 1, vol. 25, no. 2, p. 264.

Se observa que uno de los componentes de la logística interna es la **atención al cliente**, esta relación surge del hecho de que es un aspecto de la salida o el *output* del proceso que se ha llevado a cabo en la cadena de suministro de la organización, es la culminación de las buenas prácticas que se ejecutaron de manera óptima, como lo son la programación de la demanda, planeación del aprovisionamiento de los repuestos, la planeación de la producción, coordinación de los recursos, almacenamiento, transporte, entre otros. Todos estos procesos que ocurren en la **logística interna**.

Un proceso que puede ejemplificar esta relación es el tiempo del ciclo del pedido

que según Ballod ³², es aquel tiempo que transcurre desde el momento que se realiza un pedido del cliente, hasta el momento en el que el producto o servicio es recibido por el cliente. Siendo este un proceso de **logística interna**, que llega a verse afectado por las políticas del **servicio al cliente**, que distorsionan los patrones normales de este tiempo. Algunas de estas políticas son:

- El diferenciar de un cliente con respecto a otro cuando se presenta una situación de pedidos pendientes, ya que el tiempo ciclo del pedido para un cliente puede variar fuertemente con respecto a los estándares que tiene la compañía, debido a las reglas de prioridades o en ciertos casos la falta de ellas. Por ejemplo, la falta de inventario, que genera una orden de producción, ocasionando un cambio en el tiempo ciclo de pedido, que desemboca en un retraso de la entrega final.
- Un tiempo de ciclo normal del pedido puede verse seriamente afectado, al momento que los productos ordenados por el cliente llegan en mal estado (dañado o inservible). Tanto la empresa, como los clientes no desean absorber el alto costo que implica un pedido dañado o equivocado. Todos aquellos procesos que han sido estandarizados con anterioridad, como lo son el diseño de empaque, los procedimientos de devolución y el reemplazo de aquellos bienes, determinarán por cuanto se prolongará el tiempo ciclo del pedido.

Otro problema muy común que presentan en las empresas en la parte del **servicio al cliente** es que mucha de la información que se recolecta y que se toma para tomar diferentes decisiones, solo ha sido recolectada de análisis internos, la cual es de fácil acceso y control, en comparación con las mediciones externas. Esto hace creer que la empresa se encuentra desempeñando adecuadamente el servicio al cliente, pero para la perspectiva de los clientes pueden llegar a sentir que no está cubriendo todos los factores de servicio que son importantes para ellos. Esto deja a la empresa inconscientemente vulnerable con respecto a los competidores que reconocen el servicio al cliente como una integración de procesos y manejan el desempeño del servicio desde la perspectiva del cliente. Además, según Krenn y Shycon³³, cuando se proporciona los adecuados niveles de servicio al cliente, esto puede representar implicaciones directas en el aumento de las ventas, una mayor participación del mercado y por último a una mayor contribución y crecimiento de las utilidades.

Esta consideración tiene como fundamento y respaldo de La *International Minerals & Chemicals Corporation*, que después de instituir un extenso servicio al cliente,

³²BALLOU, Ronald. *Logística Administración de la cadena de suministro*; 5a. Edición ed. México: Pearson Educacion, 2004. p. 119. ISBN 970-26-0540-7.

³³KRENN, John y SHYCON, Harvey. "Modeling Sales Response to Customer Service for More Effective Distribution", *Proceedings of the National Council of Physical Distribution Management*, VoL 1 (Nueva Orleans, LA: 2-5 de octubre de 1983), p. 593.

obtuvo un resultado de un 20% en el incremento de ventas y un 21% en el incremento de las ganancias³⁴.

Como también un estudio de *Singhal y Hendricks* en 861 compañías que cotizaban en la bolsa, encontraron que las fallas en la cadena de abastecimiento, como un retraso en la producción o en la entrega de un envío, generan un desplome en el precio de las acciones de forma casi inmediata puede ser de un 9% a un 20% en un período de seis meses.

Por lo que habría que pensar muy bien si por culpa de una mala gestión en el servicio al cliente, se quisiera lidiar con todos estos aspectos que llegan a ser muy beneficiosos para cualquier organización, pero pueden volverse un verdadero dolor de cabeza si se tornan en contra.

Además, que el **servicio al cliente** que no se encuentre enfocado en la logística que se lleva a cabo en una empresa, trae como consecuencia la pérdida de la lealtad por parte del cliente, generando que se tenga que realizar programas o planes para desarrollar nuevos clientes, lo cual en promedio es más costoso, que realizar estrategias para mantener aquellos clientes actuales. Estrategias que muchas veces no se encuentran optimizadas o no cumplen de manera adecuada su función, como lo es el número de contacto que pueda eliminar las barreras que los clientes por lo general perciben que existen, y que les impide solicitar ayuda o plantear preguntas. Ya que por este medio la empresa se entera cuáles son los deseos y necesidades del cliente. Cuando la empresa adquiere la información pertinente, neutraliza la ilusoria y errónea percepción que tiene sus directivos y que les lleva a creer que sus clientes estén satisfechos y que continuarán comprando de manera indefinida³⁵.

Un hecho importante que puede radicar de estas malas prácticas es que los clientes disgustados refieran sus experiencias a todos sus conocidos, creando una recordación negativa de la marca, que sale muy costoso para la organización no solo por cómo se expresó con anterioridad, de que se pierden clientes importantes, sino que aparte no permite que clientes nuevos consuman el producto.

Por lo que según Sierra³⁶, la fase de **servicio postventa** es una área donde los inconvenientes y problemas que se presenten se deben resolver de forma rápida y eficaz, pero también como se hablaba al principio es donde se suelen presentar la realización de malas prácticas por la falta operatividad, que llegan a desencadenar las siguientes situaciones:

³⁴ BALLOU, Op. cit., p 103.

³⁵ TSCHOHL, John. Servicio al Cliente el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. 5ta ed. U.S.A: 2008. p. 293. ISBN 968-860-752-5

³⁶ SIERRA, Luis Alberto. "Lo que hagas, hazlo bien". En: proceso. Sep 29, no. 1926, p. 94

- Gestión de conflictos con el cliente.
- Ocupación de recursos valiosos para intentar solucionar el inconveniente.
- Clientes insatisfechos.

Otro aspecto relevante a tener en cuenta, es que la mayoría de las empresas colocan gran parte de sus recursos y esfuerzo para lograr venderle al cliente y de entregarle en un tiempo y sitio acordado ese pedido que realizó, pero se olvidan muchas veces que el cliente desea obtener el máximo valor del producto o del servicio que se le está prestando, como por ejemplo el cliente puede tener una gran incertidumbre acerca del **mantenimiento** que deba realizarle al producto.

Es en este punto es donde se evidenciará la relación que se presenta el **servicio al cliente** y el **servicio de mantenimiento**. Un claro ejemplo es la empresa de servicios HomeServe, que refleja lo importante y lucrativo que llega a ser para una empresa prestar el servicio de mantenimiento. Por ejemplo, en un momento dado se llega a dañar un cable, la empresa se compromete a contratar un contratista local para que solucione el inconveniente. Por esto los clientes pagan unos pocos dólares al mes por una garantía de este tipo, conformando una base de datos de cientos de miles de personas, lo llega a ser un negocio muy rentable para la empresa. Además, que, con cierto tipo de contratos de servicio, el cliente puede acumular una reserva con la que podrá financiar un reemplazo cuando el equipo se desgasta o está obsoleto.

Por lo que productos que vienen ligados con seguros y contratos de servicio, llegan a entrar como un diamante en bruto del cumplimiento total del servicio al cliente.

Esto es uno de los inconvenientes que posiblemente se llegan a presentar dentro de las empresas comercializadoras de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que se encuentran dentro de la categoría tipo I, y es la falta de conciencia de la pérdidas potenciales que genera el desconocimiento o la no implementación de un servicio de mantenimiento completo para los clientes, que muchas veces se encuentran gastando un gran cantidad de dinero por obtener un producto con el cual sentirse conformes, pero en el que siente una gran incertidumbre y ansiedad acerca de cómo o quién podrá realizar el proceso de mantenimiento.

Haciendo ver bastante atractivo los planes de garantía y servicio, donde se puede estructurar como un compromiso continuo. Donde la empresa le genere la seguridad y confianza de que tendrá a disposición el servicio de mantenimiento y la garantía del producto será estipulada por un periodo de tiempo considerable. Produciendo así un retorno tangible de la buena voluntad, es decir un flujo de ingresos por el reconocimiento de los clientes y la publicidad voz a voz que esto produce.

Siguiendo con la identificación de problemas del servicio **postventa** y de **mantenimiento**, el autor Fucci³⁷, expresa que actualmente existen diferentes sistemas para encarar el servicio de mantenimiento, los cuales muchas organizaciones no realizan. Solo se centran en la tarea de corregir fallas, no de actuar antes de que estas ocurran. Por ejemplo, realizarlo sobre la concepción del producto, como lo es la etapa del diseño, introduciendo en estos últimos las modalidades de simplicidad del diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad y diseño sin mantenimiento, entre otros.

Esto no solo muestra la afectación que se presenta en la percepción del cliente con respecto al servicio que se presta de **mantenimiento**, sino al **servicio al cliente** e implicando una percepción negativa por parte del cliente en todo el desarrollo logístico que se lleva a cabo en la organización.

Pero sin lugar a dudas, el iniciar un programa de **servicios al cliente** cuenta con una cantidad de dinero considerable, y desafortunadamente muchas veces las empresas no son capaces de ver los resultados que se obtienen a largo plazo, en consecuencia eliminan los nuevos programas orientados a la mejora del servicio³⁸. Invertir en algo que de igual forma traerá o producirá beneficios no debería generar incertidumbre en una empresa. La mayoría de los directivos no rechaza una buena idea solo por el simple hecho de que sea costosa. El precio no debería ser un factor determinante en el desarrollo y mantenimiento de una buena relación con los clientes.

Otro inconveniente que se presentan en las empresas en cuanto al **servicio al cliente y de mantenimiento**, es cuando se ven implicados varios factores como lo son los servicios que se prestan de “labios para afuera”, es decir que ofrecen un buen servicio, incluso cuando no han iniciado ninguna acción de implementación o no se ha realizado la planeación adecuada para llevarla a cabo. Es muy posible que no la realicen, porque el mantenimiento implica un nivel de calidad considerablemente alto, es una situación que no se logra con facilidad y es realmente costoso.

Y lo que hacen en vez de invertir en el servicio, es adornar sus programas con publicidad para generar una imagen de cumplimiento frente al cliente. Al hacerlo así las empresas se enorgullecen y congratulan por reflejar una imagen donde dicen haber implementado un nuevo programa, donde lo único que han realizado es recordar a los clientes el departamento de peticiones, quejas, reclamos y sugerencia (PQRS).

³⁷ FUCCI, Tomás. Mantenimiento: organización, factor humano y riesgos psico-sociales: Aspectos a tener en cuenta para el control de los riesgos psico-sociales La logística de producción mantenimiento. España: Editorial Académica Española, 2017. ISBN: 978-620-225-044-3. p 10-11.

³⁸ TSCHOHL, John. Servicio al Cliente el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. 5ta ed. U.S.A: 2008. p. 40. ISBN 968-860-752-5

Esto es generado porque ninguna empresa desea reconocer que no posee un buen servicio al cliente y posiblemente de mantenimiento. Así que cuando no lo tienen, impulsan un programa de publicidad para hacer que los clientes actuales y potenciales se lo crean³⁹. Este tipo de servicio no solo lo hace ser inútil, sino es contraproducente, porque los clientes al final de cuentas se darán cuenta de la realidad de la empresa, verán la falta de sinceridad y se sentirán engañados. Su reacción será la de disminuir el volumen de negocios que hacen con la empresa o tan solo se cambiarán de empresa.

Un tema a considerar es que las empresas del sector de reparación de electrodomésticos se han venido adaptando a una realidad actual que se produce en muchos de los hogares, y es la ausencia de personas para recibir el servicio técnico de reparación. En la actualidad se están estableciendo citas fijas para una hora determinada de reparación o mantenimiento, no suelen ser muy comunes, pero a medida que transcurre el tiempo se van a volver más usuales, dice Joey Schrange, de Whirlpool Corporation. Ya que se reconoce que los clientes pierden menos tiempo cuando el técnico llega a una hora fija que cuando llega después de terminar el trabajo anterior. Además, que la inexistencia de horas fijas para la entrega del servicio era unos de los motivos que les generaba a los clientes exasperación. Por ejemplo, es muy común que esto ocurra al momento en el que un cliente necesita una reparación de un electrodoméstico el cual le fue instalado con anterioridad. El cliente llama al servicio técnico, pero este tarda demasiado tiempo en tomar la llamada y cuando son atendidos, y se le asigna un técnico para pasar a realizar la revisión, este puede tardar mucho tiempo o no llegar, ya que se encuentra realizando otros soportes en diferentes áreas de la ciudad. Esto demuestra que muchas compañías no han comprendido que no solo es poner mayor énfasis en la instalación del electrodoméstico, sino que también se trata de darle importancia a la calidad y servicio del mismo.

Otro tema que también debe ponerse en consideración es el instruir a los empleados que no digan de manera indiscriminada la siguiente frase: “Si no funciona como debería tráigalo y lo revisamos”. En su lugar debería decir “Si no funciona como debe, llámenos, recogeremos el producto y le dejaremos uno nuevo”. Son promesas de garantía que llegan a introducirse dentro del cliente. Cuando un cliente lleva su lavadora dañada hasta el punto o centro de reparación, eso está muy bien para la empresa. Pero representa una gran cantidad de inconvenientes para el cliente⁴⁰.

Por lo que, si se le brinda un adecuado servicio, donde la empresa se compromete a colaborarle al cliente transportando el electrodoméstico, le producirá un sentimiento de confianza y seguridad, de que el dinero que gasto, el cual no es

³⁹ Ibid., p. 84-85.

⁴⁰ Ibid., p. 291-293.

poco, está en una empresa que no abandona a sus clientes una vez terminada la transacción, creando también un sentimiento de fidelidad y respeto.

Por último, las relaciones con los clientes durante el pedido también requieren que se posean habilidades sobre relaciones con los clientes. Por ejemplo, un cliente puede necesitar una reparación de un aparato de un producto de manera urgente, espera que le brinden el servicio de manera inmediata y se molesta al momento de ver que no lo obtiene. El empleado de servicio deberá tener la capacidad de aplicar técnicas para tranquilizar a los clientes.

También suele suceder casos en los que los productos llegan a ser muy costosos, que los empleados tendrán que lidiar con clientes que piensan que al hacer un gasto tan importante, el mantenimiento y las reparaciones deberán salirle gratis⁴¹.

Una vez analizado he identificado una gran cantidad de inconvenientes en los procesos de servicio al cliente y su relación con el servicio de mantenimiento, se procederá a dar explicación a los motivos de porque se ve implicada la **logística interna**.

Se partirá del hecho que la **logística de salida**, entendiendo este concepto como el que engloba el **servicio al cliente y de mantenimiento**, es aquel que se encuentra procedido por la **logística interna**, haciendo evidente el vínculo que existe entre las dos , ya que todas aquellas actividades que se realicen en la logística interna, se verán reflejadas en la logística de salida, entendiendo también que la logística es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía. Por lo que, si se incumplen con todas las actividades y procedimientos, el cliente lo percibirá.

Entonces una mala gestión o planificación de la **logística interna** para la implementación en el **servicio de mantenimiento**, podrá causar pérdidas monetarias importantes, además que para llevar a cabo un proceso de mantenimiento se necesita tanto contratar, como utilizar personal valioso, donde por un tiempo se requerirá capacitarlo y brindarle una serie de instrumentos que hagan que se pueda cumplir con el objetivo. Entonces si no se realiza de manera adecuada, la parte financiera se verá seriamente afectada, se habrá desperdiciado recursos valiosos y tiempo, aspectos que ninguna organización se puede dar el lujo de malgastar. Otro inconveniente es desde un principio no definir el alcance al que se quiere llegar con el **servicio de mantenimiento**, pues como bien se decía en el documento muchas organizaciones adornan estos programas, para mostrar una fachada de aquello de lo

⁴¹ Ibid., p. 293.

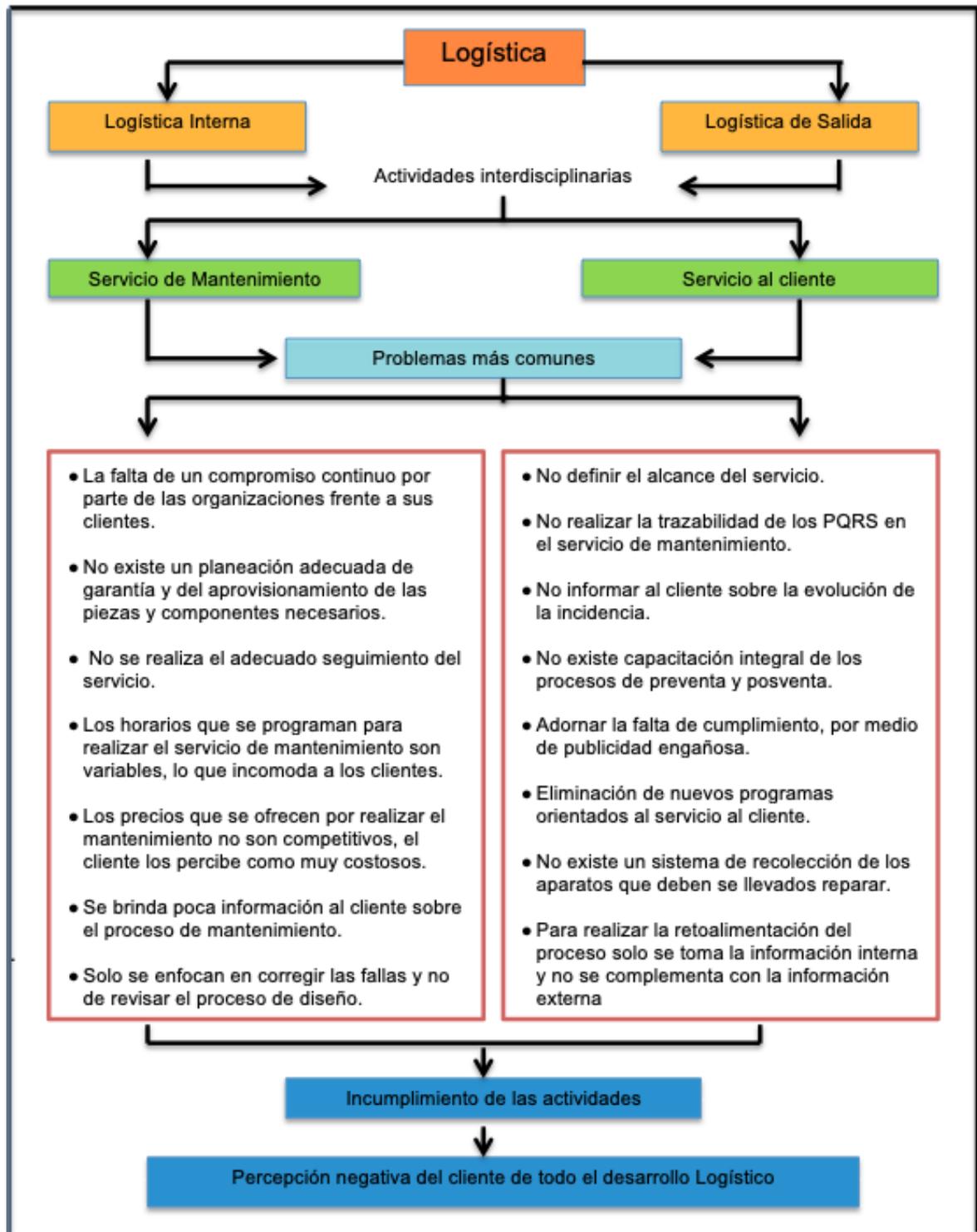
que son carentes, engañando así a sus clientes, por lo cual dará paso a una serie de sucesos de desprestigio para la empresa, como también la disminución de las ventas u otros eventos que disminuirán su valor.

El **servicio de campo** también es descrito por Chopra y Meindl⁴², como una actividad que corresponde a la parte de la **logística interna**, definiéndolo como un servicio que se presta después que el producto ha sido entregado y que requerirá en algún momento de su ciclo de vida repáralo y darle servicio. Donde se deben establecer los niveles de inventario para todas aquellas partes que constituyen los repuestos, además de programar las visitas de servicio.

En forma de conclusión se realizará un cuadro conceptual, con el fin de identificar los problemas más comunes del **servicio al cliente** y el **servicio de mantenimiento** y su relación con la **logística interna** y la **logística externa**, de forma más organizada.

⁴² CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. 3a. ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, CRUZ CASTILLO, Luis Miguel, 2008. p. 490. ISBN: 978-970-26-1192-9.

Figura 5. Cuadro conceptual de los problemas más comunes del servicio al cliente y el servicio de mantenimiento.



Fuente: elaboración propia.

2. DIAGNÓSTICO

En esta fase del proyecto se realizará las etapas de identificación, priorización y recolección por medio de fuentes primarias con el objetivo de validar la información obtenida en el proyecto hasta este punto.

2.1 FASE DE IDENTIFICACIÓN

Esta fase tiene como objetivo tomar aquellos problemas más comunes que se encontraron en los procesos de servicio al cliente y el servicio de mantenimiento que se presentan con los AEE Tipo I, con el propósito de escalar esta problemática y relacionarla con la logística interna y la logística externa, para lo cual se utilizará la herramienta de análisis; árbol del problema, que identifica de una forma gráfica las causas y efectos, que son generadas por un problema central. También se utiliza la herramienta de hipótesis dinámica, que analiza las relaciones de las diferentes variables y la influencia que presentan en los elementos que integran el sistema, para interpretar como funcionan y de que dependen.

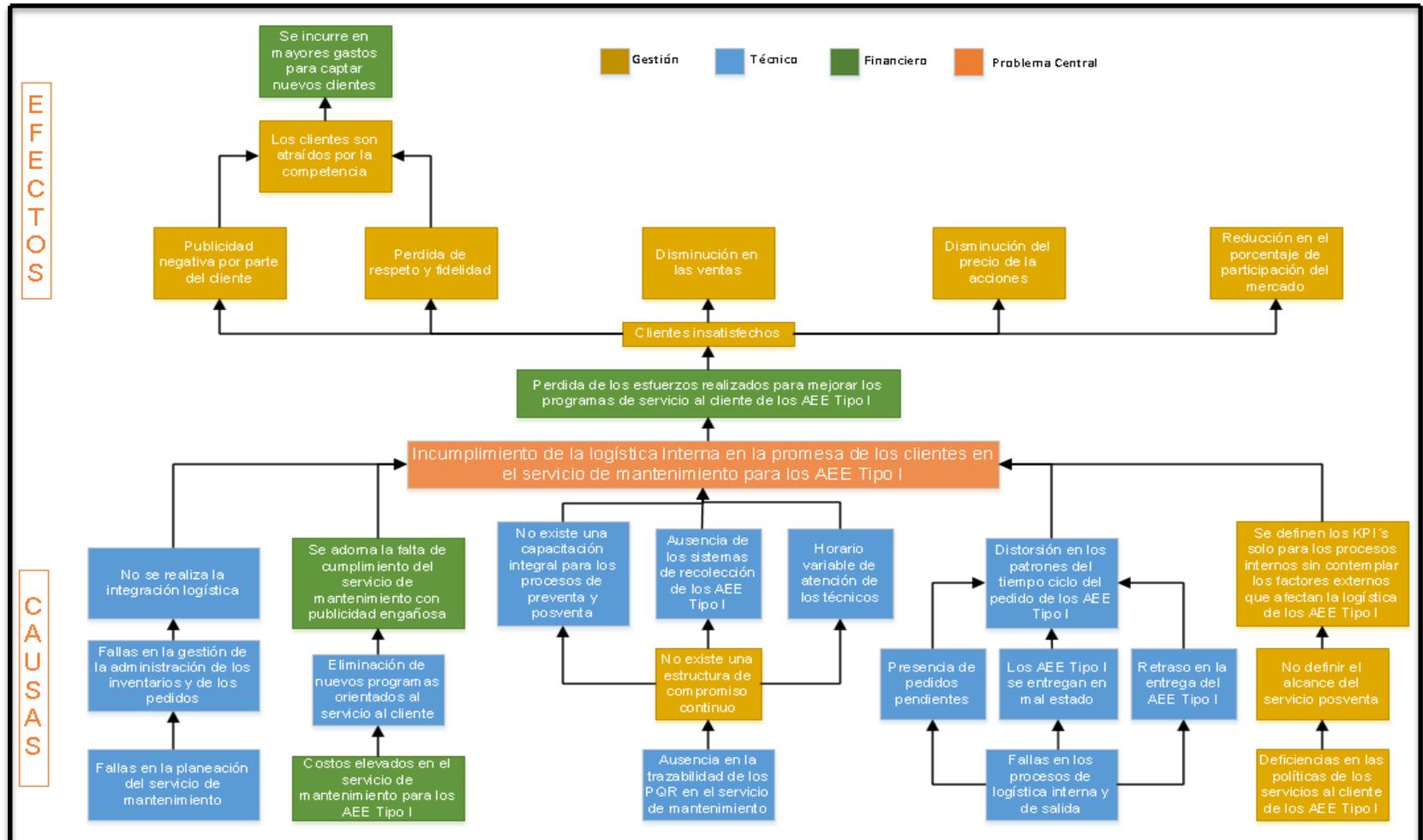
2.1.1 Diagrama de Árbol. Para identificar las diferentes causas y efectos, que se ven englobados en problema general se utiliza esta herramienta gráfica, que muestra de un forma más organizada y visual aquello que está afectando un proceso y en que desencadenan estas malas prácticas, su estructura está definida por la siguiente forma:

- En la parte superior se encuentran las hojas y ramas, que representan los efectos o consecuencias.
- En el centro está ubicado el problema central o principal.
- En la parte inferior las raíces son las causas del problema central.

Es una forma de representar una situación que este aconteciendo en una empresa, se identifica el problema central o más relevante, se investiga por qué está ocurriendo (causas), y que está generando dentro de los procesos (efectos o consecuencias), lo que permite realizar un plan de acción con un mejor enfoque.

En este caso se utilizó para mostrar los problemas que existen en el servicio al cliente y de mantenimiento de los AEE Tipo I, pero teniendo una implicación en la logística interna y de salida del sistema de operaciones. Con el fin de diferenciar aún más los problemas se determinaron las siguientes convenciones, se utilizó el color verde para definir los problemas que tengan relación con los problemas financieros, el azul para los técnicos, el amarillo para los problemas de gestión y el naranja para el problema central.

Figura 6 Árbol del problema.



Fuente: elaboración propia.

2.1.2 Hipótesis Dinámica. Es una herramienta que emplea un diagrama causal, donde se determinan las variables establecidas como causales como un conjunto de partes que hacen parte de una unidad, analizando la complejidad de las relaciones que crean estas variables, determinando las diferentes roturas que se llegasen a generar. Para llevar a cabo su desarrollo se debe establecer reglas de integración de variables y reglas de validación para ser comparadas con el modelo de este proyecto.

Esta herramienta permitirá evaluar aquellas variables que surjan del proceso de la logística interna y de salida, para dar cumplimiento del servicio de mantenimiento. Evidenciando que interacciones están presentando dificultades en el proceso. Se debe tener en cuenta que el desarrollo de este diagrama tiene dos formas de visualizarse.

- **Hipótesis Dinámica Cualitativa.** En este tipo de hipótesis no se realizará algún tipo de simulación, por lo que muchos autores la defienden como una opción suficiente para desarrollar la hipótesis dinámica. Argumentando que este enfoque cualitativo permite capturar las variables, relaciones y estructuras de manera más ágil y eficiente, ya que no se debe preocupar por realizar cálculos complejos o extensos, ni requiere una validación de los mismos⁴³.
- **Hipótesis Dinámica Cuantitativa.** Esta hipótesis presenta argumentos totalmente distintos al anterior, ya que la simulación y el uso de elemento matemático se hacen indispensables en su desarrollo. Los autores argumentan que brinda una mayor rigurosidad en su proceso y confiabilidad en la conclusión que se obtenga del comportamiento del sistema y la efectividad de las acciones que deban realizarse⁴⁴.

Para el proyecto en curso se utilizarán los dos tipos de hipótesis, donde se pueda definir los tipos de causales que existen y como se relacionan entre sí.

- **Tipos de relaciones de los causales.** Existen dos tipos de relaciones que pueden presentar los causales una negativa (inversamente proporcional) y otra positiva (directamente proporcional), se explicarán a continuación:

⁴³ ACEROS, Valentina, et al. ¿Cualitativo o cuantitativo? Esa no es la cuestión: un método para el desarrollo de hipótesis dinámicas. En: IX Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas y I Congreso Brasileño de Dinámica de Sistemas, 2011, p. 2-3.

⁴⁴ ACEROS, Valentina. *ibíd.*, p. 2-3.

- **Relación o vínculo causal.** Representa la interacción entre las variables.

A → B

- **Relación causal positiva.** Donde la interacción que existe entre A y B, es directamente proporcional, es decir si A incrementa o disminuye, B también, se cumple de manera viceversa.

A ⁺ → B

- **Relación causal negativa.** Donde la interacción que existe entre A y B, es inversamente proporcional, es decir si A incrementa o disminuye, B lo hace en sentido contrario, cumpliéndose también de manera viceversa.

A ⁻ → B

- **Retardo o Rotura de causa:** Acción que mitiga la relación o vínculo causal, son inherentes en la mayoría de los sistemas y llegan a influenciar notablemente el comportamiento de este.

A —| |→ B

Según Aracil y Gordillo⁴⁵, existen también otras representaciones simbólicas de las diferentes relaciones que se presentan en el diagrama, esto con el fin de dar una mayor claridad de los sucesos que se presentan.

- **Bucle de realimentación positiva.** En este la perturbación tiende a reforzarse en toda la cadena, es decir acelera el aumento o el declive de la interacción.

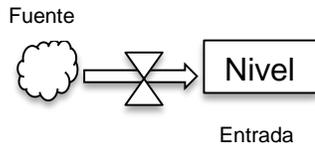


- **Bucle de realimentación negativa.** Cualquier modificación (incremento o decremento) en cualquier sentido genera que vuelva a la cadena con una acción de signo contrario

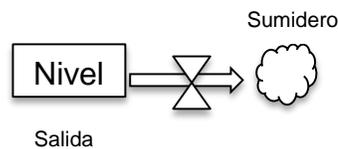


⁴⁵ ARANCIL, Javier y GORDILLO, Francisco. Dinámica de Sistemas. Editorial Alianza, 1997. p. 29-30. ISBN: 8420681687

- **Diagrama de niveles y flujos de entrada.** Significa que ocurrió un cambio en la variable de entrada que impacta ya sea de manera positiva o negativa el estado de la variable de nivel.



- **Diagrama de niveles y flujos de Salida.** Significa que ocurrió un cambio en la variable de salida que impacta de manera positiva o negativa el estado de la variable de nivel.



2.1.2.1 Identificación del problema. El propósito de este proyecto es detectar los problemas que se generan el servicio al cliente y en el servicio de mantenimiento en las empresas, pero en específico de los AEE Tipo I, y evidenciar como estos problemas se relacionan con la disposición logística tanto interna y de logística de salida, ver cómo están interrelacionadas y llevarlas a un plan de mejora en un modelo logístico, pero se habrá que identificar estas fallas y ver cuáles son sus dependencias.

2.1.2.2 Fallas en el servicio al cliente y el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I. En seguida se presentará una serie de fallas que son las más comunes y que por medio de la investigación, la recolección de fuentes secundarias y el árbol de problema podemos estructurar para la hipótesis dinámica.

- **Se presentan malas prácticas en el servicio al cliente por los bajos niveles de efectividad.** El área del servicio al cliente es una área donde se debe resolver de forma rápida y eficaz los problemas que se presenten, si esto no se cumple desencadena en la ocupación de recursos valiosos, conflictos con el cliente y genera clientes insatisfechos⁴⁶.
- **Se eliminan nuevos programas orientados al servicio al cliente.** Los programas de reestructuración en una empresa, son una inversión bastante

⁴⁶ DEL POZO, Pablo. Guía práctica para una gestión de clientes exitosa. [en línea]. 25 de junio de 2013. [consultado 22 enero 2019]. Disponible en: <https://www.bilib.es/actualidad/blog/noticia/articulo/guia-practica-para-una-gestion-de-clientes-exit/>.

costosa, por lo que las directivas y la parte gerencial, suelen rechazar o eliminar a pesar de ser rentables al largo plazo. La consolidación y desarrollo en las relaciones con el cliente no debería causar incertidumbre para la organización⁴⁷.

- **Se adorna la falta de cumplimiento del servicio al cliente y de mantenimiento, con publicidad engañosa.** Existe empresas que no implementan un servicio adecuado para el cliente y lo que hacen es mentirle con publicidad engañosa, con la idea de que se está reflejando un imagen de un servicio completo para captar más clientes, pero en realidad llega a ser contraproducente porque los clientes que se dan cuenta de esto, empiezan a comentar su experiencia produciendo una publicidad negativa que da como resultado la pérdida no solo de clientes antiguos, sino potenciales también⁴⁸.
- **Mala imagen corporativa.** Una mala imagen corporativa conlleva a tener efectos negativos económicos dentro de la empresa, que puede llevar a su desaparición. Representa la imagen mental, acerca de la calidad de sus servicios, productos y de todo el personal que hace parte de la empresa. Además, actualmente con la fácil difusión de información al público que ofrece las redes sociales, un error puede llegar a ser viral y afectar de mala manera la imagen de manera crítica.
- **No se realiza la trazabilidad de los PQRS en el servicio de mantenimiento.** El proceso de recopilación de la información de los PQRS, muchas veces no cumple de manera correcta su función y no presenta un sistema de retroalimentación confiable con el que la empresa pueda mejorar de manera precisa su desempeño. Implementar un proceso de PQRS es un gran benéfico, este proceso incrementa la habilidad de la empresa para identificar e eliminar problemas en los procesos que realiza la empresa, suministrando así una base para realizar el proceso de mejora continua, eliminando la barrera que existe entre el cliente y la organización, y las disyuntiva que llega a presentarse entre la forma como la empresa y el cliente percibe el servicio que se le brinda⁴⁹.
- **No existe capacitación integral de los procesos de preventa y postventa.** Se debe instruir a los empleados que realizan la parte de ventas de los AEE Tipo I, a ser persuasivos y ser asertivos con el vocabulario que utilizan, pero también enseñarles técnicas para ofrecer los servicios de mantenimiento y como tranquilizar aquellos clientes que desean un servicio de mantenimiento gratis debido a la cantidad de dinero que se desembolsa para obtenerlo⁵⁰.

⁴⁷ TSCHOHL, John. Servicio al Cliente el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. 5ta ed. U.S.A.: 2008. p. 40. ISBN 968-860-752-5

⁴⁸ Ibid., p. 84

⁴⁹ Ibid., p. 319-322.

⁵⁰ Ibid., p. 291-293.

- **Ausencia del servicio de transporte al centro de mantenimiento.** Cuando un cliente lleva su AEE Tipo I dañado hasta el punto de acopio, es muy beneficioso para la empresa, pero presenta una gran cantidad de inconvenientes para el cliente, pero si se presta un servicio adecuado el cliente sentirá confianza y reforzará los lazos de gratitud en forma de fidelidad, ya que siente que no es el tipo de empresa que abandona a sus clientes después de haber realizado la transacción⁵¹.
- **Solo se tiene en cuenta la información interna para realizar la retroalimentación de los procesos y se descarta la información externa.** La información que es recolectada y llega a los directivos para tomar decisiones complejas, por lo general vienen de un análisis interno ya que es de fácil acceso y control, en comparación con la información que se puede obtener de manera externa. Por ejemplo una organización, analizando sus procesos internos piensa que presta un adecuado servicio al cliente, pero en la perspectiva del cliente ellos pueden estar sintiendo que sus necesidades no están siendo cubiertas⁵².
- **No existe una planeación adecuada del servicio de garantía, que involucra el servicio de mantenimiento.** Aquellos productos que vienen ligados con seguros y con contratos de servicio, suelen generar un aspecto diferenciador muy importante para el cliente a la hora de realizar su compra, llega a ser una ventaja competitiva muy favorable para la organización. Estructurando así un compromiso continuo⁵³.
- **Los horarios del servicio de mantenimiento no se encuentran estandarizados.** En la actualidad algunas empresas han venido ofreciendo los servicios de mantenimiento con un horario fijo de visitas por parte del técnico, debido a que la inexistencia de un horario fijo crea desespero y exacerbación por parte del cliente, que en muchos casos tiene que pedir permiso en el trabajo porque no hay nadie que lo pueda atender. Es importante no solo enfocarse en la instalación del AEE Tipo I, sino también darle importancia a la calidad del servicio que se presta⁵⁴.
- **Los precios que se ofrecen por prestar el servicio de mantenimiento son muy elevados.** Muchas empresas llegan a ser comercializadores y no fabricantes de los AEE Tipo I, por lo que muchas veces hay que importar los repuestos de otros países, llegando estos a ser bastante costoso y el cliente

⁵¹ Ibid., p. 293.

⁵² BALLOU, Ronald. Logística Administración de la cadena de suministro; 5a. Edición ed. México: Pearson Educacion, 2004. p. 119. ISBN 970-26-0540-7.

⁵³ JACKSON, Stuart E. Money for nothing. En: Journal of Business Strategy. [base de datos en línea] Vol. 32. No: 2. p. 50-52. [consultado 12 agosto 2019] Disponible en [https:// doi.org/10.1108/02756661111109770](https://doi.org/10.1108/02756661111109770).

⁵⁴ TSCHOHL. Óp. cit., p. 291.

será el más afectado, ya que una pieza o un componente llega a tener un precio muy cercano a un aparato nuevo⁵⁵.

- **Se brinda poca información al cliente sobre el proceso de mantenimiento.** El desconocimiento de la no implementación de un servicio de mantenimiento completo, produce pérdidas de ventas potenciales, ya que el cliente que desea adquirir un AEE Tipo I, está invirtiendo una suma de dinero considerable, por lo que siente una gran incertidumbre acerca de cómo será el proceso de mantenimiento de su aparato frente algún fallo⁵⁶.
- **Las organizaciones solo se enfocan en corregir las fallas y no en revisar el proceso de diseño.** Muchos de los planes de las organizaciones en el aspecto de mantenimiento se centran solo en corregir aquellas fallas que se presentan y no de tomar acciones preventivas para que aquellas fallas no sigan ocurriendo y esto tiene que ver en gran parte por la etapa de diseño del AEE Tipo I⁵⁷.

2.1.2.3 Fallas de la Logística Interna y de Salida. Las fallas o problemas que se presentan en la parte superior, se relacionan de manera directa con los procesos de logística interna y de logística de salida, los procesos que se realizan y la forma en cómo se gestionan, dan como resultados indicadores, ya sean positivos o negativos del servicio al cliente y del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I. Algunos de estos procesos son:

- **Fallas en los pronósticos de la demanda de mantenimiento.** El pronóstico de la demanda se realiza con el objetivo de predecir eventos futuros, y así tener un nivel adecuado del inventario, pero sino se realiza de forma adecuada da como resultado un desabastecimiento o por el contrario presentar una sobrecarga en nivel de inventario, generando un incremento en el costo de almacenamiento.

Un error muy común es el de considerar un pronóstico como exacto, cuando se realiza un pronóstico siempre se debe considerar como incorrecto. Se debe analizar qué tan incorrecto es en realidad, con el propósito de que en un futuro sea lo más preciso posible, por este motivo se debe realizar una estimación del error lo más preciso posible⁵⁸. Se debe tener también muy presente que hoy en día se brinda una gran cantidad de paquetes los cuales contienen un *software* que es capaz de realizar los pronósticos, pero de los cuales las empresas

⁵⁵ DOCTERS, Rob. et al. En: emeraldinsight [base de datos en línea]. Is the price right? Strategies for new introductions. Vol. 31 No: 3. [consultado 1 marzo 2019] Disponible en: <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2126/10.1108/02756661011036682>. p. 33-34.

⁵⁶ CHRISTOPHER, Martin. Logística: Aspectos estratégicos. México: Limusa, 2010. ISBN: 978-968-18-5282-5. p. 228-229.

⁵⁷ FUCCI, Tomás. Mantenimiento: organización, factor humano y riesgos psico-sociales: Aspectos a tener en cuenta para el control de los riesgos psico-sociales La logística de producción mantenimiento. España: Editorial Académica Española, 2017. ISBN: 978-620-225-044-3. p 10-11.

⁵⁸ CHAPMAN, Stephen. Planificación y control de la producción. Naucalpan de Juárez: Pearson Educacion, 2006.  40. ISBN: 970-26-0771-X.

adquieren sin tener un conocimiento previo de los principios en que se fundamentan⁵⁹.

- **Fallas en la planeación aprovisionamiento en el área mantenimiento.** En el proceso de aprovisionamiento se presentan una serie de inconvenientes con las piezas y componentes que se requieren para reparar el aparato dañado. La optimización de este proceso depende en gran medida de los dos aspectos anteriores, la planeación y los pronósticos de la demanda. Pero él cual se puede presentar fallas como el de no definir con claridad las políticas del inventario, debido a que no se organiza de manera adecuada los componentes y piezas de reparación, es decir; por volumen, rotación o cantidad.

Otro inconveniente que suele presentarse es la disyuntiva entre el personal de ventas y marketing, a los primeros les interesa mantener una baja inversión en los inventarios y a los segundos por el contrario están interesados en contar con un inventario considerable para poder atender todas las solicitudes de los clientes⁶⁰.

- **Fallas en la planificación de las capacidades.** Se presentan inconvenientes en el proceso de calcular la capacidad disponible del proceso y la capacidad requerida, ya que se presentan planes adicionales, que van en paralelo con el desarrollo de los planes específicos y si la persona responsable no realiza un adecuado cálculo para ajustar la carga del pedido con la capacidad disponible, puede traer un gran inconveniente para el empresa ya que es casi imposible modificar la capacidad disponible en el corto plazo y si este proceso falla no se podrá implementar correctamente los planes de producción⁶¹.

Esta capacidad disponible de una organización es la que se obtiene por medio del capital financiero, la infraestructura y los recursos disponibles, en este último también se hace referencia a las horas de trabajo y la cantidad de turnos, esta restricción es fundamental para realizar una adecuada gestión de los recursos y realizar una adecuada planeación, en ocasiones no es tomada en cuenta, generando inconvenientes para prestar un servicio completo, ya que no se puede cubrir la demanda existente.

- **Fallas en la gestión de la administración de los pedidos.** Este proceso es el que lleva a cabo toda la gestión de la recopilación de información de los clientes por medio de las líneas de atención, realizando un continuo seguimiento del pedido y una correcta gestión de los datos obtenidos. Pero en algunos casos la forma en que se procesa los datos no es la adecuada o no llega a existir un

⁵⁹ SIPPEN, Daniel y BULFIN, Robert. Planeación y control de la producción. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 1998. p 99. ISBN 970-10-1944-X.

⁶⁰ CHAPMAN, Op. Cit., p. 99.

⁶¹ Ibid., p. 163,165,174.

canal de comunicación óptima entre los departamentos para cumplir con las especificaciones del pedido. Y mucho de esto se debe a que es tratado como un proceso independiente y no como un elemento que deba ser integrado en la cadena de suministro de la empresa⁶².

- **Fallas en la gestión de la administración de inventarios.** Lo que se desea lograr aquí es la reducción al máximo del inventario, pero como los procesos de planeación, pronóstico y abastecimiento, entre otros, no cumplen con su función este proceso presentará fallas importantes y su optimización será más compleja, pero también se presentan inconvenientes como no tener en cuenta el tiempo de reabastecimiento de los proveedores, manejar diferentes códigos de clasificación, la falta de automatización, y el deficiente control y monitoreo de los inventarios.

El inconveniente más común que se presenta es el de no realizar una trazabilidad adecuada de la evolución de las piezas o componentes requeridos, generando capital inmovilizado o en caso contrario desprotegiendo el abastecimiento en caso de una situación inesperada⁶³.

- **Fallas en el cumplimiento de la promesa de los clientes en el servicio de mantenimiento.** El servicio al cliente o promesa al cliente es el proceso que determina las satisfacciones del cliente frente al servicio que presta la empresa, si no se tiene en cuenta y pasa a un plano secundario, puede llegar a generar: una baja satisfacción del cliente, altas tasas de deserción de clientes, pérdida de ventas y pérdida de lealtad del cliente; una baja en la moral de los empleados que conduce a una alta rotación y ausentismo⁶⁴.

Otros de los mayores inconvenientes es que el servicio al cliente no se enfoca en la logística de la organización. Esto trae como consecuencia la pérdida de lealtad y fidelidad por parte del cliente, generando así una necesidad de realizar programas o estrategias que capten nuevos clientes, resultando esto más costoso que realizar estrategias para mantener a los clientes antiguos.⁶⁵

Varios autores han sostenido que el costo total de realizar una planeación deficiente, es generalmente del 25 al 35 por ciento de los costos totales de la empresa, un porcentaje bastante elevado por no realizar unas adecuadas prácticas en el servicio al cliente⁶⁶.

⁶² BOWERSOX, Donald, CLOSS, David y COOPER, Bixby. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: McGraw-Hill / Interamericana editores, 2007. ISBN: 978-10-6132-2. p. 75-76.

⁶³ Ibid., p. 103-131.

⁶⁴ IAN STUART y TAX, Stephen S. Planning for service quality: an integrative approach. En: International Journal of Service Industry Management [base de datos en línea]. Vol. 7. No 4, 1996, p. 58 [consultado 25 febrero 2019] Disponible en <https://doi.org/10.1108/09564239610129959>.

⁶⁵ TSCHOHL, Op. Cit., p. 293.

⁶⁶ IAN STUART y TAX, Stephen S. Op. cit., p 58.

- **Atraso en la implementación de nueva tecnología.** Las empresas que no presentan un programa de implementación de sistemas de automatización o renovación de sus sistemas tecnológicos, se están privando de poseer una ventaja competitiva bastante importante en el mercado, aparte de los beneficios como el de identificar las piezas de repuesto para cada solicitud de servicio y el de poder realizar un pedido automático de las piezas, según sea necesario, minimizando los costos de los inventarios, así como las visitas no productivas al sitio debido a la falta de piezas de repuesto, además los avances tecnológicos en cuanto a recepción y almacenamiento de información cada vez son más eficientes y brinda una retroalimentación valiosa para actualizar la información del cliente y desarrollar el conocimiento de la empresa y las áreas de diseño del producto y servicio. Aparte se ha demostrado que las empresas que guardan una relación entre la intención estratégica con la implementación de nueva tecnología en sus procesos genera una toma de decisiones estratégicas eficaces.

Una consecuencia de no guardar esa relación, se ve reflejada al momento de realizar mejoras solo en una sola área operativa, sin tener en cuenta la implicación de esta en otras áreas, dando como resultado lo que es llamado “islas” de excelencia tecnológica, generando procesos de cuello de botella en las otras áreas⁶⁷.

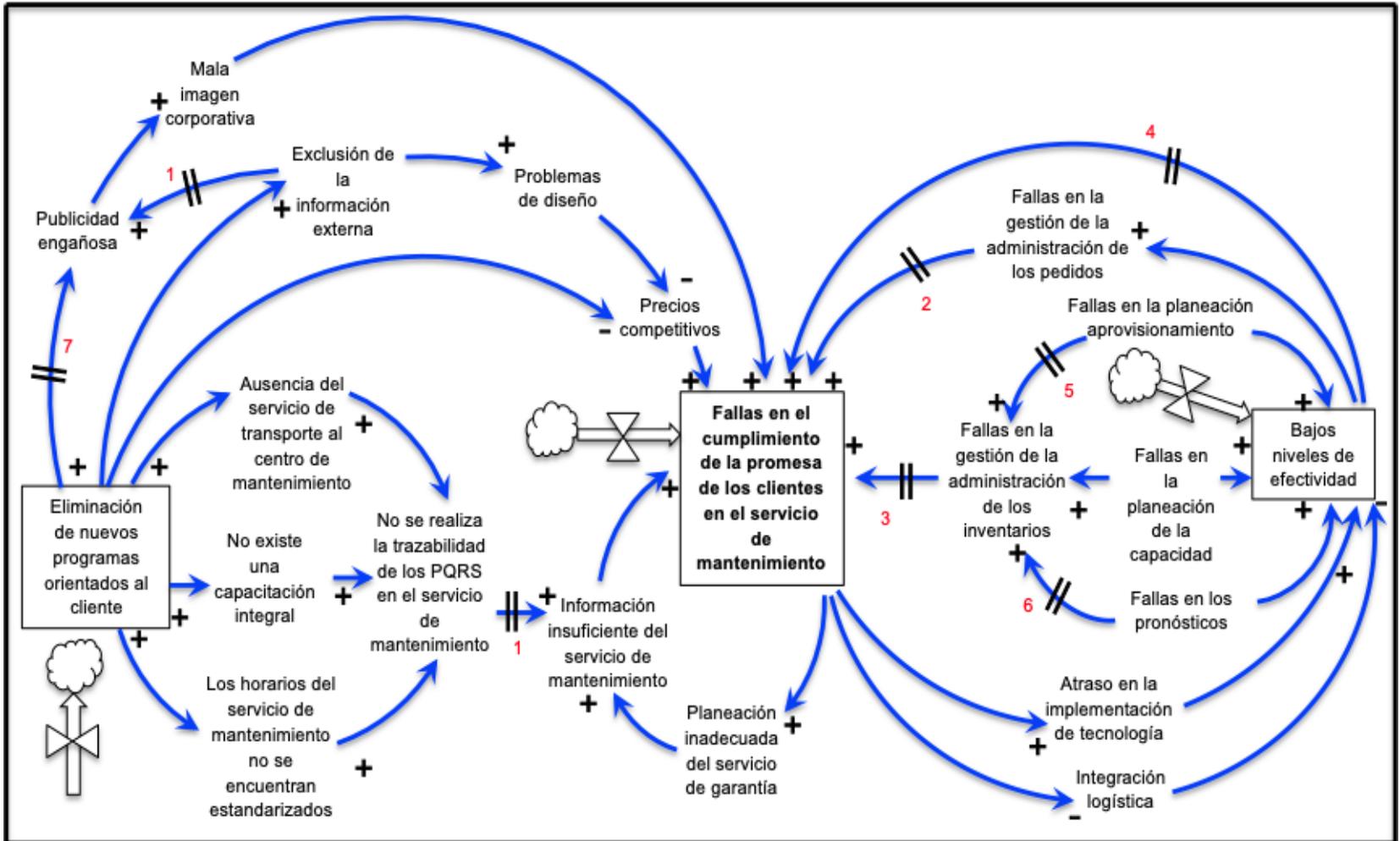
- **Integración de los procesos de logística interna y de salida.** Se partirá del hecho que la logística de salida, entendiendo este concepto como aquel que engloba el servicio al cliente y de mantenimiento, es aquel que se encuentra procedido por la logística interna, haciendo evidente el vínculo que existe entre las dos, ya que todas aquellas actividades que se realicen en la logística interna, se verán reflejadas en la logística de salida, entendiendo también que la logística es una actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía. Por lo que, si se incumplen con todas las actividades y procedimientos, el cliente lo percibirá.

Por lo que una mala gestión o planificación de la logística interna para la implementación del servicio de mantenimiento, podrá causar pérdidas monetarias importantes, pero sobre todo se verá afectada la parte de la logística de salida que se encarga de relacionarse con el cliente, generando así un reconocimiento negativo por parte del cliente, una disminución de las ventas, en el valor de las acciones, en la participación del mercado u otros eventos que disminuirán el valor de la empresa.

⁶⁷AGNIHOTRI, Saligram, SIVASUBRAMANIAM, Nagaraj y SIMMONS, Donald. Leveraging technology to improve field service. En: International Journal of Service Industry Management, Vol.13. No 1. p. 47-63. [consultado 25 febrero 2019] Disponible en <https://doi.org/10.1108/09564230210421155>.

Una vez que se determina aquellas fallas que implican un inconveniente en la ejecución de la logística interna y de salida en el proceso de servicio de mantenimiento para así dar cumplimiento al servicio al cliente, con lo que se procederá a realizar el diagrama causal el cual especificará la relación que existen entre estos fallos y como estos incrementarán o disminuirán. A continuación, en la **figura 7** se observará la representación de la misma.

Figura 7 Diagrama causal.



Fuente: elaboración propia.

A continuación, en el siguiente cuadro se mostrará las roturas en las relaciones que se establecieron entre las variables del diagrama causal.

Cuadro 10. Roturas del Diagrama causal.

N°	Roturas Propuestas
1	Definir KPI's que contemplen los factores externos.
2	Implementar una herramienta para recopilar y estructurar, los datos y las transacciones de la empresa.
3	Implementar un correcto sistema de gestión del inventario.
4	Implementar un sistema CRM.
5	Mejorar los procesos de elaboración y gestión de los pronósticos.
6	Realizar un plan de mejora en la gestión del aprovisionamiento.
7	Cumplir con la implementación propuesta de los nuevos programas enfocados hacia el cliente.

Fuente: elaboración propia.

2.2 FASE DE PRIORIZACIÓN

Esta fase tiene el propósito de facilitar no solo la identificación de causas y consecuencias problemáticas, sino que también determinan las causas que conllevan a generar estos inconvenientes, por lo que se utilizará un proceso de sistematización y jerarquización por medio de la Técnica Multicriterio, en conjunto de con las escalas de Likert y como proceso de verificación se desarrollará otra herramienta que lleva por nombre Matriz Vester.

Cabe aclarar que serán tenidas en cuenta las causas que se especificaron y se relacionaron en el análisis de la hipótesis dinámica y el árbol de problema, etapa donde fueron identificados. El objetivo en esta fase será la de determinar cuáles causas son las que generan un mayor impacto sobre el problema central.

2.2.1 Técnica Multicriterio. Es una metodología creada con el propósito de ayudar en el proceso de la toma de decisiones, donde permite sistematizar todo el proceso, empezando por determinar los criterios y problemas del servicio de mantenimiento analizados con anterioridad, la ponderación que corresponde al análisis y la jerarquización de las mismas, estos filtros disminuyen la subjetividad que puede causar la decisión de alternativas complejas. A continuación se definirán los elementos que la componen⁶⁸:

⁶⁸ MUÑOZ, Belén y ROMANA, Manuel. Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. En: Revista Pensamiento Matemático. Volumen VI, Número 2, 2016. 27-32 p. ISSN 21740410

- **Criterios de decisión:** los criterios de decisión se simbolizan de la siguiente manera $C_1, C_2 \dots C_n$, la cuales pueden definirse como aquellos parámetros o condiciones, que son un filtro para discriminar alternativas y permiten establecer las preferencias por parte de la organización y el analista. Estos elementos de referencia son difíciles de determinar, pero son esenciales en el procedimiento que se debe llevar a cabo.
- **Pesos:** los pesos son las medidas de ponderación relativa que le corresponden a los criterios según el decisor. Se simbolizan así: $\omega = [\omega_1 \dots \omega_n]$, siendo n el número de criterios. El peso ω_i refleja la relativa importancia que tiene sobre el criterio C_i en la decisión.
- **Causas:** las causas son aquellos inconvenientes que se presentan como un motivo del porque se está presentando el problema central. Estos errores o problemas que serán presentados, servirán para que el experto pueda tomar una determinación más precisa sobre aquellas alternativas para corregir o en su defecto eliminar aquellas fallas.
- **Matriz de valoración o decisión:** una vez que se establecen los criterios, los pesos y se tiene la lista de las alternativas que se acoplan a lo que se ha determinado, el analista o la persona a cargo de la decisión, ya puede dar un valor numérico al cruce que entre las alternativas (eje vertical) y los criterios con sus respectivos pesos (eje horizontal), que lleva como símbolo a_{ij} que expresa la evaluación o juicio, esta puede ser numérica, verbal o mixta (cualitativa y cuantitativa). Con esta evaluación ya se puede tomar una decisión coherente sobre la alternativa o alternativas que se debe escoger para beneficio ya sea de una organización o de un individuo como tal.

Figura 8. Matriz de decisión.

		Criterios y pesos asociados					
		C_1	C_2	...	C_j	...	C_n
		ω_1	ω_2	...	ω_j	...	ω
Alternativas	A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
	A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
	Valoraciones			...
	A_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}

	A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}

Fuente: MUÑOZ, Belén y ROMANA, Manuel. Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. En: Revista Pensamiento Matemático. Volumen VI, Numero 2, 2016. 31 p. ISSN 21740410

2.2.2 Escala de Likert. Es una herramienta que se utiliza en la mayoría de las investigaciones cuando se evalúan actitudes y opiniones. Consiste en una colección de ítems, la mitad expresando una posición acorde con la actitud a medir y la otra mitad en contra. Cada ítem está acompañado de una escala de valoración ordinal. Esta escala incluye un punto medio neutral así como puntos a izquierda y derecha, originalmente de desacuerdo y de acuerdo, con opciones de respuestas numéricas de 1 a 4. La escala de alternativas aparece en horizontal, uniformemente espaciadas, al lado del ítem e incluye las etiquetas numéricas⁶⁹.

El uso de la escala de Likert tiene como objetivo llegar a un concepto más amplio con una serie de preguntas, para hallar la interrelación con el problema estudiado, así como explicar los niveles de homogeneidad y heterogeneidad y correlación de las variables que se investigan.

Hay contempladas cinco tipos de escalas las cuales son adoptadas según el investigador y el tipo de la investigación para realizar la validación de las causas y son las siguientes⁷⁰.

- El **nivel de acuerdo** con una afirmación.
- La **frecuencia** con la que se realiza cierta actividad.
- El nivel de **importancia** que se atribuye a un determinado factor.
- La **valoración** de un servicio, producto, o empresa.
- La **probabilidad** de realizar una acción futura.

No existe un conceso por parte de los investigadores que estipule cuantos niveles deberán usarse, pero el ítem que más se utiliza es el de 4 o 5 niveles, lo que es cierto, debido a que utilizar más niveles genera una obtención de valores más diversos.

⁶⁹ MATAS, Antonio. Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. Revista Electrónica de Investigación Educativa [en línea] 2018, 20(1). p. 39. [consultado 06 marzo 2019] ISSN: 1607-4041. Disponible en: <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>.

⁷⁰ LEÓN QUIROGA, Cristhian. Diseño de un modelo de optimización para el proceso de despacho de mercancía en los centros de distribución ubicados en Cundinamarca. Bogotá, 2017. p. 75. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías.

2.2.3 Implementación de la técnica multicriterio. La implementación de la técnica multicriterio se realizará por medio de un paso a paso, el cual sus conceptos más complejos fueron explicados, con el objetivo de contextualizar lo que se desarrollara a continuación.

2.2.3.1 Lista de causales. El listado de causas es determinado por aquello que fue encontrado como causales del problema central, en el árbol del problema y en el diagrama causal.

Cuadro 11. Listado de causales.

ID	Descripción
1	Exclusión de la información externa.
2	Problemas de diseño.
3	Precios competitivos.
4	Eliminación de nuevos programas orientados al cliente.
5	Fallas en la gestión de la administración de los pedidos.
6	Fallas en la gestión de la administración de los inventarios.
7	Atraso en la implementación de tecnología.
8	Bajos niveles de efectividad.
9	Incumplimiento de la promesa al cliente en el servicio de mantenimiento.
10	No existe una integración logística.
11	No se realiza la trazabilidad de los PQRS.

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2 Criterios de evaluación. Siguiendo con la metodología, el siguiente paso es definir aquellas causas más relevantes en la generación de fallas asociadas con el incumplimiento del problema central. En este caso se tomó en cuenta el listado de causas y se asociaron con un respectivo criterio, por eso llegan a ser similares.

Cuadro 12. Criterios de evaluación.

ID	Descripción
C1	Recopilación de la información.
C2	Proceso de diseño.
C3	Precios no competitivos.
C4	Implementación completa de los programas orientados hacia el cliente.
C5	Administración de los pedidos.
C6	Administración de los inventarios.
C7	Implementación de tecnología.
C8	Nivel de efectividad.
C9	Cumplimiento del servicio al cliente.
C10	Integración logística.
C11	Trazabilidad del servicio de PQRS.

Fuente: elaboración propia.

- **Factores de ponderación.** Se considera los factores de ponderación como aquel resultando obtenido en la matriz objetivo, debido a que existe muy poca información o investigaciones publicadas que sirvan para poder asumir un peso porcentual a cada criterio.
- **Asignación de niveles a la escala de Likert.** En la presente investigación se utilizará el tipo de escala, el cual mide el nivel de importancia de un factor, asignándole una escala de 4 niveles. A continuación, se mostrará en **el cuadro 13**.

Cuadro 13. Escala de Likert.

Nivel	Puntuación	Definición
Muy importante	1	Tiene un alto nivel de importancia
Importante	2	Tiene importancia
De poca importancia	3	Tiene una baja importancia o impacto
Sin importancia	4	No tiene importancia

Fuente: AYALA, P; CAMACHO, J. La Escala de Likert una herramienta en el diseño de un cuestionario escalar. Citado por: LEÓN QUIROGA, Cristhian. Diseño de un modelo de optimización para el proceso de despacho de mercancía en los centros de distribución ubicados en Cundinamarca. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2017. p. 66.

2.2.3.3 Matriz Rij (Matriz Absoluta). Una vez definido el listado de causales, los criterios de evaluación y la escala de Likert, se procede a construir la matriz Rij, donde se asignarán unos parámetros que están estipulados con un **criterio tipo i** y una **causa tipo j**. En cada cruce que se origine entre estos, se colocará un valor, este valor es asignado por su nivel de importancia, que está estipulado en la escala de Likert, esto dará una primera visualización de las causas con más influencia.

Tabla 1. Matriz Rij (Matriz Absoluta).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	1	2	2	1	2	3	2	4	1	1	1
2	4	1	1	4	4	4	1	4	1	2	1
3	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2	1
4	1	4	1	1	2	4	1	1	1	1	1
5	1	4	1	2	1	1	3	1	1	1	2
6	4	4	1	3	1	1	3	1	1	1	3
7	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1
8	4	4	1	1	1	1	4	1	1	1	2
9	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.4 Modelo Objetivo. El modelo objetivo se deriva una vez se haya realizado la Matriz R_{ij} (Matriz Absoluta), esta matriz establece la entropía para cada criterio, por lo cual se deben realizar una serie de cálculos para establecer un valor. A continuación, se mostrar las ecuaciones que será aplicadas al cálculo.

Ecuación 1. Entropía.

$$E_i = \frac{-1}{\log m} \sum_{j=1}^m R_{ij} \log R_{ij}$$

Fuente: TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 67.

Donde:

R= Calificación

i= Criterios de calificación

j= Causa

m= Número de criterios de evaluación

Ecuación 2. Dispersión.

$$D_i = 1 - e_i$$

Fuente: TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 67.

Donde:

D_i = Dispersión del criterio de evaluación

e_i = Entropía del criterio de evaluación

Ecuación 3. Parámetro objetivo.

$$SO_i = \frac{D_i}{\sum D_i}$$

Fuente: TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 67.

Estas fórmulas serán aplicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2. Modelo objetivo.

Causa	Entropía (ei)	Dispersión (Di)	Parámetro Objetivo (Soi)
1	-7,516	8,516	0,112
2	-13,515	14,515	0,190
3	-0,578	1,578	0,021
4	-4,265	5,265	0,069
5	-7,156	8,156	0,107
6	-10,265	11,265	0,148
7	-9,327	10,327	0,136
8	-8,890	9,890	0,130
9	0,000	1,000	0,013
10	-1,156	2,156	0,028
11	-2,531	3,531	0,046
Total		76,198	1

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.5 Modelo Subjetivo. Para la elaboración del modelo subjetivo se estructura la matriz P_{ij} , utilizando los criterios del triángulo de Fuller, dando una asignación binaria, en donde uno (1) representa la igualdad o superioridad del factor horizontal respecto al vertical, y cero (0) demuestra inferioridad. A continuación, la tabla con los resultados.

Tabla 3. Triángulo de Fuller.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
4	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
5	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Fuente: elaboración propia.

Una vez asignados los valores, estos serán totalizados por fila y se utilizará la siguiente fórmula para realizar el cálculo.

Ecuación 4. Modelo Subjetivo.

$$S_{bi} = \frac{\sum P_{ij}}{\sum \sum P_{ij}}$$

Fuente TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 67.

En la siguiente tabla se mostrará los valores obtenidos, al aplicar la fórmula.

Tabla 4. Matriz del Modelo Subjetivo.

Causa	Sumatoria Filas ΣP_{ij}	S _{bi}
1	10	0,152
2	1	0,015
3	5	0,076
4	4	0,061
5	5	0,076
6	3	0,045
7	4	0,061
8	8	0,121
9	10	0,152
10	9	0,136
11	7	0,106
Total	66	1

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.6 Modelo definitivo. Una vez se obtienen los modelos objetivo y subjetivo se aplica la siguiente fórmula para obtener el modelo definitivo y con este los valores de ponderación para cada criterio.

Ecuación 5. Modelo definitivo.

$$S_{di} = \frac{S_{oi} * S_{bi}}{\sum S_{oi} * S_{bi}}$$

Fuente: TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 67.

Tabla 5. Matriz del Modelo Definitivo.

Causa	Soi	Sbi	Soi*Sbi	Sdi
1	0,112	0,152	0,017	0,225
2	0,190	0,015	0,003	0,038
3	0,021	0,076	0,002	0,021
4	0,069	0,061	0,004	0,056
5	0,107	0,076	0,008	0,108
6	0,148	0,045	0,007	0,089
7	0,136	0,061	0,008	0,109
8	0,130	0,121	0,016	0,209
9	0,013	0,152	0,002	0,026
10	0,028	0,136	0,004	0,051
11	0,046	0,106	0,005	0,065
Total			0,075	1

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.7 Matriz Relativa o Final de las Técnicas Multicriterio. La matriz relativa, es aquella que resulta de la multiplicación de la matriz Rij por los factores de ponderación obtenidos en el modelo definitivo. Las causas que tengan la menor calificación corresponderán a las que tengan mayor influencia en el problema central y deben ser impactadas.

Tabla 6. Matriz Relativa o Final de las Técnicas multicriterio.

Sdi	0,225	0,038	0,021	0,056	0,108	0,089	0,109	0,209	0,026	0,051	0,065	Total
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	
1	0,225	0,077	0,042	0,056	0,216	0,268	0,219	0,838	0,026	0,051	0,065	2,084
2	0,902	0,038	0,021	0,223	0,432	0,358	0,109	0,838	0,026	0,103	0,065	3,116
3	0,451	0,154	0,021	0,056	0,432	0,358	0,437	0,838	0,026	0,103	0,065	2,941
4	0,225	0,154	0,021	0,056	0,216	0,358	0,109	0,209	0,026	0,051	0,065	1,492
5	0,225	0,154	0,021	0,112	0,108	0,089	0,328	0,209	0,026	0,051	0,131	1,455
6	0,902	0,154	0,021	0,167	0,108	0,089	0,328	0,209	0,026	0,051	0,196	2,253
7	0,225	0,038	0,021	0,056	0,324	0,089	0,109	0,419	0,026	0,051	0,065	1,425
8	0,902	0,154	0,021	0,056	0,108	0,089	0,437	0,209	0,026	0,051	0,131	2,185
9	0,225	0,115	0,021	0,056	0,108	0,179	0,109	0,209	0,026	0,051	0,065	1,166
10	0,225	0,038	0,021	0,056	0,108	0,089	0,328	0,209	0,026	0,051	0,065	1,219
11	0,225	0,038	0,021	0,056	0,108	0,268	0,109	0,628	0,026	0,051	0,065	1,598

Fuente: elaboración propia.

Para obtener los rangos de priorización de las causas se hará la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo a razón de la cantidad de calificaciones definidas al principio de la aplicación de esta técnica, de esta forma se determina la amplitud de los rangos de cada clasificación.

Ecuación 6. Amplitud de intervalos.

$$\text{Amplitud de Intervalos} = \frac{\text{Valor M\u00e1ximo} - \text{Valor M\u00ednimo}}{4} = \frac{3,116 - 1,166}{4} = 0,487$$

Fuente: PINZ\u00d3N, Camilo y PRIETO, Sebasti\u00e1n. Dise\u00f1o de un modelo log\u00edstico de salida para una red de valor. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundaci\u00f3n Universidad de Am\u00e9rica. Facultad de Ingenier\u00edas. Bogot\u00e1, 2018. p. 75.

Con la amplitud de intervalos se podr\u00e1 categorizar las causas en: cr\u00edtica, activa, pasiva o indiferente, seg\u00fan la calificaci\u00f3n obtenida en la matriz relativa final.

Tabla 7. Escala de las causas.

Escala		Clasificaci\u00f3n	Sdi	Ponderaci\u00f3n
1,166	1,654	Muy importante	4	1,492
			5	1,455
			7	1,425
			9	1,166
			10	1,219
1,655	2,143	Importante	11	1,598
			1	2,084
2,143	2,632	De poca importancia	6	2,253
			8	2,185
2,632	3,120	Sin importancia	2	3,116
			3	2,941

Fuente: PINZ\u00d3N, Camilo y PRIETO, Sebasti\u00e1n. Dise\u00f1o de un modelo log\u00edstico de salida para una red de valor. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundaci\u00f3n Universidad de Am\u00e9rica. Facultad de Ingenier\u00edas. Bogot\u00e1, 2018. p. 75.

2.2.4 Matriz Vester. Es una herramienta desarrollada por el alem\u00e1n Frederic Vester, la cual facilita la identificaci\u00f3n y determinaci\u00f3n de las causas y consecuencias problem\u00e1ticas, por medio del desarrollo de una matriz en la que se colocan los problemas detectados tanto por columna y fila, y su posici\u00f3n depender\u00e1 del n\u00famero que se le haya asignado, como se puede apreciar en el siguiente cuadro⁷¹.

⁷¹ MANRIQUE, Ricardo y MOSQUERA, Mart\u00edn. El Enfoque De Sistemas: Una Opci\u00f3n Para El An\u00e1lisis De Las Unidades De Producci\u00f3n Agr\u00edcola. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001. p. 144-146.

Cuadro 14. Formato de la Matriz Vester.

	Problema 1	Problema 2	Problema 3	...	Problema n	Σ Activos Y
Problema 1	0					Suma P1
Problema 2		0				Suma P2
Problema 3			0			Suma P3
...				0		...
Problema n					0	Suma Pn
Σ Pasivos X	Suma P1	Suma P2	Suma P3	...	Suma Pn	

Fuente: MANRIQUE, Ricardo y MOSQUERA, Martín. El Enfoque De Sistemas: Una Opción Para El Análisis De Las Unidades De Producción Agrícola. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001. p. 145

Se coloca toda la diagonal en ceros porque el problema no puede ser explicado por el mismo, las otras entradas van a estar dadas por un valor o calificación como el siguiente:

Cuadro 15. Valores de entrada en la Matriz Vester.

Nivel	Puntuación	Definición
Crítico	3	Tiene un alto nivel de importancia
Activo	2	Tiene importancia
Pasivo	1	Tiene una baja importancia o impacto.
Indiferente	0	No tiene importancia .

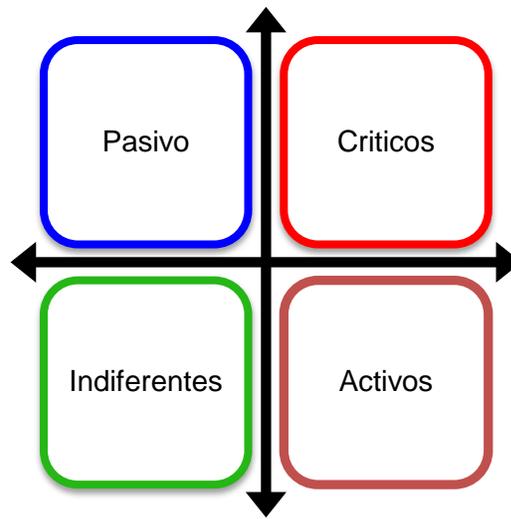
Fuente: MANRIQUE, Ricardo y MOSQUERA, Martín. El Enfoque De Sistemas: Una Opción Para El Análisis De Las Unidades De Producción Agrícola. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001. p. 144.

Se debe aclarar que la matriz no es simétrica por lo que la entrada de la primera fila y segunda columna, es diferente a la entrada de la segunda fila y primera columna. Además, no resulta conveniente trabajar esta matriz con más de 12 problemas.

Una vez que los expertos han llegado a un consenso de los valores que deben llevar cada relación entre filas y columnas, se procede a realizar la sumatoria tanto por filas (activos), como de las columnas (pasivos).

Por último, con los valores obtenidos (X, Y) determina la coordenada en uno de los cuadrantes que se encuentran representados en la siguiente forma:

Figura 9. Plano Cartesiano de la Matriz Vester.



Fuente: elaboración propia

Según el cuadrante que le corresponda a la coordenada, se realiza un análisis y estrategia diferente, a continuación, se analizará cada uno.

- **Problemas activos:** son aquellos que obtuvieron un nivel de activo alto y de pasivo bajo, lo que quiere decir que son problemas influyentes y deben tratarse como centrales y deben tener una alta prioridad en su intervención.
- **Problemas pasivos:** son aquellos que tienen un total de pasivo alto y de activo bajo, por lo que no son problemas influyentes y son causados por otros. Presentan un indicador de cambio de los activos.
- **Problemas críticos:** son aquellos que tiene un total de activo y de pasivo alto, por lo requiere un análisis especial ya que son problemas que llegan a ser influenciados, como también son influyentes.
- **Problemas indiferentes:** son aquellos que tienen un total de activo bajo y de pasivo bajo, por lo que no representan ningún efecto de casualidad sobre el conjunto analizado.

2.2.5 Implementación de la Matriz Vester. Para llevar a cabo la construcción de la matriz Vester, tendrá que tenerse en cuenta las causas evidenciadas en el diagrama causal, las cuales están en el **cuadro 11**, que sirvieron como desarrollo para el análisis de la técnica multicriterio. Estas causas serán las bases para establecer la priorización de ellas por medio de esta herramienta.

Posteriormente se asignarán los respectivos valores de entrada que se encuentran establecidos en el **cuadro 15** dentro de la matriz Vester como se muestra a continuación:

Tabla 8. Matriz Vester.

Matriz Vester	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total Activos
1		2	2	3	2	1	2	0	3	3	3	21
2	0		3	0	0	0	3	0	3	2	3	14
3	2	0		3	0	0	0	0	3	2	3	13
4	3	0	3		2	0	3	3	3	3	3	23
5	3	0	3	2		3	1	3	3	3	2	23
6	0	0	3	1	3		1	3	3	3	1	18
7	3	3	3	3	1	3		2	3	3	3	27
8	0	0	3	3	3	3	0		3	3	2	20
9	3	1	3	3	3	2	3	3		3	3	27
10	3	3	3	3	3	3	1	3	3		3	28
11	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3		28
Total Pasivos	20	12	29	24	20	18	15	20	30	28	26	242

Fuente: elaboración propia.

Para desarrollar la gráfica de la matriz Vester es necesario hallar el punto medio para los activos (eje de las abscisas) y pasivos (eje de las coordenadas), para ello se toma la siguiente formula:

Ecuación 7. Valor medio en la gráfica de la Matriz Vester.

$$Valor\ medio = \frac{Valor\ Máximo + Valor\ Mínimo}{2}$$

Fuente: PINZÓN, Camilo y PRIETO, Sebastián. Diseño de un modelo logístico de salida para una red de valor. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 75.

Por consiguiente, se aplicará esta fórmula, para saber el valor en eje de las abscisas y en el eje de las coordenadas.

Ecuación 8. Valor medio de las abscisas.

$$\text{Valor medio de las abscisas} = \frac{\text{Valor Máximo} + \text{Valor Mínimo}}{2} = \frac{25 + 9}{2} = 17$$

Fuente: elaboración propia.

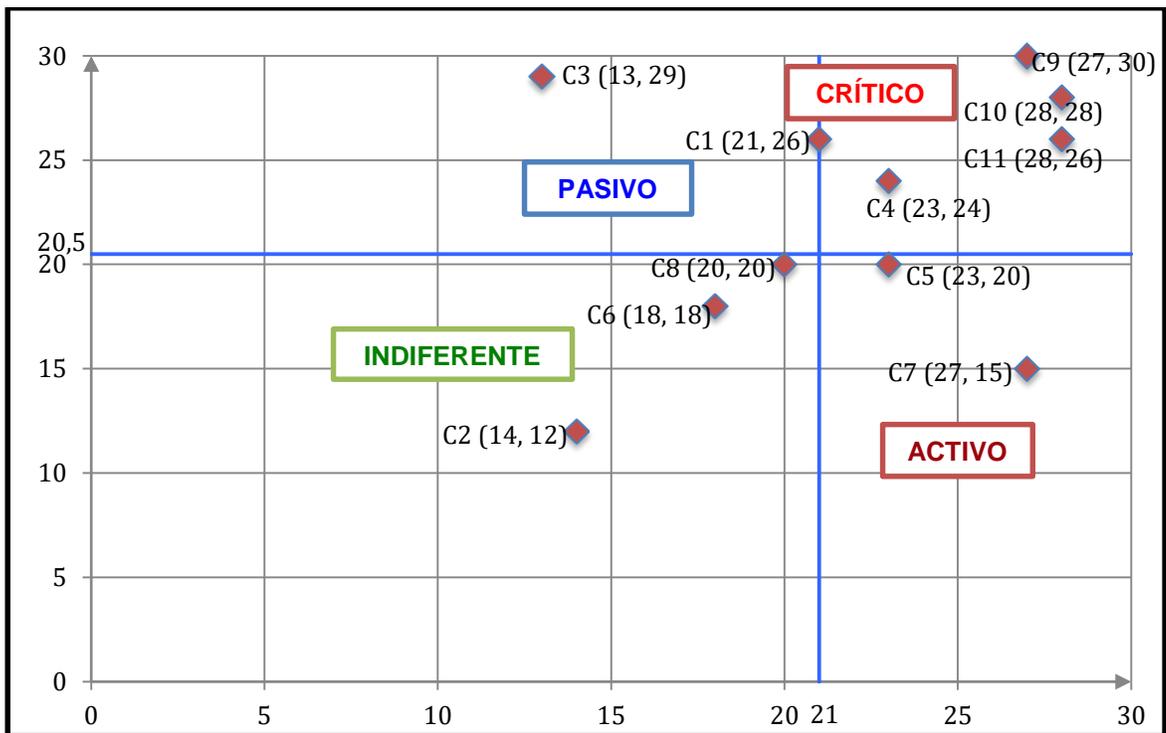
Ecuación 9. Valor medio de las coordenadas.

$$\text{Valor medio de las coodernadas} = \frac{\text{Valor Máximo} + \text{Valor Mínimo}}{2} = \frac{26 + 11}{2} = 18,5$$

Fuente: elaboración propia.

Una vez conocidos los valores medios, se procederá a determinar en qué cuadrante se ubica la causa según sea la coordenada que se le relacione.

Figura 10. Matriz Vester.



Fuente: elaboración propia.

2.2.6 Análisis de convergencia y divergencia. Una vez que se ha realizado e implementado la técnica de multicriterio y la matriz Vester, se procederá a comparar los resultados de los dos métodos, para saber qué resultados convergen o por el contrario presentan una divergencia, y así tomar una decisión de cuales causas realmente necesitan ser tomadas en cuenta en la investigación y descartar aquellas que realmente no son relevantes.

Cuadro 16. Análisis de convergencia y divergencia.

	Clasificación		Convergencia o Divergencia
	Análisis Multicriterio	Matriz Vester	
1	Importante	Pasivo-Crítico	Posible Convergencia
2	Sin Importancia	Indiferente	Convergencia
3	Sin Importancia	Activo	Divergente
4	Muy importante	Crítico	Convergencia
5	Muy importante	Activo	Posible Convergencia
6	Pasivo	Indiferente	Divergente
7	Muy importante	Activo	Posible Convergencia
8	De poca importancia	Pasivo	Convergencia
9	Muy importante	Crítico	Convergencia
10	Muy importante	Crítico	Convergencia
11	Muy importante	Crítico	Convergencia

Fuente: elaboración propia.

El análisis de convergencia y divergencia, muestra que existe plena convergencia de las causas 4, 9, 10 y 11 que corresponden a la eliminación de nuevos programas orientados al cliente, el incumplimiento de la promesa al cliente en el servicio de mantenimiento, la inexistente integración logística y la no realización de la trazabilidad de los PQRS, también existe una posible convergencia con las causas 1, 5 y 7 que son la exclusión de la información externa, el incumplimiento de la gestión de la administración de los pedidos y el atraso en la implementación de la tecnología. Siendo todas estas anteriores causas las más relevantes y en las que habría que enfocarse, no obstante, se determinó no descartar las otras causas y compararlas con la obtención de la información por parte de las fuentes primarias para asegurar que su priorización sea la correcta.

2.3 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN POR MEDIO DE FUENTES PRIMARIAS

En esta fase se realizará la validación de las causas y las rupturas que se identificaron en la investigación por medio de la recopilación de fuentes secundarias, siendo esta confrontadas con la información que se obtenga por medio de fuentes primarias, en este caso se obtendrá por medio de una herramienta conocida como método Delphi y el desarrollo de una encuesta.

2.3.1 Psicometría TRI. La denominación de TRI agrupa las investigaciones que fueron realizadas por Rash (1960) y Birnbaum (1968). El desarrollo de estas dos líneas de investigación establece la relación entre el comportamiento de un sujeto frente a un ítem y rasgo responsable a su conducta⁷².

El test psicométrico es un procedimiento que se encuentra estandarizado de acuerdo a los ítems previamente seleccionados y organizados, con el objetivo de registrar las reacciones del sujeto, conforme a la duración, forma, expresión y significado⁷³.

Este procedimiento puede ser utilizado en los siguientes campos:

- En la selección: consiste en aceptar o rechazar al candidato.
- En la clasificación: la decisión está basada en encontrar una acción alternativa.
- En el diagnóstico: se realiza según el tratamiento pedagógico, psicopedagógico o psicológico a seguir.
- En la investigación: se utiliza para tomar la decisión acerca de una hipótesis, exactitud en una formulación o en la recolección de la información necesaria.
- En la evaluación: se determina una nota o calificación, evaluando así si el procedimiento es correcto o incorrecto.

Con esta herramienta se pretende hacer una revisión previa por medio de algunos pares, con el objetivo que se repase la estructura e idoneidad de las preguntas, en caso de presentarse correcciones, se llevará a cabo un análisis cualitativo y se procederá a incorporarla nuevamente en el cuestionario.

Una vez que se haya analizado y corregido todas las preguntas del cuestionario, se procederá a estipular las indicaciones y aclaraciones que se consideren pertinentes para el exitoso desarrollo del cuestionario. El siguiente paso es administrar el cuestionario a aquellos expertos que cumplan con el perfil requerido.

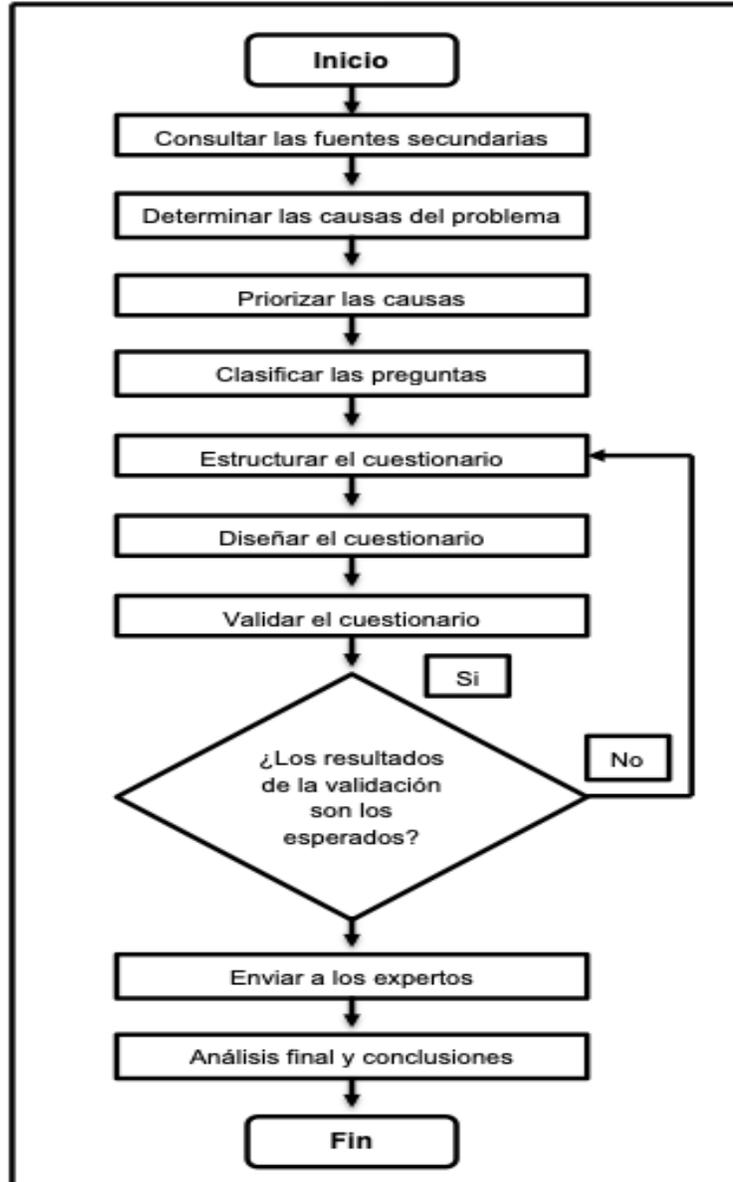
Por último, se realizará el análisis final por medio de un cuadro de convergencia, con lo que se espera ratificar y evidenciar las causas principales que serán

⁷² ABAL Facundo, et al. Teoría de Respuesta al ítem. Conceptos básicos y Aplicaciones para la medición de constructos psicológicos. En : Revista argentina de clínica psicológica. Vol. 19. No 1. p. 179.

⁷³ ALIAGA, Jaime. Psicometría: Test Psicométricos, Confiabilidad y Validez. En: Psicología: Tópicos de actualidad, 2007, 85-108 p. [consultado 25 marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://blog.uca.edu.ni/kurbina/files/2011/06/test-psicometrico_confiabilidad-y-validez.pdf.

incluidas dentro del modelo. Este procedimiento se podrá visualizar a continuación.

Diagrama 1. Desarrollo del cuestionario.



Fuente: GONZÁLEZ, Esteban y GONZÁLEZ, Johandra. Diseño de un sistema de gestión de la información para el apoyo de las operaciones offshore en Colombia. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2015. p. 95.

2.3.1.1 Aplicación del análisis de psicometría TRI. Se envió un prototipo del cuestionario final a diez individuos con el objetivo de obtener una retroalimentación de aquellos errores que pudieran evidenciar tanto en forma, estructura, redacción y comprensión. Cabe aclarar que las personas conformadas para realizar el cuestionario fueron un periodista, un ingeniero de petróleos, un ingeniero químico, dos profesores y 5 ingenieros industriales, los perfiles estarán detallados en el **Anexo A.**

Cuadro 17. Resultado del análisis de psicometría TRI.

Sujeto	Retroalimentación
1	Es bastante claro a la hora de desarrollar los conceptos para identificar la opinión del encuestado
2	Está bien formuladas las preguntas, pero un tanto complejas para alguien que no estudia una carrera que tenga conceptos relacionados con logística ya que los conceptos son muy técnicos.
3	Algunas preguntas son algo confusas por el lenguaje técnico que emplean y la falta de conocimiento del tema.
4	Es necesario neutralizar el lenguaje.
5	Algunas preguntas no resultan muy claras en el sentido conceptual, se tocan algunos de ellos sin profundidad para luego hablar de otros. En mi opinión la redacción como sesga al encuestado hacía como una respuesta en específico
6	En la pregunta N. 8 no es muy clara o puede estar mal redactada
7	El área del servicio al cliente es un área donde se debe resolver de forma rápida y eficaz los problemas que se presenten y con la menor utilización de recursos para mantener al cliente satisfecho. Marque con una X el nivel de importancia que representa para una empresa poseer un nivel óptimo de efectividad al momento de prestar el servicio de mantenimiento
8	Mencionas marcar con una X, lo cual nunca se da, la palabra correcta sería seleccionar y revisa la apertura y cierre de la encuesta
9	Corregir errores ortográficos, haciendo énfasis en el manejo de las tildes.
10	Algunas preguntas son más claras que otras, por lo que las personas que respondan esta entrevista deben tener un conocimiento previo del tema, sino es así habría que simplificar los términos utilizados.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2 Método Delphi. El método Delphi corresponde a una técnica de carácter cualitativo que sirve para la recolección de información cuando no se tiene suficiente información para tomar una decisión objetiva. Se realiza por medio de la conversión de personas consideradas como expertos, con el objetivo de llegar al censo de una temática y llegar a una conclusión.

Esta técnica aumenta la fiabilidad de la investigación, ya que supera los sesgos y limitaciones que se presenta la calificación de un solo individuo y permite basarse

en el juicio intersubjetivo. Es una estrategia relativamente flexible que permite actuar con autonomía y adaptar su dinámica a la investigación⁷⁴.

Esta técnica se lleva a cabo por medio de las siguientes fases⁷⁵:

- **Fase 1 de definición:** en esta fase a partir de la problemática central, se debe definir qué información se quiere obtener, identificando las dimensiones y las fuentes primarias.
- **Fase 2 de conformación del grupo de informantes:** se debe determinar el perfil del experto al cual irá dirigida la entrevista. El tamaño suele variar entre 6 a 30 personas, cabe aclarar que es más importante la calidad que la cantidad de los expertos.
- **Fase 3 de ejecución de la entrevista:** Se elabora el cuestionario inicial, se analiza la información y se compara con los datos obtenidos durante la investigación.
- **Fase 4 de resultados:** se compara la información obtenida, con la información que se tiene acerca del problema, el investigador tendrá que calcular el nivel de convergencia, pero habrá que tener en cuenta aquella información extra que se llega a obtener y determinar si esta información si es relevante como para tenerla en cuenta en el transcurso de la investigación.

2.3.2.1 Perfil de los expertos. A continuación, en la siguiente tabla se definirá las características y conocimientos mínimos del experto en esta fase de validación. (Según el criterio del investigador)

- Ser una persona natural o jurídica.
- Contar como mínimo con dos años de experiencia en los sectores de aparatos eléctricos y electrónicos Tipo I, específicamente en el área de mantenimiento.
- Entender el proceso logístico que se realiza dentro de la empresa.
- Conocer como están estructurados los procesos de servicio al cliente y servicio de mantenimiento de la empresa.
- Tener conocimiento sobre cómo se realizan los procesos de mitigación de los

⁷⁴ REGUANT ÁLVAREZ, M. y TORRADO FONSECA, M. El método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*. [en línea] 2016, enero, 9 (1), 87-89. [consultado 20 de marzo 2019]. ISSN: 2013-2255. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916

⁷⁵ Ibid., p. 92.

problemas logísticos dentro de la empresa.

2.3.2.2 Cálculo del número de expertos. Una vez que se define el perfil del experto habrá que especificar la cantidad de expertos a los cuales se le realizará la entrevista, para ello se empleará la siguiente fórmula:

Ecuación 10. Número de expertos.

$$\text{Número de expertos} = m = \frac{p * (1 - p) * k}{i^2}$$

Fuente: VILLANUEVA, Meiver y MUÑOZ, Karen. Modelo de logística interna para mi pyme del sector calzado. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 104.

Dónde:

m = Numero de expertos.

p = Porcentaje de aceptación (95%-98%).

i = Nivel de precisión.

k = Constante asociada al nivel de confianza.

A continuación, se aplicará la fórmula, para conocer cuál es el número pertinente de expertos para ser entrevistados

Ecuación 11. Número de expertos del proyecto.

$$\text{Número de expertos} = m = \frac{0,95 * (1 - 0,95) * 0,95}{0,95^2} = 5$$

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo del número de expertos se asume un porcentaje de aceptación y nivel de precisión del 95%, dando como resultado 0,05, es decir, que se requerirá de 5 expertos que deberán ser consultados como mínimo, pero si se llegase a tener la posibilidad de entrevistar más expertos, sería de gran aporte para la investigación, pero antes se deberá tener en cuenta que el perfil cumpla con las características y conocimientos requeridos que se definieron con anterioridad.

2.3.3 Entrevista. La entrevista es una conversación por lo general entre dos personas, que se propone con un fin determinado, pero que difiere del hecho de mantener una conversación ordinaria, su función es la de recoger datos, informar y motivar⁷⁶.

Es un método que tiene como objetivo reunir datos durante una reunión privada, donde el entrevistador obtiene de una manera previamente guiada, información de la persona entrevistada por medio de preguntas relacionadas con el problema a ser estudiado. Este método puede comprender las técnicas de observación y estimación, como aspectos comunes con la técnica del cuestionario⁷⁷.

2.3.3.1 Tipos de entrevista por estructura. Esta clasificación está determinada por la forma como se conduce la entrevista y como se estructuran las preguntas que el entrevistado debe contestar⁷⁸.

- **Entrevista estructurada o cerrada:** este tipo de entrevista se realiza mediante un cuestionario bien estructurado, que el entrevistador previamente debe desarrollar, este solo se guía del cuestionario y no se realizan preguntas fuera del mismo, es una entrevista rígida, fundamentada en preguntas directas.
- **Entrevista semi estructurada:** en esta modalidad el entrevistado lleva una guía de preguntas base, pero no de manera tan rígida como la entrevista cerrada, aquí se tiene la libertad de realizar preguntas fuera del cuestionario, o bien omitir algunos temas si le parece pertinente. Esto con el fin de aclarar algún tema que no haya quedado claro para el entrevistador.
- **Entrevista abierta o no estructurada:** en este caso el entrevistador tiene la libertad de adaptar la entrevista a las características psicológicas del entrevistado, avanzando o retrocediendo de manera en que más le convenga al entrevistador, sin estar sujeto a algún tipo de guía.

El entrevistador no propone ningún tema, tampoco hace sugerencias, esta entrevista está más que toda guiada por el entrevistado y por su propio punto de vista al exponer los temas que le parezcan más relevantes.

- **Entrevista tipo panel:** en esta el entrevistador realiza una serie de preguntas a un grupo de entrevistados para conocer sus distintas opiniones o como también

⁷⁶ BINGHAM ,W. V. D. y MOORE , B. *How to Intervie*. Citado por: NAHOUM, Charles. La entrevista psicológica. Buenos Aires: KAPELUSZ, S.A., 1961. ISBN: 9789501365030. p. 6.

⁷⁷ SYMONDS, P. *Diagnosing Personality and Conduc*. Citado por: NAHOUM, Charles. La entrevista psicológica. Buenos Aires: KAPELUSZ, S.A., 1961. ISBN: 9789501365030. p. 7.

⁷⁸ MORGA RODRIGUEZ, Luis. Teoría y técnica de la entrevista. Tlalnepantla de Baz: Red Tercer Milenio. S.C., 2012. ISBN 978-607-733-171-1. p 14-15.

puede ser el caso que un grupo de entrevistadores desean saber la opinión de una sola persona y le realizan una serie de preguntas.

2.3.3.2 Formato de la entrevista. El formato de la entrevista se encuentra en el **Anexo B** e incluye el perfil requerido del experto, como el tiempo de experiencia y área en el cual debe estar desempeñándose, también se encuentra el formato de las preguntas que serán realizadas al experto en la entrevista.

2.3.3.3 Trazabilidad de las preguntas. Una vez concluido el formato de la entrevista, se realizará la debida trazabilidad de la pregunta, categorizando el tipo de pregunta a realizar y cuál es el objetivo que se desea obtener de esa pregunta. A continuación, se evidenciará la trazabilidad de las preguntas.

Cuadro 18. Trazabilidad de las preguntas.

N° Causa	Causa	Tipo de pregunta	N° de pregunta	Pregunta	Objetivo
-	-	Abierta	1	¿Cuáles considera dentro de su experiencia, las fallas que se presentan en la logística interna y de salida en el proceso del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I?	A partir del conocimiento y experiencia del experto poder identificar aquellas causas que no se contemplaron en la recopilación de la información secundaria.
-	-	Clasificación	13	Seleccione cuál de las siguientes estrategias implementaría para resolver las fallas en el cumplimiento de la promesa de los clientes en el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.	Definir aquellas posibles soluciones al problema central por medio de la opinión del experto, pero también aquellas sugerencias que el experto proponga.
1	Exclusión de la información externa.	Inducida	2	Solo se tiene en cuenta la información interna para realizar la retroalimentación de los procesos y se descarta la información externa, creando un vacío entre la percepción del cliente y el servicio de mantenimiento que ofrece la empresa. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	El objetivo de esta pregunta es validar aquella información que dice que la información que es recolectada y llega a los directivos para tomar decisiones complejas, por lo general vienen de un análisis interno ya que es de fácil acceso y control, descartando así la información externa.
2	Problemas de diseño.	Clasificación	3	Seleccione el nivel de importancia que tiene los problemas de diseño en la prestación del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.	En esta pregunta se desea evaluar el nivel de importancia del proceso de diseño en relación con el servicio de mantenimiento.
3	Precios competitivos.	Clasificación	4	Los precios competitivos son aquellos precios que generan un valor agregado a la hora de que un cliente tome una determinación de compra. Seleccione el nivel de importancia para el cliente de que el servicio de mantenimiento tenga un precio accesible.	Se desea valorar el nivel de importancia que tiene el ofrecer precios competitivos para el servicio de mantenimiento.

Cuadro 18. (Continuación).

N° Causa	Causa	Tipo de pregunta	N° de pregunta	Pregunta	Objetivo
4	Implementación completa de los programas orientados hacia el cliente.	Inducida	5	La implementación de nuevos programas orientados al servicio al cliente es una inversión bastante costosa, por lo que las directivas y gerentes suelen rechazarlos o eliminarlos, a pesar de ser rentables a largo plazo. Dando como resultado un estancamiento en la mejora del servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Se pretende en esta pregunta reforzar la idea de que el no realizar una mejora continua en la prestación del servicio al cliente, genera un impacto negativo directo en el área de mantenimiento.
5	Fallas en la gestión de la administración de los pedidos.	Inducida	6	Las fallas que se presentan en la gestión de la administración de los pedidos, se deben a la forma en que se procesan los datos, ya que es tratado como un proceso independiente y no como un elemento que deba ser integrado en la cadena de suministro, generando problemas de comunicación entre las áreas de la empresa, lo que conlleva al incumplimiento de las especificaciones del servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Con esta pregunta se busca indagar si la opinión de los expertos está de acuerdo con el hecho de que la administración de los pedidos es un pilar fundamental para lograr un servicio de mantenimiento óptimo.
6	Fallas en la gestión de la administración de los inventarios.	Clasificación	7	El objetivo de la gestión de la administración de los inventarios es lograr la reducción al máximo del inventario y asegurar el nivel de existencias de las piezas o componentes requeridos para realizar el servicio de mantenimiento. Seleccione el nivel de importancia que representa la administración del inventario para cumplir con el servicio de mantenimiento.	En esta pregunta se pretende conocer que tan importante es llevar una correcta gestión de la administración de los inventarios para poder cumplir con la promesa de mantenimiento.
7	Atraso en la implementación de tecnología.	Inducida	8	Existe un atraso tecnológico en la implementación de herramientas que incrementen la productividad, la toma de decisiones estratégicas de manera eficaz y, por ende, un servicio de mantenimiento optimizado. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Poder concluir la relación directa que existe entre el atraso tecnológico, con la forma de prestar el servicio de mantenimiento con un alto valor agregado.

Cuadro 18. (Continuación).

N° Causa	Causa	Tipo de pregunta	N° de pregunta	Pregunta	Objetivo
8	Bajos niveles de efectividad	Clasificación	9	El área del servicio al cliente es un lugar donde se debe resolver de forma rápida y eficaz los problemas que se presenten y con la menor utilización de recursos para mantener al cliente satisfecho. Seleccione el nivel de importancia que representa para una empresa poseer un nivel óptimo de efectividad al momento de prestar el servicio de mantenimiento.	Conocer si los niveles de eficacia están directamente relacionados con el cumplimiento del servicio de mantenimiento.
9	Incumplimiento de la promesa al cliente en el servicio de mantenimiento.	Inducida	10	El servicio al cliente que no está enfocado como una prioridad en la empresa y no está ligada con la logística de la empresa, llega a causar una pésima prestación del servicio del mantenimiento y un incremento en la pérdida de lealtad y fidelidad por parte del cliente. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Reafirmar por medio de la opinión de los expertos, toda aquella información que se obtuvo por medio de fuentes secundarias, donde afirmaba que la relación que existe entre el servicio al cliente y el servicio de mantenimiento están relacionadas de manera directa.
10	No existe una integración logística.	Inducida	11	El concepto de integración logística no está muy claro en las empresas, ya que la logística no es vista como una actividad interdisciplinaria donde toda actividad que se realiza como parte de la logística interna se verá reflejada en la logística de salida, afectando así el proceso de servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Confirmar por medio de la valoración del el experto, el poco conocimiento de las empresas o por lo menos la falta de preocupación de las empresas por llevar a cabo un integración logística.
11	No se realiza la trazabilidad de los PQRS.	Inducida	12	El proceso de recopilación de la información de los PQRS, muchas veces no cumple de manera correcta su función y no presenta un sistema de retroalimentación confiable con el que la empresa pueda mejorar de manera precisa su desempeño al momento de cumplir con el servicio de mantenimiento que ofrece para los AEE Tipo I. Basándose en su conocimiento seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	Por medio de la opinión de los expertos se espera obtener una confirmación que valide la importancia de tener un proceso de PQRS optimizado al momento de ofrecer un servicio de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

2.3.4 Análisis de los resultados de la entrevista. Después de establecer las causas y roturas que se presentan en el proceso de servicio de mantenimiento y aquellos procesos relacionados con el mismo. Estos serán comparados con los resultados obtenidos de las entrevistas a los expertos (el perfil de cada uno será descrito en el **Anexo C**) a través de una serie de herramientas y metodologías, que serán desarrolladas a continuación:

2.3.4.1 Análisis de preguntas abiertas. Las preguntas abiertas son aquellas que permiten que la persona que está siendo entrevistada en este caso los expertos, puedan responder por medio de sus palabras, estando sujeto a la experiencia que tiene en el área requerida. En la entrevista se planteó una pregunta abierta, dicha pregunta se analizará por medio del método de análisis de contexto que de acuerdo con el autor Krippendorff⁷⁹ es una técnica mediante la cual se clasifican en tópicos después de analizar la información obtenida, luego se realizará una clasificación en categorías y subcategorías.

Siguiendo el método que se describió antes se realizara un cuadro donde se definirán los tópicos que corresponderán a la información obtenida por los expertos.

Cuadro 19. Definición de los tópicos.

Experto	Causa	Tópico
1	Fallas en la identificación de los repuestos requeridos	Control
2	Falta de optimización en los procesos de logística que se llevan a cabo en el servicio de mantenimiento	Gestión
3	Desacuerdo por los precios del servicio de mantenimiento	Planeación
	Demoras por la complejidad de servicio	Gestión
4	El manejo de carga por condiciones de seguridad específicas	Desplazamiento
5	Los diagnósticos para detectar las fallas no son eficaces	Control
6	Fallas en los pronósticos para la adquisición de los repuestos	Planeación
7	No se identifica el sitio o proveedor para obtener los repuestos	Planeación
	No se identifica con precisión los tipos de repuestos que se necesitan	Control
	Demoras en el tiempo de entregas de los repuestos	Gestión

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizado la categorización de los tópicos, se asignará según corresponda las categorías previstas, estas categorías también deben guardar relación con la información suministrada por los expertos.

⁷⁹ GARCÍA, Alejandra y REMES, Beatriz. Proyecto de creación y lanzamiento de una nueva revista de sociales para la ciudad de Veracruz. Trabajo de grado. Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Ciencias de la Comunicación. Puebla, 2005. p. 51-52.

Cuadro 20. Categoría Inferida.

Experto	Causa	Tópico	Categoría Inferida
1	Fallas en la identificación de los repuestos requeridos	Control	Control de inventario
2	Falta de optimización en los procesos de logística que se llevan a cabo en el servicio de mantenimiento	Gestión	Optimización de procesos
3	Desacuerdo por los precios del servicio de mantenimiento	Planeación	Servicio de mantenimiento
	Demoras por la complejidad de servicio	Gestión	Análisis de métodos y tiempos
4	El manejo de carga por condiciones de seguridad específicas	Desplazamiento	Manipulación de cargas
5	Los diagnósticos para detectar las fallas no son eficaces	Control	Diagnóstico de fallas
6	Fallas en los pronósticos para la adquisición de los repuestos	Planeación	Pronóstico de los repuestos
7	No se identifica el sitio o proveedor para obtener los repuestos	Planeación	Selección de proveedores
	No se identifica con precisión los tipos de repuestos que se necesitan	Control	Control de inventario
	Demoras en el tiempo de entregas de los repuestos	Gestión	Análisis de métodos y tiempos

Fuente: elaboración propia.

Después de consolidar los tópicos y las categorías que corresponde a cada tópico, se habrá de definir las subcategorías subsecuentes.

Cuadro 21. Sub categorías

Experto	Causa	Tópico	Categoría Inferida	Subcategoría
1	Fallas en la identificación de los repuestos requeridos	Control	Control de inventario	Sistemas y métodos de control
2	Falta de optimización en los procesos de logística que se llevan a cabo en el servicio de mantenimiento	Gestión	Optimización de procesos	Técnicas y herramientas de optimización
3	Desacuerdo por los precios del servicio de mantenimiento	Planeación	Servicio de mantenimiento	Precios competitivos
	Demoras por la complejidad del servicio de mantenimiento	Gestión	Análisis de métodos y tiempos	Control en el tiempo de ejecución
4	El manejo de carga por condiciones de seguridad específicas	Desplazamiento	Manipulación de cargas	Seguridad y salud en el trabajo
5	Los diagnósticos para detectar las fallas no son eficaces	Control	Diagnóstico de fallas	Procedimientos para la solución de problemas
6	Fallas en los pronósticos para la adquisición de los repuestos	Planeación	Pronóstico de los repuestos	Métodos y técnicas de pronóstico
7	No se identifica el sitio o proveedor para obtener los repuestos	Planeación	Selección de proveedores	Técnicas y herramientas de selección
	No se identifica con precisión los tipos de repuestos que se necesitan	Control	Control de inventario	Sistemas y métodos de control
	Demoras en el tiempo de entregas de los repuestos	Gestión	Análisis de métodos y tiempos	Control en el tiempo de entrega

Fuente: elaboración propia.

Por último, se hará la consolidación de todos los componentes que se han definido para el análisis de la pregunta abierta, que se formuló en el cuestionario, evaluando la información obtenida por medio de los expertos entrevistados.

Cuadro 22. Categorías y Sub-categorías.

Pregunta	Experto	Causas	Tópico	Categoría Prevista	Categoría Inferida	Subcategoría
¿Cuáles considera dentro de su experiencia, las fallas que se presentan en la logística interna y de salida en el proceso del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I?	1	Fallas en la identificación de los repuestos requeridos	Control	Gestión de la administración de inventarios	Control de inventario	Sistemas y métodos de control
	2	Falta de optimización en los procesos de logística que se llevan a cabo en el servicio de mantenimiento	Gestión	Integración logística	Optimización de procesos	Técnicas y herramientas de optimización
	3	Desacuerdo por los precios del servicio de mantenimiento	Planeación	Precios competitivos	Servicio de mantenimiento	Precios competitivos
		Demoras por la complejidad del servicio de mantenimiento	Gestión	Bajos niveles de efectividad.	Análisis de métodos y tiempos	Control en el tiempo de ejecución
	4	El manejo de carga por condiciones de seguridad específicas	Gestión	-	Manipulación de cargas	Seguridad y salud en el trabajo
	5	Los diagnósticos para detectar las fallas no son eficaces	Control	No se realiza la trazabilidad de los PQRS.	Diagnóstico de fallas	Procedimientos para la solución de problemas
	6	Fallas en los pronósticos para la adquisición de los repuestos	Planeación	Gestión de la administración de inventarios	Pronóstico de los repuestos	Métodos y técnicas de pronóstico
	7	No se identifica el sitio o proveedor para obtener los repuestos	Planeación	-	Selección de proveedores	Técnicas y herramientas de selección
		No se identifica con precisión los tipos de repuestos que se necesitan	Planeación	Gestión de la administración de inventarios	Control de inventario	Sistemas y métodos de control
		Demoras en el tiempo de entregas de los repuestos	Control	-	Análisis de métodos y tiempos	Control en el tiempo de entrega

Fuente: elaboración propia.

A partir del análisis del cuadro, se puede notar que existen varias causas que no se tuvieron en cuenta o no fueron determinadas como relevantes, pero que fueron tenidas en cuenta por los expertos:

- El manejo de carga por condiciones de seguridad específicas.
- No se identifica el sitio o proveedor para obtener los repuestos.
- Demoras en el tiempo de entregas de los repuestos.

En una primera instancia estos problemas no se tuvieron en cuenta porque hacen parte del proceso de logística interna, ya que las condiciones y la forma como es recibido el pedido, y la relación con los proveedores hace parte del *upstream* de la cadena de suministro.

2.3.4.2 Preguntas inducidas. El análisis de las preguntas inducidas se realizará basándose en un análisis estadístico, con el fin de recoger y recopilar los datos obtenidos en la entrevista, y poder explicar la relación que existe entre la información secundaria y la información primaria.

Pero antes de poder realizar este análisis se debe definir de manera cuantitativa, los ítems cualitativos evaluados en la entrevista y los cuales fueron definidos por medio de la escala de Likert. A continuación, se realizará un cuadro de equivalencia donde se muestra esta relación.

Cuadro 23. Cuadro de equivalencia de las preguntas inducidas.

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Totalmente de acuerdo

Fuente: elaboración propia.

Por lo que a continuación se presenta la siguiente tabla con las respuestas de los expertos, según en el cuadro de equivalencia anterior.

Cuadro 24. Respuestas de preguntas inducidas.

No	Pregunta No	Experto						
		1	2	3	4	5	6	7
2	Solo se tiene en cuenta la información interna para realizar la retroalimentación de los procesos y se descarta la información externa, creando un vacío entre la percepción del cliente y el servicio de mantenimiento que ofrece la empresa. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	2	2	1	3	3	3	3
5	La implementación de nuevos programas orientados al servicio al cliente es una inversión bastante costosa, por lo que las directivas y gerentes suelen rechazarlos o eliminarlos, a pesar de ser rentables a largo plazo. Dando como resultado un estancamiento en la mejora del servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	1	3	4	3	2	3	3
6	Las fallas que se presentan en la gestión de la administración de los pedidos, se debe a la forma en que se procesan los datos, ya que es tratado como un proceso independiente y no como un elemento que deba ser integrado en la cadena de suministro, generando problemas de comunicación entre las áreas de la empresa, lo que conlleva al incumplimiento de las especificaciones del servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación	2	2	3	3	3	3	4
8	Existe un atraso tecnológico en la implementación de herramientas que incrementen la productividad, la toma de decisiones estratégicas de manera eficaz y, por ende, un servicio de mantenimiento optimizado. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	2	3	3	4	4	3	3

Cuadro 24. (Continuación).

No	Pregunta No	Experto						
		1	2	3	4	5	6	7
10	El servicio al cliente que no está enfocado como una prioridad en la empresa y no está ligada con la logística de la empresa, llega a causar una pésima prestación del servicio del mantenimiento y un incremento en la pérdida de lealtad y fidelidad por parte del cliente. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	4	4	4	4	4	4	3
11	El concepto de integración logística no está muy claro en las empresas, ya que la logística no es vista como una actividad interdisciplinaria donde toda actividad que se realiza como parte de la logística interna se verá reflejada en la logística de salida, afectando así el proceso de servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.	2	3	3	3	3	3	3
12	El proceso de recopilación de la información de los PQRS, muchas veces no cumple de manera correcta su función y no presenta un sistema de retroalimentación confiable con el que la empresa pueda mejorar de manera precisa su desempeño al momento de cumplir con el servicio de mantenimiento que ofrece para los AEE Tipo I. Basándose en su conocimiento seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación	2	3	4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.3 Preguntas de clasificación. Las preguntas de clasificación son aquellas en las que el entrevistado debe elegir entre una serie de opciones establecidas, pero donde debe elegir solo una opción, es opción deberá estar fundamentada de acuerdo a su experiencia y conocimiento, para el caso de este proyecto de investigación se analizará 4 preguntas de este tipo y como con las preguntas inducidas, se debe conformar un cuadro de equivalencia para relacionar la parte cualitativa, con la parte cuantitativa.

Cuadro 25. Cuadro de equivalencia de las preguntas de clasificación.

Escala de Likert	
Calificación	Valoración
1	Nada importante
2	Poco importante
3	Importante
4	Muy Importante

Fuente: elaboración propia.

Una vez determinada la escala de valoración cuantitativa se presentará la siguiente tabla con las respuestas de los expertos, según en el cuadro de equivalencia anterior.

Cuadro 26. Respuestas de preguntas de clasificación.

No	Pregunta No	Experto						
		1	2	3	4	5	6	7
3	Seleccione el nivel de importancia que tiene los problemas de diseño en la prestación del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.	4	3	3	2	4	4	4
4	Los precios competitivos son aquellos precios que generan un valor agregado a la hora de que un cliente tome una determinación de compra. Seleccione el nivel de importancia para el cliente de que el servicio de mantenimiento tenga un precio accesible.	3	4	4	3	4	3	4
7	El objetivo de la gestión de la administración de los inventarios es lograr la reducción al máximo del inventario y asegurar el nivel de existencias de las piezas o componentes requeridos para realizar el servicio de mantenimiento. Seleccione el nivel de importancia que representa la administración del inventario para cumplir con el servicio de mantenimiento.	4	4	4	3	4	4	3
9	El área del servicio al cliente es un lugar donde se debe resolver de forma rápida y eficaz los problemas que se presenten y con la menor utilización de recursos para mantener al cliente satisfecho. Seleccione el nivel de importancia que representa para una empresa poseer un nivel óptimo de efectividad al momento de prestar el servicio de mantenimiento.	3	4	4	4	4	3	4

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.4 Índice de Homogeneidad. El índice de homogeneidad evalúa el grado de relación que existe entre un ítem, en relación con la prueba global, en este caso la prueba global será la encuesta realizada. Lo ítems con un bajo índice de homogeneidad, es decir que sea menor a 0,2, serán eliminados de la entrevista⁸⁰. Por lo que entre más alto sea el valor de correlación, el ítem tendrá un mayor grado de semejanza con el resto de ítems medidos a través de la puntuación total en el test, por ende, si es menor a 0,2 querrá decir que no existe relación entre el ítem y los demás ítems evaluados.

Ecuación 12. Índice de Homogeneidad.

$$IH = \frac{\sum Ziten x * Ztest}{n}$$

Fuente: LANCHEROS, Sergio. Desarrollo de un modelo para la aplicación del alineamiento de las redes de valor de los productos fabricados en pet en Bogotá, Colombia. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2017. p. 160.

Antes de aplicar la ecuación, se habrá de normalizar los datos que obtuvieron en la entrevista. Esta normalización se realizará por medio de t student, utilizando la media y la desviación estándar de los datos.

Ecuación 13. Normalización de datos mediante la T Student

$$IH = \frac{X1 - Xmedia}{S_x}$$

Fuente: LANCHEROS, Sergio. Desarrollo de un modelo para la aplicación del alineamiento de las redes de valor de los productos fabricados en pet en Bogotá, Colombia. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2017. p. 160.

2.3.4.5 Análisis de las preguntas inducidas. Se realizará el procedimiento y se utilizarán las fórmulas definidas con el fin de determinar el grado de homogeneidad presentan las respuestas obtenidas por los expertos. A continuación, se explicará todo el procedimiento:

⁸⁰ RODERO, Carmen, DÍAZ, Ana Isabel, GUERRERO Mercedes y DUQUE Miguel. Análisis de la fiabilidad y validez de un cuestionario docente. En: Dialnet [base de datos en línea] Vol. 9, Nº. 1. p. 138-139 [consultado 19 abril 2019]. ISSN-e 1989-1199. Archivo pdf. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5814961>.

Tabla 9. Normalización de las preguntas 2, 5,6 y 8.

Pregunta	2	5	6	8	TEST	Zítem 2	Zítem 5	Zítem 6	Zítem 8	Ztest
Experto 1	2	1	2	2	15	-0,54	-1,80	-1,24	-1,66	-2,07
Experto 2	2	3	2	3	20	-0,54	0,30	-1,24	-0,21	-0,46
Experto 3	1	4	3	3	22	-1,82	1,35	0,21	-0,21	0,18
Experto 4	3	3	3	4	24	0,73	0,30	0,21	1,24	0,83
Experto 5	3	2	3	4	23	0,73	-0,75	0,21	1,24	0,51
Experto 6	3	3	3	3	23	0,73	0,30	0,21	-0,21	0,51
Experto 7	3	3	4	3	23	0,73	0,30	1,66	-0,21	0,51
Media	2,43	2,71	2,86	3,14	21,43					
Desv. Estándar	0,79	0,95	0,69	0,69	3,10					

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se realizará la normalización de las preguntas faltantes:

Tabla 10. Normalización de las preguntas 10, 11 y 12.

Pregunta	10	11	12	TEST	Zítem 10	Zítem 11	Zítem 12	Ztest
Experto 1	4	2	2	15	0,38	-2,27	-2,00	-2,07
Experto 2	4	3	3	20	0,38	0,38	-0,73	-0,46
Experto 3	4	3	4	22	0,38	0,38	0,54	0,18
Experto 4	4	3	4	24	0,38	0,38	0,54	0,83
Experto 5	4	3	4	23	0,38	0,38	0,54	0,51
Experto 6	4	3	4	23	0,38	0,38	0,54	0,51
Experto 7	3	3	4	23	-2,27	0,38	0,54	0,51
Media	3,86	2,86	3,57	21,43				
Desv. Estándar	0,38	0,38	0,79	3,10				

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar la normalización de las preguntas, los resultados de cada pregunta se multiplicarán por la columna de normalización del test.

Tabla 11. Normalización de las preguntas por la normalización del test.

Pregunta	Zítem 2 *Ztest	Zítem 5 *Ztest	Zítem 6 *Ztest	Zítem 8 *Ztest	Zítem 10 *Ztest	Zítem 11 *Ztest	Zítem 12 *Ztest
Experto 1	1,13	3,74	2,57	3,43	-0,78	4,70	4,14
Experto 2	0,25	-0,14	0,57	0,10	-0,17	-0,17	0,33
Experto 3	-0,33	0,25	0,04	-0,04	0,07	0,07	0,10
Experto 4	0,60	0,25	0,17	1,03	0,31	0,31	0,45
Experto 5	0,37	-0,38	0,10	0,63	0,19	0,19	0,28
Experto 6	0,37	0,15	0,10	-0,10	0,19	0,19	0,28
Experto 7	0,37	0,15	0,84	-0,10	-1,15	0,19	0,28
Suma	2,75	4,02	4,41	4,94	-1,34	5,48	5,85
Media	0,69	0,57	0,63	0,71	-0,19	0,78	0,84
Desv. Estándar	0,93	1,41	0,91	1,28	0,56	1,73	1,46

Fuente: elaboración propia.

Por último, con los datos obtenidos, serán remplazados en la ecuación del índice de homogeneidad. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 27. Resultado final del proceso de homogenización.

Pregunta	Índice de Homogenización
2	0,39
5	0,57
6	0,63
8	0,71
10	-0,19
11	0,78
12	0,84

Fuente: elaboración propia.

La correlación de las variables es suficientemente significativa, los ítems evaluados son consistentes con el test realizado en la entrevista, pero se podría decir que la pregunta 10, posee un índice bajo de homogeneidad, por lo se procederá a eliminar este ítem.

2.3.4.6 Análisis de las preguntas de clasificación. Se llevará a cabo el mismo procedimiento utilizado para evaluar la consistencia interna de la entrevista de las preguntas inducidas. La metodología de la verificación del índice de homogeneidad estará determinada por el siguiente paso a paso:

Tabla 12. Normalización de las preguntas 3, 4,7 y 9.

Pregunta	3	4	7	9	TEST	Zítem 3	Zítem 4	Zítem 7	Zítem 9	Ztest
Experto 1	4	3	4	3	14	0,73	-1,07	0,59	-1,46	-0,34
Experto 2	3	4	4	4	15	-0,54	0,80	0,59	0,59	0,45
Experto 3	3	4	4	4	15	-0,54	0,80	0,59	0,59	0,45
Experto 4	2	3	3	4	12	-1,82	-1,07	-1,46	0,59	-1,91
Experto 5	4	4	4	4	16	0,73	0,80	0,59	0,59	1,23
Experto 6	4	3	4	3	14	0,73	-1,07	0,59	-1,46	-0,34
Experto 7	4	4	3	4	15	0,73	0,80	-1,46	0,59	0,45
Media	3,43	3,57	3,71	3,71	14,43					
Desv. Estándar	0,79	0,53	0,49	0,49	1,27					

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar la normalización de las preguntas, los resultados de cada pregunta se multiplicarán por la columna de normalización del test.

Tabla 13. Normalización de las preguntas por la normalización del test.

Pregunta	Zítem 3 *Ztest	Zítem 4 *Ztest	Zítem 7 *Ztest	Zítem 9 *Ztest
Experto 1	-0,24	0,36	-0,20	0,49
Experto 2	-0,24	0,36	0,26	0,26
Experto 3	-0,24	0,36	0,26	0,26
Experto 4	3,47	2,04	2,79	-1,12
Experto 5	0,90	0,99	0,72	0,72
Experto 6	-0,24	0,36	-0,20	0,49
Experto 7	0,33	0,36	-0,66	0,26
Suma	3,71	4,83	2,99	1,38
Media	0,93	0,69	0,43	0,20
Desv. Estándar	1,69	0,64	1,13	0,60

Fuente: elaboración propia.

Por último, con los datos obtenidos, serán remplazados en la ecuación del índice de homogeneidad, los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 28. Resultado final del proceso de homogenización.

Pregunta	Índice de Homogenización
3	0,53
4	0,69
7	0,43
9	0,20

Fuente: elaboración propia.

En este caso las correlaciones de todas las variables son significativas, ningún ítem dio por debajo del 0,2, por lo que se concluye que presenta una consistencia interna del test.

2.3.4.7 Análisis de la pregunta mixta (roturas). Esta es la última pregunta de la entrevista, en esta se plantea una serie de respuestas que pueden dar una solución al problema central que se plantea en el proyecto de investigación, dejando en la parte inferior una alternativa para que el experto tenga la posibilidad de extenderse con la posibilidad de plantear una mejor solución que las opciones consideradas.

El resultado que se obtuvo por parte de los expertos fue el siguiente:

Diagrama 2. Resultados de la pregunta mixta.



Fuente: elaboración propia.

Los expertos también brindaron otras sugerencias para resolver el problema central, fueron las siguientes:

- Mejorar el proceso de diagnóstico.
- Mejorar los programas de negociación con las fábricas que faciliten los repuestos y demás componentes de los AEE.

Para comparar y validar las respuestas de manera cualitativa, se realizará el siguiente cuadro de equivalencia.

Cuadro 29. Cuadro de equivalencia pregunta mixta.

Escala de Likert		
Calificación	Valoración	
100-75	Totalmente de acuerdo	Muy importante
75-50	De acuerdo	Importante
50-25	En desacuerdo	De poca importancia
25-0	Totalmente en desacuerdo	Sin importancia

Fuente: elaboración propia.

Una vez planteada la escala de Likert para calificar aquellas roturas que fueron planteadas en el diagrama causal, dio como resultado las siguientes calificaciones:

Cuadro 30. Calificación de las roturas del diagrama causal.

No	Rotura	Calificación del experto
1	Implementar un herramienta para recopilar y estructurar los datos y las transacciones	Muy importante
2	Cumplir con la implementación propuesta de los nuevos programas enfocados hacia el cliente	De poca importancia
3	Definir KPI's que contemplen los factores externos.	De poca importancia
4	Implementar un correcto sistema de gestión del inventario	Importante
5	Realizar un plan de mejora en la gestión del aprovisionamiento	Sin importancia
6	Mejorar el procesos de elaboración y gestión de los pronósticos	Sin importancia
7	Implementar un sistema CRM	Importante

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.8 Coeficiente alfa de Cronbach. El coeficiente alfa fue desarrollado en 1951 por Lee J. Cronbach. Es un índice que mide la confiabilidad del tipo de consistencia interna de una escala, en este caso la escala de Likert es aquella que se ha definido como la escala a utilizar en el proyecto. Este índice evaluará la magnitud de correlación de los ítems definidos tanto en la técnica multicriterio, como en la matriz Vester. Es decir, determina el promedio de las correlaciones entre los ítems que hacen parte del instrumento a comparar⁸¹.

➤ **Interpretación del Coeficiente alfa de Cronbach.** Los resultados que se obtengan por medio de la implementación del coeficiente alfa de Cronbach, será analizado desde los diferentes rangos que presenta.

El valor mínimo de correlación del coeficiente de alfa de Cronbach es de 0,70; un resultado que se encuentre por debajo de este valor se define como un valor de baja consistencia interna. Por su parte el valor máximo de correlación del coeficiente de alfa de Cronbach es de 0,9; un valor superior denota redundancia o duplicación, por lo cual lo más recomendable es eliminarlos ya que se está analizando el mismo elemento. Lo más utilizado es el rango que va desde 0,80 y 0,90.

⁸¹ OVIEDO, Heidi y CAMPOS, Adalberto. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. En: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. vol.34. No. 4. p. 575 [consultado 5 abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/806/80634409/>.

Es preciso tener en cuenta que el valor de alfa se ve directamente afectado por el número de ítems que componen una escala. Debido a que existe una relación directa entre número de ítems y la varianza sistemática, si una aumenta, la otra de igual modo lo hace, lo que puede producir una sobreestimación de la consistencia de la escala, también es posible llegar a una sobreestimación si no es considerado el tamaño de la muestra, sucede igual que en el anterior caso, a mayor número de individuos, mayor es la varianza esperada⁸².

Para obtener unos resultados más fidedignos, se debe realizar el cálculo con una escala de veinte ítems o menos. Ya que las escalas mayores que miden un solo factor pueden dar una falsa impresión de una consistencia interna cuando realmente esto no está sucediendo.

- **Cálculo del Coeficiente alfa de Cronbach.** La consistencia interna del instrumento a evaluar se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 14. Índice de confiabilidad de Cronbach.

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{Sst^2}{sT^2} \right]$$

Fuente: OVIEDO, Heidi y CAMPOS, Adalberto. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. En: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. vol.34. No. 4. p. 576. [consultado 5 abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/806/80634409/>.

Donde:

n = es el número de ítems.

Sst² = es la varianza de cada ítem.

sT² = es la varianza total de la escala.

Para realizar el cálculo del alfa de Cronbach, se realizará un cuadro de equivalencia en donde la calificación obtenida por parte de los expertos, la cual fue cualitativa se relacione de manera cuantitativa, para así ingresar estos datos a la **tabla 14**. A continuación el cuadro de equivalencia:

⁸² Ibid., p. 577

Cuadro 31. Cuadro de equivalencia para alfa de Cronbach.

Cuadro de equivalencia	
Calificación	Valoración
Totalmente de acuerdo	4
De acuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1
Calificación	Valoración
Muy importante	4
Importante	3
Poco importante	2
Sin importancia	1

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados obtenidos al aplicar la fórmula a los datos obtenidos en la entrevista realizada a los expertos.

Tabla 14. Cálculos Alfa de Cronbach.

Pregunta	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6	Experto 7	Total
2	2	2	1	3	3	3	3	17
3	4	3	3	2	4	4	4	24
4	3	4	4	3	4	3	4	25
5	1	3	4	3	2	3	3	19
6	2	2	3	3	3	3	4	20
7	4	4	4	3	4	4	3	26
8	2	3	3	4	4	3	3	22
9	3	4	4	4	4	3	4	26
11	2	3	3	3	3	3	3	20
12	2	3	4	4	4	4	4	25
Total	0,94	0,54	0,90	0,40	0,50	0,23	0,28	10,49

Fuente: elaboración propia.

El siguiente cuadro es el resultado final después de haber aplicado la fórmula de confiabilidad de Cronbach.

Cuadro 32. Cálculos finales de Alfa de Cronbach.

n	4
Sst²	3,80
sT²	10,49
SECC 1	1,33
SECC 2	0,638
α	0,85

Fuente: elaboración propia.

Al aplicar la anterior expresión, se obtiene un alfa de 0,88 determinando que la confiabilidad entre los coeficientes es significativa, partiendo de muchos expertos que consideran $\alpha = 0,6$ es buena y $\alpha = 0,8$ es muy buena.

2.3.5 Análisis de convergencia. En este análisis se consolidará tanto los resultados que se obtuvieron tanto de las fuentes secundarias como por medio del análisis de multicriterios y la matriz Vester y de las fuentes primarias, como lo es la entrevista realizada a los expertos, esto con el fin de validar toda la información obtenida dentro de un cuadro resumen. Cabe resaltar que los resultados obtenidos en la entrevista, serán los que más importancia y relevancia posean en el análisis final.

Se realizará un cuadro de equivalencia para conocer de manera cualitativa el resultado de cada pregunta realizada en la entrevista y así compararlo con la información de las fuentes secundarias.

Cuadro 33. Cuadro de equivalencia final.

Cuadro de equivalencia	
Calificación	Valoración
Totalmente de acuerdo	Crítico
De acuerdo	Activo
En desacuerdo	Pasivo
Totalmente en desacuerdo	Indiferente
Calificación	Valoración
Muy importante	Crítico
Importante	Activo
Poco importante	Pasivo
Sin importancia	Indiferente

Fuente: elaboración propia

2.3.5.1 Valoración de las preguntas inducidas. Las preguntas inducidas serán representadas a continuación por un cuadro y unas graficas circulares que contienen los respectivos porcentajes que serán valorados para así compararlos con las fuentes secundarias.

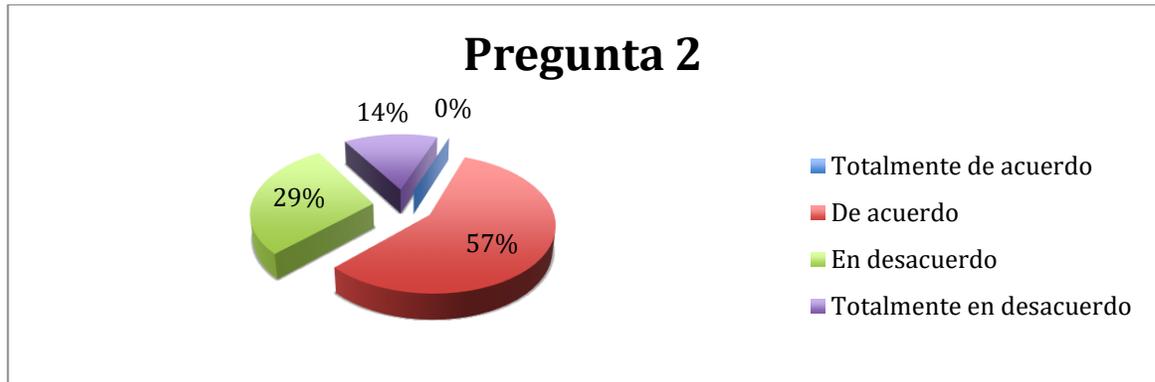
Cuadro 34. Número de expertos que seleccionaron una opción (preguntas inducidas).

Escala de Likert	Número de expertos					
	Nº2	Nº5	Nº6	Nº8	Nº11	Nº12
Totalmente de acuerdo	0	1	1	2	0	5
De acuerdo	4	4	4	4	6	1
En desacuerdo	2	1	2	1	1	1
Totalmente en desacuerdo	1	1	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de obtener una mejor visualización de los resultados obtenidos se realizará un gráfico circular donde su visualización estará dada de manera porcentual. A continuación, estará cada gráfica según la pregunta realizada.

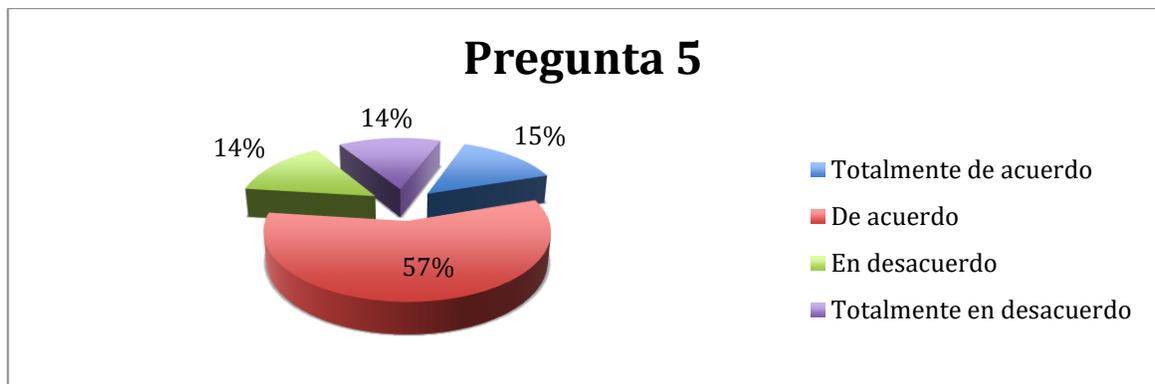
Gráfica 1. Pregunta 2.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número dos donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca de los procesos de retroalimentación basados en la recopilación de información externa. El porcentaje más relevante es la opción “de acuerdo” con un 57%, seguido por la opción “en desacuerdo” con un 29%, “totalmente en desacuerdo” con un 14% y “totalmente de acuerdo” con un 0%.

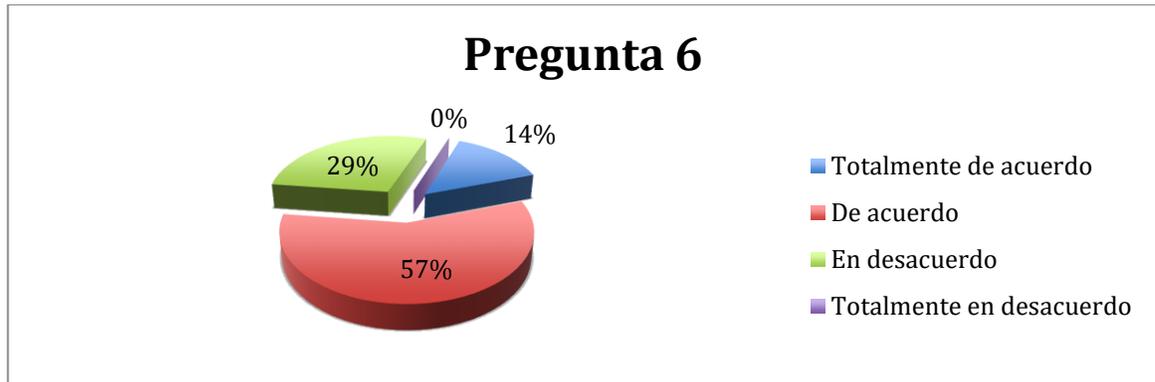
Gráfica 2. Pregunta 5.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número cinco donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca de la implementación de los programas orientados al servicio al cliente. El porcentaje más relevante es la opción “de acuerdo” con un 57%, seguido por la opción “en desacuerdo” y “totalmente en desacuerdo” con un mismo porcentaje de 14% y la opción “totalmente de acuerdo” presenta un 15%.

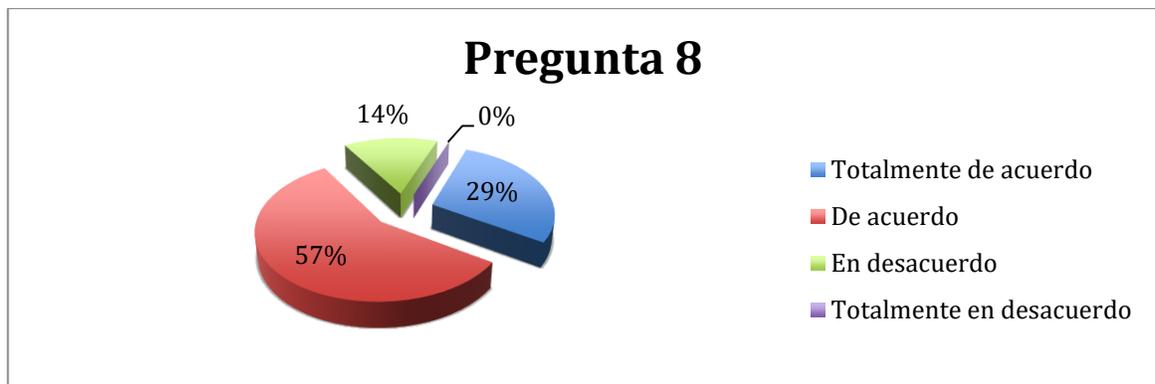
Gráfica 3. Pregunta 6.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número seis donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca de los procesos en la gestión de la administración de los pedidos. El porcentaje más relevante es la opción “de acuerdo” con un 57%, seguido por la opción “en desacuerdo” con un 29%, “totalmente de acuerdo” con un 14% y “totalmente en desacuerdo” con un 0%.

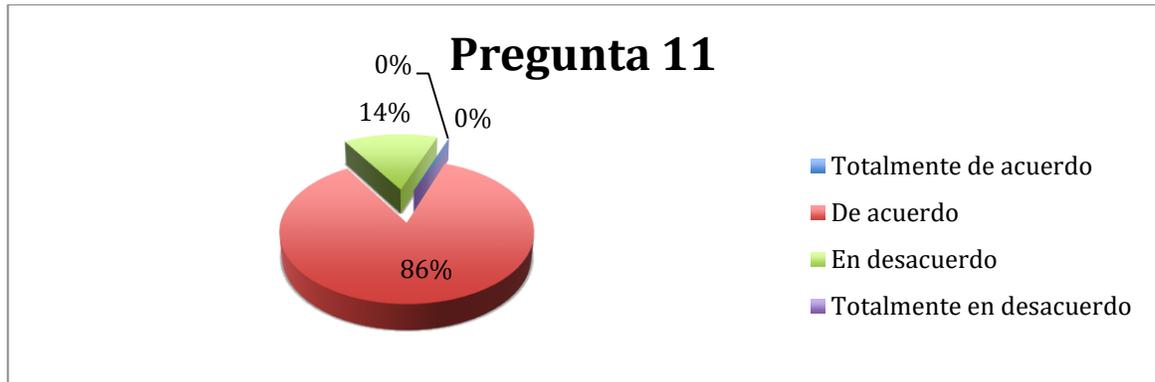
Gráfica 4. Pregunta 8.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número ocho donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca de la implementación de tecnología en el proceso de servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “de acuerdo” con un 57%, seguido por la opción “totalmente de acuerdo” con un 29%, “en desacuerdo” con un 14% y “totalmente en desacuerdo” con un 0%.

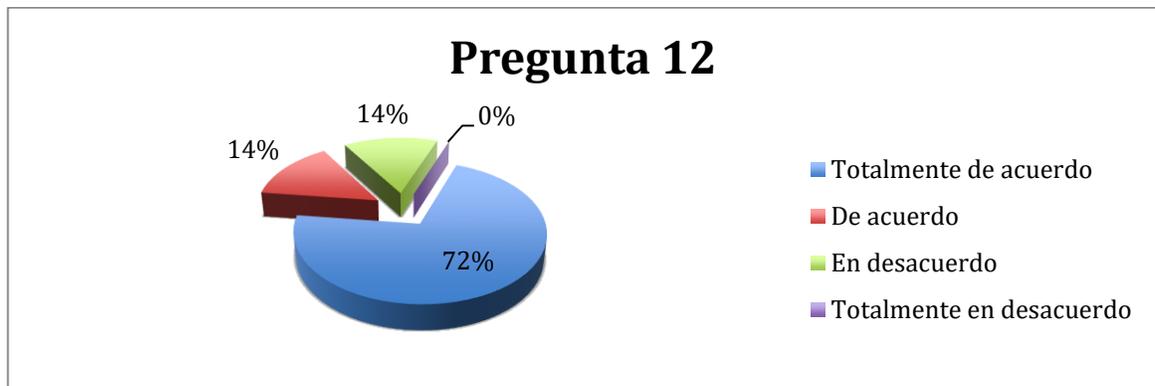
Gráfica 5. Pregunta 11.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número once donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca del concepto de integración logística y su aplicación en el servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “de acuerdo” con un 86%, seguido por la opción “en desacuerdo” con un 14%, por lo cual las otras dos opciones “totalmente en desacuerdo” y “totalmente de acuerdo” tendrán un valor de 0%.

Gráfica 6. Pregunta 12.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número doce donde se quiere obtener la calificación de los expertos acerca de la recopilación de información de los PQRS en el servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “totalmente de acuerdo” con un 72%, seguido por la opción “de acuerdo” y “en desacuerdo” con un 14%, por lo cual la opción “totalmente en desacuerdo” tendrá un valor de 0%.

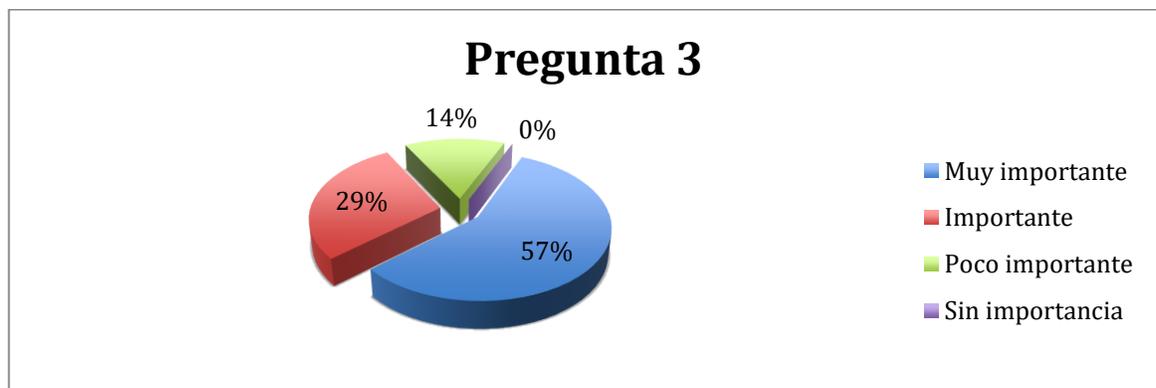
2.3.5.2 Valoración de las preguntas de clasificación. Las preguntas de clasificación serán representadas a continuación por un cuadro y unas graficas circulares que contienen los respectivos porcentajes que serán valorados para así compararlos con las fuentes secundarias.

Cuadro 35. Número de expertos que seleccionaron una opción (preguntas de clasificación).

Escala de Likert	Número de expertos			
	Nº3	Nº4	Nº7	Nº9
Totalmente de acuerdo	4	4	5	5
De acuerdo	2	3	2	2
En desacuerdo	1	0	0	0
Totalmente en desacuerdo	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

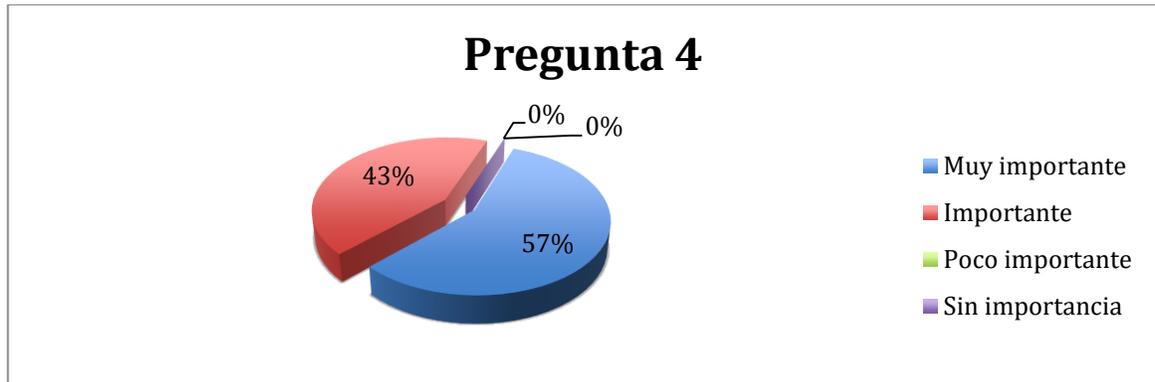
Gráfica 7. Pregunta 3.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número tres donde se quiere obtener el nivel de importancia según el criterio de los expertos acerca del proceso de diseño en el servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “muy importante” con un 57%, seguido por la opción “importante” con un 29%, “poco importante” con un 14% y “sin importancia” con un 0%.

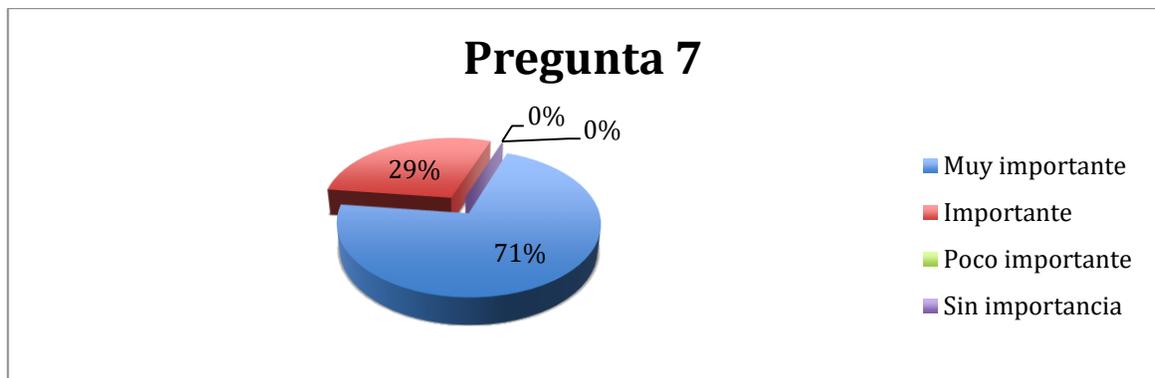
Gráfica 8. Pregunta 4.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número cuatro donde se quiere obtener el nivel de importancia según el criterio de los expertos acerca de los precios que se ofrecen para realizar un servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “muy importante” con un 57%, seguido por la opción “importante” con un 43%, por lo cual las opciones “poco importante” y “sin importancia” tendrán un valor del 0%.

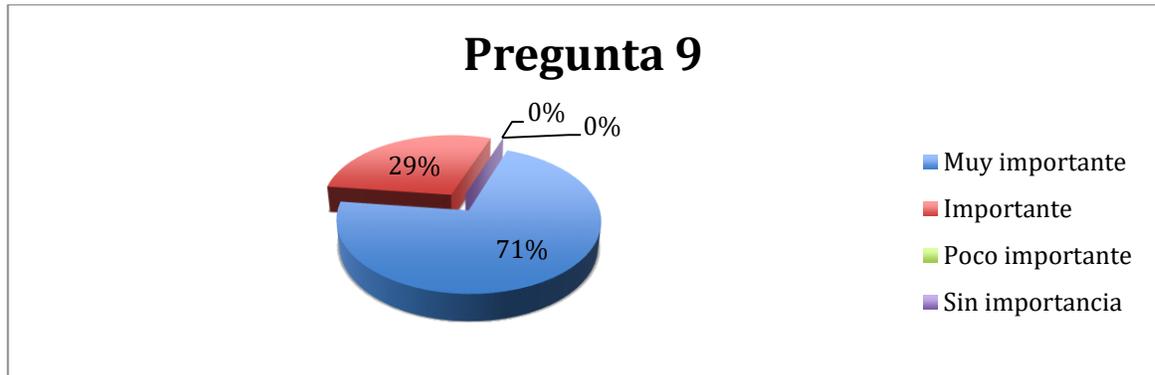
Gráfica 9. Pregunta 7.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número siete donde se quiere obtener el nivel de importancia según el criterio de los expertos acerca de la gestión de la administración de los inventarios para brindar un adecuado servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “muy importante” con un 71%, seguido por la opción “importante” con un 29%, por lo cual las opciones “poco importante” y “sin importancia” tendrán un valor del 0%.

Gráfica 10. Pregunta 9.



Fuente: elaboración propia.

En la pregunta número nueve donde se quiere obtener el nivel de importancia según el criterio de los expertos acerca de la eficacia con la que debe contar todo el proceso de servicio de mantenimiento. El porcentaje más relevante es la opción “muy importante” con un 71%, seguido por la opción “importante” con un 29%, por lo cual las opciones “poco importante” y “sin importancia” tendrán un valor del 0%.

El **cuadro 29** y el **cuadro 33** serán tomados como guía para comparar los valores porcentuales con la valoración cualitativa respectiva. El ítem que posea más del 50% será suficiente para escogerlo como representativo.

Cuadro 36. Valoración de las preguntas.

Pregunta N°	Resultado (%)	Clasificación	Valoración
2	57	De acuerdo	Activo
3	57	Importante	Activo
4	57	Importante	Activo
5	57	De acuerdo	Activo
6	57	De acuerdo	Activo
7	71	Importante	Activo
8	57	De acuerdo	Activo
9	71	Importante	Activo
11	86	Totalmente de acuerdo	Crítico
12	72	De acuerdo	Activo

Fuente: elaboración propia.

Con todos los datos bajo una misma valoración cualitativa, se procederá a realizar el siguiente cuadro de convergencia entre los datos obtenidos y analizados en las fuentes secundarias, con los datos obtenidos y analizados de las fuentes primarias

Cuadro 37. Cuadro de convergencia

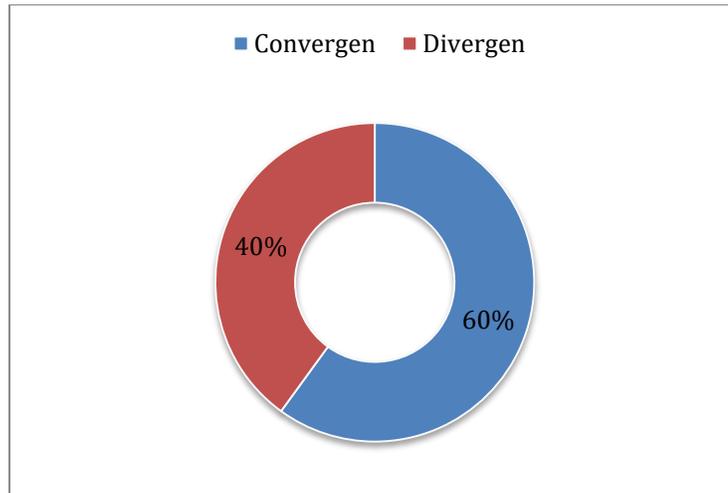
No	Causas	Análisis Multicriterio	Matriz Vester	Experto	Convergencia	Divergencia
2	Exclusión de la información externa.	Activo	Pasivo-Crítico	Activo	X	
3	Problemas de diseño.	Indiferente	Indiferente	Activo		X
4	Precios competitivos.	Indiferente	Activo	Activo		X
5	Eliminación de nuevos programas orientados al cliente.	Crítico	Crítico	Activo	X	
6	Fallas en la gestión de la administración de los pedidos.	Crítico	Activo	Activo	X	
7	Fallas en la gestión de la administración de los inventarios.	Pasivo	Indiferente	Activo		X
8	Atraso en la implementación de tecnología.	Crítico	Activo	Activo	X	
9	Bajos niveles de efectividad.	Indiferente	Pasivo	Activo		X
11	No existe una integración logística.	Crítico	Crítico	Crítico	X	
12	No se realiza la trazabilidad de los PQRS.	Crítico	Crítico	Activo	X	

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la mayoría de preguntas analizadas da como resultado una convergencia entre las fuentes secundarias y las fuentes primarias, lo cual es muy positivo ya que estaría corroborando que la información recopilada es válida y ésta correlacionada con lo que realmente ocurre dentro del ámbito empresarial, también como se resaltó con anterioridad, los resultados obtenidos por medio de los expertos serán priorizados y muy probablemente serán tenido en cuenta en la elaboración del modelo logístico.

En la gráfica a continuación se observa el porcentaje de convergencia y divergencia obtenido.

Gráfica 11. Gráfica de Convergencia.



Fuente: elaboración propia

3. CARACTERIZACIÓN

En la fase de caracterización se determinará aquellos procesos que se llevan a cabo en la logística interna y la logística de salida en el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I por medio de la utilización de herramientas gráficas.

3.1 TÉCNICAS GRÁFICAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

El proceso de caracterización se realiza para identificar los elementos que hacen parte del proceso logístico que se está analizando en el proyecto de investigación y en el que se desea resumir toda la información recopilada por medio de herramienta gráficas, como el diagrama de flujo, VSM y SIPOC que son otro tipo de herramientas para realizar flujos de diagramas, diferenciando las actividades que se realizan en logística interna y la logística de salida.

3.1.1 Diagrama de flujo. El diagrama ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este, para entender sus fases y como funciona, con el objetivo de estudiarlo y llegar a su comprensión. Sirve para documentar, planificar, mejorar y comunicar procesos que son complejos en una forma visual, clara y fácil, involucrando las unidades que se utilizan en el procedimiento y los responsables de su ejecución. Se mostrarán de forma más específica los tipos de flujos que pueden presentarse⁸³.

Se tomará como base la ejemplificación de cómo están agrupadas las funciones logísticas dentro de una empresa realizado por BOWERSOX⁸⁴, donde no solo tiene en cuenta las relaciones logísticas y su desarrollo, sino también el área administrativa. Para el desarrollo del proyecto solo se tomará la agrupación de las funciones logísticas internas y de salida.

Se utilizarán algunos términos técnicos por lo que se realizará una descripción de los términos antes de realizar el diagrama.

➤ Picking: este proceso consiste en seleccionar y extraer las referencias o disposiciones requeridas del lugar del almacenaje⁸⁵.

⁸³ MANENE, Luis Miguel. Diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. [en línea]. 28 de Julio de 2011. [consultado 28 Julio 2011]. Disponible en: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>

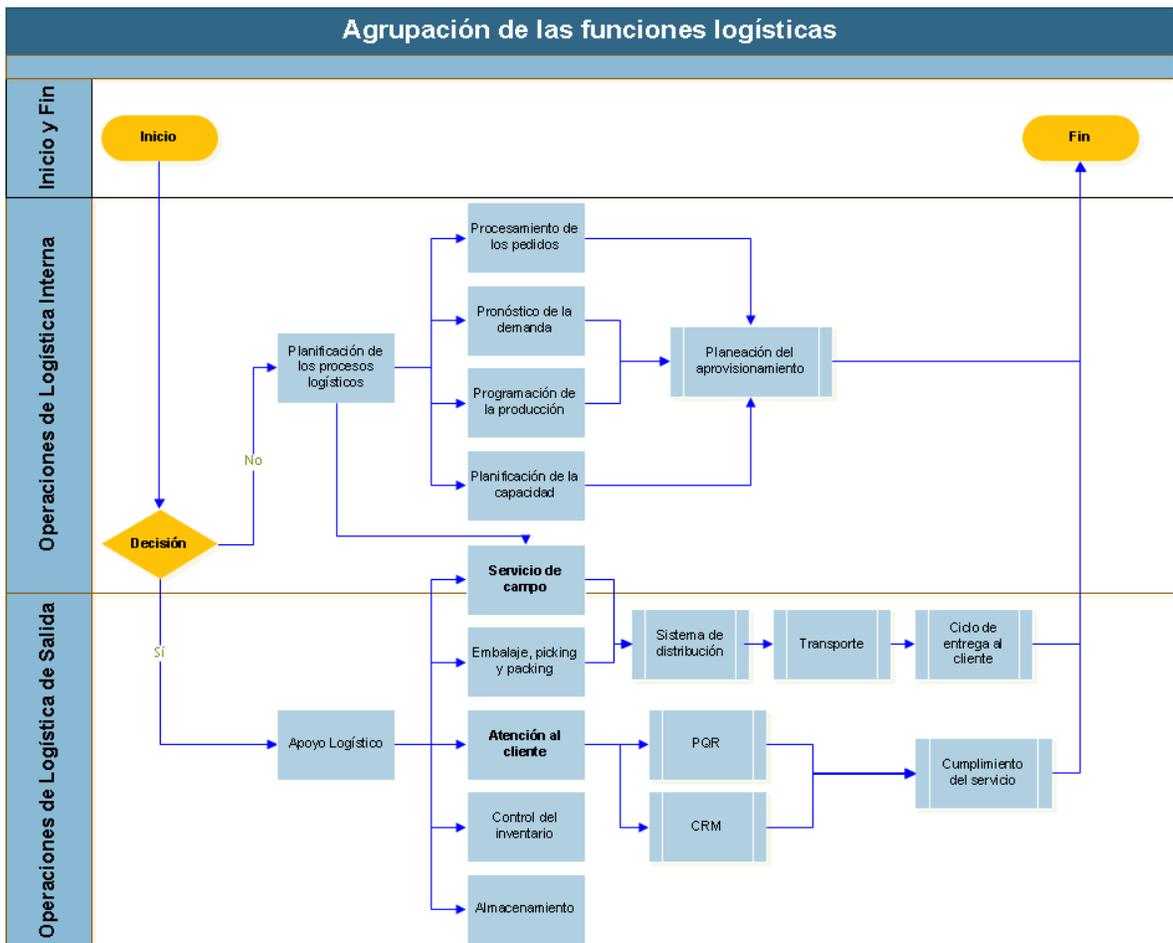
⁸⁴ BOWERSOX, Donald, et al. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: McGraw-Hill / Interamericana editores, 2007. 356 p. ISBN: 978-10-6132-2.

⁸⁵ URZELAI INZA, Aitor. Manual básico de logística integrada. Madrid: Díaz de Santos S.A, 2006. p. 116. ISBN: 978-84-7978-775-2.

- Packing: es la primera impresión que tiene el producto sobre el cliente, es la imagen de la empresa y contiene toda la información del producto, presenta una gran cantidad de variedades en su forma y diseño.
- Ciclo de entrega del cliente: es aquel que muestra del mínimo al máximo el tiempo históricamente requerido para cada tarea que se realiza en la entrega del pedido al cliente⁸⁶.

El diagrama de flujo de las funciones logísticas será el siguiente:

Figura 11. Agrupación de las funciones logísticas.



Fuente: elaboración propia.

⁸⁶ Ibid., p. 41.

3.2 ANÁLISIS POR MEDIO DE LA UTILIZACIÓN DE TIC'S

Por medio de la utilización de herramientas que son utilizadas para caracterizar diferentes procesos mediante la realización de un diagrama. En este caso se utilizarán las herramientas mencionadas en el principio del capítulo, que son las herramientas SIPOC y VSM.

3.2.1 VSM (*Value Stream Mapping*). Es una técnica que se desarrolla bajo el concepto del modelo de Producción Ajustada, que por medio de iconos normalizados integre flujos logísticos de materiales e información. Esta técnica es útil para afrontar el rediseño de sistemas productivos en diferentes entornos. Con el objetivo de desarrollar cadenas de valor más competitivas, efectivas y flexibles para afrontar las dificultades económicas⁸⁷. El procedimiento que se debe llevar a cabo para obtener una correcta aplicación de esta TIC es la siguiente: elección de una familia de productos, mapeado de la situación inicial o actual, mapeado de la situación futura, definición de un plan de trabajo y la implementación del plan de trabajo. En este caso solo se hará uso de los procesos requeridos en la logística interna y la logística de salida, ya que se desea plasmar una concepción genérica del proceso y no al detalle, debido a que la investigación es catalogada como un estudio de caso.

En este caso con lo primero que se debe comenzar es con un cuadro de convenciones para que ayude a explicar mejor la simbología que habrá de usarse en el diagrama.

Cuadro 38. Simbología básica VSM.

Actividad	Simbología	Actividad	Simbología
Cliente/ proveedor		Flecha de traslado	
Transporte mediante camión		Información transmitida de forma electrónica	

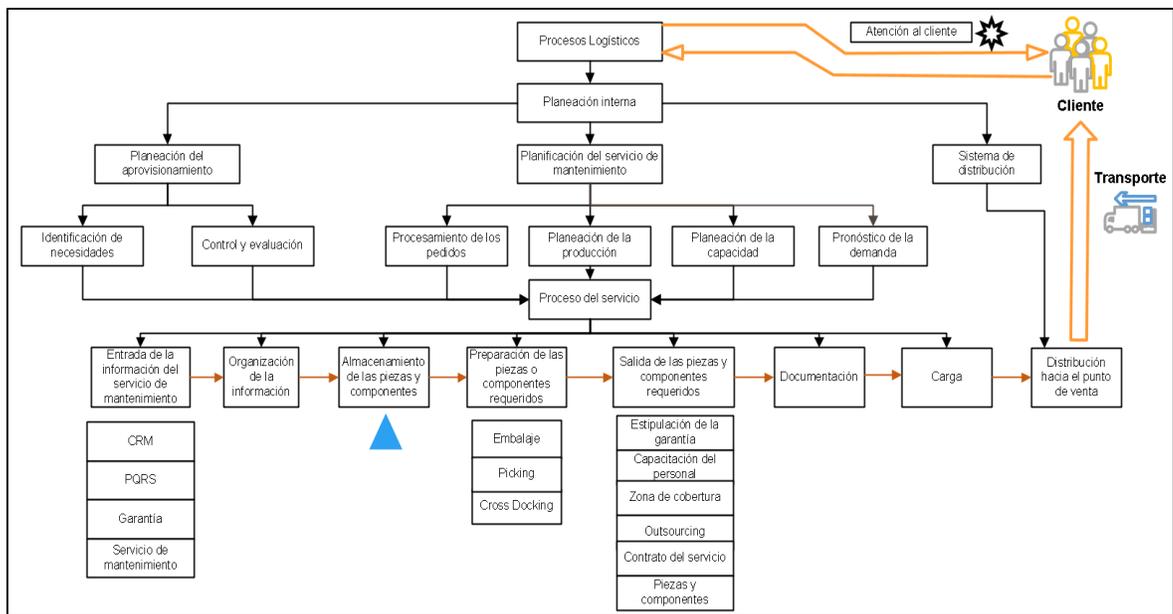
⁸⁷ SERRANO LASA, Ibon. Análisis de la aplicabilidad de la técnica value stream mapping en el rediseño de sistemas productivos. Trabajo de tesis doctoral. Universidad de Girona. Departamento de organización, gestión empresarial y diseño de producto, 2007. p. 71. ISBN: 978-84-690-7803-7

Cuadro 32. (Continuación).

Actividad	Simbología	Actividad	Simbología
Operación del proceso		Enfoque de mejoramiento continuo	
Inventario		Flecha de arrastre (sistema pull)	
Casillero de datos con indicadores del proceso		Flecha de empuje (sistema push)	

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Value Stream Mapping.



Fuente: elaboración propia.

3.2.2 SIPOC. Es un diagrama de flujo que permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso, donde define de manera detallada las entradas, procesos y salidas. También establece el límite del proyecto y el alcance que tiene el análisis del problema.

El nombre de esta herramienta para visualizar un proceso, viene dado por el siguiente acrónimo⁸⁸

⁸⁸ MULA RODRÍGUEZ, Iván. Análisis de la metodología lean aplicada a las TIC. Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingenierías. Ingeniería de Telecomunicaciones, 2013. p.11.

- **S (Suppliers):** es la entrada del proceso que está referida por los proveedores del proceso, ellos proveen todos los inputs necesarios para comenzar el proyecto.
- **I (Inputs):** son los recursos que se requieren para ejecutar el proyecto.
- **P (Process):** es el conjunto de tareas o actividades que se realizan para conseguir que los inputs se conviertan en outputs.
- **O (Outputs):** La salida, son los productos terminados o los servicios dispuestos para ser brindados al cliente final.
- **C (Customers):** Es el cliente final al que se le ofrecen los outputs.

El término de *suppliers* tendrá una connotación diferente no se tomará el concepto de manera literal ya que se está analizando solo hasta la parte de la logística interna y no la parte de la logística de entrada que es donde aplica el termino de proveedor. Este ítem se tomará como aquel proceso que permite la gestión en un principio de los procesos logísticos internos.

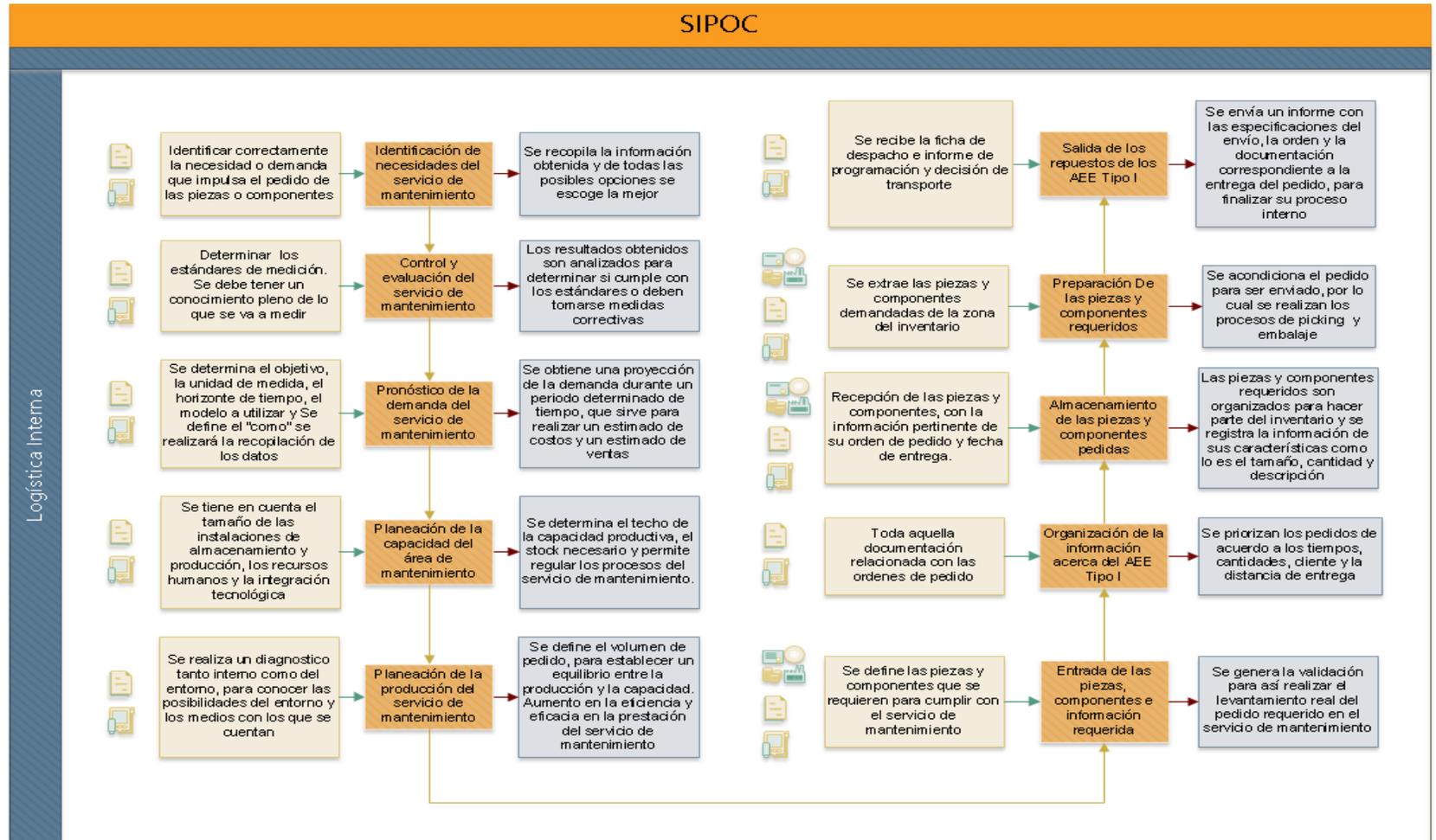
De manera que se realizará los diagramas del SIPOC para los procesos de logística interna y la logística de salida, pero primero se deberá determinar un cuadro de convenciones que se mostrará a continuación:

Figura 13. Convenciones SIPOC.



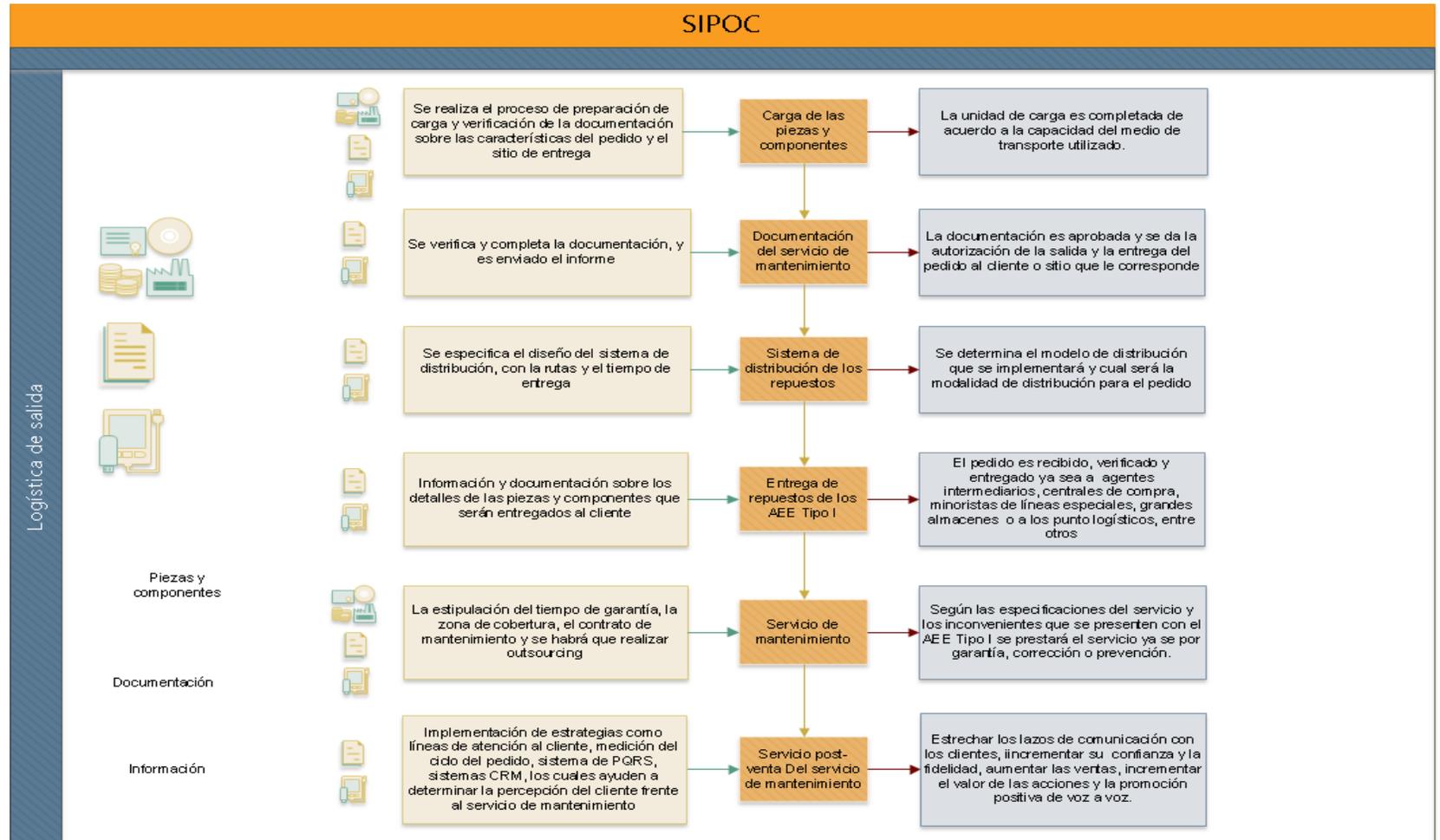
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. SIPOC logística interna.



Fuente: elaboración propia

Figura 15. SIPOC logística de salida.



Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO DEL MODELO DE LOGÍSTICA INTERNA

En el presente capítulo se desarrollará el modelo de logística interna, donde se incluirá la logística de salida en el proceso de servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I. Teniendo como fundamento todo el desarrollo que se ha llevado a cabo dentro de la investigación como lo es el proceso de recopilación de las fuentes secundarias, la validación por medio de fuentes primarias y la caracterización de los procesos logísticos pertinentes al servicio de mantenimiento

4.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE MODELO

Una de las prioridades o requerimiento fundamental que se tiene para desarrollar el modelo es el identificar y describir el tipo de modelo que mejor se acople con las características específicas del proyecto, por lo que a continuación se definirá el modelo a seguir.

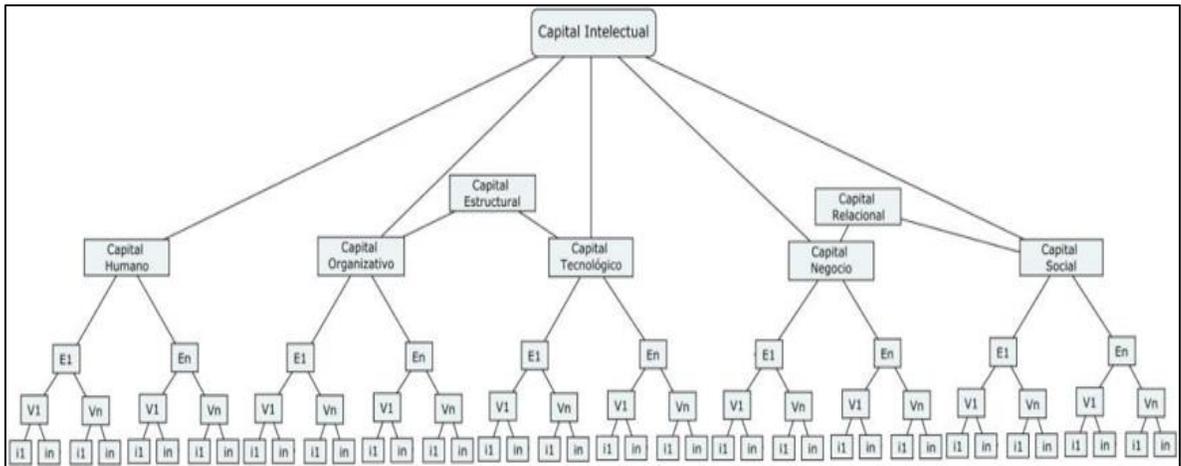
4.1.1 Modelo Intellectus. El Modelo Intellectus es fruto de la participación y consenso de diferentes agentes tanto públicos como privados que se encontraban en el Foro del Conocimiento e Innovación “Intellectus” en el marco de plataforma de transferencia y reflexión del Instituto Universitario de Investigación IADE de la Universidad Autónoma de Madrid.

Este modelo pretende ser una herramienta flexible y fácil de adaptar en cualquier ámbito de estudio o investigación, dividiendo su estructura en componentes, elementos y variables, los cuales son los diferentes niveles de desagregación que serán desarrollados en el modelo con el fin de mostrar cómo se encuentra dividida de manera jerárquica todo los procesos relacionados con el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I⁸⁹.

- **Componente:** es la actividad o las actividades principales y generales dentro del modelo.
- **Elementos:** los elementos son el puente de funcionamiento que permite que exista relación entre la parte superior e inferior del modelo.
- **Variables y Atributos:** son las actividades de carácter cuantitativo y cualitativo, y son las más específicas dentro del modelo.

⁸⁹ BUENO, Eduardo, et al. Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: Una reflexión sobre el Modelo Intellectus y sus aplicaciones. En: Ebscot Host [base de datos en línea] Vol.26. No 2. 53-58 p. [consultado 14 mayo 2019] ISSN: 1697-5731 Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2070/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=f6718b9b-17bb-42f1-82d6-2fca790c85d1%40sessionmgr101>.

Figura 16. Ejemplo del Modelo Intellectus.



Fuente: elaboración propia.

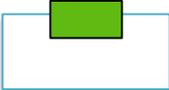
Como se observa en la **figura 16**, se ve el proceso de cómo se va desagregando un tema general en temas más específicos, generando así un panorama de aquellos activos intangibles con los que cuenta una organización.

4.2 DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA

Por medio de los conceptos establecidos se procederá a realizar el modelo de logística interna, el cual estará integrado por los componentes, elementos, atributos y variables, factores externos y los agentes restrictivos.

El proceso de desarrollo se realizará desagregando el modelo en los tres tipos de atributos. El primer paso será especificar un cuadro de convenciones que contenga toda la información de los símbolos y figuras que serán utilizados.

Cuadro 39. Cuadro de convenciones del modelo.

Simbología	Descripción	Simbología	Descripción
	Delimitación de los factores externos		Limitación del Modelo
	Compañía focal		Clientes
	Procesos de Logística Interna		Procesos de Logística de Salida

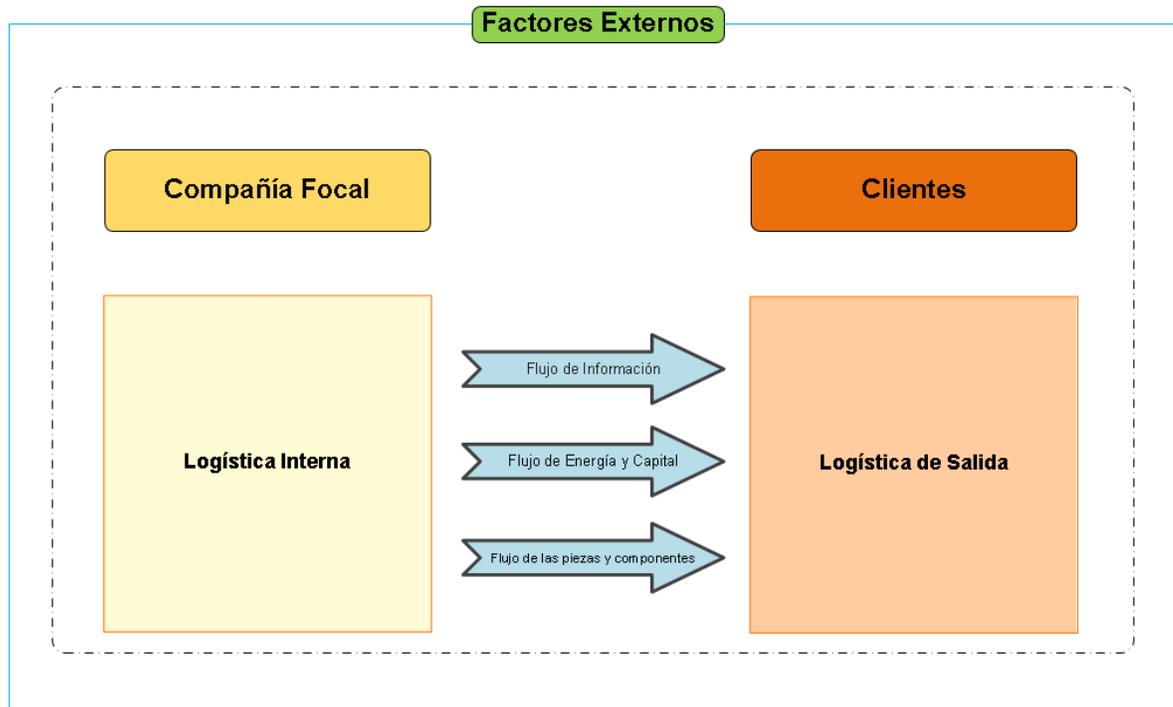
Cuadro 39. (Continuación).

Simbología	Descripción	Simbología	Descripción
	Flujos entre los procesos		Determina el orden y la correlación dentro del modelo
	VARIABLES Y ATRIBUTOS DE LA LOGÍSTICA INTERNA		VARIABLES Y ATRIBUTOS DE LA LOGÍSTICA DE SALIDA

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.1 Primer nivel de desagregación. Este primer nivel de desagregación está conformado por los componentes del modelo, es decir aquellos atributos generales. Los cuales son los factores externos; la limitación del modelo que es el cuadro punteado, la división entre la compañía focal donde está determinado por los procesos de logística interna y los clientes donde se encuentra determinado por la logística de salida, también se observan los flujos que se presentan entre ellos.

Figura 17. Componentes del modelo.



Fuente: elaboración propia.

Los **factores externos** se definirán como aquellos componentes que no se encuentran bajo el control del modelo, son componentes variables que son

difíciles de predecir y debido a su imposibilidad de controlarlos llegan a ser un riesgo para el correcto funcionamiento de la empresa.

La división entre compañía focal y cliente, corresponde a los términos que se utilizan en la cadena de abastecimiento, para diferenciar los procesos que se realizan en el *upstream* y en el *downstream*, que corresponden a los procesos de entrada y los procesos de salida. La **compañía focal** son todos aquellos procesos de logística interna donde se especifica el servicio o donde se transforma un insumo para cumplir con los requerimientos del pedido y los **clientes** especifican los procesos de logística de salida, como el servicio de atención al cliente o el servicio postventa.

A través de la compañía focal y los clientes existen unas relaciones o flujos los cuales pueden ser de información, de energía y capital, o de las piezas y componentes requeridos para cumplir con el servicio de mantenimiento, ya que no se analiza como un ciclo cerrado la orientación de las flechas tendrá un solo sentido.

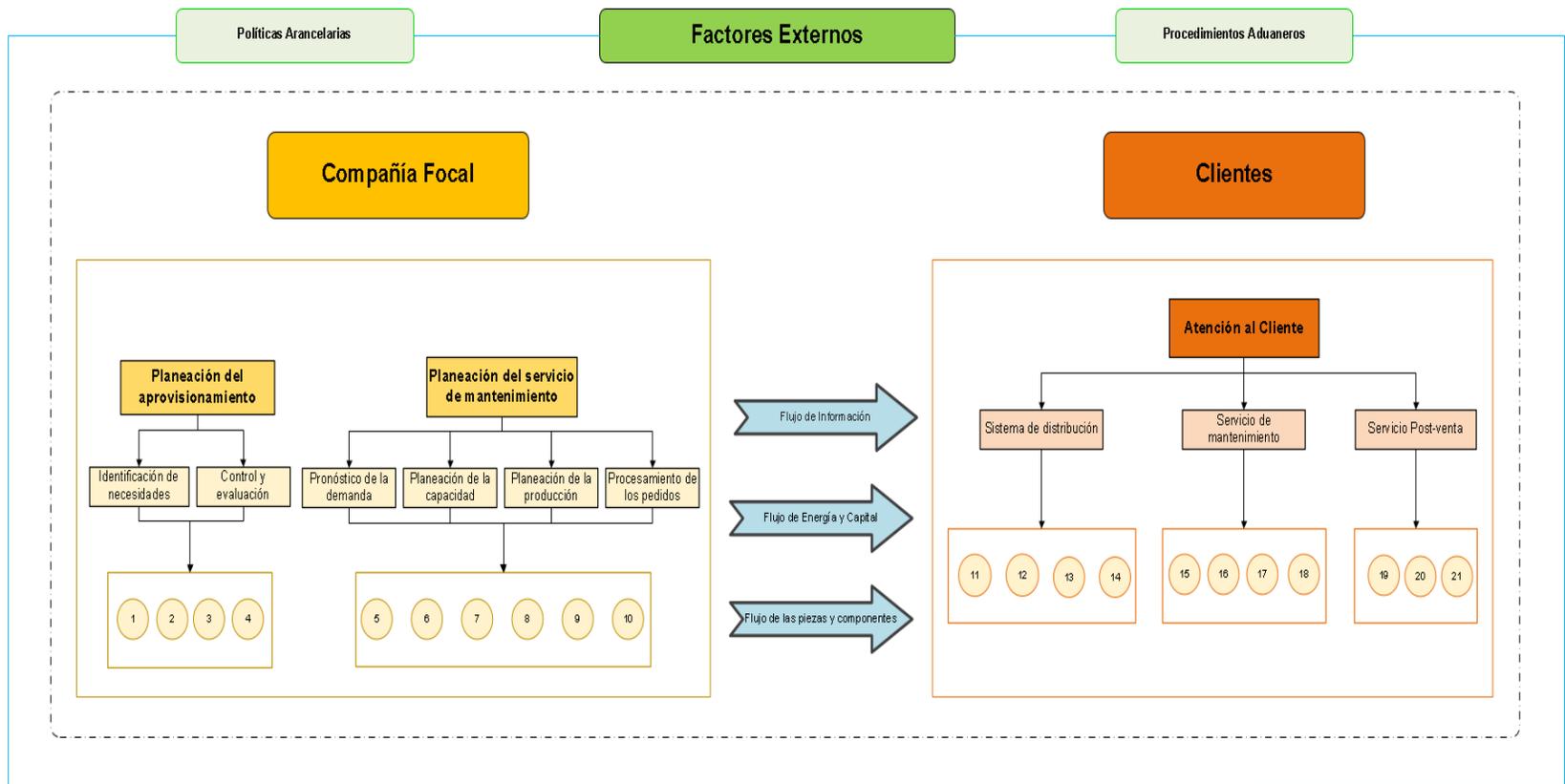
4.2.1.2 Segundo nivel de desagregación. En este nivel de desagregación se especifica los factores externos que tienen una implicación directa en el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, en específico el proceso de importación de las piezas y componentes requeridos para las diferentes referencias. Estos factores son las **políticas arancelarias** y los **procedimientos aduaneros**.

Los elementos pertinentes al modelo serán incluidos por medio del capítulo de caracterización, se tomarán aquellos procesos relacionados con la logística interna, estos elementos están representados por el flujo de operaciones de color amarillo, estos se dividen en cuadros de color amarillo oscuro que son los elementos más representativos y luego los cuadros de color amarillo más opacos son los subprocesos que surgen de ellos.

El proceso de diferenciación que se llevará a cabo para los elementos de la logística interna, se realizará de manera idéntica para la logística de salida, solo que en este caso estarán representados por el color naranja, siendo el cuadro de color naranja oscuro el designado para los elementos principales y el color naranja opaco será para los subprocesos que surgen.

Al final estos subprocesos terminan en unos cuadros que contienen unos círculos enumerados, estos representan las variables y atributos los cuales serán especificados en el tercer nivel de desagregación

Figura 18. Elementos del modelo.



Fuente: elaboración propia.

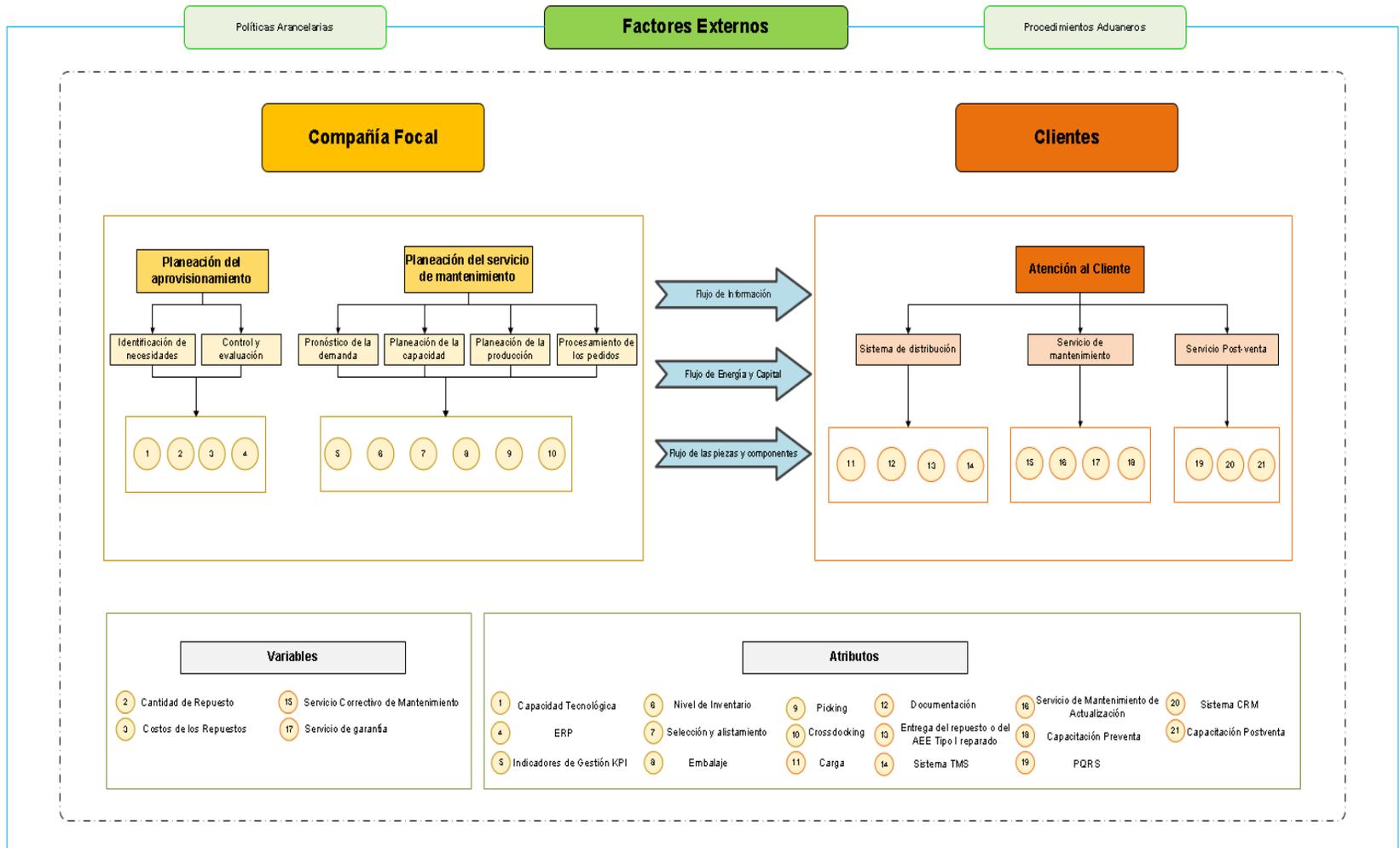
4.2.1.3 Tercer nivel de desagregación. En este nivel de desagregación se especificará las variables y atributos que se presentan dentro del modelo, este nivel tiene una gran repercusión en el siguiente capítulo del proyecto debido que aquí se diferencia la parte cualitativa y la parte cuantitativa, que será evaluada por medio de un modelo de optimización de costos y utilidades.

Tanto las variables, como los atributos estarán representados por un círculo, el color del círculo puede ser amarillo para aquellos que estén relacionados con los procesos de logística interna o pueden ser de color naranja si se encuentran relacionados con los procesos de logística de salida. Los círculos se encuentran enumerados ya que por medio de los cuadros en la parte inferior serán diferenciados entre aquellos que son atributos o variables.

Una vez completado este nivel de desagregación se obtendrá la gráfica final del modelo de logística interna para el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, pero en el cual era fundamental agregar el proceso de logística de salida, ya que el proceso de servicio de mantenimiento presentaba una correlación bastante alta con todos los procesos llevados a cabo en la atención al cliente, debido a que una no podría realizarse sin la otra, deben ser realizadas en conjunto y casi se podría decir que al mismo tiempo.

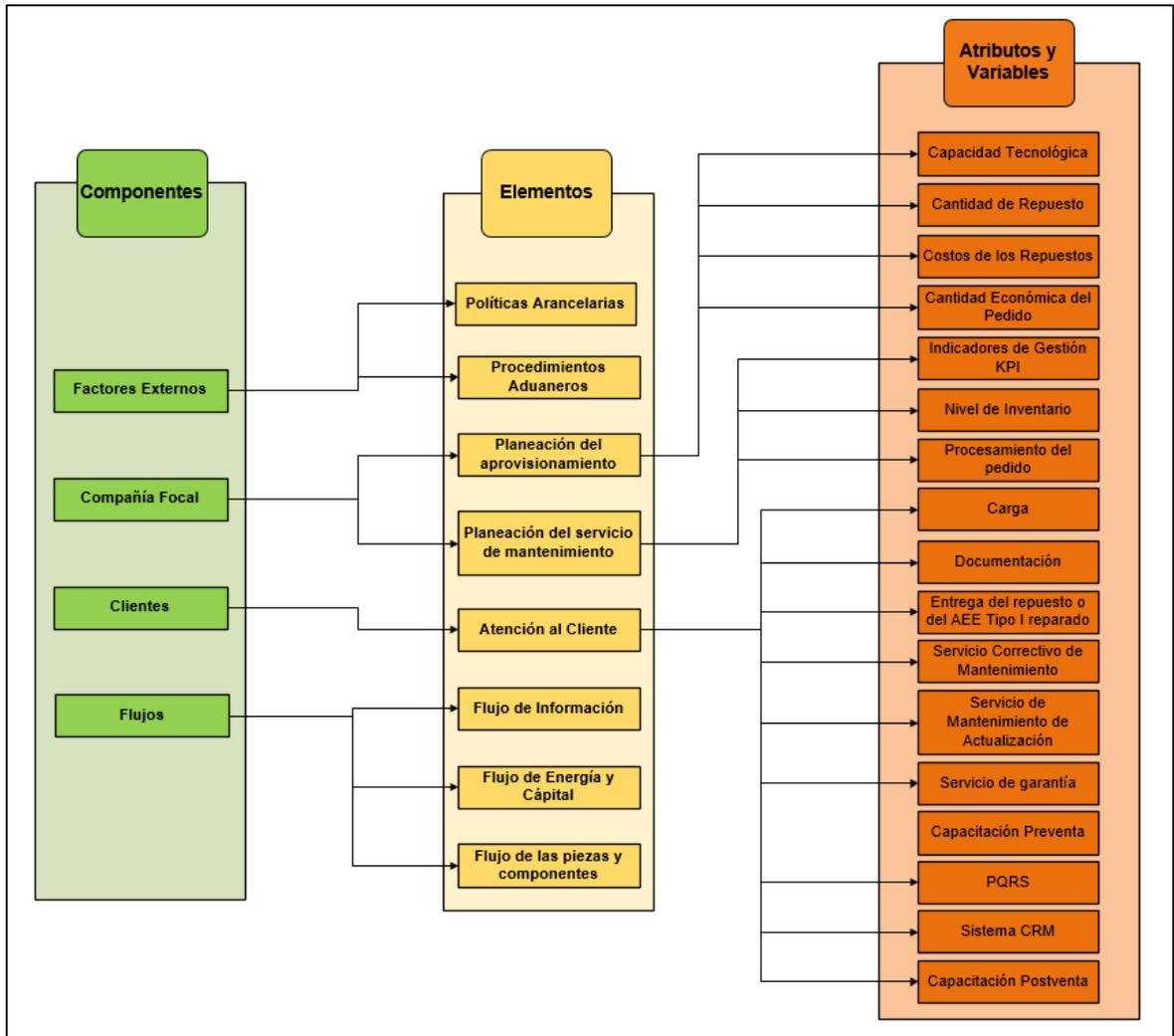
Una vez determinado el modelo final, se realizará un resumen de los niveles que se determinaron y los procesos que están inmersos en los conceptos de componentes, elementos, atributos y variables, en la **figura 20**. Además de responder a la metodología propuesta del modelo intellectus.

Figura 19. Variables y Atributos del modelo.



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Niveles de desagregación del Modelo.



Fuente: elaboración propia.

4.3 OPERATIVIDAD DEL MODELO

En este apartado se explicará de manera más detallada los diferentes niveles que se determinaron dentro del modelo, especificando su funcionalidad y la aplicación de cada concepto, para así obtener una visión más clara de lo que se desea desarrollar en el proyecto. La operatividad del modelo tiene el mismo orden de los niveles de desagregación realizados para el modelo.

4.3.1 Componentes del modelo. Como se puede identificar en la **figura 17**, el diseño del modelo cuenta con cuatro componentes principales que fueron determinados a través del desarrollo del proyecto por medio de las diferentes fuentes e investigaciones que se han llevado a cabo, además de las herramientas que han sido utilizadas para ya sea validar un concepto o determinar su relevancia. Los cuatro componentes serán explicados a continuación:

4.3.1.1 Factores Externos. Este es el primer complemento dentro del modelo, en este se especificarán aquellos factores que las organizaciones no pueden controlar pero que afectan de manera directa el buen desempeño del proceso de servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I, que muchas veces llegan a ser decisiones políticas en aspectos de importancia, debido a la gran cantidad de repuestos que son pedidos en el exterior y deben pasar por un proceso arancelario o aduanero.

4.3.1.2 Compañía. Este componente se refiere a la compañía focal, en donde se encuentra todas las empresas comercializadoras de los AEE Tipo I y es donde se desarrolla todos los procesos de logística interna los cuales determinan la correcta planeación del servicio de mantenimiento de aquellos productos que comercializa y es donde estos procesos en conjunto generan un valor agregado al servicio que se está prestando, de manera que satisfaga no solo la necesidad del cliente, sino que supere las expectativas del mismo.

4.3.1.3 Clientes. Este componente se especifica como el destino de la cadena de suministro. Donde se consume un producto o se emplea dentro de un proceso adicional. Según esta definición en esta investigación será tomado como aquel repuesto que llega a integrarse dentro de un proceso de servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

Este servicio de mantenimiento que se lleva a cabo está ligado por diferentes procesos que están conjugados dentro de la logística de salida que es la interacción existente con el servicio que presta la empresa y el cliente. Estos procesos requeridos son definidos en el siguiente nivel de desagregación.

4.3.1.4 Flujos. Dentro de la cadena de suministros es importante tener en cuenta que se presentan diferentes flujos que corren a través de toda la cadena de suministro y dependiendo de cómo se analice el recorrido del servicio y/o producto estos flujos se presentarán como flujos unidireccionales o bidireccionales. Por el análisis que se lleva a cabo dentro del proyecto el flujo se dará de manera unidireccional es decir solo se evaluará la sinergia entre la compañía focal y los clientes.

4.3.2 Elementos del modelo. Los elementos fueron determinados dentro del modelo como aquellos procesos que se ejecutan tanto en la logística interna, como en la logística de salida, estos mismos procesos fueron precisados en los diferentes diagramas que se realizaron en el capítulo de caracterización. A continuación, serán explicados con mayor detenimiento.

4.3.2.1 Políticas Arancelarias. En los factores externos que se definieron las políticas arancelarias y los procedimientos aduaneros debido que son conceptos que afectan en la importación de los repuestos de los AEE Tipo I, como por ejemplo la decisión que tomó el presidente de Estados Unidos Donald Trump de incrementar en un 25% los aranceles impuestos a China, con cual China respondió de igual forma aumentando los aranceles de tasas que oscilan entre el 5% y el 25% sobre bienes estadounidenses cercanos a los \$60 mil millones. Esta contienda comercial afecta los costos de las piezas y componentes de reparación importados de los AEE Tipo I e igual los costos de compra de los mismos también se verán afectados⁹⁰.

4.3.2.2 Procesos Aduaneros Una afectación en los cambios que se van a implementar en los sistemas aduaneros con el cambio del Altex, para los usuarios altamente exportadores y UAP, para los Usuarios Aduaneros. Estos pasaran a llamarse el Usuario de Confianza y el Operador Económico Autorizado, OEA, el tiempo máximo para que las organizaciones realicen este cambio está previsto para Marzo de 2020, si bien es una medida que traerá grandes beneficios a la empresas, su implementación asumirá un costo para las empresas que comercialicen con los AEE Tipo I⁹¹.

4.3.2.3 Planeación del aprovisionamiento. Este proceso se encuentra más enfocado a la parte del abastecimiento, en este proceso se definirán las estructuras de abasto de las piezas y componentes requeridos para cumplir con el servicio de mantenimiento, identificando el mecanismo crítico para incrementar la rentabilidad y disminuir los costos de transacción en cada decisión que es tomada. Además, se debe procurar establecer una buena coordinación para que el pedido llegue en el momento justo, con las condiciones establecidas y en el sitio dispuesto.

Para que esto se cumpla de manera correcta se deberá tomar decisiones claves en como lo es decidir si el aprovisionamiento se realizará de manera interna o se

⁹⁰ MAUNAGA, Samanta y PELTZ, James. Consumidores ya sufren el alza de precios tras las últimas tasas impuestas por Trump. Hoy. [en línea]. 15 de mayo de 2019. [consultado 22 mayo]. Disponible: <https://www.hoylosangeles.com/noticias/internacional/la-es-icomsumidores-ya-sufren-el-alza-de-precios-tras-la-ultimas-tasas-impuestas-por-trump-20190515-story.html>.

⁹¹ REVISTA DINERO. Las quejas de los empresarios de comercio exterior por cambios aduaneros que vienen. En: Revista Dinero. [en línea]. [consultado 15 mayo]. Disponible: <https://www.dinero.com/empresas/articulo/quejas-de-empresarios-de-comercio-exterior-por-los-cambios-aduaneros-que-vienen/266537>

subcontrata a terceros para que lo realicen. La decisión deberá ser tomada de acuerdo al impacto que genere en la rentabilidad del proceso de mantenimiento. El abastecimiento como se nombró en el principio del ítem, juega un papel muy importante ya que en este se decide la estructura de abasto que tendrán los repuestos e insumos, teniendo de nuevo como base de decisión el mecanismo crítico que hace incrementar la rentabilidad del servicio.

Por lo tanto las decisiones que se tomen dentro de la planeación del aprovisionamiento se deberán hacer con el objetivo de incrementar la magnitud de las utilidades totales del servicio de mantenimiento, por lo tanto si se decide realizar la subcontratación de este proceso deberá aumentar esta rentabilidad a un bajo riesgo, si por el contrario no se logra, la empresa deberá tomarlo como otro proceso interno⁹².

Estas decisiones claves también tendrán como principio la identificación, el control y la evaluación de los repuestos e insumos requeridos para realizar el servicio de mantenimiento, pero los cuales pueden ser agrupados por medio de la utilización de un TIC's lógicos como lo es el sistema ERP.

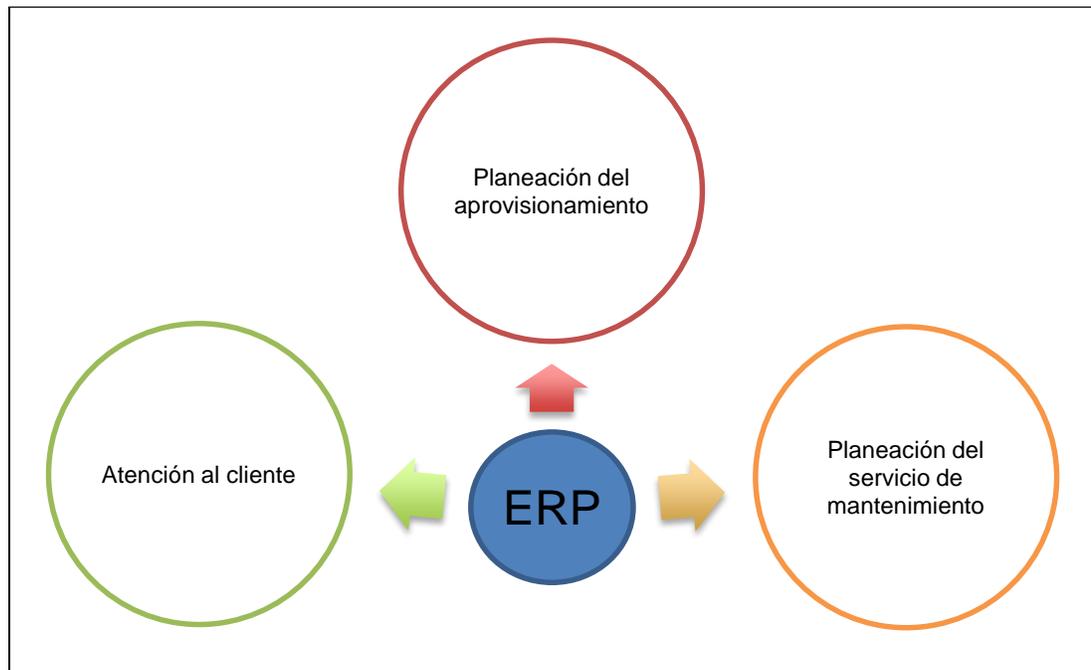
El aprovisionamiento en el modelo presenta dos subprocesos que serán explicados a continuación:

- **Identificación de las necesidades.** Este subproceso es el encargado de determinar aquello que es requerido dentro de la empresa, una vez que se identifican aquellas necesidades se realiza un proceso de categorización para luego priorizar cuales necesidades son más urgentes o requieren de un tiempo de respuesta más rápido. Estas necesidades deben tener un enfoque a satisfacer al cliente, ya que para él es que se presta el servicio de mantenimiento.
- **Control y evaluación.** El control y la evaluación se encargan de que las cantidades del pedido sea las adecuadas con el fin de evitar un sobre aprovisionamiento que genere un incremento en los costos del inventario, también en este subproceso se evalúa el estado en que llegan las piezas y componentes de repuesto de las diferentes referencias con el objetivo de mantener los estándares de calidad y brindar un servicio en las mejores condiciones.
- **ERP (*Enterprise Resource Planning*)** : El ERP es aquel que planifica los recursos de la empresa por medio de un software que integra las funciones de

⁹² CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. 3a. ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, CRUZ CASTILLO, Luis Miguel, 2008. p. 58. ISBN: 978-970-26-1192-9.

la empresa ⁹³. Tiene como ventajas una utilización única de base de datos, lo que facilita la comunicación e intercambio de la información entre las diferentes actividades de la empresa, evitando así la redundancia y duplicidad de la información, generando una mayor efectividad en los procesos del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, no solo optimiza la identificación, control y evaluación de los pedidos, sino que también lo hace para toda la cadena de abastecimiento. Es una herramienta que permite agilizar los tiempos de respuesta, ayuda en la toma de decisiones asertivas y minimiza los costos.

Figura 21. Sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).



Fuente: elaboración propia.

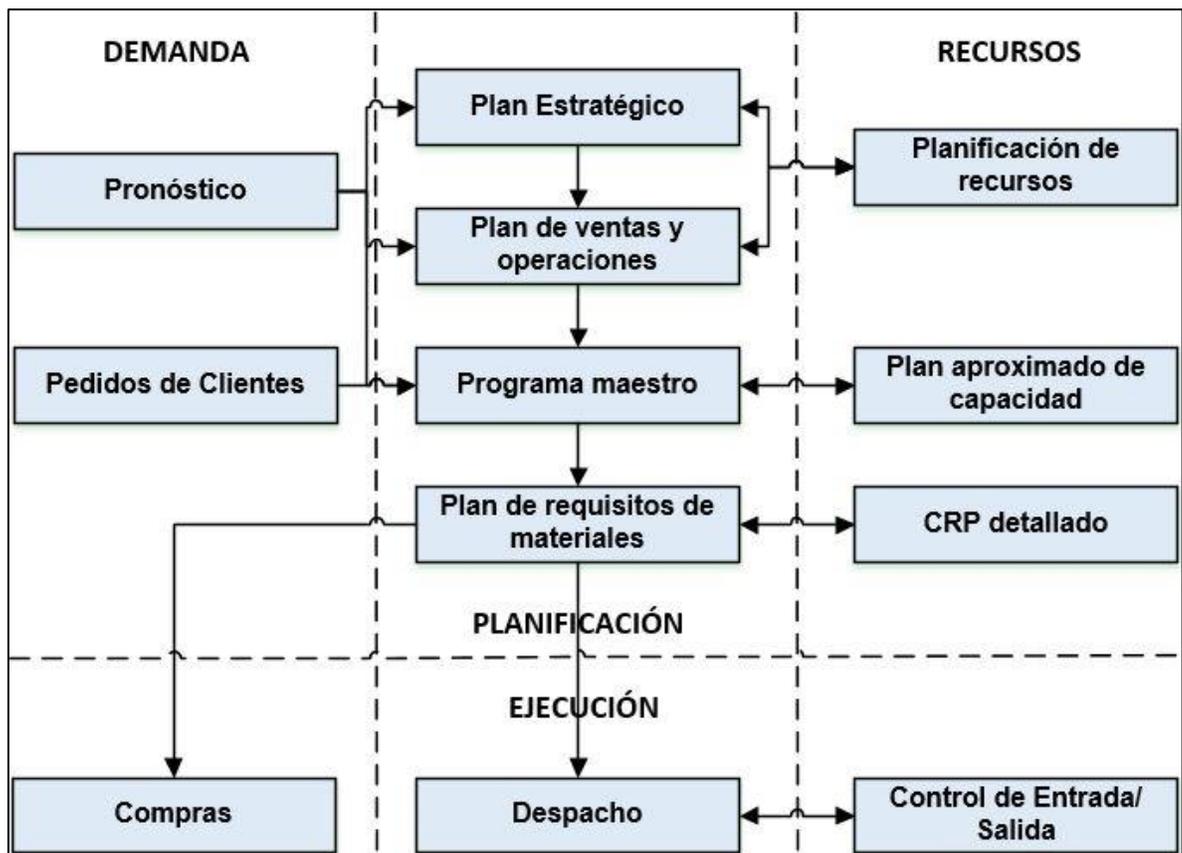
El ERP logra toda la integración del sistema para cumplir la promesa del servicio de mantenimiento, es uno de los pocos sistemas denominados como TIC's logísticos que las empresas colombianas de mediano tamaño han integrado en su estructura, este estudio es respaldado por Centro de Tecnología de Antioquia (CTA) que en el 2005, realizó un estudio denominado "Cultura de mejoramiento e innovación en las mi pymes"⁹⁴.

⁹³ BERENQUER, J. AND RAMOS, J. Negocios digitales. Competir utilizando Tecnologías de Información. Citado por: CORREA, Alexander y GÓMEZ, Rodrigo. Tecnologías de la información en la cadena de suministro. En: Dyna de la Universidad de Colombia. Vol. 76. No. 157. 37-48 p. ISSN: 0012-7353.

⁹⁴ *Ibíd.*, p. 46.

4.3.2.4 Planeación del servicio de mantenimiento. Como para cualquier producto o servicio se deberá llevar a cabo diferentes procesos dentro de la empresa con el objetivo de que sobreviva y siempre mantenga un crecimiento exponencial a través del tiempo, pero para que ocurra esto debe haber un visión dinámica para poder adaptar los procesos a los diferentes cambios que se presenten en el mercado, por lo cual la planeación es uno de los pilares de cualquier empresa. Un ejemplo visual de cómo se establece un flujo de información para realizar la planeación de la producción de una empresa es la siguiente:

Figura 22. Flujo general de las actividades de planificación y control.



Fuente: CHAPMAN, Stephen. Planificación y control de la producción. Naucalpan de Juárez: Pearson Educacion, 2006. p.12. ISBN: 970-26-0771-X.

En términos generales el diagrama muestra las actividades y flujos internos que se llevan a cabo de manera interna. En la parte central ilustra las principales actividades de planificación, mientras en las secciones laterales muestra como fluye e interactúa la oferta y la demanda y en la parte inferior se observa aquellas actividades que se realizan después de que la planificación se haya completado.

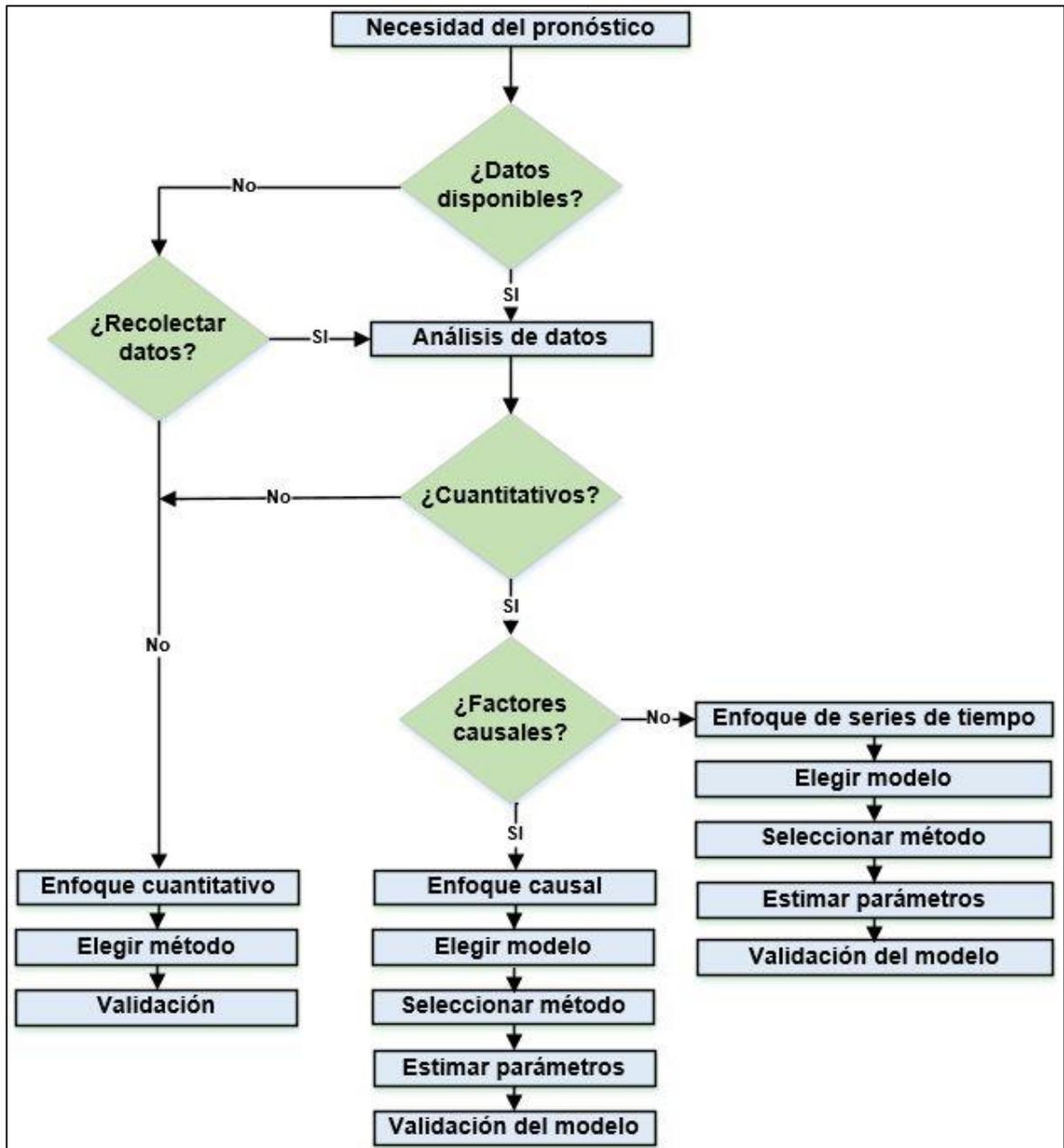
En el modelo se definieron cuatro procesos claves para el cumplimiento del servicio de mantenimiento, los cuales serán explicados a continuación:

- **Pronósticos de la demanda.** Este proceso es el punto inicial de todos los procesos de planificación, se da por medio de la demanda real o esperada de los clientes. Es una proyección de cómo se comportará la demanda en un período de tiempo determinado de acuerdo a los datos históricos que se han obtenido y debe cumplir con unas características fundamentales⁹⁵.
- **Los pronósticos casi siempre son incorrectos.** Se debe tener muy presente que ningún pronóstico es exacto, pero se puede llegar a obtener un resultado bastante preciso es decir un porcentaje de error muy bajo.
- **Los pronósticos son más precisos para grupos o familias de artículos.** Es más factible que se logre obtener un pronóstico más preciso para una línea de productos que para uno individual, debido a que los errores de proyección tienden a eliminarse entre sí a medida que se agrupan.
- **Los pronósticos son más precisos cuando se hacen para periodos cortos.** Por lo general se presenta una menor cantidad de perturbaciones potenciales en un período corto de tiempo que respecto a un período muy largo de tiempo.
- **Todo pronóstico debe incluir un error de estimación.** Como se indicó en el primer ítem se debe tener en cuenta que ningún pronóstico es exacto, por lo que se deberá tener en cuenta una estimación numérica del error del pronóstico.
- **Los pronósticos no son sustitutos de la demanda calculada.** Es mucho más confiable utilizar la información real de la demanda en un período de tiempo para realizar un pronóstico, que realizar un pronóstico en base a un pronóstico.

Este proceso hace parte esencial del cumplimiento del servicio de mantenimiento que ofrecen las empresas comercializadoras de los AEE Tipo I, con este proceso se determinará la cantidad de repuestos requeridos en un marco de tiempo específico con el fin de nivelar la cantidad de inventario dentro de la empresa, para no presentar un desabastecimiento que incumpla la promesa al cliente o que genere un sobre aprovisionamiento que incremente los costos. La figura a continuación muestra todo el proceso que se lleva a cabo en la realización de un pronóstico.

⁹⁵ CHAPMAN, Stephen. Planificación y control de la producción. Naucalpan de Juárez: Pearson Educacion, 2006. [1] 17-18. ISBN: 970-26-0771-X

Figura 23. Sistema de ejecución de un pronóstico.



Fuente: SIPPER, Daniel y BULFIN, Robert. Planeación y control de la producción. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V, 1998. ISBN 970-10-1944-X. 98 p.

- **Planeación de la capacidad.** Es el proceso en el cual se desea establecer un punto óptimo entre la capacidad disponible y la capacidad requerida, en donde se pueda administrar de manera apropiada una carga, satisfaciendo los tiempos de producción establecidos para el cliente cuyo pedido representa una carga.

Una vez que es medida la carga y la disponibilidad habrá que ajustar esta última para atender la carga o ya sea al contrario, que haya que ajustar la carga a la capacidad disponible. Esta última situación es la menos óptima ya que todas las empresas que se encuentren con este inconveniente siempre intentarán ajustar la capacidad a la carga, debido que se está perdiendo opciones de venta⁹⁶.

Esta planeación se debe realizar para determinar la flexibilidad con la que cuenta la capacidad disponible para cumplir con el servicio de mantenimiento, evaluando el tiempo que le toma a una pieza o componente llegar hasta el proceso de abastecimiento, una vez que se determina ese tiempo de entrega se puede evaluar el cubrimiento del tiempo de pedido del cliente.

- **Planeación de la producción.** La planeación de la producción es aquella que determina un conjunto de planes sistemáticos y acciones que se encaminan a dirigir la producción. Este sistema es una actividad integrativa que intenta elevar al máximo la efectividad de una empresa, ya que debe estar conectado a todos los procesos para obtener, interpretar, comprender y comunicar la información adecuada a todos los procesos mejorando la toma de decisiones.

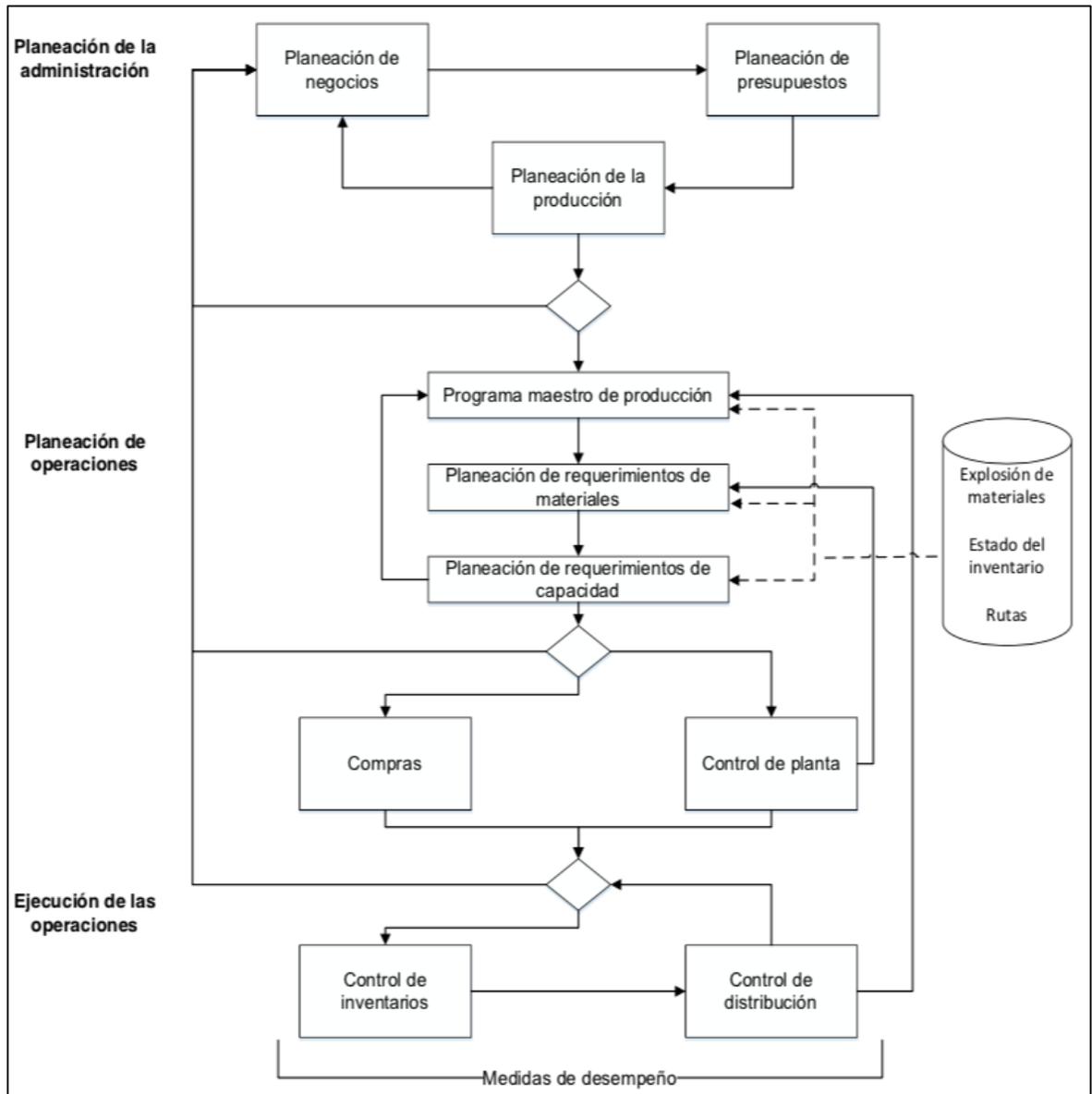
La planeación de la producción también proporciona las cantidades de producto necesarios en el momento preciso y al costo mínimo, sin excluir las exigencias de calidad, sirviendo de base para establecer la mayoría del presupuesto de las operaciones. En este caso por ser un servicio de mantenimiento la producción estará basada en la adquisición de capital humano capacitado para realizar el servicio de mantenimiento, por lo tanto se tomarán las horas que un empleado gasta para primero realizar un diagnóstico del daño del AEE Tipo I y el tiempo que emplea para resolver el problema, de acuerdo a esto se determina si habrá que contratar a alguien más o si es más factible plantear un contrato de outsourcing con una empresa especializada que realice el servicio de mantenimiento.

Por ejemplo, una opción es utilizar el sistema MRP II, que es un sistema que se basa en el sistema de producción *push* que es un sistema que se determina para las empresas de servicios. El MRP II es un sistema de planeación, programación y control por medio de un software de la computadora, que proporciona una herramienta para controlar las actividades que se realizan dentro de la empresa, con el fin de incrementar la satisfacción del cliente, mientras reduce los costos de operación, aparte de programar y ordenar los repuestos e insumos necesarios para el servicio de mantenimiento⁹⁷.

⁹⁶ Ibid., p. 165.

⁹⁷ SIPPEN, Daniel y BULFIN, Robert. Planeación y control de la producción. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V, 1998. ISBN 970-10-1944-X. 554 p.

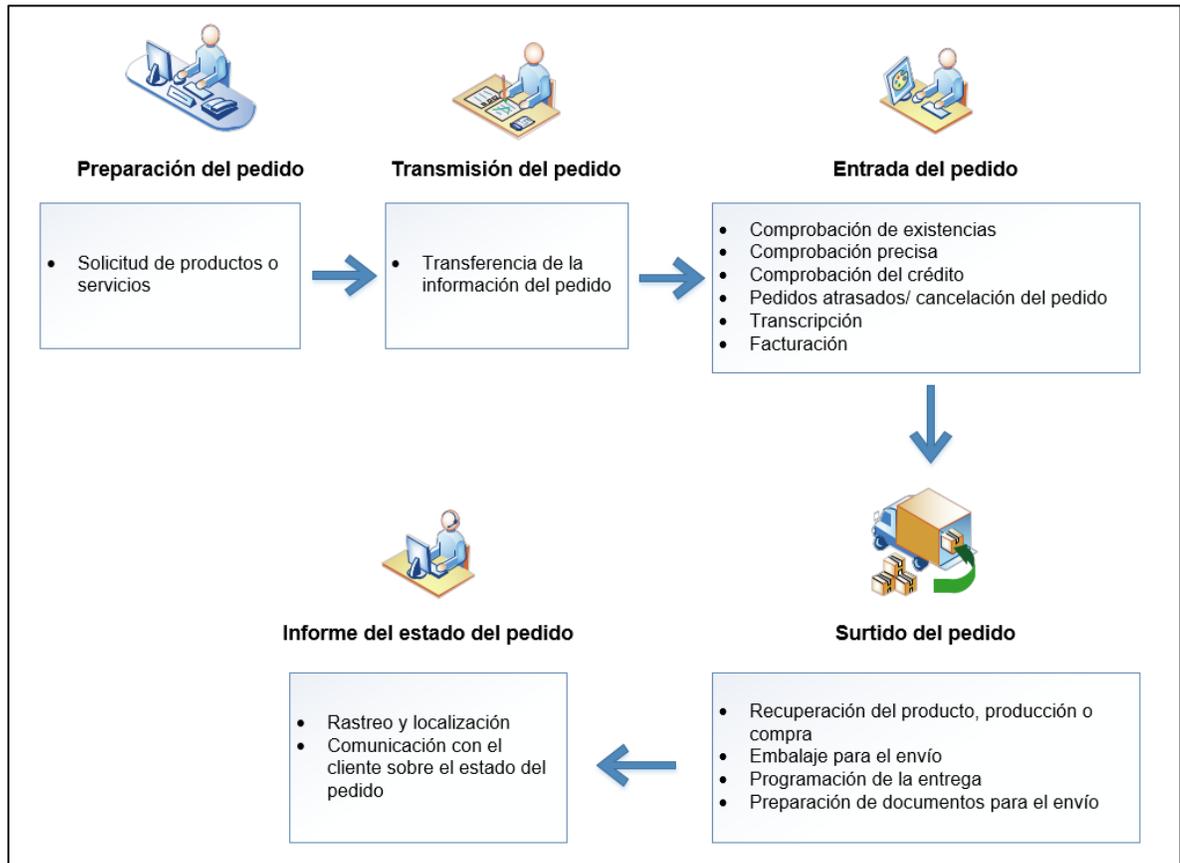
Figura 24. Planeación de la producción.



Fuente: SIPPER, Daniel y BULFIN, Robert. Planeación y control de la producción. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V, 1998. ISBN 970-10-1944-X. 554 p.

- **Procesamiento de pedidos.** El procesamiento del pedido tiene como objetivo obtener información precisa para cumplir con los requerimientos del cliente y, satisfacer al cliente y lograr un desempeño de logística superior en el servicio de mantenimiento. Para lograrlo se debe cumplir con la secuencia de procesos establecidos en el ciclo del pedido, el cual incluye la preparación, la transmisión, la entrada, el surtido y el informe sobre el estado del pedido, como se ve en la **figura 25**.

Figura 25. Ciclo del pedido.



Fuente: BALLOU, Ronald. Logística Administración de la cadena de suministro. 5ta. Edición. México: Pearson Educacion, 2004. ISBN 970-26-0540-7. 132 p.

- **Preparación del pedido.** Se refiere a las actividades en los cuales es necesario recopilar la información del servicio de mantenimiento, así como la requisición de los repuestos necesarios para cumplir con el servicio.

La tecnología también cumple un papel importante, ya que agiliza el proceso eliminando la necesidad de llenar manualmente los formularios de pedidos. Por ejemplo las computadoras con voz activada y codificación inalámbrica de información de productos, denominadas sistemas de radiofrecuencia e identificación (RF/ID), son tecnologías que reducirán aún más el tiempo de preparación del pedido⁹⁸.

- **Transmisión del pedido.** Una vez se ha realizado la preparación del pedido se realizará las transmisiones de información del mismo. Este incluye transferir la

⁹⁸ BALLOU, Ronald. Logística Administración de la cadena de suministro. 5ta. Edición. México: Pearson Educacion, 2004. ISBN 970-26-0540-7. 1321-132 p.

solicitud del pedido, desde el punto de origen hasta el lugar que maneja la entrada. Se puede realizar de manera manual o electrónica. El manual puede llegar a incluir el envío por correo de los pedidos o que el personal los lleve físicamente hasta el punto de entrada.

Pero la transmisión de los pedidos mediante medios electrónicos o inalámbricos como celulares, páginas web o sistemas como el EDI que permite el envío y la recepción de documentos electrónicos en un formato normalizado entre los sistemas informáticos de quienes intervienen en una relación comercial. Ha logrado remplazar casi en su mayoría los métodos manuales de transmisión de pedidos, brindando mayor seguridad, confiabilidad, precisión, rapidez y costos menores en el proceso⁹⁹.

- **Entrada del pedido.** La entrada del pedido incluye una serie de actividades como la comprobación de la precisión en la que es descrito el servicio de mantenimiento, la disponibilidad de los repuestos requeridos, la preparación de las órdenes que han sido canceladas o están atrasadas, la comprobación del crédito de los clientes. La transcripción de información y la facturación del servicio. Estas actividades son necesarias para validar la precisión de la información que llega acerca del pedido, debido a que todas las veces no llegan de una forma adecuada¹⁰⁰.
- **Surtido del pedido.** El surtido del pedido es representado por las actividades que requieren adquirir los repuestos mediante la recuperación de existencias o la compra, empacar los repuestos que así lo requirieran, programar el envío para su entrega y documentar la preparación del envío. Varias actividades pueden realizarse en paralelo con la entrada del pedido, por lo que reduce los tiempos de procesamiento¹⁰¹.
- **Informe sobre el estado del pedido.** Esta actividad final dentro procesamiento del pedido asegura que el servicio de mantenimiento cumpla con las expectativas del cliente y procure superar las mismas, además de mantener informado a la empresa de cualquier inconveniente presentado con la reparación del AAE Tipo I, en específico en el rastreo y localización de la orden de mantenimiento, comunicación del cliente del tiempo previsto para realizar el diagnóstico y reparación del AEE Tipo I. Se debe tener presente que la actividad de seguimiento no afecta al tiempo general de procesamiento del servicio¹⁰².

⁹⁹ Ibid., p. 132-133.

¹⁰⁰ Ibid., p. 133-134.

¹⁰¹ Ibid., p 135-136.

¹⁰² Ibid., p. 136-137..

4.3.2.5 Atención al cliente. El principal objetivo que presenta este elemento es el de atender las necesidades de los clientes, la cuales en un lenguaje organizacional son conocidos como pedidos por todo el proceso que generan, pero también se debe mantener una eficiencia en los costos que se pueden llegar a incurrir. Para que esto se cumpla de manera efectiva se debe identificar y priorizar las actividades que se presentan dentro de los procesos logísticos de la empresa que se relacionan con el servicio de mantenimiento, no solo para cumplir con los requerimientos del cliente, sino también para crear una ventaja competitiva frente a los competidores.

Figura 26. Ciclo del proceso de atención al cliente.



Fuente: elaboración propia con base en. HARO, Fernando, CÓRDOVA, Nelson y CHONG QUI, Tomás. Modelos de satisfacción. En: Gaceta Sansana. [base de datos en línea] Vol.2. No 6. 57 p. [consultado 19 mayo 2019]. Disponible: <http://publicaciones.usm.edu.ec/index.php/GS/article/view/59/92> .

La **figura 26**, muestra el ciclo de atención al cliente en el servicio de mantenimiento. Este se divide en cinco fases, que son las siguientes:

- **Primera fase:** en la primera fase se da una vez que el servicio de mantenimiento está optimizado y se encuentra listo para ser ofrecido a los clientes potenciales.
- **Segunda fase:** en la segunda fase los clientes potenciales habrá que generarles un estado de conocimiento del servicio que se le está ofreciendo y

que beneficios obtendrían al requerirlo. Para que esto suceda se deben realizar campañas dentro y fuera de la empresa.

- **Tercera fase:** en esta fase el cliente ha requerido el servicio de mantenimiento y se llevará a cabo el procedimiento que se encuentre estandarizado en la empresa, la forma como se ejecute será decisiva en la siguiente fase.
- **Cuarta fase:** el cliente de acuerdo a su percepción calificará si el servicio que se brindó fue efectivo, si resolvió el problema y cumplió con las expectativas generadas
- **Quinta fase:** si las expectativas del cliente frente al servicio prestado fueron superadas, es muy probable que empiece un proceso de fidelización de cliente, generando así una publicidad gratuita, gracias a los comentarios positivos a sus referidos. El ciclo vuelve a empezar, pero el cliente ya posee una nueva percepción del servicio.

Este proceso cuenta también con tres subprocesos que serán explicados a continuación:

- **Sistema de Distribución.** Este proceso se encuentra integrado dentro de la logística de salida, por lo que se analizará como un sistema de distribución externo, es decir el proceso de entrega al cliente. Este sistema presenta dos situaciones diferentes, que son determinadas una vez que se realiza el diagnóstico del AEE Tipo I que requiere el servicio de mantenimiento.

Primera situación: el AEE Tipo I según el diagnóstico realizado no presenta un daño muy complejo o no puede ser trasladado ya que se encuentra integrado en el diseño del sitio. En estos casos los repuestos deberán ser trasladados hasta el sitio donde se encuentra el cliente.

Segunda situación: una vez realizado el diagnóstico se encuentra que se requiere de un proceso de mantenimiento más complejo y deberá ser trasladado hasta el centro de mantenimiento, se tiene en cuenta que se presentará dos traslados del AEE Tipo I, uno cuando es llevado al centro de mantenimiento y otro cuando se regresa al cliente.

También habrá que definir el tipo de transporte que se utilizará, de acuerdo a la situación que se presente, ya que si es la primera se requerirá solo de un transporte ligero, pero si se presenta la segunda situación el transporte tendrá que determinarse por las dimensiones y el peso del AEE Tipo I.

La distribución es el proceso donde adquiere un gran valor al cliente cuando se cumple con el tiempo y se realiza de la forma adecuada, asegurando que se

cumpla con todos los estándares de calidad y los costos que habrán de asumirse para garantizar la completa satisfacción del cliente, optimizando de igual manera los recursos utilizados para este proceso.

- **Servicio de mantenimiento.** El servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I es todo un conjunto de actividades y procesos, que se han explicado dentro de todo el desarrollo del proyecto de investigación. Pero en este ítem se tomará aquellos aspectos que guardan una mayor correlación, como lo son los tipos de mantenimientos que se presentan, las especificaciones del servicio de garantía y la capacitación requerida para ofrecer de la manera más adecuada el servicio de mantenimiento.

Un aspecto importante a considerar en la prestación del servicio de mantenimiento es la implementación de citas fijas por parte de los técnicos, debido a que muchas veces se presenta el inconveniente de que no se encuentra las personas que requirieren el servicio de mantenimiento el sitio pactado debido a las actividades que realizan en el transcurso de día. Esto les genera exasperación a los clientes porque no saben en qué momento del día realizará la vista el técnico o simplemente no pasa ese día porque se encuentra realizando otros soportes en diferentes áreas de la ciudad, esto deja en evidencia que muchas compañías no han comprendido que no solo es poner mayor énfasis en la reparación del producto, sino que también es importante la calidad y el modo como se presta.

Pero antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento se habrá que determinar bajo que concepto se realizará el servicio de mantenimiento, es decir si se encuentra cubierto por la garantía o está fuera del tiempo de estipulación de la garantía.

- **Servicio Post-venta.** El servicio post-venta es el proceso que empieza una vez se ha realizado la compra, es donde se incluye todo el soporte técnico necesario para apoyar al cliente en el uso del producto o servicio, la aplicación de la garantía, los PQRS o el sistema CRM centrado en la recolección de información del cliente. Este proceso es un puente de comunicación entre la empresa y el cliente, si es llevado de manera adecuada genera grandes resultados como la satisfacción, la fidelización y un cliente que se encuentre conforme con aquello que ha recibido es un incentivo del marketing de referencia, esto se verá reflejado en un incremento de las ventas y las acciones de la empresa.

4.3.2.6 Flujos de la cadena de suministro. En una cadena de suministro siempre será fundamental precisar los flujos que existen y que recorren todo el proceso, ya que por estos flujos se crea todo un sistema para la realización de un producto o el desarrollo de un servicio. Estos flujos pueden darse de manera ascendente (upstream) o de manera descendente (downstream) en el proyecto será analizado solo el flujo de manera descendente.

- **El flujo de información.** El flujo de información circula a través de todo el personal de la empresa, de las áreas, de los procesos, fluye a través de toda la organización y es vital que este flujo recorra todas las partes y que lo haga de manera constante y organizada, es un instrumento de interpretación, control, mejora y ejecución, que es muy útil para determinar los procedimientos y parámetros con lo que se quiere en este caso ofrecer el servicio de mantenimiento.
- **El flujo de energía y capital.** El primero hace referencia al esfuerzo que requiere el realizar el movimiento de los recursos que intervienen en el servicio de mantenimiento y el segundo se refiere a la cantidad de dinero que debe invertirse, constituye las transacciones, pagos o compras que se deban realizar para mantener en marcha la empresa.
- **El flujo de piezas y componentes.** Son los materiales e insumos requeridos dentro de la cadena de suministro de toda la empresa que brinden el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, por medio de estos es que llega cumplirse de manera satisfactoria el servicio.

4.3.3 Atributos y Variables. Representan el último nivel de desagregación, y se dividen entre atributos que son aspectos cualitativos y variables que son aspectos cuantitativos dentro del modelo, los conceptos de este nivel son los más específicos presentan una correlación directa con el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

A continuación, se definirá la operatividad de los atributos y variables del modelo.

- **Capacidad Tecnológica.** Está constituida por las habilidades y conocimientos que se han ido adquiriendo a través del tiempo y la realización de los diferentes procesos que dan sustento al servicio de mantenimiento. Se deberá realizar un diagnóstico de la capacidad tecnología existente con el fin de determinar si es la adecuada o por el contrario se requiere un incremento de la misma. Por medio de este las empresas pueden realizar una constante innovación de la forma en como es llevado a cabo el proceso de servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I.

- **Cantidad de Repuestos.** La cantidad de repuestos estará determinada por la demanda que se genere por el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I por medio ya sea del requerimiento de la garantía, un servicio independiente o un despliegue del proceso generado por alguna incidencia que se presentó en los PQRS. De acuerdo a la información obtenida del pedido se deberá determinar cuál es la cantidad necesaria para cubrir la demanda, cumpliendo con las diferentes restricciones que se presenten en el plan de producción que difiere entre las empresas.
- **Costos de los Repuestos.** Los costos de los repuestos no requieren de una definición o contextualización muy profunda. Este atributo se refiere a los costos que se encuentran ligados al momento de realizar un pedido de unos repuestos necesario para cumplir con el servicio de mantenimiento, el objetivo siempre será reducir al mínimo estos costos.
- **Indicadores de Gestión KPI.** Este tipo de indicadores expresa el comportamiento o desempeño de un proceso en comparación con aquel que se determine como referencia, en cual dará como resultado desviaciones negativas o positivas.

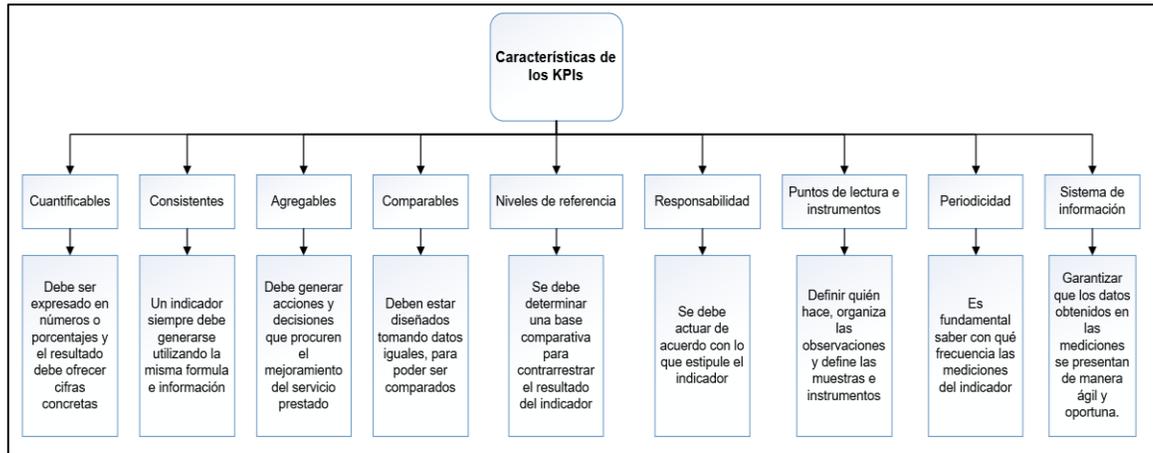
Los indicadores de gestión permiten monitorear el proceso del servicio de mantenimiento para así establecer las condiciones pertinentes e identificar los diversos problemas que se deriven del desarrollo normal de las actividades. Esto se logra por medio de la relación de datos numéricos y cuantitativos que evalúen el desempeño y el resultado que se presenta en cada proceso.

Su uso y aplicación permite el mejoramiento continuo de los procesos logísticos que se realizan dentro del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, además de presentar una ventaja competitiva sostenible en el tiempo¹⁰³.

Para asegurar su correcta implementación se debe tener presente las siguientes características.

¹⁰³MORA, Luís. Gestión Logística Integral. Colombia: Ecoe Ediciones, 2008. ISBN: 978-958-648-572-2 p.220.

Figura 27. Características de los indicadores de gestión.



Fuente: elaboración propia con base en MORA, Luis. Gestión Logística Integral. Colombia: Eco Ediciones, 2008. ISBN: 978-958-648-572-2 p.221.

Para cumplir con una correcta implementación del KPI (Indicador de Gestión), se debe realizar lo siguiente dentro de la empresa:

- Tener claros los resultados esperados. Con el fin de tener una base para comparar y diferenciar el avance que se esté produciendo.
- Establecer las cifras a alcanzar, ya que los objetivos serán guiados a medida que se vayan alcanzando.
- Monitorear cada área de la empresa para visualizar los cambios que se hayan presentado.
- Adoptar medidas estratégicas, con el fin de tener la capacidad de poder realizar los ajustes que se requieran para que el nuevo sistema funcione de manera óptima.
- **Control de inventario.** Los inventarios son recursos utilizables que se encuentran almacenados en un periodo de tiempo específico. Su función básica es la de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, mediante un equilibrio ideal, donde se ofrezca al cliente el mayor servicio posible al menor nivel de inventario, esto se puede lograr por medio del control de stock de seguridad¹⁰⁴.

El stock se genera cuando el volumen de repuestos que se reciben es mayor que el volumen en que se distribuyen. Este stock se agota cuando la

¹⁰⁴ MORA, Luis. Gestión Logística Integral. Colombia: Eco Ediciones, 2008. ISBN: 978-958-648-572-2 p.80.

distribución es mayor que la recepción de los mismos. Por lo que se debe garantizar la presencia de stock suficiente para satisfacer la demanda externa (los AEE Tipo I que necesitan un servicio de mantenimiento) o la demanda interna (el departamento de planeación de producción), teniendo en cuenta que su almacenamiento debe ser rentable. Se trata de encontrar un equilibrio para que tampoco se produzca una rotura del stock, que significa que debido a la falta de existencias no se pueda hacer frente al servicio de mantenimiento, pero tampoco se genere un exceso inútil del mismo, ya que incurre en un aumento de los costos del inventario¹⁰⁵.

La correcta implementación del control de inventario debe posibilitar las siguientes características¹⁰⁶:

- **Reflejar la naturaleza de la estructura organizacional.** Un sistema de control deberá tener en cuenta como se encuentran estructurados los procesos de la empresa y al tipo de actividad que se desea controlar.
- **Oportunidad.** Debe manifestar de forma inmediata las desviaciones que se presenten del estado previsto del inventario.
- **Accesibilidad.** Se debe establecer medidas sencillas para facilitar su entendimiento y aplicación.
- **Ubicación estratégica.** Resulta incosteable implementar controles para todas las actividades de la empresa, por lo que se debe implementar en las áreas de valor estratégico.
- **Selección y alistamiento del pedido.** La selección y alistamiento de pedidos es una de las actividades donde más costos se generan, por la intensa cantidad de personal y de recursos que se necesitan para cumplirla. Esta actividad se encuentra sujeta a él proceso de embalaje y despacho siendo un área crítica para los centros de distribución, ya que dependiendo del AEE o del repuesto se habrá que embalar en forma diferente y precisa, también dando cumplimiento al tipo de canal o cliente atendido.

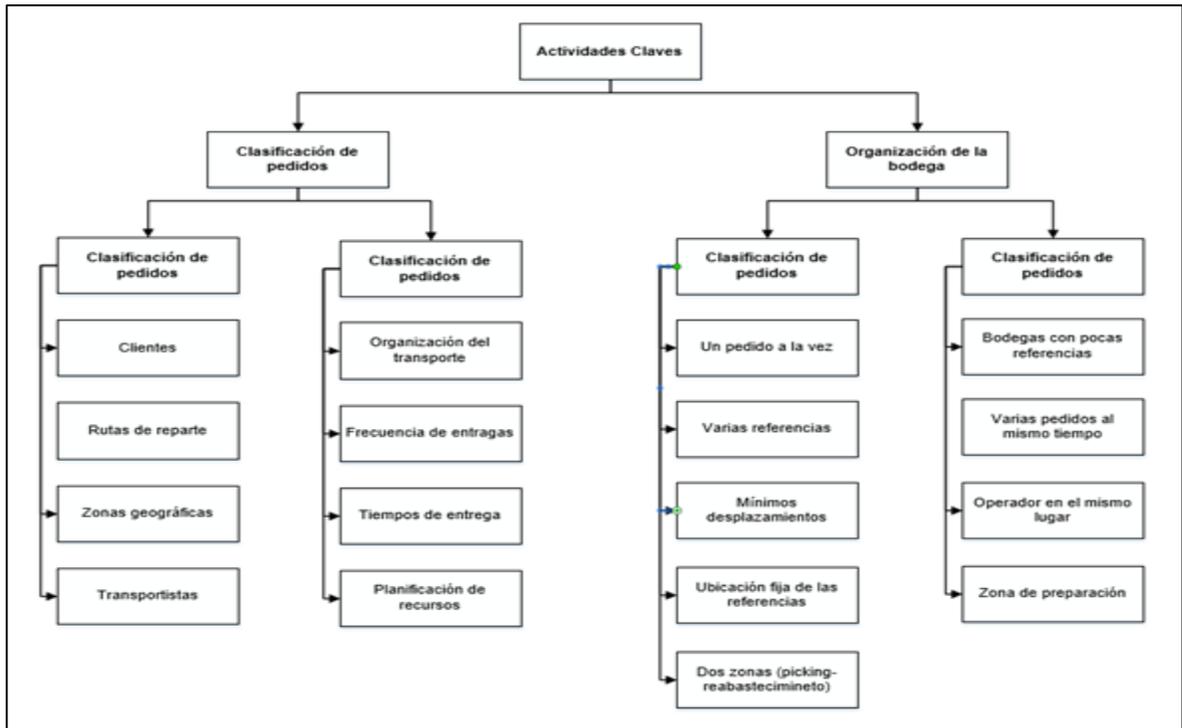
Existen actividades claves que si son atendidas correctamente permiten un despacho y cargue de manera eficiente y efectiva¹⁰⁷.

¹⁰⁵ ANTONIO, Jesús, MORATO, José y GAITÁN Juan. Logística Comercial. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L, 2005. ISBN: 978-8448199319. p. 44.

¹⁰⁶ MORA. Op. cit., p.77.

¹⁰⁷ *Ibid.*, p. 112-113.

Figura 28. Actividades claves para la selección y alistamiento de pedidos.



Fuente: elaboración propia con base en MORA, Luís. Gestión Logística Integral. Colombia: Ecoe Ediciones, 2008. ISBN: 9789586485722. p.113.

- **Embalaje.** El embalaje es aquel proceso que prepara la carga en forma adecuada para ser transportada según el modo de despacho establecido, considerando de antemano las distintas operaciones que deba ser sometido durante el viaje, este se enfoca más en mejorar la logística de entrega, de modo que se proteja las características de la carga y se preserve su calidad¹⁰⁸.

El proceso de embalaje facilita la protección de los productos, en este caso los productos la mayoría de veces será protegida por medio de vinipel o film alveolar (plástico burbuja), para que el AEE Tipo I o los repuestos no sufran ningún tipo de rayón, deformidad o daño que lo vuelva inservible. También facilita la identificación sobre las características y la forma en como debe ser manipulado, además de facilitar el conteo y su distribución.

¹⁰⁸ CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ; DE NEGOCIOS, Gerencia de Internacionalización. [bibliotecadigital.ccb.org.co]. Bogotá: CCB, Etiqueta, envase, empaque y embalaje. [consulta 3 junio 2019]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/11225/10000611.pdf?sequence=1>.

- **Picking.** El picking consiste en recoger y consolidar las cargas que hacen parte del pedido realizado por el cliente, en el que se incluye un conjunto de operaciones destinadas a extraer y acondicionar los productos¹⁰⁹.

Es una de las actividades más costosas dentro de la bodega, por lo que se debe minimizar los costos planificando procesos operativos eficientes, como lo es reducir las distancias recorridas por los operarios o el equipo. Estos procesos no deberán descuidar la calidad con la que se entregan o se instalan, ya sea los AEE Tipo I o los repuestos.

Existen herramientas que optimizan este proceso de manera que se realice de forma más rápida y cumpliendo con las condiciones adecuadas. Por ejemplo¹¹⁰:

- **Picking to Light.** Es una tecnología que guía al operario visualmente hasta cada una de las localizaciones en donde se encuentra el producto que necesita, lo hace por medio de pantallas, displays de LED o LCD. Estos displays situados ya sea en los racks o estanterías permiten dirigir al operario hacia la ubicación exacta y le indican la cantidad que debe tomar .
- **Picking to Voice.** También es una tecnología que brinda una alternativa en contraposición a los métodos tradicionales de picking. Estos sistemas son guiados por medio de una voz que le indica al operario donde se encuentra la referencia que requiere y en qué cantidades debe ser extraída, optimizando así la eficacia del operario al permitirle actuar con las manos libres.
- **Crossdocking.** El crossdocking consiste en crear un flujo rápido de los productos desde que llegan al punto de almacenaje en la bodega hasta que son entregados al cliente o al punto de venta. El proveedor hace la entrega de manera directa al centro de distribución donde el pedido es consolidado, éste a su vez utiliza la bodega como un puente para legalizar los productos e inmediatamente clasificarlo según el punto de entrega y así colocarlo en la zona de despacho para ser transportado.

Este proceso se debe realizar como máximo en 24 horas, por lo que debe existir una gran coordinación entre las dos partes con el objetivo de planear las cantidades exactas y los centros de distribución a utilizar. Existen dos clases de crossdocking, que son los siguientes:

- **Crossdocking directo.** El crossdocking directo es aquel en el que las entregas son preparadas por el proveedor en función de los clientes finales. Los

¹⁰⁹ HERVÁS, Ana, CAMPO, Áurea y REVILLA, Teresa. Operaciones de almacenaje. España: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2013. ISBN: 978-844-818-421-6. p 157.

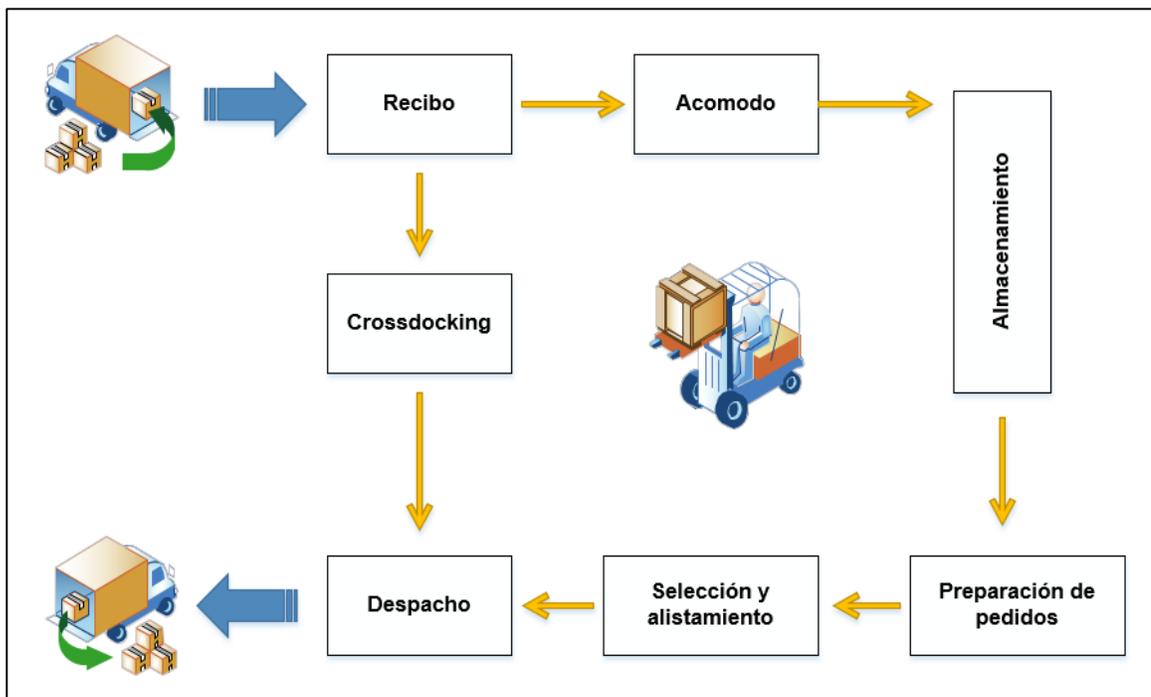
¹¹⁰ *Ibíd.*, p. 157.

productos son recibidos, descargados, legalizados e inmediatamente son entregados al sitio de despacho con la menor manipulación posible.

- **Crossdocking indirecto.** Los *packages* (pallets, cajas, etc.), son recibidos, fragmentados y re-etiquetados por el centro de distribución para su debida entrega. Estos nuevos *packages* que han formado nuevas unidades logísticas deberán ser llevados al punto de consolidación con *packages* similares para ser transportados.

Para implementar esta herramienta logística se habrá que cumplir con ciertos requerimientos como lo es la utilización de códigos de barras, lectura mediante escáner y de EDI; que es un sistema de comunicación que permite el envío y la recepción de información como lo son los documentos electrónicos en un formato normalizado entre los sistemas informáticos que establecieron la relación comercial. Esto permite seguir el flujo de los productos, en este caso de los AEE Tipo I o de los repuestos y así intercambiar la información de manera rápida y fiable de aquello que sea relevante.

Figura 29. Esquema del Crossdocking.



Fuente: elaboración propia.

- **Carga.** Desde el punto de vista del transporte, es el proceso que contiene el embalaje de mercancías o bienes que serán llevadas por un sistema de

transporte que la empresa especificará y tendrá como objetivo facilitar su rápida movilización¹¹¹.

Existen varios tipos de cargas y cada uno presenta unas características detalladas. Los tipos de carga son:

- Carga general.
- Carga a granel.
- Carga especial.
- Carga contenedorizada.

Para la temática que se está analizando en el proyecto serán definidas dos tipos de carga la general que corresponde a aquellos mantenimientos que solo requieren de llevar los repuestos hasta donde se ubica el AEE Tipo I y la carga especial cuando el AEE Tipo I deba ser llevado hasta al punto de mantenimiento y deba ser devuelto.

- **Carga general:** es todo tipo de carga de distinta naturaleza que se transporta conjuntamente, en pequeñas cantidades y unidades independientes, como los son las piezas y componentes requeridos para cumplir con el servicio de mantenimiento.
- **Carga especial.** Este tipo de carga esta diferenciada por el cuidado de su manipulación, por condiciones tales como el peso, el grado de conservación y su valor. En el caso de los AEE Tipo I son considerados como carga pesada debido a las dimensiones o a el peso, por lo que requieren tratamientos de seguridad especiales.

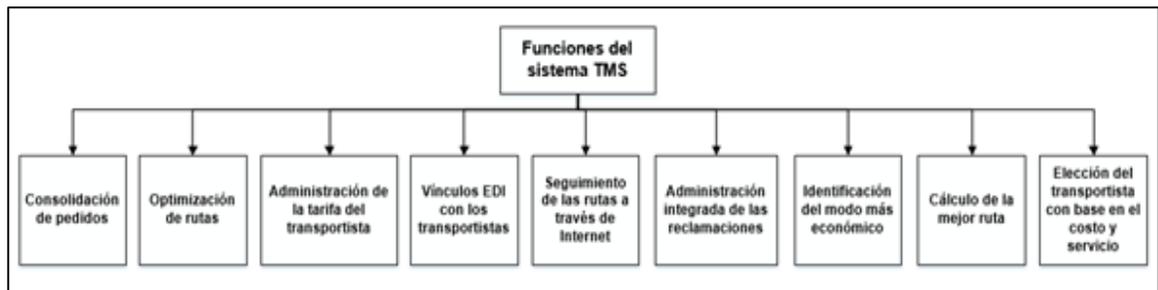
Por ultimo no solo se deberá tener en cuenta la clasificación de las cargas y sus características, también se debe realizar la planeación de las cargas, ya que esta es una actividad que afecta directamente la eficacia del transporte.

La planeación de la secuencia de carga debe considerar las características físicas del producto, ya que el transporte cuenta con restricciones en cuanto a la capacidad, la cual está dada en términos de peso y espacio. Pero existen herramientas que ayudan a realizar una adecuada planeación como es el caso del software TMS.

¹¹¹ MORA, Luís. Gestión Logística Integral. Colombia: Ecoe Ediciones, 2008. ISBN: 9789586485722. p. 156-158.

- **TMS (Transportation Management System).** Es un sistema que se encarga de identificar y evaluar de manera proactiva las diferentes estrategias y tácticas de transporte para así determinar cuál es mejor método para trasladar en este caso un AEE Tipo I o un repuesto de acuerdo a las restricciones que se encuentren presentes. Esto incluye la habilidad de seleccionar los modos, las cargas, consolidar el pedido, aprovechar los desequilibrios del tráfico, definir el itinerario del transporte y optimizar la utilización del equipo de transporte. El TMS logra un ahorro en costos y una mayor funcionalidad para proporcionar mejores tiempos de entrega¹¹².

Figura 30. Funciones del TMS.



Fuente: elaboración propia con base en BOWERSOX, Donald, CLOSS, David y COOPER, Bixby. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2007. ISBN: 978-10-6132-2. p. 202.

- **Documentación.** Para realizar el servicio de transporte para ya sea los repuestos o para los AEE Tipo I en reparación se deberá hacer una documentación bien definida, estos documentos tiene como objetivo
 - Establecer las responsabilidades y las obligaciones de las partes frente a su transporte
 - Dejar una constancia sobre el estado en que se reciben los repuestos o los AEE Tipo I.
 - Obtener información acerca del número de factura, descripción y cantidad de los repuestos o el AEE Tipo I, el peso del bien transportado, la numeración y marcas de expedición.
 - Brindar una información más precisa al cliente sobre el estado del repuesto o los AEE Tipo I.

¹¹² BOWERSOX, Donald, CLOSS, David y COOPER, Bixby. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2007. ISBN: 978-10-6132-2. p. 202.

- Revisar que cumpla con los requerimientos impuesto por el Ministerio de Transporte.
- Comprobar que cumple con el certificado de seguro del transporte
- **Entrega del repuesto o del AEE Tipo I reparado.** La entrega del pedido al cliente es fundamental es uno de los procesos más importantes, ya que no es suficiente llevar un pedido completo si se entrega a destiempo, tampoco es suficiente entregar un pedido completo a tiempo, pero llevar una factura incorrecta o entregar un pedido en malas condiciones debido al proceso de manejo o transporte. Para eso los ejecutivos de logística y de la cadena de suministro han comenzado a implementar el desempeño con cero defectos o seis sigma, con lo que se pretende que cumpla con los 5 pilares de entrega de un pedido que son; realizar la entrega completa, a tiempo, en el lugar correcto, en perfectas condiciones, y con la documentación completa y precisa.

El desempeño total del ciclo de pedido debe ejecutarse con ceros defectos, la disponibilidad y el desempeño deben ejecutarse a la perfección, para cumplir con la promesa que se realizó al cliente sobre el servicio de mantenimiento. A pesar de que sea poco probable una ejecución absoluta de cero defectos para todos los clientes, si es posible brindar un servicio con un desempeño de alto nivel. Un modo para lograrlo es combinar las alianzas con el cliente, utilizar tecnologías de información, estrategias de aplazamiento, estrategias de conservación de existencias, transporte de primera calidad y programas selectos

- **Servicio de mantenimiento de conservación:** el servicio de mantenimiento de conservación tiene como objetivo extender el ciclo de vida del AEE Tipo I para que pueda seguir funcionando en las condiciones con las que fue especificado por la empresa. Puede encararse de tres formas¹¹³.
 - **Preventivo:** como su nombre lo indica se desea evitar la aparición de fallas o daños en el funcionamiento del AEE Tipo I. Para realizar este proceso se requiere de una base de datos que recolecte información acerca de los registros e historiales de reparación que se han realizado y sea clasificado según el tipo de aparato y la referencia que presenta. Además de contar con las recomendaciones por parte del fabricante las cuales se encuentran dentro del manual de operación y mantenimiento del aparato.
 - **Correctivo:** se presenta cuando el AEE Tipo I ha sufrido algún tipo de daño o presenta algún defecto que no permite el correcto funcionamiento del aparato.

¹¹³ FUCCI, Tomás. Mantenimiento: organización, factor humano y riesgos psico-sociales: Aspectos a tener en cuenta para el control de los riesgos psico-sociales La logística de producción mantenimiento. España: Editorial Académica Española, 2017. ISBN: 978-620-225-044-3. p 10-17.

Este tipo presenta una serie de inconvenientes, como lo es el daño sistemático de diferentes piezas y componentes que se encontraban en un buen estado de conservación, pero al estar conexas a todo el sistema terminan dañándose y en comparación con el mantenimiento preventivo el tiempo de reparación durará más debido a las demoras que se presenta en la gestión de compra y entrega de los repuestos que no han sido ordenados con un tiempo de antelación.

- **Predictivo:** la diferencia que existe entre el servicio de mantenimiento predictivo y el preventivo, es que en el preventivo no ha ocurrido ninguna falla o daño en el AEE Tipo I, en cambio el predictivo se realiza cuando el AEE Tipo I, arroja indicios de que una posible falla puede llegar a presentarse en un futuro, indica una tendencia a entrar en una falla, por lo que deberá realizarse una medición y seguimiento que prevenga la evolución de las futuras fallas.
- **Servicio de mantenimiento de actualización:** el servicio de mantenimiento de actualización realmente presenta un porcentaje muy bajo, debido a que las empresas no realizan este mantenimiento, ya que sus procesos de actualización de los aparatos se realizan con el objetivo de sacar un nuevo producto a la venta y no actualizar productos antiguos que dejan un menor margen de ganancia. Además que saldría más costoso para el cliente realizar un cambio de todo o la mayor parte del sistema operativo del aparato, que comprar uno nuevo¹¹⁴.
- **Garantía.** La garantía es aquella obligación que presentan los productores, proveedores, expendedores o importadores de responder al comprador en cuanto; calidad, idoneidad, seguridad, buen estado y funcionamiento del producto y/o servicio que se ha adquirido, cumpliendo con las condiciones legales exigibles u ofrecidas¹¹⁵.

La garantía debe cumplir con unos parámetros normativos debido a que cada producto y servicio ofrecido presentan diferentes características¹¹⁶.

- La reparación gratuita del producto, su transporte si es requerido y el suministro a tiempo de los repuestos. Si el bien no admite reparación se hará efectiva la devolución del dinero.
- Si la falla persiste una vez realizada la reparación, el consumidor tendrá la opción de decidir si desea que se realice una nueva reparación, la devolución parcial o total del precio pagado o el cambio parcial o total del producto, el cual

¹¹⁴ Ibid., p. 12-14.

¹¹⁵ ROBLEDO, Felipe, et al. Protección al consumidor en Colombia. Una aproximación desde las competencias de la Superintendencia de Industria y Comercio. En: Superintendencia de Industria y Comercio. Bogotá: Superintendencia de Industria y Comercio.[Consulta 21 mayo 2019]. Archivo pdf. p. 34.

¹¹⁶ Ibid., p. 42-56.

debe tener las mismas especificaciones técnicas, sin ser estas inferiores a las del producto que dio lugar a la garantía.

- Cuando existe un incumplimiento en el caso de los servicios, el consumidor decidirá si desea la prestación de servicio en las condiciones estipuladas en el contrato o decide obtener la devolución del dinero pagado.
- Suministrar un manual que contenga las instrucciones de instalación y mantenimiento de acuerdo a su naturaleza.
- Disponer de la asistencia técnica para la instalación, mantenimiento y utilización de acuerdo a su naturaleza.
- La entrega material del producto y de ser requerido el registro correspondiente de manera oportuna.
- Contar con los suficientes repuestos, partes e insumos y mano de obra capacitada, aun después de haberse vencido el tiempo de garantía establecido por la autoridad competente y a falta de este, será el anunciado por el producto.
- Se deberá prestar el servicio de entrega, reparación y sustitución o pagar el equivalente del dinero en caso de presentarse una destrucción parcial o total.

Una vez que el proceso de garantía cumple con las obligaciones estipuladas, se deberá analizar los tipos de garantías de conformidad con la Ley 1480 de 2011.

- **Garantía legal.** La garantía legal posee la misma definición que el concepto de garantía es la obligación que contrae todo producto y/o proveedor de responder por la calidad, idoneidad, seguridad, buen estado y funcionamiento de los productos.

En el caso de los servicios la garantía será efectiva, no por el resultado del servicio que se presta, sino por las condiciones de calidad en las que se presta el servicio, por lo tanto, se tiene la obligación de suministrar la información pertinente respecto a las características, términos y forma de ejecución del servicio, si no llega será reprochable su omisión frente a los deberes contractuales.

Por lo tanto no se puede garantizar el resultado final del servicio, pero si la diligencia y cuidado que debe tener en el ejercicio de su actividad.¹¹⁷

¹¹⁷ Ibid., p. 35-36.

- **Garantía suplementaria.** La garantía suplementaria está fundamentada por el artículo de la Ley 1480 de 2011, donde se estipula que es aquella que amplía o mejora la cobertura de la garantía legal¹¹⁸.

Presenta dos tipos, onerosa o gratuita, cualquiera de las dos deberá llevar un soporte por escrito, el cual debe ser de fácil comprensión y ser legible para el lector. En el caso que sea onerosa, debe existir la aceptación expresa del consumidor.

Estas garantías pueden ser realizadas por terceros especializados que cuenten con la infraestructura y los recursos necesarios para cumplir con la estipulación de garantía requerida para la referencia a tratar.

Este tipo de garantía no excluye la garantía establecida por el fabricante y tampoco puede brindarse este servicio de manera inferior o de manera que desmejore la garantía legal.

Por ultimo habrá de tenerse en cuenta, que la garantía no aplica en casos como, daños producidos por el uso indebido del producto o por el hecho de intentar arreglarlo de manera independiente.

- **Capacitación del personal de ventas.** Es importante recordarle a las personas encargadas de realizar las ventas y que interactúan directamente con el cliente, que deben generar un aura de confianza con ellos de manera que no se actúe como si la preocupación por el bienestar por el cliente terminará cuando los clientes adquieren el producto¹¹⁹. La forma correcta será brindarle la suficiente información como el número de contacto, la página web respectiva o sitio donde dirigirse dado el caso, insinuando que no habrá de quedarse a la deriva una vez que realice la compra esto también reduce los niveles de ansiedad por los que pasa un cliente al realizar un significativo desembolso de dinero para adquirir cualquier AEE Tipo I.

También es importante ofrecer el servicio de mantenimiento de forma adecuada, es decir explicar todos los derechos que tiene como cliente en el proceso de garantía, cuanto tiempo cubre el servicio, en que situaciones aplica el servicio de mantenimiento amparado por la garantía, brindarle también la opción de la garantía suplementaria si se encuentra dentro del modelo de negocio y especificarle al cliente si su proceso de servicio de mantenimiento lo realiza la misma empresa o si se encuentra tercerizado. Esto le generará una mayor confianza al cliente ya que se está siendo transparente con el servicio que se ofrece.

¹¹⁸ Ibid., p. 40-41.

¹¹⁹ TSCHOHL, John. Servicio al Cliente el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. 5ta edición. U.S.A: 2008. ISBN: 968-860-752-5. p. 291-292.

- **PQRS (peticiones, quejas, reclamos y sugerencias).** Para establecer un sistema de PQRS que realmente sea beneficio para la empresa que presta un servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I se debe establecer ciertas premisas, la primera es tener la claridad para saber que este sistema tiene como objetivo principal determinar cuál es la percepción del cliente frente al servicio de mantenimiento, es posible que se haya sido capaz de predecir el comportamiento de los clientes en el pasado, pero en realidad no se trata de cuál es la percepción de la empresa frente al servicio, lo importante es saber lo que piensa el cliente así sus planteamientos sean ilógicos. Un buen servicio no tiene relación con lo que cree quien lo provee, el buen servicio sólo tiene relación con lo que el cliente piensa que es¹²⁰. De esta manera se puede establecer una estructura eficaz de servicio.

Permitir que los clientes se comuniquen con la empresa ya sea por medio de un *call center* o sea que lo haga por medio de una página web en internet, cabe aclarar que el tiempo de respuesta por este último medio debe ser ágil y debe tardar menos de un mes. Y no solo permitir que se comuniquen, sino estimularlos a que presenten cualquier opción (petición, queja, reclamo o sugerencia) le brinda a la empresa una oportunidad de corregir o mejorar según sea el caso el servicio de mantenimiento. Además si a los clientes se les brinda la oportunidad de expresarse disminuye la posibilidad de comunicar en sus círculos sociales comentario negativos que hacen perder negocios¹²¹.

Una vez que se conozcan las necesidades y expectativas de los clientes lo más pertinente sería convertirlas en actividades específicas y procedimientos que le añadan valor al servicio de mantenimiento. El primer paso será informar al todo el personal sobre los hallazgos, lo segundo es mostrarlo de modo que no sea tomada como una crítica, sino más bien como una oportunidad para elevar los niveles de satisfacción, y del mismo modo las ventas, las acciones y la participación del mercado¹²².

- **CRM (*Customer Relationship Management*).** Lo que significa de manera literal es la administración de la relación comercial con el cliente de una empresa. Es una estrategia de negocios que se basa en la relación con el cliente, para obtener así beneficios una vez que se la ha proporcionado un mayor valor.

Se de aclarar que el concepto de CRM no está relacionado directamente con el concepto de tecnología. El CRM se asocia más con una filosofía corporativa que busca atender y anticipar las necesidades tanto de los clientes existentes, como de los clientes potenciales. Para lograrlo muchas veces se apoya de

¹²⁰ Ibid., p. 125-126.

¹²¹ Ibid., p. 25.

¹²² Ibid., p. 146-147.

soluciones tecnológicas como softwares, pero estos no harán que mejore los procesos con su sola presencia, la estrategia que estipula el CRM si lo hará.

Para una correcta implementación del modelo CRM se debe integrar toda la empresa implicando cambios en sus estrategias, funciones y procesos. Un vez que esto se encuentre realizado se podrá recurrir a un solución tecnológica¹²³.

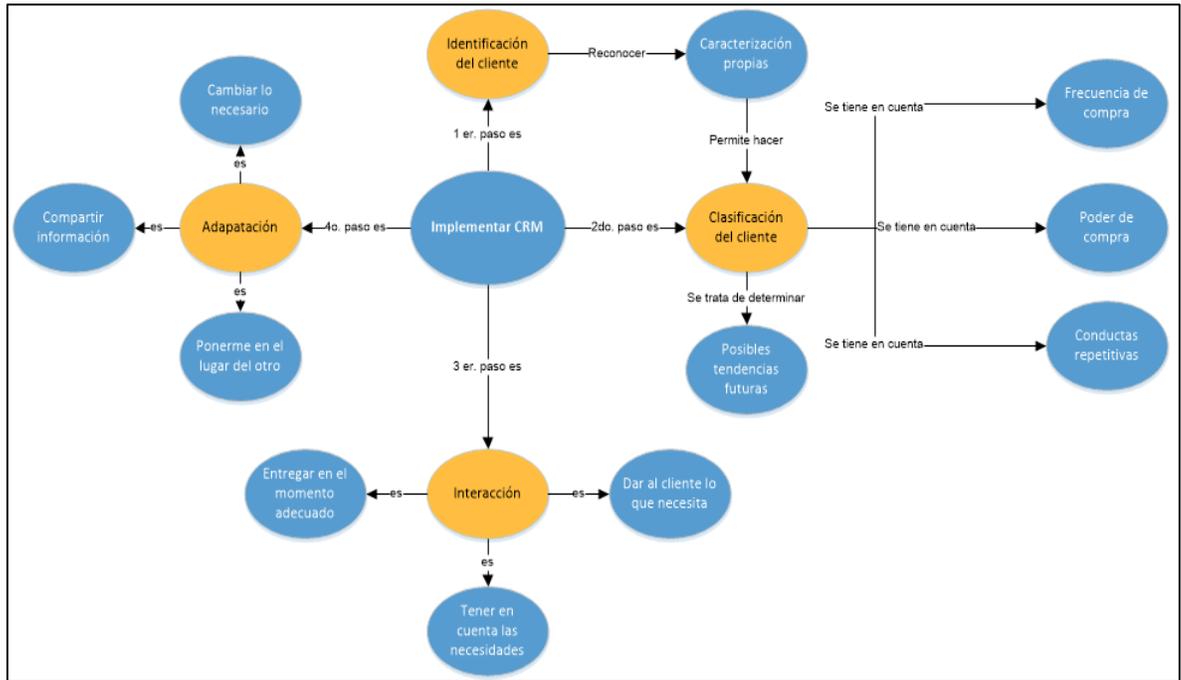
Existen cuatro pasos básicos que ayudan en la implementación del modelo del CRM y que fácilmente se pueden implementar en los lineamientos de una empresa que ofrezca servicios de mantenimiento para los AEE Tipo I y son¹²⁴:

- **Identificación.** Es pasar de tener un simple cliente, a tener un cliente con nombre y apellido propio con aspectos particulares. La idea es hacerlos sentir que son alguien conocido generando así una satisfacción y agrado al contactar la empresa.
- **Clasificación.** Con los clientes y prospectos identificados, se construirá una base de datos para procesar toda la información de cada uno en función del valor que tienen para la empresa. Por ejemplo, la cantidad de servicios que ha demandado o que tal ha sido su comportamiento frente al servicio, también si efectúa el pago de manera correcta. De esta manera se podrá realizar una relación con un Pareto de clientes, en donde se determine cuál es el 20% de los clientes que genera un 80% de los servicios, para implementar estrategias diferentes con el fin de mantenerlos y ofrecerles mejores operaciones.
- **Interacción.** Con los clientes identificados y clasificados, se plantea una etapa de planeación de acciones específicas y modos de actuar para cada necesidad específica, aquí radica la diferencia con las demás estrategias no se plantea una solución en general, sino se pasa a elaborar soluciones particulares. Esto trae como beneficio evitar el enviar ofertas inapropiadas o inoportunas a clientes que no lo necesitan, ahorrando así recursos económicos y tiempo.
- **Adaptación.** En esta fase de acuerdo a la información que se ha obtenido del cliente y de acuerdo a las técnicas de pronósticos se desea brindarle aquello que sea novedoso pero que al mismo tiempo le genere el adecuado interés como hacerse con la oferta, el análisis de la reacción que le produzca al cliente y los resultados obtenidos harán que con el tiempo se estipulen cuáles son los puntos clave que el cliente tiene más en cuenta, con lo que habrá un mayor acierto en la atención prestada, generando un éxito mayor y duradero.

¹²³ RUE, Leslie y Byars, Lloyd. Administración. Teoría y aplicaciones. México, D.F: Alfaomega Grupo Editor, 2006. ISBN: 970-15-12333-2. p. 528-529.

¹²⁴ *Ibíd.*, p. 531.

Figura 31. Pasos básicos para la implementar la estrategia CRM.



Fuente: elaboración propia con base en RUE, Leslie y Byars, Lloyd. Administración. Teoría y aplicaciones. México, D.F: Alfaomega Grupo Editor, 2006. ISBN: 970-15-12333-2. p. 532.

➤ **Capacitación del servicio post-venta.** Es importante hacerse con un personal que posea las habilidades adecuadas para relacionarse con el cliente. Por ejemplo, en el caso de que un cliente desea obtener el servicio de mantenimiento para el AEE Tipo I de manera urgente y espera que le brinden el servicio de manera inmediata y se molesta al saber que se requiere llevar un proceso y que se estipula un tiempo de atención. El empleado deberá tener la capacidad de aplicar técnicas para tranquilizar al cliente¹²⁵.

También suele suceder casos en los que el electrodoméstico llega a ser muy costoso, y los empleados tendrán que lidiar con clientes que piensan que el servicio de mantenimiento debe ser gratis, encontrándose este fuera del cubrimiento del tiempo de garantía o son aparatos que presentan un uso indebido. El cliente se encuentra en un estado de ánimo bastante agitado por lo que deberá saber cómo tratarlo para que entienda los motivos por los que para que se realice el servicio de mantenimiento habrá que realizar un pago. Pero no sólo se debe tener habilidades de disuasivas, sino también ser elocuente al momento de brindarle la información adecuada para resolver cualquier tipo de duda que surja después de la compra.

¹²⁵ TSCHOHL.Op. cit., p.291-293.

5. ESTIMACIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DEL DISEÑO LOGÍSTICO

La estimación de costos se realizará por medio de la minimización de costos del servicio de mantenimiento y la maximización de la utilidad, el procedimiento se realizará según los parámetros que determina la programación lineal que será desarrollada por la herramienta de solver de Excel.

En este caso para la simulación del modelo se tomará solo una referencia que pertenezca a los AEE Tipo I como lo son las lavadoras, estos son un producto indispensable en la mayoría de los hogares y es uno de los electrodomésticos que presenta un uso elevado, pero el cual varía respecto a la cantidad de personas que compongan el hogar, es uno de los productos que es más común escuchar que en algún momento se le realizó un servicio de mantenimiento.

A continuación, se encuentran los datos necesarios para llevar a cabo los cálculos de minimización y maximización del modelo

5.1 MODELO CUANTITATIVO DE MINIMIZACIÓN DE COSTOS Y MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD

En el modelo cuantitativo de minimización de costos y maximización de la utilidad, se especificará los costos variables, costos fijos, el precio de venta, la capacidad de los factores requeridos, las variables a optimizar y el resultado de la ejecución del cálculo por medio de la herramienta de Solver.

5.1.1 Repuestos de los AEE Tipo I. Se detallará los repuestos, la cantidad y el precio que posee cada uno, de acuerdo al servicio de mantenimiento que se esté realizando. A continuación, se verá en las tablas.

Tabla 15. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para lavadoras.

Servicio	Número de veces realizado al mes	Precio
Cambio de rodamientos	5	\$ 320.000
Cambio de tarjeta	3	\$ 120.000
Cierres y empaques	2	\$ 100.000
Cambios de filtros	30	\$ 60.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para calentadores.

Servicio	Número de veces realizado al mes	Precio
Cambio de válvulas	2	\$ 160.000
Cambio de membrana	20	\$ 150.000
Cambio de tarjeta	4	\$ 180.000
Cambio de sensores	20	\$ 60.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para neveras.

Servicio	Número de veces realizado al mes	Precio
Cambio de filtro	60	\$ 90.000
Cambio de tarjeta	5	\$ 140.000
Cambio de sensores	5	\$ 120.000
Cambio de resistencias	5	\$ 120.000
Cambio de compresor	5	\$ 250.000

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Información de los repuestos del servicio de mantenimiento para hornos.

Servicio	Número de veces realizado al mes	Precio
Cambio de magnetrón	7	\$ 120.000
Cambio de chasis	7	\$ 120.000
Cambio de tarjeta	10	\$ 60.000
Cambio de interruptores	10	\$ 60.000
Cambio de plaquetas de ondas	10	\$ 60.000

Fuente: elaboración propia.

5.1.2 Insumos. De la misma manera que se realizó con los repuestos, se hará con los insumos, se especificará el tipo de insumo, su cantidad, la unidad de medida que utiliza y el precio del mismo.

Tabla 19. Información de los insumos que se utilizan en el servicio de mantenimiento.

Insumos	Cantidad	Unidad de Medida	Precio
Alambre soldadura	200	cm	\$ 14.281
Lubricante 3 en 1	90	ml	\$ 5.900
Gas Refrigerante Mo 49	250	ml	\$ 20.995
Crema de cautín	8	g	\$ 2.500
Cinta aislante	12	m	\$ 2.000
Pegamento	14	g	\$ 10.000

Fuente: elaboración propia.

5.1.3 Costos Variables. Los costos variables se determinarán por el tipo de servicio de mantenimiento que desee realizar. Los valores que se determinaron se encuentran en las tablas del **ANEXO D**, estas contienen todos los valores de los costos variables según los repuestos, insumos y mano de obra en los que incurre cada servicio. Cabe aclarar que los costos se encuentran en un lapso de tiempo mensual.

5.1.4 Restricciones del modelo. Las restricciones del modelo se determinarán por la capacidad disponible en tiempo por parte de los operarios y por las cantidades de acuerdo a los repuestos e insumos.

El cálculo de la capacidad disponible para los operarios se determina por la cantidad que se encuentran vinculados a la empresa, estos se dividen en aquellos que realizan el servicio de diagnóstico para determinar cuáles son los daños del AEE Tipo I y si requieren ser transportados hasta el punto de reparación, los otros son los operarios que realizan la reparación del mismo. Estos trabajan los 5 días de la semana, cumplen con un turno de 8 horas, es decir un total de 40 horas/semana o 9600 min/mes por trabajador, también se cuenta la disminución de tiempo muertos que suman 306 min/mes.

A continuación, se presentan los cálculos efectuados.

Ecuación 15. Capacidad Disponible.

$$Capacidad\ Disponible = \left(\frac{Días}{Mes} + \frac{Horas}{Turno} + \frac{Turnos}{Día} \right) - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Fuente: VILLANUEVA, Meiver y MUÑOZ, Karen. Modelo de logística interna para mí pymes del sector calzado. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 244.

Donde:

G1= Tiempo asignado a mantenimiento

G2=Tiempo perdido por ausentismo (180 min/semana)

G3=Tiempo perdido por factor organizacional (120 min/semana)

G4=Tiempo perdido por factor aleatorio (60 min/semana)

Se debe aclarar que no se toma un valor en la variable G1 (tiempo asignado a mantenimiento), debido que no se utilizan máquinas para realizar el proceso de diagnóstico, ni tampoco para realizar el proceso de reparación de los AEE Tipo I, estos procesos no requieren de la utilización de grandes máquinas para realizarse.

En cuanto a los repuesto e insumos serán la capacidad será determina por la cantidad de que obtiene de manera mensual.

5.1.5 Modelo de Minimización de los Costos Variables. Para la optimización de costos se planteó un modelo de programación lineal en el que determine las variables a resolver, las restricciones de cada factor y por último la solución de la minimización de costos será realizada a través de la herramienta Solver de Excel. A continuación, la parametrización y solución del modelo de minimización.

➤ **Descripción de las variables.**

- X1 = Servicio de mantenimiento para la lavadora
- X2 = Servicio de mantenimiento para la nevera
- X3 = Servicio de mantenimiento para el calentador
- X4 = Servicio de mantenimiento para el horno

➤ **Función Objetivo.**

Ecuación 16. Función Objetivo.

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^4 X_i * CV_i$$

Fuente: VILLANUEVA, Meiver y MUÑOZ, Karen. Modelo de logística interna para mí pymes del sector calzado. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 246.

Donde:

- X_i = Tipo de servicio de mantenimiento
- CV_i = Costo variable del tipo del servicio de mantenimiento

$$Z_{min} = X_1 * CV_1 + X_2 * CV_2 + X_3 * CV_3 + X_4 * CV_4 + CF$$

➤ **Restricciones.**

○ **Mano de obra.**

Diagnóstico	$1800X_1 + 1800X_2 + 1800X_3 + 1800X_4$	\leq	9480 min/mes
Reparación	$7200X_1 + 7200X_2 + 5400X_3 + 3600X_4$	\leq	28680 min/mes

○ **Repuestos**

Rodamientos	$5X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	35 und
Tarjetas	$3X_1 + 5X_2 + 4X_3 + 10X_4$	\leq	176 und
Cierres y empaques	$2X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	22 und
Filtros	$30X_1 + 60X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	220 und
Válvulas	$0X_1 + 0X_2 + 2X_3 + 0X_4$	\leq	21 und
Membrana	$0X_1 + 0X_2 + 20X_3 + 0X_4$	\leq	55 und
Sensores	$0X_1 + 0X_2 + 20X_3 + 0X_4$	\leq	77 und
Resistencias	$0X_1 + 5X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	21 und
Compresor	$0X_1 + 5X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	21 und
Magnetron	$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 7X_4$	\leq	30 und
Chasis	$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 7X_4$	\leq	30 und
Interruptores	$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 10X_4$	\leq	48 und

○ **Insumos**

Alambre soldadura	$30X_1 + 50X_2 + 40X_3 + 100X_4$	\leq	1000 cm
Lubricante 3 en 1	$150X_1 + 270X_2 + 20X_3 + 110X_4$	\leq	2700 ml
Gas Refrigerante	$250X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	2700 ml
Crema de cautín	$2,5X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4$	\leq	5500 g
Cinta aislante	$0X_1 + 1,25X_2 + 5X_3 + 7X_4$	\leq	180 m
Pegamento	$0X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 4X_4$	\leq	448 g

➤ **No negatividad.**

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 0$$

➤ **Simulación.**

Tabla 20. Minimización de costos.

	X1	X2	X3	X4
Mano de obra	\$ 146.667	\$ 266.667	\$ 129.333	\$ 74.667
Repuestos	\$ 600.000	\$ 440.000	\$ 550.000	\$ 360.000
Insumos	\$ 32.970	\$ 22.729	\$ 3.944	\$ 19.396
Costo Variable	\$ 779.637	\$ 729.395	\$ 683.278	\$ 454.063
Variables	1	2	3	4

Fuente: elaboración propia

Zmin \$ 6.104.513

La solución muestra la sumatoria de los costos variables según el tipo de servicio de mantenimiento y la cantidad de servicios que se deben realizar para exista una reducción de costos, esto es el resultado de la función objetivo que se planteó. De acuerdo a esto se deben realizar 1 servicio de mantenimiento para la lavadora, 2 para el servicio de mantenimiento de la nevera, 3 para el servicio de mantenimiento para el calentador, 4 para el servicio de mantenimiento del horno, para un total de 10 servicios de mantenimiento para lograr una reducción de costos de 6.104.513 \$/mes

5.1.6 Costos Fijos. Se consideran los costos fijos como impuestos, arrendamientos, seguros, servicios, gastos legales y gastos administrativos.

Tabla 21. Costos Fijos.

Costos Fijos	
Gastos Administrativos	\$ 22.364.000
Impuestos	\$ 168.000
Arrendamientos	\$ 6.500.000
Seguros	\$ 2.856.000
Gastos legales	\$ 350.000
Total	\$ 32.238.000

Fuente: elaboración propia.

El costo fijo al mes suma una cantidad de \$ 32.238.000, con el objetivo de determinar la utilidad que genera el servicio de mantenimiento se hará un prorrateo de los costos fijos

Ecuación 17. Función Objetivo.

$$Prorrateo = \frac{\text{Costos Fijos}}{\text{Servicios de mto al mes}} = \frac{32.238.000 \text{ \$/mes}}{220 \text{ servicios de mto/mes}} = 146.537 \frac{\$}{\text{servicio mto}}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. Costos fijos prorrateados.

Costo fijos para el servicio de mantenimiento		
Tipo de servicio de mantenimiento	Servicio mensual	Costos fijos
Lavadora	40	\$ 153.514
Nevera	80	\$ 153.514
Calentador	46	\$ 153.514
Horno	44	\$ 153.514
Total	210	

Fuente: elaboración propia.

El valor de costos fijos que le corresponde a cada servicio de mantenimiento es de \$153.514, este valor será de gran utilidad para realizar el modelo de maximización.

5.1.7 Modelo de Maximización de las Utilidades. Se planteó un modelo que logré optimizar la utilidad generada por el servicio de mantenimiento, igual que en el modelo de minimización se planteará la solución por medio de la metodología de la programación lineal, estableciendo la función objetivo, las restricciones y las variables a optimizar para obtener una máxima utilidad.

➤ **Descripción de las variables.**

X1 = Servicio de mantenimiento para la lavadora
X2 = Servicio de mantenimiento para la nevera
X3 = Servicio de mantenimiento para el calentador
X4 = Servicio de mantenimiento para el horno

➤ **Función Objetivo.**

Ecuación 18. Función Objetivo.

$$Z_{max} = \sum_{i=1}^4 X_i * U_i$$

Fuente: VILLANUEVA, Meiver y MUÑOZ, Karen. Modelo de logística interna para mí pymes del sector calzado. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. p. 252.

Donde:

X_i = Tipo de servicio de mantenimiento
U_i = Utilidad por el tipo del servicio de mantenimiento

➤ **Restricciones.**

○ **Mano de obra.**

Diagnóstico	$1800X_1 + 1800X_2 + 1800X_3 + 1800X_4$	\leq	9480 min/mes
Reparación	$7200X_1 + 7200X_2 + 5400X_3 + 3600X_4$	\leq	28680 min/mes

➤ **Capacidad de producción.**

Lavadora	X_1			\leq 2700 ml
Nevera		X_2		\leq 5500 g
Calentador			X_3	\leq 180 m
Horno			X_4	\leq 448 g

➤ **No negatividad.**

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 0$$

La capacidad asignada es la misma que se determinó en la **tabla 22**, en la cual el resultado total de producción fue 210 servicios de mantenimiento al mes.

Tabla 23. Minimización de costos.

	X1	X2	X3	X4
Precio de Venta	\$1.270.000	\$1.430.000	\$910.000	\$749.000
Costos Variables	\$779.637	\$729.395	\$683.278	\$454.063
Costos Fijos	\$ 153.514	\$ 153.514	\$ 153.514	\$ 153.514
Utilidad Variables	\$336.849	\$547.090	\$73.208	\$141.423
	1	2	3	4

Fuente: elaboración propia

Zmax \$ 2.216.344

La solución muestra el resultado de la utilidad que se genera al realizar la resta entre el precio de venta del servicio de mantenimiento y los costos totales en los que incurre. Las variables que se determinaron en la minimización de costos serán lo que se evalúen en la maximización de la utilidad, estos son; 1 para el servicio de mantenimiento para la lavadora, 2 para el servicio de mantenimiento de la nevera, 3 para el servicio de mantenimiento para el calentador, 4 para el servicio de mantenimiento del horno, para un total de 10 servicios de mantenimiento para lograr un incremento significativo de la utilidad en 2.216.344 \$/mes.

Por lo tanto se puede concluir que por medio de la herramienta de solver y el análisis de los costos totales, las restricciones presentes en el proceso y el valor de realizar el servicio de mantenimiento dependiendo del AEE Tipo I, se logró la minimización de los costos en 6.104.513 \$/mes, para que de esta forma la empresa utilizada como ejemplo logre una maximización de utilidades en 2.216.344 \$/mes.

5.2 LISTA DE CHEQUEO

Una vez determinado el modelo con su respectiva parte cualitativa y cuantitativa se realizará una lista de chequeo con una empresa que cumpla con los requerimientos del proyecto de investigación. De este modo se evidenciará el objetivo y funcionamiento que pretende brindar el modelo para todas aquellas empresas que brinden un servicio de mantenimiento para los AAE Tipo I.

A continuación, se encuentra las listas de chequeo basada en los componentes y elementos del modelo que hacen parte de los procesos de la logística interna y de los procesos de la logística de salida.

Cuadro 40. Lista de chequeo

	Variable	Criterio	Si cumple	No cumple	Cumple parcialmente	Acciones a emplear
Planeación del Aprovisionamiento	Identificación de las necesidades	La empresa identifica, categoriza y prioriza sus necesidades	X			La empresa podría ahorrar tiempo y recursos si decide pasar de la forma manual a una forma que se encuentre automatizada por un software de integración logística.
		La empresa posee un sistema logístico de recolección de información de necesidades			X	
	Control y evaluación	Se cuenta con un proceso de recepción para los repuestos	X			La empresa debe plantear un proceso que logre por medio de la integración de las áreas de la empresa, establecer un nivel del inventario adecuado.
		Existe un proceso que se encargue de controlar el incremento de los costos del inventario			X	
		Se realiza revisiones para evaluar el estado de los repuestos	X			

Cuadro 40. (Continuación).

	Variable	Criterio	Si cumple	No cumple	Cumple parcialmente	Acciones a emplear	
Planeación del Servicio de Mantenimiento	Pronóstico de la demanda	Los pronósticos efectuados por la empresa cumplen con las características fundamentales para su realización			X	Se debe replantear los conocimientos que se tienen acerca de la planeación de pronósticos y optimizar el modo en que se ejecuta el proceso.	
		Se especifica el marco de tiempo a evaluar			X		
		Se cuenta con un proceso final de validación de datos			X		
	Planeación de la Capacidad	Se establece un punto óptimo entre la capacidad disponible y la capacidad requerida				X	Determinar cuál es la capacidad instalada y disponible con la que cuenta la empresa y de igual manera determinar cuál es la brecha de capacidad, haciendo un comparación con la capacidad necesaria.
		Se satisfacen los tiempos de producción establecidos para el cliente	X				
		Se tiene pleno conocimiento de la flexibilidad de capacidad disponible con la que se cuenta				X	
	Planeación de la Producción	Se estipulan los niveles de inventarios óptimos			X		La empresa presenta un tipo de producción conocida como <i>push</i> , para lo cual implementar un modelo de MRP II O ERP que permita llevar una planeación y control de la producción adecuado.
		Se lleva un adecuado control del stock de seguridad				X	
		La empresa posee un sistema de programación y control por medio de un software			X		
		Existe un herramienta que evalúe el desempeño del proceso				X	

Cuadro 40. (Continuación).

	Variable	Criterio	Si cumple	No cumple	Cumple parcialmente	Acciones a emplear
Planeación del Servicio de Mantenimiento	Procesamiento de los Pedidos	Cumple con la secuencia del ciclo del pedido	X			Un sistema de flujo de entrega rápido como el crossdocking se acoplaría muy bien al sistema de negocio de la empresa
		La empresa cuenta con un proceso estándar para el proceso de embalaje y de picking			X	
		Se tiene implementado un sistema de entregas de flujo rápido			X	
Atención al Cliente	Sistema de Distribución	Se cuenta con un sistema de clasificación de las cargas según los requerimientos de la empresa	X			Un sistema de flujo de entrega rápido como el crossdocking se acoplaría muy bien al sistema de negocio de la empresa
		Existe un proceso de documentación adecuado	X			
		Existe un itinerario estructurado del transporte del pedido.			X	
		Se procura optimizar la utilización del equipo de transporte.			X	
	Servicio de Mantenimiento	El capital humano que realiza el servicio técnico cuenta con las habilidades y experiencia requerida	X			La empresa cumple con los requerimientos evaluados, de igual manera se recomienda implementar un sistema de retroalimentación que provenga posibles situaciones a futuro.
		Los repuestos se encuentran en perfectas condiciones para su debido funcionamiento	X			
		El servicio de mantenimiento se encuentra estandarizado	X			

Cuadro 40. (Continuación).

	Variable	Criterio	Si cumple	No cumple	Cumple parcialmente	Acciones a emplear
Atención al Cliente	Servicio Post-venta	Existe un medio de atención al cliente	X			Se recomienda implementar un sistema que satisfaga los requerimientos tanto específicos, como particulares del cliente, como lo realiza el sistema CRM.
		Se planifica un sistema que recolecte la percepción del cliente frente al servicio			X	
		Las estrategias de negocio contribuyen a consolidar las relaciones con el cliente	X			
		Se brinda la adecuada capacitación al personal para desarrollar un adecuado servicio post-venta	X			

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Resultado de la lista de chequeo.

Planeación del Servicio de Mantenimiento	Cumple	3
	No cumple	0
	Cumple parcialmente	2
Planeación del Servicio de Mantenimiento	Cumple	3
	No cumple	2
	Cumple parcialmente	8
Atención al Cliente	Cumple	9
	No cumple	1
	Cumple parcialmente	1
Total		29

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Porcentaje de Cumplimiento.

Factor	Cantidad	Porcentaje %
Cumple	15	52
No cumple	3	10
Cumple parcialmente	11	38
Total	29	100

Fuente: elaboración propia.

Como resultado se puede ver que de los 29 criterios evaluados el 52% cumple con los ítems evaluados, un 10% no cumple y un 38% cumple parcialmente. Por lo tanto, la empresa evaluada. Por lo que se puede concluir que la empresa cumple en su mayoría, pero todavía existe un espectro de posibilidades en las que puede mejorar.

6. CONCLUSIONES

- En el primer capítulo se evidencia la relación que existe entre la logística interna y la logística de salida. Con lo que se demuestra que el proceso logístico es una actividad interdisciplinaria que requiere la integración de todas las partes de la empresa.
- En conclusión, se evidencia diferentes problemas logísticos presentes tanto para la logística interna como para la logística de salida, en el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I. Muchos de estos problemas hacen parte del desarrollo de los procesos internos y la gestión del servicio al cliente en el servicio de mantenimiento de los AEE, todos estos inconvenientes fueron validados por medio de la opinión de los expertos como se ve reflejado en el **cuadro 32**.
- La caracterización de los procesos logísticos tiene como objetivo no solo el describir y evidenciar los procesos que se llevan a cabo en la cadena de suministro, sino el diferenciar los procesos tanto de logística interna, como de logística externa para el servicio de mantenimiento y así mostrar de una forma más visual que el servicio de mantenimiento genera toda una línea de proceso dentro de la cadena de valor y no solo son operaciones ligadas con el servicio al cliente.
- En el modelo se puede visualizar los conceptos, procesos y actividades que se presentan dentro del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, con el fin de visualizar el sistema por el que debe pasar la información, para realizar una adecuada planeación, control y ejecución del servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I.
- En el último capítulo se realizó el modelamiento de la parte cuantitativa, su objetivo es lograr una minimización de los costos variables y una maximización de la utilidad. También se evalúa por medio de una lista de chequeo los requerimientos mínimos para conocer el nivel de cumplimiento de la empresa frente a los procesos operativos necesarios para evaluar los costos del diseño logístico.

7. RECOMENDACIONES

- Unos de los objetivos de la investigación era el de desarrollar un modelo flexible para que quede sujeto a ser intervenido por diferentes estudios que profundicen y complementen cualquier nivel de desagregación del modelo ya sea los componentes, elementos o los atributos y variables, para así lograr un mayor alcance en el proceso de mantenimiento de los AEE Tipo I.
- Se recomienda aplicar el modelo en diferentes empresas que cumplan con las características requeridas por la investigación, para poder verificar la aplicabilidad y corroborar la fiabilidad de los conceptos y la metodología planteada a través del desarrollo del modelo.
- La investigación se encuentra delimitada para evaluar los procesos de logística interna y de logística de salida para la empresas que ofrecen el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I, por lo que abarcar todo el proceso de abastecimiento para un ciclo cerrado, y el de realizar un análisis que incluya todas las categorías que existe de los AEE serviría para complementar un modelo que abarque una red de valor en el cual se integre de manera horizontal y vertical, y así poder optimizar el proceso de principio a fin.

BIBLIOGRAFÍA

ABAL, Facundo, AGUERRI, María, ATTORRESI, Horacio, GALIBERT María y LOZZIA, Gabriela. Teoría de Respuesta al ítem. Conceptos básicos y Aplicaciones para la medición de constructos psicológicos. En: Revista argentina de clínica psicológica. Vol. 19. No 1. 179-188 p.

ALBRECHT, Karl y ZEMKE, Ron. Gerencia del Servicio. 6a. Edición. Legis Editores S.A, 1988. 202 p. ISBN: 958-9042-34-1.

ALIAGA, Jaime. Psicometría: Test Psicométricos, Confiabilidad y Validez. En: Psicología: Tópicos de actualidad, 2007, 85-108 p. [consultado 25 marzo 2019]. Archivo pdf. Disponible en: http://blog.uca.edu.ni/kurbina/files/2011/06/test-psicometrico_confiabilidad-y-validez.pdf.

AGNIHOTHRI, Saligram, SIVASUBRAMANIAM, Nagaraj y SIMMONS, Donald. Leveraging technology to improve field service. En: emeraldinsight [base de datos en línea] Vol.13. No 1. 47-68 p. [consultado 25 febrero 2019] Disponible en <https://doi.org/10.1108/09564230210421155>.

ANTONIO, Jesús, MORATO, José y GAITÁN Juan. Logística Comercial. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L, 2005. ISBN: 978-8448199319. 216 p.

BALLOU, Ronald. Logística Administración de la cadena de suministro. 5a. Edición. México: Pearson Educacion, 2004. ISBN 970-26-0540-7. 816 p.

BOWERSOX, Donald, CLOSS, David y COOPER, Bixby. Administración y logística en la cadena de suministros. Segunda edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2007. ISBN: 978-10-6132-2. 409 p.

BUENO, Eduardo, SALMADOR, Mariapaz y MERINO, Carlos. Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: Una reflexión sobre el Modelo Intellectus y sus aplicaciones. En: Ebscot Host [base de datos en línea] Vol.26. No 2. 43-48 p. [consultado 14 mayo 2019] ISSN: 1697-5731 Disponible en: <http://ezproxy.uamerica.edu.co:2070/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=f6718b9b-17bb-42f1-82d6-2fca790c85d1%40sessionmgr101>.

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ; DE NEGOCIOS, Gerencia de Internacionalización. [bibliotecadigital.ccb.org.co]. Bogotá: CCB, Etiqueta, envase, empaque y embalaje. [consulta 3 junio 2019]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/11225/100000611.pdf?squence=1>.

CARRO, Roberto y GONZÁLEZ, Daniel. Logística Empresarial. [en línea]. [revisado el 26 de agosto de 2018]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logística_empresarial.pdf.

CHAPMAN, Stephen. Planificación y control de la producción. Naucalpan de Juárez: Pearson Educacion, 2006. 288 p. ISBN: 970-26-0771-X.

CHASE, Richard; JACOBS, Robert y AQUILANO, Nicholas. Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros. Duodécima edición. México: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2009. 776 p. ISBN: 978-970-10-7027-7.

CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. 3a. ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, CRUZ CASTILLO, Luis Miguel, 2008. ISBN: 978-970-26-1192-9. 552 p

CHRISTOPHER, Martin. Logística: Aspectos estratégicos. México: Limusa, 2010. ISBN: 978-968-18-5282-5. 328p.

CORREA, Alexander y GÓMEZ, Rodrigo. Tecnologías de la información en la cadena de suministro. En: Dyna de la Universidad de Colombia. Vol. 76. No. 157. 37-48 p. ISSN: 0012-7353.

DÍAZ DE SALAS, Sergio Alfaro; MENDOZA MARTÍNEZ, Víctor Manuel; PORRAS MORALES, Cecilia Margarita. Una guía para la elaboración de estudios de caso. Razón y Palabra. [en línea] 2011, febrero-abril 16. 1-25 p. [consultado 2 noviembre 2018] ISSN 1605-4806. Disponible en: <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=199518706040>.

DEL POZO, Pablo. Guía práctica para una gestión de clientes exitosa. [en línea]. 25 de junio de 2013. [revisado 22 de enero 2019]. Disponible en: <https://www.bilib.es/actualidad/blog/noticia/articulo/guia-practica-para-una-gestion-de-clientes-exit/>.

DOCTERS, Rob, KATZ, Raul , BERNSTEIN, Jerry y SCHEFERS, Bert. En: emeraldinsight [base de datos en línea]. Is the price right? Strategies for new introductions. Vol. 31 No: 3. [consultado 1 marzo 2019] Disponible en: <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2126/10.1108/02756661011036682>. 29-37 p.

Enciclopedia de conceptos. ¿Qué es Modelo? [en línea]. Argentina: Enciclopedia de conceptos. [consulta: 22 octubre 2018]. Disponible en: <https://concepto.de/modelo/>

FUCCI, Tomás. Mantenimiento: organización, factor humano y riesgos psicosociales: Aspectos a tener en cuenta para el control de los riesgos psicosociales La logística de producción mantenimiento. España: Editorial Académica Española, 2017. ISBN: 978-620-225-044-3. 52 p.

GARCÍA, Alejandra y REMES, Beatriz. Proyecto de creación y lanzamiento de una nueva revista de sociales para la ciudad de Veracruz. Trabajo de grado. Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Ciencias de la Comunicación. Puebla, 2005. 113p.

GARCÍA, Leticia. Modelo sistémico basado en competencias para instituciones educativas públicas. Michoacán, 2008. 338 p. Trabajo de Doctorado. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.

GONZÁLEZ, Esteban y GONZÁLEZ, Johandra. Diseño de un sistema de gestión de la información para el apoyo de las operaciones offshore en Colombia. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2015. 316 p.

HARO, Fernando, CÓRDOVA, Nelson y CHONG QUI, Tomás. Modelos de satisfacción. En: Gaceta Sansana. [base de datos en línea] Vol.2. No 6. 55-62 p. [consultado 19 mayo 2019]. Disponible: <http://publicaciones.usm.edu.ec/index.php/GS/article/view/59/92>

HERVÁS, Ana, CAMPO, Áurea y REVILLA, Teresa. Operaciones de almacenaje. España: Mcgraw-Hill / Interamericana editores, 2013. ISBN: 978-844-818-421-6. 240 p.

HERNÁNDEZ GARCÍA, Claudia Ivette. Eco diseño: una herramienta para reducir el impacto medioambiental, provocado durante el ciclo de vida de productos y servicios. En: Artículos de Revista (ITCA-FEPADE). [base de datos en línea]. ITCA Editores, 2012. ISSN: 2070-0458. 40-43 p. <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/1738>

IAN STUART y TAX, Stephen S. Planning for service quality: an integrative approach. En: emeraldinsight [base de datos en línea]. Vol. 7. No 4, 1996. 58-77 p. [consultado 25 febrero 2019] Disponible en <https://doi.org/10.1108/09564239610129959>.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C. El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 153 p.

JACKSON, Stuart E. Money for nothing. En: emeraldinsight [base de datos en línea] Vol. 32. No: 2. 50-52 p. [consultado 12 agosto 2019] Disponible en <https://>

doi.org/10.1108/02756661111109770.

KRENN, John and SHYCON, Harvey, "Modeling Sales Response to Customer Service for More Effective Distribution", *Proceedings of the National Council of Physical Distribution Management*, Vol. 1 (Nueva Orleans, LA: 25 de octubre de 1983), 593 p.

LANCHEROS, Sergio. Desarrollo de un modelo para la aplicación del alineamiento de las redes de valor de los productos fabricados en pet en Bogotá, Colombia. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2017. 299 p.

LEÓN QUIROGA, Cristhian. Diseño de un modelo de optimización para el proceso de despacho de mercancía en los centros de distribución ubicados en Cundinamarca. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2017. 215 p.

LLAMAZARES, Olegario. Documentos De Transporte Internacional Más Utilizados. En: globalnegotiator. [globalnegotiator.com]. Madrid: globalnegotiator. [consulta: 27 agosto 2018]. Archivo pdf. Disponible en: <https://www.globalnegotiator.com/files/Documentos-de-Transporte-Internacional.pdf>

MANENE, Luis Miguel. Diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. [en línea]. 28 de Julio de 2011. [revisado 28 Julio 2011]. Disponible en: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>

MANRIQUE, Ricardo y MOSQUERA, Martín. El Enfoque De Sistemas: Una Opción Para El Análisis De Las Unidades De Producción Agrícola. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001. 177 p.

MARLYBELL OCHOA, Miranda. Gestión integral de residuos. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2016. ISBN 978-958-738-754-4. 104 p.

MARTÍNEZ CARAZO, Piedad Cristina. El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. En: pensamiento y gestión. no. 20. ISSN 1657-6276. 167-193 p.

MATAS, Antonio. Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. Revista Electrónica de Investigación Educativa [en línea] 2018, 20(1). 38-47. [consultado 06 marzo 2019] ISSN: 1607-4041. Disponible en: <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>

MORA, Luis. Gestión Logística Integral. Colombia: Ecoe Ediciones, 2008. ISBN: 978-958-648-572-2. 354 p.

MORGA RODRIGUEZ, Luis. Teoría y técnica de la entrevista. Tlalnepantla de Baz: Red Tercer Milenio. S.C., 2012. ISBN 978-607-733-171-1. 99 p.

MULA RODRÍGUEZ, Iván. Análisis de la metodología lean aplicada a las TIC. Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingenierías. Ingeniería de Telecomunicaciones, 2013. 90 p.

NAHOUM, Charles. La entrevista psicológica. Buenos Aires: KAPELUSZ, S.A., 1961. ISBN: 978-950-136-503-0. 170 p.

OVIEDO, Heidi y CAMPOS, Adalberto. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. En: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. vol.34. No. 4. 572-580 p. [consultado 5 abril 2019]. Archivo pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/806/80634409/>.

PAZ, Renata. Servicio al cliente la comunicación y la calidad del servicio en la atención al cliente. Ideaspropias Editorial S.L., 2015. ISBN: 978-849-657-812-8. 150 p.

PINHEIRO DE LIMA, Orlem; Breval, Santiago, RODRÍGUEZ, Carlos y FOLLMANN, Neimar. Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma. En: INGENIARE: REVISTA CHILENA DE INGENIERÍA. Jun 1, vol. 25, no. 2, 264-276 p.

PINZÓN, Camilo y PRIETO, Sebastián. Diseño de un modelo logístico de salida para una red de valor. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. 163. p.

QUINTERO, Johana y SÁNCHEZ, José. La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. En: Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. 377-389 p. ISSN: 1317-0570. Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín Venezuela.

REGUANT ÁLVAREZ, M. y TORRADO FONSECA, M. El método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*. [en línea] 2016, enero, 9 (1), 87-102. [consultado 20 de marzo 2019]. ISSN: 2013-2255. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916

REVISTA DINERO. Las quejas de los empresarios de comercio exterior por cambios aduaneros que vienen. En: Revista Dinero. [en línea]. [consultado 15 mayo]. Disponible: <https://www.dinero.com/empresas/articulo/quejas-de-empresarios-de-comercio-exterior-por-los-cambios-aduaneros-que-vienen/266537>

ROBLEDO, Felipe, RAMÍREZ, Mónica, ACUÑA, Angélica y NAVARRO, Ana. Protección al consumidor en Colombia. Una aproximación desde las competencias de la Superintendencia de Industria y Comercio. En: Superintendencia de Industria y Comercio. Bogotá: Superintendencia de Industria y Comercio. [consulta 21 mayo 2019]. Archivo pdf. 499 p.

ROJAS LOPEZ, Miguel David; GUIASO GIRALDO, Érica Yaneth; CANO ARENAS, José Alejandro. Logística integral: una propuesta práctica para su negocio. Ediciones de la U, 2011. 277 p. ISBN: 978-958-867-543-5.

RODERO, Carmen, DÍAZ, Ana Isabel, GUERRERO Mercedes y DUQUE Miguel. Análisis de la fiabilidad y validez de un cuestionario docente. En: Dialnet [base de datos en línea] Vol. 9, Nº. 1. 136-143 p. [consultado 19 abril 2019]. ISSN-e 1989-1199. Archivo pdf. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5814961>.

RUE, Leslie y Byars, Lloyd. Administración. Teoría y aplicaciones. México, D.F: Alfaomega Grupo Editor, 2006. ISBN: 970-15-12333-2. 562 p.

SALVADOR C, Rizo y GÓMEZ N, Tomás. Eco diseño, Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. España. Universidad politécnica de valencia. 2013. 268 p. ISBN: 970-150-962-5.

SERRANO LASA, Ibon. Análisis de la aplicabilidad de la técnica value stream mapping en el rediseño de sistemas productivos. Trabajo de tesis doctoral. Universidad de Girona. Departamento de organización, gestión empresarial y diseño de producto, 2007. 367 p. ISBN: 978-84-690-7803-7

SIPPER, Daniel y BULFIN, Robert. Planeación y control de la producción. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V, 1998. ISBN 970-10-1944-X. 657 p.

TORRES, Harol y REYES, Tatiana. Diseño de un modelo logístico de entrada para una red de valor en el sector textil y de confección en Bogotá D.C. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. 156 p.

TSCHOHL, John. Servicio al Cliente el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. 5ta edición. U.S.A: 2008. ISBN: 968-860-752-5. 384 p.

URZELAI INZA, Aitor. Manual básico de logística integrada. Madrid: Díaz de Santos S.A, 2006. 150 p. ISBN: 978-84-7978-775-2.

VILLANUEVA, Meiver y MUÑOZ, Karen. Modelo de logística interna para mí pymes del sector calzado. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Bogotá, 2018. 302 p.

ANEXO A

PERFIL DE LAS PERSONAS ENTREVISTADAS PARA LA VALIDACIÓN POR MEDIO DE LA PSICOMETRÍA TRI

En los siguientes cuadros se hará un breve perfil de las personas que fueron entrevistadas en la etapa de desarrollo del cuestionario que haría parte del tipo de entrevista cerrada.

Sujeto 1	
Nombre	Laura Reyes
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	laurareyes893@gmail.com
Sujeto 2	
Nombre	Yanns Fernández Romero
Profesión	Estudiantes
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	yannssebastian@gmail.com
Sujeto 3	
Nombre	Nicolás Chirivi
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería Química
Correo Electrónico	nicolas.chirivi@estudiantes.uamerica.edu.co
Sujeto 4	
Nombre	Juan Pulido Villarraga
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	juan.pulido@estudiantes.uamerca.edu.co
Sujeto 5	
Nombre	Juan Ramírez
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	juan.ramirez5@estudiantes.uamerica.edu.co
Sujeto 6	
Nombre	Natalia Zamudio
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	natalia-aleja.95@hotmail.com

Sujeto 7	
Nombre	Clara Aurora Páez
Profesión	Docente
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	clara.paez@profesores.uamerica.edu.co
Sujeto 8	
Nombre	David Martínez
Profesión	Docente
Carrera	Ingeniería Industrial
Correo Electrónico	Davidmartínez38@gmail.com
Sujeto 9	
Nombre	Sebastián Ramos
Profesión	Estudiante
Carrera	Comunicación Social
Correo Electrónico	sebastian_ramos@javeriana.edu.co
Sujeto 10	
Nombre	Miguel Moreno
Profesión	Estudiante
Carrera	Ingeniería de Petróleos
Correo Electrónico	diplodopus2013@gmail.com

ANEXO B

ENTREVISTA ESTRUCTURADA

GRUPO DE GESTIÓN DE REDES DE VALOR, LOGÍSTICA Y PRODUCCIÓN

NOMBRE: _____

EMPRESA: _____

ÁREA: _____

CARGO: _____ FECHA: _____

EXPERIENCIA: _____

Objetivo: Validar por medio de la opinión de un experto aquellas causas que se determinaron en el modelo de hipótesis dinámica y que generan fallas en la promesa del servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I.

Perfil del entrevistado: Persona natural o jurídica con mínimo con dos años de experiencia en el sector de aparatos eléctricos y electrónicos Tipo I, preferiblemente en el área de mantenimiento.

Conocimientos específicos.

Entender el proceso logístico que se realiza dentro de la empresa.

Conocer como están estructurados los procesos de servicio al cliente y servicio de mantenimiento de la empresa.

Tener conocimiento sobre cómo se realizan los procesos de mitigación de los problemas logísticos dentro de la empresa.

Metodología: La siguiente entrevista está estructurada por 12 preguntas, mediante las cuales se busca realizar la validación del modelo de hipótesis dinámica acerca de las principales causales que propician las fallas en la en la promesa del servicio de mantenimiento para los AEE Tipo I.

FORMATO DE LA ENTREVISTA

1. ¿Cuáles considera dentro de su experiencia, las fallas que se presentan en la logística interna y de salida en el proceso del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I?

2. Solo se tiene en cuenta la información interna para realizar la retroalimentación de los procesos y se descarta la información externa, creando un vacío entre la percepción del cliente y el servicio de mantenimiento que ofrece la empresa. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

3. Seleccione el nivel de importancia que tiene los problemas de diseño en la prestación del servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante

4. Los precios competitivos son aquellos precios que generan un valor agregado a la hora de que un cliente tome una determinación de compra. Seleccione el nivel de importancia para el cliente que el servicio de mantenimiento tenga un precio accesible.

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante

5. La implementación de nuevos programas orientados al servicio al cliente son una inversión bastante costosa, por lo que las directivas y gerentes suelen rechazarlos o eliminarlos, a pesar de ser rentables a largo plazo. Dando como resultado un estancamiento en la mejora del servicio de mantenimiento.

Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

6. Las fallas que se presentan en la gestión de la administración de los pedidos, se debe a la forma en que se procesan los datos, ya que es tratado como un proceso independiente y no como un elemento que deba ser integrado en la cadena de suministro, generando problemas de comunicación entre las áreas de la empresa, lo que conlleva al incumplimiento de las especificaciones del servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. El objetivo de la gestión de la administración de los inventarios es lograr la reducción al máximo del inventario y asegurar el nivel de existencias de las piezas o componentes requeridos para realizar el servicio de mantenimiento. Seleccione el nivel de importancia que representa la administración del inventario para cumplir con el servicio de mantenimiento.

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante

8. Existe un atraso tecnológico en la implementación de herramientas que incrementen la productividad, la toma de decisiones estratégicas de manera eficaz y, por ende, un servicio de mantenimiento optimizado. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. El área del servicio al cliente es un lugar donde se debe resolver de forma rápida y eficaz los problemas que se presenten y con la menor utilización de recursos para mantener al cliente satisfecho. Seleccione el nivel de importancia que representa para una empresa poseer un nivel óptimo de efectividad al momento de prestar el servicio de mantenimiento.

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante

10. El servicio al cliente que no está enfocado como una prioridad en la empresa y no está ligada con la logística de la empresa, llega a causar una pésima prestación del servicio del mantenimiento y un incremento en la pérdida de lealtad y fidelidad por parte del cliente. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

11. El concepto de integración logística no está muy claro en las empresas, ya que la logística no es vista como una actividad interdisciplinaria donde toda actividad que se realiza como parte de la logística interna se verá reflejada en la logística de salida, afectando así el proceso de servicio de mantenimiento. Basándose en su conocimiento, seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12. El proceso de recopilación de la información de los PQRS, muchas veces no cumple de manera correcta su función y no presenta un sistema de retroalimentación confiable con el que la empresa pueda mejorar de manera precisa su desempeño al momento de cumplir con el servicio de mantenimiento que ofrece para los AEE Tipo I. Basándose en su conocimiento seleccione si está de acuerdo con dicha afirmación.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

13. Seleccione cuál de las siguientes estrategias implementaría para resolver las fallas en el cumplimiento de la promesa de los clientes en el servicio de mantenimiento de los AEE Tipo I.

- Implementar una herramienta para recopilar y estructurar los datos y las transacciones de la empresa
- Cumplir con la implementación propuesta de los nuevos programas enfocados hacia el cliente
- Definir KPI's que contemplen los factores externos.
- Implementar un correcto sistema de gestión del inventario
- Realizar un plan de mejora en la gestión del aprovisionamiento
- Mejorar el proceso de elaboración y gestión de los pronósticos
- Implementar un sistema CRM

Otros: _____

ANEXO C

PERFIL DE LOS EXPERTOS

Experto 1	
Nombre	Hugo Ruiz
Empresa	Challenger S.A.S
Área	Área comercial
Cargo	Director comercial
Experiencia	14 años
Correo electrónico	haruiz002@hotmail.com
Experto 2	
Nombre	Leidy Gómez
Empresa	Kalley
Área	Área de calidad
Cargo	Coordinadora de calidad
Experiencia	Más de 2 años
Correo electrónico	Leidyj.gomez@colcomercio.com.co
Experto 3	
Nombre	Efrey Martínez
Empresa	Servicio Técnico Martínez
Área	Administrativa
Cargo	Gerente
Experiencia	Más de 20 años
Correo electrónico	servitecmartinez@gmail.com
Experto 4	
Nombre	Bolívar Monroy
Empresa	Acaire (Asociación colombiana de acondicionamiento de aire y de refrigeración)
Área	Dirección técnica
Cargo	Director técnico
Experiencia	5 años
Correo electrónico	direcciontecnica@acaire.org
Experto 5	
Nombre	Nelson Figueroa
Empresa	Estufas Continental Ltda.
Área	Mantenimiento
Cargo	Auxiliar de Mantenimiento
Experiencia	25 años
Correo electrónico	No aplica

Experto 6	
Nombre	Carlos Mendoza
Empresa	Calaire S.A
Área	Ingeniería
Cargo	Ingeniero de producto
Experiencia	4 años
Correo electrónico	carlos.mendoza2@profesores.uamerica.edu.co
Experto 7	
Nombre	Carlos Weimar Macías
Empresa	Kalley
Área	Calidad y Soporte
Cargo	Coordinador nacional de postventa
Experiencia	15 años
Correo electrónico	carlos.macias@kalley.com

ANEXO D

COSTOS OPERATIVOS DEL MODELO LOGÍSTICO

LAVADORA			
REPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL
Cambio de rodamientos	5	und	\$ 320.000
Cambio de tarjeta	3	und	\$ 120.000
Cierres y empaques	2	und	\$ 100.000
Cambios de filtros	30	und	\$ 60.000
Total Repuestos			\$ 600.000
Lubricante	150	ml	\$ 9.833
Gas refrigerante	250	ml	\$ 20.995
Alambre de soldadura	30	cm	\$ 2.142
Crema de cautín	2,5	g	\$ 781
Total insumos			\$ 32.970
TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS			\$ 632.970
MANO DE OBRA POR ÁREA	N° DE OPERARIOS	PRECIO POR SERVICIO	TOTAL
Diagnóstico	1	\$ 36.667	\$ 36.667
Reparación	3	\$ 36.667	\$ 110.000
TOTAL MANO DE OBRA			\$ 146.667
TOTAL COSTOS VARIABLES			\$ 779.637

NEVERAS			
REPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL
Cambio de filtro	60	und	\$ 90.000
Cambio de tarjeta	5	und	\$ 130.000
Cambio de sensores	5	und	\$ 130.000
Cambio de resistencias	5	und	\$ 90.000
Cambio de compresor	5	und	\$ 250.000
Total Repuestos			\$ 440.000
Lubricante	270	ml	\$ 17.700
Alambre de soldadura	50	cm	\$ 3.570
Crema de cautín	4	g	\$ 1.250
Cinta aislante	1,25	m	\$ 208
Total insumos			\$ 22.729
TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS			\$ 462.729
MANO DE OBRA POR ÁREA	N° DE OPERARIOS	PRECIO POR SERVICIO	TOTAL
Diagnóstico	1	\$ 26.667	\$ 26.667
Reparación	3	\$ 80.000	\$ 240.000
TOTAL MANO DE OBRA			\$ 266.667
TOTAL COSTOS VARIABLES			\$ 729.395

CALENTADOR			
REPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL
Cambio de válvulas	2	und	\$ 160.000
Cambio de membrana	20	und	\$ 150.000
Cambio de tarjeta	4	und	\$ 180.000
Cambio de sensores	20	und	\$ 60.000
Total Repuestos			\$ 550.000
Lubricante	20	ml	\$ 1.311
Alambre de soldadura	40	cm	\$ 800
Crema de cautín	3,2	g	\$ 1.000
Cinta aislante	5	m	\$ 833
Total insumos			\$ 3.944
TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS			\$ 553.944
MANO DE OBRA POR ÁREA	N° DE OPERARIOS	PRECIO POR SERVICIO	TOTAL
Diagnóstico	1	\$ 32.333	\$ 32.333
Reparación	3	\$ 32.333	\$ 97.000
TOTAL MANO DE OBRA			\$ 129.333
TOTAL COSTOS VARIABLES			\$ 683.278

HORNOS			
REPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL
Cambio de magnetrón	7	und	\$ 120.000
Cambio de chasis	7	und	\$ 120.000
Cambio de tarjeta	10	und	\$ 60.000
Cambio de interruptores	10	und	\$ 60.000
Total Repuestos			\$ 360.000
Lubricante	110	ml	\$ 7.211
Alambre de soldadura	100	cm	\$ 7.141
Crema de cautín	7	g	\$ 2.188
Pegamento	4	g	\$ 2.857
Total insumos			\$ 19.396
TOTAL MATERIA PRIMA E INSUMOS			\$ 379.396
MANO DE OBRA POR ÁREA	N° DE OPERARIOS	PRECIO POR SERVICIO	TOTAL
Diagnóstico	1	\$ 18.667	\$ 18.667
Reparación	3	\$ 18.667	\$ 56.000
TOTAL MANO DE OBRA			\$ 74.667
TOTAL COSTOS VARIABLES			\$ 454.063

Bogotá, D.C. 07 de Junio de 2019

SEÑORES

COMITÉ DE PROYECTO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

Respetados señores:

Por medio de la presente, nos dirigimos a ustedes en calidad de autor del proyecto **“DISEÑO DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTERNA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA PROMESA DE LOS CLIENTES EN EL PROCESO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PARA LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS TIPO I (AEE), ESTUDIO DE CASO”** con el número de radicado 18-02-26, con el fin de comunicarles que he cumplido con los objetivos trazados y que hago entrega de los dos tomos correspondientes para la asignación de jurados.

Cordialmente,



Andrés Camilo Pedraza Martínez
Código: 3141933