

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ESTADÍSTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

**DISEÑO DE PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE INDICADORES
DE CONTROL EN EL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE BEBIDAS DE
MODERACIÓN EN LA CIUDAD DE MANTA**

AUTOR:

HÉCTOR JUNIOR ESPINOZA ALCÍVAR

Guayaquil - Ecuador

2021

RESUMEN

La logística desde una perspectiva empresarial se relaciona con las actividades inherentes a la cadena de suministro, su uso cabal, permite mejorar de manera continua el servicio al cliente, a través de la optimización de la fase de mercadeo y transporte al menor coste posible. Este trabajo tiene como objetivo diseñar un procedimiento para la mejora de indicadores de control en el proceso de distribución del operador logístico objeto de estudio. Se plantea como hipótesis que el bajo rendimiento y productividad de la CIA en estudio se relaciona con las demoras en el tiempo en ruta y la baja efectividad en las entregas de lo que a diario se tiene previsto abastecer, por esta razón la necesidad de diseñar un procedimiento estadístico y matemático para el control de su proceso de distribución. Para la recogida de información se utilizaron bases de datos de la empresa, así como el empleo de técnicas grupales. Para procesamiento de los datos se realizó análisis exploratorio a través de técnicas descriptivas. Se exportaron las bases de datos en Excel y se realizaron los procesamientos en RStudio. Como conclusión se obtuvo que un análisis descriptivo de la serie de datos permitió observar un comportamiento estable a lo largo del período evaluado, ya que no se observó una tendencia definida al incremento o disminución del tiempo en ruta ni del rechazo y que el modelo propuesto para el cálculo del tiempo en ruta a lo largo del periodo estudiado permite un mejor ajuste al tiempo real empleado.

ABSTRACT

Logistics from a business perspective is related to the activities inherent to the supply chain, its full use, allows to continuously improve customer service, through the optimization of the marketing and transportation phase at the lowest possible cost. This work aims to design a procedure for the improvement of control indicators in the distribution process of the logistics operator under study. It is hypothesized that the low performance and productivity of the CIA under study is related to delays in time en route and the low effectiveness in deliveries of what is planned to be supplied on a daily basis, for this reason the need to design a statistical and mathematical procedure to control its distribution process. For the collection of information, company databases were used, as well as the use of group techniques. For data processing, exploratory analysis was performed through descriptive techniques. The databases were exported in Excel and the processing was carried out in RStudio. As a conclusion, it was obtained that a descriptive analysis of the data series allowed observing a stable behavior throughout the evaluated period, since no definite trend was observed to increase or decrease the time en route or rejection and that the model proposed for the calculation of the time en route throughout the period studied allows a better adjustment to the real time used.

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis seres queridos, a todas las personas que de una u otra forma se hicieron presente en la realización de este trabajo y han contribuido para que todos mis propósitos se hagan realidad.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar esta etapa de mi vida profesional quiero agradecer a Dios, por darme salud y sabiduría para llegar a conseguir un logro más en la parte académica.

A la ESPOL, personal docente y administrativo por sus sabios consejos, sus enseñanzas y aporte desinteresado de conocimientos en todo momento.

Gracias a toda mi familia en general por su apoyo, esas palabras de aliento cada que las cosas se pusieron difíciles y de manera muy especial a mi madre por ser ese ejemplo para seguir, por enseñarme que se predica con el ejemplo, luchar por lo que desea y finalizar cada etapa empezada.

Mi eterno agradecimiento a la empresa Marco Marchán Distribuciones, sus directivos y compañeros de trabajo por toda su colaboración para la ejecución de este proyecto.

Gracias a mis amigos de viaje, mis compañeros de clase y familiares por todo el apoyo brindado. Agradecimiento muy especial al Sr. Patricio Campoverde por abrirme las puertas de casa de forma desinteresada durante toda la etapa de estudio.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



Héctor Junior Espinoza Alcívar

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



María Nela Pastuizaca, Ph.D.

PRESIDENTE



Mgtr. Heydi Roa López

DIRECTOR



Mgtr. Carlos Ronquillo Franco

VOCAL 1



Jorge Abad Morán Ph.D.

VOCAL 2

ABREVIATURAS O SIGLAS

OPL: Operador Logístico

CD: Centro de Distribución

KPI: Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)

PI: Subindicador que forma parte de un KPI

POC: Point of sale (punto de venta)

PDV: Punto de Venta

MR: Market Refusal (Rechazo)

TML: Tiempo Medio de Liberación

TR: Tiempo en Ruta

TI: Tiempo Interno

JL: Jornada Laboral

DN: Desarrollador de Negocios

PVT: Prevendedor

TVT: Televendedor

SLA: Acuerdo de Servicio

SOP: Procedimiento Estándar Operativo

Drop Size: Número de cajas de entrega

CFT: Número de cajas de entrega y recojo

Steam de Ida: Tiempo de desplazamiento del camión desde el CD al primer cliente

Steam de Retorno: Tiempo de desplazamiento del camión desde el último cliente al

CD

Ruta Crítica: Ruta con más de 11 horas en el mercado

GAP's: Brechas, diferencia entre “donde estamos ahora” (situación actual) y “donde queremos estar” (objetivo).

Headcount: Número de personas activas que forman parte de la CIA

Check Out: Proceso que realizan los conductores desde que ingresan al CD hasta que salen del mismo para iniciar su TR (medido por el TML)

Check In: Proceso que realizan los conductores desde que re-ingresan al CD hasta que salen del mismo para dirigirse a sus domicilios (medido por el TI)

Rutina Matinal: Reunión de 15 min entre conductores y su líder de operaciones para revisar los KPI's del día anterior

Black List: Lista negra (donde se agregan los clientes especiales)

Mínimos Vitales: Estándar de flota requerido para que un camión pueda operar (revisión de luces, fluidos, neumáticos, equipos de seguridad, etc)

Saneos: Revisión de la carga (caja por caja) para determinar si existen faltantes

PFN: Producto fuera de norma

PBE: Producto en buen estado

Modulación: Gestión del equipo de reparto o comercial con el mismo cliente ante un posible rechazo

Reubicación: Gestión del equipo de reparto o comercial para ubicar un pedido que no se logró modular

KKAA: Key account (cuentas claves). Modelo de atención a supermercados, centros comerciales, hipermarket, etc.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Objetivos	7
1.4. Hipótesis.....	7
1.5. Alcance.....	8
CAPÍTULO 2	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. La logística	9
2.1.1. Definición	9
2.2. Operador logístico	9
2.2.1. Definición	9
2.2.2. Clasificación.....	10
2.3. El proceso de distribución de un operador logístico de bebidas de moderación.....	11
2.4. Herramientas Básicas para Seis Sigma.....	14
2.4.1. Aspectos conceptuales.....	14

2.4.1.1.	Diagrama de Pareto.....	15
2.4.1.2.	Estratificación	15
2.4.1.3.	Hoja de verificación (HV)	16
2.4.1.4.	Diagrama de causa-efecto.....	16
2.4.1.5.	Lluvia de ideas.....	17
2.4.1.6.	Diagrama de dispersión.....	18
2.4.1.7.	Diagrama de flujo de procesos	18
2.4.1.8.	Despliegue de la función de calidad	18
2.4.1.9.	Sistemas Poka - Yoke	19
2.4.1.10.	Matriz de ranqueo.....	19
2.5.	Balance scorecard	19
2.6.	KPIs.....	20
2.7.	Población - Muestra.....	22
2.8.	Prueba de hipótesis estadística	22
2.9.	Modelo T de Student	23
2.10.	Series Temporales y Filtros	23
CAPÍTULO 3		25
3.	METODOLOGÍA	25
3.1.	Clasificación del estudio	25
3.2.	Datos	25

3.3 Operacionalización de las variables.....	26
3.4. Técnicas y Procedimientos	28
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	28
3.4.2. Técnicas de Procesamiento y Análisis	29
3.4.3. Técnicas de Presentación	34
3.4.4. Aspectos éticos	35
CAPÍTULO 4	36
4. RESULTADOS	36
4.1.1. Identificación de problemas en el proceso de distribución de bebidas de moderación del objeto de investigación	46
4.1.3 Explicación del problema jerarquizado en el proceso de distribución de bebidas de moderación del objeto de investigación (Diagrama causa-efecto)	48
4.2. Puesta en marcha del Procedimiento de mejora.....	54
4.3. Propuesta de Plan de acción	64
4.4. Evaluación de efectividad de las acciones implementadas	66
CAPÍTULO 5	68
1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
Referencias.....	69
Apéndices y anexos	71
A1. PRIMERA MATRIZ DE RANQUEO	71

A2. SEGUNDA MATRIZ DE RANQUEO	72
A3. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL TIEMPO EN RUTA	73
A4. MATRIZ DE 5 POR QUÉ?	74
A5. GRÁFICO DE DESVIACIÓN DE MÉTODOS ESTUDIADOS	75
A6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MODULACIÓN	76

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Zonas de distribución de empresa objeto de estudio	3
Figura 1.2 Headcount de empresa objeto de estudio	4
Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de salida del CD (Check Out).....	12
Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso de ejecución en ruta.....	13
Figura 2.3 Diagrama de flujo del proceso de Modulación	13
Figura 2.4. Diagrama de flujo del proceso de ingreso al CD (Check In)	14
Figura 4.1 Serie de tiempo en ruta.....	38
Figura 4.2 Prueba Dickey-Fuller de la variable tiempo en ruta	38
Figura 4.3 Gráfica Dick-Fuller de serie de tiempo en ruta	39
Figura 4.4 Diagrama de Causa-Efecto Tiempo en Ruta.....	49
Figura 4.5 Matriz 5 por qué?	52
Figura 4.6 Segunda matriz de ranqueo.....	53
Figura 4.7 Diagrama de Cajas de las variables en estudio	55
Figura 4.8 Comparación de estadísticos descriptivos de las variables.....	56
Figura 4.9 Histogramas de frecuencia de las variables TR Planificación y TR Piloto	56
Figura 4.10 Prueba t de las variables en estudio	57
Figura 4.11 Estimación de la desviación estándar	58
Figura 4.12 Potencia de la prueba para 1 hora de diferencia entre las medias	58
Figura 4.13 Potencia de la prueba para 45 minutos de diferencia entre las medias .	59
Figura 4.14 Potencia de la prueba para 30 minutos de diferencia entre las medias .	59
Figura 4.15 Tamaño de muestra apropiado	60

Figura 4.16 Histograma de los residuos.....	60
Figura 4.17 Gráfico Cuantil – Cuantil de los residuos	61
Figura 4.18 Prueba de Shapiro-Wilk	62
Figura 4.19 Prueba de Wilcoxon.....	62
Figura 4.20 Prueba t de las variables en estudio (concentrando todo en un solo sesgo).....	63
Figura 4.21 Prueba t de las variables en estudio (con $H_1: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado}} \text{ VS } \mu_{\text{excedente TR_Planificado}} < \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado}} \text{ VS } \mu_{\text{TR_Piloto}}$)	64
Figura 4.22 Comparación de desviaciones de los métodos propuestos.....	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1 Operacionalización de las variables	26
Tabla 3.2. Velocidad media de atención por zona (V_{pro})	32
Tabla 3.3. Tiempo medio de atención por entrega (t_{atepro})	33
Tabla 3.4. Tiempo medio de entrega por CFT (t_{cft}).....	33
Tabla 3.5. Tiempo medio de atención a clientes especiales (€)	34
Tabla 4.1 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo en ruta según meses	37
Tabla 4.2 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo medio de liberación según meses	40
Tabla 4.3 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo interno según meses	43
Tabla 4.4 Valores medios y medidas de dispersión de la jornada laboral según meses	44
Tabla 4.5 Valores medios y significación estadística del porcentaje de rechazo	45
Tabla 4.6 Distribución de rechazos según meses y motivo del rechazo en cantidad	46
Tabla 4.7 Matriz de Ranqueo.....	47
Tabla 4.8 Comparación y conversiones de estadísticos descriptivos de las variables	56
Tabla 4.9 Plan de acción a corto plazo:	65
Tabla 4.10 Plan de acción a mediano plazo:.....	66

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La logística desde una perspectiva empresarial se relaciona con las actividades inherentes a la cadena de suministro. El control de las operaciones, mediante la trazabilidad de todos sus procesos, permite el cumplimiento de los objetivos de la empresa, en costo, operación y satisfacción de los clientes. En la medida que todo esto se cumpla, el proceso se hace más eficaz. (Anaya Tejero, 2015)

La cuarta década del siglo XX, marcó el origen de la Logística en Gran Bretaña, como disciplina vinculada al ámbito militar, encargada con la toma de decisiones y fundamentada teóricamente por la Investigación de Operaciones. Su utilidad en otros ámbitos proporcionó su rápida expansión y desarrollo, siendo hoy imprescindible en múltiples áreas. De ahí, que sea la logística una de las áreas más importantes en la mayoría de las empresas, en tanto que es la encargada de realizar las compras de la institución a precios razonables. (Castellanos Ramírez, 2009)

Su importancia radica en que su uso cabal, permite mejorar de manera continua el servicio a un cliente, a través de la optimización de la fase de mercadeo y transporte al menor coste posible. A partir del cumplimiento de un conjunto de actividades dentro de las que se encuentran: aumento en líneas de producción, niveles altos de eficiencia en la producción, la cadena de distribución debe mantener menos inventario cada vez, y el desarrollo de sistemas de información. Todo ello produce un conjunto de beneficios. De

ahí que el Sistema Integrado Logístico, dentro de las empresas, en la actualidad lo integran la: gestión de materiales, la gestión de transformación y la gestión de distribución, que constituyen sus tres áreas operacionales. (Castellanos Ramírez, 2009)

Con propósito de encontrar una sinergia entre el servicio al cliente y los costos asociados a los procesos logísticos, las grandes multinacionales optan por buscar socios estratégicos especializados en sus diferentes áreas.

Por otra parte, por Operador Logístico se entiende aquella empresa especializada en logística, que se ocupa de la planificación, organización y ejecución de los distintos procesos necesarios para que otra empresa cumpla con su cadena de suministro. (Ferrer, 2019)

La empresa en la que se realiza el estudio fue fundada en enero de 1978, en la ciudad de Manta. En un inicio la CIA empieza con la distribución de productos La Reforma, sin embargo, con el paso del tiempo esta pasa a autoabastecerse de bebidas de moderación para su posterior comercialización. La empresa adopta el modelo de auto venta, es decir, compraban el producto en la ciudad de Guayaquil y lo transportaban a la ciudad de Manta para finalmente realizar su venta. Años después y debido al crecimiento en el consumo de bebidas de moderación en la provincia de Manabí se cambia el modelo de servicio, adquiriendo bodegas satélites en puntos estratégicos de la misma, para desde allí distribuir hacia los sectores y comunidades pertinentes. En el año 2010 el proveedor instala su propio centro de distribución en el cantón Montecristi, desde el cual se pretende abastecer el mercado con un modelo de venta directa y convirtiendo a la empresa objeto

de estudio en distribuidor de este (operador logístico). Actualmente la CIA cuenta con una capacidad instalada de 13 camiones modelados, 3 camiones back up (adicionales), un headcount (nómina) de: 13 conductores de ruta, 1 conductor de patio, 26 oficiales y 7 personas encargadas de la parte administrativa/operativa (Ver Figura 1.2), con el que se abastece la zona sur de la provincia de Manabí (resaltadas de color negro y gris, Ver figura 1.1).

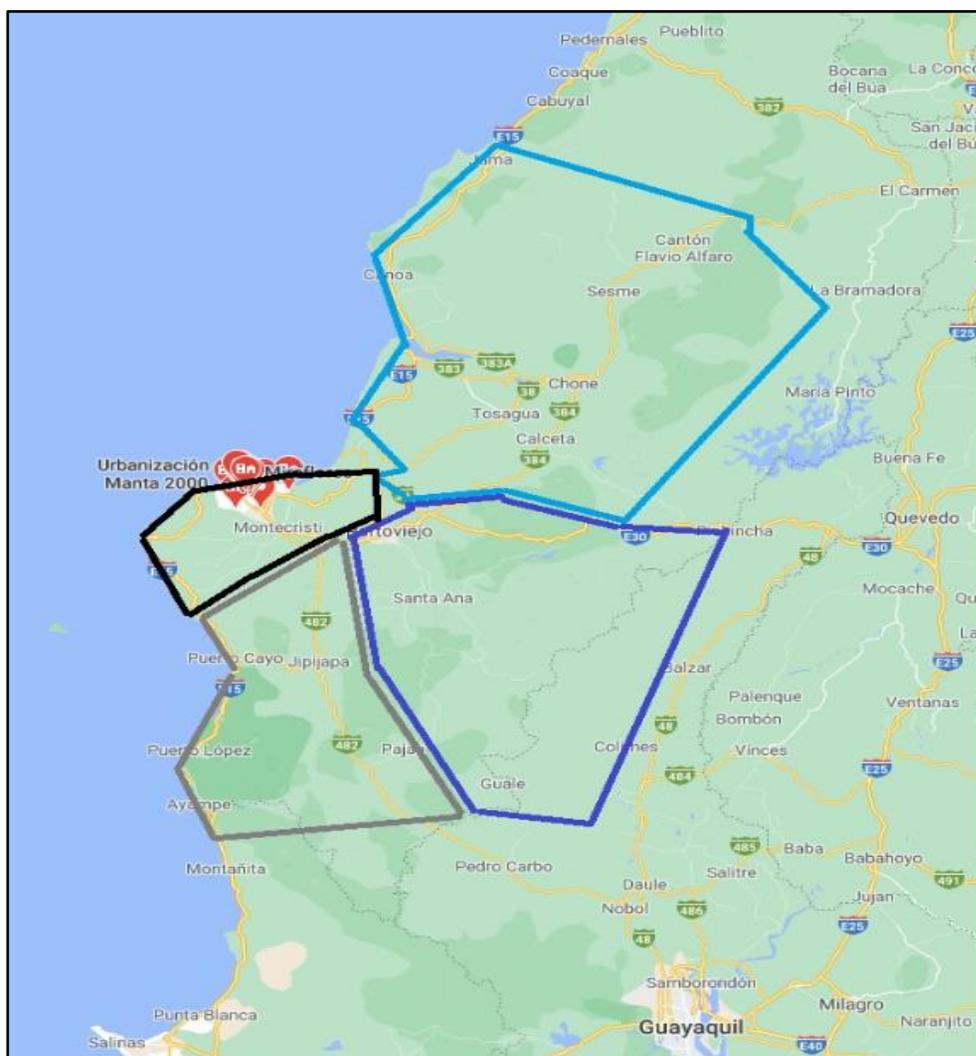


Figura 1.1 Zonas de distribución de empresa objeto de estudio

Fuente: "Google", www.google.com

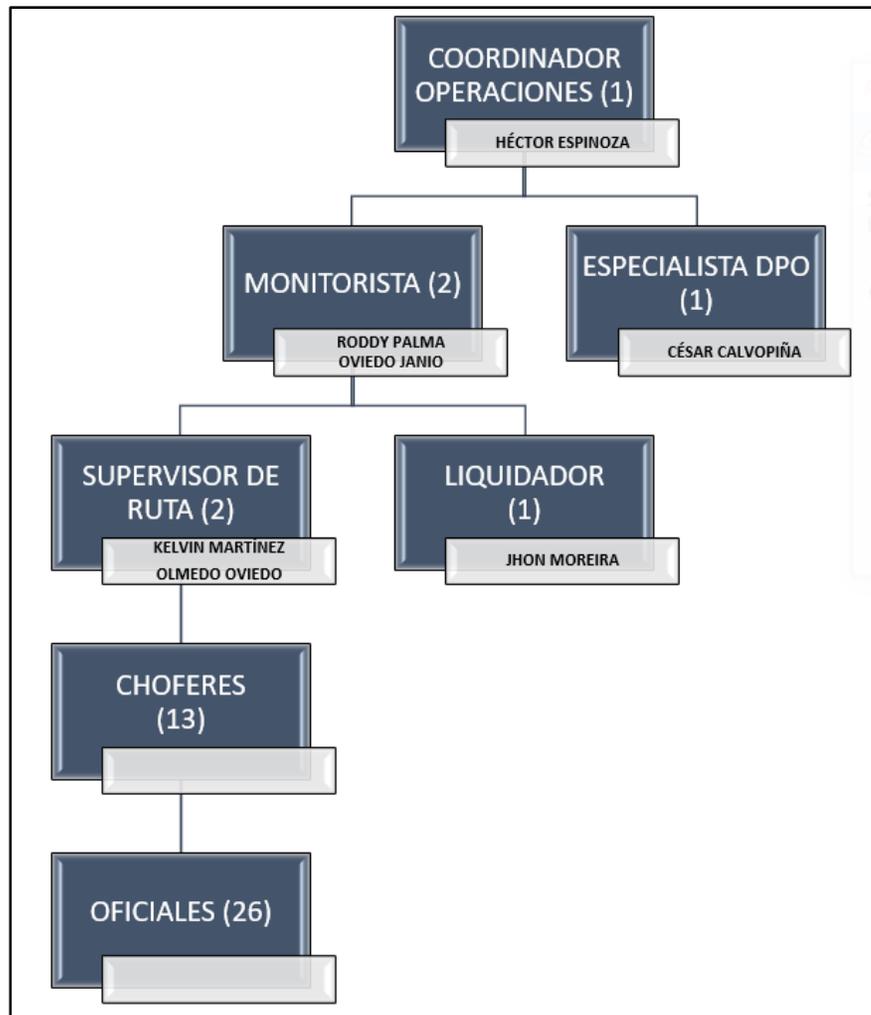


Figura 1.2 Headcount de empresa objeto de estudio

Fuente: Manual de funciones de la CIA

1.2. Descripción del problema

El sector microempresario constituye un ente dinamizador de la economía ecuatoriana. Con frecuencia, el hecho de que estas entidades surjan a partir de la organización familiar, en la mayoría de ellas, se profundiza la falta de mecanismos y procedimientos que mejoren los niveles de eficiencia y eficacia en las actividades que realizan. En tal sentido, se hace necesario el estudio y perfeccionamiento del conjunto de medios y métodos útiles para la organización de los servicios, especialmente en la distribución.

En los últimos años se han identificado niveles poco satisfactorios en la actividad fundamental de esta entidad, debido a algunas anomalías en los procesos. Las demoras en el proceso de reparto (tiempo en ruta) y la baja efectividad en las entregas de lo que a diario se tiene previsto abastecer (rechazos) se señala como aspecto sustancial, generando problemas de rendimiento y productividad, ubicación del personal en situaciones de riesgo, dado el desarrollo de actividades no planificadas (reprocesos) originadas precisamente por estos factores. Estas ineficiencias se traducen en rubros no capitalizados (compensación variable) por la CIA que en la actualidad fluctúan entre el 45% y 50% menos en comparación con periodos anteriores.

En la actualidad, aunque se han realizado exploraciones generales, no existe un conocimiento real de cuáles son los factores que están asociados a las dificultades que se presentan en el proceso de distribución, y lo que es más preocupante, no se tiene una cuantificación real de estos factores en el giro global de la operación. Como consecuencia, no se han podido implementar medidas que garanticen la solución a los problemas latentes.

Dada esta situación, se hace necesaria la identificación y desarrollo de actividades claves orientadas a elevar los niveles de eficiencia, eficacia y productividad en esta empresa, que tribute a una reducción de los costos de las operaciones que se desarrollan.

A partir de esta situación surge el siguiente problema de investigación:

¿Cómo contribuir a la mejora de indicadores de control en el proceso de distribución de un operador logístico de bebidas de moderación en la ciudad de Manta?

La respuesta a esta pregunta justifica la realización de un Trabajo de Desarrollo Tecnológico (I+D+I), a través del diseño de un procedimiento estadístico y matemático para el control del proceso de distribución de bebidas de moderación por parte del operador logístico objeto de investigación, cuya extensión dará paso a la identificación de los factores operacionales que afectan dicho proceso (momento diagnóstico). La factibilidad o garantía para la implementación del resultado de este trabajo reposa en la solicitud de la junta directiva de la institución, de ahí que esta constituye un encargo de la entidad, lo que garantiza en buena medida su introducción en la práctica social.

El principal aporte de esta investigación se centra en la consecución de un procedimiento que emerja como un producto tecnológico útil para la solución del problema señalado; en tanto que el propósito del trabajo es contribuir al conocimiento y a la solución de los problemas de gestión que se producen en el proceso de distribución del operador logístico, cuya metodología pudiera ser utilizada por problemas similares en entidades homólogas.

1.3. Objetivos

General:

Diseñar un procedimiento para la mejora de indicadores de control en el proceso de distribución de un operador logístico de bebidas de moderación en la ciudad de Manta mediante la aplicación de herramientas para la mejora de procesos.

Específicos:

1. Determinar los factores operacionales que afectan el proceso de distribución de la empresa durante el periodo de marzo a septiembre del 2020 mediante el análisis de estadística descriptiva de las variables.
2. Elaborar un procedimiento para la mejora de indicadores de control del proceso de distribución de la empresa en estudio mediante el análisis estadístico de los factores operacionales.
3. Evaluar el procedimiento de mejora de indicadores elaborado para el proceso de distribución de la empresa de estudio.

1.4. Hipótesis

El bajo rendimiento y productividad del operador logístico objeto de investigación se relaciona con las demoras en el proceso de reparto (tiempo en ruta) y la baja efectividad en las entregas de lo que a diario se tiene previsto abastecer (rechazos); elementos que deberán ser considerados en la elaboración de un procedimiento para la mejora de indicadores de control en el proceso de distribución de bebidas de moderación en la ciudad de Manta.

Para probar la hipótesis expuesta es menester, desde una perspectiva metodológica, discurrir por tres fases o momentos: diagnóstico, para caracterizar e identificar los principales factores o causas del problema; diseño del procedimiento estadístico; validación empírica y teórica del procedimiento propuesto.

1.5. Alcance

El estudio busca diseñar un procedimiento que permita la mejora de indicadores de control en el proceso de distribución de la empresa en estudio. Esta investigación contempla el análisis de los datos del proceso de distribución del periodo de marzo a septiembre del 2020 del operador logístico en objeto de estudio.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La logística

2.1.1. Definición

La logística, según la Real Academia de la Lengua Española, es el "Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución". (RAE, 2019). Si bien, esta constituye una definición genérica del término, en el ámbito empresarial se han operacionalizado, conceptos como: la logística militar y la logística del arte y la técnica.

Por otra parte, el término logística a nivel empresarial se suele entender o relacionar con las actividades inherentes a la cadena de suministro. El control de las operaciones, mediante la trazabilidad de todos sus procesos, permite el cumplimiento de los objetivos de la empresa, en costo, operación y satisfacción de los clientes. En la medida que todo esto se cumpla, el proceso se hace más eficaz. (Anaya Tejero, 2015)

2.2. Operador logístico

2.2.1. Definición

Empresa especializada en logística, que se ocupa de la planificación, organización y ejecución de los distintos procesos necesarios para que otra empresa cumpla con su cadena de suministro. En general, opera mediante contrato (Tercialización de parte de

sus operaciones) de prestación de servicios, en virtud de los cuales se recibe una remuneración. (Ferrer, 2019)

2.2.2. Clasificación

Los operadores logísticos se clasifican desde diferentes perspectivas taxonómicas, siendo la más común la que incluye su alcance y responsabilidad de los servicios (Blum, 2018). Así, los principales tipos de operadores logísticos parten de la clasificación por áreas a ejecutar, que se conoce habitualmente como 1PL, 2PL, 3PL, 4PL y 5PL, donde PL significa *Party Logistics* (Proveedores de Logística). Grosso modo el 1PL se ocupa del transporte; el 2PL incluye transporte y almacenamiento; el 3PL al transporte, almacenamiento y organización de las operaciones, el flujo global se controla desde dentro; el 4PL coordinación y supervisión de la logística; 5PL incluye la optimización y ejecución de todas las operaciones logísticas.

A continuación, se ofrece una información más detallada de cada PL.

1PL (*First Party Logistics*). Es la fase de la logística, de mayor tradición en su terciarización: transporte de mercancías. Engloba las agencias de transporte encargadas de recolección y distribución de materias primas y productos terminados de la empresa contratante. Ello libera a esta de la necesidad de mantener o comprar una flota de transporte, así como la administración de choferes. Sin embargo, la empresa contratante mantiene las tareas operacionales y posee sus propias instalaciones de almacenaje.

2PL (*Second Party Logistics*). Es la fase de la logística en que las empresas que se incluyen en ella, se consideran operadores logísticos. Tal como se mencionó con anterioridad se ocupan de almacenamiento de los productos y sus propios vehículos de almacén. Coordina, internamente, la organización de la flota de transporte y los pedidos en el almacén.

3PL (*Third Party Logistics*). Este tipo de operador logístico va más allá de la integración del servicio y proveen de flota de transporte. Se responsabilizan de casi todas las operaciones logísticas de las organizaciones. Su finalidad es solucionar los problemas globales, con especialización en la personalización e integración de servicios de almacenaje, gestión de inventarios, preparación de pedidos y transporte de mercancías.

4PL (*Fourth Party Logistics*). Funciona algo distinto a los anteriores, en tanto solo actúan como supervisores del funcionamiento de la logística. No poseen ni almacenes, ni camiones. Optimiza y vincula las actividades de la organización a diferentes proveedores de servicios logísticos.

5PL (*Fifth Party Logistics*). Es una combinación entre el 3PL y el 4PL. Integra los servicios típicos del 3PL con la especialización en optimización de la cadena de suministro que realiza el 4PL. (Blum, 2018)

2.3. El proceso de distribución de un operador logístico de bebidas de moderación

El proceso de distribución o reparto del operador logístico objeto de estudio incluye tres elementos fundamentales que fluyen de manera consecutiva, denominados: *Check out*, Ejecución en ruta y *Check in*. Ellos son *evaluados* diariamente por cada placa, a través de indicadores clave de gestión o de desempeño (KPI).

Así, el Check out, medido con la variable tiempo medio de liberación -de naturaleza cuantitativa continua- se evalúa mediante su media aritmética y no debe exceder los 45 minutos o 0,75 horas (estándar establecido). Durante este se realiza el conjunto de actividades que se esquematiza en la Figura 2.1.

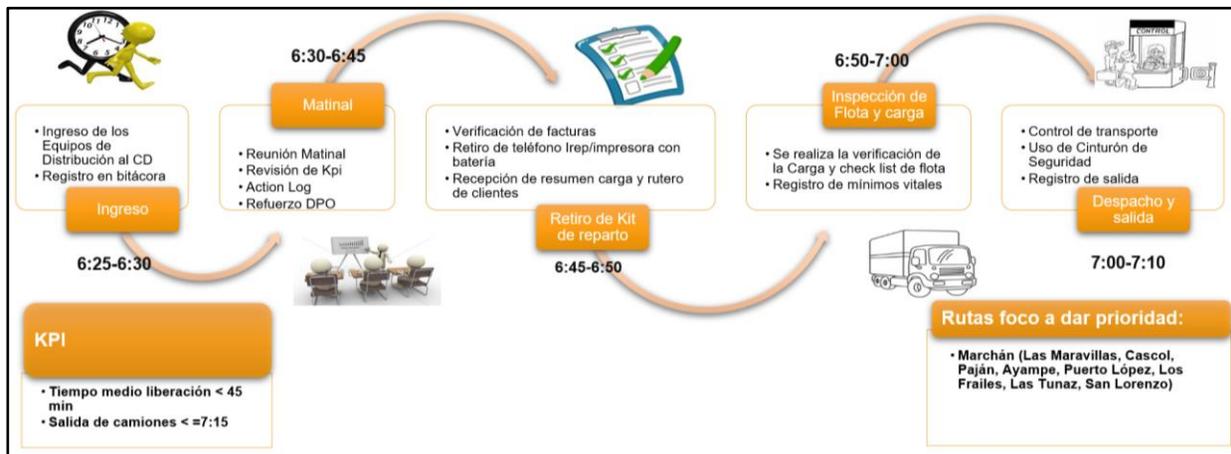


Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de salida del CD (Check Out)

Fuente: SOP de delivery de la empresa objeto de estudio

Seguidamente, ocurre el proceso de ejecución en ruta, medida a través del Tiempo en ruta, cuantitativa continua, que se evalúa mediante su esperanza matemática y no debe exceder las 9,5 horas (estándar establecido). Durante este se realiza el conjunto de actividades que se esquematizan en la Figura 2.2.

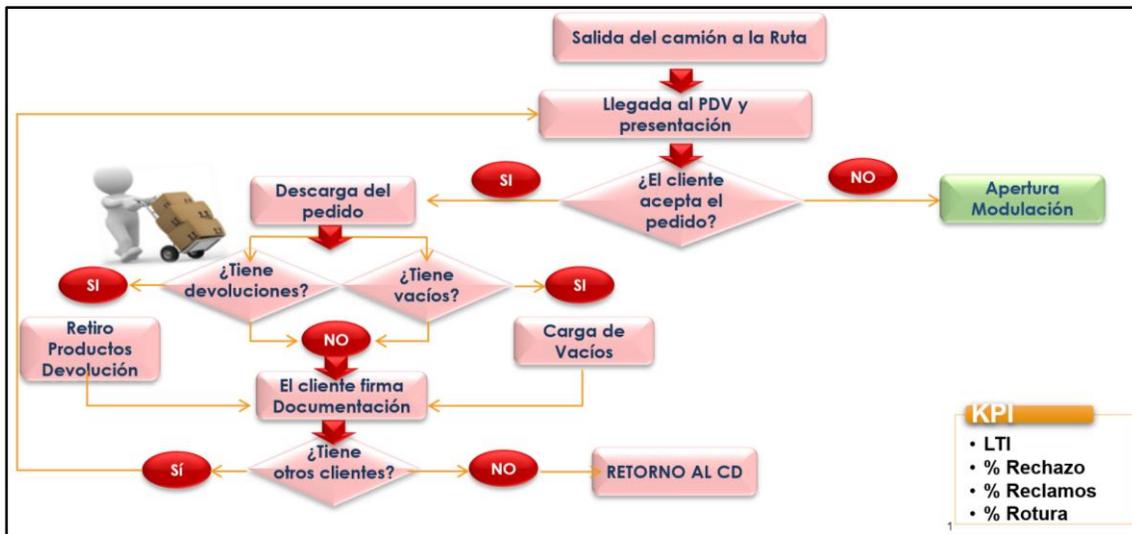


Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso de ejecución en ruta
 Fuente: SOP de delivery de la empresa objeto de estudio

Gran importancia reviste, la activación del proceso de modulación, ante la posible devolución del pedido, por el cliente. Siendo esta última, la gestión extra que realiza el equipo de distribución, en conjunto con el comercial, con la finalidad evitar el rechazo del producto por parte del cliente (Ver Figura 2.3).

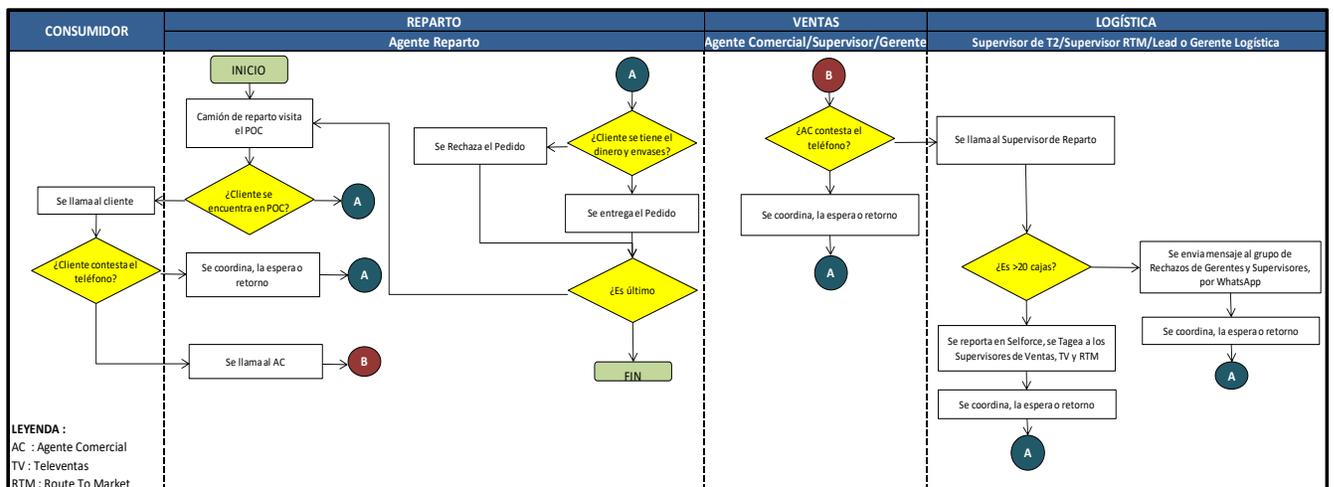


Figura 2.3 Diagrama de flujo del proceso de Modulación
 Fuente: SOP de delivery de la empresa objeto de estudio

Así, el Check *in*, medido con la variable tiempo interno -de naturaleza cuantitativa continua- se evalúa mediante su media aritmética y no debe exceder los 45 minutos o

0,75 horas (estándar establecido). Durante este se realiza el conjunto de actividades que se esquematizan en la figura 2.4.

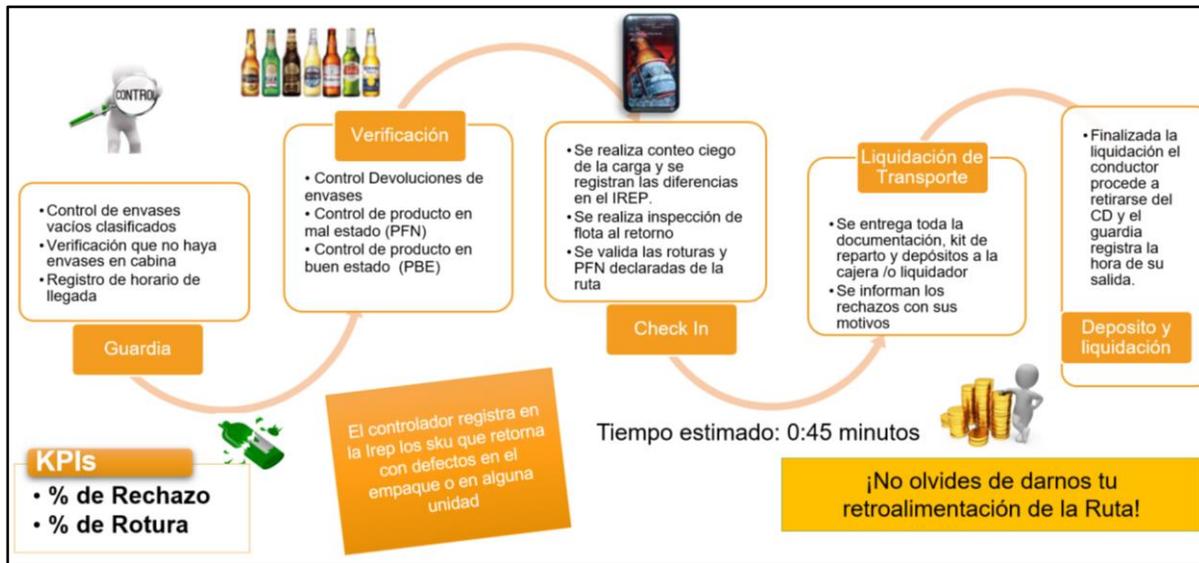


Figura 2.4. Diagrama de flujo del proceso de ingreso al CD (Check In)

Fuente: SOP de delivery de la empresa objeto de estudio

2.4. Herramientas Básicas para Seis Sigma

2.4.1. Aspectos conceptuales

Múltiples son los textos especializados que han desarrollado esta temática. En este apartado se toma como referente teórico -para fundamentar el accionar metodológico- el texto de Gutiérrez Pulido, Humberto y De la Vara Salanzar, Román, titulado Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. (Gutiérrez Pulido, 2009) Así, se definen como herramientas básicas el diagrama de Pareto, la estratificación, la hoja de verificación, el diagrama de espina de pescado, la lluvia de ideas, los diagramas de dispersión, diagrama de procesos, despliegue de la función de calidad, sistemas Poka -Yoke. A ello se adicionan otras herramientas de gran utilidad como la Matriz de Ranqueo, empleada

en el trabajo. A continuación, se explicita cada una de las técnicas relacionadas y se añaden otras empleadas en la tesis:

2.4.1.1. Diagrama de Pareto

Este debe su nombre al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923). Se trata de una representación gráfica, para mostrar información estadística de manera resumida y auto explicada. Clasifica en la tipología de barras simples, en tanto representa una variable categórica, y trata de la identificación, priorización y explicación de los problemas de un proceso, para ello los ordena en forma decreciente. Cuyo principio radica en que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto. Se reconoce que más de 80% de los problemas en una organización se debe a situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Adicionalmente, son escasas las situaciones vitales que aportan de manera significativa a la problemática general de un proceso o empresa. (Gutiérrez Pulido, 2009) (HITOSHI KUME, 2002)

2.4.1.2. Estratificación

Consiste en analizar problemas, que se clasifican en relación con un grupo de factores que pueden influir en la magnitud de estos.

A pesar de que, en virtud del principio de Pareto, existen varios problemas vitales que son originados por pocas causas clave, resulta necesario identificarlos. Uno de estos análisis es la estratificación o clasificación de datos. Estratificar es analizar los problemas clasificándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en su magnitud, con vistas a localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso. (Gutiérrez Pulido, 2009)

2.4.1.3. Hoja de verificación (HV)

Formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y de fácil análisis. Una buena HV debe permitir un primer análisis visual que reconozca las características principales de la información indagada. Entre las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación se encuentran: la descripción del desempeño o los resultados de un proceso; la clasificación de las fallas o quejas detectadas, para identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, entre otras; la confirmación de posibles causas de problemas de calidad; el análisis o verificación de operaciones y; la evaluación del efecto de los planes de mejora. (Gutiérrez Pulido, 2009)

2.4.1.4. Diagrama de causa-efecto

Se trata de un método gráfico que relaciona un problema o efecto con sus posibles causas primarias y secundarias. Hay tres formas básicas para su elaboración: el método de las 6 M, tipo flujo del proceso y, la estratificación o enumeración de causas. Su importancia consiste en que buscan las causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. En la investigación se utilizó el método de las 6 M -el más común de todos- por lo que ampliaremos la información relacionada con este. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Ishikawa, 1997)

Consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Elementos que definen de manera global todo proceso, en tanto que, cada uno aporta

parte de la variabilidad del producto final, de ahí que se espere que las causas de un problema se relacionen con alguna de las 6 M. La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis? Luego, se listan los posibles aspectos para cada una de las 6 M que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Ishikawa, 1997)

2.4.1.5. Lluvia de ideas

Modalidad de pensamiento creativo, dirigido a propiciar la participación de la totalidad de los integrantes, encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema. Se sugiere se incluyan los 10 pasos siguientes: definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas; nombrar un moderador de la sesión; elaborar lista con posibles causas si se analiza un problema (individual); los participantes se ubican en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez; el moderador indaga a cada participante sobre comentarios adicionales; agrupación de las causas por su similitud y representación en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama, a la cual se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo; discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales; elección de las causas o ideas más importantes de entre las que el grupo ha destacado previamente; buscar que en las futuras reuniones se llegue a las acciones concretas que es necesario realizar, para lo cual se puede utilizar de nuevo la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Winter, 2000)

2.4.1.6. Diagrama de dispersión

Gráfico para analizar la forma en que dos variables cuantitativas están relacionadas. Dadas dos variables numéricas X y Y, medidas usualmente sobre el mismo elemento de la muestra de una población o proceso, el diagrama de dispersión es una gráfica del tipo X-Y, donde cada elemento de la muestra es representado mediante un par de valores (x_i, y_i) y el punto correspondiente en el plano cartesiano X-Y. El objetivo de esta gráfica es analizar la forma en que estas dos variables están relacionadas. Al graficar todos los puntos, es decir, todos los puntos de un plano (x_i, y_i) , si se observa que los puntos siguen algún patrón definido, esto será evidencia de una posible relación entre las dos variables. La forma del diagrama da una medida de la existencia o no de relación lineal, así como si esta es directa o inversa. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Luceño & González, 2006)

2.4.1.7. Diagrama de flujo de procesos

Se trata de una representación gráfica de la secuencia de los pasos de un proceso, que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabajo o reproceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso. (Gutiérrez Pulido, 2009)

2.4.1.8. Despliegue de la función de calidad

Herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo de un producto o proyecto. Es un mecanismo formal para asegurar que “la voz del cliente” sea escuchada a lo largo del desarrollo del proyecto. Además, identifica medios específicos para que los requerimientos del cliente sean cumplidos por todas las actividades

funcionales de la compañía. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Miranda González, Chamorro Mera, & Rubio Lacoba, 2007)

2.4.1.9. Sistemas Poka - Yoke

Diseño de dispositivos a prueba de errores y olvidos. La inspección o detección de los defectos por sí sola no mejora el desempeño de un proceso. La inspección y el monitoreo de procesos debe enfocarse a detectar la regularidad estadística de las fallas, para identificar dónde, cuándo y cómo están ocurriendo estas, para dirigir las acciones correctivas de forma específica. El reto no solo es detectar los defectos antes que lleguen al cliente, sino eliminarlos. (Gutiérrez Pulido, 2009) (Yoke, 1991)

2.4.1.10. Matriz de ranqueo

Técnica utilizada para la priorización o jerarquización de un conjunto de problemas identificados. Trabaja con la estadística de rangos. Consiste en definir un conjunto de atributos y solicitarle a un grupo de expertos que otorgue puntos a cada problema (de manera individual), generalmente entre 0 y 2. Donde 2 se le otorga a cada atributo que se considere tiene más problemas. Luego, se suman los resultados para cada experto y atributo después se ordena, siendo el problema priorizado el de mayor puntaje final, que representa el rango¹. En caso de empate, se puede realizar una nueva ronda de desempate entre los problemas ligados. (Render, Stair, & Hanna, 2006)

2.5. Balance scorecard

La sociedad contemporánea, en la que el mercado se posiciona cada vez más como entre regulador de la economía, las organizaciones laborales se han visto en la

necesidad de desarrollar o implementar herramientas tecnológicas que aumenten su competitividad y mejore su posicionamiento, a partir de la gestión eficiente de la actividad que desarrollan.

El Balanced Scorecard,¹ BSC, es la herramienta gerencial de finales del siglo XX y su desarrollo fue liderado por el profesor Robert Kaplan (Kaplan y Norton, 2000). Este sistema posee medidas financieras tradicionales que se combinan con la metodología de evaluación de riesgos (EVA) como parte de la complementación con indicadores de desempeño futuro de la organización. (Cortéz Díaz & Area, 2013)

Esta herramienta se ha convertido en una útil metodología en función de la implementación estratégica de los planes y proyectos de negocios de las empresas, basándose en objetivos e indicadores medibles agrupados en la relación causa-efecto, y organizado en cuatro dimensiones que dan la posibilidad de visualizar el desempeño organizacional. Las dimensiones más significativas son: perspectiva financiera, clientes, procesos internos y crecimiento y aprendizaje.

El Balanced Scorecard propone que las medidas financieras o no financieras de la organización, formen parte del sistema informacional de la organización, permitiendo a todos los empleados estar informados y ser parte del sistema de decisiones. Otro de los aspectos que fortalecen el trabajo y organización con el uso de esta metodología es que permiten organizar sistemas flexibles orientados primordialmente a las necesidades de los clientes.

2.6. KPIs

Los Indicadores claves de gestión (KPI) constituye una métrica vinculada a un objetivo. Habitualmente los indicadores claves de gestión representan en qué medida la métrica

es superior o inferior a un objetivo organizacional predeterminado. Los resultados de los indicadores claves de gestión se suelen mostrar como la relación entre el valor real y valor del objetivo.

Los indicadores claves de rendimiento como herramienta estratégica, permiten dar seguimiento y tomar decisiones como parte del sistema de acciones operacionales de la organización. Son métricas financieras o no financieras utilizadas para cuantificar objetivos y reflejar el rendimiento de una organización

Los Key Performance Indicators (KPI), son también conocidos como Key Success Indicators (KSI, indicadores claves de éxito) son medidas financieras y no financieras utilizadas para reflejar el éxito crítico de una organización. Estos indicadores se utilizan como parte de la Inteligencia de Negocios (BI) para mostrar el estado actual de un negocio y recetar el curso de acción. Los KPIs difieren dependiendo de la naturaleza de una organización. Ellos contribuyen a la organización a organizar el proceso de medidas del progreso hacia las metas organizacionales. Una medición significativa utilizada por si misma o en combinación con otros indicadores claves de desempeño para monitorear que también un negocio está logrando sus objetivos cuantificables, son una definidos como medida cercana del éxito de parte de una organización (Gil, 2012).

Cada vez son más los directivos que están cambiando los sistemas de gestión de sus empresas con prospectiva estratégica a través de indicadores cualitativos y no cualitativos, pues los indicadores principales no se pueden encontrar "solamente" en los datos financieros.

Según la literatura revisada, los autores Amado (2001) aconsejan utilizar una pirámide de resultados, distribuida en cuatro niveles, asegurando un eficaz enlace entre la

estrategia y las operaciones (este es uno de los principales problemas en muchas empresas: cómo pasar de lo estratégico a lo operativo), y ponen gran énfasis en las mediciones de satisfacción del cliente, flexibilidad y productividad, los tres frentes en los cuales posicionarse en relación a la competencia (Amado, 2001)

Según estos análisis el orden de empleo de los indicadores no debe descuidar, los llamados factores de éxitos: primero, la satisfacción del cliente; segundo, la productividad y, por último, la flexibilidad.

2.7. Población - Muestra

En la mayoría de los problemas de estadística es necesario usar una muestra de las observaciones de la población de interés para sacar conclusiones acerca de la población. Una población consiste en la totalidad de las observaciones que son motivo de interés. En cualquier problema particular, la población puede ser pequeña, grande, pero finita, o infinita. Al número de observaciones que hay en la población se le llama tamaño de la población. Una muestra es un subconjunto de observaciones que se seleccionan de una población (Montgomery & Runger, 2003).

2.8. Prueba de hipótesis estadística

En muchos problemas de ingeniería es necesario decidir si se acepta o se rechaza un enunciado acerca de algún parámetro. Al enunciado se le llama hipótesis, y al procedimiento para tomar decisiones acerca de la hipótesis se llama prueba de hipótesis. Se trata de uno de los aspectos más útiles de la inferencia estadística, ya que muchos problemas de toma de decisiones, pruebas o experimentos en el mundo de la ingeniería pueden formularse como problemas de prueba de hipótesis. Una hipótesis estadística es

un enunciado acerca de los parámetros de una o más poblaciones (Montgomery & Runger, 2003). Una hipótesis estadística es una afirmación sobre los valores de los parámetros de una población o proceso, la cual es susceptible de probarse a partir de la información contenida en una muestra representativa que se obtiene de la población (Gutiérrez Pulido, 2009).

2.9. Modelo T de Student

Su importancia no está en modelar características de fenómenos ó sistemas, la misma radica en su relación con valores obtenidos de las Muestras, a fin de estimar parámetros de una población o variable aleatoria, de donde surge su aplicación en lo que se denomina Inferencia Estadística. Esta variable es de amplia utilización en lo que se denomina Inferencia Estadística y fue por primera vez estudiada por el científico británico W. S. Gosset, quien estando impedido de publicar a su nombre los resultados de sus investigaciones, por razones especificadas en su contrato de trabajo, optó por publicar bajo el seudónimo “Student” y de allí el nombre de la distribución (Zurita Herrera, 2010).

2.10. Series Temporales y Filtros

Siempre existe preocupación por conocer el comportamiento de la distribución de frecuencias de una variable, de su tendencia central y de su dispersión, sin embargo, es cada vez más frecuente hacer mediciones de una variable X con igual espaciamiento en el tiempo t , durante un período finito T o un lapso abierto. Se puede observar el valor $X(t)$ que toma la “cantidad de Kilovatios hora consumimos cada mes” en un hogar, la “cantidad de dólares que mensualmente se gana” o lo que en cada edición de los periódicos aparece que son los precios de acciones en la bolsa de valores. Este mismo

tipo de “series” están presentes en los procesos industriales, cuando en un instante de periodo “t” se anota el valor promedio de la característica de un bien que está en la línea de producción, con lo que se pretende verificar la calidad de este y el estado en sí del proceso, se habla de series temporales o series de tiempo. Lo primero que se trata de descubrir en una serie temporal es si es “estacionaria” esto es, si se estabiliza alrededor de algún valor o si es estacionaria, pero tiene tendencia a crecer o decrecer a partir de determinado valor del tiempo (Zurita Herrera, 2010).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Clasificación del estudio

La investigación clasifica como Trabajo de Desarrollo Tecnológico (I+D+I) estructurado en dos etapas. La primera descriptiva longitudinal, a partir de la evaluación de una serie de datos para dos tipos de variables: de tiempo en ruta (TR) y de rechazo (MR). Ello permitió el diagnóstico de los principales problemas asociados al proceso de distribución de la empresa objeto de estudio. La segunda, derivada de lo antedicho, centrada en la elaboración de un procedimiento para la mejora de indicadores de control del proceso de distribución mediante el análisis estadístico y matemático de los factores operacionales y posterior evaluación del procedimiento de mejora de indicadores elaborado.

3.2. Datos

Para la realización del estudio -objetivo 1- fue menester utilizar las bases de datos que forman parte del subsistema de información que utiliza el operador logístico de referencia para la gestión y control. Se soporta en Excel, fundamentalmente y se somete sistemáticamente a controles de calidad: lógica y matemática. Lo que da una medida de la calidad de la información utilizada para el diagnóstico. Esta incluye todos los campos utilizados en el estudio y otros que, por no ser de interés, fueron excluidos del segmento de base utilizada, así como los registros de las rutas que no cumplían con las condiciones requeridas para el estudio (viajes de solo recojo de envases, placas con tiempo en ruta

menor o igual a una hora, etc), quedando de esta manera como conjunto de datos (población objetivo), los registros de todas las rutas programadas en el periodo de marzo a septiembre del 2020. Previo al análisis estadístico de estos datos y, al tratarse de una serie histórica con frecuencia menor de un año, fue necesario tomar ciertas precauciones, en específico la conservación de la consistencia -invariabilidad en el método de recogida de la información- para ello se verificó que no hubo cambios en este sentido, durante el año analizado.

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 3.1 Operacionalización de las variables

VARIABLE	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	ESCALA DE CLASIFICACIÓN	DEFINICIÓN DE LA ESCALA
Meses (factor)	Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre	Escala cualitativa nominal	Según la pertenencia de los datos a cada mes en estudio se calcularon medidas de resúmenes para variables cuantitativas en cada mes (medias y desviaciones típicas)
Tiempo en ruta (TR)	Lapso transcurrido entre el inicio y final de jornada, excluyendo el tiempo medio de liberación y el tiempo interno.	Adecuado ($\leq 9,5$ horas) No adecuado ($> 9,5$ horas)	Se consideró adecuado si el Tiempo en ruta no excedió las 9,5 horas (estándar) y no adecuado en otro caso

Tiempo Medio de Liberación (TML)	Lapso transcurrido desde que el conductor ingresa al Centro de Distribución (CD) hasta que cruza la puerta de salida de este, para iniciar la ruta.	Adecuado $\leq 0,75$ horas (45 minutos) No adecuado $> 0,75$ horas (> 45 minutos)	Se consideró adecuado si el Tiempo medio de liberación no excedió las $\leq 0,75$ (estándar) y no adecuado en otro caso
Tiempo Interno (TI)	Lapso transcurrido desde que el conductor reingresa al Centro de Distribución hasta que cruza la puerta de salida de este, para dirigirse a su domicilio.	Adecuado $\leq 0,75$ horas (45 minutos) No adecuado $> 0,75$ horas (> 45 minutos)	Se consideró adecuado si el Tiempo interno no excedió las $\leq 0,75$ (estándar) y no adecuado en otro caso
Jornada Laboral (JL)	Lapso transcurrido entre el ingreso del conductor al CD por primera vez en el día hasta la conclusión de esta (JL= TR+TML+TI)	Adecuado ($\leq 11,0$ horas) No adecuado ($> 11,0$ horas)	Se consideró adecuado si la Jornada Laboral no excedió las 11,0 horas (estándar) y no adecuado en otro caso
Volumen planificado	Cantidad de hectolitros que se espera entregar en una jornada	Cuantitativa continua (razón o proporción)	Se considera adecuado cuando se planifican más de 400 HL para una jornada
Volumen rechazado	Cantidad de hectolitros que no fueron entregados en la jornada	Cuantitativa continua (razón o proporción)	Se considera adecuado cuando al ser comparado con el volumen planificado, no supera el 1% de rechazo
Porcentaje de rechazo	Indicador relativo construido a través del cociente entre el volumen rechazado y el planificado	Escala de proporción	Se considera adecuado cuando no supera el 1% y no adecuado en caso contrario
Magnitud del problema	Atributo que mide el tamaño absoluto del problema percibido por un experto	Escala ordinal 1 2 3 4	Según tamaño del problema percibido por un experto, donde 1 representa el menor tamaño y 4 el mayor

Gravedad del problema	Atributo que mide la mayor o menor importancia que se atribuye al problema con independencia de su magnitud	Escala ordinal 1 2 3 4	Según la gravedad del problema percibido por un experto, donde 1 representa el menor tamaño y 4 el mayor
Consecuencias del problema	Atributo que mide la repercusión que personas expertas le atribuyen a un problema	Escala ordinal 1 2 3 4	Según las consecuencias del problema percibido por un experto, donde 1 representa el menor tamaño y 4 el mayor
Vulnerabilidad	Atributo que mide la posible solución de un problema con acciones encaminadas a ese fin	Escala ordinal 1 2 3 4	Según la solución del problema percibido por un experto, donde 1 representa el menor tamaño y 4 el mayor

Fuente: Elaboración propia del autor

3.4. Técnicas y Procedimientos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Para la recogida de los datos se utilizaron las bases internas de la empresa, tal como se planteó con anterioridad. Además, se emplearon algunos tipos de validaciones del conjunto de datos, de tal manera que cumplan con los requisitos y parámetros de calidad. Entre estos tipos de validación empleados están: validación de código (número de transporte, placa asociada, número de viaje, conductor asignado, etc), validación de tipo de dato, es decir verificación de que todos los datos se encuentren en el formato correcto y validación de rango de datos (por ejemplo, que una ruta no exceda las 24 horas).

3.4.2. Técnicas de Procesamiento y Análisis

Previo al procesamiento de los datos se realizó análisis exploratorio de datos a través de técnicas descriptivas, lo que permitió identificar datos faltantes y errores que fueron corregidos. Se exportaron las bases de datos en Excel, donde fueron procesadas. Adicionalmente, se realizaron los procesamientos en RStudio.

Para dar salida al primer objetivo se calcularon medias aritméticas, desviaciones típicas y coeficientes de variación de manera global y mensual, para las variables de tiempo (tiempo en ruta, tiempo medio de liberación, tiempo interno, jornada laboral), seguido de la aplicación de la Prueba t de comparación de medias contra un valor dado (estándar). Así, se consideraron como estándar 9,5 horas para el tiempo en ruta, 0,75 horas o 45 minutos para el tiempo medio de liberación y tiempo interno y 11 horas para la jornada laboral (tiempos estándares de acuerdo con legislación de la CIA objeto de estudio). Para la variable rechazo se calcularon los puntajes medios del volumen planificado, el volumen rechazado y el porcentaje de rechazo, y este último se comparó contra un estándar (1%), a través de la prueba t de comparación de medias contra un valor dado. En todas estas pruebas se consideró un nivel de significancia del 5%.

La priorización de los problemas se realizó a través del empleo de la Matriz de Ranqueo, para ello se seleccionaron cuatro expertos (profesionales conocedores de la actividad, con más de cinco años en el ejercicio, con evaluaciones satisfactorias y no implicados en la dirección del proceso que se estudia). A ellos se le ofreció información con los problemas identificados y se les solicitó que se pronunciaron en una escala

ordinal de cuatro pasos donde debían evaluar los atributos: magnitud, gravedad, consecuencias y vulnerabilidad (previamente expresados en el documento brindado). Se aclaró que se le debía brindar la información mayor al problema que considerara peor en cada atributo y viceversa para el menor. Además, y dado que se emplearía la estadística de rangos, se les explicó cómo proceder en casos de doble o triple empate u observaciones liadas. Una vez realizado este ejercicio, el autor, procesó la información, mediante la sumatoria de los puntajes dados por cada experto. Así, fueron ordenados los problemas, siendo el de mayor jerarquía (rango 1) el que mayor puntuación alcanzó y viceversa.

Para la explicación de las causas se utilizó la técnica de Ishikawa, que incluyó los siguientes pasos: lluvia de ideas realizada por expertos, con la finalidad de la determinación de las causas; seguido de los 5 porqué con la finalidad de obtener la causa raíz, para la reducción de las causas secundarias se utilizó una segunda matriz de ranqueo, pero aplicado a tres expertos que se proyectaron respecto al atributo importancia.

Para el segundo objetivo y como propuesta de mejora se desarrolló una ecuación (1), denominada “Tiempo Piloto” que recopila todas variables inherentes al proceso de distribución de la empresa objeto de estudio con la finalidad de:

- Maximizar la adherencia entre el tiempo en ruta real que se ejecuta en el mercado (Tiempo de Ejecución) versus el tiempo que se le planifica diariamente a cada una de las placas (Tiempo Planificado).
- Estandarizar el proceso de asignación de tiempo plan por placa.

- Mejorar la productividad de la empresa objeto de estudio.

Para ello se plantea la siguiente ecuación:

$$T = \frac{X}{v_{pro}} + t_{atepro} * Y + t_{cft} * Z + \epsilon \quad (1)$$

Parámetros Variables (Planificación):

T= Tiempo Piloto

X= Kilómetros a recorrer

Y= Número de clientes por placa

Z= Número de CFT (producto y envase) por camión

Parámetros Fijos:

Para determinar la velocidad media de atención por zona (V_{pro}), se tomaron los datos de septiembre a noviembre del 2020 de todas las rutas programadas en este periodo de tiempo, como se indica en la tabla 3.2. Debido a que existe diferencia entre las zonas de atención (limitadas por la distancia de desplazamiento hacia cada una ellas y la velocidad máxima de circulación permitida), se tomó en consideración el destino al cual se dirige cada placa. Para esto se clasificó en 3 grupos; zona urbana, zona perimetral y zona rural. De acuerdo con los registros históricos de desplazamiento de las unidades se determinó que, para el rango de 0 a 70 Km, que generalmente es el recorrido de una placa que atiende en la zona urbana, la velocidad promedio a la cual circula es de 25 Km/h. Así mismo para el rango de 70 a 150 Km, que generalmente es el recorrido de una placa que atiende en la zona perimetral, la velocidad promedio a la cual circula es de 33 Km/h. Finalmente para el rango de 150 Km en adelante, que generalmente es el recorrido de una placa que atiende en la zona rural, la velocidad promedio a la cual circula es de 45 Km/h (Ver tabla 3.2). Vale indicar que para el cálculo de esta variable se tomó en

consideración los límites de velocidad permitidos por la CIA (curva: Max 40 Km/h; zona urbana: Max 50 Km/h y recta: Max 70 Km/h) y el desplazamiento entre PDV's que es una de las limitantes más grandes para no poder mantener una velocidad constante.

Tabla 3.2. Velocidad media de atención por zona (V_{pro})

Zona	Rangos Km		Velocidad (V_{pro})	Cantidad de datos
Urbana	Entre	0 70	25 Km/h	507
Perimetral	Entre	70 150	33 Km/h	129
Rural	Mayor	150	45 Km/h	126

Fuente: Elaboración propia del autor

Para determinar el tiempo medio de atención por entrega (t_{atepro}), se tomaron los datos de septiembre a noviembre del 2020 de todos los clientes planificados en este periodo de tiempo, como se indica en la tabla 3.3. Debido a que existe diferencia entre los tiempos de atención por entrega de los clientes (de acuerdo con el número de clientes planificados atender en cada placa y el número de CFT por cliente), se clasificaron en dos tipos; clientes mayoristas y clientes detallistas. De acuerdo con los registros históricos del tiempo promedio de entrega por cliente se determinó que, para una placa que contenga entre 1 y 10 clientes, será clasificada como ruta de atención a clientes mayoristas y su tiempo promedio de atención por cliente es de 10 minutos. Así mismo para una placa que contenga de 11 clientes en adelante, será clasificada como ruta de atención a clientes detallistas y su tiempo promedio de atención por cliente es de 6 minutos (Ver tabla 3.3). Vale indicar que el cálculo de esta variable se tomó en consideración protocolos de seguridad (estacionarse de forma segura, encender luces de parqueo, realizar una visión 360°, colocar conos, traba ruedas, etc) establecidos por la empresa para la ejecución de entregas en los puntos de venta y servicio al cliente

(saludar, identificarse, revisar el pedido en conjunto con el cliente, tiempo de cobranza, tiempo de procesamiento en el celular, etc) que es uno de los principales principios de la CIA y que, sin lugar a duda para no verlos comprometidos bajo ningún concepto, deben ser tomados en cuenta al momento de hacer cualquier tipo de estudio.

Tabla 3.3. Tiempo medio de atención por entrega (t_{atepro})

Tipo de Cliente	Rangos N° Clientes			Tiempo (t_{atepro})	Cantidad de datos
Mayoristas	Entre	1	10	10 min/cliente	214
Detallista	Mayor	11		6 min/cliente	2274

Fuente: Elaboración propia del autor

Para el tiempo medio de entrega por CFT (t_{cft}), se realizó una clasificación similar a la de la variable anterior en donde también se clasificaron los clientes en mayoristas y detallistas. De acuerdo con los registros históricos del tiempo promedio de atención por CFT se determinó que, para una placa que contenga entre 1 y 10 clientes, será clasificada como ruta de atención a clientes mayoristas y su tiempo promedio de atención por CFT es de 0,125 minutos. Así mismo para una placa que contenga de 11 clientes en adelante, será clasificada como ruta de atención a clientes detallistas y su tiempo promedio de atención por CFT es de 0,2 minutos (Ver tabla 3.4). Como dato a considerar vale aclarar que a mayor cantidad de producto de entrega al cliente (CFT) mayor es la productividad de descarga (menor tiempo de CFT).

Tabla 3.4. Tiempo medio de entrega por CFT (t_{cft})

Tipo de Cliente	Rangos N° CFT			Tiempo (t_{cft})
Mayoristas	Entre	1	10	0,125 min/CFT
Detallista	Mayor	11		0,2 min/CFT

Fuente: Elaboración propia del autor

Como última variable de la ecuación propuesta se consideró el tiempo medio de atención a clientes especiales (€). Para este estudio solo se consideraron a 3 clientes bajo esta denominación por su complejidad al momento de realizar las entregas, tales como: demoras por prioridad de atención a otros proveedores (cárnicos, verduras, frutas, etc), controles exhaustivos al momento de la recepción del pedido, complejidad para la estiba del producto, etc. Vale indicar que estos clientes eran atendidos directamente desde matriz (modalidad KKAA), sin embargo, hace ya algunos años pasaron a ser atendidos por el operador logístico objeto de estudio y por ende demanda un tiempo de atención mucho mayor al de los clientes de canal tradicional. De acuerdo con los registros históricos del tiempo promedio de atención a estos clientes, se determinó que para el cliente “Mc Manta Jr” su tiempo promedio de atención es de 1 hora, 1,5 horas para el cliente “Hiper Montecristi” y 2 horas para el cliente “Mc Manta” (Ver tabla 3.5).

Tabla 3.5. Tiempo medio de atención a clientes especiales (€)

Código	Cliente	Tiempo (€)
12022582	Mc Manta Jr - Flavio Reyes	1:00:00 hora
12192246	Hiper Montecristi - Vía Manta Montecristi	1:30:00 hora
11935261	Mc Manta - Cc El Ps Shopping De Manta	2:00:00 hora

Fuente: Elaboración propia del autor

3.4.3. Técnicas de Presentación

La información se presenta de manera resumida y auto explicada, mediante tablas y gráficos estadísticos, así como la redacción esquematizada del procedimiento propuesto, acorde a lo que la norma de redacción científica señala.

3.4.4. Aspectos éticos

Previo a la utilización de la información contenida en la base de datos, se garantizó a la gerencia de la empresa en estudio, el compromiso de que su utilización solo con fines investigativos. Además, dado que en esta se incluía información de las tripulaciones (compuestas por trabajadores de la empresa), fue menester considerar algunas pautas éticas establecidas por el Grupo CIOMS y por la Declaración de Helsinki (Helsinki, 2012 y CIOMS, 2015), sobre todo la no divulgación en la tesis de información personal.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

La caracterización del proceso de distribución de los productos de la empresa objeto de este estudio discurrió en varios momentos. Comienza por una evaluación de un conjunto de variables que clasifican en dos vertientes, el primer grupo relativo al tiempo, que incluye el tiempo de la jornada laboral y sus componentes: tiempo en ruta, tiempo medio de liberación y tiempo interno; en tanto el segundo grupo de variables, se refiere a las devoluciones del mercado o rechazo (MR), entre estas se evalúan la frecuencia relativa (porcentaje) de rechazos y los motivos o causas de su origen.

Lo antes mencionado permitió identificar los principales problemas relacionados con el objeto de estudio. Seguidamente, se realiza la priorización o jerarquización de problemas, su explicación y un análisis de las fuerzas internas (fortalezas y debilidades) y externas (amenazas y oportunidades), antesala de la toma de decisiones que minimicen las debilidades y las amenazas y maximicen las fortalezas y las oportunidades. Ello dejó el escenario listo para la realización de la propuesta de Plan de acción que se implementa y la evaluación de la efectividad de las acciones.

Caracterización del proceso de distribución de bebidas de moderación de empresa en estudio.

Análisis descriptivo e inferencial para la identificación de problemas en el proceso de distribución de bebidas de moderación de la empresa objeto de investigación:

Así, en la tabla 4.1 se presentan los valores medios, medidas de variabilidad y prueba de comparación de medias del tiempo en ruta contra un valor dado (estándar) de manera

global y por cada mes del estudio. En lo relativo al valor promedio global del tiempo en ruta este fue de 11,03 horas con una desviación típica de 2 y un coeficiente de variación del 18,13%, siendo esta diferencia significativa respecto al estándar establecido para esta variable (9,5 horas). Al analizar todos los meses se observa que los tiempos en ruta promedios fluctuaron entre 10,73 horas para el mes de octubre y 11,35 horas para diciembre, con variabilidades relativas que se movieron entre el 15,34% para septiembre y 20,32% en marzo, fluctuaciones aceptables. En todos los meses la diferencia en el promedio del tiempo en ruta, encontrada en los datos de las respectivas muestras difiere del valor deseado, de manera significativa. Ello habla en favor de que la variable tiempo en ruta, presentó dificultades durante el período en estudio, lo cual pudiera estar repercutiendo en el proceso de distribución, de ahí que un análisis exhaustivo de esta variable pudiera estar en la génesis de un plan de medidas de mejora, a considerar por la junta directiva, a partir de los resultados de la indagación respectiva.

Tabla 4.1 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo en ruta según meses

Meses	Media aritmética	Desviación Típica	Coeficiente de Variación	t	Sign*
Enero (n=326)	11,14	2,00	17,96	14,82	0,000
Febrero (n=290)	11,21	2,00	17,84	14,59	0,000
Marzo (n=336)	10,78	2,19	20,32	10,72	0,000
Abril (n=324)	10,93	2,03	18,57	12,68	0,000
Mayo (n=324)	10,94	1,93	17,64	13,47	0,000
Junio (n=305)	10,85	2,19	20,18	10,73	0,000
Julio (n=311)	11,03	1,91	17,32	14,09	0,000
Agosto (n=305)	10,97	1,94	17,88	13,28	0,000
Septiembre (n=259)	11,34	1,74	15,34	17,02	0,000
Octubre (n=286)	10,73	1,94	18,01	10,73	0,000
Noviembre (n=286)	11,15	2,10	18,83	13,27	0,000
Diciembre (n=255)	11,35	1,76	15,51	16,79	0,000
Total (n=3608)	11,03	2,00	18,13	45,92	0,000

Fuente: Elaboración propia del autor

Un análisis descriptivo de la serie de datos permite observar un comportamiento estable en el tiempo del evento evaluado, ya que no se observa una tendencia definida al incremento o disminución del tiempo en ruta a lo largo del período en que esta fue evaluada (Ver figura 4.1).



Figura 4.1 Serie de tiempo en ruta

Fuente: Elaboración propia del autor

Para comprobar que la serie del tiempo en ruta es estacionaria se aplica la prueba de Dickey-Fuller, en donde:

H₀: Serie de Tiempo en Ruta es no estacionaria

H₁: Serie de Tiempo en Ruta es estacionaria

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: tiempo_ruta_ts
Dickey-Fuller = -5.4806, Lag order = 6, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 4.2 Prueba Dickey-Fuller de la variable tiempo en ruta

Fuente: Elaboración propia del autor

Analizando el resultado de la prueba de “Dickey-Fuller”, se obtiene un p-value = 0,01, por lo que se rechaza H₀ a favor de H₁, es decir, se puede concluir que la serie de tiempo en ruta sigue un comportamiento estacionario en el periodo de tiempo estudiado (Ver figura 4.3).

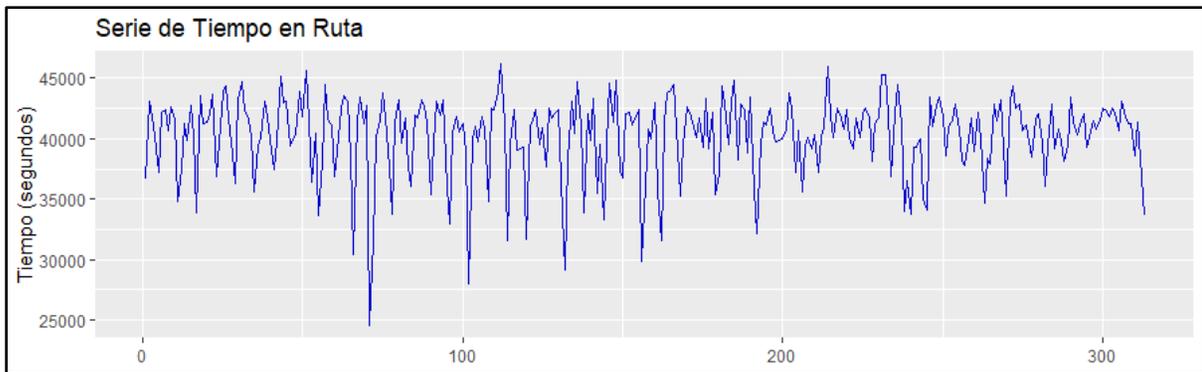


Figura 4.3 Gráfica Dick-Fuller de serie de tiempo en ruta

Fuente: Elaboración propia del autor

Es criterio del autor y de las autoridades de la empresa que esta situación problemática pudiera estar dada por una inadecuada planificación de las rutas: extra sector, extra ruta o fuera de frecuencia; el número de clientes por placa, la distancia o zona de atención (steam de ida y steam de retorno); no adherencia a la secuencia de la planificación dada; el control deficiente en el arribo al primer y último POC; dificultades en el tiempo de atención al cliente; la accesibilidad deficiente en algunos sectores; clientes con ventanas horarias definidas; recurrencia de rechazos por ciertos clientes; comportamiento inadecuado de clientes; preferencia de atención a ciertos clientes (canal on). En relación con el impacto de lo señalado, es necesario verlo desde una doble perspectiva: sobre el trabajador y sobre la empresa, en horizontes temporales corto, mediano y largo. Así, la tripulación -en general compuesta por tres integrantes por camión- al mantener el exceso de carga horaria dedicada al tiempo en ruta, sin incentivos de ninguna índole, pudiera presentar fatiga, con las consecuencias deletéreas sobre su salud física y mental, que de manera inmediata pudiesen incrementar la probabilidad de accidentabilidad de menor o mayor gravedad -por inseguridad en el manejo, agresividad durante la conducción, excesos de velocidad, no manejo a la defensiva- que pudiese

llevar a la discapacidad física y(o) mental e incluso a la ocurrencia de un exitus letal; en tanto que a mediano o largo plazo pudiese generar una reducción de la longevidad laboral, con consecuencias dañinas al arribar a la jubilación. En relación con la empresa, ello puede ser expresión de baja productividad, con las consecuencias que esto entraña, por las pérdidas que sus efectos pudiesen generar, entre ellas aumento de los costos operacionales en el traslado (taxis), meriendas, resguardo policial, entre otros. Por otra parte, el incremento de la probabilidad de accidentes puede representar para esta entidad problemas legales serios, por demandas ante la ocurrencia de lesiones severas que lleven implícita una indemnización temporal o permanente.

Los valores medios y medidas de dispersión de la variable tiempo medio de liberación consumido por los investigados, distribuidos por meses se presenta en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo medio de liberación según meses

Meses	Media aritmética	Desviación Típica	Coficiente de Variación	t	Sign*
Enero (n=384)	0,85	0,38	44,7	5,255	0,000
Febrero (n=338)	0,88	0,38	43,2	6,422	0,000
Marzo (n=352)	0,82	0,39	47,6	3,241	0,001
Abril (n=342)	1,11	0,34	30,6	19,637	0,000
Mayo (n=351)	0,95	0,32	33,7	11,919	0,000
Junio (n=337)	0,94	0,32	34,0	11,274	0,000
Julio (n=339)	0,93	0,32	34,4	10,974	0,000
Agosto (n=329)	0,82	0,25	30,5	4,632	0,000
Septiembre (n=291)	0,71	0,26	36,6	-2,714	0,007
Octubre (n=303)	0,71	0,27	38,0	-2,403	0,017
Noviembre (n=329)	0,82	0,32	39,0	3,911	0,000
Diciembre (n=328)	0,82	0,32	39,0	-2,035	0,043
Total (n=4001)	0,86	0,34	39,5	20,250	0,000

Fuente: Elaboración propia del autor

En esta se observa que, de manera global, en la totalidad del período de estudio, se consumió como promedio en estas 0,86 horas, lo que es un tiempo aproximado de 51,6 minutos. Con valores que fluctúan entre 0,71 horas (42,6 minutos) en los meses de septiembre y octubre y 1,11 horas (66,6 minutos) en el mes de abril. Al analizar las medidas de variabilidad utilizadas, la variabilidad relativa es algo alta, lo que habla de cierta imprecisión en las estimaciones. Al realizar la prueba t para la comparación de medias contra un valor considerado como óptimo -0,75 o 45 minutos-, se aprecia que en todos los meses estudiados y de manera general, esta resultó significativamente superior al permitido. Ello pudiera considerarse en el plan de acción a realizar, con la finalidad de mejorar el proceso de distribución de bebidas de moderación del operador logístico objeto de estudio, con independencia de que esta variable no es determinante en la gestión que se realiza.

En base al análisis descriptivo que se observó a esta variable, tanto el criterio del autor como el de la directiva converge en que la dilación temporal del tiempo medio de liberación puede estar relacionada con el arribo tardío de los conductores al centro de distribución (CD), la extensión de la reunión matinal, el retraso en el cargue de los camiones, demoras en la validación de la carga, demora en saneos del producto, incumplimiento de mínimos vitales y cuello de botella en andenes. Ello pudiera constituir un obstáculo inicial en el *stem* de ida y postergar el arribo al primer cliente. Desde una perspectiva psicológica, es conocido que esto genera en el trabajador ideas negativas que, consecuentemente afectarán el resto de la jornada, siendo fuente de malestar emocional y la causa de comisión de actos fallidos a repetición, de consecuencias irreversibles.

En relación con las consecuencias posibles derivadas de esta situación, para la empresa, estas ya fueron descritas con anterioridad (Ver tabla 4.2), aunque su impacto es mucho menor que otros componentes de la Jornada Laboral, como el tiempo en ruta, tal como se discute más adelante.

En la tabla 4.3 se presentan las medias aritméticas, medidas de dispersión y prueba de significación de la variable tiempo interno. Así, a nivel de periodo, este fue de 0,76 horas (45,6 minutos) y valores que se mueven entre 0,57 horas (34,2 minutos) en septiembre y 0,89 horas (53,4 minutos) en febrero. Para todo el periodo estudiado se observa que el tiempo interno utilizado fue superior de manera significativa, al previsto ($p \leq 0,05$). Ello permite pensar que esta variable sea considerada en un segundo análisis, con vistas a establecer un grupo de acciones encaminadas a mejorar la realidad encontrada.

En relación con las causas de esta dilación del tiempo interno, esto podría estar dado por múltiples causas, entre ellas la existencia de cuellos de botellas en andenes al retorno de las unidades; insuficiente personal de bodega para el recuento del retorno del producto del mercado en horas pico; falta de operadores de montacargas y de estas máquinas en horas picos; prioridad a la atención de trailers (T1) con producto procedente de planta; cuello de botella en liquidación; demora en la entrega de gastos y; cola excesiva en la ventanilla del banco.

Estas afectaciones pudieran emerger con carácter aditivo a la dilación del tiempo interno, aumentando el retraso o de manera independiente en casos que hasta ese momento no presentaran este tipo de situación. Cualesquiera de los casos, afectaría el

comportamiento de los conductores afectados en lo adelante, contribuyendo a incrementar de manera patológica, la jornada laboral, con las consecuencias que ya fueron analizadas.

Las consecuencias sobre la empresa o sobre la tripulación serían las mismas descritas en el análisis de las tablas anteriores, razón por la que no se reitera aquí.

Tabla 4.3 Valores medios y medidas de dispersión del tiempo interno según meses

Meses	Media aritmética	Desviación Típica	Coficiente de Variación	t	Sign*
Enero (n=392)	0,87	0,45	33,7	12,513	0,000
Febrero (n=353)	0,89	0,29	32,6	9,008	0,000
Marzo (n=398)	0,78	0,32	41,0	1,668	0,096
Abril (n=349)	0,79	0,29	36,89	2,549	0,011
Mayo (n=347)	0,80	0,29	36,3	3,045	0,003
Junio (n=346)	0,79	0,31	39,2	2,409	0,017
Julio (n=333)	0,67	0,22	32,8	-6,586	0,000
Agosto (n=328)	0,70	0,24	34,3	-3,557	0,000
Septiembre (n=295)	0,57	0,22	38,6	-2,341	0,000
Octubre (n=317)	0,71	0,25	35,2	-2,738	0,007
Noviembre (n=344)	0,69	0,27	39,1	-4,013	0,000
Diciembre (n=319)	0,63	0,23	36,5	-9,122	0,000
Total (n=4122)	0,76	0,29	38,2	2,304	0,021

Fuente: Elaboración propia del autor

El tiempo promedio de la jornada laboral en el periodo estudiado (Tabla 4.4), a lo largo de todo el periodo fue de 12,74 horas, resultado muy superior al estimado (11,0 horas) ($p \leq 0,05$). En tanto los valores de la variable oscilan entre 12,31 horas en octubre y 13 horas en septiembre, siendo en todos los meses, la duración media de la jornada laboral superior de forma significativa ($p \leq 0,05$). Es de destacar que la elevada duración de la Jornada Laboral no solo es expresión de problemas con el aprovechamiento de esta, sino que disminuye el tiempo de descanso establecido, lo que repercute en horizontes temporales corto, mediano y largo en la productividad, retención y longevidad laboral. De

ahí que deberá ser atendido y considerado con énfasis en el plan de acción a desarrollar, para mejorar semejante dificultad.

Las causas y consecuencias esgrimidas en el análisis de los tiempos en ruta, tiempo medio de liberación y tiempo interno, son pertinentes en el análisis de esta variable, en tanto ella es la sumatoria de las anteriores.

Tabla 4.4 Valores medios y medidas de dispersión de la jornada laboral según meses

Meses	Media aritmética	Desviación Típica	Coefficiente de Variación	t	Sign*
Enero (n=309)	12,97	2,21	17,04	15,63	0,000
Febrero (n=268)	12,92	2,38	18,42	13,22	0,000
Marzo (n=321)	12,43	2,48	19,87	10,34	0,000
Abril (n=306)	12,81	2,27	17,72	13,92	0,000
Mayo (n=314)	12,86	2,12	16,49	15,56	0,000
Junio (n=290)	12,72	2,26	17,77	12,93	0,000
Julio (n=297)	12,88	1,89	14,67	17,77	0,000
Agosto (n=296)	12,77	1,91	14,96	15,95	0,000
Septiembre (n=255)	13,00	1,86	14,30	17,28	0,000
Octubre (n=285)	12,31	2,16	17,75	10,24	0,000
Noviembre (n=267)	12,66	2,29	18,10	11,83	0,000
Diciembre (n=265)	12,49	2,47	19,15	9,78	0,000
Total (n=3474)	12,74	2,21	17,35	46,30	0,000

Fuente: Elaboración propia del autor

En la tabla 4.5 se presentan los porcentajes de rechazo que en promedio se obtuvo a nivel de período de estudio y en unidades de tiempo mensual, obtenidas a partir de los indicadores volumen planificado y volumen rechazado. Así, de manera general hubo un porcentaje de rechazo de los productos de 1,87%, significativamente superior al valor prefijado (1,0%). Situación que se repite en la mayoría de los meses, excepto de diciembre ($p=0,581$), abril ($p=0,207$), enero ($p=0,087$) y febrero ($p=0,053$), aunque estos dos últimos meses estuvieron próximos al nivel de significación prefijado ($p=0,05$). Nótese que la diferencia significativa se produce en el sentido de encontrar un porcentaje

de rechazo superior al permitido. Lo cual constituye un indicador negativo en relación con la productividad, la eficiencia y la efectividad de la empresa. Ello deberá ser considerado en un análisis posterior dirigido a seleccionar los principales problemas susceptibles de mejora con intervenciones específicas.

Es criterio del autor y de la junta directiva de la empresa, así como de los controles internos, que esta situación se debe fundamentalmente a la presencia de locales cerrados, clientes sin dinero (contado y crédito), no realización de pedidos, por errores en la toma de los pedidos, zonas peligrosas, entrega fuera de horario. Ello puede estar repercutiendo en pérdidas económicas importantes, así como en el aumento significativo del tiempo en ruta y de la jornada laboral y con ello en que se brinde un servicio inadecuado al cliente, lo que se considera un problema de calidad de los servicios que brinda la empresa, por lo que hay un incumplimiento de la razón principal de este negocio.

Tabla 4.5 Valores medios y significación estadística del porcentaje de rechazo

Meses	Volumen planificado	Volumen rechazado	Porcentaje de rechazo	t	Sign*
Enero (n=26)	491,30	6,90	1,47	1,78	0,087
Febrero (n=24)	571,35	9,48	1,50	2,04	0,053
Marzo (n=28)	491,89	8,93	1,73	2,69	0,001
Abril (n=26)	523,03	5,83	1,15	1,30	0,207
Mayo (n=26)	495,49	6,28	1,32	2,70	0,012
Junio (n=26)	456,56	6,49	1,57	3,74	0,001
Julio (n=26)	436,24	6,84	1,60	5,19	0,000
Agosto (n=27)	454,56	11,22	1,16	7,24	0,000
Septiembre (n=26)	423,60	7,93	1,75	8,43	0,000
Octubre (n=27)	446,45	13,95	3,37	2,63	0,014
Noviembre (n=267)	487,13	9,85	2,54	2,72	0,012
Diciembre (n=27)	730,57	12,09	1,59	0,56	0,581
Total (n=316)	500,72	8,91	1,87	6,23	0,000

Fuente: Elaboración propia del autor

La distribución de los rechazos o devoluciones provenientes del mercado, en virtud de sus causas y período de estudio, se presenta en la tabla 4.6. Así, de manera general las devoluciones relacionadas con el cliente fueron las de mayor importancia relativa al ocupar el 69% del total, seguido por las del equipo de ventas que representa el 20,3%, en tanto el equipo de distribución con el 2,4% ocupa el tercer lugar y las del equipo bodega con el 0,8% ocupa el último lugar. De ahí que, en términos genéricos se pudiera considerar a los clientes como la principal causa de la devolución, por lo que debe analizar en profundidad en momento posterior, dedicado al análisis causa-efecto, en caso de que las devoluciones resulten priorizadas en la Matriz de Ranqueo.

Tabla 4.6 Distribución de rechazos según meses y motivo del rechazo en cantidad

Meses	Motivo del Rechazo								
	Total (n)	Cliente		Ventas		Bodega		Distribución	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Enero	534	386	72,3	139	26,0	6	1,1	3	0,6
Febrero	655	489	74,7	150	22,9	5	0,8	11	1,7
Marzo	702	536	76,4	136	19,4	7	1,0	23	3,3
Abril	755	489	64,8	254	33,6	3	0,4	9	1,2
Mayo	776	517	66,6	248	32,0	2	0,3	9	1,2
Junio	901	555	61,6	322	35,7	20	2,2	4	0,4
Julio	998	649	65,0	343	34,4	4	0,4	2	0,2
Agosto	937	652	69,6	272	29,0	4	0,4	9	1,0
Septiembre	775	571	73,7	186	24,0	18	2,3	0	0,0
Octubre	971	650	66,9	197	20,3	0	0,0	124	12,8
Noviembre	976	686	70,3	262	26,8	0	0,0	28	2,9
Diciembre	434	319	73,5	102	23,5	7	1,6	6	1,4
Total	9414	6499	69,0	2611	20,3	76	0,8	228	2,4

Fuente: Elaboración propia del autor

4.1.1. Identificación de problemas en el proceso de distribución de bebidas de moderación del objeto de investigación

La Matriz de ranqueo realizada a partir de la integración de los resultados obtenidos por cuatro expertos en el tema de estudio se presenta en el anexo 1. Así, cuatro expertos

en el tema evaluaron en una escala entre 1 y 4, los atributos: magnitud, gravedad, consecuencia y vulnerabilidad, donde la puntuación menor representa el menor valor del atributo y la mayor lo contrario. En relación con la magnitud y las consecuencias los problemas clasificaron en el orden (descendente) de que sigue: tiempo en ruta y porcentaje de rechazo, seguidos de tiempo medio de liberación y tiempo interno; en relación con la gravedad se ordenaron como siguen: tiempo en ruta, rechazo, tiempo interno, tiempo medio de liberación; mientras que para el atributo vulnerabilidad el orden fue: tiempo interno, tiempo medio de liberación, rechazo y el tiempo en ruta.

De manera global la ubicación de los problemas en orden jerárquico fue como sigue: tiempo en ruta, rechazo, tiempo medio de liberación y tiempo interno. Luego de un análisis de los recursos necesarios para atacar los problemas detectados se considera que, si se toman medidas sobre el tiempo en ruta, se resuelve una parte importante de los problemas encontrados (Ver tabla 4.7).

Tabla 4.7 Matriz de Ranqueo

MATRIZ DE RANQUEO							
Orden	Problema	Sumatoria				Total	Priorización
		Mag.	Grav.	Cons.	Vulnera.		
1	Tiempo en Ruta (TR)	16	16	16	4	52	1
2	Tiempo Medio de Liberación (TML)	6,5	5,5	8	13	33	3
3	Tiempo Interno (TI)	5,5	6,5	4	15	31	4
4	Porcentaje de Rechazo (%)	12	12	12	8	44	2

Fuente: Elaboración propia del autor

4.1.3 Explicación del problema jerarquizado en el proceso de distribución de bebidas de moderación del objeto de investigación (Diagrama causa-efecto)

Con la finalidad de explicar la relación de causalidad del problema (efecto) principal determinado en el paso anterior. Se realiza el diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, donde se representa gráficamente las posibles causas principales y secundarias del problema jerarquizado.

En el caso que ocupa esta investigación como puede verse en el gráfico 4.4, el efecto es el Tiempo en ruta superior al establecido. Como causas primarias asociadas al problema que aparecen ubicadas en el plano superior: mano de obra, medición/resultados y maquinarias; en tanto en el plano inferior se ubican: operación, medio ambiente y clientes. La lluvia de ideas realizada por expertos, con la finalidad de la determinación de las causas, arrojó que para mano de obra las principales causas consignadas fueron: desconocimiento de zonas, falta de ayudantes a clientes especiales; la medición/resultados incluye: mala gestión de paradas no plan, mala gestión de revisitas, desconocimiento del tiempo plan por placa; la categoría maquinarias: falta de equipos de apoyo (camionetas), impresoras en mal estado, fallas mecánicas en camiones; la causa operación incluye: deficiente soporte en revisión de cuentas (SAP), número excesivo de clientes por viaje, mala toma de pedidos/pedidos sugeridos, revisitas; en relación con el medio ambiente: distancias largas, zonas inseguras, zonas inaccesibles, restricciones municipales; respecto a la causa primaria clientes: desconocimiento de política de entrega, clientes mal geo codificados y locales cerrados.

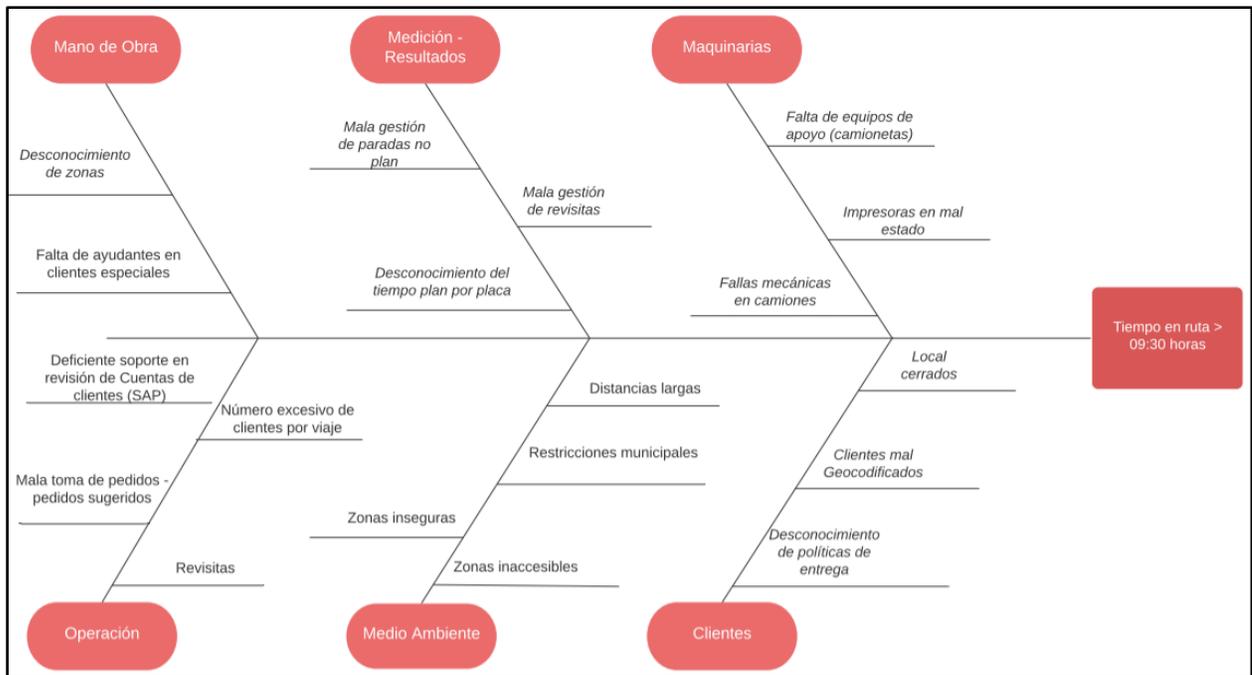


Figura 4.4 Diagrama de Causa-Efecto Tiempo en Ruta

Fuente: Elaboración propia del autor

Seguidamente y, con la finalidad de obtener la causa raíz, se aplicó la técnica de los 5 porqué (Ver figura 4.5). Así, el desconocimiento de las zonas, se considera se debe a la falta de entrenamiento del personal nuevo, dado por el incumplimiento del Plan de capacitación establecido, la falta de ayudantes a clientes especiales (black list) se considera causada por falta de información sobre los clientes que requieren ayudantes adicionales y esto se lo atribuye a que no existe una lista negra de clientes con dificultades de entrega (clientes problemáticos, demora en el pago o en la recepción de los pedidos, clientes con estrictos controles de verificación de mercancía, reciben el pedido en más de un lugar, clientes con estibas superior a lo permitido, puntos de venta con subterráneos o demasiados pisos, etc). La mala gestión de paradas no plan se considera debida al poco seguimiento que se les da a las mismas, debido a la falta de un ranking que permita medirlas y compararlas entre los recursos que las generan. La

mala gestión de revisitas se atribuye a la falta de un procedimiento que estipule claramente cuando, donde y porque pudiese aplicar la revisita a un cliente; el desconocimiento del tiempo plan por placa, se debe a la falta de visualización en vivo de los tiempos ejecutados versus el restante, tanto por el personal de reparto (choferes con sus respectivos ayudantes) como del personal administrativo (monitorista, supervisor de ruta, etc); la falta de equipos de apoyo (camioneta) se considera debida a que no están consideradas en el modelo de negocio (licitación); las impresoras en mal estado se deba a la falta mantenimiento a estos equipos por la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo para estos; las fallas mecánicas en camiones puede deberse a la no adherencia al plan de mantenimiento preventivo, que pudiera relacionarse con la variabilidad de la demanda de entregas.

En lo que concierne al deficiente soporte en revisión de cuentas de clientes (SAP) este se relaciona con una mala compensación de cuentas, la ausencia de seguimiento (PI) de las novedades presentadas en las cuentas, la ausencia de acuerdos de servicios (SLA's) con el área de crédito. El número excesivo de clientes por viaje puede deberse a mal balanceo de rutas, incumplimiento de drop size mínimos e inexistencia de acuerdos de servicios con el área de planeación, falta de seguimiento por parte del operador logístico. La mala toma de pedidos/pedidos sugeridos se considera debida a la falta de seguimiento a pedidos mal tomados y no hizo pedidos, falta de una matriz de consecuencias a televendedores (TVT's), prevendedores (PVT's) o desarrolladores de negocio (DN's) reincidentes en estos motivos. Para el problema revisita, la causa considerada es el cliente con novedades para recibir pedidos, causada por ausencia de

acuerdos de servicios con el cliente. En relación con los problemas del medio ambiente se encuentran como causas las distancias largas por clientes en zonas lejanas, las zonas inseguras por sectores de bajo resguardo policial, las zonas inaccesibles debido a naturaleza de su geografía, las restricciones municipales se consideran debidas calles angostas o de alto flujo de personas. Respecto a los clientes se consideran causas el desconociendo de las políticas de entrega, dado que el equipo comercial no refuerzan las políticas de entrega al momento de la negociación, los clientes mal geo codificados pueden deberse a error en el levantamiento de datos maestros, puesto que se generan códigos de nuevos clientes sin realizarles alguna visita, en tanto que los locales cerrados se deben a la llegada de camiones demasiado tarde (clientes con ventanas horarias definidas) a los puntos de ventas.

Es válido que, desde una perspectiva taxonómica, las causas primarias pueden consignarse como: externas e internas, y ambas pueden ser modificables o no. Ello, condiciona el análisis a aquellas que pudieran ser intervenidas, eliminando a priori, las no modificable. En el problema que ocupa a la empresa objeto de estudio, la mayoría de las causas que se relacionan con el medio ambiente, no serán consideradas en la elaboración del plan de medidas para la solución al problema detectado, por la imposibilidad de modificarlas con un conjunto de acciones.

	Possible Cause	1 Por qué?	2 Por qué?	3 Por qué?	4 Por qué?	5 Por qué?
Mano de Obra	Desconocimiento de zonas	Falta de entrenamiento al personal nuevo	Incumplimiento al plan de capacitación			
	Falta de ayudantes en clientes especiales	No hay información de que clientes requieren un ayudante adicional	No existe un historial de clientes especiales			
Medición - Resultados	Mala gestión de paradas no plan	Falta de seguimiento a paradas no plan	No existe un ranking de paradas no plan por recurso			
	Mala gestión de revisitas	Falta de procedimiento que estipule a quienes aplica una revisita				
	Desconocimiento del tiempo plan por placa	No hay visualización en vivo del tiempo ejecutado VS el restante	Falta de generación de dashboard			
Maquinarias	Falta de equipos de apoyo (camionetas)	No están consideradas dentro del modelo de negociación (licitación)				
	Impresoras en mal estado	No hay mantenimiento de estos equipos	No existe un plan de mantenimiento preventivo de estos equipos			
	Fallas mecánicas en camiones	No adherencia al plan de mantenimiento preventivo	Por la variabilidad de la demanda de reparto			
Operación	Deficiente soporte en revisión de Cuentas de clientes (SAP)	Mala compensación de cuentas	No hay seguimiento (PI) de las novedades presentadas en las cuentas	Falta de SLA's con crédito		
	Número excesivo de clientes por viaje	Mal balanceo de rutas	Incumplimiento de drop size mínimos	Inexistencia de SLA's con planeación	Falta de seguimiento por parte del OPL	
	Mala toma de pedidos - pedidos sugeridos	Falta de seguimiento a pedidos mal tomado y no hizo pedido	Falta de matriz de consecuencias a TVT, PVT o DN reincidentes			
	Revisitas	Cientes con novedades para recibir el pedido	Ausencia de SLA's con clientes reincidentes			
Medio Ambiente	Distancias largas	Cientes en zonas lejanas				
	Zonas inseguras	Sectores con bajo resguardo policial				
	Zonas inaccesibles	Por la naturaleza de su geografía				
	Restricciones municipales	Calles angostas o de alto flujo de personas				
Clientes	Desconocimiento de políticas de entrega	Equipo comercial no refuerzan las políticas de entrega al momento de la negociación				
	Cientes mal Geocodificados	Error en levantamiento de datos maestros	Generan códigos nuevos sin visitar al cliente			
	Local cerrado	Llegada de camiones muy tarde al PDV				

Figura 4.5 Matriz 5 por qué?
Fuente: Elaboración propia del autor

A continuación, y con la finalidad de realizar una selección precisa del Plan de Acción, se decidió, realizar una segunda matriz de ranqueo (Ver figura 4.6) sobre las causas consignadas con anterioridad. Para ello se consideraron como atributos, cuyo resultado se expone a continuación. Para cada causa primaria, se les solicitó a los expertos la ordenaran en orden creciente, de manera que a la causa que considerasen más importante le otorgasen la puntuación mayor, para luego, por técnica de ranqueo, como se explicó en el método, se escoja la causa principal, se valide su problema raíz, sobre la cual se elaborarán las acciones. Así, para la causa primaria mano de obra, se seleccionó como causa secundaria el desconocimiento de zonas y como causa raíz el incumplimiento al plan de capacitación con 11 puntos; de la medición/resultados se seleccionó la mala gestión de revisitas por ausencia de un procedimiento que estipule

claramente cuando, donde y por qué se la pueda realizar; de la causa relacionada con maquinarias se seleccionó la falta de equipos de apoyo (camionetas) debido a que no están consideradas dentro de modelo de licitación; dentro de la causa operación, quedó priorizada el número excesivo de clientes por viaje, por la falta de seguimiento de parte del operador logístico a la realización de acuerdos de servicios (SLA's) con el área de planeación; dentro del medio ambiente las zonas inaccesibles por la naturaleza misma de su geografía, que se eliminan por la imposibilidad de actuar sobre ellas; y para el cliente, se seleccionó el desconocimiento de las políticas de entrega por la falta de refuerzo al momento de realizar la negociación entre el equipo comercial y el cliente. Para estas causas se elaboraron las siguientes acciones a realizar en diferentes horizontes temporales.

SEGUNDA MATRIZ DE RANQUEO						
CAUSAS		Experto 1	Experto 2	Experto 3	Total	Priorización
Primarias	Secundarias	Importancia	Importancia	Importancia		
Mano de Obra	Desconocimiento de zonas	4	3	4	11	2
	Falta de ayudantes a clientes especiales	1	1	2	4	
Medición - Resultados	Mala gestión de paradas no plan	3	2	2	7	
	Mala gestión de revisitas	4	4	3	11	2
	Desconocimiento del tiempo plan por placa	2	1	2	5	
Maquinarias	Falta de equipos de apoyo (camionetas)	3	4	3	10	3
	Impresoras en mal estado	3	2	1	6	
	Fallas Mecánicas en Camiones	1	1	2	4	
Operación	Deficiente soporte en revisión de Cuentas de clientes (SAP)	1	1	2	4	
	Número excesivo de clientes por viaje	4	3	4	11	2
	Mala toma de pedidos - pedidos sugeridos	2	2	1	5	
	Revisitas	3	4	3	10	3
Medio Ambiente	Distancias largas	2	4	3	9	
	Zonas inseguras	3	1	2	6	
	Zonas inaccesibles	4	3	4	11	2
	Restricciones municipales	1	2	1	4	
Clientes	Desconocimiento de políticas de entrega	4	4	4	12	1
	Clientes mal Geocodificados	3	2	3	8	
	Local cerrado	2	3	2	7	

Figura 4.6 Segunda matriz de ranqueo

Fuente: Elaboración propia del autor

4.2. Puesta en marcha del Procedimiento de mejora

Como parte de la caracterización del problema se identificó que uno de los errores más grandes que se tenía al realizar el análisis de rutas críticas (rutas con más de 11 horas en el mercado) es que se pretendía comparar a todas las rutas contra un mismo estándar (09:30 horas), lo cual no es adecuado dado que existen rutas que solamente entre su steam de ida y retorno (tiempo de desplazamiento del camión desde CD al primer cliente y viceversa respectivamente) necesitan más de 8 horas, dejando para ejecución de la ruta como tal menos de una hora y media para poder cumplir con la meta. Esto daba lugar a que no se pudieran generar planes de acción que ayuden a mitigar la extensiva jornada de trabajo que se tenía en la mayor parte de las rutas (evento que ocurría en el 100% de las rutas de atención en la parte rural). Es por esta razón que se decidió desarrollar una ecuación (tiempo piloto explicado en el capítulo 3) que contemple todas las variables inherentes al proceso de distribución y que cualquier desviación marcada que se detecte sea llevada a un análisis más exhaustivo de la ruta y por ende determinar los verdaderos causales de las demoras.

Para comprobar que el método propuesto (ecuación piloto) puede ser de gran utilidad en la operación y que ayudará a minimizar los GAP's existentes entre el tiempo que se planifica y el tiempo real empleado en el mercado se realizó una prueba contraste de hipótesis, en donde:

$$H_0: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} = \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

$$H_1: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} \neq \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

Para esta primera parte se considera los supuestos de que los datos son normales y que las varianzas son iguales. Se realizan diagramas de cajas para comparar las dos muestras y determinar si visualmente existe alguna diferencia entre sus datos y como dato a priori según los gráficos obtenidos se podría decir que el excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta planificado (TR_Planificacion) es mayor que el excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta piloto (TR_Piloto) y que la variabilidad de sus datos son similares dado que no se observan datos atípicos considerables.

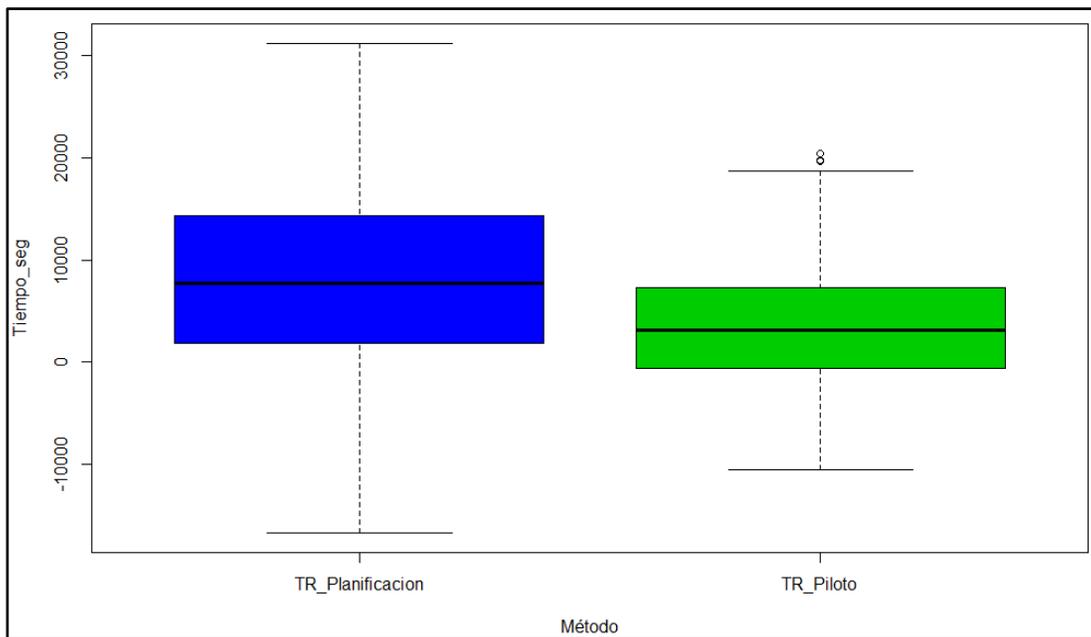


Figura 4.7 Diagrama de Cajas de las variables en estudio

Fuente: Elaboración propia del autor

Calculando los estadísticos más relevantes para las variables en cuestión, encontramos que la media para la muestra del TR_Planificacion es 7609 segundos (2:06:49 horas), mientras que para la muestra del TR_Piloto es de 3441 segundos (0:57:21 horas).

```

> summary(datos_ph_seg$`Excedente Ejecutado VS Planificado`)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-16675  1847    7696   7609  14364   31184
> summary(datos_ph_seg$`Excedente Ejecutado VS Piloto`)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-10570   -630    3130   3441   7245   20453

```

Figura 4.8 Comparación de estadísticos descriptivos de las variables

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 4.8 Comparación y conversiones de estadísticos descriptivos de las variables

Estadístico	Excedente Ejecutado VS Planificado		Excedente Ejecutado VS Piloto	
	Segundos	Hora	Segundos	Hora
Min	16675	4:37:55	10570	2:56:10
1st Qu.	1847	0:30:47	630	0:10:30
Median	7696	2:08:16	3130	0:52:10
Mean	7609	2:06:49	3441	0:57:21
3rd Qu.	14364	3:59:24	7245	2:00:45
Max.	31184	8:39:44	20453	5:40:53

Fuente: Elaboración propia del autor

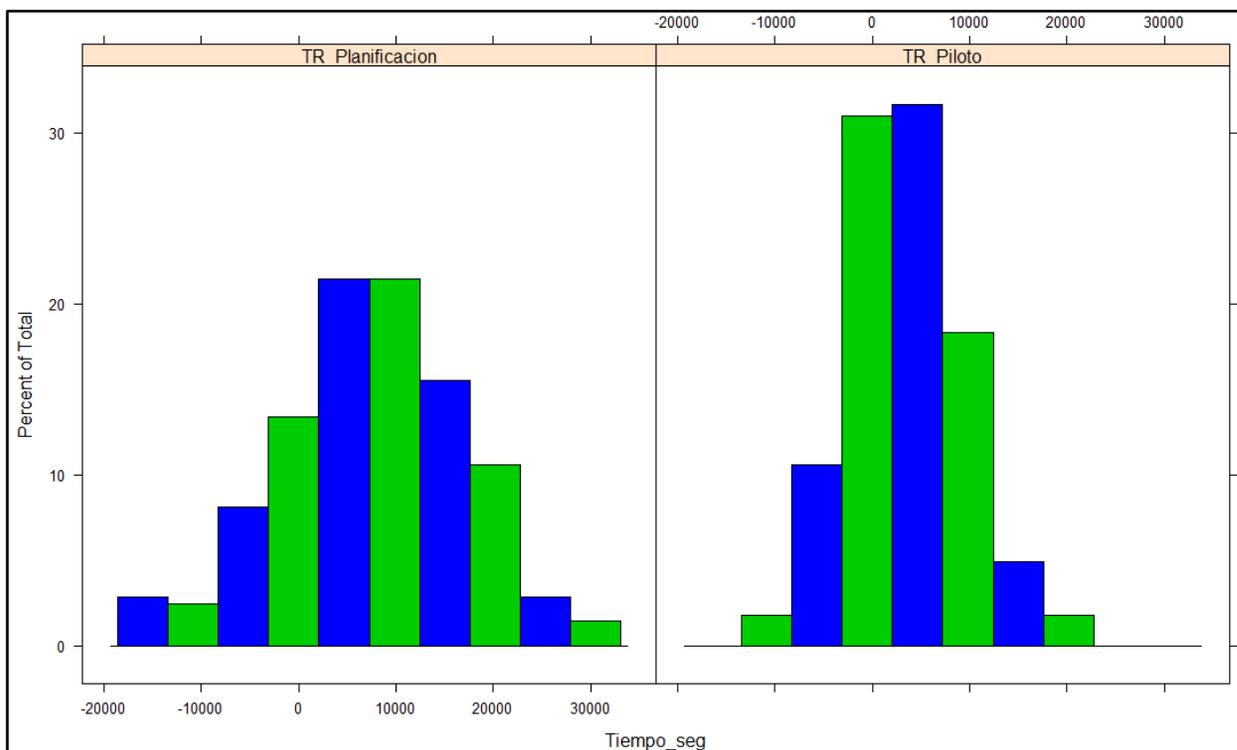


Figura 4.9 Histogramas de frecuencia de las variables TR Planificación y TR Piloto

Fuente: Elaboración propia del autor

Se realiza la prueba “t” para las variables en estudio y se obtiene un valor p-value = $8.071e^{-10}$, por lo que se concluye que existe evidencia estadística significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 , es decir que la media del excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta planificado (TR_Planificacion) es distinta de la media del excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta piloto (TR_Piloto), con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de las medias, es decir que la diferencia entre las dos medias podría variar entre 2858 segundos (0:47:38 horas) y 5478 segundos (1:31:18 horas).

```
> t.test(excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado,excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto,var.equal = TRUE)

Two sample t-test

data:  excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado and excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto
t = 6.2502, df = 566, p-value = 8.071e-10
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 2858.093 5477.647
sample estimates:
mean of x mean of y
7608.842 3440.972
```

Figura 4.10 Prueba t de las variables en estudio

Fuente: Elaboración propia del autor

Para conocer cuanto varían los datos entre sí, se realizó una estimación de la desviación estándar, como se indica en la fórmula (2). Aplicando la formula en mención se obtuvo que la desviación correcta de las varianzas entre el excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta planificado (TR_Planificacion) y el excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta piloto (TR_Piloto) es de 7946,279 segundos (2:12:26 horas).

$$S = \sqrt{\frac{(n-1)Sx^2+(m-1)Sy^2}{n+m-2}} \quad (2)$$

```

> sd(excedente_TRejcutado_VS_TRplanificado)
[1] 9536.471
> sd(excedente_TRejcutado_VS_TRpiloto)
[1] 5944.948
> sqrt((var(excedente_TRejcutado_VS_TRplanificado)*(284-1)+var(excedente_TRejcutado_VS_TRpiloto)*(284-1))/(284+284-2))
[1] 7946.279

```

Figura 4.11 Estimación de la desviación estándar

Fuente: Elaboración propia del autor

Para conocer la potencia o sensibilidad de la prueba se aplicó el comando “power.t.test”, tomando como datos de entrada n=284 observaciones, delta=3600 segundos (1 hora) y sd=7946,279 segundos (2:12:26 horas). Vale indicar que para esta prueba es de suma importancia conocer que diferencia de medias se considera como significativa o importante, se le dio una hora dado que por encima de ese valor puede marcar la diferencia entre una ruta crítica o no. Interpretando los resultados de la prueba, la probabilidad de hacer un descubrimiento o de detectar una diferencia entre las medias de una hora es del 99,96%.

```

> # Considerando que 60 min es significativo:
> power.t.test(n=284,delta=3600,sd=7946.279)

Two-sample t test power calculation

      n = 284
  delta = 3600
     sd = 7946.279
sig.level = 0.05
  power = 0.9996976
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group

```

Figura 4.12 Potencia de la prueba para 1 hora de diferencia entre las medias

Fuente: Elaboración propia del autor

Para la misma muestra por grupo (284 observaciones), pero considerando 45 minutos como significativos, vemos que la probabilidad de hacer un descubrimiento o de detectar una diferencia entre las medias de 45 minutos es del 98,13%.

```

> # Considerando que 45 min es significativo:
> power.t.test(n=284,delta=2700,sd=7946.279)

Two-sample t test power calculation

      n = 284
  delta = 2700
     sd = 7946.279
sig.level = 0.05
  power = 0.9813344
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group

```

Figura 4.13 Potencia de la prueba para 45 minutos de diferencia entre las medias

Fuente: Elaboración propia del autor

Así mismo, para las 284 observaciones por grupo, pero considerando 30 minutos como significativos, vemos que la probabilidad de hacer un descubrimiento o de detectar una diferencia entre las medias de 30 minutos es del 76,87%.

```

> # Considerando que 30 min es significativo:
> power.t.test(n=284,delta=1800,sd=7946.279)

Two-sample t test power calculation

      n = 284
  delta = 1800
     sd = 7946.279
sig.level = 0.05
  power = 0.7687584
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group

```

Figura 4.14 Potencia de la prueba para 30 minutos de diferencia entre las medias

Fuente: Elaboración propia del autor

Para conocer el tamaño de muestra apropiado, que se haga un descubrimiento de que el tiempo en ruta de planificación es distinto del tiempo en ruta piloto, con probabilidad del 90%, cuando la diferencia verdadera de las medias es de 45 minutos y desviación estándar de 7946,279 segundos (2:12:26 horas), aplicando el mismo comando “power.t.test”, se necesita un tamaño de muestra de 183.

```
> # Que tamaño de muestra sería apropiado;
> # Considerando que 45 min es significativo de desviación entre las muestras
> power.t.test(power=0.9,delta=2700,sd=7946.279)

Two-sample t test power calculation

      n = 182.9887
  delta = 2700
     sd = 7946.279
sig.level = 0.05
  power = 0.9
alternative = two.sided

NOTE: n is number in *each* group
```

Figura 4.15 Tamaño de muestra apropiado

Fuente: Elaboración propia del autor

Para comprobar el supuesto de que los datos son normales, desde el punto de vista gráfico, se puede verificar mediante un histograma de los datos de la variable de estudio. Adicionalmente, a través de los residuos de las muestras se puede visualizar, que los residuos son simétricos respecto a su media, característica de la normal de concentrar la mayor parte de las observaciones en el centro y a medida que se va alejando va tomando forma de una campana, como se puede apreciar en la figura 4.16.

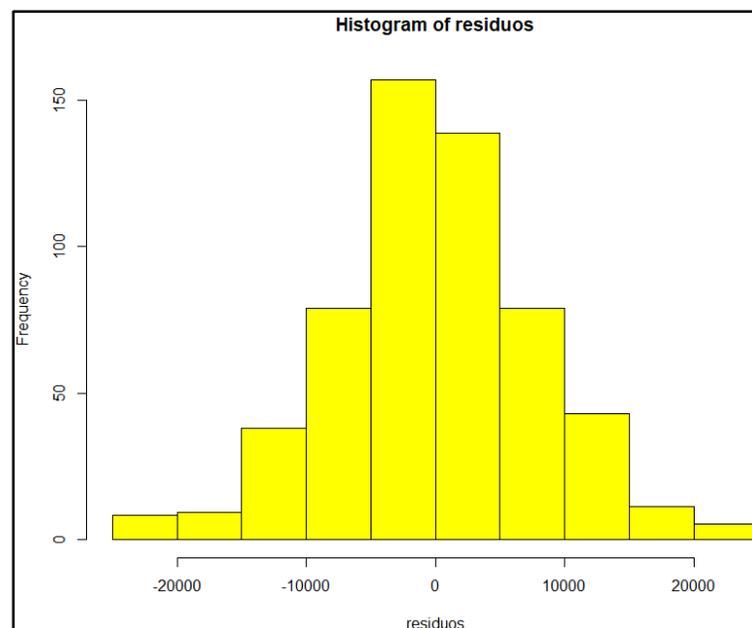


Figura 4.16 Histograma de los residuos

Fuente: Elaboración propia del autor

Existen otros tipos de gráficos que suelen ser un poco más precisos para determinar la normalidad de las muestras, como por ejemplo el gráfico cuantil – cuantil (compara los cuantiles de la muestra con los cuantiles teóricos de la normal). Haciendo la interpretación del gráfico empleado se podría decir que los datos son aproximadamente normales dado que los puntos se alinean formando una línea recta.

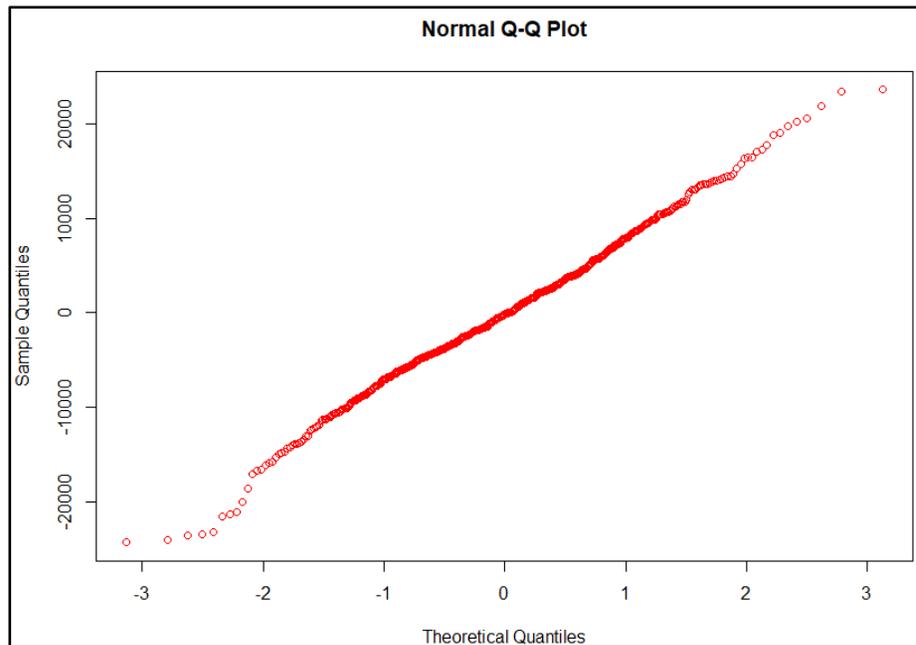


Figura 4.17 Gráfico Cuantil – Cuantil de los residuos

Fuente: Elaboración propia del autor

Otra prueba capaz de comprobar que los datos son normales es haciendo uso de la prueba de “Shapiro-Wilk”, para lo cual se realiza un contraste de hipótesis de los residuos, en donde:

H₀: Residuos son Normales

H₁: Residuos no son Normales

Interpretando el resultado de la prueba de “Shapiro-Wilk”, $p\text{-value} = 0,04701$ se puede concluir que no hay evidencia estadística de que los residuos de las muestras sean normales o de que se viole el supuesto de normalidad (se rechaza H_0 a favor de H_1).

```
> shapiro.test(residuos)

      shapiro-wilk normality test

data:  residuos
W = 0.9947, p-value = 0.04701
```

Figura 4.18 Prueba de Shapiro-Wilk

Fuente: Elaboración propia del autor

A pesar de que con las pruebas anteriores no se evidenció falta de normalidad en las muestras, se realiza una prueba no paramétrica (no supone que las muestras sean normales) para lo cual se hace uso de la prueba de “Wilcoxon”. Según el valor de $p\text{-value} = 3.111e^{-10}$ obtenido, se concluye que existe evidencia estadística significativa para rechazar H_0 en favor de H_1 , es decir que la media del excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta planificado (TR_Planificacion) es distinta de la media del excedente del tiempo en ruta ejecutado versus el tiempo en ruta piloto (TR_Piloto), similar a lo ya concluido con la prueba “t” pero con la diferencia que en esta ocasión no se hizo uso del supuesto de normalidad en las muestras.

```
> wilcox.test(excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado,excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto)

      wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado and excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto
W = 52636, p-value = 3.111e-10
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Figura 4.19 Prueba de Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia del autor

Para obtener mayor potencia en la prueba se plantea:

$$H_0: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} = \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

$$H_1: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} > \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

Se plantea una hipótesis alterna más concisa dado que todo el estudio se concentra en un solo lado, y se obtiene un p-value= $4,036e^{-10}$, es decir un valor un poco más pequeño al ya obtenido en la prueba de hipótesis que se planteó desigualdad en H1, lo que indica que la media del tiempo planificado supera a la media del tiempo piloto.

```
> t.test(excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado,excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto,var.equal = TRUE,
+        alternative = "greater")

Two Sample t-test

data:  excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado and excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto
t = 6.2502, df = 566, p-value = 4.036e-10
alternative hypothesis: true difference in means is greater than 0
95 percent confidence interval:
 3069.222      Inf
sample estimates:
mean of x mean of y
 7608.842  3440.972
```

Figura 4.20 Prueba t de las variables en estudio (concentrando todo en un solo sesgo)

Fuente: Elaboración propia del autor

Y por último se planteó:

$$H_0: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} = \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

$$H_1: \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Planificado}} < \mu_{\text{excedente TR_Ejecutado VS TR_Piloto}}$$

Se obtiene un p-value = 1, lo cual indica que no hay evidencia estadística que la media del tiempo piloto sea mayor a la media del tiempo planificado.

```

> t.test(excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado,excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto,var.equal = TRUE,
+        alternative = "less")

Two Sample t-test

data: excedente_TRejecutado_VS_TRplanificado and excedente_TRejecutado_VS_TRpiloto
t = 6.2502, df = 566, p-value = 1
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
95 percent confidence interval:
 -Inf 5266.517
sample estimates:
mean of x mean of y
 7608.842  3440.972

```

Figura 4.21 Prueba t de las variables en estudio (con $H_1: \mu_{\text{excedente TR Ejecutado VS TR Planificado}} < \mu_{\text{excedente TR Ejecutado VS TR Piloto}}$)

Fuente: Elaboración propia del autor

4.3. Propuesta de Plan de acción

Una vez seleccionadas las causas secundarias y raíz, se comunicó a la gerencia de la empresa el resultado. Se determinó elaborar un plan de acción que se dividió, en dos momentos: acciones a corto plazo, de ejecución inmediata, y acciones a mediano plazo (hasta un semestre a partir de su elaboración, para su ejecución). Así, de manera inmediata (mes de enero) se consideraron las seis acciones consignadas en el cuadro siguiente, que responden a las cinco causas secundarias priorizadas (con sus respectivas causas raíz). Las acciones fueron ejecutadas por los actores encargados de estos roles en la empresa, bajo la supervisión del autor y la rendición de cuentas a la gerencia en las reuniones semanales del mes de enero.

Tabla 4.9 Plan de acción a corto plazo:

Causa secundaria	Causa Raíz	Acciones	Cumplimiento
Desconocimiento de las zonas	Incumplimiento al plan de capacitación	Garantizar que al menos un miembro de cada tripulación conozca la zona a visitar hasta que se finalice el 100% de las capacitaciones	Inmediato
Mala gestión de revisita	Falta de procedimiento que estipule a quienes aplica una revisita	Revisar el cumplimiento de los roles y responsabilidades de los monitoristas (check list de actividades)	Inmediato
		Capacitar en caso de detección de problemas asociados a falta de competencias	Inmediato
Faltas de equipos de apoyo (camionetas)	No están consideradas dentro del modelo de negociación (licitación)	Brindar apoyo a las rutas críticas por parte del supervisor hasta que se realice una nueva licitación	Inmediato
Número excesivo de clientes por viaje	Falta de seguimiento por parte del OPL	Realizar acuerdo de servicio con el área de planeación	Inmediato
Desconocimiento de políticas de entrega	Equipo comercial no refuerzan las políticas de entrega al momento de la negociación	Reforzar las políticas de entrega al equipo comercial (DN's, PVT's, TVT's) y estos a su vez al cliente al momento de la negociación	Inmediato

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 4.10 Plan de acción a mediano plazo:

Causa secundaria	Causa Raíz	Acciones	Cumplimiento
Desconocimiento de las zonas	Incumplimiento al plan de capacitación	Revisar Plan de Capacitación actual	Primer Trimestre de 2021
		Realizar rotación del personal	Primer Trimestre de 2021
Mala gestión de revisita	Falta de procedimiento que estipule a quienes aplica una revisita	Elaborar e implementar un procedimiento para la ejecución de revisitas	Desde enero a junio de 2021
Falta de equipos de apoyo (camionetas)	No están consideradas dentro del modelo de negociación (licitación)	Incluir en el nuevo modelo de servicio equipos de apoyo (camionetas)	Abril de 2021
Número excesivo de clientes por viaje	Falta de seguimiento por parte del OPL	Realización de Balanceo de rutas	Mayo de 2021
Desconocimiento de políticas de entrega	Equipo comercial no refuerzan las políticas de entrega al momento de la negociación	Elaborar e implementar una matriz de consecuencias para los clientes que no se alineen	Desde enero a junio de 2021

Fuente: Elaboración propia del autor

4.4. Evaluación de efectividad de las acciones implementadas

Entendiéndose como Exc. Ejecutado VS Planificado a la diferencia entre el tiempo real empleado en cada una de las rutas y el tiempo planificado (área de planeación), así mismo al Exc. Ejecutado VS Piloto como la diferencia entre el tiempo real empleado en cada una de las rutas y el tiempo piloto (resultante de la ecuación propuesta en el capítulo 3), se puede apreciar en la gráfica 4.16 que el Exc. Ejecutado VS Piloto (línea de color verde) se acerca mucho más a 0 que el Exc. Ejecutado VS Planificado (línea de color azul), por lo que podría decirse que la ecuación propuesta para el cálculo del tiempo en ruta se ajusta mejor a lo largo de todo el mes evaluado (a excepción de los días 25 y 31 de enero en donde el Exc. Ejecutado VS Planificado fue menor que Exc. Ejecutado VS Piloto). Vale aclarar que se determinó una Desviación Permitida (línea de color rojo) de

1 hora, compuesta de los siguientes criterios; 0:30:00 horas para almuerzo de la tripulación, 0:15:00 horas para para ir al baño (máximo 3 paradas No Plan de 5 minutos cada una) y 0:15:00 horas para el cuadro del inventario del camión al finalizar la visita del 100% de los clientes programados.

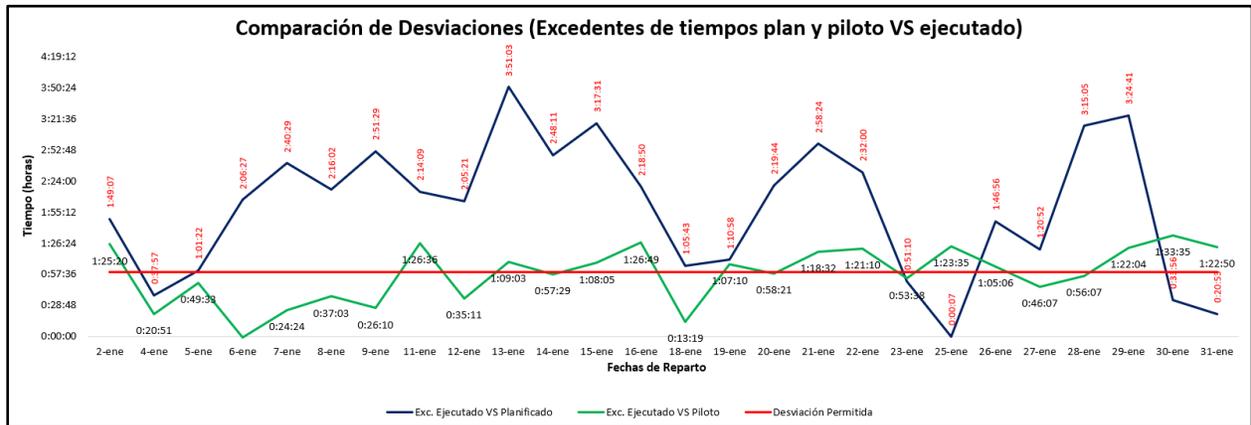


Figura 4.22 Comparación de desviaciones de los métodos propuestos

Fuente: Elaboración propia del autor

CAPÍTULO 5

1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La dilación excesiva de los tiempos en ruta, tiempo medio de liberación, tiempo interno y de la jornada laboral, constituyó una constante en todo el período de estudio, sin diferencias marcadas entre las unidades de tiempo analizadas en la serie de datos. De ahí que se considere un problema importante a considerar en el análisis posterior de la situación.

Las devoluciones excesivas de productos provenientes del mercado, fundamentalmente por motivos relacionados con los clientes constituyeron una constante a lo largo del período de estudio, con excepción de los meses diciembre y abril y en menor cuantía enero y febrero. Ello debe ser incluido en el análisis posterior, previo diseño de un plan de mejora.

El modelo propuesto para el cálculo del tiempo en ruta (piloto) a lo largo del periodo estudiado permitió un mejor ajuste al tiempo real empleado en el mercado, sin embargo, este podría ser el punto de partida para otros estudios donde se incluyan variables que no fueron consideradas, como, por ejemplo: secuenciamiento dinámico, replanificación de clientes, etc.

Referencias

- HITOSHI KUME. (2002). *HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD*. Bogotá: GRUPO EDITORIAL norma.
- Altair, C. (2005). *El cuadro de mando integral*. ECO3 Colecciones . Madrid : -.
- Amado, D. (2001). *Indicadores de gestión y cuadro de mando*. -: -.
- Anaya Tejero, J. (2015). *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC Editorial.
- Blum, A. (22 de junio de 2018). *BLUM CONSULTORA EMPRESARIAL*. Obtenido de Clasificación de los diferentes Operadores Logísticos según actividad y alcance del servicio: <https://abconsultoraempresarial.com/clasificacion-de-los-diferentes-operadores-logisticos-segun-actividad-y-alcance-del-servicio/>
- Castellanos Ramírez, A. (2009). *MANUAL DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE Y LA DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS*. Bogotá: Universidad del Norte.
- Cortéz Díaz, L., & Area, M. (2013). Balanced Scorecard. herramienta de gestión empresarial aplicada a la Panalida. *Universidad de la Sabana* , 19-23.
- Ferrer, V. (14 de marzo de 2019). *Vincent Ferrer*. Obtenido de ¿Qué es un Operador Logístico?: <https://vicentferrer.com/operador-logistico/>
- Gil, A. (2012). *Indicadores claves de rendimiento (KPI)* . -: Corporación Universitaria Lasallista.
- Gutiérrez Pulido, H. D. (2009). *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Ishikawa, K. (1997). *¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*. Colombia: GRUPO EDITORIAL norma.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2001). *Como utilizar un cuadro de mando integral para implementar y gestionar su Estrategia de gestión* . Bogotá : Universitaria .
- Luceño, A., & González, F. (2006). *MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA MEDIR, DESCRIBIR Y CONTROLAR LA VARIABILIDAD* . Cantabria: Universidad de Cantabria.

- Medina, M., Rivera, M., & Velarde, S. (2009). *El balance Scorecard, una herramienta para la planeación estratégica*. Mexico : -.
- Miranda González, F., Chamorro Mera, A., & Rubio Lacoba, S. (2007). *INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2003). *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*. Balderas 95, México, D.F.: LIMUSA, S.A. DE C.V.
- RAE. (2019). *Logístico. Definición*. Obtenido de <https://dle.rae.es/logistico?m=form>
- Render, B., Stair, R., & Hanna, M. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: Pearson Educación de México.
- Winter, R. (2000). *MANUAL DE TRAAJO EN EQUIPO*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Yoke, P. (1991). *MEJORANDO LA CALIDAD DEL PRODUCTO EVITANDO LOS DEFECTOS*. Madrid: Tecnologpis de Gerencia y Producción S.A.
- Zurita Herrera, G. (2010). *PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA Fundamentos y Aplicaciones*. Guayaquil.

Apéndices y anexos

A1. PRIMERA MATRIZ DE RANQUEO

MATRIZ DE RANQUEO																							
Orden	Problema	Experto 1				Experto 2				Experto 3				Experto 4				Sumatoria				Total	Priorización
		Mag.	Grav.	Cons.	Vulnera.																		
1	Tiempo en Ruta (TR)	4	4	4	1	4	4	4	1	4	4	4	1	4	4	4	1	16	16	16	4	52	1
2	Tiempo Medio de Liberación (TML)	1,5	1,5	2	3,5	2	1	2	3,5	1,5	1,5	2	3	1,5	1,5	2	3	6,5	5,5	8	13	33	3
3	Tiempo Interno (TI)	1,5	1,5	1	3,5	1	2	1	3,5	1,5	1,5	1	4	1,5	1,5	1	4	5,5	6,5	4	15	31	4
4	Porcentaje de Rechazo (%)	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	12	12	12	8	44	2

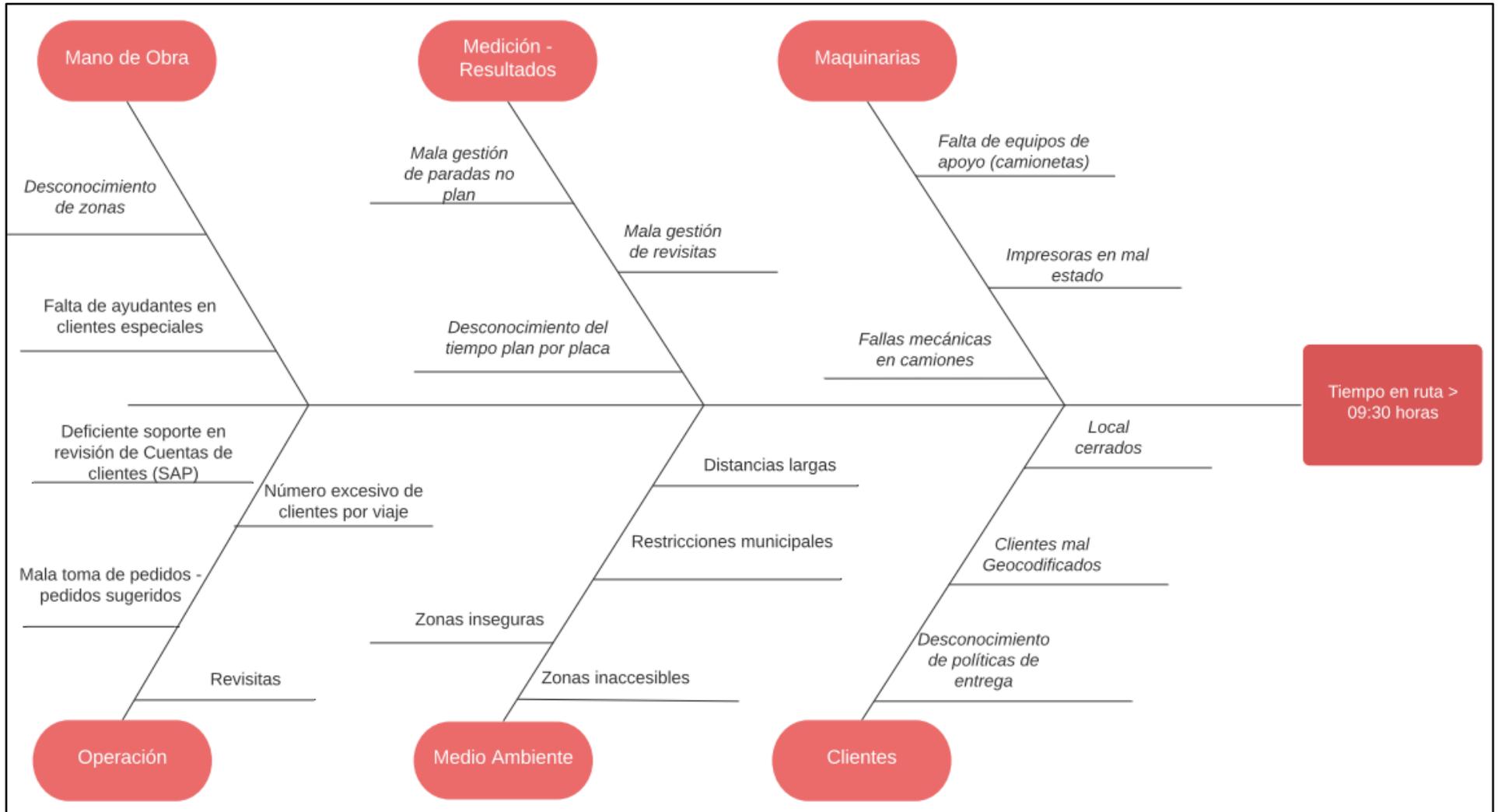
Nota: Cada experto califica los atributos entre 1 y 4, siendo 4 el resultado de mayor prioridad y 1 el de menor prioridad.

A2. SEGUNDA MATRIZ DE RANQUEO

MATRIZ DE RANQUEO DE RANQUEO						
CAUSAS		Experto 1	Experto 2	Experto 3	Total	Priorización
Primarias	Secundarias	Importancia	Importancia	Importancia		
Mano de Obra	Desconocimiento de zonas	4	3	4	11	2
	Falta de ayudantes a clientes especiales	1	1	2	4	
Medición - Resultados	Mala gestión de paradas no plan	3	2	2	7	
	Mala gestión de revisitas	4	4	3	11	2
	Desconocimiento del tiempo plan por placa	2	1	2	5	
Maquinarias	Falta de equipos de apoyo (camionetas)	3	4	3	10	3
	Impresoras en mal estado	3	2	1	6	
	Fallas Mecánicas en Camiones	1	1	2	4	
Operación	Deficiente soporte en revisión de Cuentas de clientes (SAP)	1	1	2	4	
	Número excesivo de clientes por viaje	4	3	4	11	2
	Mala toma de pedidos - pedidos sugeridos	2	2	1	5	
	Revisitas	3	4	3	10	3
Medio Ambiente	Distancias largas	2	4	3	9	
	Zonas inseguras	3	1	2	6	
	Zonas inaccesibles	4	3	4	11	2
	Restricciones municipales	1	2	1	4	
Clientes	Desconocimiento de políticas de entrega	4	4	4	12	1
	Clientes mal Geocodificados	3	2	3	8	
	Local cerrado	2	3	2	7	

Nota: Cada experto califica los atributos entre 1 y 4, siendo 4 el resultado de mayor prioridad y 1 el de menor prioridad.

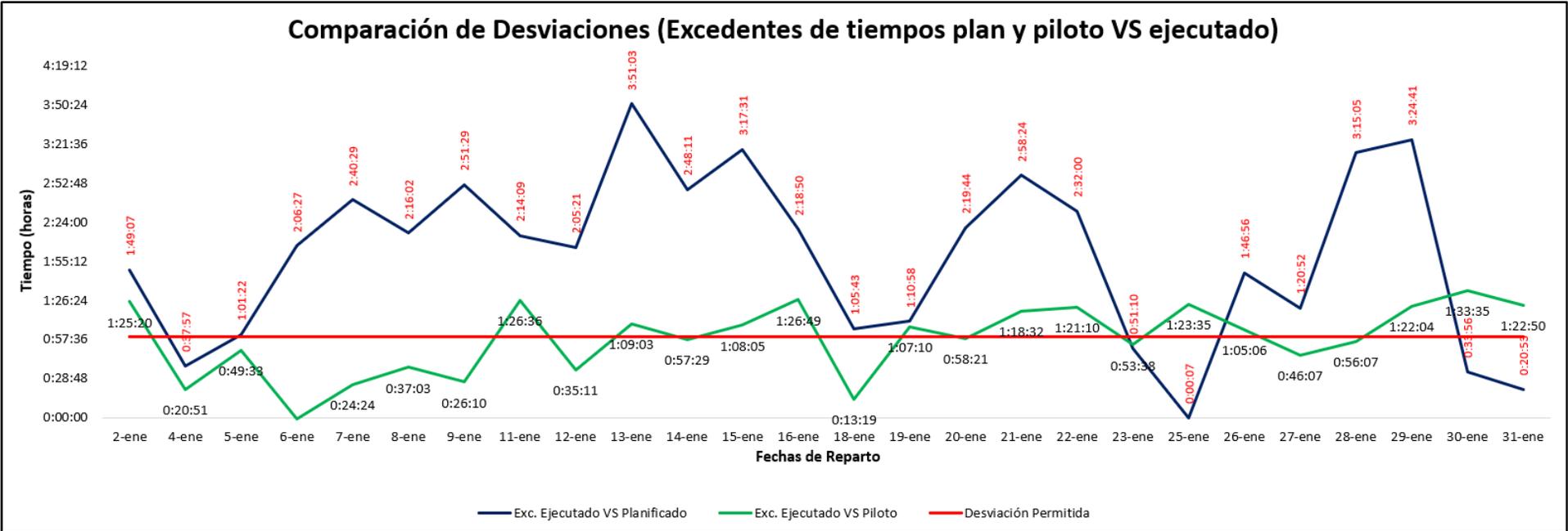
A3. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DEL TIEMPO EN RUTA



A4. MATRIZ DE 5 POR QUÉ?

	Posible Causa	1 Por qué?	2 Por qué?	3 Por qué?	4 Por qué?	5 Por qué?
Mano de Obra	Desconocimiento de zonas	Falta de entrenamiento al personal nuevo	Incumplimiento al plan de capacitación			
	Falta de ayudantes en clientes especiales	No hay información de que clientes requieren un ayudante adicional	No existe un historial de clientes especiales			
Medición - Resultados	Mala gestión de paradas no plan	Falta de seguimiento a paradas no plan	No existe un ranking de paradas no plan por recurso			
	Mala gestión de revisitas	Falta de procedimiento que estipule a quienes aplica una revisita				
	Desconocimiento del tiempo plan por placa	No hay visualización en vivo del tiempo ejecutado VS el restante	Falta de generación de dashboard			
Maquinarias	Falta de equipos de apoyo (camionetas)	No están consideradas dentro del modelo de negociación (licitación)				
	Impresoras en mal estado	No hay mantenimiento de estos equipos	No existe un plan de mantenimiento preventivo de estos equipos			
	Fallas mecánicas en camiones	No adherencia al plan de mantenimiento preventivo	Por la variabilidad de la demanda de reparto			
Operación	Deficiente soporte en revisión de Cuentas de clientes (SAP)	Mala compensación de cuentas	No hay seguimiento (PI) de las novedades presentadas en las cuentas	Falta de SLA's con crédito		
	Número excesivo de clientes por viaje	Mal balanceo de rutas	Incumplimiento de drop zize mínimos	Inexistencia de SLA's con planeación	Falta de seguimiento por parte del OPL	
	Mala toma de pedidos - pedidos sugeridos	Falta de seguimiento a pedidos mal tomado y no hizo pedido	Falta de matriz de consecuencias a TVT, PVT o DN reincidentes			
	Revisitas	Clientes con novedades para recibir el pedido	Ausencia de SLA's con clientes reincidentes			
Medio Ambiente	Distancias largas	Clientes en zonas lejanas				
	Zonas inseguras	Sectores con bajo resguardo policial				
	Zonas inaccesibles	Por la naturaleza de su geografía				
	Restricciones municipales	Calles angostas o de alto flujo de personas				
Clientes	Desconocimiento de políticas de entrega	Equipo comercial no refuerzan las políticas de entrega al momento de la negociación				
	Clientes mal Geocodificados	Error en levantamiento de datos maestros	Generan códigos nuevos sin visitar al cliente			
	Local cerrado	Llegada de camiones muy tarde al PDV				

A5. GRÁFICO DE DESVIACIÓN DE MÉTODOS ESTUDIADOS



A6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MODULACIÓN

