Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Mejora del cumplimiento y la productividad de los servicios de transporte en una empresa de traslado de caudales aplicando la filosofía Lean Six Sigma

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Modalidad Experiencia Profesional Calificada

AUTOR

Fernando Ramiro CHAMPI MEDINA

ASESOR

Willy Hugo CALSINA MIRAMIRA

Lima, Perú

2020



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Champi, F. (2020). *Mejora del cumplimiento y la productividad de los servicios de transporte en una empresa de traslado de caudales aplicando la filosofía Lean Six Sigma*. Tesina para optar grado el título profesional de Ingeniero Industrial. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Metadatos

Código ORCID del autor:	NO APLICA
Código ORCID del asesor:	https://orcid.org/0000-0001-6203-8344
Grupo de Investigación:	NO APLICA
Institución financiada parcial o total:	NO APLICA
Ubicación geográfica de la investigación:	Mz F2 lote 1, Urb. San Camilo, Jose Galvez, Villa Maria del Triunfo
Año o rango de años de la investigación:	2018 – 2019
DNI:	70441300

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú. DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACTA N°002-VDAP-FII-2020

SUSTENTACIÓN DE TESINA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **jueves 06 de febrero del 2020,** a las 14:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

"MEJORA DEL CUMPLIMIENTO Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE EN UNA EMPRESA DE TRASLADO DE CAUDALES APLICANDO LA FILOSOFÍA LEAN SIX SIGMA"

Que presenta el Bachiller:

FERNANDO RAMIRO CHAMPI MEDINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Experiencia Profesional Calificada.**

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 15:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido aprobado por unanimidad con la calificación promedio de Catorce, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 06 de febrero del 2020

MG. SALAS BACALLA, JULIO ALEJANDRO
Presidente

MG. MORALES DA COSTA, OSCAR ABRAHAM
Miembro

MG. CALSINA MIRAMIRA, WILLY HUGO
Asesor

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen Maria, quienes siempre me acompañaron y guiaron por el camino correcto, y que sin ellos nada de esto sería posible.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN 10

INTRODUCCION 11

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.1. Formulación del Problema 13

1.2. Problema General 13

1.3. Justificación 13

1.4. Objetivo General 14

1.5. Bases Teóricas 14

1.6. Hipótesis General 14

1.7. Variables y Definiciones Operacionales 14

1.8. Diseño Metodológico 14

1.9. Alcance y Limitaciones 15

2. MARCO TEORICO 16

2.1. ¿Qué es el Six Sigma? 16

2.2. Definir el Problema 18

2.3. Medir el Proceso 19

2.4. Analizar el Proceso 21

2.5. Mejorar el Proceso 22

2.6. Controlar el Proceso 23

3. DESARROLLO DE LA FASE DEFINIR 25

3.1. Descripción de la Empresa 25

3.2. Formato de Definicion del Proyecto –PDF 27

3.3. La Voz del Cliente 31

3.4. CTQ's del Servicio 38

3.5. Diagramación y Descripción del Proceso 40

3.6. Organización del Proyecto 48

3.7. Diagnostico de la Fase Definir 52

4. DESARROLLO DE LA FASE MEDIR 53

4.1. Identificación de Variables 53

4.2. Definiciones Operacionales 54

4.3. Recoleccion de Datos 56

4.4. Desempeño Actual del Proceso 59

4.5. Resumen de Indicadores del Proceso Actual 71

4.6. Diagnostico de la Fase Medir 73

5. DESARROLLO DE LA FASE ANALIZAR 74

5.1. Análisis de modo de fallos y efectos 76

5.2. Analisis del sub proceso programacion 82

5.3. Analisis del sub proceso despacho 86

5.4. Análisis del sub proceso ejecucion 89

5.5. Analisis del proceso de traslado de valores 92

5.6. Diagnostico de la fase analizar 96

6. DESARROLLO DE LA FASE MEJORAR 97
6.1. Anova del cumplimiento 97
6.2. Anova de la productividad 98
6.3. DOE productividad y cumplimiento: 100
6.4. Propuesta de la Mejora 105
6.5. Diagnostico de la fase mejorar 108
7. DESARROLLO DE LA FASE CONTROLAR 109
7.1. Mapa de puntos de control 109
7.2. Plan de control 110
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO 115
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 117
9.1. Conclusiones 117
9.2. Recomendaciones 117
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ingresos por Unidades de Negocio..... 26

Figura 2: Share de U.N Traslado de Valores..... 26

Figura 3: Análisis KANO..... 35

Figura 4: Mapa de Procesos de LA EMPRESA..... 40

Figura 5: Matriz QFD - Quality Function Deployment..... 43

Figura 6: Diagrama de boques del proceso de traslado de valores..... 44

Figura 7: Factores críticos a medir..... 47

Figura 8: Organigrama Funcional de LA EMPRESA..... 48

Figura 9: Análisis R&R..... 58

Figura 10: Gráficas de R&R..... 59

Figura 11: Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno mañana - 1º corrida..... 60

Figura 12: Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno mañana - 2º corrida..... 61

Figura 13: Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno tarde - 1º corrida..... 62

Figura 14: Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno tarde - 2º corrida..... 62

Figura 15: Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno mañana - 1º corrida..... 63

Figura 16: Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno mañana - 2º corrida..... 64

Figura 17: Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno tarde..65

Figura 18: Gráfica de control - cumplimiento del servicio monedero - 1º corrida..... 65

Figura 19: Gráfica de control - cumplimiento del servicio monedero - 2º corrida 66
Figura 20: Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio estándar turno mañana 67
Figura 21: Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio estándar turno tarde 68
Figura 22: Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio abastecimiento turno mañana 69
Figura 23: Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio abastecimiento turno tarde 70
Figura 24: Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio monedero .. 71
Figura 25: Identificación de las causas Potenciales 75
Figura 26: Gráfica de interacción para el Cumplimiento 98
Figura 27: Gráfica de interacción para la productividad 100
Figura 28: Variables optimas según DOE 103
Figura 29: Gráfica de efectos para la Productividad 104
Figura 30: Gráfica de efectos para el Cumplimiento 104
Figura 31: Diagrama del sub-proceso de programación 105
Figura 32: Mapa de puntos de control 109

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pasos de la Fase Definir 19

Tabla 2: Pasos de la Fase Medir 20

Tabla 3: Pasos de la Fase Analizar 22

Tabla 4: Pasos de la Fase Mejorar 23

Tabla 5: Pasos de la Fase Controlar 24

Tabla 6: Formato de definición del proyecto 28

Tabla 7: Necesidades y Expectativas del Cliente externo 33

Tabla 8: La voz del cliente 37

Tabla 9: Los CTQ's del Servicio 39

Tabla 10: Ponderación de requerimiento del cliente 42

Tabla 11: Tabla SIPOC del Proceso de Traslado de Valores 45

Tabla 12: Roles del Proyecto 49

Tabla 13: Matriz RACI 50

Tabla 14: Cronograma del Proyecto 51

Tabla 15: Métricas del Proceso de Traslado de Valores 55

Tabla 16: Indicadores de Cumplimiento 72

Tabla 17: Indicadores de Productividad 73

Tabla 18: AMFE del sub-proceso de ejecución 78

Tabla 19: AMFE del sub-proceso de despacho 79

Tabla 20: AMFE del sub-proceso de ejecución 81

Tabla 21: Diseño de experimentos 101

Tabla 22: Valores de las X’s según DOE 102

Tabla 23: Grupos de interés 106

Tabla 24: Criterios de evaluación para selección de propuestas de mejora 106

Tabla 25: Evaluación de las alternativas de solución 107

Tabla 26: Puntos de control 110

Tabla 27: Plan de control en la Programación 111

Tabla 28: Plan de control en el Despacho 113

Tabla 29: Plan de control en la Ejecución 114

Tabla 30: Drivers del Flujo Económico 115

Tabla 31: Flujo económico de la mejora propuesta 116

RESUMEN

El presente plan de trabajo describe las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto de mejora de proceso de traslados de valores aplicando la metodología Lean six sigma en una empresa de traslado de caudales, que deacuerdo a los últimos reportes financieros venía presentando pérdidas anuales valorizadas en 390 mil soles debido a los incumplimientos de los acuerdos de nivel de servicio en los arcos horarios pactados con el cliente y la baja eficiencia en el traslado de las rutas. En consecuencia, se demostró que se pueden alcanzar los objetivos de los indicadores de desempeño del proceso de traslado de valores aplicando de forma rigurosa la metodología Lean six sigma resumida en las siguientes acciones:

1. Identiticar el problema real que afecta al cliente y su impacto en los objetivos estratégicos de la organización para definir cúales serán los requerimientos criticos de calidad que la organización debe considerar para mejorar sus procesos y alcanzar la satisfacción de sus clientes.
2. Medir y análizar las variables independientes para identificar las causas raíces y el nivel de impacto sobre las variables de respuesta.
3. Determinar estadisticamente los valores óptimos de las causas raíces que permiten alcanzar los objetivos de las variables de respuesta.
4. Finalmente, seleccionar, determinar y demostrar la viabilidad económica de la propuesta de solución que se implementará para estandarizar la mejora tomando como base los valores óptimos de las causas ráices identificadas en el paso anterior.

INTRODUCCION

La empresa en estudio en adelante LA EMPRESA inicio sus operaciones en octubre de 1985 en la ciudad de Lima con sólo tres unidades blindadas y un pequeño grupo de trabajadores, brindando los servicios de Traslado y custodia de valores en bóveda.

En 1990, LA EMPRESA fue el primero en brindar el servicio de Procesamiento del dinero, recuento, selección y custodia.

Durante los años de 1991 a 1994, LA EMPRESA sostuvo fuertemente estrategias intensivas de desarrollo de mercados geográficos con la apertura de nuevas sucursales en las provincias de Huacho, Arequipa, Ica, Tacna, Cusco, Trujillo, Chimbote, Chiclayo y Cajamarca. En 1995, LA EMPRESA inauguró el servicio integral a cajeros automáticos (reabastecimiento del dinero y mantenimiento).

Durante los años de 1996 a 2000, LA EMPRESA sostuvo fuertemente estrategias de desarrollo de sus servicios a través del traslado y custodia especializada de Backups, implementando el sistema de comunicación a distancia (Hermetic), implementando el sistema de apertura y consolidación computarizado (SHAC), implementando la central de servicio al cliente (SAC) y obteniendo la certificación de calidad ISO 9001.

Durante los años de 2001 a 2009, LA EMPRESA inauguró el servicio integral de mensajería (SIM), inauguró la planta de procesamiento más moderna de América Latina, inauguró la división de gestión de canales y los centros de pago Multifácil.

Desde el año 2015, LA EMPRESA pasó a formar parte del fondo de Inversión norteamericano Carlyle Group, luego de que el grupo centenario vendiera el total de sus acciones (85% de LA EMPRESA) al fondo de Inversión Carlyle, mientras que las familias Wiese y De Osma conservan el 15% de las acciones de LA EMPRESA hasta la actualidad.

Finalmente durante los últimos 31 años LA EMPRESA ha conseguido un crecimiento importante, logrando un 51% del market share del mercado de Logística de valores, un mercado que mueve en promedio S/. 480 millones al año.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

La empresa en estudio (en adelante LA EMPRESA) viene manteniendo un nivel de cumplimiento por debajo de la meta en los últimos 6 meses , y que viene arrastrando con mayor frecuencia desde el año pasado, originando penalidades de los clientes "código rojo" y perjudicando la imagen de LA EMPRESA para futuros servicios y licitaciones, asimismo el nivel de productividad no ha sido el esperado durante el último año ocasionando un incremento del 12% en el costo del servicio estándar, un incremento del 19% en el costo del servicio monedero y un incremento del 11% en el costo del servicio de abastecimiento.

1.2. Problema General

¿Cómo se puede mejorar los niveles de productividad y cumplimiento en los servicios de una empresa de traslado de caudales aplicando la filosofía Lean Six Sigma?

1.3. Justificación

El estudio de la tesina se enfoca en la aplicación de la metodología lean six sigma en empresas del sector servicios que se dedican al traslado de caudales y que requieran optimizar el uso de sus recursos cumpliendo con el horario de envío y recojo de sus clientes, para lo cual se utilizarán diversas técnicas y herramientas a fin de identificar los procesos y las actividades que no generan valor en el resultado final para el cliente y asimismo identificar y demostrar estadísticamente, a un nivel de confianza significativo, la mejor solución.

Cuyo objetivo se centra en entregarle al cliente final el servicio, en tiempo, forma y precio por el cual estuviera dispuesto a comprarlo; es decir entregarle al cliente lo que

exactamente requiere y necesita, en el tiempo que lo requiere y necesita evitando entregarle algo que no valore y por el cual no estaría dispuesto a pagarlo.

1.4. Objetivo General

Mejorar el cumplimiento y la productividad de los servicios de transporte en una empresa de caudales aplicando la metodología Lean Six Sigma.

1.5. Bases Teóricas

El estudio del proyecto de tesina tiene como base teórica la filosofía six sigma y las herramientas estadísticas que se usarán en cada una de las fases de la metodología DMAIC.

1.6. Hipótesis General

Mejora de la productividad y cumplimiento de los servicios en una empresa de traslado de caudales aplicando la metodología Lean Six Sigma.

1.7. Variables y Definiciones Operacionales

- Variable Independiente: Método Lean Six Sigma
- Variable Dependiente: Mejora de la Productividad y cumplimiento de los servicios en una empresa de traslado de caudales.

1.8. Diseño Metodológico

El proyecto de la tesina se ejecutará aplicando la metodología six sigma, la cual consta de la aplicación de seis fases en el siguiente orden: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar; asimismo para el estudio se dispondrá de información cuantitativa por un periodo de cuatro y ocho meses para medir los niveles de cumplimiento y productividad

del proceso de traslado de valores, dicha información se obtendrá a través del sistema de medición de LA EMPRESA.

Las técnicas y herramientas que se utilizarán para el proyecto de tesis son: Técnica R&R para verificar la validez del sistema de medición, así como las siete herramientas de la calidad, el diseño de experimentos (DOE) a fin de encontrar las variables predictores que optimizarán los resultados del proceso de traslado, y el análisis incremental a fin de demostrar la viabilidad económica del proyecto.; entre las herramientas se utilizarán sistemas informáticos como el MS. Excel, Ms. Word, Ms. Power point, herramienta de gestión de proyectos como el Ms. Proyect, y herramientas estadísticas como el Minitab.

1.9. Alcance y Limitaciones

El proyecto se enfoca en optimizar los subprocesos que intervienen en el traslado de valores; que tienen lugar desde la recepción de solicitudes de los clientes hasta la liquidación de las remesas que transportan las unidades blindadas.

Las limitaciones del proyecto son las siguientes:

1. El proyecto no tiene impacto en las actividades de almacenamiento de las remesas entregadas y recibidas en la base.
2. El proyecto se ha aplicado en zonas urbanas de Lima ; sin embargo, puede replicarse el método de análisis para otras zonas geográficas.
3. El proyecto no considera los gastos de mantenimiento, combustible y fallas posibles en ruta debido a causas especiales de las unidades blindadas.
4. La estimación de la rentabilidad del proyecto se hizo considerando las normas vigentes de traslados de valores.

2. MARCO TEORICO

En este capitulo, se definen los conceptos teóricos de la metodología DMAIC que serán utilizados en el desarrollo de la propuesta de mejora del proceso en estudio. Los conceptos desarrollados en esta capitulo están enfocados en entender los componentes y herramientas de las fases de la metodología DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

2.1. ¿Qué es el Six Sigma?

Existen muchas maneras de describir Six Sigma, desde que es una metodología de mejora de procesos centrada en la variabilidad y centralidad del proceso con la finalidad de reforzar y optimizar cada fase del proceso para reducir las no conformidades en el cumplimiento de los requerimientos del producto o servicio que recibirá el cliente, hasta que es una metodología que tiene como meta llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento con el que un producto o servicio no logra cumplir con los requisitos del cliente. Una definición mas práctica es una metodología de mejora de procesos enfocada en el cliente dándole exactamente lo que quiere y necesita y cuando lo quiere y necesita, y no dándole nada que no valore para el cliente eso significa tener el producto o servicio perfecto en el momento perfecto a un precio perfecto.

Una definición más práctica del Six Sigma es ser una "**metodología que resuelve problemas basándose en datos**".

Se dice que es metodología que resuelve problemas porque:

- **Es una estructura de solución de problemas**: Six sigma provee una estructura enfocada para resolver problemas compuesta de 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC).

- **Esta enfocando en el problema:** El enfoque DMAIC se centra en problemas, no en soluciones (por lo tanto, los proyectos que tienen soluciones predeterminadas no son adecuados)
- **Es un enfoque riguroso**: el flujo DMAIC requiere disciplina, es decir, cada paso debe completarse para garantizar el éxito de un proyecto en la búsqueda y el control de la causa raíz de un problema de forma permanente.
- **Es un enfoque simple**: el poder del flujo de resolución de problemas DMAIC reside en su simplicidad y claridad. Cada fase tiene objetivos, acciones y resultados claros.
- **Es un enfoque genérico**: el enfoque DMAIC es genérico y aplicable a todos los entornos, a pesar de que las empresas pueden usar diversas herramientas de calidad, algunas más específicas que otras, las fases DMAIC siempre siguen siendo válidas.

Se dice que es una metodología basada en datos porque:

- **Cada fase esta impulsada en datos**: Six Sigma proporciona un enfoque basado en datos para cada fase del proceso de resolución de problemas.
- **Permite la claridad de los datos**: la fase de medición de six sigma garantiza que se establezca un conjunto claro de métricas para medir el rendimiento del proceso antes de que se inicie el análisis del problema.
- **Utiliza técnicas gráficas**: Six Sigma refuerza la importancia de las herramientas gráficas básicas (histogramas y gráficas de control) en el análisis del rendimiento del proceso.
- **Asegura la calidad de los datos:** Six sigma se centra en la calidad de la recopilación de los datos, asegurando que las medidas del proceso sean significativas, exactas y precisas.

- **Utiliza técnicas estadísticas:** Six Sigma aplica el poder de las estadísticas en un formato práctico, permitiendo a los usuarios evaluar la relevancia de los resultados estadísticos y el riesgo que implica su toma de decisiones.

El enfoque de resolución de problemas DMAIC de Six Sigma es simple y lógico. Comprender y adherirse a su naturaleza simplista es la clave para un proyecto lean six sigma exitoso. Las cinco fases del Six Sigma son:

2.2. Definir el Problema

Desarrollar una carta de proyecto clara basada en un problema real que sea relevante para el cliente y que proporcione beneficios significativos para el negocio. Es importante tener claro que la fase de definición se enfoca sólo en el problema, no en las soluciones; el análisis de las causas y propuestas de soluciones vienen más adelante. Si el proyecto ya tiene una solución propuesta, o si se infiere una solución del título del proyecto; entonces es rol del líder del proyecto convertir el proyecto en uno que este "orientado al problema".

La correcta definición del problema es fundamental ya que va orientar los esfuerzos del proyecto hacia el éxito o fracaso. Una mala definición puede hacer que todo el proceso salga mal y que debemos regresar a este punto después de haber avanzado mucho.

En consecuencia, el final de la fase de definición es un punto de decisión. Se requiere una revisión del proyecto para evaluar los resultados definidos, a fin de obtener un consenso de que ejecutar el proyecto vale la pena y podamos comprometer los recursos necesarios para éxito del proyecto. se muestra el flujo de la fase Definir en la tabla 1.

Tabla 1: ***Pasos de la Fase Definir***

Nº	Pasos	Preguntas Insight	Herramientas
1	Definir el caso de Negocio	¿Qué esta mal? ¿Qué quieres lograr?	Declaraciones de problemas. Declaraciones de objetivos. Costo de mala calidad
2	Entender el cliente	¿Cómo se relaciona el problema con el cliente?	Voz del cliente Análisis Kano Casa de la Calidad Árbol CTQ
3	Definir el Proceso	¿Está claro con qué proceso se relaciona el problema?	Mapa SIPOC del problema GEMBA
4	Gestionar el proyecto	¿Quién? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cuanto?	Estructura y plan del Proyecto Análisis de Interesados Habilidades de facilitación
5	Obtener la aprobación del proyecto	¿El proyecto tiene la aceptación para proceder?	Project Charter

Fuente: Adaptado de Quentin Brook (2014)

2.3. Medir el Proceso

Comprender el desempeño actual del proceso, a través de un conjunto de medidas relevantes y sólidas, a través del desarrollo de sistemas de medición claros y significativos, cuyo objetivo es establecer una línea base del rendimiento del proceso.

No debe caerse en la tentación de avanzar hacia las causas raíces (Analizar) o soluciones (Mejorar) hasta que el proceso se pueda medir de manera efectiva. La fase de medición se basa en los datos existentes disponibles, y der necesario se puede recopilar e introducir nuevos datos y mediciones para comprender completamente el comportamiento histórico del proceso.

A continuación, se muestra el flujo de la fase Medir en la tabla 2.

Tabla 2: Pasos de la Fase Medir

Nº	Pasos	Preguntas Insight	Herramientas
1	Desarrollar métricas de proceso	¿Cómo se mide el problema?	KPI's Definición operacional
2	Recopilar datos del proceso	¿Cuándo y donde recopilaremos los datos?	Métodos de recolección de datos Muestreo
3	Verificar la calidad de los datos	¿Los datos son representativos?	MSA (Análisis de sistema de medición) Análisis R&R
4	Entender el comportamiento del proceso	¿Cómo se comporta el proceso actualmente?	Estadística descriptiva Análisis de estabilidad del proceso
5	Determinar la línea base de la capacidad potencial del proceso	¿Cuál es el rendimiento actual del proceso con respecto a los CTQ del cliente?	Test de normalidad Análisis de capacidad del proceso (cp, cpk) Nivel six sigma.

Fuente: Adaptado de Quentin Brook (2014)

2.4. Analizar el Proceso

Para encontrar las causas principales del problema, así como entender y cuantificar su efecto en el rendimiento del proceso.

La fase de análisis tiene como objetivo identificar los factores críticos de un buen producto o servicio y las causas fundamentales de los defectos. Tiene menos flujo lógico, pero proporciona más de una caja de herramientas de herramientas y técnicas.

Los primeros dos pasos de la fase del análisis también se conocen como "Process Door" porque se enfocan directamente en comprender y obtener pistas del mismo proceso.

Las herramientas se centran en obtener una comprensión profunda de cómo funciona realmente el proceso, por lo que la mayoría de ellas involucran a las personas que mejor conocen el proceso.

A continuación, se muestra el flujo de la fase Analizar en la tabla 3.

Tabla 3: Pasos de la Fase Analizar

Nº	Pasos	Preguntas Insight	Herramientas
1	Analizar el proceso	¿Cómo funciona actualmente el proceso?	Mapeo de proceso Mapeo de valor (VSM)
2	Identificar las teorías e ideas de las potenciales causas raíces	¿Qué dice el conocimiento existente del proceso?	Matriz causa y efecto Diagrama de Afinidad Análisis AMFE Brainstorming
3	Analizar los datos	¿Qué dicen los datos?	Prueba de hipótesis Herramientas gráficas
4	Verificar las causas raíces y entender la causa y efecto.	¿Cómo las causas raíces afectan la salida de proceso?	Herramientas de hipótesis Análisis de regresión Diseño de Experimentos

Fuente: Adaptado de Quentin Brook (2014)

2.5. Mejorar el Proceso

Desarrollar, seleccionar e implementar las mejores soluciones controlando los riesgos. Los efectos de las soluciones se miden con los KPI desarrollados durante la fase de medición.

Durante las fases de análisis y mejora, los sistemas de recopilación de datos deben mantenerse activos actualizando regularmente los indicadores KPI del proceso mejorado, los cuales deben revisarse al comienzo de cada reunión del equipo del proyecto.

El éxito de la fase de mejora no se basa en la implementación exitosa de las soluciones seleccionadas, sino cuando las mediciones del proceso (KPI) han mejorado y se han validado con la adecuada técnica estadística.

A continuación, se muestra el flujo de la fase Mejorar en la tabla 4.

Tabla 4: Pasos de la Fase Mejorar

Nº	Pasos	Preguntas Insight	Herramientas
1	Generar soluciones potenciales	¿Cuáles son las posibles soluciones?	SCAMPER Brainstorming
2	Seleccionar las mejores soluciones	¿Qué soluciones tienen más probabilidades de funcionar?	Evaluación de criterios Matriz de priorización Comparaciones pareadas
3	Evaluar los riesgos	¿Cuáles son los riesgos de implementar las soluciones?	Diagrama espina de pescado Análisis AMFE
4	Pilotear e Implementar	¿Cuándo, Dónde y Cómo se implementarán las soluciones?	SMED TPM Kanban 5S Estudio Piloto Gestión visual

Fuente: Adaptado de Quentin Brook (2014)

2.6. Controlar el Proceso

La fase de control tiene como objetivo garantizar que las soluciones que se han implementado permanezcan en el tiempo, de modo que las mejoras se mantengan después de que el proyecto haya cerrado.

Asimismo, es importante la medición continua a través de sistemas rigurosos de recopilación de datos, los cuales deben estar implementados en un lugar antes de que el

proyecto pueda cerrarse. Esto implica definir quién es responsable de recopilar y revisar los datos, así como asegurarse de que las mediciones se hayan integrado en los árboles y paneles de KPI de la organización.

El cierre de proyecto es un elemento crítico de un exitoso programa Six Sigma. A menudo hay oportunidades para aplicar las lecciones aprendidas de los proyectos en diferentes áreas del negocio, lo que requiere planes de acción claros y un enfoque de gestión de conocimiento para documentar proyectos.

A continuación, se muestra el flujo de la fase Controlar en la tabla 5.

Tabla 5: Pasos de la Fase Controlar

Nº	Pasos	Preguntas Insight	Herramientas
1	Implementar medidas continuas	¿Cómo se medirá el proceso después del proyecto?	Control estadístico de procesos (SPC) Plan de control Árbol KPI
2	Estandarizar las soluciones	¿Los cambios se han convertido en una actividad rutinaria?	Estandarización de procesos 5S Gestión visual
3	Cuantificar la mejora	¿Se ha logrado el objetivo del proyecto?	Prueba de hipótesis Control estadístico de procesos (SPC)
4	Cerrar el proyecto	¿El proyecto tiene un proceso de cierre claro?	Reporte de proyecto Registro de acción de cierre

Fuente: Adaptado de Quentin Brook (2014)

3. DESARROLLO DE LA FASE DEFINIR

Es la prima fase de la metodología Six Sigma, el objetivo de esta fase es definir el problema u oportunidad de mejora y el despliegue de los procesos involucrados que impacten con los requerimientos críticos del cliente.

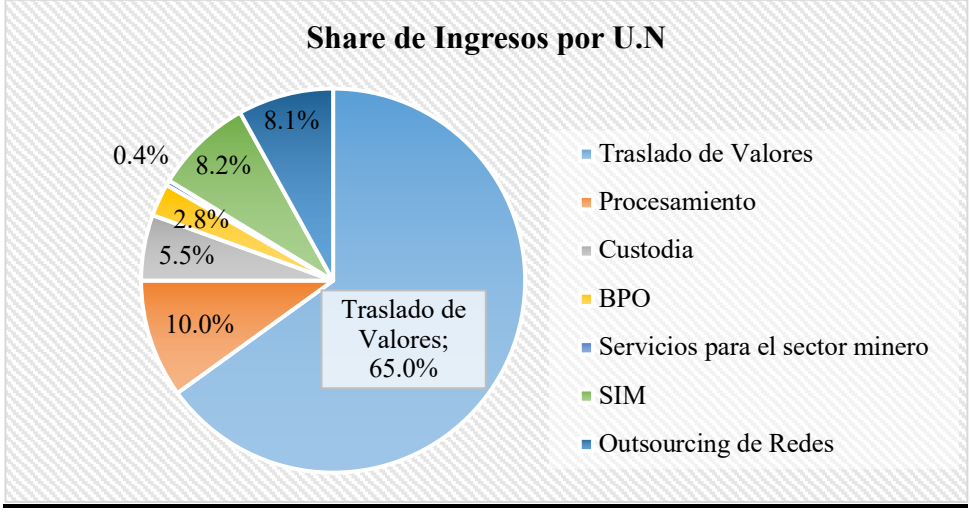
3.1. Descripción de la Empresa

La empresa en estudio cuenta con las siguientes líneas de negocio:

- Traslado de Valores
- Procesamiento
- Custodia
- BPO
- Servicios para el sector minero
- SIM
- Outsourcing de Redes

De las cuales, la principal línea de negocio es el Traslado de Valores, ya que representa el 65% de los ingresos de LA EMPRESA; la gráfica de ingresos por unidades de negocio se muestra en la figura 1.

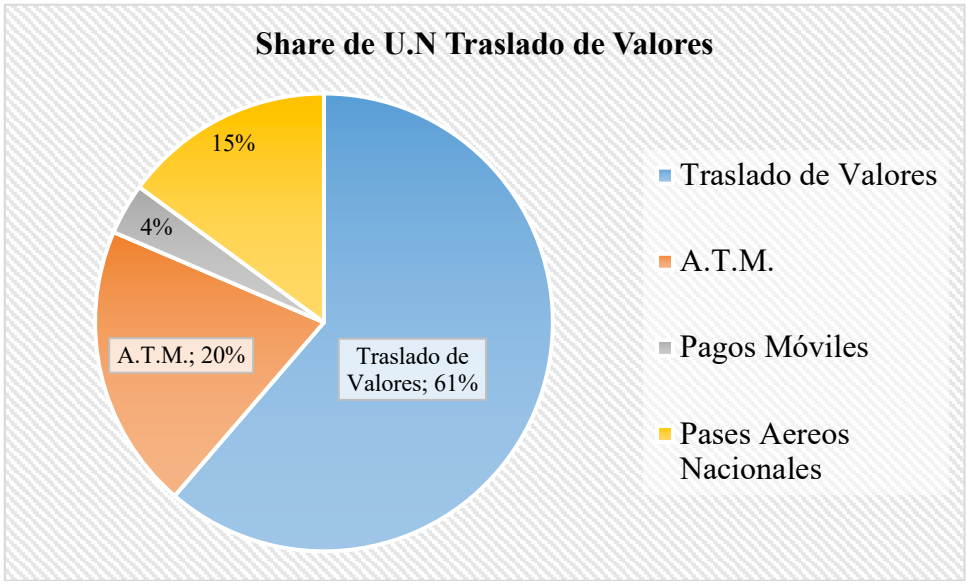
Figura 1: ***Ingresos por Unidades de Negocio***



Fuente: La Empresa

De las cual los servicios con mayor participación dentro de la U.N de Traslado de Valores son los servicios de Traslado de valores (65%) y los servicios de ATM (20%), tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2: ***Share de U.N Traslado de Valores***



Fuente: La Empresa

3.1.1. Clientes:

LA EMPRESA tiene a sus principales clientes en los siguientes sectores:

- Sector Minero

- Sector Retail
- Sector Financiero
- Sector Gobierno

3.1.2. Misión:

"Ser reconocidos como los mejores en la administración de Riesgos".

3.1.3. Visión:

"Cuidamos el esfuerzo de los que hacen crecer el país".

3.1.4. Objetivos Estratégicos:

LA EMPRESA ha definido los siguientes objetivos estratégicos para el presente año:

- Incrementar el valor por acción de LA EMPRESA.
- Aumentar y retener clientes "código rojo" de alto valor.
- Reducir las penalidades de los principales clientes.
- Incrementar la productividad de los servicios Core.
- Mejorar el nivel de satisfacción de los colaboradores

3.2. Formato de Definicion del Proyecto –PDF

A través de la aplicación de la metodología Six Sigma se desarrollará el siguiente proyecto que permitirá cumplir con los objetivos estratégicos de LA EMPRESA. Ver tabla 6.

Tabla 6: ***Formato de definición del proyecto***

<table>
<tr><td>Título del proyecto:</td><td>Mejorar el cumplimiento y la productividad, y reducir los costos operativos de Programación de los servicios de Traslado de Valores.</td></tr>
<tr><td>Líder del proyecto:</td><td>Jefe de Operaciones de Traslado</td></tr>
<tr><td>Caso de Negocio:</td><td>Miembros del Equipo:</td></tr>
<tr><td>Durante el proceso de ejecución de servicios en ruta, se generan por día un promedio de 800 servicios estándar, 156 servicios monederos y 144 servicios de ATM; con la consigna de que las unidades blindadas lleguen al punto de atención dentro del arco horario establecido por el cliente y además se optimicen las rutas para la realización de los servicios. Sin embargo, el incremento considerable de la cantidad de servicios diarios en el último año, ha ocasionado que el nivel de cumplimiento y productividad mensual se mantengan por debajo de la meta, si es que la situación no cambia se proyecta una pérdida anual de 390 mil soles.</td><td>• Jefe Programación de Traslado de Valores.
• Jefe de Operaciones de Traslado de Valores.
• Subgerente de Procesos de Traslado de Valores.
• Jefe de Procesos de Traslado de Valores.
• Analista de procesos de Traslado de Valores.
• Subgerente de TI.
• Jefe de TI.
• Analista Programador de TI.</td></tr>
<tr><td>Declaración del Problema/ Oportunidad:</td><td>Declaración del objetivo:</td></tr>
</table>

LA EMPRESA viene manteniendo un nivel de cumplimiento por debajo de la meta en los últimos 6 meses , y que viene arrastrando con mayor frecuencia desde el año pasado, originando penalidades de los clientes "código rojo" y perjudicando la imagen de LA EMPRESA para futuros servicios y licitaciones, asimismo el nivel de productividad no ha sido el esperado durante el último año ocasionando un incremento del 12% en el costo del servicio estándar, un incremento del 19% en el costo del servicio monedero y un incremento del 11% en el costo del servicio de abastecimiento. En términos cuantificables, la pérdida monetaria por el bajo cumplimiento y productividad es equivalente a 390 mil soles anuales, lo cual evidencia una atractiva fuente de beneficios potenciales si se mejorase los problemas ya mencionados.	Incrementar el nivel de cumplimiento mensual al 96% para servicios estándar, monedero y de abastecimiento; e incrementar el nivel de productividad mensual al target de las especificaciones de los indicadores de salida definidas en la fase medir.

Alcance del proyecto, riesgos, supuestos:	Partes Interesadas:
Se analizarán las actividades correspondientes al proceso de Programación, Despacho y Ejecución de servicios, desde la recepción de solicitudes programadas hasta el retorno de las unidades a LA EMPRESA Lima. • El riesgo de acotar el proceso es que no se pueden contemplar todas las variables que pueden estar originando el problema. • El riesgo de la falta de personal operativo disponible cuando se lo necesite. • El riesgo de la rotación de personal. • El riesgo por una inadecuada gestión del cambio pueda originar falta de compromiso. • Se asume que las herramientas tecnológicas utilizadas por el área de programación no presentan errores.	• Clientes “código Rojo” • Gerencia General • Gerencia de Operaciones Externas • Gerencia Comercial

Fuente: Elaboración propia

3.3. La Voz del Cliente

3.3.1. Identificación de los clientes y sus expectativas

Se identificaron las necesidades y expectativas de los clientes haciendo uso de las siguientes fuentes:

- El área de Servicio de Atención al cliente (SAC), a través de los registros de quejas, reclamos, solicitudes de servicio, recomendaciones y encuestas de satisfacción del servicio.
- Los Gestores Comerciales, a través de la observación directa durante las reuniones y conversaciones con el cliente.
- Los términos de referencia de los contratos en las licitaciones y en las negociaciones hasta la elección del proveedor por parte del cliente.

3.3.2. Clientes Externos

Los clientes identificados son:

- Los Clientes Código Rojo, esta categoría representan a los principales clientes de las entidades financieras, retail, minero y gobierno que impactan en el 70% de la facturación mensual y por ende es de vital importancia cumplir con las expectativas del servicio para incrementar la retención y fidelización de los clientes.

3.3.3. Clientes Internos

Los clientes identificados son:

- La Gerencia de Operaciones Externas, porque las ineficiencias e ineficacias del servicio impactan negativamente en el presupuesto de operaciones generando sobrecostos, pérdida de servicios, en resumen disminuyendo la rentabilidad de los activos (ROA).
- La Gerencia Comercial, porque las quejas y reclamos constantes de los clientes disminuyen las expectativas de crecimiento del market share.
- La Gerencia General, porque los accionistas esperan incrementar el valor de sus acciones y la rentabilidad de su patrimonio (ROE) incrementando el margen neto.

Para entender el grado de importancia de los atributos y variables de las necesidades y expectativas del cliente (ver tabla 7), se realizó un análisis Kano donde se clasificaron las características del servicio en función al nivel de impacto que tiene el desempeño de cada característica en la satisfacción del cliente (ver figura 3). Como resultado de este análisis se determinó que LA EMPRESA debe destinar esfuerzos por mejorar los atributos de desempeño ya que actualmente se incumple en el 10% de todos los servicios, mientras que en los demás atributos el incumplimiento es menor al 2%.

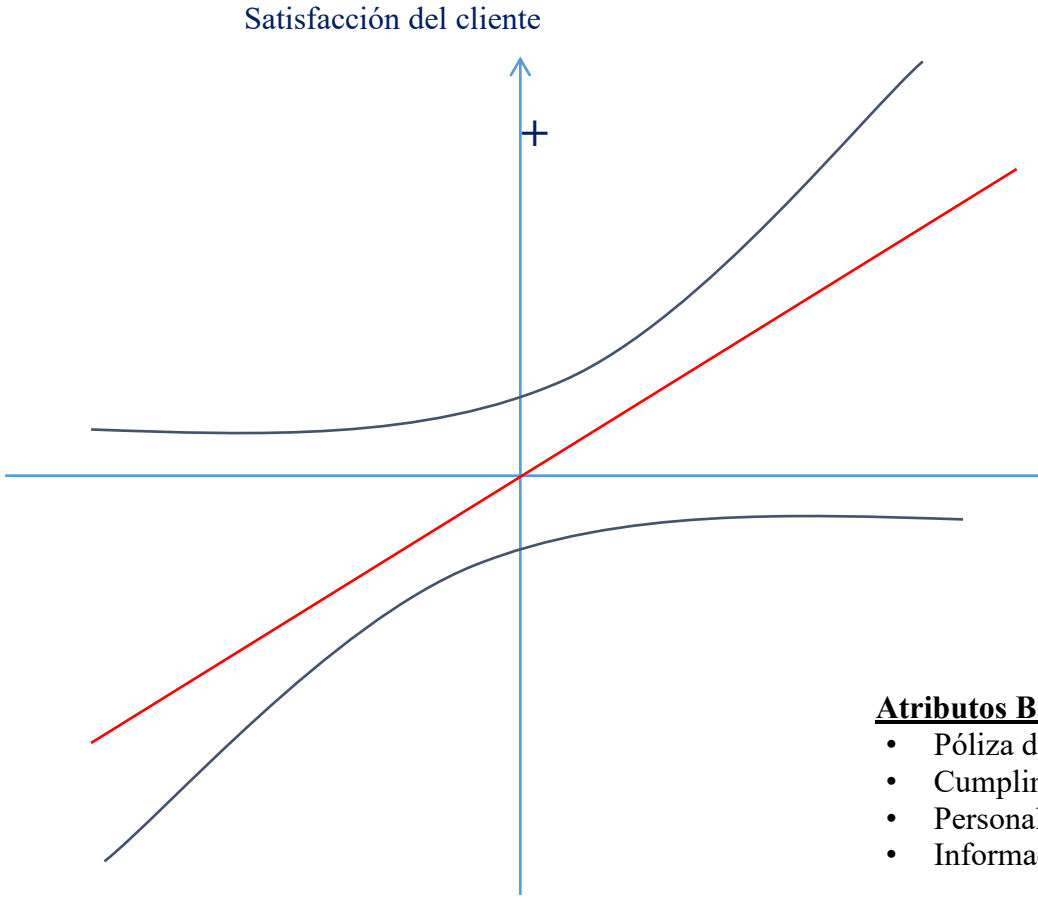
Tabla 7: ***Necesidades y Expectativas del Cliente externo***

N°	Necesidades / Expectativas del Cliente	Requerimientos	Atributos del servicio
1	Que sean puntuales en la prestación de los servicios de TV y ATM.	Las unidades deben arribar dentro del arco horario.	Hora de arribo dentro del arco horario
2	Que ofrezcan tarifas más atractivas.	Las Tarifas deben ser atractivas para los servicios de TV y ATM.	Tarifas bajas para el servicio
3	Que tengan una póliza de seguros que cubra todos los riesgos.	La cobertura del seguro debe ser “All Risk” y debe cubrir la totalidad del monto transportado.	Póliza de seguros contra todo riesgo
4	Que sean responsables por el cumplimiento de todas las normas vigentes y procedimientos relacionados con el transporte de valores.	Los procedimientos y normativas vigentes deben cumplirse por todo el personal involucrado en la ejecución del servicio.	Cumplimiento de procedimientos y normativa vigente
5	Que tengan personal altamente especializado provisto de equipos para el mejor desempeño.	El personal involucrado deberá haber aprobado el curso de entrenamiento en traslado de valores	Personal calificado en los servicios de traslado de valores.

N°	Necesidades / Expectativas del Cliente	Requerimientos	Atributos del servicio
6	Que brinden Información oportuna del estado de sus valores.	La información debe estar actualizada y disponible en tiempo real.	Información actualizada y disponible
7	Que usen aplicaciones tecnológicas e informáticas que mejoren el desempeño y minimicen el riesgo de los servicios de TV y ATM.	Los servicios deben hacer uso de la tecnología que genere valor al servicio.	Uso de aplicaciones tecnológicas e informáticas

Fuente: Elaboración Propi

Figura 3: ***Análisis KANO***



Atributos de deleite:

- Uso de aplicaciones tecnológicas e informáticas

Atributos de desempeño:

- Hora de arribo dentro del arco horario
- Tarifas bajas para el servicio

Atributos Básicos:

- Póliza de seguros contra todo riesgo
- Cumplimiento de procedimientos y normativa vigente
- Personal calificado en los servicios de traslado de valores.
- Información actualizada y disponible

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4. La voz del cliente

La siguiente tabla resume las necesidades y expectativas que el cliente desea que se cumplan en mayor medida y las traduce en los requerimientos técnicos que el servicio debe tener para atender la voz del cliente. Ver tabla 8.

Tabla 8: ***La voz del cliente***

Cliente	Opinión del cliente	Efectos en LA EMPRESA	Requerimientos
Clientes "Código Rojo"	Se deben cumplir con los arcos horarios de los servicios de TV y ATM.	Incrementaría la Retención y fidelización de clientes.	Las unidades deben arribar dentro del arco horario.
	Que ofrezcan tarifas más atractivas.	Incrementaría las probabilidades de ganar las licitaciones.	Las Tarifas deben ser atractivas para los servicios de TV y ATM.
Gerencia de Operaciones Externas	Ser eficientes en la principal línea de negocio para ser competitivos en el mercado	Incrementaría la rentabilidad sobre los activos (ROA).	El nivel de productividad de los servicios de TV no debe estar por debajo de la meta.
Gerencia Comercial	Incrementar la cantidad de servicios vendidos y la cartera de clientes.	Incrementaría el market share.	
Gerencia General	Incrementar el valor de LA EMPRESA siendo eficientes e innovadores.	Incrementaría la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) el valor por acción.	

Fuente: Elaboración Propia

3.4. CTQ’s del Servicio

Se traducirán los requerimientos técnicos del servicio en Parámetros críticos de calidad (CTQ’s) que LA EMPRESA deberá controlar para garantizar que se cumplan con los requerimientos del servicio y por ende con las expectativas del cliente. Ver tabla 9.

Tabla 9: ***Los CTQ's del Servicio***

Requerimientos	Parametros críticos		Indicador	Especificación	Y's
Las unidades deben arribar dentro del arco horario.	CTQ	La hora de arribo de las unidades debe estar dentro del arco horario.	Hora de arribo en el cliente.	Arco Horario indicado por el cliente.	Cumplimiento de los servicios atendidos dentro del arco horario por tipo de servicio y por turno.
Las Tarifas deben ser atractivas para los servicios de TV y ATM.	CTB	La productividad no debe estar por debajo del mínimo.	Numero de servicios por hora por cada ruta	Límites de especificaciones indicadas por Operaciones externas	Productividad por tipo de servicio y por turno.
El nivel de productividad de los servicios de TV no debe estar por debajo de la meta					

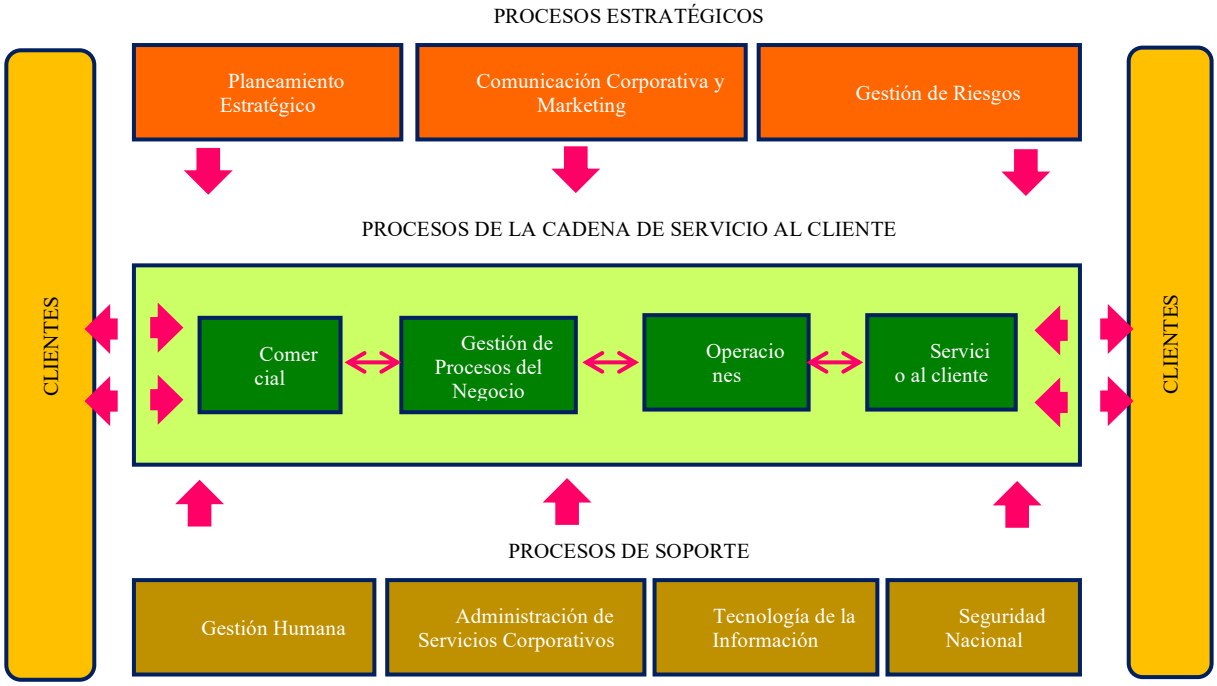
Fuente: Elaboración Propia

3.5. Diagramación y Descripción del Proceso

3.5.1. Mapa de Procesos de Alto Nivel

En la figura 4 se muestra el mapa de procesos de LA EMPRESA; la cual nos permite identificar los procesos estratégicos del negocio, los procesos claves y los que dan soporte.

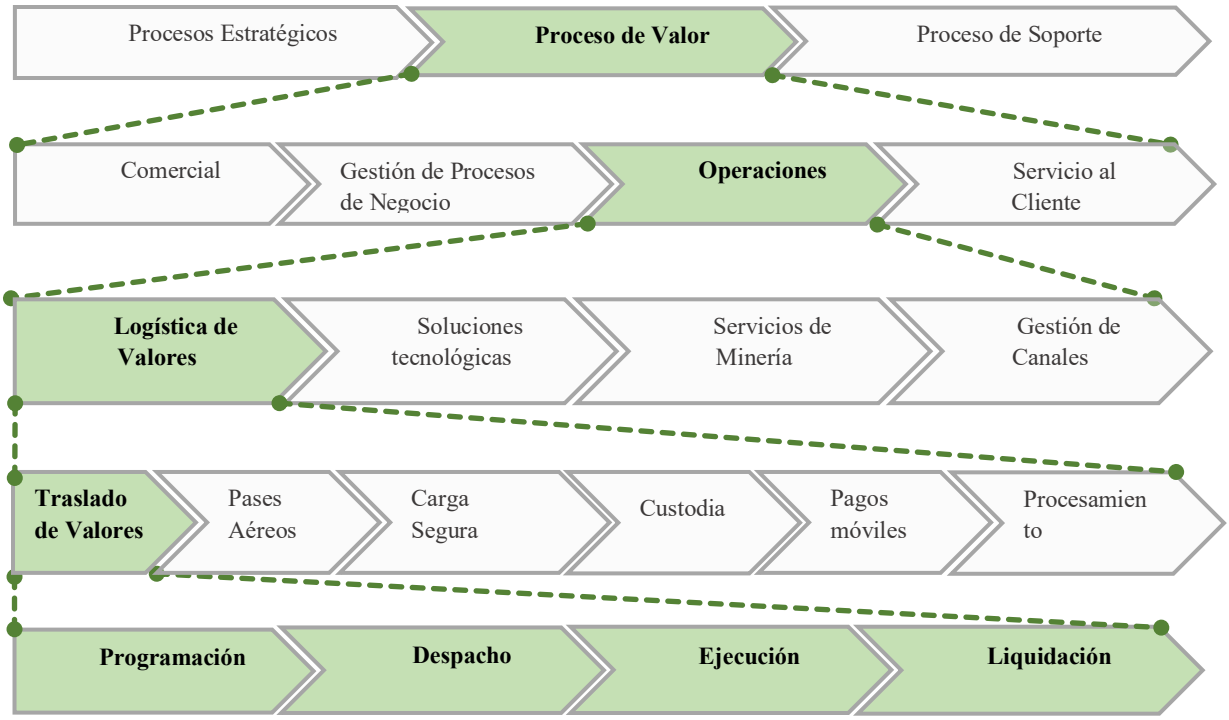
Figura 4: ***Mapa de Procesos de LA EMPRESA***



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la figura 5 se muestra los procesos que forman parte del Traslado de Valores; lo cuales son: programación, despacho, ejecución y liquidación. Cabe señalar, que el traslado de valores fue elegido como proceso de análisis por representar el 65% de los ingresos de la unidad de negocio.

Figura 5: ***Diagrama de Bloques de los Procesos de LA EMPRESA***



Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Selección de Procesos Criticos

Con el fin de identificar el proceso que será objeto de análisis se desarrolló la matriz QFD, en la cual se relaciona los requerimientos del cliente con los procesos que intervenien en la obtención del servicio.

Para esto, es necesario establecer una ponderación entre los requerimiento del cliente; en donde los más importantes tendrán los porcentajes más altos y los menos importantes los más bajos. En la tabla 10 se muestran los requerimientos del cliente (tomados del análisis Kano) y las ponderaciones asignadas:

Tabla 10: ***Ponderación de requerimiento del cliente***

N°	Requerimiento del cliente	Tipo de atributo	Ponderación asignada
1	Las unidades deben arribar dentro del arco horario.	Atributo de desempeño	0.21
2	Las Tarifas deben ser atractivas para los servicios de TV y ATM.	Atributo de desempeño	0.21
3	La cobertura del seguro debe ser "All Risk" y debe cubrir la totalidad del monto transportado.	Atributo básico	0.13
4	Los procedimientos y normativas vigentes deben cumplirse por todo el personal involucrado en la ejecución del servicio.	Atributo básico	0.13
5	El personal involucrado deberá haber aprobado el curso de entrenamiento en traslado de valores	Atributo básico	0.13
6	La información debe estar actualizada y disponible en tiempo real.	Atributo básico	0.13
7	Los servicios deben hacer uso de la tecnología que genere valor al servicio.	Atributo de deleite	0.06

Fuente: Elaboración propia

Luego de los explicado en los gráficos y tablas anterior, se elabora la matriz QFD y, se cuantifica la relación entre requerimiento y procesos mediante ponderaciones y asignaciones de puntajes de relación.

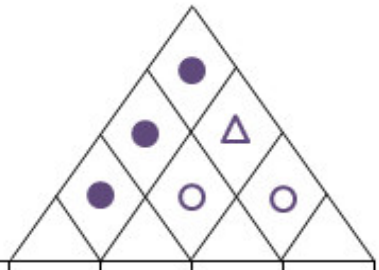
Como se observa en la figura 5, los procesos que obtuvieron mayor puntaje son Programación, Ejecución y Despacho; lo cual quiere decir, que son los procesos más

relacionados con los requerimientos del cliente. Por lo tanto, se trabajará con mayor detalle en dichos procesos.

Figura 5: ***Matriz QFD - Quality Function Deployment***

Tipo de relación
● - Alta
○ - Media
△ - Baja

Tipo de relación
9 - Fuerte
3 - Moderada
1 - Débil

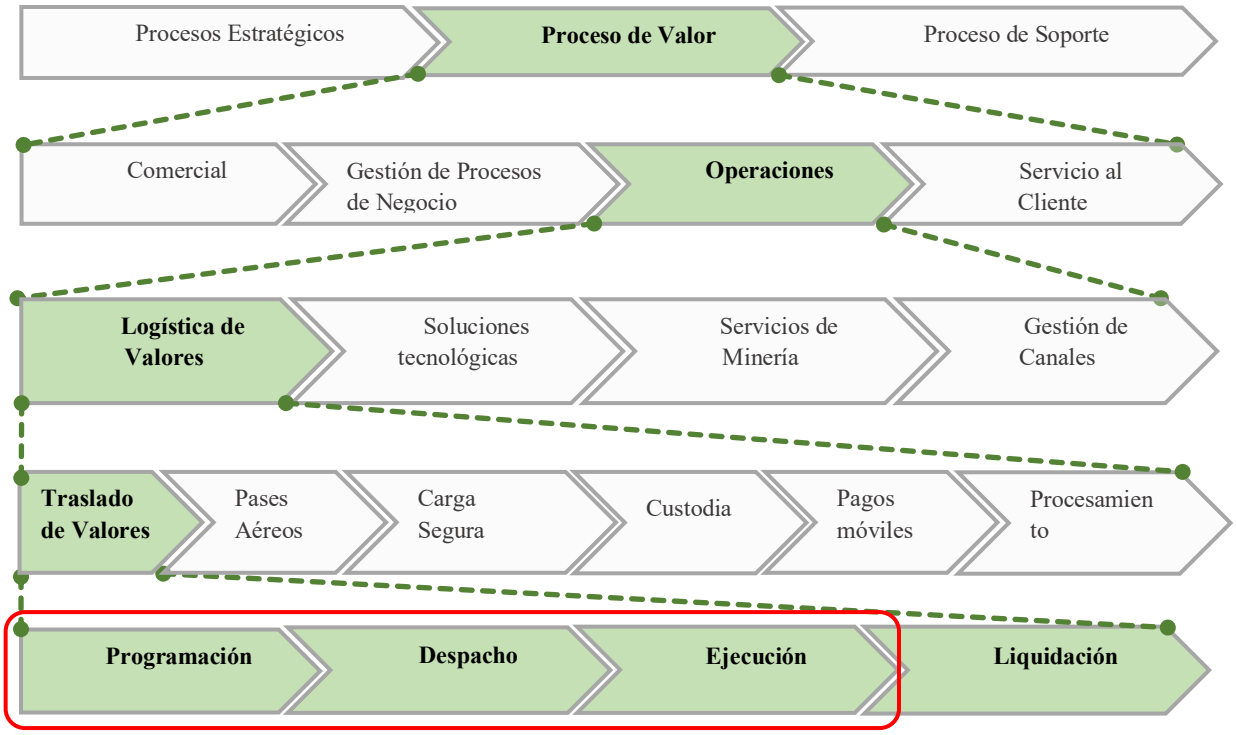


REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	PONDERACIÓN	Programación	Despacho	Ejecución	Liquidación
Las unidades deben arribar dentro del arco horario	21%	9	3	9	1
Las tarifas deben ser atractivas para los servicios de TV y ATM	21%	9	3	3	1
Que tengan una poliza de seguros que cubran todos los riesgos	13%	1	9	9	1
Que sean responsables por el cumplimiento de todas las normas vigentes y procedimiento relacionadas con el transporte de valores	13%	1	3	9	1
Que tenga personal altamente especializado	13%	1	1	9	1
Información oportuna sobre el estado de valores	13%	9	1	1	9
Uso de aplicaciones tecnológicas	6%	3	3	3	3
Importancia total		**5.52**	**3.26**	**6.34**	**2.16**
Importancia relativa		**31.94**	**18.87**	**36.69**	**12.50**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se muestra nuevamente el digrama de bloques del proceso de Traslado de Valores y se señala los sub-procesos que se abordarán con mayor detalle. Asimismo, en la figura 8 se muestra el diagrama SIPOC (proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes) para los sub-procesos mencionados.

Figura 6: ***Diagrama de boques del proceso de traslado de valores***



Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Diagrama SIPOC de los Procesos Criticos

En la tabla 11 se muestra el diagrama SIPOC de alto nivel del proceso de traslado de valores, en donde se muestra los proveedores, las entradas, las salidas y los clientes de los sub procesos que impactan fuertemente en los requerimientos críticos del cliente.

El Proceso inicia con la recepción de solicitudes de servicios de las diferentes áreas que canalizan los pedidos de los clientes y finaliza con el retorno de la unidad a la base.

Tabla 11: ***Tabla SIPOC del Proceso de Traslado de Valores***

Proveedores	Entradas	Sub Procesos	Salidas	Clientes
Servicio de atención al cliente Clientes recurrentes	Solicitudes de servicio estándar, monedero y abastecimiento Ocurrencias del personal Disponibilidad de Unidades blindadas y personal	Programacion Despacho Ejecucion	Comprobante de servicio firmada por el cliente Reporte de la hoja de ruta	Sector Financiero Sector Retail Sector Industrial Sector Comercial Sector Publico

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla los Subprocesos principales, las cuales son: Programación, despacho y ejecución; y que serán detallas a continuación:

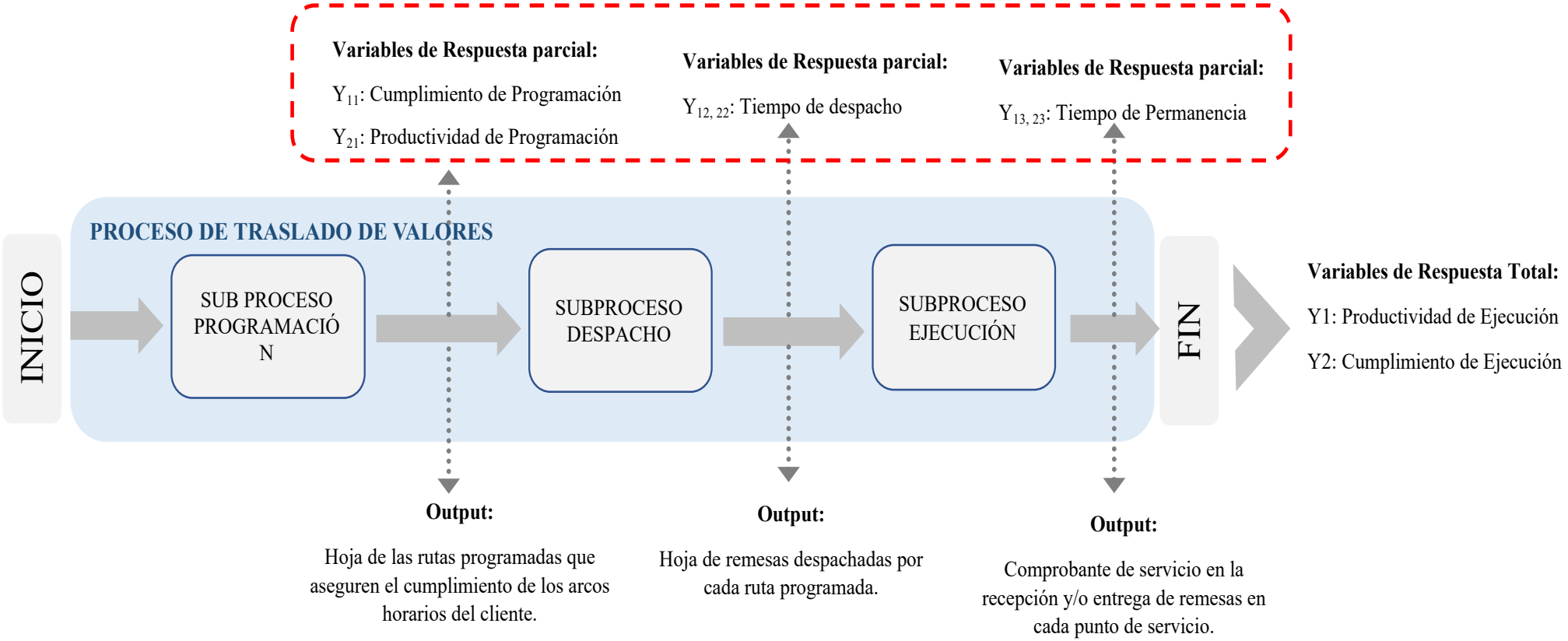
- **Sub proceso de Programación:** Se encarga de obtener la programación con el consolidado de las rutas, puntos atender y personal asignado en cada una de ellas en base al requerimiento de los clientes.
- **Sub proceso de Despacho:** Se encarga de disponer una secuencia de actividades estructuradas, que describan el abastecimiento de la unidad blindada con las remesas, recursos e implementos necesarios para efectuar

los servicios asignados a la ruta, acorde con los procedimientos de seguridad que dispone la empresa.

- **Sub proceso de Ejecución:** Se encarga de disponer una secuencia de actividades estructuradas, descritas y viables que permitan la ejecución del servicio de traslado de valores; encontrándose debidamente monitoreadas dentro de un marco de seguridad y control.

Asimismo, en el diagrama de procesos se identificaron los inputs/ outputs de cada subproceso, de la cual es necesario que se midan ya que impactan en los CTQ del proceso, y que se detallan en la figura 7.

Figura 7: ***Factores críticos a medir***



Fuente: Elaboración propia

3.6. Organización del Proyecto

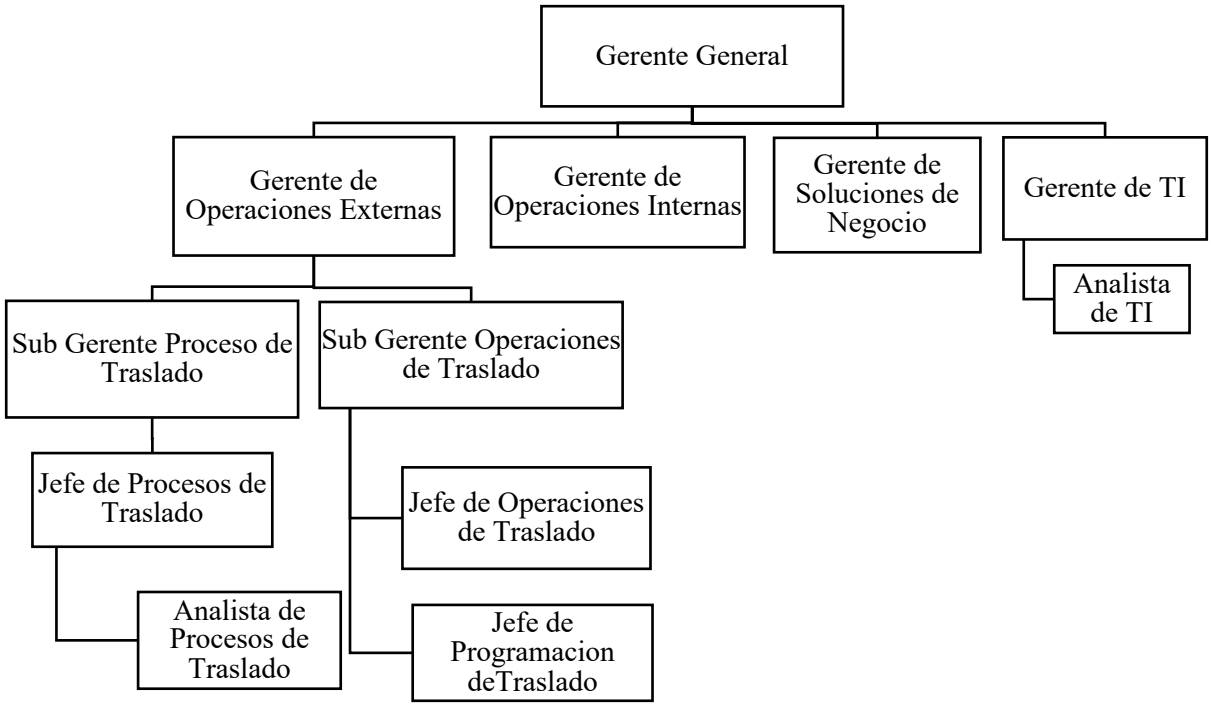
3.6.1. Organización y Análisis RACI

La estructura organizacional que mantiene LA EMPRESA es la organización matricial, es decir, mantiene una estructura funcional. Sin embargo, cuando se gestionan proyectos se generan estructuras orientadas a proyectos que integran los recursos de diferentes áreas funcionales.

Actualmente la posición funcional de los miembros del equipo del proyecto Six Sigma involucra a las áreas de Operaciones de Traslado de Valores, Programación de traslado de valores, Procesos de Traslado de Valores y Tecnologías de la Información.

En la figura 8 se observa el Organigrama funcional de LA EMPRESA.

Figura 8: ***Organigrama Funcional de LA EMPRESA***



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se detalla los puestos que intervienen dentro del proyecto y los roles que asumen. y responsabilidades de los miembros del equipos durante el desarrollo del proyecto en la matriz de asignación de responsabilidades (RACI) (ver Tabla 8).

Tabla 12: Roles del Proyecto

Cargo funcional	**Rol del proyecto**
Gerente de Operaciones Externas	Patrocinador del Proyecto (PP)
Jefe de Operaciones de Traslado	Líder del Proyecto (LP)
Sub Gerente de TI	Experto en desarrollo de soluciones tecnológicas (EST)
Jefe de TI	
Analista Programador de TI	
Sub Gerente de Procesos de Traslado	Experto en mejora de Procesos (EMP)
Jefe de Procesos de Traslado	
Analista de Procesos de Traslado	
Jefe de Programación de Traslado	Experto del proceso de Programación (EPP)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se muestra la matriz RACI que detalla la intervención de los involucrados en el proyecto. Como se observa, los expertos en mejora de procesos son clave en el desarrollo de las tres primeras etapas de la metodología; ya que, son responsables de múltiples tareas y quienes más conocimiento tienen del proceso actual.

Tabla 13: Matriz RACI

Planificación Preliminar	Responsabilidades \ Roles	PP	LP	EMP	EPP	EST
Fase Definir	Desarrollar el PDF	A	R	R	I	I
	Identificar y mapear procesos	I	A	R	C	I
	Traducir VOC a CTQ's	I	A	R	C	I
Fase Medir	Identificar Indicadores de Entrada, proceso y de salida	I	A	R	C	I
	Desarrollar una definición operacional y un plan de medición	A	R	R	C	I
	Determinar la sigma de desempeño	I	A	R	I	I
Fase Analizar	Identificar Causa Raíz	I	A	R	C	I
	Validar las Causas Raíz	I	A	R	I	I
Fase Mejorar	Identificar la mejor solución	A	R	R	C	R
	Testear la solución	A	R	I-C	R	R
	Implementar la solución	A	R	R	R	I-C
Fase Controlar	Validar las mejoras implementadas	A	R	R	C	R
	Identificar oportunidades de mejora	I	R	R	C	I

Descripción:
R: Responsable / A: Aprobador/ C: Consultado/ : Informado

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Diagrama de Hitos

El cronograma del proyecto se ha propuesto siguiendo las fases de la metodología Lean Six Sigma. Ver Tabla 14.

Tabla 14: Cronograma del Proyecto

Etapas \ Hitos (semanas)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Fase Definir																														
Definición de PDF		X																												
Mapa detallado del proceso				X																										
CTQ's y CTB identificados					X																									
Fase Medir																														
Plan de medición desarrollado										X																				
Análisis estadístico del proyecto													X																	
Variables críticas identificadas														X																
Fase Analizar																														
Causa Raiz identificadas																X														
Causas Raíz validadas																			X											
Fase Mejorar																														
Diseño de experimentos																						X								
Propuestas de mejoras																									X					
Evaluación económica																											X			
Fase Controlar																														
Puntos de control identificados																													X	
Plan de control desarrollado																														X

Fuente: Elaboracion propia

3.7. Diagnostico de la Fase Definir

El proceso elegido para implementar la metodología Six Sigma fue el traslado de valores, el cual fue seleccionado por ser un proceso clave para la empresa y con importantes oportunidades de mejora.

Con el objetivo de entender la oportunidad, determinar los requerimientos del cliente e identificar los indicadores que necesitan mejorar se aplicaron las siguientes herramientas: PDF, análisis Kano, matriz QFD y SIPOC.

A continuación se muestra el diagnóstico obtenido de ellas:

1. Luego de realizar el formato PDF, se identificó que la oportunidad de ahorros radica en el pago de penalidades por incumplimiento de contrato y la optimización de rutas. Asimismo, se estimó que las pérdidas anuales ascienden a 390 mil soles. Por último, se determina como objetivo del proyecto alcanzar el target de las especificaciones del porcentaje de cumplimiento e índices de productividad.
2. Del resultado del análisis Kano se determinó que el servicio tiene dos atributos de desempeño: cumplir con el horario de arribo y ofrecer tarifas bajas. Asimismo, existen varios factores básicos; sin embargo, están bajo control por LA EMPRESA. Por otro lado, existe un atributo de deleite; el cual de ser implementado, se convertiría en una ventaja competitiva para la empresa.
3. Se realizó también la matriz SIPOC; de cual se identificaron que los sub-procesos: Programación, despacho y ejecución están más implicados en los requerimientos que el cliente busca; de las cuales se pudieron identificar cuáles eran los factores críticos que impactan en los CTQ del cliente y en consecuencia deberán ser medidos junto con la variable de salida en la fase MEDIR.

4. DESARROLLO DE LA FASE MEDIR

Es la segunda fase de la metodología Six Sigma, el objetivo de esta fase es medir el desempeño actual del proceso de traslado de valores, es decir medir el Cumplimiento de la ejecución de los servicios (Y_1) y la Productividad de la ejecución de los servicios (Y_2), a través de las variables de respuesta de los sub procesos involucrados (Programación, Despacho y Ejecución).

En la fase analizar se identificaran los factores críticos (X'_s) de las variables de respuesta de cada uno de los subprocesos involucrados que impacten en el desempeño del proceso de traslado de valores.

4.1. Identificación de Variables

En esta parte del estudio se incluirán las métricas de los indicadores de salida "Y" del proceso de traslado de valores definidas en la identificación de los parámetros críticos de calidad:

- Cumplimiento de los servicios atendidos por tipo de servicio y por turno.
- Productividad por tipo de servicio y por turno.

Asimismo, se incluirán las métricas de los indicadores de salida de los subprocesos de programación, despacho y ejecución:

- Cumplimiento de los servicios programados por tipo de servicio y por turno
- Productividad de los servicios programados por tipo de servicio y por turno
- Tiempo de despacho por tipo de servicio y por turno
- Tiempo de permanencia por tipo de servicio y por turno

4.2. Definiciones Operacionales

En la tabla 15 se detalla las métricas del proceso de traslado de valores para cada variable de respuesta:

Para el primer indicador de salida (Y1), el cumplimiento de la ejecución de los servicios, las variables independientes potenciales que pueden expresar su comportamiento son: el cumplimiento de la programación de servicios, el tiempo de despacho y el tiempo de permanencia.

Para el primer indicador de salida (Y2), la productividad de la ejecución de los servicios, las variables independientes potenciales que pueden expresar su comportamiento son: la productividad de la programación de servicios, el tiempo de despacho y el tiempo de permanencia.

Tabla 15: Métricas del Proceso de Traslado de Valores

Tipo de Indicador:	Métricas:	Definición Operacional:	Segmentación de las Métricas:
Indicador de Salida (Y_1)	Cumplimiento de la ejecución de los servicios	Se medirá el cumplimiento, el % de servicios que fueron atendidos dentro del arco horario por tipo de servicio y por turno.	Las métricas de todos los indicadores se segmentarán por tipo de servicio y por ruta: Servicio Estándar: Turno Mañana Turno Tarde Servicio Abastecimiento: Turno Mañana Turno Tarde Servicio Monedero: Turno Mañana &Tarde
Indicador de Salida (Y_2)	Productividad de la ejecución de los servicios	Se medirá la productividad, el ratio de servicios atendidos por hora; por tipo de servicio y por turno.	
Indicador de Salida (Y_{11})	Cumplimiento de la Programación de los servicios	Se medirá el cumplimiento, el % de servicios que fueron programados dentro del arco horario por tipo de servicio y por turno.	
Indicador de Salida (Y_{21})	Productividad de la Programación de los servicios	Se medirá la productividad, el ratio de servicios programados por hora; por tipo de servicio y por turno.	
Indicador de Salida (Y_{12}, Y_{22})	Tiempo de despacho	Se medirá el tiempo de despacho de las rutas por tipo de servicio y por turno.	
Indicador de Salida (Y_{13}, Y_{23})	Tiempo de Permanencia	Se medirá el tiempo de permanencia de las rutas en ejecución por tipo de servicio y por turno.	

Fuente: Elaboracion propia

A continuación se describe los tipos de servicio y turnos:

Tipos de servicio:

a. Servicio estándar: consiste en el traslado de valores de remesas de máximo 20 Kg.
b. Servicio monedero: consiste en el traslado de valores únicamente de monedas; cuyo peso es mayor a 21 Kg y 400 como máximo.
c. Servicio abastecimiento: consiste en el abastecimiento a cajeros automáticos.

Turno:

a) Mañana: Desde las 06:00 horas hasta las 12:00 horas
b) Tarde: Desde las 12:00 horas hasta las 00:00 horas

4.3. Recoleccion de Datos

4.3.1. Identificación de la Fuente de Datos

La fuente la datos es proporcionada por el área de Planeamiento y Control de Servicios quienes son los encargados de garantizar la confiabilidad de la información registrada por los Portavalores durante la ejecución de los servicios y de elaborar los indicadores de eficiencia y eficacia para los servicios de traslado en las sedes de lima y provincias.

4.3.2. Validación de Datos y Sistemas de Medición

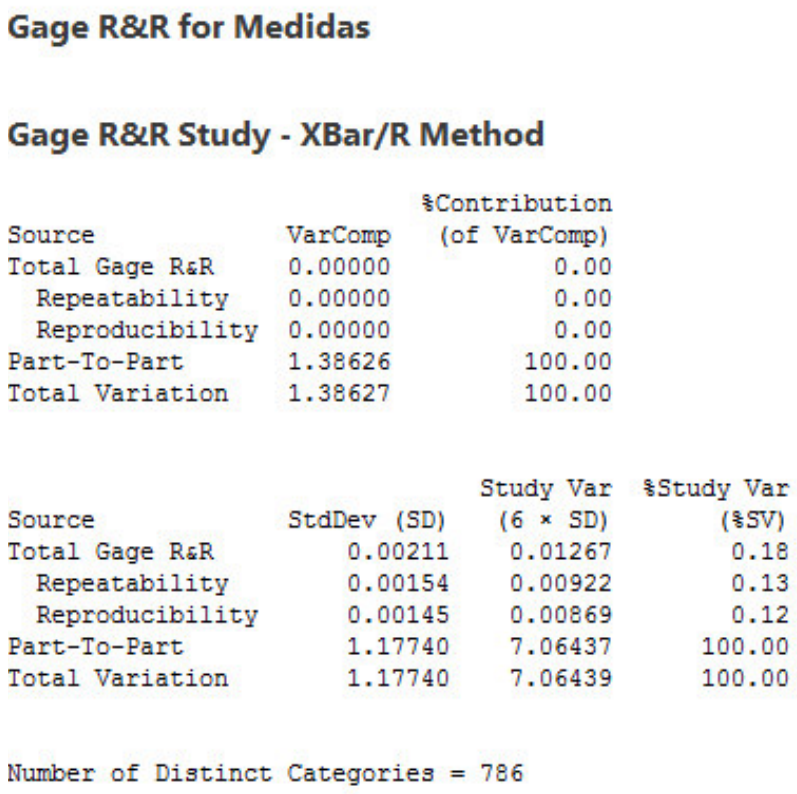
La información recopilada para elaborar las métricas de cumplimiento abarca un rango de cuatro meses, de enero del 2016 hasta abril del 2016; y para elaborar las métricas de productividad abarca un rango de ocho meses, de enero del 2016 hasta agosto del 2016; asimismo el procedimiento actual en la ejecución de los servicios es el siguiente:

- Servicio estándar y monedero: el registro de la hora de llegada y de la hora de salida de cada punto de atención que será anotada por el portavalor en el comprobante de servicio y firmada por el cliente en señal de conformidad.
- Servicio abastecimiento: la hora de llegada y salida es registrada con la hora mostrada por el cajero automático desde que se apertura hasta que se deje abastecido, en todo momento la operativa de abastecimiento está siendo filmado en donde el portavalor muestra a la cámara la hora de ingreso y salida como evidencia de lo registrado en el comprobante de servicio.
- Para verificar que el sistema de medición sea válido, se solicitó a cuatro oficiales que anoten la llegada a punto de entrega. Esta medición se realizó en 10 puntos de la ruta y; se repitió el proceso dos veces.

De acuerdo a lo señalado por Cecchi y Molteni (2005, 264), si el porcentaje de variación atribuible al sistema de medición no supera el 20% de la variación total, entonces se da por validado el sistema.

En la figura 9 se observa que el porcentaje de variación atribuible al sistema de medición es de 0.18%; por lo tanto el sistema es válido.

Figura 9: ***Análisis R&R***



Gage R&R for Medidas

Gage R&R Study - XBar/R Method

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.00000	0.00
Repeatability	0.00000	0.00
Reproducibility	0.00000	0.00
Part-To-Part	1.38626	100.00
Total Variation	1.38627	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.00211	0.01267	0.18
Repeatability	0.00154	0.00922	0.13
Reproducibility	0.00145	0.00869	0.12
Part-To-Part	1.17740	7.06437	100.00
Total Variation	1.17740	7.06439	100.00

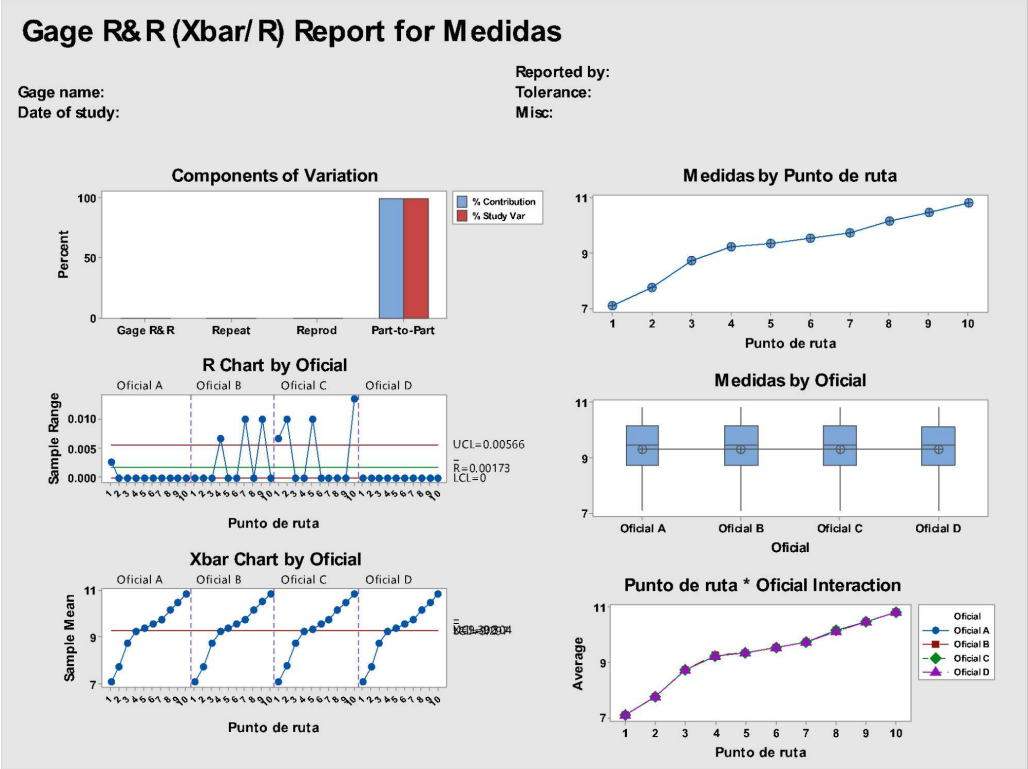
Number of Distinct Categories = 786

Gage R&R for Medidas

Fuente: Elaboracion propia

En la figura 10 se muestran los resultados del análisis de Repetibilidad y Reproductibilidad (R&R), de las cuales se observa que no existen diferencias en los resultados obtenidos por cada oficial y tampoco existe una relación significativa entre la interacción de los puntos de ruta y los oficiales garantizando que no exista variación debida al error sistematico o sesgo de los oficiales y su interacción con las rutas.

Figura 10: ***Gráficas de R&R***



Fuente: Elaboracion propia

4.4. Desempeño Actual del Proceso

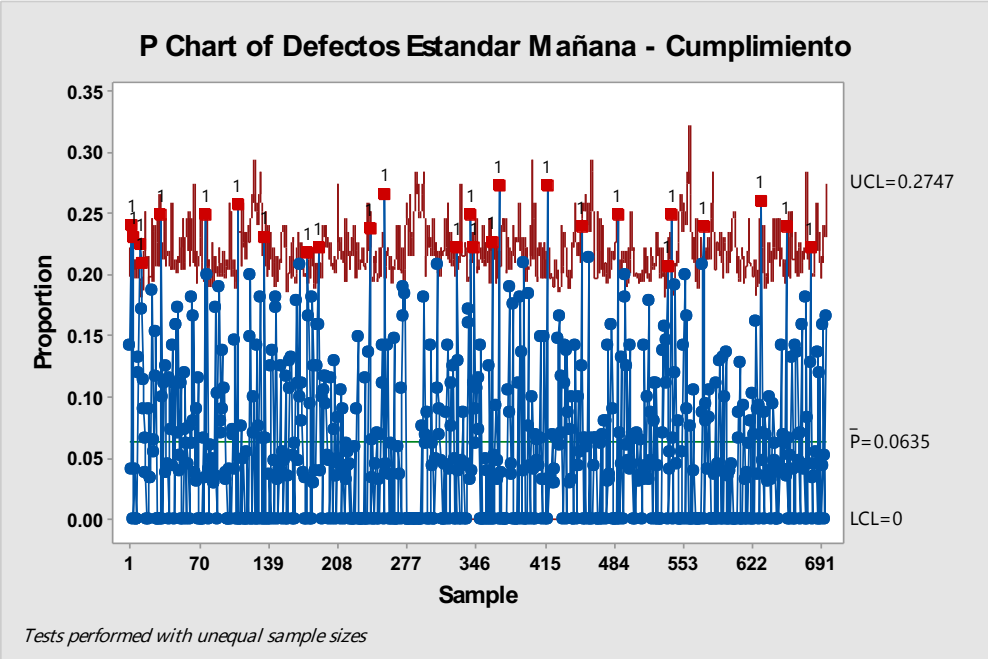
A continuación se muestra el desarrollo del diagnóstico del desempeño actual del proceso, en base a los indicadores de salida "Y" que miden los parámetros críticos de calidad CTQ identificados en la fase definir: el cumplimiento de los servicios atendidos y la productividad por tipo de servicio y por turno respectivamente.

4.4.1. Desempeño del Cumplimiento de ejecución (Y1):

Se utilizó la gráfica de control por atributos para conocer la estabilidad del proceso.

4.4.1.1. Gráfica de control para servicio estándar turno mañana:

Figura 11: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno mañana - 1º corrida***



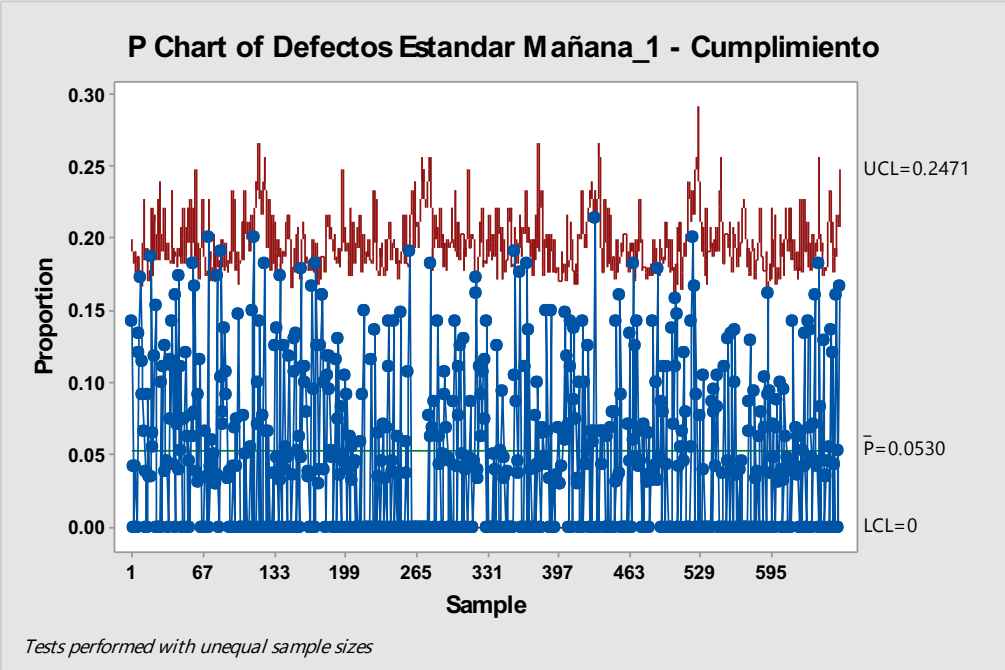
Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se observa que existen algunos puntos fuera de los límites de control; los cuales se evaluaron y se determinaron que responden a las siguientes causas:

- Error en la programación de los servicios por una mala priorización. Se programaron servicios con arcos horarios muy apretados solo tomando en cuenta la productividad de la ruta pero descuidando el cumplimiento de los servicios.
- La asignación incorrecta de los servicios no programados a las rutas que se encuentran en ejecución. Los monitores del centro de control suelen asignar los puntos no programados a los choferes que solo muestren la predisposición de poder realizarlo sin revisar que los choferes cuenten con la disponibilidad de poder cumplirlo sin afectar el cumplimiento de los demás servicios de sus rutas.

Luego de eliminar los puntos fuera de control se obtuvo la gráfica que se muestra en la figura 12, la cual se encuentra bajo control.

Figura 12: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno mañana - 2º corrida***



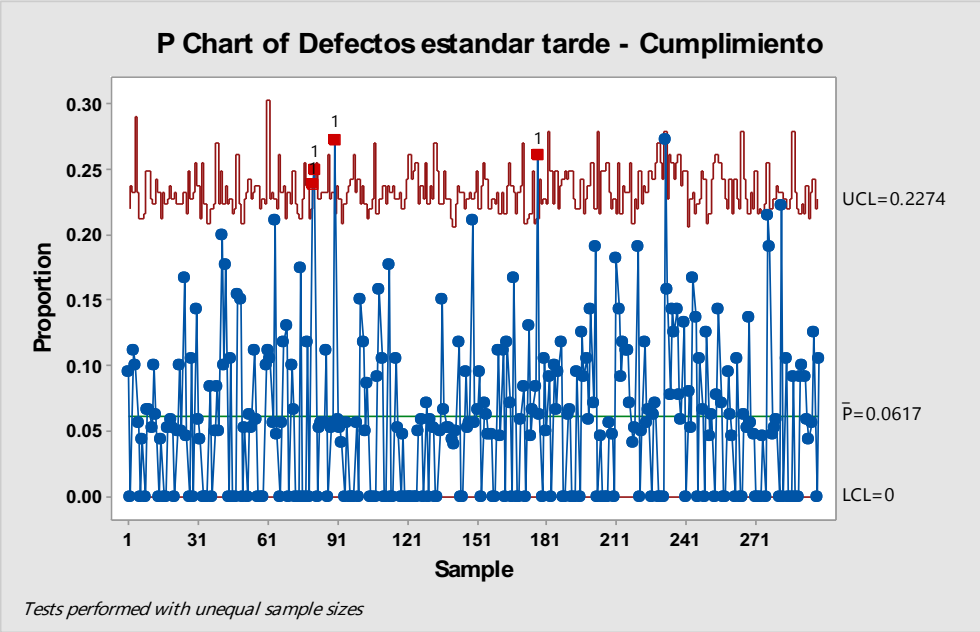
Fuente: Elaboración propia

4.4.1.2. Gráfica de control para servicio estándar turno tarde:

En la figura 13 se muestra la gráfica por atributos “p” de las observaciones de cumplimiento de los servicios estándar turno tarde; en esta se observan cuatro puntos fuera de control; los cuales se evaluaron y se determinó que responden a las siguientes causas:

- Inexperiencia por parte de la tripulación; se hizo las averiguaciones y se halló que el primero de enero y el primero de marzo se puso a prueba tripulación nueva.
- Se adicionaron puntos no programados en la ruta.

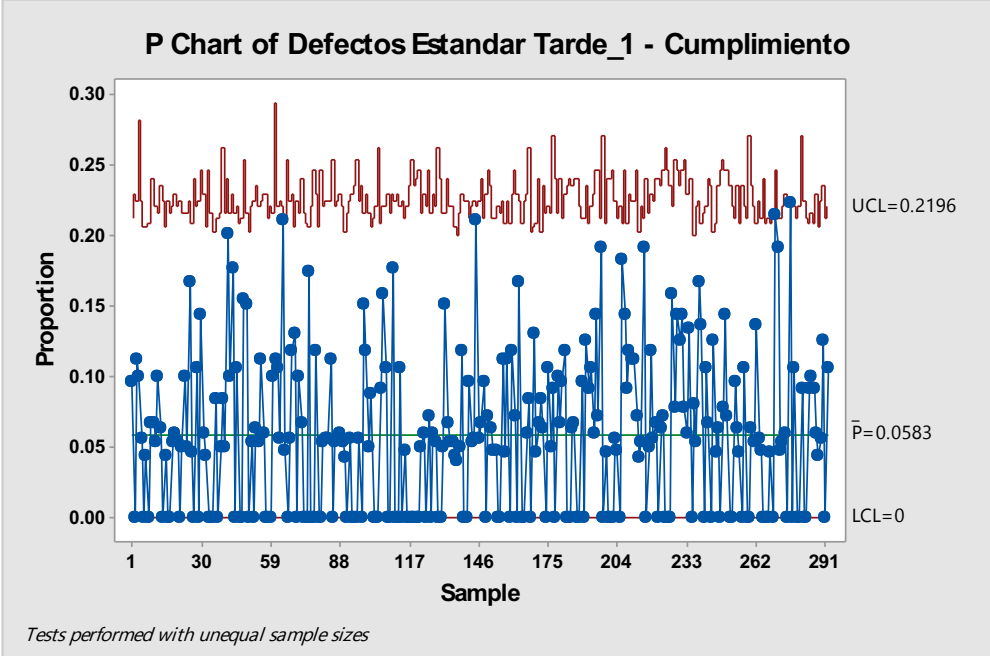
Figura 13: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno tarde - 1º corrida***



Fuente: Elaboración propia

Luego de eliminar los puntos fuera de control se obtuvo la gráfica que se muestra en la figura 14, la cual se encuentra bajo control.

Figura 14: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio estandar turno tarde - 2º corrida***

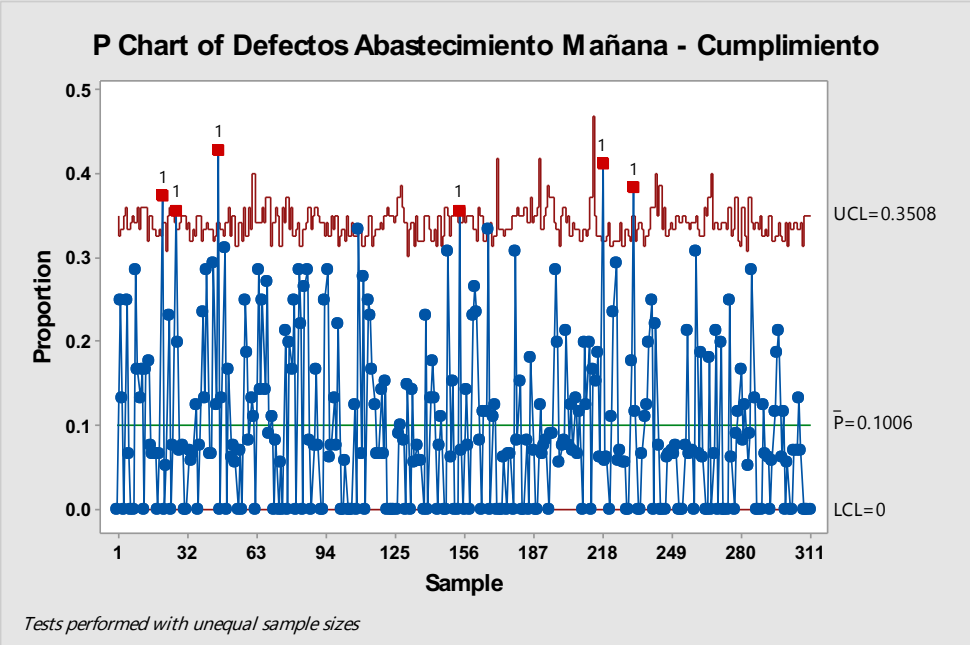


Fuente: Elaboración propia

4.4.1.3. Gráfica de control para servicio abastecimiento turno mañana

En la figura 15 se muestra la gráfica de atributos “p” para el cumplimiento en el servicio de abastecimiento turno mañana; en la cual se evidencia que existen seis (06) puntos fuera de los límites de control.

Figura 15: ***Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno mañana - 1º corrida***



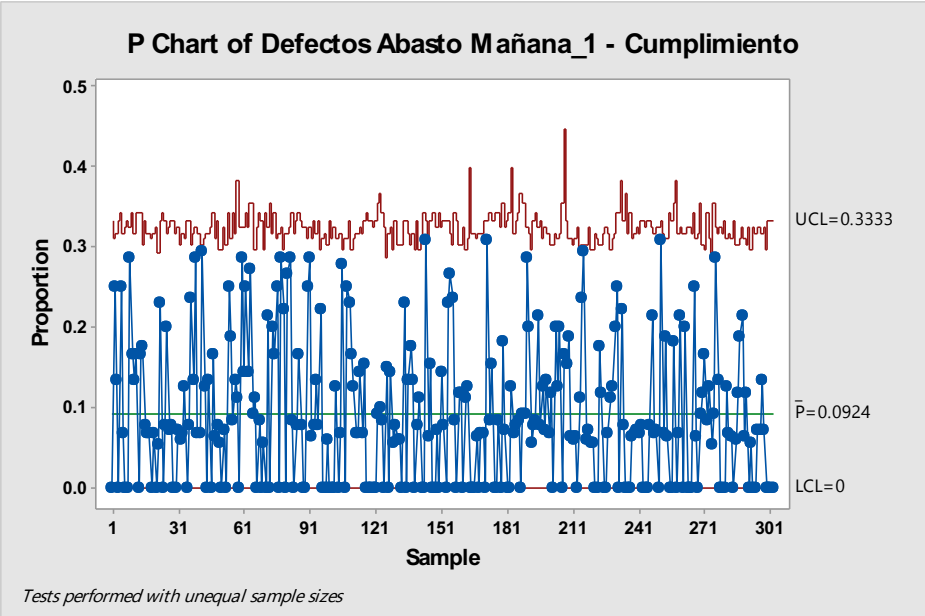
Fuente: Elaboración propia

Se investigó sobre los puntos fuera de control y se determinó que corresponden a las siguientes causas:

- La ruta hacia los puntos de atención estuvo interrumpida por dos avenidas clausuradas; los cual no se tomó en cuenta durante el sub-proceso de programación
- Los choferes a cargo del traslado tenían poca experiencia en la ruta

Luego de eliminar los puntos fuera de control se obtuvo la gráfica que se muestra en la figura 16, la cual se encuentra bajo control.

Figura 16: ***Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno mañana - 2º corrida***

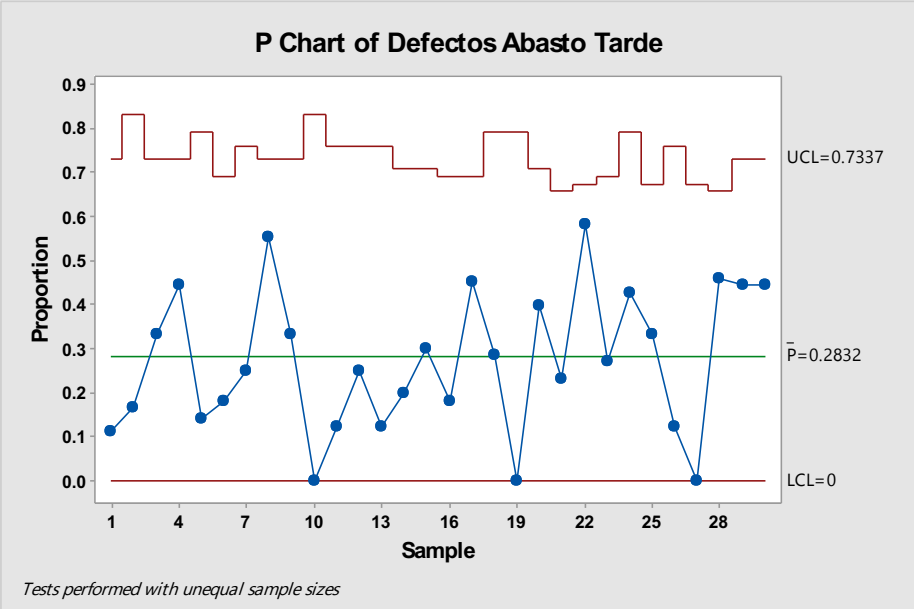


Fuente: Elaboración propia

4.4.1.4. Gráfica de control para servicio abastecimiento turno tarde

En la figura 17 se muestra la gráfica de atributos “p” para el cumplimiento en el servicio de abastecimiento turno tarde; la cual se encuentra bajo control estadístico.

Figura 17: ***Gráfico de control - Cumplimiento del servicio de abastecimiento turno tarde***

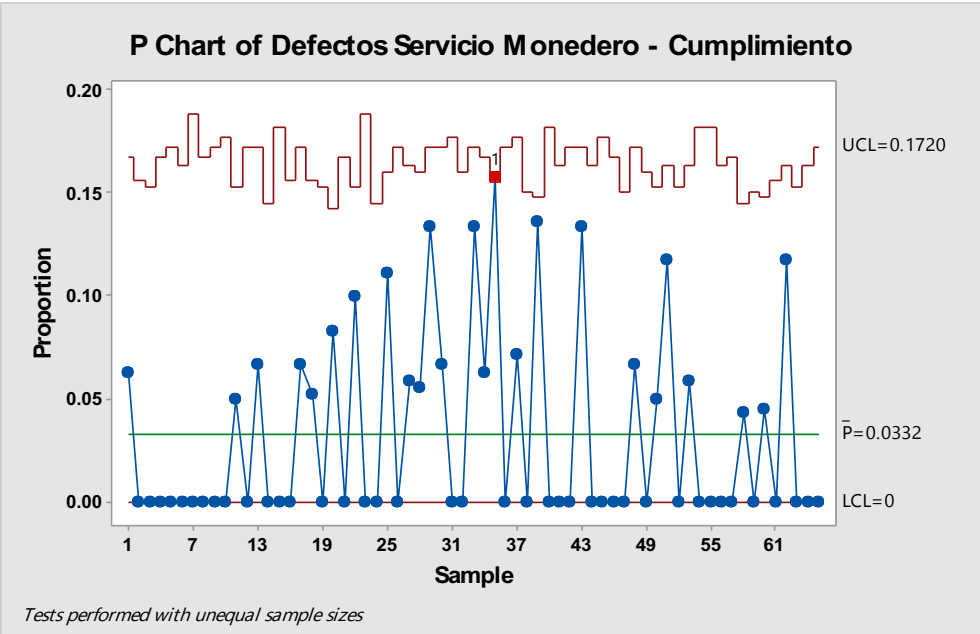


Fuente: Elaboración propia

4.4.1.5. Gráfica de control para servicio monedero

En la figura 18 se muestra la gráfica de atributos "p" para el cumplimiento en el servicio monedero; en la cual se evidencia 1 punto fuera de control estadístico.

Figura 18: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio monedero - 1º corrida***

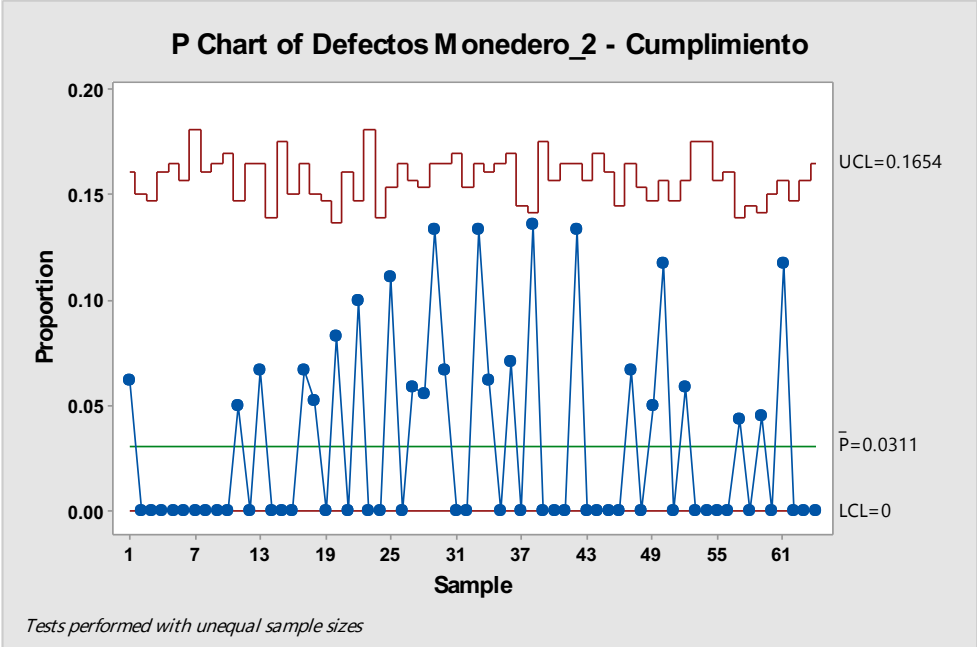


Fuente: Elaboración propia

Se analizó el punto fuera de control y se determinó que la causa del bajo cumplimiento en esta ruta fue debido a que la unidad blindada demoró en salir de la base y no pudo modificar su recorrido.

Luego de eliminar el único punto fuera de control; se obtuvo la gráfica que se muestra en la figura 19.

Figura 19: ***Gráfica de control - cumplimiento del servicio monedero - 2º corrida***



Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Desempeño de la Productividad de ejecución (Y2):

Luego de demostrar que los datos de las variables se encuentran bajo control y siguen una distribución normal, se puede analizar la capacidad y nivel six sigma del proceso.

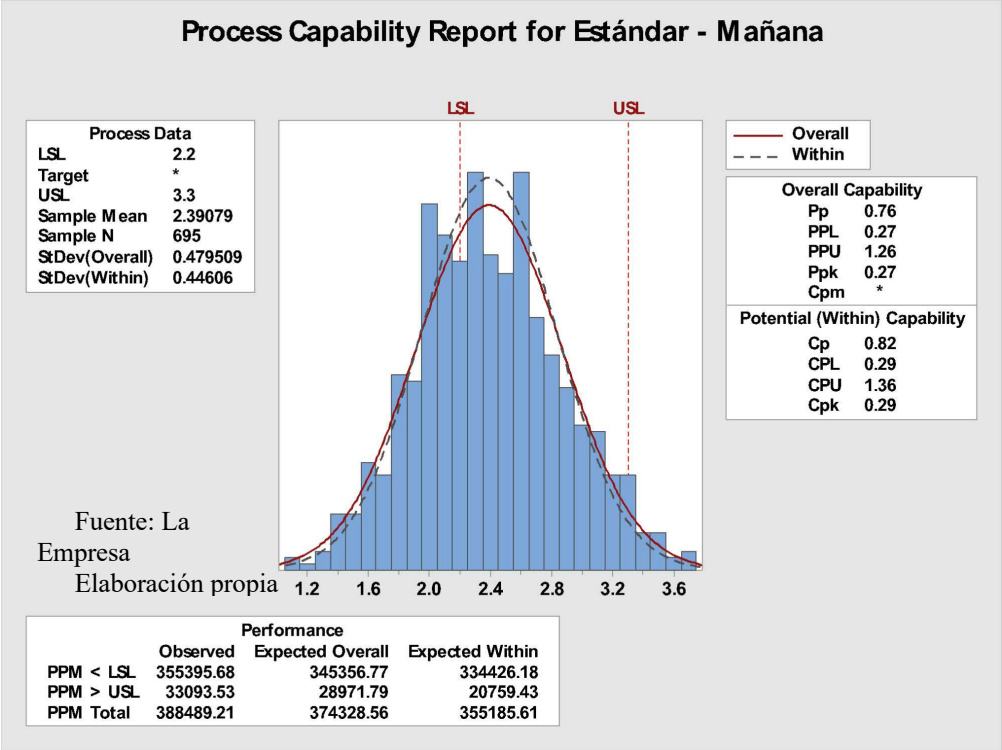
Se ha considerado que el estudio es a largo plazo, ya que se están considerando todas las fuentes de variación en la realización de los servicios, se debe medir la variabilidad y centralidad del proceso según las especificaciones del cliente.

4.4.2.1. Capacidad del proceso para servicio estándar mañana

En la figura 20 se observa que el valor del índice Pp es 0.76 y el valor del índice Ppk es 0.27, lo que quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones y no se encuentra centrado en el objetivo.

Asimismo, se ha obtenido que el PPM es 374,328.56; lo cual se traduce en un rendimiento del 62.57%.

Figura 20: ***Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio estándar turno mañana***



Fuente: La Empresa
Elaboración propia

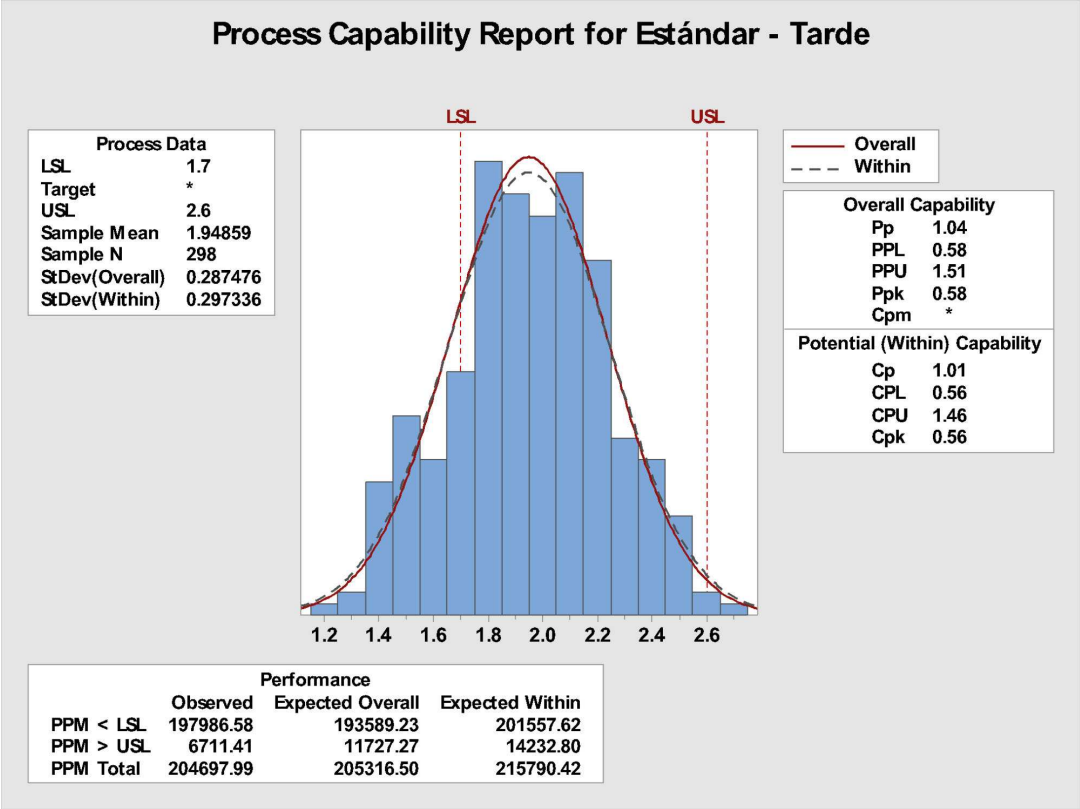
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Capacidad del proceso para servicio estándar tarde

En la figura 21 se observa que el valor del índice Pp es 1.04 y el valor del índice Ppk es 0.58, lo que quiere decir que el proceso es apenas capaz de cumplir con las especificaciones y no se encuentra centrado en el objetivo.

Asimismo, se ha obtenido que el PPM es 205,316.50; lo cual se traduce en un rendimiento del 79.47%.

Figura 21: ***Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio estándar turno tarde***



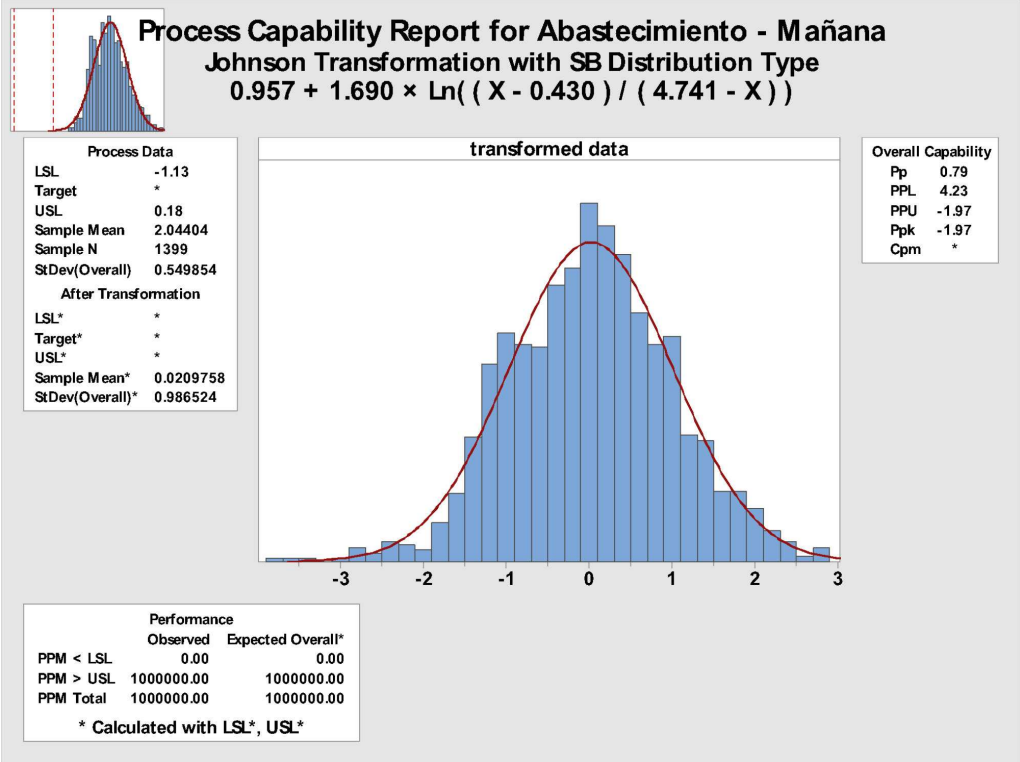
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. Capacidad del proceso para servicio abastecimiento turno mañana

En la figura 22 se observa que el valor del índice Pp es 0.79 y el valor del índice Ppk es -1.97, lo que quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones y no se encuentra centrado en el objetivo.

Asimismo, se ha obtenido que el PPM es 1’000,000.00; lo cual se traduce en un rendimiento del 0%.

Figura 22: ***Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio abastecimiento turno mañana***



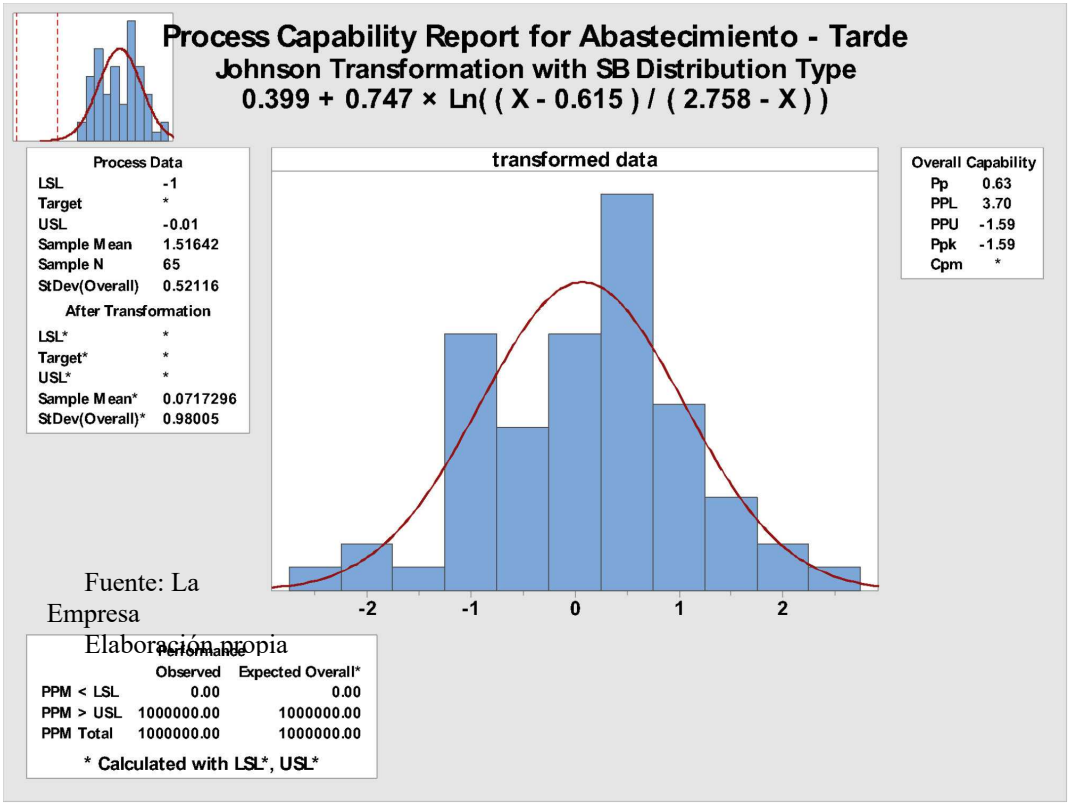
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. Capacidad del proceso para servicio abastecimiento turno tarde

En la figura 23 se observa que el valor del índice Pp es 0.63 y el valor del índice Ppk es -1.59, lo que quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones y no se encuentra centrado en el objetivo.

Asimismo, se ha obtenido que el PPM es 1’000,000.00; lo cual se traduce en un rendimiento del 0%.

Figura 23: ***Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio abastecimiento turno tarde***



Fuente: La Empresa
Elaboración propia

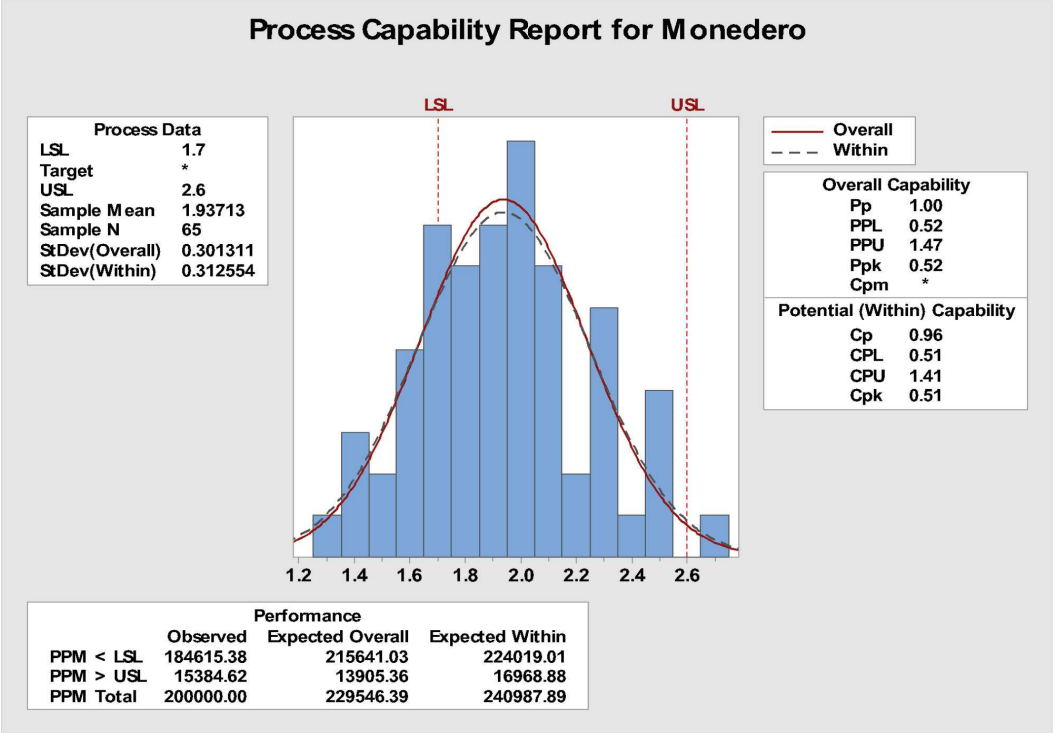
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.5. Capacidad del proceso para servicio monedero

En la figura 24 se observa que el valor del índice Pp es 1.00 y el valor del índice Ppk es 0.52, lo que quiere decir que el proceso es apenas capaz de cumplir con las especificaciones y no se encuentra centrado en el objetivo.

Asimismo, se ha obtenido que el PPM es 236,849.9; lo cual se traduce en un rendimiento del 77.05%.

Figura 24: ***Capacidad de proceso de productividad de ejecución del servicio monedero***



Fuente: Elaboración propia

4.5. Resumen de Indicadores del Proceso Actual

Finalmente, se muestran las tablas de resultados para los variables de salida del proceso de traslado de caudales:

4.5.1. Cumplimiento de Ejecución (Y1):

La tabla 16 muestra el rendimiento del cumplimiento de las entregas y recojos dentro del arco horario, de la cual se observa que los servicios estandar y monedero estan dentro del rango meta, mientras que el servicio de abastecimiento posee un rendimiento por debajo del límite mínimo de especificación.

Tabla 16: ***Indicadores de Cumplimiento***

Servicio	Turno	Media	Coef. Var	Defectos por total de oportunidades unidad (dpo)	Rendimiento	Nivel Sigma a corto plazo
Estándar	Turno Mañana	93%	8%	0.0530	94.70%	3.12
	Turno Tarde	93%	9%	0.0583	94.17%	3.07
Abastecimiento	Turno Mañana	88%	14%	0.0924	90.76%	2.83
	Turno Tarde	73%	22%	0.2832	71.68%	2.07
Monedero	Turno Mañana & Tarde	96%	6%	0.0311	96.89%	3.36

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Productividad de ejecución (Y2):

La tabla 17 muestra la capacidad del proceso de ejecución bajo control de la cual se obtienen las siguientes interpretaciones:

- El proceso del servicio estándar turno mañana tiene una variabilidad regular y una centralidad muy baja.
- El proceso del servicio estándar turno tarde tiene una variabilidad baja pero una centralidad muy baja
- El proceso del servicio abastecimiento turno mañana tiene una variabilidad moderada pero una centralidad muy baja fuera de los límites de especificación.
- El proceso del servicio abastecimiento turno tarde tiene una variabilidad alta pero una centralidad muy baja fuera de los límites de especificación.
- El proceso del servicio monedero turno mañana y tarde tiene una variabilidad baja pero una centralidad muy baja.

Tabla 17: ***Indicadores de Productividad***

Servicio	Turno	Media	Coef. Var	Pp	Ppk	PPM	Rendimiento	Nivel Sigma a corto plazo
Estándares	Turno Mañana	2.3	20%	0.76	0.27	374,328.56	62.57%	1.82
	Turno Tarde	1.9	15%	1.04	0.58	205,316.50	79.47%	2.32
Abastecimiento	Turno Mañana	1.4	15%	0.79	-1.97	1,000,000.00	0.00%	1.50
	Turno Tarde	1	23%	0.63	-1.59	1,000,000.00	0.00%	1.50
Monedero	Turno Mañana & Tarde	1.9	16%	1.00	0.52	229,546.39	77.05%	2.24

Fuente: Elaboración propia

4.6. Diagnostico de la Fase Medir

Como resultado de la fase medir, se concluyó que el nivel six sigma del cumplimiento y productividad del proceso de traslado de valores oscila entre 1.5 σ y 3.36 σ; lo cual demuestra que el proceso se encuentra todavía muy alejado de su meta a 4.5 σ.

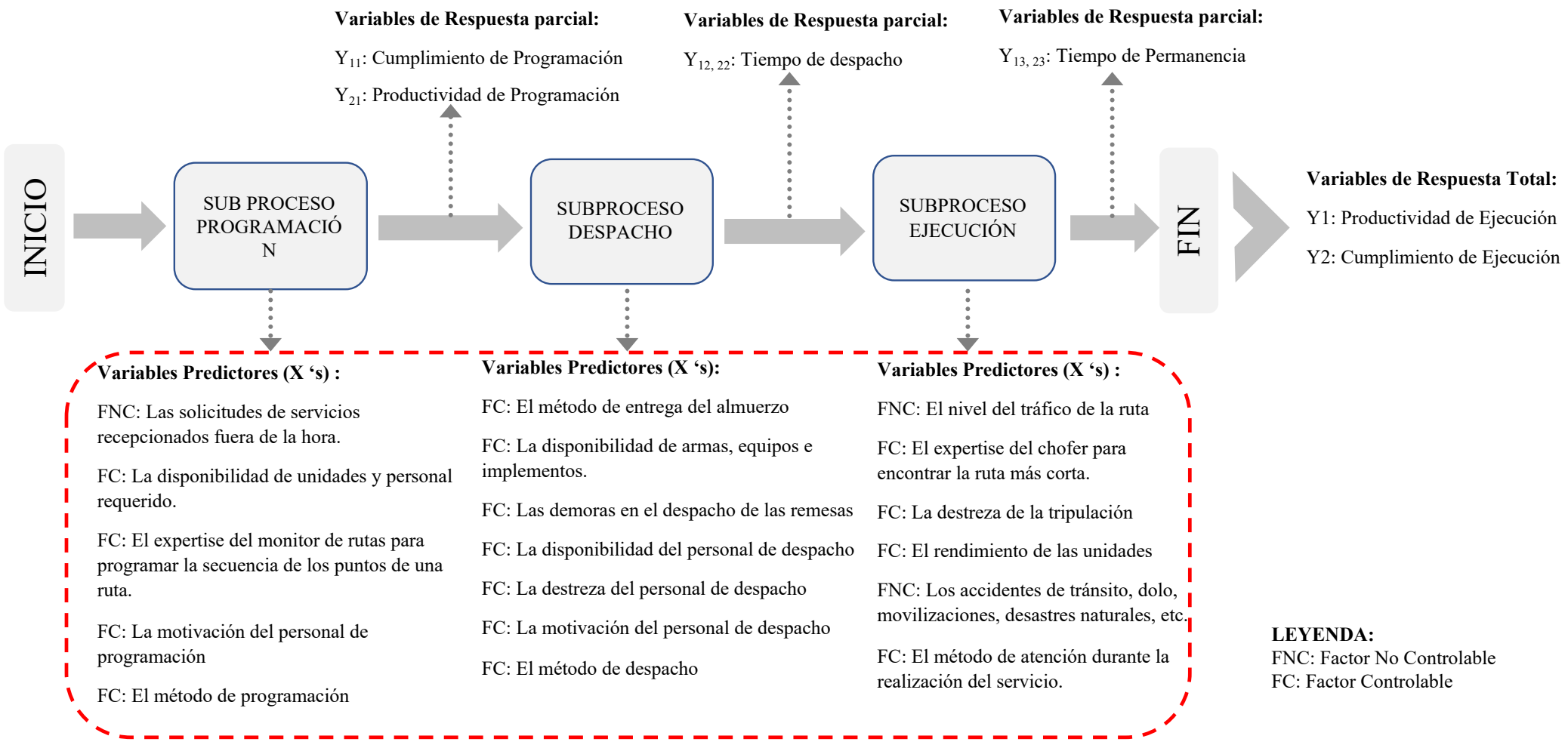
En la siguiente fase se identificarán los factores críticos controlables que explican las variaciones del cumplimiento y la productividad de ejecución.

5. DESARROLLO DE LA FASE ANALIZAR

En la presente fase se analizará los problemas principales que afectan al proceso a fin de identificar las causas raíces sobre las que se actuará para incrementar el nivel de productividad de las rutas y el nivel de cumplimiento de los servicios.

En la figura 25 se muestra el mapa de procesos detallado; así como las causas potenciales de las variables de salida para cada subproceso.

Figura 25: ***Identificación de las causas Potenciales***



Fuente: Elaboración propia

En las tablas 18, 19 y 20 se procedió a realizar el análisis de modos efectos y fallos (AMFE) de cada uno de los subprocesos con el objetivo de identificar las causas potenciales (X's) criticas.

5.1. Análisis de modo de fallos y efectos

Los criterios para evaluar la probabilidad de ocurrencia, el índice de gravedad y la probabilidad de no detección varia en una escala del 1 al 10, tal como se observa en las siguientes tablas :

Escala para Probabilidad de Ocurrencia:

Ocurrencia	Descripción
1	< 1/100,000 a 2/100,000]
2	< 2/100,000 a 1/10,000]
3	< 1/10,000 a 2/10,000]
4	< 2/10,000 a 1/1000]
5	< 1/1000 a 2/1,000]
6	< 2/1,000 a 1/100]
7	< 1/100 a 2/100]
8	< 2/100 a 1/10]
9	< 1/10 a 2/10]
10	< 2/10 a 1]

Escala para Probabilidad de Gravedad:

Gravedad	Descripción
1	Sin consecuencias en el cliente
2	Fallos que no afectan la funcionalidad del producto
3	Ligeras molestias en el cliente
4	Molestias en el cliente

5	Deterioro de la imagen
6	Gran descontento en el cliente
7	Gran descontento y reclamos
8	Reclamos y devoluciones
9	Imposibilidad de uso del producto
10	Pone en riesgo a los usuarios

Escala para Probabilidad de No detección:

Frecuencia	Descripción
1	<1/100,000 - 5/100,000]
2	<5/100,000 - 1/10,000]
3	<1/10,000 - 5/10,000]
4	<5/10,000 - 1/1000]
5	<1/1000 - 5/1000]
6	<5/1000 - 1/100]
7	<1/100 - 5/100]
8	<5/100 - 1/10]
9	<1/10 - 5/10]
10	<5/10 - 10/10]

Tabla 18: ***AMFE del sub-proceso de ejecución***

Componente del Proceso de Traslado de Valores	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Probabilidad de ocurrencia	Gravedad	Probabilidad de No Detección	IPR
Programación	Demora en la programación de servicios	1.Ausencias del personal de tripulación en la ejecución de los servicios. 2.Incremento del costo del servicio.	La solicitudes de servicios recepcionados fuera de la hora	Servicio de atención al cliente informa el horario de solicitudes de servicios programados	6	5	1	30
			La falta de disponibilidad de unidades y personal requerido.	Check list diario de las unidades operativas y disponibles	6	5	1	30
	Programación de rutas ineficientes e ineficaces	1.Incrementar el costo del servicio. 2.Ejecutar servicios fuera del arco horario indicado por el cliente. 3.Desmotivación del personal de Tripulación	El bajo expertise del monitor de rutas para programar la secuencia de los puntos de una ruta.	Evaluación semestral del desempeño del personal de programación	8	10	8	640
			El ineficiente e ineficaz método de programación	No existen controles	10	10	10	1000
			La desmotivación del personal de programación	Evaluación semestral de satisfacción laboral	5	5	5	125

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: ***AMFE del sub-proceso de despacho***

Componente	Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Probabilidad de ocurrencia	Gravedad	Probabilidad de No Detección	IPR
Despacho	Demoras en la salida de la UB de la base de LA EMPRESA	1. Servicios fuera del arco horario indicado por el cliente	La entrega del almuerzo de la tripulación en las instalaciones de administracion	No existen controles	4	7	10	280
			Indisponibilidad de armas, equipos e implementos.	Check list de armas, equipos e implementos antes de empezar el proceso de despachos	3	7	4	84
			Las demoras en el despacho de las remesas	No existen controles	5	7	10	350
			Falta de destreza del personal de despacho	Evaluación de desempeño del personal de despacho	4	7	5	140
			Desmotivación del personal de despacho	Evaluación de satisfacción laboral	3	7	4	84
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	7	6	210
			Indisponibilidad del personal de despacho	Control de asistencia diaria	3	7	3	63
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	7	6	210
		2. Incremento de la jornada laboral	Indisponibilidad de armas, equipos e implementos.	Check list de armas, equipos e implementos antes de empezar el proceso de despachos	3	5	4	60
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	5	6	150
			Indisponibilidad del personal de despacho	Control de asistencia diaria	3	5	3	45
		3. Desmotivación del personal de Tripulación	Las demoras en el despacho de las remesas	No existen controles	5	5	10	250
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	5	6	150
			Indisponibilidad del personal de despacho	Control de asistencia diaria	3	5	3	45
			Falta de destreza del personal de despacho	Evaluación de desempeño del personal de despacho	4	5	5	100

Componente	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Probabilidad de ocurrencia	Gravedad	Probabilidad de No Detección	IPR
Despacho	Remesas desordenadas	1. Pérdida del objeto de valor	Falta de destreza del personal de despacho	Evaluación de desempeño del personal de despacho	4	10	5	200
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	10	6	300
			Indisponibilidad del personal de despacho	Control de asistencia diaria	3	10	3	90
		2. Entrega incorrecta de las remesas	La entrega del almuerzo de la tripulación en las instalaciones de administración	No existen controles	4	9	10	360
			Falta de destreza del personal de despacho	Evaluación de desempeño del personal de despacho	4	9	5	180
			Desmotivación del personal de despacho	Evaluación de satisfacción laboral	3	9	4	108
			Inadecuado método de despacho	Monitoreo del tiempo de despacho	5	9	6	270

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: AMFE del sub-proceso de ejecución

Componente del Proceso de Traslado de Valores	Modo de Fallo	Efecto	Causa	Controles actuales	Probabilidad de ocurrencia	Gravedad	Probabilidad de No Detección	IPR
Ejecución	Demora en la realización del servicio	1. Incremento el riesgo a un asalto. 2.Incremento del costo del servicio.	La baja destreza de la tripulación	Charlas diarias de 5 min sobre los protocolos y procedimientos de ejecución del servicio.	6	6	4	144
			El método de atención durante la realización del servicio es ineficaz e ineficiente	No existen controles	8	10	10	800
	Demora en el traslado	1.Incrementar el costo del servicio. 2.Ejecutar servicios fuera del arco horario indicado por el cliente.	El nivel alto del tráfico de la ruta	Notificaciones del estado del tráfico por Google maps	8	8	4	256
			El bajo rendimiento de las unidades	Mantenimientos Preventivos	4	10	2	80
			El bajo expertise del chofer para encontrar la ruta más corta	Evaluación semestral del desempeño de los choferes	8	10	8	640
			Los accidentes de tránsito, dolo, movilizaciones, desastres naturales, etc	No existen controles	2	8	10	160

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis AMFE de cada uno de los subprocesos se identificaron que las causas potenciales con los más altos índices de priorización de riesgo son:

Subproceso de Programación:

1. El método de programación.
2. El expertise del monitor de rutas para programar la secuencia de rutas óptimas.

Subproceso de Despacho:

1. El método de entrega del almuerzo
2. Falta de destreza del personal de despacho
3. Inadecuado método de despacho

Subproceso de Ejecución:

1. El método de atención.
2. El expertise del chofer para encontrar la ruta más corta.

Las cuales constituyen posibles causas raíces que deberán ser estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95% como resultado del análisis de regresión.

5.2. Analisis del sub proceso programacion

5.2.1. Identificación de la naturaliza de las variables

En este proceso se identificaron dos posibles causas raíces (X's):

El Método de programación: Debido que no existe un método estándar implementado en el área de programación, se ha identificado que el personal de programación ha adoptado con el tiempo los siguientes métodos de programación:

1. Método A : Se programa sin sectores según la secuencia de la hora final del arco horario de llegada de cada punto

2. Método B: Se programa sin sectores según la secuencia de la hora inicial del arco horario de llegada de cada punto.
3. Método C: Se programa sin sectores según la secuencia de la hora promedio del arco horario de llegada de cada punto.
4. Método D: Se programa con sectores según la secuencia de la hora final del arco horario de llegada de cada punto.
5. Método E: Se programa con sectores según la secuencia de la hora inicial del arco horario de llegada de cada punto.
6. Método F: Se programa con sectores según la secuencia de la hora promedio del arco horario de llegada de cada punto.

El Expertise del Personal de Programación: Se ha identificado el expertise en el área de programación según los años de experiencia programando los servicios de ruta.

1. Sin el suficiente expertise: Programadores con menos de 2 años laborando como programadores
2. Con el suficiente Expertise : Programadores con más de 2 años laborando como programadores

5.2.2. Análisis de Multicolinealidad

Luego de identificar las posibles variables críticas se analizó la multicolinealidad para evitar que las variables independientes fuertemente correlacionadas entre sí, cuyo valor se encuentra fuera del rango comprendido entre -0.70 y 0.70, puedan llevar a conclusiones incorrectas sobre la variable de respuesta.

Se observa en la siguiente tabla que ninguna variable independiente está afectada por la multicolinealidad ya que los coeficientes de correlación se encuentran dentro del rango comprendido entre - 0.70 y 0.70.

	Método de Programación	*Expertise*
Método de Programación	1	
Expertise	0.484589263	1

5.2.3. Análisis de Regresión

Luego de verificar que no existe multicolinealidad, se realizó el análisis de regresión múltiple para identificar que variables independientes eran estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

El siguiente paso es realizar una prueba de hipótesis para el coeficiente de regresión de cada variable independiente a un nivel de significancia del 5% . Si como resultado de la prueba de hipótesis una variable tiene un P-value mayor a 0.05 entonces deberá ser eliminada del modelo de regresión, pero si dicha variable tiene un p-value menor a 0.05 entonces deberá mantenerse en el modelo de regresión.

Para la Productividad de las rutas en programación: Se observa que el coeficiente de correlación positiva es 0.80 lo cual evidencia una fuerte relación entre las variables independientes y la variable de respuesta, asimismo se evidencia todas las variables independientes son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% con lo cual se determina la ecuación de regresión múltiple.

Productividad de las rutas en Programación = -0.720 + 0.566 Método de Programación + 0.0826*Expertise del personal de Programación*

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8021341 9
Coeficiente de determinación R^2	0.6434192 7
R^2 ajustado	64%
Error típico	0.33927
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	-0.7200	0.0634	-11.3574	1.9065E-28
Método de Programación	0.5666	0.0145	38.9581	2.75E-214
Expertise	0.0826	0.0290	2.8475	0.00448243

Para el Cumplimiento de las rutas en programación: Se observa que el coeficiente de correlación positiva es 0.67 lo cual evidencia una moderada fuerte relación entre las variables independientes y la variable de respuesta, asimismo se evidencia que la única variable que es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% es el método de programación, con lo cual se determina la ecuación de regresión lineal obtenido de la segunda corrida del análisis de regresión:

Cumplimiento de las rutas en Programación = 0.6615 + 0.0611 Método de Programación*

Primera corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.67201754
Coeficiente de determinación R^2	0.45160758
R^2 ajustado	45%
Error típico	0.05217006
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	0.6625	0.0097	67.9554	0
Método de Programación	0.0604	0.0022	27.0238	1.18E-125
Expertise	0.0025	0.0045	0.5665	0.57112942

Segunda corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.6719068 3
Coeficiente de determinación R^2	0.4514587 9
R^2 ajustado	45%
Error típico	0.0521551
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	0.6615	0.0096	68.8375	0
Método de Programación	0.0611	0.0020	31.2162	1.41E-156

5.3. Analisis del sub proceso despacho

5.3.1. Identificación de la naturaliza de las variables

En este proceso se identificaron tres posibles causas raíces (X's):

El Método de despacho: Debido que no existe un método estándar implementado en el área de programación, se ha identificado que el personal de programación ha adoptado con el tiempo los siguientes métodos de programación:

1. Método A : Previamente se tiene listo todos los documentos logísticos de salida ,Packing List y guía de remisión transportista, al momento de entregar las remesas.
2. Método B: Los documentos logísticos de salida, Packing List y guía de remisión transportista, se completan al momento de entregar las remesas.

El Expertise del personal de despacho: Se ha identificado el expertise en el área de despacho según la evaluación de desempeño realizada por el jefe de despacho a sus colaboradores. Se han definido los siguientes niveles:

1. Alta expertise : personal con calificación mayor a 70%

2. Media expertise: personal con calificación menor o igual 70%

Método de entrega del almuerzo: El personal de la tripulación recibe su almuerzo de dos maneras, antes de salir en ruta:

1. Método A: El personal recoge su almuerzo dentro de las instalaciones de operaciones.
2. Método B: El personal recoge su almuerzo en el comedor ubicado en las instalaciones de administración.

5.3.2. Análisis de Multicolinealidad

Las variables independientes fuertemente correlacionadas entre sí, cuyo valor se encuentra fuera del rango comprendido entre -0.70 y 0.70, puedan llevar a conclusiones incorrectas sobre la variable de respuesta.

	Tipo de metodo de despacho	Expertise del personal	Método de entrega del almuerzo
Tipo de método de despacho	1		
Expertise del personal	-0.15575062	1	
Método de entrega del almuerzo	-0.16192089	0.84699835	1

En la tabla se observa que el coeficiente de correlación entre expertise del personal y el método de entrega del almuerzo es mayor a 0.7; lo que indica que las variables se encuentran fuertemente correlacionados. En el análisis de regresión se definirá con cual de las dos variables trabajar.

5.3.3. Análisis de Regresión

Luego de verificar que no existe multicolinealidad, se realizó el análisis de regresión múltiple para identificar que variables independientes eran estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

El siguiente paso es realizar una prueba de hipótesis para el coeficiente de regresión de cada variable independiente a un nivel de significancia del 5%. Si como resultado de la prueba de hipótesis una variable tiene un P-value mayor a 0.05 entonces deberá ser eliminada del modelo de regresión, pero si dicha variable tiene un p-value menor a 0.05 entonces deberá mantenerse en el modelo de regresión.

Para el Tiempo de Despacho: Se observa que el coeficiente de correlación positivo es 0.69, lo cual indica que existe relación positiva entre las x's y las y's.

Asimismo, se comprueba que las tres posibles causas son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, se realizó una segunda corrida sin considerar la variable: expertise del personal; ya que, tiene una relación fuerte con la variable método de entrega del almuerzo. Se eligió esta última variable por tener un p-value menor.

lo cual evidencia una fuerte relación entre las variables independientes y la variable de respuesta, asimismo se evidencia que la única variable que es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% es el método de atención, con lo cual se determina la ecuación de regresión lineal obtenido de la segunda corrida del análisis de regresión:

*Tiempo de Despacho = 0.4396 + 0.7842*Tipo de método de despacho – 0.3996* Método de entrega del almuerzo*

Primera corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.83325423
Coeficiente de determinación R^2	0.69431261
R^2 ajustado	0.69353675
Error típico	0.16434648
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	0.43421597	0.03477241	12.48737176	1.05557E-33
Tipo de método de despacho	0.78690436	0.03244305	24.25494611	8.4122E-106
Expertise del personal	0.04250305	0.01796921	2.365326824	0.018174898
Método de entrega del almuerzo	-0.4355087	0.01801501	-24.17477327	3.0862E-105

Segunda corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.83238555
Coeficiente de determinación R^2	0.6928657
R^2 ajustado	0.69234645
Error típico	0.16466533
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	0.43965892	0.0347635	12.64714338	1.76912E-34
Tipo de método de despacho	0.78418288	0.03248554	24.13944258	5.2799E-105
Método de entrega del almuerzo	-0.3995849	0.00970771	-41.16160271	1.455E-230

5.4. Análisis del sub proceso ejecucion

5.4.1. Identificación de naturaleza de las variables

En este proceso se identificaron dos posibles causas raíces (X's):

El Método de atención: Como parte del proceso de ejecución del servicio (Estándar y Monedero) el portavalor debe llenar un comprobante de servicio, la cual el cliente deberá firmar para antes de finalizar el servicio.

Esta variable no aplica para los servicios de abastecimiento, ya que es el único servicio en donde no hay contacto con el cliente en la ejecución del servicio, y sólo depende del estado del cajero automático.

Servicios Estándar y Monedero:

1. Método A : El Portavalor tiene listo el comprobante de servicio para que el cliente sólo lo firme en señal de conformidad.
2. Método B: El Portavalor no tiene listo el comprobante de servicio para que el cliente sólo lo firme en señal de conformidad.

Servicios Abastecimiento:

1. Método A : El Portavalor configuro la videocámara antes de iniciar la grabación del abastecimiento del ATM.
2. Método B: El Portavalor no configuro antes de iniciar la grabación del abastecimiento del ATM.

El Expertise del chofer: Se ha identificado el expertise del chofer para identificar la ruta más corta según los años de experiencia laborando como chofer.

1. Con el suficiente Expertise: Personal con 2 años o más laborando como chofer
2. Sin el suficiente Expertise: Personal con menos de 2 años laborando como portavalor

5.4.2. Análisis de Multicolinealidad

Luego de identificar las posibles variables críticas se analizó la multicolinealidad para evitar que las variables independientes fuertemente correlacionadas entre sí, cuyo valor se encuentra fuera del rango comprendido entre -0.70 y 0.70, puedan llevar a conclusiones incorrectas sobre la variable de respuesta.

Se observa en la siguiente tabla que ninguna variable independiente está afectada por la multicolinealidad ya que los coeficientes de correlación se encuentran dentro del rango comprendido entre - 0.70 y 0.70.

	Método de atención	*El expertise del Portavalor*
Método de atención	1	
El expertise del Portavalor	0.031314313	1

5.4.3. Análisis de Regresión

Luego de verificar que no existe multicolinealidad, se realizó el análisis de regresión múltiple para identificar que variables independientes eran estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

El siguiente paso es realizar una prueba de hipótesis para el coeficiente de regresión de cada variable independiente a un nivel de significancia del 5% . Si como resultado de la prueba de hipótesis una variable tiene un P-value mayor a 0.05 entonces deberá ser eliminada del modelo de regresión, pero si dicha variable tiene un p-value menor a 0.05 entonces deberá mantenerse en el modelo de regresión.

Para el Tiempo de Permanencia: Se observa que el coeficiente de correlación positiva es 0.86 lo cual evidencia una fuerte relación entre las variables independientes y la variable de respuesta, asimismo se evidencia que la única variable que es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% es el método de atención, con lo cual se determina la ecuación de regresión lineal obtenido de la segunda corrida del análisis de regresión:

Tiempo de Permanencia = -1.7236 + 9.4471 Método de atención*

Primera corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.866421294
Coeficiente de determinación R^2	0.750685858
R^2 ajustado	75%
Error típico	2.528277373
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	-2.0692	0.3121	-6.6296	5.10475E-11
Método de atención	9.4394	0.1584	59.5839	0
El expertise del Portavalor	0.3929	0.2512	1.5644	0.117991219

Segunda corrida del análisis de regresión:

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8661236
Coeficiente de determinación R^2	0.75017009
R^2 ajustado	75%
Error típico	2.52982221
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	-1.7236	0.2206	-7.8133	1.2224E-14
Método de atención	9.4471	0.1584	59.6257	0

5.5. Analisis del proceso de traslado de valores

5.5.1. Identificación de la naturaliza de las variables

Para hacer la evaluación del proceso total se consideró a todas las variables que eran estadísticamente significativas en la definición de las y's de cada sub-proceso.

Las variables potenciales del proceso de Traslado de Valores son las siguientes (X's):

1. Tipo de método de despacho
2. Método de entrega de almuerzo
3. Tipo de método de atención
4. Tipo método de programación
5. El expertise del programador

5.5.2. Análisis de Multicolinealidad

Con las variables seleccionada (X's), se analizó la multicolinealidad para evitar que las variables independientes fuertemente correlacionadas entre sí.

En la siguiente tabla se observa que ninguna variable independiente está afectada por la multicolinealidad ya que los coeficientes de correlación se encuentran dentro del rango comprendido entre - 0.70 y 0.70.

	Método de atención	Método de Programación	Tipos Expertise	Tipo de método de despacho	Método de entrega del almuerzo
Método de atención	1				
Tipos Método de Programación	-0.5783308	1			
Tipos Expertise programador	-0.5038077	0.484589	1		
Tipo de método de despacho	0.0067542	0.014483	0.028928	1	
Método de entrega de almuerzo	0.111314	-0.087992	-0.078527	-0.161920	1

5.5.3. Análisis de Regresión

Luego de verificar que no existe multicolinealidad, se realizó el análisis de regresión múltiple para identificar que variables independientes eran estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

Se hizo el análisis de regresión para cada una de las Y's del proceso.

Para la productividad de ejecución: Se observa que el coeficiente de correlación positiva es 0.69 lo cual evidencia una fuerte relación entre las variables independientes y la variable de respuesta. Asimismo se observa que sólo las variables tipo de método de atención y tipo de método de programación son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%

Se hizo una segunda regresión sólo con las variables antes mencionadas y se obtuvo la siguiente ecuación:

*Productividad de las rutas en Ejecución = 0.3621 - 0.3406*Método de atención + 0.4366*Método de programación*

Resumen Productividad – corrida 1

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.831358948
Coeficiente de determinación R^2	0.6911577
R^2 ajustado	0.689849046
Error típico	0.30154227
Observaciones	1186

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0.47889871	0.108307192	4.42167046	1.06968E-05
Tipos de método de atención	-0.34335467	0.024446094	-14.04537939	1.49395E-41
Tipos método de Programación	0.440643723	0.014417071	30.56402482	1.324E-151
Tipos Expertise del programador	-0.037358847	0.027181671	-1.374413178	0.169574411
Tipo de método de despacho	-0.061474596	0.059544087	-1.032421502	0.302086254
Método de entrega del almuerzo	-0.074549477	0.017901311	-4.164470182	3.34791E-05

Resumen Productividad - corrida 2

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.828324814
Coeficiente de determinación R^2	0.686121997
R^2 ajustado	0.68559135
Error típico	0.303604974
Observaciones	1186

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0.362144527	0.089421529	4.049858352	5.45851E-05
Tipos de método de atención	-0.340588871	0.023307759	-14.61268204	1.39411E-44
Tipos Método de Programación	0.436586791	0.013955159	31.28497319	4.6782E-157

Para el cumplimiento de ejecución: Se observa que el coeficiente de correlación positiva es 0.40 lo cual evidencia una relación media entre las variables independientes y la variable de respuesta. Asimismo se observa que sólo las variables tipo de método de programación y método de entrega de almuerzo son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%

Se hizo una segunda regresión sólo con las variables antes mencionadas y se obtuvo la siguiente ecuación:

*Cumplimiento de las rutas en Ejecución = 0.6418 + 0.0599*Método de Programación + 0.0121* Método de entrega del almuerzo*

Resumen Cumplimiento corrida 1

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.62811379
Coeficiente de determinación R^2	0.39452694
R^2 ajustado	0.39247622
Error típico	0.0575175
Observaciones	1186

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	0.63404574	0.02054466	30.8618333	7.5932E-154
Tipos de método de atención	0.00561248	0.00443001	1.26692268	0.20543272
Tipos Método de Programación	0.06185565	0.00264534	23.3829124	1.1074E-99
Tipo de método de despacho	-0.00840877	0.01135265	-0.74068829	0.459029693
Método de entrega del almuerzo	0.01132607	0.00341425	3.31729299	0.000936619

Resumen Cumplimiento corrida 2

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.62811379
Coeficiente de determinación R^2	0.39452694
R^2 ajustado	0.39247622
Error típico	0.0575175
Observaciones	1186

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0.64177496	0.01093797	58.6740549	0
Tipos Método de Programación	0.05992986	0.00216529	27.6774881	2.0353E-130
Método de entrega del almuerzo	0.01205038	0.00335932	3.58715047	0.000347962

5.6. Diagnostico de la fase analizar

Luego del análisis AMFE y regresiones efectuadas se concluye que existen distintas variables que afectan significativamente a las Y's del proceso: productividad y cumplimiento ejecución.

Y1: Cumplimiento de proceso: Sus X's significativas son las siguientes:

- Tipo de método de programación
- Tipo de Método de entrega del almuerzo

Y2: Productividad de proceso: Sus X's significativas son las siguientes:

- Tipo de método de atención
- Tipo de método de programación

6. DESARROLLO DE LA FASE MEJORAR

En esta fase se validará, mediante el uso de dos pruebas estadísticas (ANOVA y DOE), el impacto de cada una de las causas raíces y su interacción sobre el nivel del cumplimiento y la productividad de las rutas ejecutadas, con el objetivo de identificar cuáles son las variables independientes que optimizan el resultado y de evaluar económicamente si es factible el proyecto de la mejora sobre las variables identificadas antes de su implementación.

6.1. Anova del cumplimiento

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para validar estadísticamente a un nivel de confianza del 95% la relación entre el cumplimiento y los métodos de programación y entrega del almuerzo.

Tratamientos: Con relación al factor "Método de Programación"

Ho: No existe relación entre el cumplimiento y el método de programación usado.

Ha: Si existe relación entre el cumplimiento y el método de programación usado.

Bloques: Con relación al factor "Método de entrega del almuerzo"

Ho: No existe relación entre el cumplimiento y el método de entrega del almuerzo usado.

Ha: Si existe relación entre el cumplimiento y el método de entrega de almuerzo usado.

Analysis of Variance for Cumplimiento

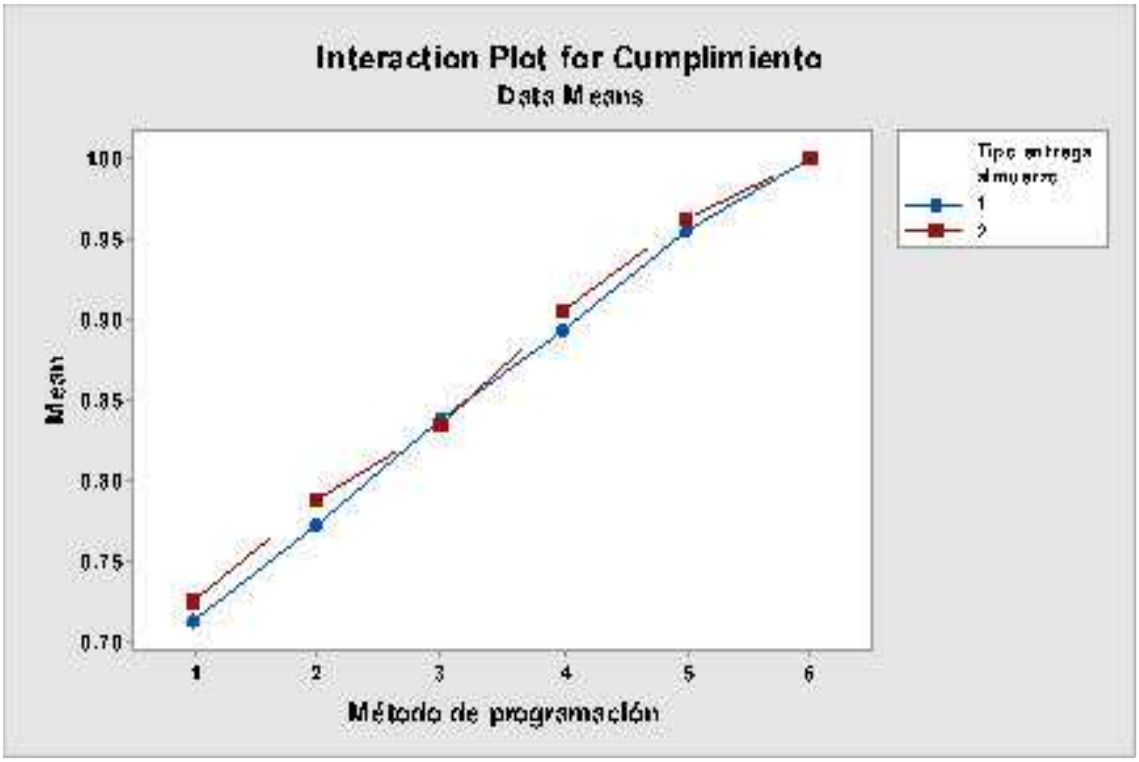
Source	DF	SS	MS	F	P
Método de programación	5	0.460742	0.092148	2398.78	0.000
Tipo entrega almuerzo	1	0.000675	0.000675	17.57	0.000
Error	41	0.001575	0.000038		
Total	47	0.462992			

S = 0.00619795 R-Sq = 99.66% R-Sq(adj) = 99.61%

Se observa que el p-value es menor a 0.05 por lo tanto se concluye que existe relación entre el cumplimiento de las rutas, y el método de programación y entrega del almuerzo utilizado.

En la figura 26 se evidencia que el método de programación genera mayor efecto sobre el nivel del cumplimiento que el método de entrega del almuerzo.

Figura 26: ***Gráfica de interacción para el Cumplimiento***



Fuente: Elaboración propia

6.2. Anova de la productividad

Se realizó el análisis de varianza de dos factores para validar estadísticamente a un nivel de confianza del 95% la relación entre la productividad y los métodos de programación y atención.

Tratamientos: Con relación al factor “Método de Programación”

Ho: No existe relación entre la productividad y el método de programación usado.

Ha: Si existe relación entre la productividad y el método de programación usado.

Bloques: Con relación al factor “Método de entrega de Atención”

Ho: No existe relación entre la productividad y el método de atención usado.

Ha: Si existe relación entre la productividad y el método de atención usado.

Analysis of Variance for Productividad

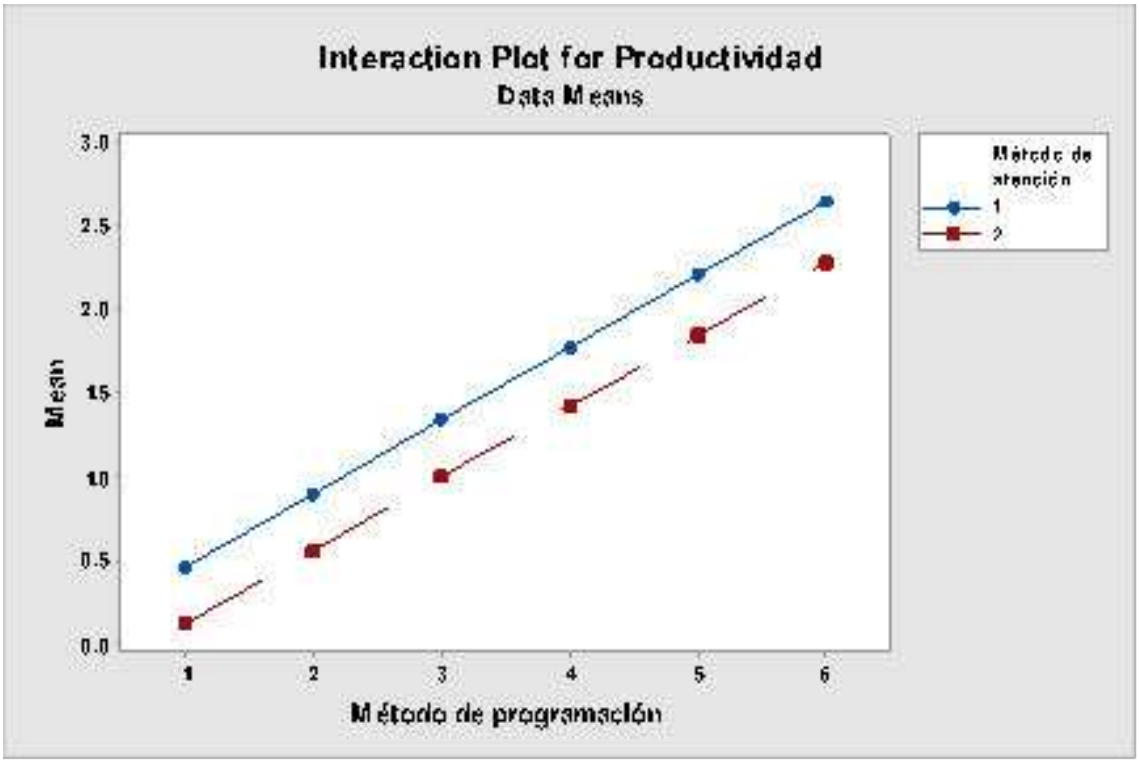
Source	DF	SS	MS	F	P
Método de programación	5	26.4142	5.2828	10318.21	0.000
Método de atención	1	1.4630	1.4630	2857.48	0.000
Error	41	0.0210	0.0005		
Total	47	27.8982			

S = 0.0226272 R-Sq = 99.92% R-Sq(adj) = 99.91%

Se observa que el p-value es menor a 0.05 por lo tanto se concluye que existe relación entre la productividad de las rutas y el método de programación y atención utilizado.

En la figura 27 se evidencia que el método de programación genera mayor efecto sobre el nivel del cumplimiento que el método de atención.

Figura 27: ***Gráfica de interacción para la productividad***



Fuente: Elaboración propia

6.3. DOE productividad y cumplimiento:

6.3.1. Diseño de los Experimentos

Se realizó el diseño de experimentos con tres factores y dos replicas. Ver tabla 21.

Relación de Factores para el DOE:

1. Tipo de método de programación
2. Tipo de Método de entrega del almuerzo
3. Tipo de método de atención

Tabla 21: ***Diseño de experimentos***

Método de programación	Tipo entrega almuerzo	Método de atención	Ind. Productividad	Ind. Cumplimiento
1	1	2	0.12	0.72
2	1	2	0.55	0.77
3	2	1	1.33	0.84
4	1	2	1.42	0.89
6	1	1	2.65	1.00
1	2	1	0.45	0.72
6	1	2	2.31	1.00
3	2	1	1.33	0.84
3	1	1	1.34	0.84
5	1	1	2.20	0.95
3	2	2	0.99	0.82
2	2	2	0.55	0.78
2	2	1	0.90	0.79
6	2	2	2.20	1.00
1	2	1	0.46	0.73
4	2	1	1.77	0.90
2	1	1	0.89	0.78
4	1	1	1.76	0.89
6	2	1	2.65	1.00
6	1	2	2.30	1.00
3	1	1	1.33	0.84
5	2	1	2.21	0.96
5	2	1	2.20	0.97
1	1	2	0.11	0.71
4	2	2	1.42	0.91
2	1	1	0.90	0.77
6	2	1	2.64	1.00
5	2	2	1.86	0.96
4	1	2	1.43	0.90
3	2	2	0.99	0.84
2	2	1	0.89	0.79
6	1	1	2.64	1.00
1	2	2	0.11	0.72
3	1	2	1.00	0.84
5	1	2	1.75	0.95
4	2	1	1.76	0.91
2	1	2	0.55	0.77
4	1	1	1.77	0.89
4	2	2	1.42	0.90
2	2	2	0.56	0.79
1	1	1	0.45	0.71

Método de programación	Tipo entrega almuerzo	Método de atención	Ind. Productividad	Ind. Cumplimiento
5	1	1	2.20	0.96
1	1	1	0.46	0.71
5	2	2	1.86	0.96
1	2	2	0.12	0.73
3	1	2	1.00	0.83
5	1	2	1.87	0.96
6	2	2	2.31	1.00

Fuente: Elaboración propia

6.3.2. Resultados del Diseño de Experimentos

El resultado del DOE en la tabla 22 evidencia que las variables que optimizan el resultado del cumplimiento y productividad de las rutas son:

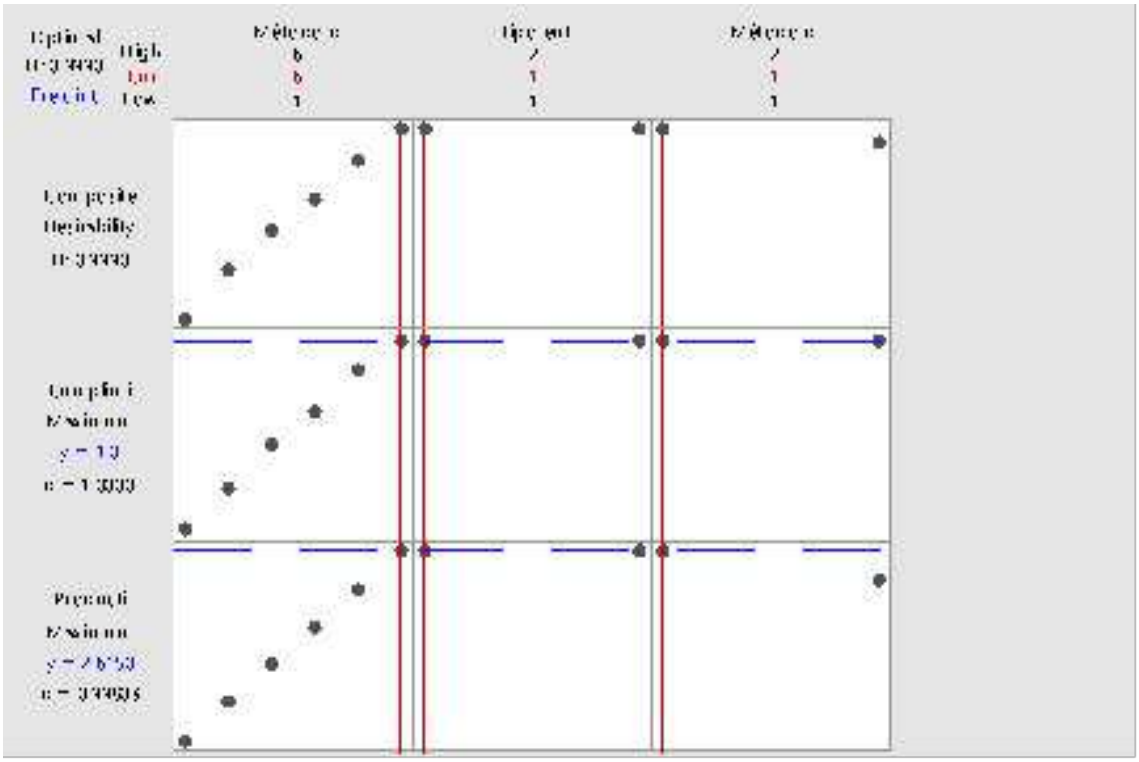
Tabla 22: ***Valores de las X's según DOE***

Variable	Valor
Método de programación	Servicios Estándar, Monedero y ATM: Método 6: Se programa con sectores según la secuencia de la hora promedio del arco horario de llegada de cada punto
Tipo de entrega de almuerzo	Servicios Estándar, Monedero y ATM: Método A: El personal recoge su almuerzo dentro de las instalaciones de operaciones
Método de atención	Servicios Estándar y Monedero: Método A: El Portavalor tiene listo el comprobante de servicio para que el cliente sólo lo firme en señal de conformidad. Servicios Abastecimiento: Método A: El Portavalor configuro la videocámara antes de iniciar la grabación del abastecimiento del ATM.

Fuente: Elaboración propia

En la fugura 28 se muestra que la máxima productividad (2.6450) y el máximo cumplimiento (100%) se consigue con el “método 6” de programación, el “método A” de entrega de almuerzo y el “método A” de atención.

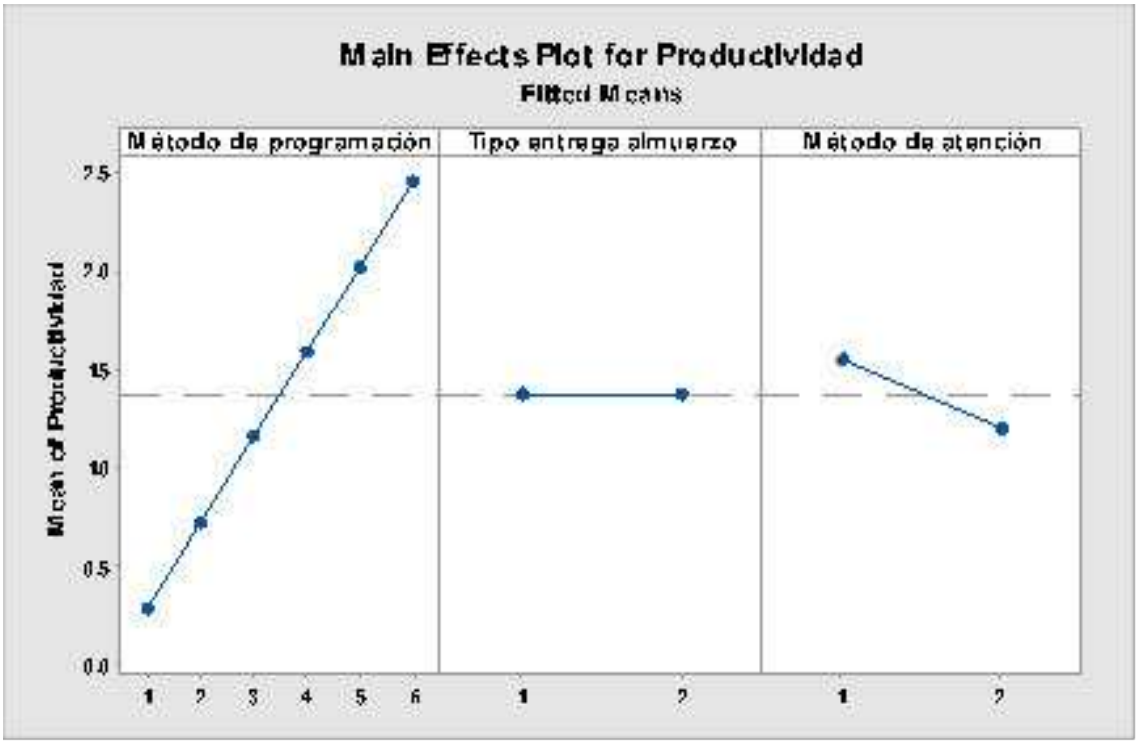
Figura 28: ***Variables optimas según DOE***



Fuente: Elaboración propia

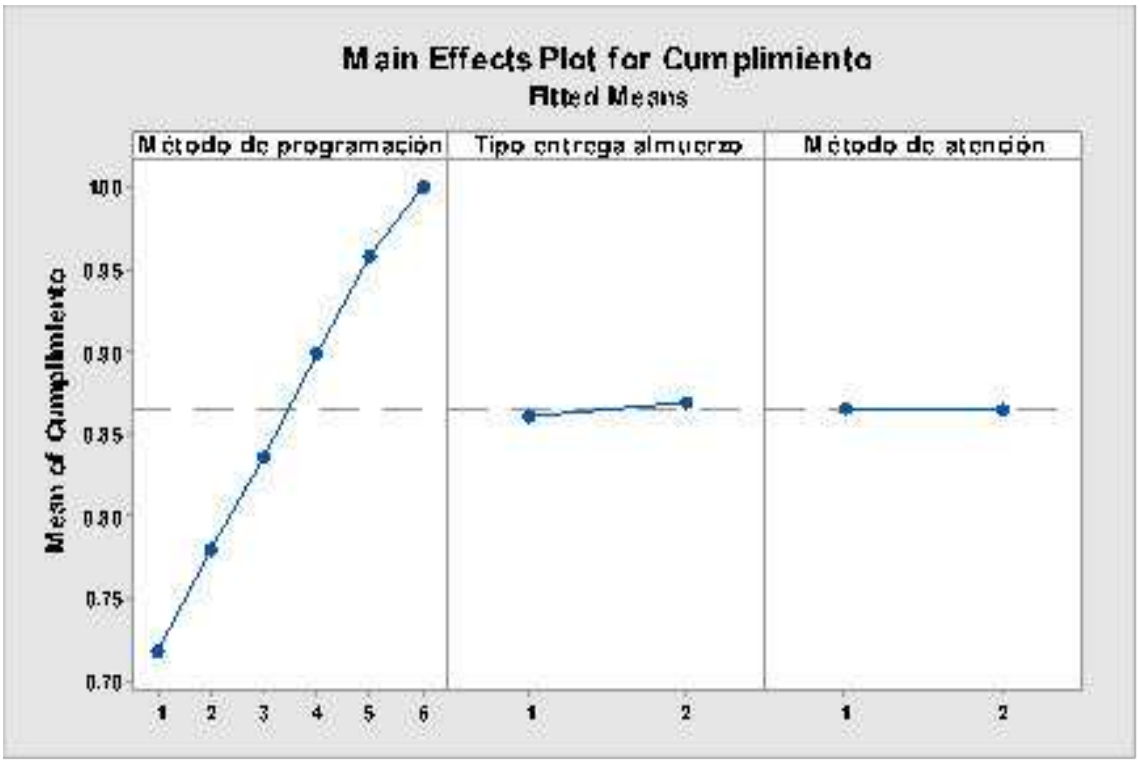
En las figuras 29 y 30 se evidencia que el método de programación tiene mayor efecto sobre los niveles de productividad y cumplimiento que el método de entrega del almuerzo y el método de atención.

Figura 29: ***Gráfica de efectos para la Productividad***



Fuente: Elaboración propia

Figura 30: ***Gráfica de efectos para el Cumplimiento***



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que la causa raíz que genera mayor impacto en el incremento de la productividad y del cumplimiento es el Método de Programación, de la cual se identificó que el mejor método es el método 6.

6.4. Propuesta de la Mejora

Como se identificó en el punto anterior la causa raíz encontrada en el método de programación; en la figura 31se muestra la actividad en la que se implementará las mejoras

Figura 31: ***Diagrama del sub-proceso de programación***

Actividad	Gestor de Servicio	Programador de Servicio
Inicio de proceso	Inicio	
1. Recepcionar solicitudes de servicio	1	
2. Verificar las solicitudes		2
3. Verificar y confirmar la operatividad de las unidades		3
4. Programar servicios		4
5. Cierre de programación		5
6. Publicar programación		6
Fin del proceso		Fin

Fuente: Elaboración propia

6.4.1. Análisis de los grupos de interés

En la tabla 23 se describe a los grupos de interés directos del cambio a implementar.

Tabla 23: ***Grupos de interés***

Grupo de interés	**Afectación al cambio**		**Reacción al cambio**			**Estrategia a emplear**
	Cómo le afecta	Impacto	Mentalidad	Apoyo al proceso	Problemas / resistencias esperados	
Programadores	Cambio de método de trabajo	Alto	Neutral	Hace	Velocidad en el aprendizaje	Capacitaciones
Choferes	Incorporación de nuevo	Bajo	Resistente	Apoya	Dificultad para ejecutar las rutas programadas	Capacitaciones

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Selección de mejoras propuestas

Con el objetivo de estándar el método de programación 6 para todo el equipo de programación, se plantearon las siguientes alternativas:

1. Talleres de capacitación al personal de programación
2. Implementación de un sistema informático de programación
3. Elaboración de manuales de procedimiento para la programación
4. Contratación de personal externo
5. Tercerización del proceso de programación

En la tabla 24 se muestran los criterios y la puntuación para la selección de las mejoras son los siguientes:

Tabla 24: ***Criterios de evaluación para selección de propuestas de mejora***

Criterio	**1**	**2**	**3**
Inversión (criterio 1)	Alto	Medio	Bajo
Efectividad (criterio 2)	Baja	Media	Alta
Tiempo de implementación (criterio 3)	Mayor a 1 año	6 meses a 1 año	Menor a 6 meses

Velocidad de la curva de aprendizaje (criterio 4)	Lenta	Media	Rápida
Dificultad de implementación (criterio 5)	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se muestra la evaluación de las alternativas de solución:

Tabla 25: ***Evaluación de las alternativas de solución***

Alternativas de solución	**Criterios**					**Puntaje**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	
Talleres de capacitación al personal de programación	2	2	2	2	1	9
Implementación de un sistema informático de programación	1	3	2	3	2	11
Elaboración de manuales de procedimiento para la programación	3	1	2	1	2	9
Contratación de personal externo	1	2	1	1	2	7
Tercerización del proceso de programación	2	2	1	3	2	10

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la matriz de la selección de la mejor solución se eligió la implementación de un sistema de programación de informático con el objetivo de automatizar y estandarizar el proceso de programación de las rutas tomando como input las buenas prácticas del método 6, como se demuestra en los resultados del diseño de experimentos.

6.5. Diagnostico de la fase mejorar

Con la aplicación de ANOVAS en dos direcciones comprobó que el método de programación es la variable que afecta en mayor medida al nivel de cumplimiento y productividad. Asimismo, con la aplicación del diseño de experimentos se demostró que las variables que maximizan los indicadores de salida: productividad (2.6450) y cumplimiento (100%) se consigue con el "método 6" de programación, el "método A" de entrega de almuerzo y el "método A" de atención. Finalmente en los diagramas de nivel de efecto; se observa también que el método de programación es el que tiene la mayor incidencia sobre las variables finales.

Finalmente, se seleccionó la propuesta de implementar un software informático que programe las rutas tomando como base el método de programación 6 actualmente utilizado.

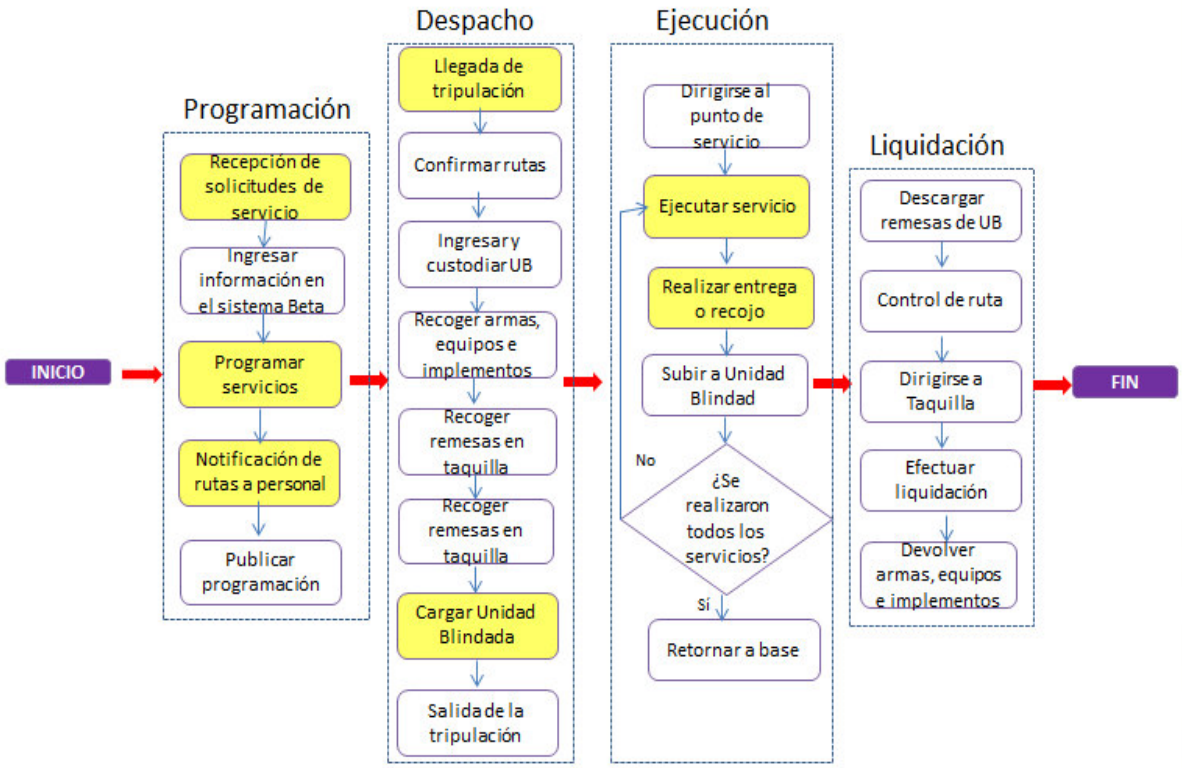
7. DESARROLLO DE LA FASE CONTROLAR

En esta fase se identificaran los puntos de control que impactan en los CTQ's del proceso de traslado de valores con el objetivo de mantener y asegurar las mejoras implementadas, las cuales se conseguirán mediante acciones de control que ayuden a prevenir la posibilidad de cometer errores potenciales involuntarios y/o que alarmen oportunamente los errores cometidos para que los responsables de los puntos de control puedan tomar las acciones de contingencias estandarizadas en los planes de respuesta.

7.1. Mapa de puntos de control

En la figura 32 se muestra el mapa del proceso de traslado de valores; en el cual se ha sombreado en amarillo las actividades en las que se aplicará un punto de control.

Figura 32: ***Mapa de puntos de control***



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se muestra el detalle de los puntos de control identificados en los procesos de programación , despacho y ejecución, en los cuales debe implementarse un plan de control para asegurar el cumplimiento de las metas de productividad y cumplimiento de los servicios de traslado de caudales.

Tabla 26: ***Puntos de control***

Procesos	Actividad	Punto de control
Programación	Recepción de solicitudes de servicio	Verificar la información de las solicitudes
	Programar servicios	Verificar que las reglas de negocio se cumplan
	Programar servicios	Verificar que los indicadores de cumplimiento y productividad de la programación estén dentro del rango meta
	Notificación de ruta a personal	Verificar que el personal citado esté informado de la hora de citación
Despacho	Llegada de tripulación	Verificar la asistencia del personal
	Carga Unidad Blindada	Verificar la carga correcta de la UB
Ejecución	Ejecutar servicio	Verificar que se cumpla la secuencia de la programación
	Control de ruta	Verificar que la información registrada en el comprobante de servicio sea la correcta

Fuente: Elaboración propia

7.2. Plan de control

En las tablas 27, 28 y 29 se muestra el plan de control propuesta para asegurar la continuidad de las mejoras implementadas.

Tabla 27: ***Plan de control en la Programación***

Proceso	Puntos de Control	Variables / atributos de control	Metodo de control	Especificaciones	Frecuencia de control	Control	Responsable del control	Objetivo del Metodo de Control	Plan de Reaccion
Programación	Verificar la informacion de las solicitudes	Monto, arco horario, fecha de ejecución, peso aproximado, tipo de servicio y encargado de recibir/entregar la remesa	Grafica p	0% de atributos incompleto por cada solicitud	Se controla de manera diaria cuando se realiza el cierre de las solicitudes ingresadas, antes del proceso de programacion	Se implementara un poka yoque en el sistema de programacion para que alarme al programador cuando la información este incompleta	Programador de rutas	Impedir que una solicitud incompleta sea procesada sin la previa la aprobacion del programador	Si el sistema detectase una solicitud incompleta, el programador debera gestionar la informacion faltate con el gestor comercial o en su defecto el podra completarla de acuerdo a su expertise.
	Verificar que las reglas de negocio se cumplan	Numero de atributos (Carga util, volumen util y montos tope por unidad blindada) que no cumplen con la regla de negocio.	Grafica p	100% de atributos cumplen con las reglas de negocio	Se controla de manera diaria durante el proceso de programacion de las solicitudes ingresadas	Se implementara un poka yoque en el sistema para que alarme al programador cuando alguna condicion de las reglas de negocio no se cumpla por falta de recursos	Programador de rutas	Asegurar que los recursos disponibles (unidad blindada y personal de tripulacion) cumplan con las reglas de negocio	Si hubiera un deficit de personal de tripulacion o de unidades blindadas para ejecutar los servicios, se debera solicitar el apoyo al personal de contingencia y si aun asi faltase se solicitara el apoyo a la base mas cercana.

Proceso	Puntos de Control	Variables / atributos de control	Metodo de control	Especificaciones	Frecuencia de control	Control	Responsable del control	Objetivo del Metodo de Control	Plan de Reaccion
Programación	Verificar que los indicadores de cumplimiento y productividad de la programacion esten dentro del rango meta	Numero de servicios programados por hora, y numero de servicios programados dentro del arco horario	Grafica de medias x -s	Productividad mayor a : estandar 2.30 monedero 2.10 abastecimiento 1.67 Cumplimiento mayor a: estandar 92% monedero 92% abastecimiento 92%	Se controla de manera diaria despues del proceso de programacion de las solicitudes ingresadas	Se implementara un panel de control visual en el sistema de programacion para que alarme al programador cuando la productividad y/ cumplimiento este fuera de rango meta.	Programador de rutas	Asegurar que la productividad y el cumplimiento de la ejecucion de los servicios esten dentro del rango meta.	El sistema deberá proponer rutas mixtas para conseguir la productividad y cumplimiento deseado.
	Verificar que el personal citado esté informado de la hora de citación	Numero de citados que confirmaron via Whats App su asistencia.	Grafica p	100% de confirmaciones	Se controla la confirmacion 1 hora despues del envío de la notificacion	Notificar vía Whats App a todos los citados al momento de emitirse la publicacion de personal, y se debe esperar el OK de su confirmacion.	Programador de rutas	Asegurarse que el personal esté informado de su hora de citación	Llamar al oficial para confirmar su asistencia o los motivos por su inasistencia. Si el oficial confirma su inasistencia el Programador deberá solicitar el apoyo al personal de contingencia.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: ***Plan de control en el Despacho***

Proceso	Puntos de Control	Variables / atributos de control	Metodo de control	Especificaciones	Frecuencia de control	Control	Responsable del control	Objetivo del Método de Control	Plan de Reacción
Despacho	Verificar la asistencia del personal	Numero citados que no asistieron a su hora	Grafica de proporciones p	0% de inasistencias	Se controla de manera diaria 10 minutos despues de la hora de citacion	Se implementará un poka yoque en el sistema de programacion que deberá notificar a los ausentes despues de los 15 minutos de la hora de citacion	Supervisor de Ruta	Identificar a tiempo a las personas citadas que no asistieron a la hora	El supervisor deberá llamar al personal ausente para conocer el motivo de su retraso. Si no contesta o confirma su inasistencia el supervisor solicitará el apoyo al personal de contingencia.
	Verificar la carga correcta de la UB	Vehiculo cargado correctamente	Grafica de proporciones p	100% de vehiculos cargados correctamente	Se controla despues de realizar el despacho y antes de realizar el embarque de la remesa a la UB.	La hoja de ruta debe tener la firma del supervisor de despacho como constancia de que la UB ha sido cargada correctamente, sin esa firma la UB no puede salir de base.	Supervisor de despacho	Asegurar que la distribucion de las remesas corresponda según la hoja de ruta	Se asignará a la UB correcta según la hoja de ruta y se analizaran las causas del error.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: ***Plan de control en la Ejecución***

Proceso	Puntos de Control	Variables / atributos de control	Metodo de control	Especificaciones	Frecuencia de control	Control	Responsable del control	Objetivo del Metodo de Control	Plan de Reaccion
Ejecución	Verificar que se cumpla la secuencia de la programacion	Numero de servicios ejecutados por hora, y numero de servicios ejecutados dentro del arco horario	Grafica de medias x -s	Productividad mayor a : estandar 2.30 monedero 2.10 abastecimiento 1.67 Cumplimiento mayor a: estandar 92% monedero 92% abastecimiento 92%.	Se realiza el seguimiento a las UB durante todo el proceso de ejecucion mediante el GPS y en intervalos de 10 minutos se llama al portavalor de la UB para validar la secuencia de atencion según su hoja de ruta	Monitoreo mediante Gps y llamadas telefónicas en intervalos de 15 a 20 minutos durante el proceso de ejecucion.	Supervisor de Centro de Control	Asegurar que la tripulacion cumpla con la secuencia de las rutas programadas	Si una UB no esta siguiendo la secuencia de la hoja de ruta o si no esta llegando dentro del arco horario, el monitor deberá indagar cual es el motivo y de ser necesario comunicarse con el cliente si se preve que la UB llegara fuera de la hora pactada.
	Verificar que la informacion registrada en el comprobante de servicio sea la correcta	Hora de llegada , hora de salida, monto entregado o recogido, nombre del portavalor y del cliente	Grafica de proporciones p	100% Comprobantes de servicio firmados en conformidad por el cliente, solamente el servicio de abastecimiento no requiere de la firma del cliente ya que se cuenta con la filmacion de la operativa.	Para cada servicio antes de retirarse del punto de atencion.	La firma del cliente valida que la hora de inicio y fin del servicio registrada en el comprobante de servicio es real, ya que el exceso de permanencia esta penalizado con el prorrateo del cargo fijo que es cobrado al cliente en su facturación.	Portavalor	Asegurar se que la informacion registrada en el comprobante de servicio sea confiable y validada por el cliente	Si es que el comprobante de servicio no es firmado por alguna inconformidad, el portavalor deberá comunicarse con centro de control para que tomen las medidas respectivas.

Fuente: Elaboración propia

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En la tabla 30 se estiman los ahorros que se obtendrán con la implementación del sistema informático de programación en los servicios de traslado de valores; lo cual se ha calculado en función de la disminución en las horas-hombre.

Asimismo, en tabla 31 se muestra el flujo económico en un período de 10 años; en el cual se observa que se obtiene un TIR de 33%; lo cual es indica que el proyecto es rentable con un valor actual neto de **S/ 1,029,694.**

Tabla 30: Drivers del Flujo Económico

Inputs	Estándar	Monedero	ATM	
Productividad actual	2.07	2.04	1.45	**Total**
Productividad Propuesta	2.3	2.1	1.67	
Cant. Promedio día	800	156	144	
Total horas x día actual	386	76	99	
Total horas x día meta	348	74	86	
Reducción total de tiempo hrs	39	2	13	
Ahorro diaria Soles	896.16	50.66	303.37	
Ahorro semestral	139,802	7,903	47,325	**195,031**
Ahorro anual	279,603	15,807	94,651	**390,061**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Flujo económico de la mejora propuesta

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EBITDA		390,061	390,061	390,061	390,061	390,061	390,061	390,061	390,061	390,061	390,061
Amortización		- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008	- 88,008
EBIT		302,053	302,053	302,053	302,053	302,053	302,053	302,053	302,053	302,053	302,053
IR (28%)		- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575	- 84,575
Amortización		88,008	88,008	88,008	88,008	88,008	88,008	88,008	88,008	88,008	88,008
NOPAT		305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486
CAPEX	- 880,080										
Valor Residual											0
FCF	-880,080	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486	305,486

CCPP	9.60%
VAN	S/ 1,029,694
TIR	33%
B/C	2.2
PRI (años)	3.5

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

1. La propuesta de aplicación del enfoque Lean Six Sigma es una alternativa factible para la mejora del proceso del traslado de valores plasmada en el aumento de los indicadores de cumplimiento y productividad; los cuales alcanzarán valores de 100% y 2.6450 respectivamente.
2. El plan de desarrollo para la mejora del proceso siguió las etapas de la metodología DMAIC; de lo cual se obtuvo los valores de las variables críticas (método de programación, método de entrega de almuerzo y método de atención) que tienen mayor impacto en los indicadores de respuesta. Por otro lado, en la etapa de mejorar, se propuso una herramienta informática para estandarizar y hacer sostenible los valores requeridos.
3. La propuesta demanda una inversión de 880 mil soles; la cual se rentabiliza con un tasa interna de retorno de 33% en un período de recuperación de 3.5 años.

9.2. Recomendaciones

1. Debido a la rentabilidad positiva estimada del trabajo de investigación aplicada, se recomienda proceder con la implementación del proyecto de mejora seleccionada.
2. Se recomienda utilizar este trabajo de investigación aplicada como referencia para empresas del sector de traslado de caudales que desean aplicar la metodología Lean Six Sigma para mejorar sus indicadores de productividad y cumplimiento.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Pande, Peter. Holpp, Larry. (2002). "¿Qué es Seis Sigma?". McGrawHill/Interamericana de España, S.A. U. Madrid, España.

- Gutiérrez Pulido, Humberto. De la Vara, Román. (2004). "Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma". McGraww-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México D.F., México.

- Escalante Vásquez, Edgardo. (2008). "Seis Sigma, Metodología y Técnicas". Editorial Limusa, S.A. de C.V. .México D.F., México.

- The Six Sigma Handbook A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers de Thomas Pyzdek Paul A. Keller.

- iSix Sigma. Six Sigma Quality Resources for Achieving Six Sigma. www.isixsigma.com

- Lean Six Sigma y Minitab (Edición 5, inglés) de Quentin Brook