

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Incremento de cobertura de abastecimiento en sucursal que pertenece a una empresa productora y distribuidora de acero

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Juan Carlos Mantilla González

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a todas las personas que están pasando por situaciones difíciles, aquellas que creen que por esto no son capaces de lograr sus metas, tengo presente que cuesta, pero que se tome como inspiración de que lo único que se necesita es un poco de abnegación, firmeza y apoyo de los seres amados, que las palabras de estos seres amados sean combustible para alimentar su firmeza y su firmeza los haga ser abnegados, crean en ustedes mismos, siempre y cuando lo deseen en su corazón, ustedes son capaces de lograrlo, no se rindan, no dejen de luchar, este trabajo está realizado con mucho amor y mucha entrega.

-Juan Carlos Mantilla González

Agradecimientos

Mis agradecimientos son a mi esposa por el apoyo en el hogar y anímico, amigos, compañeros de trabajo y a profesores de la institución que me brindaron su apoyo y conocimientos, los cuales siempre supieron direccionarme y a aquellas personas que me dieron ese enfoque y dirección para alcanzar esta meta, en la mente y el corazón ronda esta frase *“tú tienes todas las capacidades para lograrlo”* que quisiera compartirla con todos, el mensaje de esto es no se rindan ustedes son capaces de lograr todo lo que se propongan.

Declaración Expresa

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Juan Carlos Mantilla González y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Juan Carlos Mantilla González

Evaluadores

MSc. Maria Fernanda López

Profesor de Materia

MSc. Ingrid Adanaqué

Tutor de proyecto

Resumen

El presente proyecto fue desarrollado utilizando la metodología DMAIC en una sucursal localizada en la ciudad de Machala, el objetivo fue incrementar la cobertura de toneladas despachadas de productos de acero desde la sucursal en la provincia de El oro, por medio de estratificación de datos y análisis de Pareto se determinó que el enfoque del problema se encuentra en las familias de perfiles y tubería, las causas potenciales fueron halladas con la ayuda de las herramientas de mejora continua y análisis estadísticos, determinando sus causas raíces y posibles soluciones.

Las soluciones implementadas fueron resultado del uso de las herramientas de las matrices de priorización y causa y efecto, estas fueron el desarrollo de herramientas de control de carga por material, manejo del nivel de servicio, generación del plan de abastecimiento en tiempo real, control visual para el proceso de carga y actualización automática de ABC de productos, el resultado obtenido fue el incremento de la cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal del 16% al 32%.

En conclusión, se logró alcanzar el objetivo general, y un impacto significativo en los indicadores de sostenibilidad económico un incremento en \$106,147.33 ambiental reducción de 1,421 km*ruta e incremento en productividad del 11%.

Palabras Clave: DMAIC, productos de acero, cobertura, sucursal.

Abstract

This project was developed using the DMAIC methodology in a branch located in the city of Machala, the objective was to increase the coverage of tons of steel products shipped from the branch in the province of El Oro, through data stratification and Pareto analysis it was determined that the focus of the problem is in the families of profiles and pipes, the potential causes were found with the help of continuous improvement tools and statistical analysis, determining their root causes and possible solutions.

The solutions implemented were the result of the use of the prioritization and cause and effect matrix tools, which included the development of tools to control loading by material, service level management, generation of the supply plan in real time, visual control for the loading process and automatic updating of ABC of products. The result obtained was an increase in the coverage of tons dispatched from the branch from 16% to 32%.

*In conclusion, we were able to achieve the general objective and have a significant impact on the economic sustainability indicators, with an increase of \$106,147.33 in environmental impact, a reduction of 1,421 km*route and an 11% increase in productivity.*

Keywords: DMAIC, steel products, coverage, branch

Índice General

Evaluadores	5
Resumen.....	6
Abstract	7
Abreviaturas.....	10
Simbología.....	11
1.....	Capítulo 1
.....	19
1.1 Introducción	20
1.2 Descripción del problema	21
1.2.1 Definición del Problema	21
1.2.2 Alcance del proyecto	22
1.2.3 Variable de Interés	24
1.2.4 Restricciones	26
1.3 Justificación del problema.....	27
1.4 Objetivo	27
1.4.1 Objetivo General	27
1.4.2 Objetivo Específico	27
1.5 Marco Teórico	28
2.....	Capítulo 2
.....	32
2.1 Metodología	33
2.1.1 Medición.....	33
2.1.2 Verificación de Datos Recolectados	40
2.1.3 Mapeo de procesos.....	43
2.1.4 Estratificación.....	47
2.1.5 Verificación de Datos	51
2.1.6 Enfoque del problema.....	58
2.2 Análisis.....	59
2.2.1 Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa).....	60
2.2.2 Matriz Causa y efecto.....	65
2.2.3 Selección de causas	67
2.2.4 Plan de verificación de causas.....	69
2.2.5 Técnica de los 5 porque.....	93

3.....	Capítulo 3	
.....		98
3.1	Resultado y análisis	99
3.1.1	Mejora	99
3.1.2	Evaluación de propuestas	104
3.1.3	Plan de implementación.....	107
3.1.4	Retroalimentación de Soluciones implementadas.....	111
3.1.5	Resultados de implementación.....	111
3.1.6	Análisis estadístico	112
3.1.7	Análisis económico.....	126
3.1.8	Análisis ambiental	128
3.1.9	Impacto social	131
3.2	Control.....	133
4.....	Capítulo 4	
.....		142
4.1	Conclusiones y recomendaciones	143
4.1.1	Conclusiones.....	143
4.1.2	Recomendaciones	144
5.....	Referencias	
.....		145
Anexos.....		147
Anexo A	Verificación de variables del plan de recolección de datos.....	147

Abreviaturas

VOC	Voice Of Customer
CTQ	Critical To Quality
SIPOC	Supplier, Input, process, Output, Customer
DRP	Distribution Requirement Planning
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Definición, Medición, Análisis, Mejora, Control

Simbología

T	Toneladas
%	Porcentaje
m	Metro
TM	Toneladas de Mercancía
Km	Kilometro
d	Días
\$	Dólares americanos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Toneladas despachadas en la provincia de El Oro.....	21
Figura 1.2	Cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro.	22
Figura 1.3	Flujo de proceso de abastecimiento de stock.	23
Figura 1.4	Diagrama SIPOC de proceso abastamiento de Stock.	24
Figura 1.5	Diagrama Critical to Quality para proceso de abastecimiento.....	25
Figura 1.6	Triple Botton Line obtenido de CTQ-Tree.....	26
Figura 2.1	Gráfica ABC actualizado de sucursal Machala.....	43
Figura 2.2	Mapeo de proceso DRP.....	44
Figura 2.3	Criterios de estratificación.	47
Figura 2.4	Criterio de estratificación 1.....	48
Figura 2.5	Criterio de estratificación 2.....	48
Figura 2.6	Criterio de estratificación 3.....	49
Figura 2.7	Diagrama de Pareto de criterio de estratificación 3.....	50
Figura 2.8	Resultado de análisis de estratificación.....	50
Figura 2.9	Cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala.....	51
Figura 2.10	Cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala.....	51
Figura 2.11	Prueba de normalidad para cobertura de perfiles.....	52
Figura 2.12	Prueba de normalidad para cobertura de tubería.....	52
Figura 2.13	Prueba de normalidad para cobertura de perfiles en nuevo periodo.....	53
Figura 2.14	Prueba de normalidad para cobertura de tubería en nuevo periodo.....	54
Figura 2.15	Cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala nuevo periodo.....	54
Figura 2.16	Cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala nuevo periodo.....	55
Figura 2.17	Carta de control I-MR de perfiles.....	56
Figura 2.18	Carta de control I-MR de tubería.....	56
Figura 2.19	Análisis de capacidad de perfiles.....	57
Figura 2.20	Análisis de capacidad de tubería.....	58
Figura 2.21	Lluvia de ideas para causas potenciales.....	60
Figura 2.22	Diagrama Ishikawa para perfiles.....	61
Figura 2.23	Diagrama Ishikawa para tubería.....	63

Figura 2.24 Matriz impacto y esfuerzo para perfiles.	68
Figura 2.25 Matriz impacto y esfuerzo para tubería.....	68
Figura 2.26 Resultado de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.	70
Figura 2.27 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.....	71
Figura 2.28 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.....	71
Figura 2.29 Resultado de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.	72
Figura 2.30 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.....	73
Figura 2.31 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.....	73
Figura 2.32 Resultado de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.	74
Figura 2.33 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.....	75
Figura 2.34 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.....	75
Figura 2.35 Resultado de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.	76
Figura 2.36 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.....	77
Figura 2.37 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.....	77
Figura 2.38 Análisis Anova para Causa X5 de perfiles.....	78
Figura 2.39 Diagrama de caja de análisis de Anova para causa 5 de perfiles.	79
Figura 2.40 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 5 de perfiles.....	79
Figura 2.41 Resultado de análisis de regresión para causa 1 de tubería.	81
Figura 2.42 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 1 de tubería.	82
Figura 2.43 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 1 de tubería.	82
Figura 2.44 Resultado de análisis de regresión para causa 2 de tubería.	83
Figura 2.45 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 2 de tubería.	84
Figura 2.46 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 2 de tubería.	84
Figura 2.47 Resultado de análisis de regresión para causa 3 de tubería.	85
Figura 2.48 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 3 de tubería.	86
Figura 2.49 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 3 de tubería.	86
Figura 2.50 Resultado de análisis de regresión para causa 4 de tubería.	87
Figura 2.51 Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 4 de tubería.	88
Figura 2.52 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 4 de tubería.	88

Figura 2.53 Análisis Anova para Causa X5 de tubería.	89
Figura 2.54 Diagrama de cajas de análisis de Anova para causa 5 de tubería.....	90
Figura 2.55 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 5 de tubería.	90
Figura 2.56 Análisis Anova para Causa X6 de tubería.	91
Figura 2.57 Diagrama de cajas de análisis de Anova para causa 6 de tubería.....	92
Figura 2.58 Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 6 de tubería.	92
Figura 3.1 Gráfica Matriz impacto y esfuerzo de soluciones potenciales.....	106
Figura 3.2 Aprobación de la compañía de mejoras.	111
Figura 3.3 Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de sucursal Machala.....	112
Figura 3.4 Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de Perfiles.	113
Figura 3.5 Prueba de normalidad para datos de perfiles obtenidos por método Monte Carlo.....	114
Figura 3.6 Gráfico de muestra de resultados y data histórica de perfiles.....	115
Figura 3.7 Prueba t de student para análisis de resultados de Perfiles.	116
Figura 3.8 Diagrama de cajas para análisis de resultados de perfiles.	116
Figura 3.9 Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de Tuberías.	117
Figura 3.10 Prueba de normalidad para datos de tuberías obtenidos por método Monte Carlo.....	118
Figura 3.11 Gráfico de muestra de resultados y data histórica de perfiles.....	119
Figura 3.12 Prueba t de student para análisis de resultados de Perfiles.	120
Figura 3.13 Diagrama de cajas para análisis de resultados de perfiles.	120
Figura 3.14 Impacto de resultados en problemas enfocados sobre variable de respuesta.....	121
Figura 3.15 Prueba de normalidad para datos de cobertura de sucursal Machala obtenidos por método Monte Carlo.	122
Figura 3.16 Gráfico de muestra de resultados y data histórica de cobertura de toneladas despachadas desde sucursal Machala.....	123
Figura 3.17 Prueba t de student para resultados de cobertura de ton despachas desde sucursal.....	124
Figura 3.18 Diagrama de cajas para resultados de cobertura de ton. despachadas Machala.....	124
Figura 3.19 Gráfica de resultados alcanzados vs objetivo de cobertura de ton despachadas desde sucursal Machala.	125
Figura 3.20 Impacto de mejoras 1 y 2 sobre indicador económico.....	126

Figura 3.21 Gráfico de ventas de sucursal Machala desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.....	127
Figura 3.22 Impacto de mejoras 3, 4 y 5 sobre indicador ambiental.....	128
Figura 3.23 Gráfico de total de Km por ruta de sucursal desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.....	130
Figura 3.24 Impacto de mejora 3, 4 y 5 sobre indicador social.....	131
Figura 3.25 Gráfico de productividad de sucursal desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.....	132
Figura 3.26 Plan de reacción para mejora 1.....	139
Figura 3.27 Plan de reacción para mejora 2.....	139
Figura 3.28 Plan de reacción para mejora 3.....	140
Figura 3.29 Plan de reacción para mejora 4.....	140
Figura 3.30 Plan de reacción para mejora 5.....	141
Figura 3.31 Aprobación de plan de control y plan de reacción.	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Data collection plan Variables X1 a X3	35
Tabla 2.2	Data collection plan Variables X4 a X6.	36
Tabla 2.3	Data collection plan Variables X7 a X9.	37
Tabla 2.4	Data collection plan Variables X10 a X12.	38
Tabla 2.5	Data collection plan Variables X13 a X14.	39
Tabla 2.6	Variables de medición de toneladas despachadas	41
Tabla 2.7	Variables de medición de transporte.....	42
Tabla 2.8	Análisis ABC actualizado.	42
Tabla 2.9	Matriz de proceso de valor agregado lista de actividades.	45
Tabla 2.10	Resultados de Matriz de proceso de valor agregado.	46
Tabla 2.11	Análisis de criterio de estratificación 3.	49
Tabla 2.12	Lista de causas potenciales para perfiles.....	62
Tabla 2.13	Lista de causas potenciales para tubería.	64
Tabla 2.14	Criterio de esfuerzo.	65
Tabla 2.15	Criterio de evaluación de causas.	65
Tabla 2.16	Criterio de evaluación de causas para perfiles.....	66
Tabla 2.17	Criterio de evaluación de causas para tubería.	67
Tabla 2.18	Plan de verificación de causas perfiles.	69
Tabla 2.19	Plan de verificación de causas tubería.....	80
Tabla 2.20	Técnica de los 5 porque para perfiles.	94
Tabla 2.21	Técnica de los 5 porque para tubería variables x1y x2.	95
Tabla 2.22	Técnica de los 5 porque para tubería variables x3 y x4.	96
Tabla 2.23	Lista de causas raíz.	97
Tabla 3.1	Mejoras potenciales para causas raíz.	100
Tabla 3.2	Criterio Impacto para mejoras potenciales.	104
Tabla 3.3	Criterio Esfuerzo para mejoras potenciales.....	104
Tabla 3.4	Matriz de priorización de mejoras potenciales.	105
Tabla 3.5	Tabla resumen de mejoras por implementar.....	106
Tabla 3.6	Plan de implementación mejora 1 y 2.	108
Tabla 3.7	Plan de implementación para mejoras 3 y 4.	109
Tabla 3.8	Plan de implementación para mejora 5.	110
Tabla 3.9	Características de parámetros para elaborar método Monte Carlo.	113
Tabla 3.10	Parámetros de método Monte Carlo para perfiles.....	114
Tabla 3.11	Parámetros de método Monte Carlo para tubería.	118

Tabla 3.12 Parámetros de método Monte Carlo para Cobertura de Sucursal Machala.	122
Tabla 3.13 Tabla de resumen de resultados de mejoras vs antecedentes y objetivos planteados.....	126
Tabla 3.14 Total de Km por ruta recorridos desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.	129
Tabla 3.15 Productividad de la sucursal Machala desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.....	132
Tabla 3.16 Plan de control para mejoras 1 y 2.....	136
Tabla 3.17 Plan de control para mejoras 3 y 4.....	137
Tabla 3.18 Plan de control para mejora 5.	138

ÍNDICE DE FIGURAS ANEXOS

Figura Anexo 1	<i>Plan de recolección de datos variable 1.</i>	147
Figura Anexo 2	Plan de recolección de datos variable 2.	148
Figura Anexo 3	Plan de recolección de datos variable 3.	148
Figura Anexo 4	Plan de recolección de datos variable 5.	149
Figura Anexo 5	Plan de recolección de datos variable 6.	149
Figura Anexo 6	Plan de recolección de datos variable 7.	150
Figura Anexo 7	Plan de recolección de datos variable 8.	150
Figura Anexo 8	Plan de recolección de datos variable 9.	151
Figura Anexo 9	Plan de recolección de datos variable 10.	151
Figura Anexo 10	Plan de recolección de datos variable 11.	152
Figura Anexo 11	Plan de recolección de datos variable 12.	152
Figura Anexo 12	Plan de recolección de datos variable 13.	153
Figura Anexo 13	Plan de recolección de datos variable 14.	153

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

El presente trabajo trata sobre una empresa productora y distribuidora de productos de acero que dispone de una sucursal en la ciudad de Machala con el fin de abastecer el despacho a clientes de la provincia de El Oro, que en actualidad presenta problemas en cuanto a las toneladas que son despachadas desde esta sucursal con relación a las toneladas requeridas en la provincia.

La sucursal inicio operaciones el pasado abril del 2021 con un previo estudio de mercado de los productos con mayor rotación en la provincia de El Oro, el enfoque de esta sucursal es la recepción de stock proveniente de la matriz localizada en la ciudad de Guayaquil además de la atención de cliente de ventanilla y el despacho a cliente distribuidos en diferentes sectores de la provincia de El Oro.

El flujo del proceso parte desde los requerimientos que llegan a la matriz productiva, los cuales son gestionados mediante el proceso de el plan de abastecimiento de requerimientos o también conocido como DRP por sus siglas en inglés, en el cual se atiende los requerimientos de la sucursal como lo de los clientes de la provincia y se generan tanto despachos a clientes directamente desde la matriz, como el correspondiente abastecimiento a la sucursal.

Este trabajo propone una solución a la necesidad evidenciada por la empresa para incrementar la cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal en la provincia, donde se busca mejorar el proceso de el plan de distribución de requerimientos (DRP), que es donde se toma la decisión de que y cuanto abastecer a la sucursal y contribuir a la empresa tanto en el ámbito económico, social y ambiental.

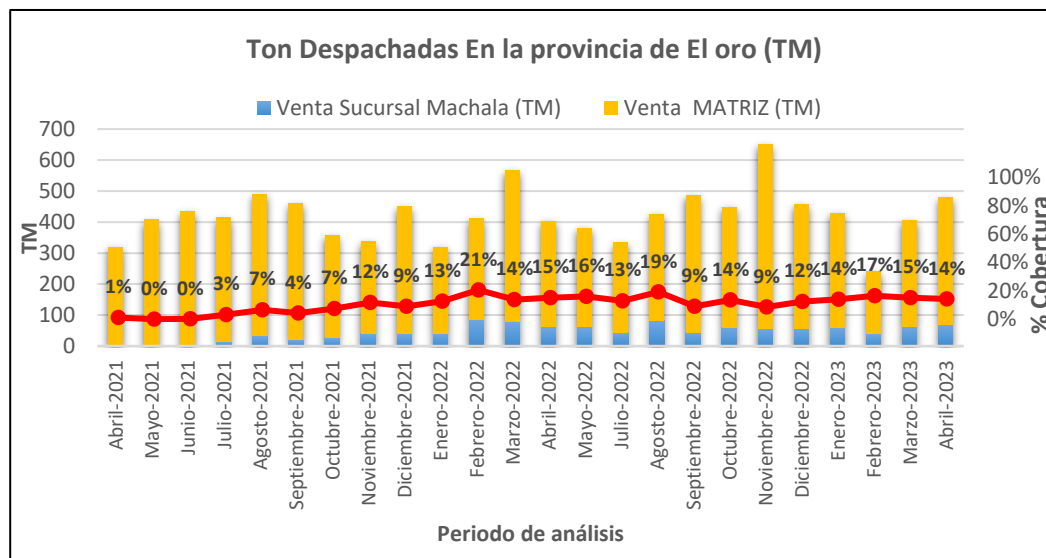
1.2 Descripción del problema

1.2.1 Definición del Problema

Para este proyecto empresa requirió tomar en consideración un periodo de análisis desde abril del 2021 hasta mayo del 2023, excluyendo el mes de junio 2022 por situaciones políticas internas del país que afectaron el giro del negocio, en siguiente gráfico se observa la cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, desde abril 2021 hasta mayo 2023:

Figura 1.1

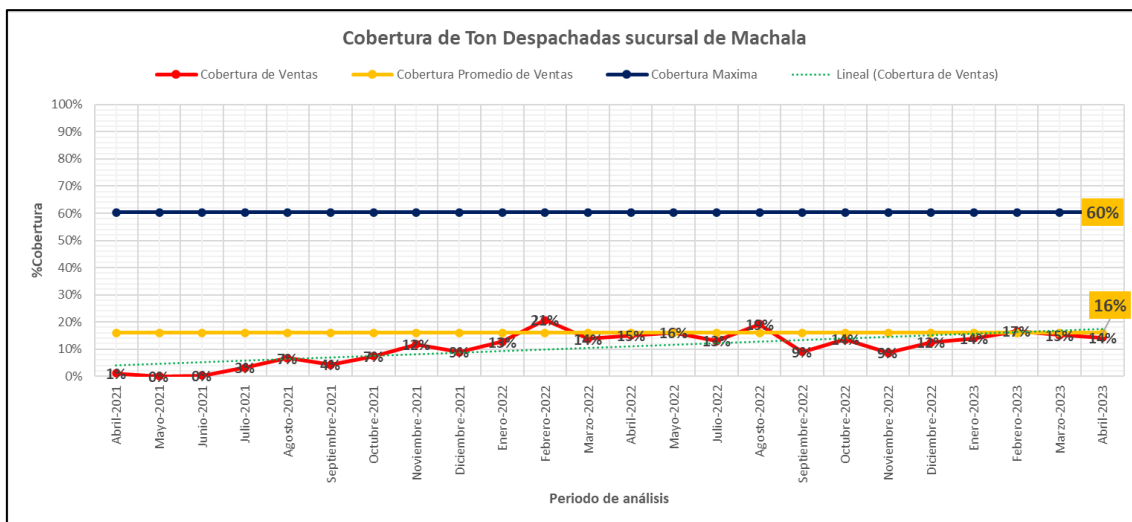
Toneladas despachadas en la provincia de El Oro.



Con esta información se estable una cobertura promedio del 16%, por parte del jefe de las sucursales se estableció una capacidad máxima del 60% de cobertura.

Figura 1.2

Cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro.



Por lo tanto, el problema se define como:

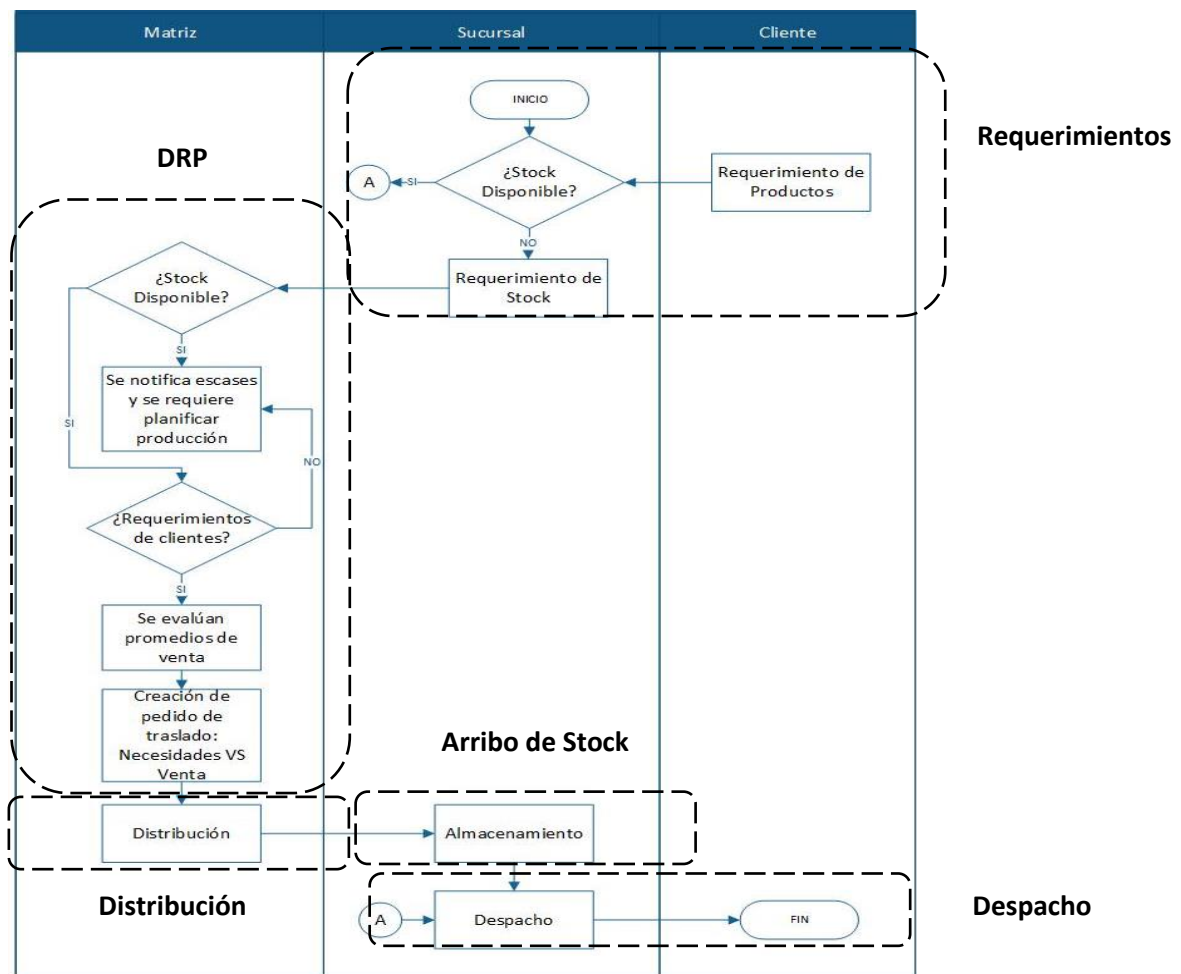
“Bajo porcentaje de cobertura de toneladas despachadas de productos desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro desde abril del 2021 hasta mayo del 2023, con un 16% de cobertura cuando lo requerido por la empresa es el 60%”.

1.2.2 Alcance del proyecto

El flujo del proceso muestra de forma general como se gestiona el abastecimiento a la sucursal y todos los subprocesos asociados hasta el despacho al cliente final.

Figura 1.3

Flujo de proceso de abastecimiento de stock.

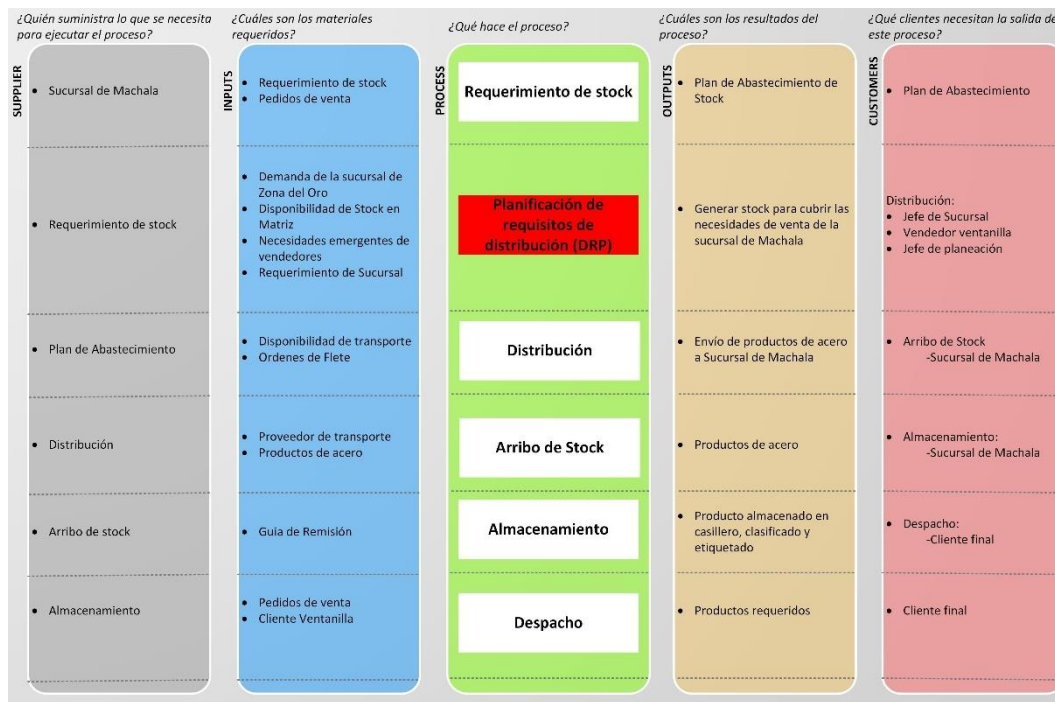


Con ayuda del flujo del proceso y el diagrama SIPOC se plasmaron los procesos que interactúan entre sí, resaltando el proceso del DRP, que es el eje principal en donde se gestiona el abastecimiento, en cual se identificaron los clientes principales de este proceso:

- Jefe de Planeación
- Vendedor de ventanilla
- Jefe de Sucursales

Figura 1.4

Diagrama SIPOC de proceso abastecimiento de Stock.



Con ayuda de entrevista y escuchar la voz del cliente (VOC) se determinaron las necesidades más relevantes de los clientes del proceso:

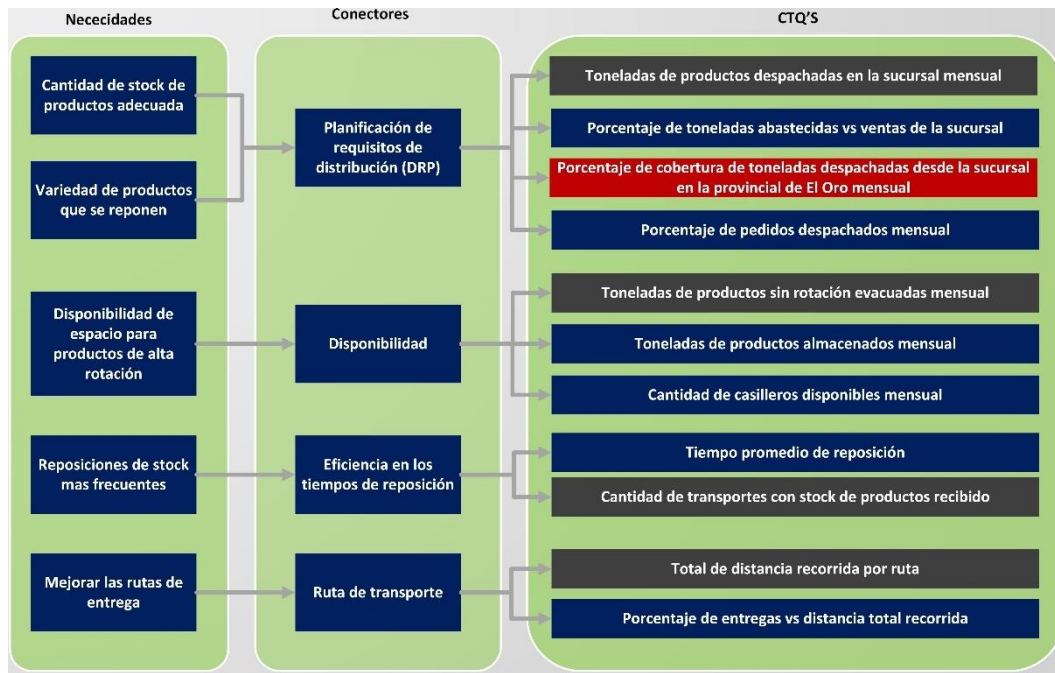
- Variedad de productos que se reponen
- Cantidad de Stock de productos adecuado
- Reposiciones más frecuentes
- Mejorar las rutas de entrega
- Disponibilidad de espacio para productos de alta rotación

1.2.3 Variable de Interés

Estas necesidades fueron traducidas en variables medibles mediante un árbol critico de calidad o también llamado CTQ por sus siglas en inglés (Critical Tree Quality)

Figura 1.5

Diagrama Critical to Quality para proceso de abastecimiento.



Las variables obtenidas satisfacen los pilares de sostenibilidad (económico, social y ambiental), con ayuda de esto se procede a determinar la variable de respuesta, la cual será la base para resolver la problemática, la cual se define como:

***y = Cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala,
en la provincia de El Oro***

$$y = \frac{\text{Ventas de Sucursal (Ton)}}{\text{Ventas de a Provincia del Oro (Ton)}}$$

Pilares de sostenibilidad:

$$E = \text{Ventas de la sucursal}$$

$$E = \text{Ventas de Sucursal (\$)}$$

S = Productividad horas hombre

$$S = \frac{\text{Horas Productivas}}{\# \text{ Trabajadores}}$$

A = Distancia recorrida en Km

$$A = \text{Km} * \text{ruta}$$

Figura 1.6

Triple Botton Line obtenido de CTQ-Tree.



1.2.4 Restricciones

- Infraestructura Logística.
- Equipos y herramientas limitadas para las operaciones de las bodegas.
- Sistema informático.
- Capacidades técnicas del personal de bodega.

1.3 Justificación del problema

En la actualidad la cobertura promedio de toneladas despachadas desde la sucursal de Machala en la provincia de El Oro corresponde a un 16%, es decir, el 84% se despacha desde la matriz hacia los clientes, la capacidad máxima de almacenamiento de la bodega permite cubrir hasta el 60% de la cobertura, por lo que un escenario ideal es 60% de cobertura que se despache desde la sucursal y un 40% desde la matriz, esto debido a las restricciones antes mencionadas, se propone implementar herramientas de control que permitan medir y enfocar la problemática a fin de mitigarlo o eliminarla.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo General

Incrementar la cobertura de Toneladas despachadas de productos de acero desde la sucursal de Machala en la Provincia de El Oro de 16% a 31%, en un periodo de 4 meses desde mayo a agosto 2023.

1.4.2 Objetivo Específico

- Analizar las políticas y disponibilidad de inventario considerando cada una de sus particularidades, para atender las necesidades de la provincia de El Oro
- Analizar las actividades y procesos del plan de abastecimiento de la sucursal para el logro de posibilidades de mejora, realizando análisis de causa raíz del plan de abastecimiento.
- Disminuir la antigüedad de inventario y la rotación promedio.
- Medir el efecto de las soluciones sobre el incremento de la cobertura de venta de productos en la sucursal para determinar su impacto económico, social y ambiental

1.5 Marco Teórico

Six Sigma

Método de mejora continua que ayuda a la organización a perfeccionar sus procesos de negocio, aplicada fundamentalmente para establecer uniformidad en los procesos, reduciendo al mínimo la cantidad de variación, es decir hallar y eliminar causas de los errores, defectos y retrasos, considerando las necesidades los clientes. (Laoyan, 2022)

DMAIC

Es la metodología central de trabajo en six sigma que indica que todos los procesos se pueden definir, medir, analizar, mejorar y controlar, comúnmente conocida por sus siglas en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control. (Jonathan Trout, 2022)

- **Definir:** En esta etapa el objetivo es establecer el problema que se trata solucionar, se establece el alcance del mismos y se definen claramente los objetivos a alcanzar tanto general como específicos. Se identifican las variables o métricas para el proyecto con el uso de herramientas de mejora continua como: (Jonathan Trout, 2022)

3 W+2H: Metodología de análisis empresarial que consiste en responder cinco preguntas básicas ¿Qué?, ¿Donde?, ¿Cuándo?, ¿Qué tanto? y ¿Cómo lo sé?, con el objetivo de comprender en profundidad una situación e idear estrategias para implementar mejoras.

SIPOC: Es un diagrama de flujo enfocado en documentar los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes de forma clara y sencilla que permite definir el alcance del proyecto.

CTQ TREE: Es una herramienta que se utiliza para identificar las necesidades del cliente y traducirlo en objetivos medibles, que permite comprender aquellas características o servicios más representativos para los clientes. (SIX SIGMA DAILY, 2020)

VOC (Voice of Customer): Es un proceso en el cual se capta e interpreta la expectativas y experiencia de los clientes en relación con los productos o servicios.

- **Medir:** El objetivo de esta etapa es comprender y cuantificar las causas del problema, se debe crear controles gráficos para medir la variable establecida “Y”, para obtener el estado actual del proceso, se utilizan diagramas de Pareto para estratificar el problema definido en la etapa anterior, se desarrollan mapeo de proceso o diagramas de flujo. (Jonathan Trout, 2022)
- **Analizar:** En esta etapa se investiga las relaciones entre las causas (X) sobre el problema (Y), de los datos obtenidos en la etapa anterior, se establecen las hipótesis y el plan de mejora en función de los factores por lo que las herramientas a seguir son (Jonathan Trout, 2022):

Diagrama Ishikawa: Es utilizado para facilitar la resolución de problemas, también llamado diagrama causa y efecto, diagrama de espina de pescado o Diagrama de los 6 Ms, este diagrama analiza todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso a fin de identificar las causas raíz de un problema. (Betancourt, Ingenio Empresa, 2016)

Matriz causa y efecto: Matriz en el cual se mide la interacción de las variables claves, ya sean fuerte o débil. (Betancourt, Ingenio Empresa, 2018)

Recopilación y evaluación de datos con relación a las variables de entrada y salida del proceso.

Aplicación de estadística descriptiva prueba de hipótesis, gráficos de dispersión

- **Mejorar:** En esta etapa se definen e implementan las soluciones para las causas críticas del problema, por lo que se debe modelar si las acciones a implementar pueden ser sostenibles a lo largo del tiempo una vez implementado se debe volver a medir para determinar si el objetivo planteado fue alcanzado, establecer gráficos de control respectivos y verificar la capacidad del proceso. (Jonathan Trout, 2022)
- **Controlar:** En esta etapa se establecen los controles para que la mejora del proceso perdure en el tiempo, donde se deben establecer un plan de control con el uso de controles estadísticos. (Jonathan Trout, 2022)

Distribution Requirements Planning (DRP)

Consiste en determinar la cantidad correcta de los productos que se distribuirán a los centros de distribución o almacenes para satisfacer la demanda del cliente, puede utilizar método Push o Pull. (PlanetTogether, 2021)

Lluvia de ideas

Es una técnica utilizada para la recopilación rápida y no filtrada de ideas, pidiendo a los participantes participen libremente, para posteriormente ser analizadas. (IONOS, 2023)

Diagrama de Pareto

Es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor, el principio se basa en la regla 80/20, la cual establece una relación donde el 80% de las consecuencias se encuentra en el 20%. (Velázquez, 2022)

5 ¿Por Qué?

Es una técnica sistemática de preguntas cuya finalidad es identificar las causas raíz de un problema. (QAEC, 2019)

Modelo de Predicción de demanda

Es una herramienta que se utiliza para planificar la demanda futura, es un proceso circular de mejora continua, este compuesto por 5 fases.

-Recolección y verificación de datos.

Se levanta la recolección de datos para realizar los análisis correspondientes.

-Generación de la predicción de la demanda futura.

Se utiliza modelos de predicción que para que ayuden y se define los periodos de planificación

-Aplicación de Inteligencia de negocios.

Se aplica inteligencia de negocio al modelo de predicción para dar soporte al pronostico

-Generación del plan de Demanda.

Se genera una planificación optima considerando los horizontes de planificación

-Medición y análisis de resultados.

En esta etapa se analiza los resultados del plan generado

Método Montecarlo

Es una técnica que permite obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos por medio de pruebas aleatorias repetidas. (Angel Franco García, 2023)

CAPÍTULO 2

2.1 Metodología

Este proyecto se desarrolla bajo la aplicación de la metodología DMAIC compuesta de cinco etapas: definición, medición, análisis, mejora y control. En el capítulo 1 se desarrolló la etapa de definición y se estableció la variable a evaluar en el proyecto, en este capítulo se recopilará datos, los cuales serán analizados y se establecerán propuestas de mejora para tratar de lograr el objetivo planteado, además de implementar un plan de control que permita a la empresa mantener el incremento de las ventas directas desde la sucursal en la provincia de El oro (Y).

2.1.1 Medición

Para esta etapa la empresa proporciono información histórica, la cual fue tratada con responsabilidad siguiendo las indicaciones de privacidad exigidos, con el objetivo de tratar la necesidad requerida y proporcionar una solución consistente que permita incrementa la cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, se estableció el periodo de análisis que considera desde abril 2021 hasta mayo 2023 (24 meses), excluyendo el mes de junio 2022 por situaciones políticas del país que afectaron directamente el flujo del negocio, dada la gran cantidad de información que registra el histórico de ventas, se realizó una estratificación de la información para obtener un enfoque de la necesidad. Estos datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas que permitieron validar las variables, clasificar correctamente los periodos de análisis con el fin de poder usarlos en comparación a datos futuros del proceso una vez implementada la solución.

2.1.1.1 Plan de Recolección de Datos. Para la realización del plan de recolección de datos, se consideraron todas las variables que afectan directamente a la variable principal del proyecto y los pilares de sostenibilidad, las variables a medir son detalladas en el plan de recolección de datos de la tabla, estas variables son tanto cualitativas, cuantitativas y tiempo, en el plan se establece como van a ser medidas y su método de verificación (Tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5).

Tabla 2.1

Data collection plan Variables X1 a X3

WHAT				WHERE	WHEN	HOW		WHY	Verification method
N°	Operational meaning	Measure unit	Data type	Where to collect?	When to measure?	Observation method	Collection method	Why to collect?	
X1	Toneladas despachadas de productos desde la sucursal de Machala	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X2	Toneladas despachadas de productos en la provincia de El Oro	Cuantitativa	Continua	Desde Base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar el total de venta de productos en la provincia de El Oro	Comparar data histórica con la data recolectada
X3	Toneladas despachadas de Productos sin Rotación desde la Sucursal de Machala	Cuantitativa	Continua	Sucursal de Machala	Cuando se realiza una venta de identificado como tipo "C"	Recolección de Datos	Base de datos y determinación de tipo de material	Para determinar la cantidad de productos tipo C que se despachan desde la sucursal	Comparar el stock inicial con el stock final

Tabla 2.2

Data collection plan Variables X4 a X6.

N°	WHAT			WHERE	WHEN	HOW		WHY	Verification method
	Operational meaning	Measure unit	Data type	Where to collect?	When to measure?	Observation method	Collection method	Why to collect?	
X4	Clasificación de Material (ABC)	Cualitativa	Dicotómica	Provincia El Oro	Desde septiembre de 2021 a agosto 2022	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para clasificar los productos de acuerdo con su demanda	Comparar las ventas de los productos histórica con la clasificación ABC
X5	Número de transportes recibidos en Sucursal de Machala con stock de productos	Cuantitativa	Discreta	Departamento de distribución	Desde que un camión se despacha con destino sucursal Machala	Base de datos y recolección de Datos	Base de datos y plan de abastecimiento	Para determinar el número de camiones que recibe la sucursal por mes	Comparar data histórica con el número de reposiciones generadas en el plan de abastecimiento
X6	Total distancia recorrida en entregas a clientes	Cuantitativa	Continua	Departamento de distribución	Desde que un camión inicia desde la sucursal Machala hasta finalizar la última entrega	Base de datos y recolección de Datos	Base de datos y programación de transporte	Para determinar la distancia recorrida por ruta de entrega	Comparar data histórica con la data recolectada

Tabla 2.3

Data collection plan Variables X7 a X9.

WHAT				WHERE	WHEN	HOW		WHY	Verification method
N°	Operational meaning	Measure unit	Data type	Where to collect?	When to measure?	Observation method	Collection method	Why to collect?	
X7	Toneladas despachadas de productos propios despachados desde la sucursal de Machala	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X8	Toneladas despachadas de productos propios desde la Matriz	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X9	Toneladas despachadas de productos no propios desde la Matriz	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada

Tabla 2.4

Data collection plan Variables X10 a X12.

WHAT				WHERE	WHEN	HOW		WHY	Verification method
N°	Operational meaning	Measure unit	Data type	Where to collect?	When to measure?	Observation method	Collection method	Why to collect?	
X10	Toneladas despachadas de perfiles desde la Matriz	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X11	Toneladas despachadas de tubería desde la Matriz	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X12	Toneladas despachadas de perfiles desde la Sucursal	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada

Tabla 2.5

Data collection plan Variables X13 a X14.

WHAT				WHERE	WHEN	HOW		WHY	Verification method
N°	Operational meaning	Measure unit	Data type	Where to collet?	When to measure?	Observation method	Collection method	Why to collect?	
X13	Toneladas despachadas de tubería desde la Sucursal	Cuantitativa	Continua	Desde base de datos	Desde inicios de cada mes a finales de cada mes	Data histórica y recolección de datos	Base de datos	Para determinar las ventas de los productos que se realizan desde la sucursal	Comparar data histórica con la data recolectada
X14	Tiempo de reposición	Tiempo	Continua	Departamento de distribución	Desde que un camión inicia desde la sucursal Machala hasta finalizar la última entrega	Base de datos y recolección de Datos	Base de datos y programación de transporte	Para determinar la distancia recorrida por ruta de entrega	Comparar data histórica con la data recolectada

2.1.2 Verificación de Datos Recolectados

Para la verificación de se tuvieron dos métodos de recolección y evaluación:

- 1) Para las variables asociadas a las toneladas despachadas (X1, X2, X3, X4, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13), se hizo uso un formato de recolección de datos, en un periodo de 7 días tanto en la sucursal como en la matriz, para finalmente evaluarlo mediante pruebas estadísticas t de dos muestras con relación a la información que se registró en el sistema en el mismo periodo.
- 2) Para las variables relacionadas a los transportes (X5, X6 y X14), se tomó una muestra durante el mismo periodo anterior y se evaluó por medio de una prueba t para dos muestras con respecto a la data histórica.

2.1.2.1 Resultados de verificación:

Para todas las variables recopiladas en la sucursal se aplicó prueba t de student para dos muestras donde la hipótesis nula en todos los casos fue:

$$H0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Tabla 2.6

Variables de medición de toneladas despachadas

N°	Operational meaning	Valor P
X1	Toneladas despachadas de productos desde la sucursal de Machala	0.894
X2	Toneladas despachadas de productos en la provincia de El Oro	0.899
X3	Toneladas despachadas de Productos sin Rotación desde la Sucursal de Machala	0.925
X5	Número de transportes recibidos en Sucursal de Machala con stock de productos	0.159
X6	Distancia total recorrida en entregas a clientes	0.596
X7	Toneladas despachadas de productos propios despachados desde la sucursal de Machala	0.903
X12	Toneladas despachadas de perfiles desde la Sucursal	0.972
X13	Toneladas despachadas de tubería desde la Sucursal	0.855
X14	Tiempo de reposición	0.756

Conclusión: La tabla 2.6 muestra el valor P del resulta del análisis realizado para las variables X1, X2, X3, X5, X6, X7, X12, X13 y X14 y podemos concluir no existe suficiente evidencia estadística para rechazar las hipótesis nulas y concluir que las medias no difieren en el nivel de confianza del 95%

2.1.2.2 Variables recopiladas en Matriz

Para todas las variables recopiladas en la matriz se aplicó prueba t de student para dos muestras donde la hipótesis nula en todos los casos fue:

$$H0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Tabla 2.7*Variables de medición de transporte*

N°	Operational meaning	Valor P
X8	Toneladas despachadas de productos propios desde la Matriz	0.866
X9	Toneladas despachadas de productos no propios desde la Matriz	0.903
X10	Toneladas despachadas de perfiles desde la Matriz	0.970
X11	Toneladas despachadas de tubería desde la Matriz	0.906

Conclusión: La tabla 2.6 muestra el valor P del resulta del análisis realizado para las variables X8, X9, X10 y X11 y podemos concluir no existe suficiente evidencia estadística para rechazar las hipótesis nulas y concluir que las medias no difieren en el nivel de confianza del 95%

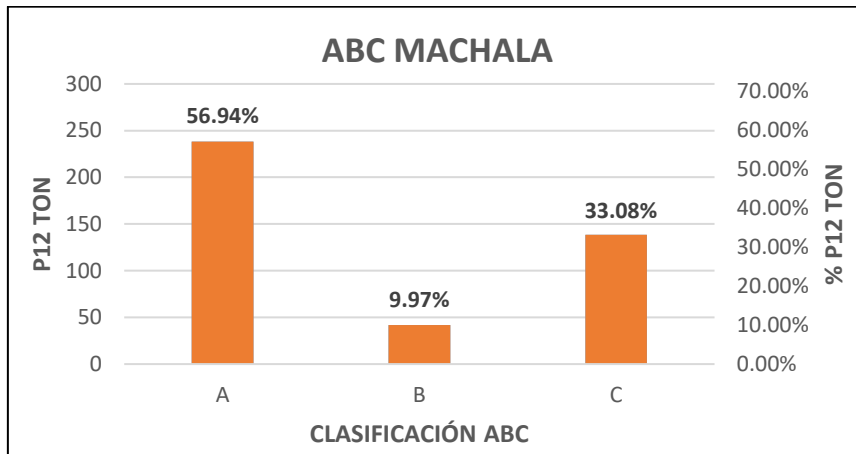
Consideración: Durante el VOC se identificó una necesidad emergente que involucra la variable X4: Tipo de material (A, B, C), en la que se vio la necesidad de actualizar esta información, ya que evidentemente se encontraba desactualizada con los requerimientos de los clientes, por lo que se procedió con la actualización del ABC obteniendo los resultados mostrados en la tabla y gráfico.

Tabla 2.8*Análisis ABC actualizado.*

Clasificación General	% Productos	% TON
A	9%	57%
B	5%	10%
C	86%	33%
Total general	100%	100%

Figura 2.1

Gráfica ABC actualizado de sucursal Machala.



2.1.3 Mapeo de procesos

Del flujo del proceso general visto en la ilustración se analiza a detalle el proceso del DRP (ver ilustración) y todas las actividades se encuentran relacionadas en este, dado que es el punto en el cual canalizadas todas las necesidades y se gestionan los pedidos de abastecimiento a la sucursal de Machala. Obteniendo como resultado que el 27.3% de las actividades realizadas agregan valor al proceso con un tiempo agregado del 50% del total del proceso (ver tabla).

Figura 2.2

Mapeo de proceso DRP.

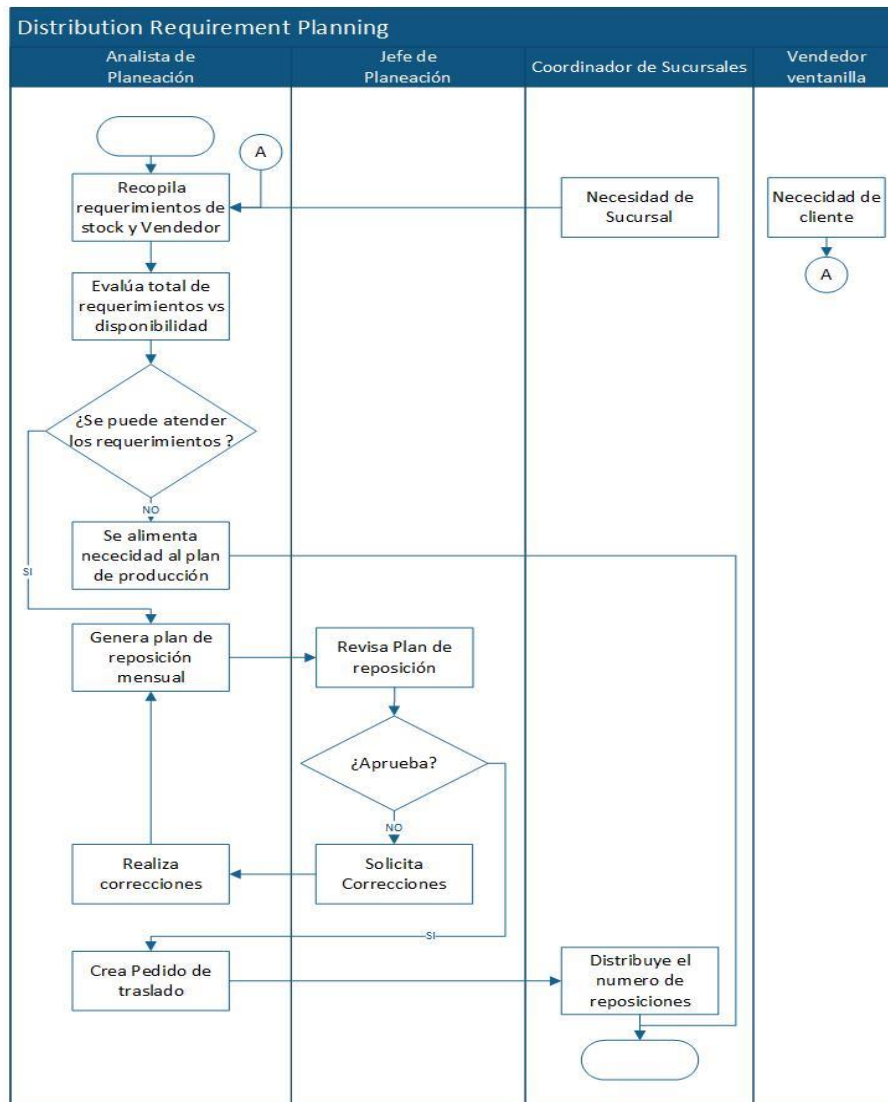


Tabla 2.9

Matriz de proceso de valor agregado lista de actividades.

ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO

N°	Responsable	Actividad	AV	NAVN	NAV					Condición	Si	No	Distancia	Tiempo (Horas)
					P	I	E	M	A					
1	Analista	Recopila requerimientos de ventas y Sucursal			1									0.5
2	Analista	Evalúa el total de requerimientos vs Disponibilidad			1									2
3	Analista	¿Se puede atender los requerimientos?				1				x	4	5		0.25
4	Analista	Genera Plan de reposición mensual	1								6			2.5
5	Analista	Se alimenta necesidad del plan de producción			1									0.25
6	Jefe de Planeación	Revisa el plan de reposición			1									1.5
7	Jefe de Planeación	Lo aprueba				1				X	10	8		0.25
8	Jefe de Planeación	Solicita correcciones			1						9			0.25
9	Analista	Realiza correcciones			1						4			1
10	Analista	Crea pedido de traslado	1								11			1.5
11	Jefe de Sucursales	Distribuye las reposiciones	1											2
Total			3	0	6	2	0	0	0	2			0.00	12.00

Tabla 2.10

Resultados de Matriz de proceso de valor agregado.

ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO

Componente de actividades	AV	NAVN	P	I	E	M	A	Total
Número de actividades	3	0	6	2	0	0	0	11
Tiempo de actividades (minutos)	6.00	0.00	5.50	0.50	0.00	0.00	0.00	12.00
Índice de actividades de valor agregado (%)	27.3%	0.0%	54.5%	18.2%	0.0%	0.0%	0.0%	
Tiempo de valor agregado (AV+NAVN)	6							
Índice de tiempo de valor agregado (%)	50.00%							

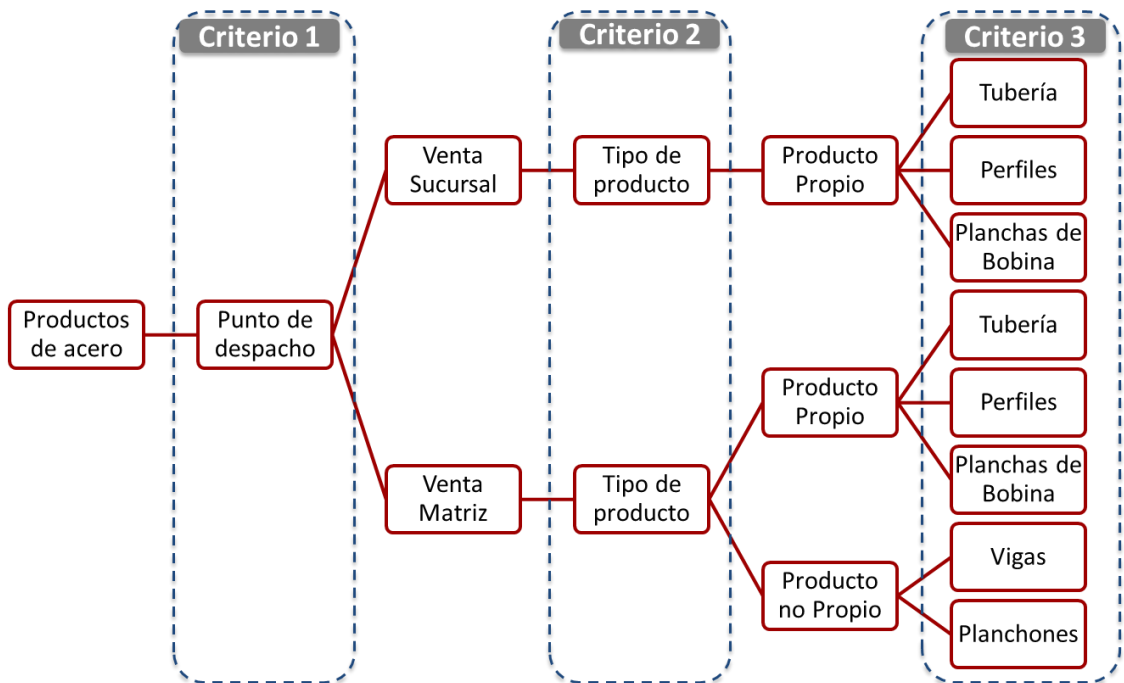
2.1.4 Estratificación

De la gran cantidad de base de datos recopilada, es necesario estratificar los datos con el fin de obtener un problema enfocado y atacar la causa raíz y generar un impacto significativo. Como primer paso se establecieron 3 criterios para estratificar la base de datos:

- **Criterio 1:** Punto de despacho.
- **Criterio 2:** Tipo de Producto.
- **Criterio 3:** Familia de producto.

Figura 2.3

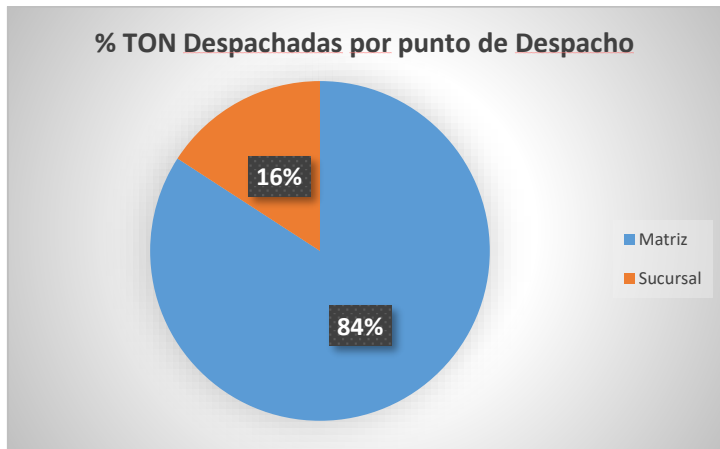
Criterios de estratificación.



El resultado del primer análisis evidencia que el 84% de los productos despachados en la provincia de El Oro son despachados desde la Matriz:

Figura 2.4

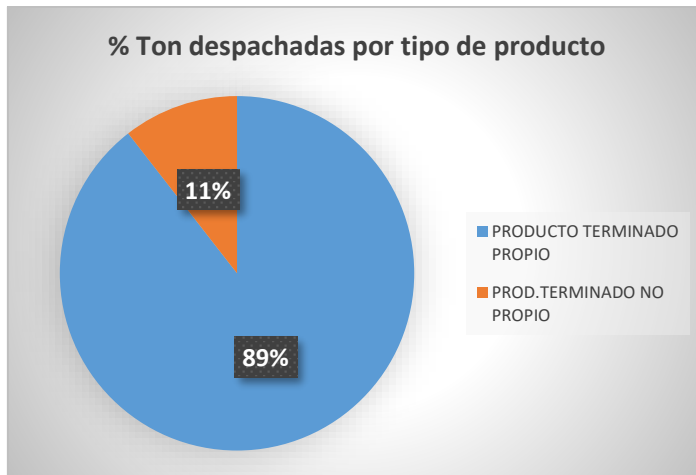
Criterio de estratificación 1.



El segundo criterio no muestra que este 84% de productos el 89% de ellos corresponde a productos propios.

Figura 2.5

Criterio de estratificación 2.



El tercer criterio desglosa como está distribuido el despacho de productos propios desde Matriz.

Figura 2.6

Criterio de estratificación 3.

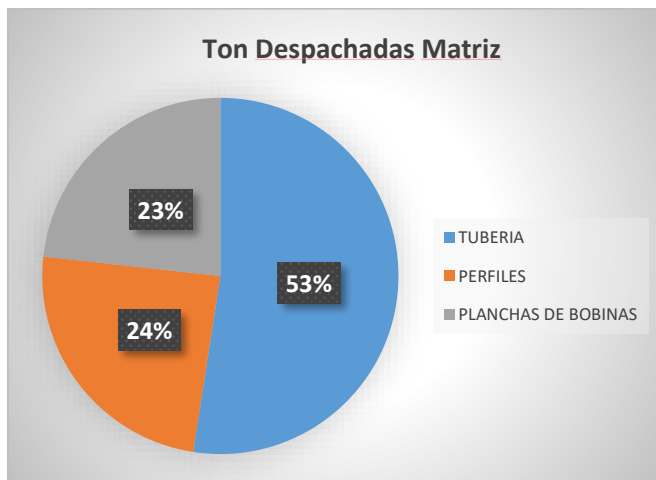


Tabla 2.11

Análisis de criterio de estratificación 3.

Familia	% Ton de Venta
TUBERIA	52%
PERFILES	24%
PLANCHAS DE BOBINAS	23%
Total general	100%

Por medio de un Diagrama de Pareto se observa que el 76% de las toneladas despachadas corresponden a las familias de tuberías y perfiles.

Figura 2.7

Diagrama de Pareto de criterio de estratificación 3.

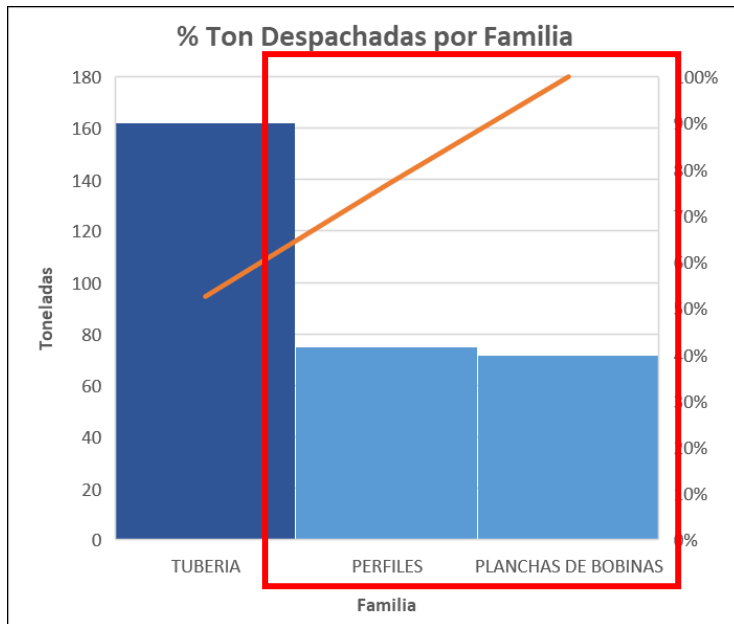
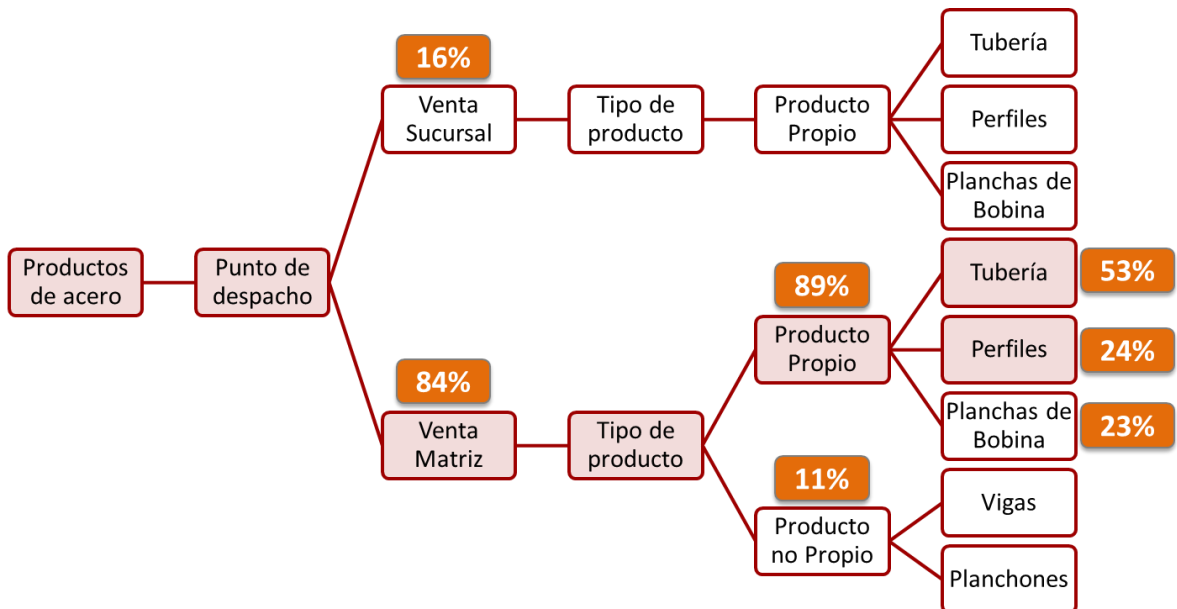


Figura 2.8

Resultado de análisis de estratificación.



2.1.5 Verificación de Datos

Con las familias de productos identificadas en el punto anterior, se procedió a analizar la cobertura de despacho de estas familias obteniendo los resultados mostrados en las figuras 2.9 y 2.10, con 8% y 12% de cobertura para perfiles y tubería respectivamente.

Figura 2.9

Cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala.

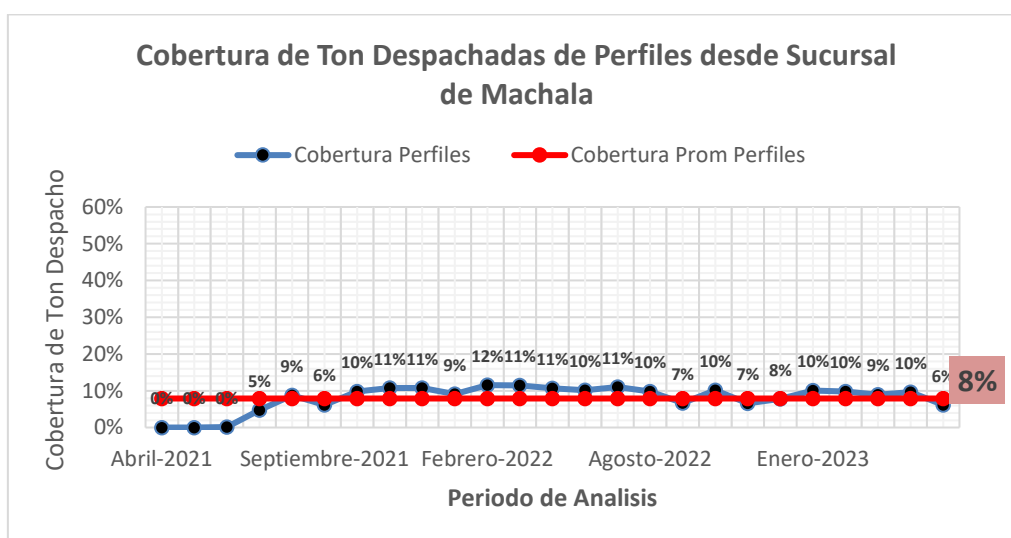
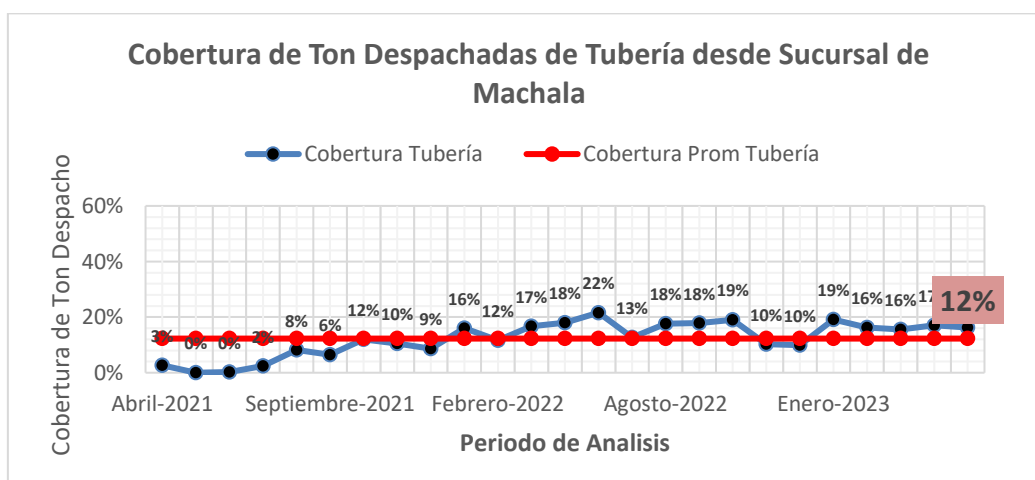


Figura 2.10

Cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala.



2.1.5.1 Prueba de normalidad. Para determinar si los datos originales tenían un comportamiento normal se realizó una prueba de normalidad inicial, el resultado obtenido fue que los datos no seguían dicha distribución como se muestra en las figuras 2.11 y 2.12, tanto para perfiles como tubería.

Figura 2.11

Prueba de normalidad para cobertura de perfiles.

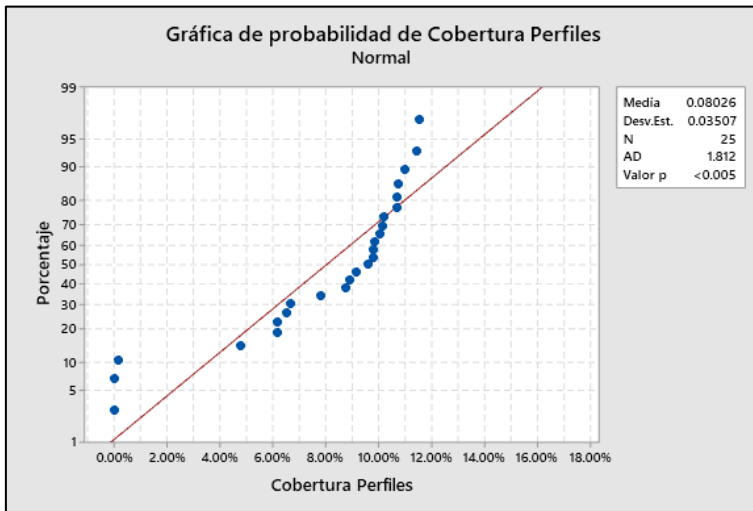
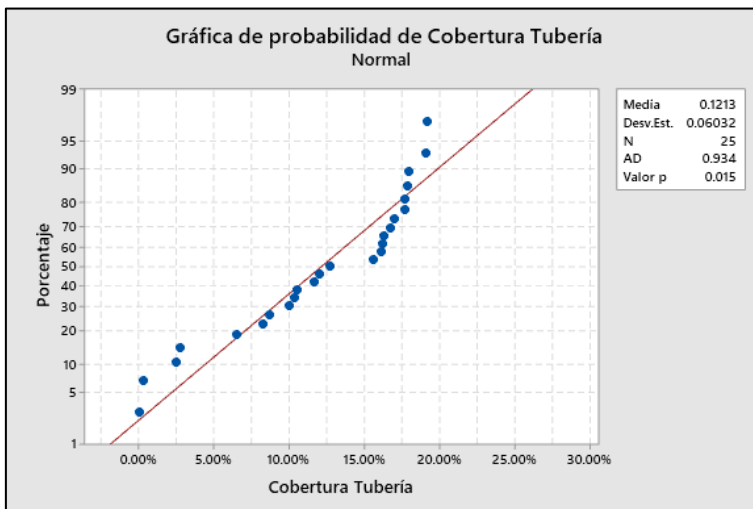


Figura 2.12

Prueba de normalidad para cobertura de tubería.



Por parte de la compañía se sugirió considerar los meses de abril 2021 hasta agosto de 2021 como periodo de adaptación al mercado y excluir estos meses de venta, luego de esto se realizó nuevamente la prueba de normalidad y obteniendo que las variables de cobertura despachada de perfiles y tubería desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, seguían una distribución (figuras 2.13 y 2.14), además de que sus coberturas promedios en el nuevo periodo (septiembre 2021- abril 2021) cambiaron a 9% y 15% respectivamente (Figuras 2.15 y 2.16).

Figura 2.13

Prueba de normalidad para cobertura de perfiles en nuevo periodo.

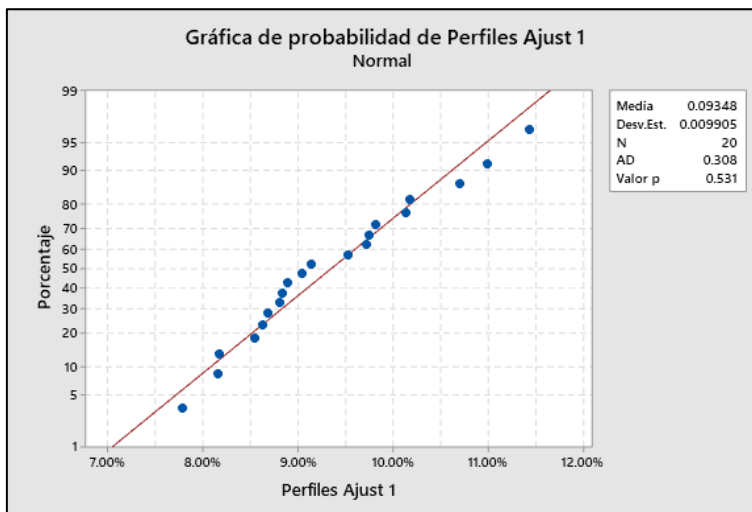


Figura 2.14

Prueba de normalidad para cobertura de tubería en nuevo periodo.

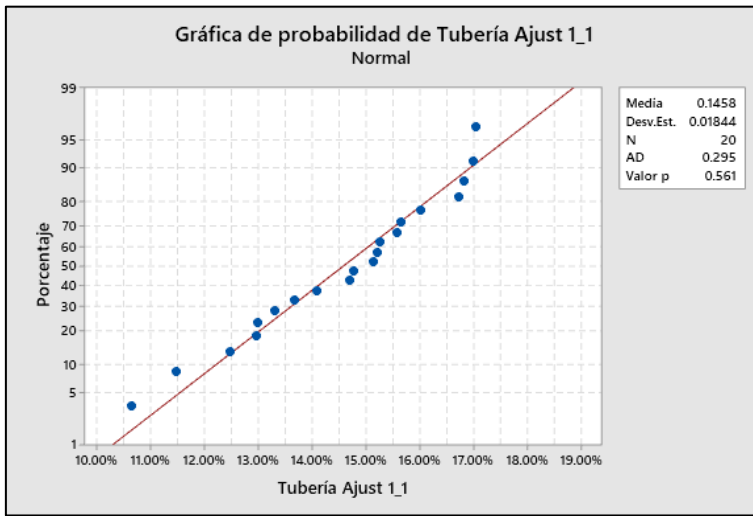


Figura 2.15

Cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala nuevo periodo.

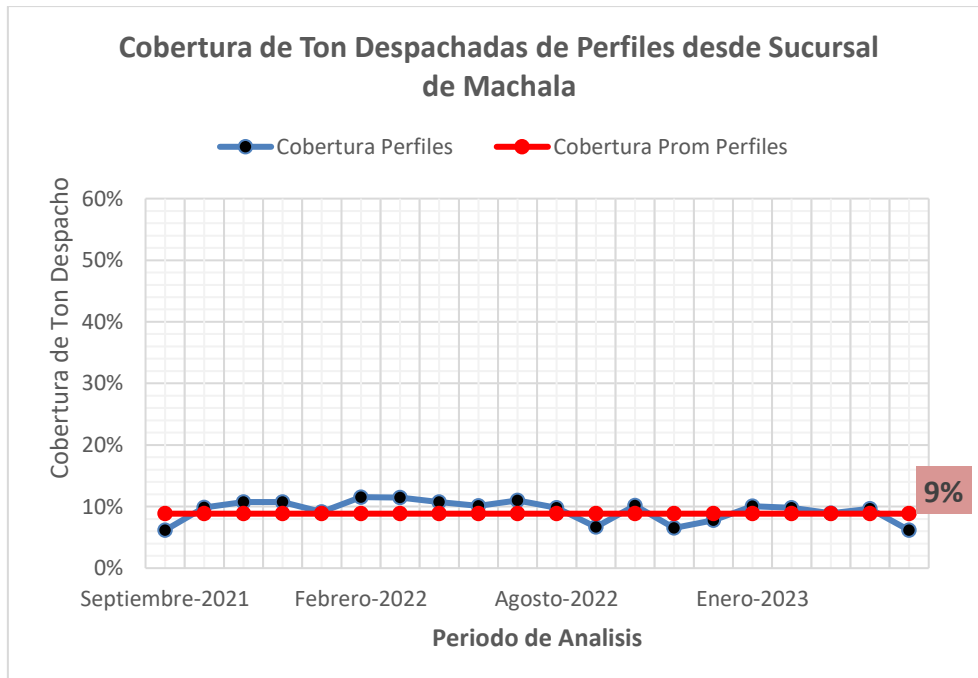
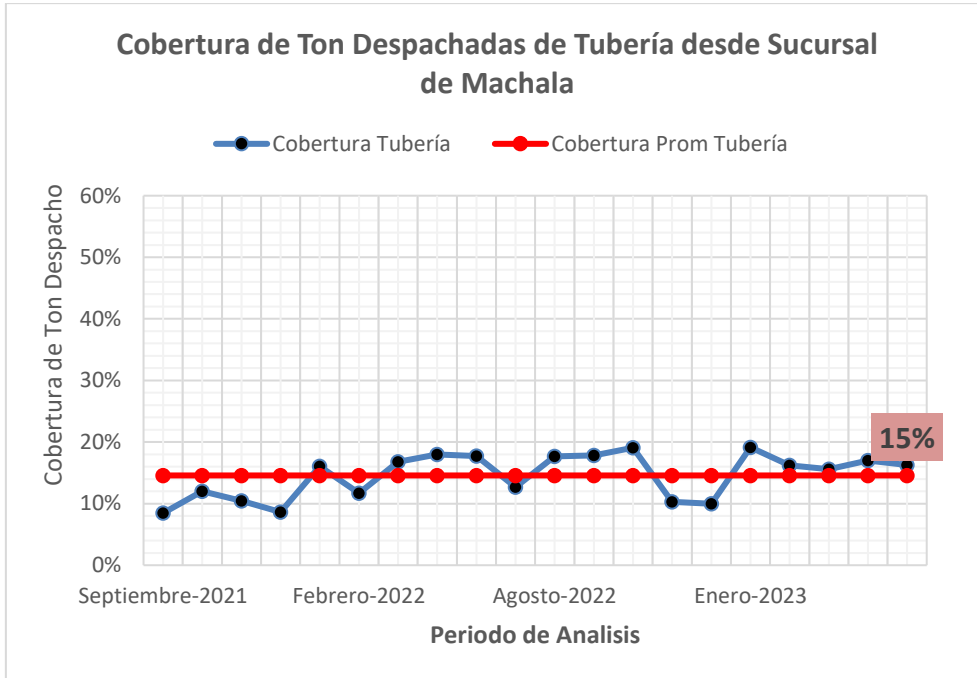


Figura 2.16

Cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala nuevo periodo.



2.1.5.2 Carta de control. Una vez determinada que tipo de distribución siguen las variables de las familias de productos de perfiles y tubería, mediante cartas de control I-MR para modelar los datos se ve un proceso estable para ambas variables (figuras 2.17 y 2.18).

Figura 2.17

Carta de control I-MR de perfiles.

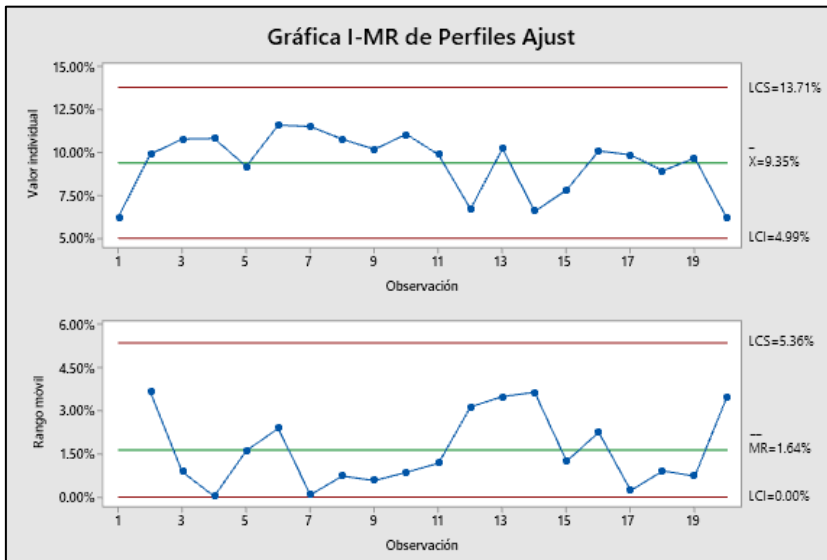
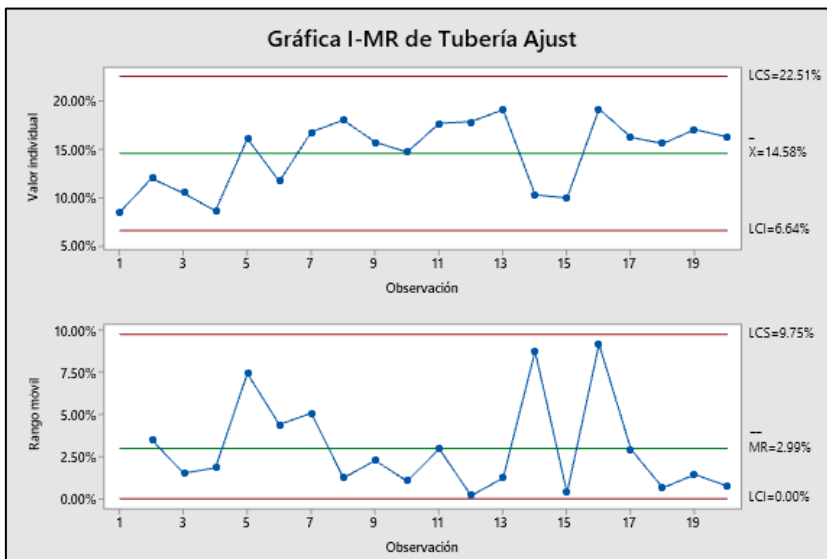


Figura 2.18

Carta de control I-MR de tubería.



2.1.5.3 Análisis de capacidad. Como parte de este análisis por parte de la compañía se estableció una cobertura máxima de toneladas despachadas de perfiles y tubería del 20% y 36% respectivamente, con lo antes mencionado y el análisis previo del comportamiento realizado, se procedió a determinar la capacidad del proceso para ambas variables, los resultados obtenidos fueron que el proceso cuenta con buena capacidad para cumplir especificaciones esto con un $CP > 1$, pero presenta un problema de localización determinado por un $Cpk = -0.00$, en ambos casos, lo cual es soportado con el análisis de rendimiento el cual evidencia que tanto para perfiles como tubería existen un 55% y 40% de los datos fuera del límite de especificación inferior (figuras 2.19 y 2.20).

Figura 2.19

Análisis de capacidad de perfiles.

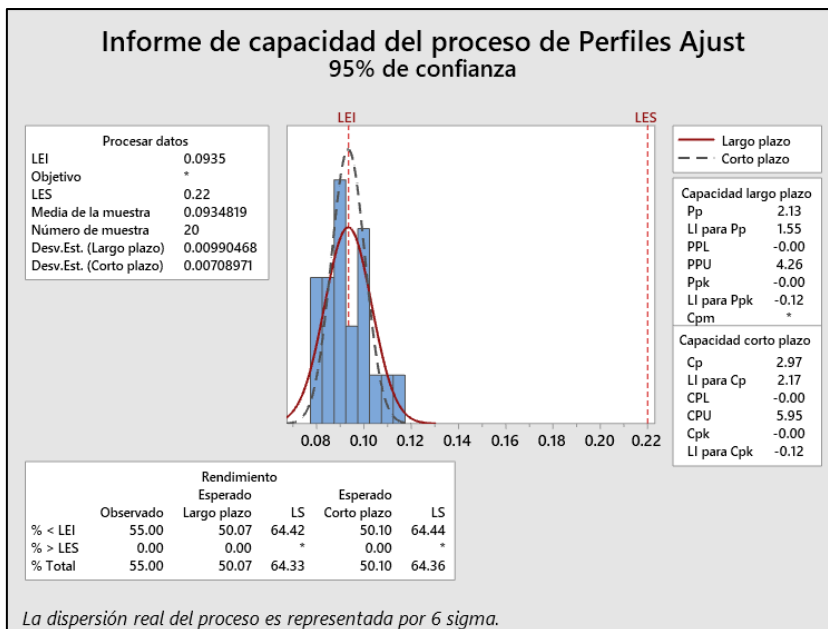
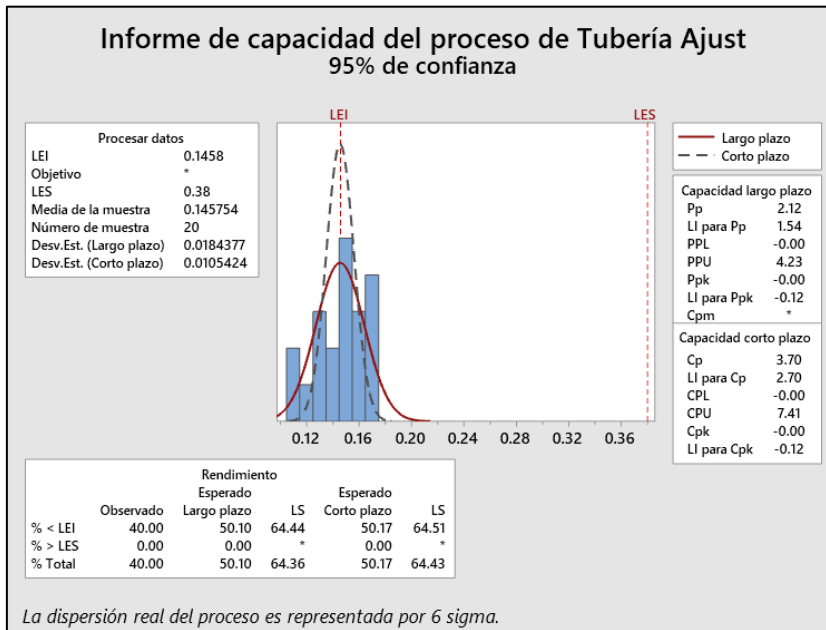


Figura 2.20

Análisis de capacidad de tubería.



2.1.6 Enfoque del problema

Una vez analizados los comportamientos y capacidades de las variables se establecieron problemas y objetivos enfocados.

2.1.6.1 Problema enfocado. Para la determinación de los problemas enfocados se hizo uso de la herramienta 5W+1H:

- *“Bajo porcentaje de cobertura de toneladas despachadas de productos desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro desde septiembre del 2021 hasta abril del 2023, con un 9% de cobertura cuando lo requerido por la empresa es el 20%”*
- *“Bajo porcentaje de cobertura de toneladas despachadas de productos desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro desde septiembre del 2021 hasta abril del 2023, con un 15% de cobertura cuando lo requerido por la empresa es el 36%”*

2.1.6.2 Objetivo enfocado. Con el foco del problema establecido, se procedió a plantear los objetivos focales para el desarrollo del proyecto tanto para perfiles y tubería respectivamente.

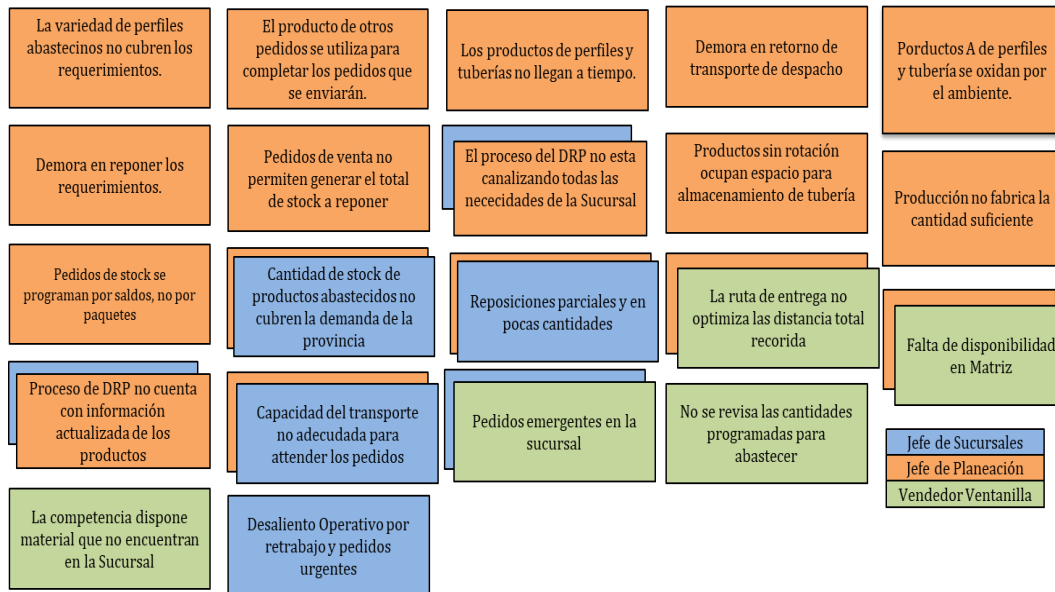
- Incrementar la cobertura de Toneladas despachadas de perfiles de acero desde la sucursal de Machala en la Provincia de El Oro de 9% a 20%, en un periodo de 4 meses desde mayo a agosto 2023.
- Incrementar la cobertura de Toneladas despachadas de tubería de acero desde la sucursal de Machala en la Provincia de El Oro de 15% a 36%, en un periodo de 4 meses desde mayo a agosto 2023.

2.2 Análisis

En esta etapa se hizo uso de una lluvia de ideas con ayuda de las personas claves determinadas en el diagrama SIPOC, el jefe de planeación, el jefe de sucursales y el vendedor de ventanilla de la sucursal (figura 2.21), las cuales fueron modeladas en un diagrama de Ishikawa para determinar la posibles causas potenciales que afecta a las variables determinadas en la etapa anterior, estas causas potenciales fueron evaluadas con el uso de herramientas estadística aprendidas a lo largo de formación educativa por parte de ESPOL, para finalmente encontrar las causas potenciales que impactan significativamente a las variables, finalmente se hizo uso de otra herramienta de mejora continua para determinar las posibles causas raíces.

Figura 2.21

Lluvia de ideas para causas potenciales.



2.2.1 Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)

Una vez realizada la lluvia de ideas, se elaboró el diagrama de causa y efecto o también conocido como diagrama Ishikawa (figuras 2.22 y 2.23), en el cual se obtuvo una lista de causas potenciales para ambas variables de perfiles y tubería (tabla 2.7 y 2.8).

Figura 2.22

Diagrama Ishikawa para perfiles.

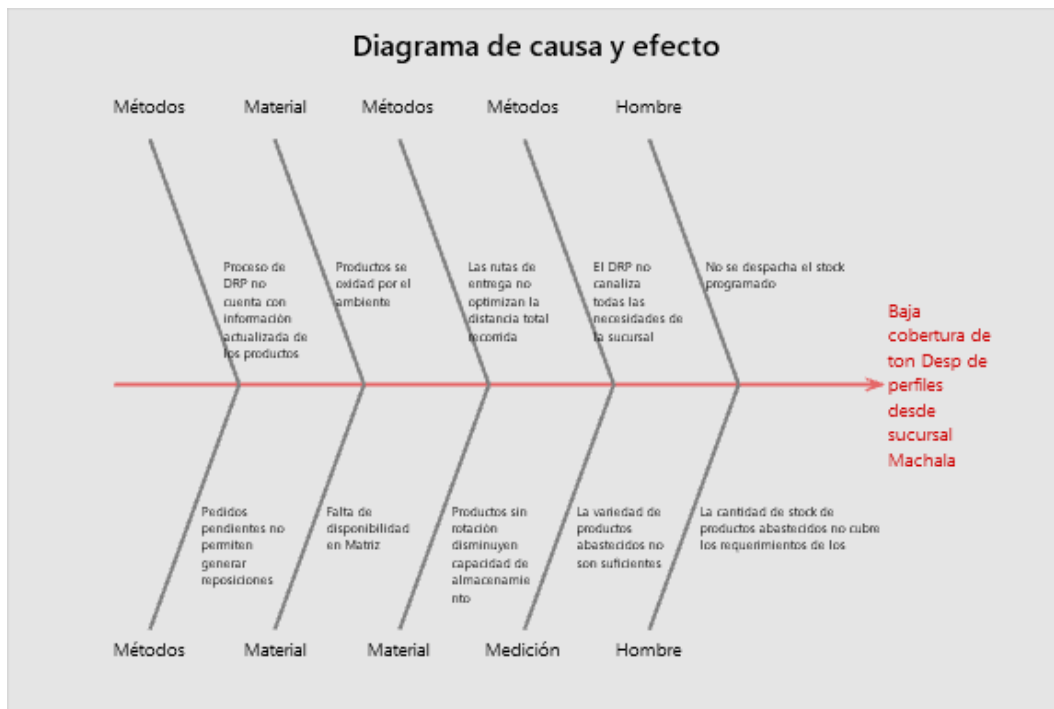


Tabla 2.12*Lista de causas potenciales para perfiles.*

N°	Causas potenciales	Categoría
1	No se despacha el stock programado	Hombre
2	Desaliento Operativo por retrabajo y pedidos urgentes	
3	La cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	
4	La variedad de productos abastecidos no es suficiente	Medición
5	Capacidad de transporte entrega no adecuada	Maquina
6	Productos sin rotación disminuyen capacidad de almacenamiento	Material
7	Productos se oxidan por el ambiente	
8	Falta de disponibilidad en Matriz	
9	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	Gestión
10	Pedidos pendientes no permiten generar reposiciones	
11	Las rutas de entrega no optimizan la distancia total recorrida	
12	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	
13	Demora en retorno de transporte	
14	No se revisa las cantidades programadas para abastecer	Método
15	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	
16	Reposiciones Parciales	

Figura 2.23

Diagrama Ishikawa para tubería.

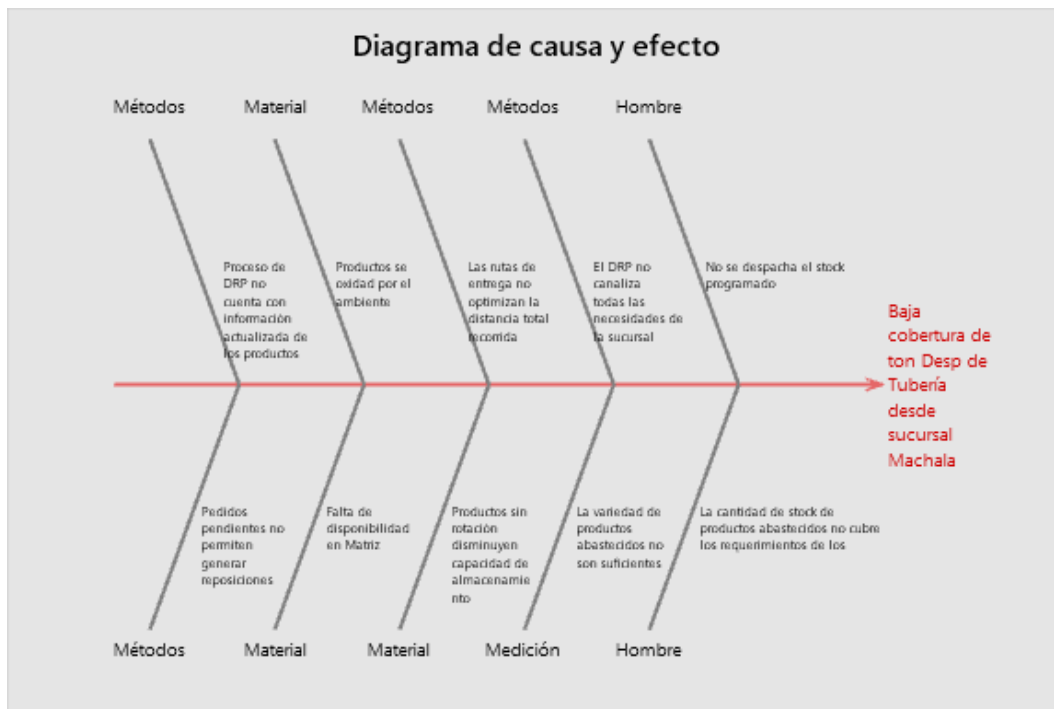


Tabla 2.13

Lista de causas potenciales para tubería.

N°	Causas potenciales	Categoría
1	No se despacha el stock programado	Hombre
2	Desaliento Operativo por retrabajo y pedidos urgentes	
3	La cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	
4	La variedad de productos abastecidos no es suficiente	Medición
5	Capacidad de transporte entrega no adecuada	Maquina
6	Productos sin rotación disminuyen capacidad de almacenamiento	Material
7	Productos se oxidan por el ambiente	
8	Falta de disponibilidad en Matriz	
9	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	Gestión
10	Pedidos pendientes no permiten generar reposiciones	
11	Las rutas de entrega no optimizan la distancia total recorrida	
12	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	
13	Demora en retorno de transporte	
14	No se revisa las cantidades programadas para abastecer	Método
15	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	
16	Reposiciones Parciales	

2.2.2 Matriz Causa y efecto

Con la lista de causas potenciales obtenidas se procedió a elaborar las respectivas matrices de causa y efecto para ambas familias de productos, con ayuda de estas con las personas con las que se desarrolló la lluvia de ideas, para esta matriz los criterios usados son los que se visualizan en las tablas 2.9 y 2.10, en las tablas 2.11 y 2.12 se muestra la calificación para cada una de estas en relación con los criterios antes mencionados.

Tabla 2.14

Criterio de esfuerzo.

<i>Esfuerzo</i>	
<i>Alto Esfuerzo</i>	A
<i>Bajo Esfuerzo</i>	B

Tabla 2.15

Criterio de evaluación de causas.

<i>Escala Logarítmica</i>	
<i>Ninguna correlación</i>	0
<i>Correlación remota</i>	1
<i>Correlación moderada</i>	3
<i>Correlación fuerte</i>	9

Tabla 2.16

Criterio de evaluación de causas para perfiles.

N°	Causas potenciales	VALORACIÓN DE CAUSAS			Moda	Esfuerzo
		Jefe de Planeación	Jefe de Sucursales	Vendedor Ventanilla		
1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	9	9	9	9	B
2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	9	9	9	9	B
3	Falta de disponibilidad en Matriz	9	9	9	9	A
4	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	9	9	9	9	B
5	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	9	9	1	9	B
6	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	3	9	9	9	B
7	No se despacha el stock programado	3	9	3	3	B
8	Desaliento Operativo por retrabajo y pedidos urgentes	3	3	1	3	B
9	Pedidos pendientes no permiten generar reposiciones	3	3	3	3	A
10	Las rutas de entrega no optimizan la distancia total recorrida	1	3	3	3	A
11	Demora en retorno de transporte	3	3	9	3	B
12	No se revisa las cantidades programadas para abastecer	1	3	3	3	B
13	Reposiciones Parciales	3	3	3	3	B
14	Capacidad de transporte entrega no adecuada	1	1	3	1	A
15	Productos sin rotación disminuyen capacidad de almacenamiento	1	1	1	1	A
16	Productos se oxidan por el ambiente	1	1	3	1	A

Tabla 2.17

Criterio de evaluación de causas para tubería.

n°	Causas potenciales	VALORACIÓN DE CAUSAS			Moda	Esfuerzo
		Jefe de Planeación	Jefe de Sucursales	Vendedor Ventanilla		
1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	9	9	9	9	B
2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	9	9	9	9	B
3	Falta de disponibilidad en Matriz	9	9	9	9	A
4	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	9	9	9	9	B
5	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	9	9	1	9	B
6	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	3	9	9	9	B
7	No se despacha el stock programado	3	9	3	3	B
8	Desaliento Operativo por retrabajo y pedidos urgentes	3	3	1	3	B
9	Pedidos pendientes no permiten generar reposiciones	3	3	3	3	A
10	Las rutas de entrega no optimizan la distancia total recorrida	1	3	3	3	A
11	Demora en retorno de transporte	3	3	9	3	B
12	No se revisa las cantidades programadas para abastecer	1	3	3	3	B
13	Reposiciones Parciales	3	3	3	3	B
14	Capacidad de transporte entrega no adecuada	1	1	3	1	A
15	Productos sin rotación disminuyen capacidad de almacenamiento	1	1	1	1	A
16	Productos se oxidan por el ambiente	1	1	3	1	A

2.2.3 Selección de causas

Para seleccionar las causas calificadas en el punto anterior, se elaboró un análisis de impacto y esfuerzo tanto para perfiles y tubería en el cual se determinaron 5 y 6 causas potenciales respectivamente (figura 2.24 y 2.25), esto a pesar de que para ambas familias las causas son las mismas el comportamiento del mercado hace que se le dé mayor prioridad la segunda familia en mención.

Figura 2.24

Matriz impacto y esfuerzo para perfiles.

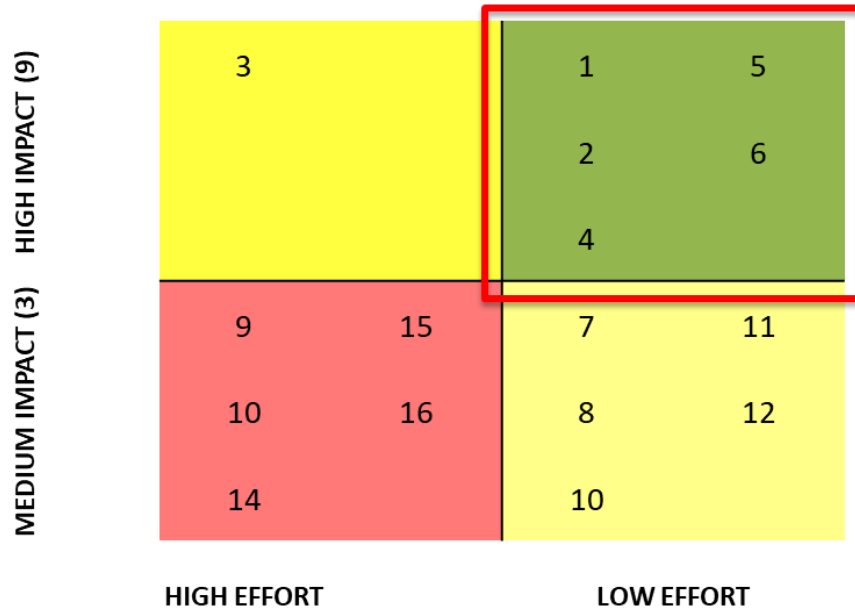
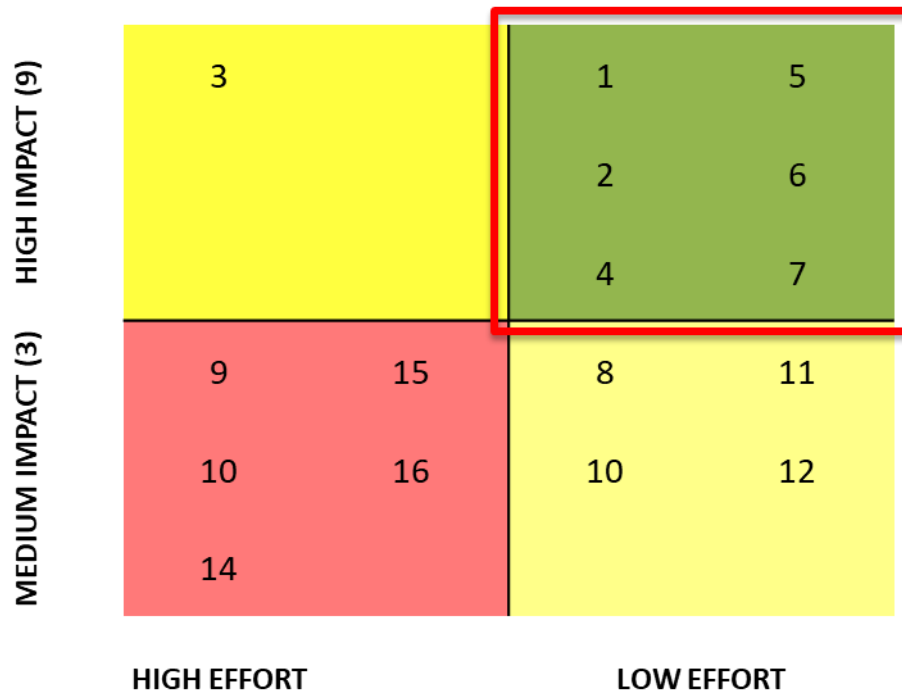


Figura 2.25

Matriz impacto y esfuerzo para tubería.



2.2.4 Plan de verificación de causas

Con las causas potenciales seleccionadas, se elaboró un plan de verificación para cada una de estas y sus respectivos métodos de evaluación.

Perfiles: La tabla 2.13 muestra en detalle los métodos de evaluación y condición resultante obtenido, para las causas seleccionadas correspondientes a la familia de perfiles.

Tabla 2.18

Plan de verificación de causas perfiles.

N°	POTENCIAL CAUSES	IMPACT THEORY	HOW TO CHECK?	CONDITION
X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	Cuanta menor cantidad de productos se reponga, disminuye la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas de perfiles abastecidos de perfiles vs toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal	SIGNIFICANTE
X2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	Mientras menor variedad de perfiles se reponga, menor será la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas de perfiles despachados desde sucursal vs cantidad de perfiles despachados desde sucursal	NO SIGNIFICANTE
X3	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	Cuanto menor cantidad de productos A se encuentren clasificados, menor será la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Regresión de toneladas de perfiles A despachados desde la sucursal vs Cantidad de perfiles A despachados en la provincia de El Oro con ABC Actualizado	NO SIGNIFICANTE
X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	Cuanto más toneladas de Perfiles se despachen desde matriz, menor será la cobertura de tubería despachados desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal vs toneladas despachadas desde Matriz	SIGNIFICANTE
X5	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	Cuanto más se tarde la reposición de productos, menor serán la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Anova de toneladas despachadas de perfiles A desde la sucursal vs tiempo promedio de reposiciones de stock	NO SIGNIFICANTE

Los resultados obtenidos de cada uno de los análisis realizados para esta familia se detallan a continuación:

Causa X1: Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis:

H0: El efecto de las toneladas abastecidas es igual a cero.

H1: El efecto de las toneladas abastecidas es distinta de cero.

Las figuras 2.26, 2.27 y 2.28 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que las toneladas de perfiles abastecidas afectan significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal.

Figura 2.26

Resultado de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.

Análisis de regresión: TM PERF SUC vs. TM ABASTECIDAS PERF					
La ecuación de regresión es					
TM PERF SUC = 0.7687 + 0.8713 TM ABASTECIDAS PERF					
Resumen del modelo					
		R-cuad.			
	S	R-cuad. (ajustado)			
	1.20057	90.38%	89.84%		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	243.676	243.676	169.06	0.000
Error	18	25.945	1.441		
Total	19	269.621			

Figura 2.27

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.

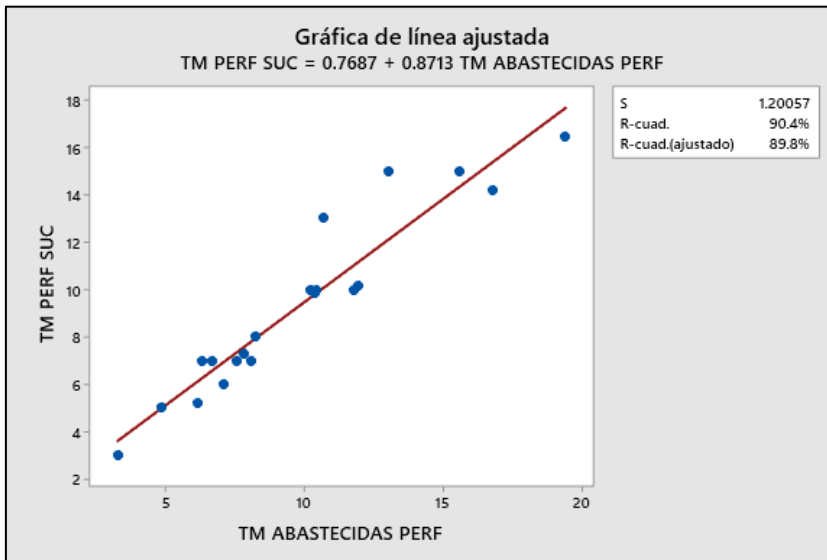
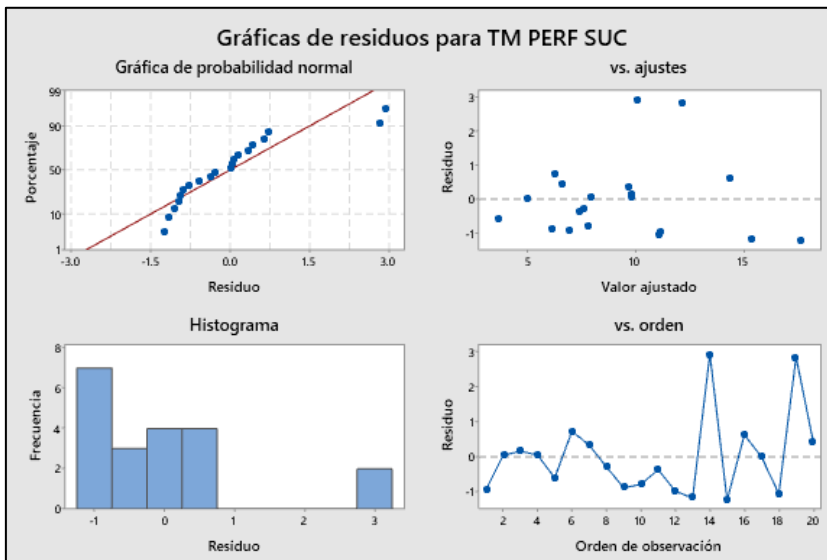


Figura 2.28

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 1 de perfiles.



Causa X2: Variedad de productos abastecidos no son suficientes.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis:

H0: El efecto total de productos despachados es igual a cero.

H1: El efecto total de productos despachados es distinto de cero.

Las figuras 2.29, 2.30 y 2.31 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0.266$ no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que los productos despachados en la provincia no afectan significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal.

Figura 2.29

Resultado de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.

Análisis de regresión: TM PERF SUC vs. Total Producto						
La ecuación de regresión es						
TM PERF SUC = 18.41 - 0.03839 Total Producto						
Resumen del modelo						
	S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad.			
	3.73585	6.83%	1.65%			
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC	MC	F	P	
Regresión	1	18.403	18.4027	1.32	0.266	
Error	18	251.218	13.9566			
Total	19	269.621				

Figura 2.30

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.

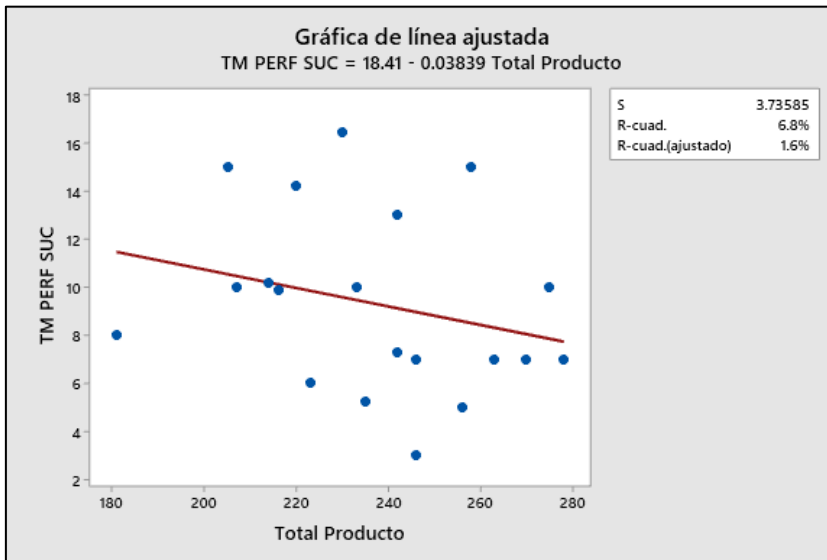
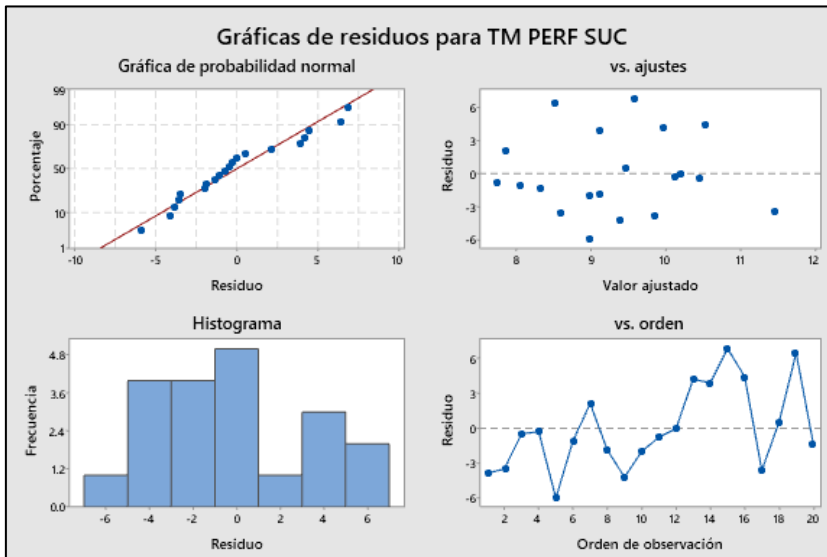


Figura 2.31

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 2 de perfiles.



Causa X3: Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis:

H0: El efecto de la catidad de perfiles A Act. despachados es ingual a cero.

H1: El efecto de la catidad de perfiles A Act. despachados es distinto de cero.

Las figuras 2.32, 2.33 y 2.34 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0.384$ no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el efecto de perfiles despachados ABC actualizado no afectan significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal.

Figura 2.32

Resultado de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.

Análisis de regresión: TM SUC PERF A vs. Cant PERF A ACT_1					
La ecuación de regresión es					
$TM\ SUC\ PERF\ A = 0.4026 + 0.02021\ Cant\ PERF\ A\ ACT_1$					
Resumen del modelo					
	S	R- cuad.	R-cuad. (ajustado)		
	0.345755	4.23%	0.00%		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.09513	0.095126	0.80	0.384
Error	18	2.15184	0.119547		
Total	19	2.24697			

Figura 2.33

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.

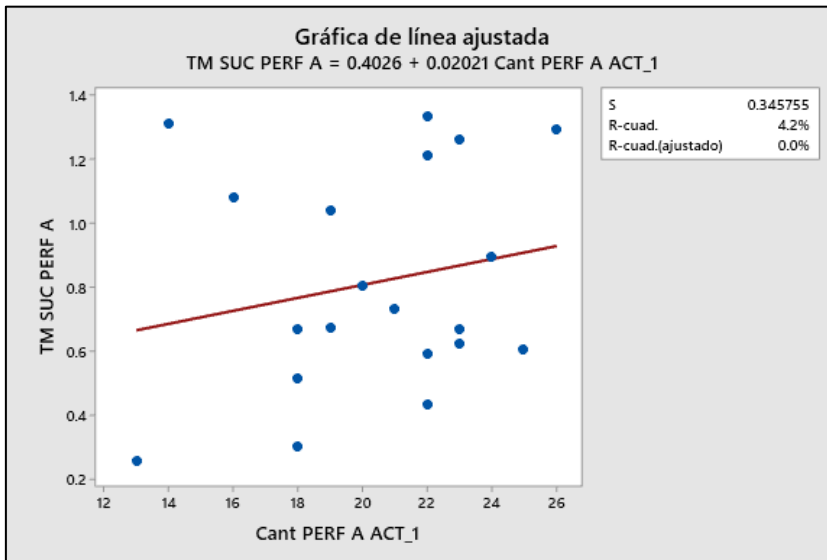
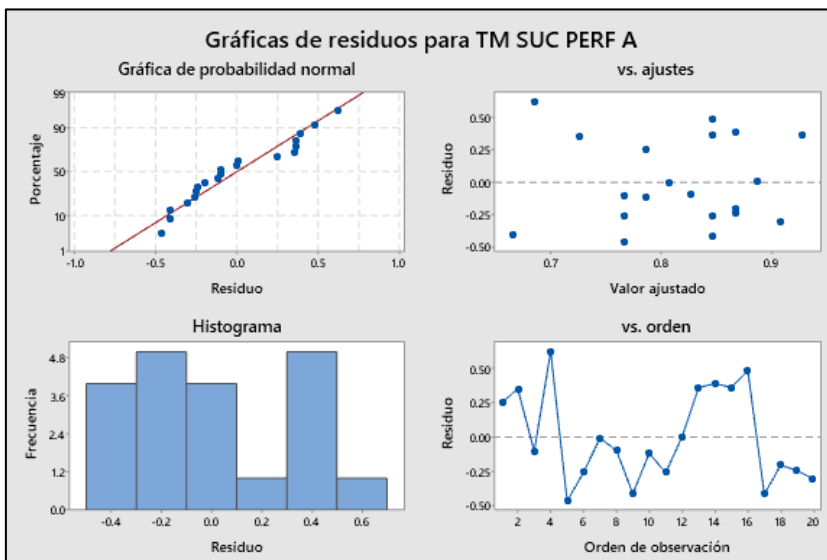


Figura 2.34

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 3 de perfiles.



Causa X4: El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis.

H0: El efecto de las toneladas de perfiles despachados desde matriz es igual a cero.

H1: El efecto de las toneladas de perfiles despachados desde matriz es distinto de cero.

Las figuras 2.35, 2.36 y 2.37 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el efecto de las toneladas de perfiles despachados desde Matriz afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal.

Figura 2.35

Resultado de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.

Análisis de regresión: TM PERF SUC vs. TM MATRIZ PERF					
La ecuación de regresión es					
$TM\ PERF\ SUC = 2.637 + 0.07034\ TM\ MATRIZ\ PERF$					
Resumen del modelo					
	S	R-	R-cuad.		
	cuad. (ajustado)				
	1.93963	74.88%	73.49%		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	201.902	201.902	53.67	0.000
Error	18	67.719	3.762		
Total	19	269.621			

Figura 2.36

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.

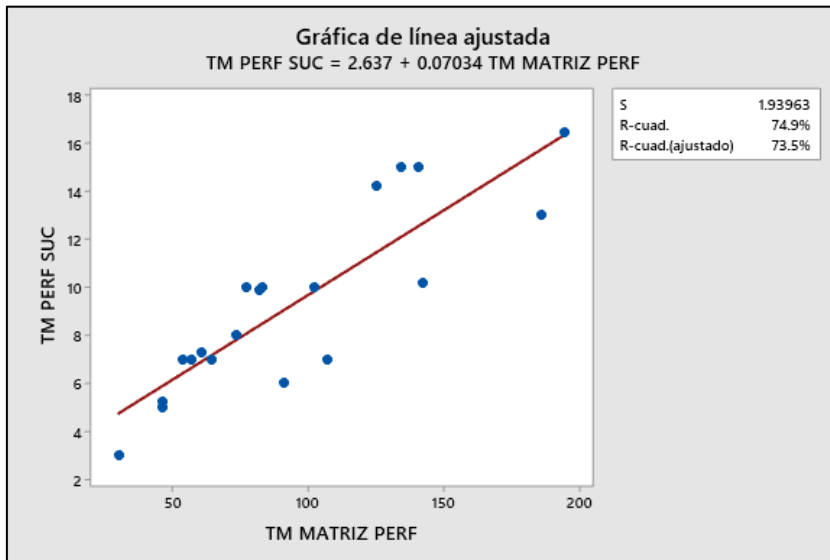
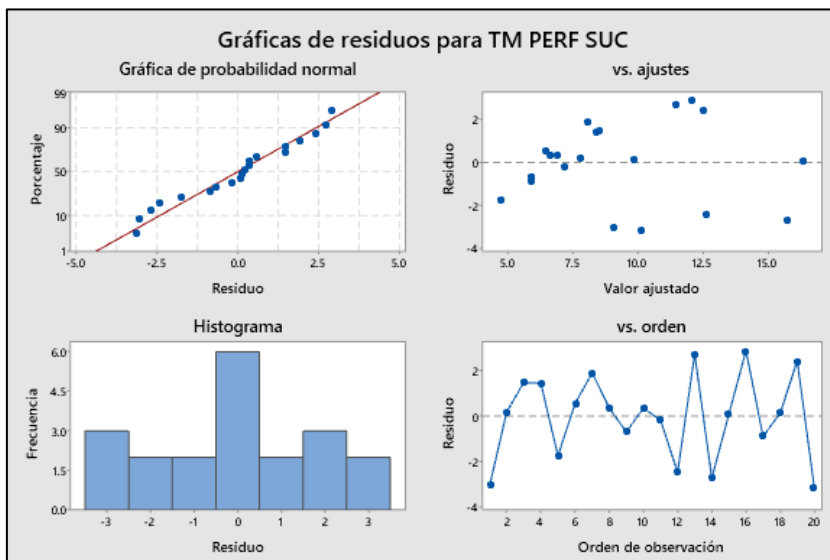


Figura 2.37

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 4 de perfiles.



Causa X5: Demora en reponer requerimientos a la sucursal.

Para el análisis de Anova las hipótesis planteadas y el resultado del análisis se muestran en las figuras 2.38, 2.39 y 2.40

Figura 2.38

Análisis Anova para Causa X5 de perfiles.

ANOVA de un solo factor: TM SUC PERF A vs. Tiempo prom de reposición (Días)					
Método					
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales				
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales				
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$				
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>					
Información del factor					
Factor	Niveles Valores				
Tiempo prom de reposición (Días)	2 1.25, 1.67				
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo prom de reposición (Días)	1	0.00442	0.004417	0.04	0.853
Error	18	2.24255	0.124586		
Total	19	2.24697			
Resumen del modelo					
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)		
0.352967	0.20%	0.00%	0.00%		
Medias					
Tiempo prom de reposición (Días)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
1.25	10	0.8298	0.3139	(0.5953, 1.0643)	
1.67	10	0.800	0.388	(0.566, 1.035)	
<i>Desv.Est. agrupada = 0.352967</i>					

Figura 2.39

Diagrama de caja de análisis de Anova para causa 5 de perfiles.

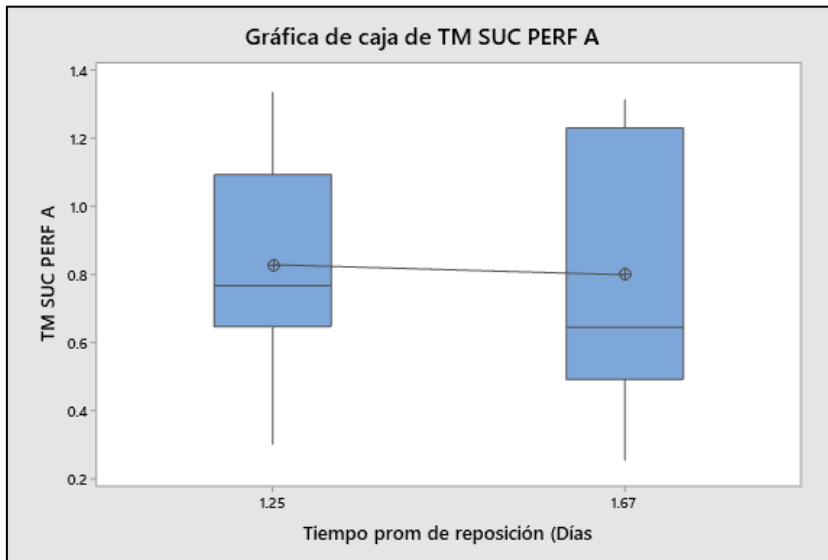
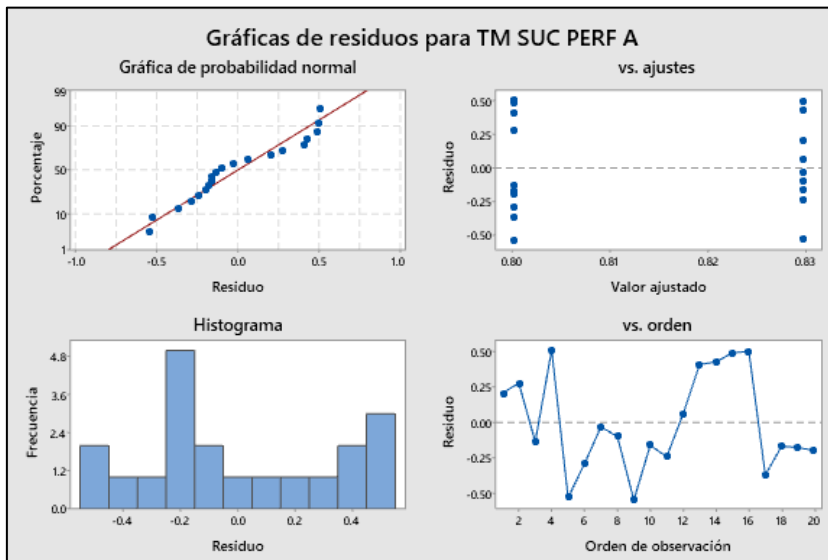


Figura 2.40

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 5 de perfiles.



Con un valor $P = 0.853$ no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el factor de tiempo promedio de reposición no afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal.

Tubería: La tabla 2.14 muestra en detalle los métodos de evaluación y condición resultante obtenido, para las causas seleccionadas correspondientes a la familia de perfiles.

Tabla 2.19

Plan de verificación de causas tubería.

Nº	POTENCIAL CAUSES	IMPACT THEORY	HOW TO CHECK?	CONDITION
X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	Cuanta menor cantidad de productos se reponga, disminuye la cobertura de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas de tubería abastecidas de tubería vs toneladas despachadas de tubería desde la sucursal	SIGNIFICANTE
X2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	Mientras menor variedad de tubería se reponga, menor será la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas de tubería despachados desde sucursal vs cantidad de tubería despachados desde sucursal	SIGNIFICANTE
X3	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	Cuanto menor cantidad de productos A se encuentren clasificados, menor será la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Regresión de toneladas de tubería A despachados desde la sucursal vs Cantidad de tubería A despachados en la provincia de El Oro con ABC Actualizado	SIGNIFICANTE
X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	Cuanto más toneladas de Perfiles se despachen desde matriz, menor será la cobertura de tubería despachados desde la sucursal	Regresión lineal de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal vs toneladas despachadas desde Matriz	SIGNIFICANTE
X5	Demora en reponer requerimientos a la sucursal	Cuanto más se tarde la reposición de productos, menor serán la cobertura de perfiles despachados desde la sucursal	Anova de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal vs tiempo promedio de reposiciones de stock	NO SIGNIFICANTE
X6	No se despacha el stock programado	Cuanto menos camiones de reposición de stock se envíen a la sucursal menor será la cobertura de tubería despachada desde la sucursal	Anova de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal vs número de reposiciones realizadas	NO SIGNIFICANTE

Los resultados obtenidos de cada uno de los análisis realizados para esta familia se detallan a continuación:

Causa X1: Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis.

H0: El efecto de las toneladas abastecidas es igual a cero.

H1: El efecto de las toneladas abastecidas es distinta de cero.

Las figuras 2.41, 2.42 y 2.43 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que las toneladas de tubería abastecidas afectan significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal.

Figura 2.41

Resultado de análisis de regresión para causa 1 de tubería.

Análisis de regresión: TM SUC TUB vs. TM ABASTECIDAS TUB					
La ecuación de regresión es					
TM SUC TUB = 4.234 + 0.8675 TM ABASTECIDAS TUB					
Resumen del modelo					
	S	R-	R-cuad.		
	cuad. (ajustado)				
4.11941	91.09%	90.60%			
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	3123.07	3123.07	184.04	0.000
Error	18	305.45	16.97		
Total	19	3428.52			

Figura 2.42

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 1 de tubería.

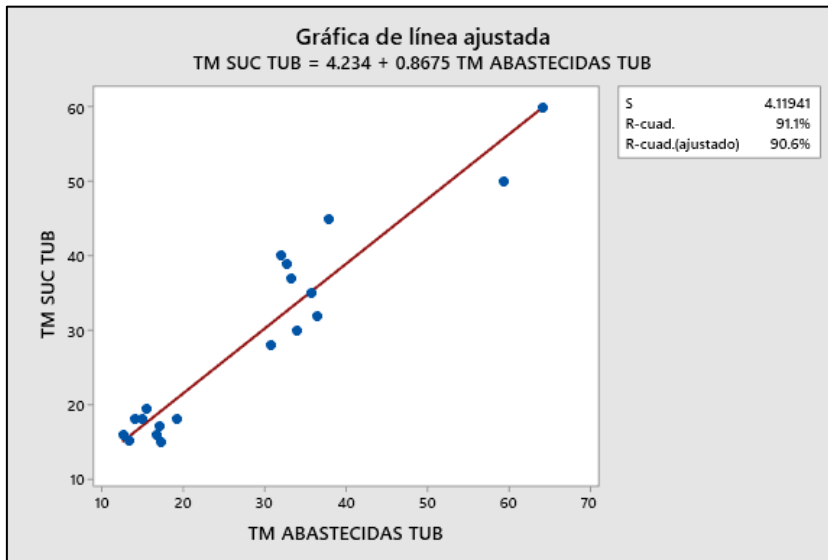
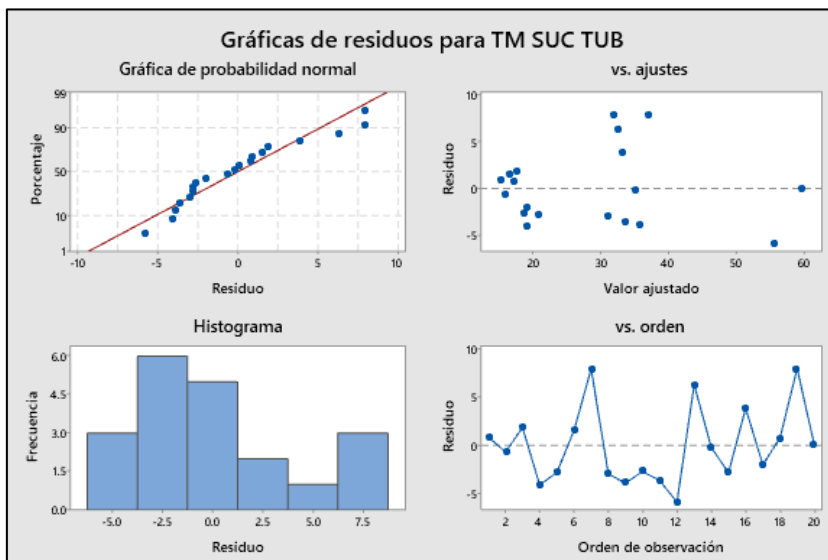


Figura 2.43

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 1 de tubería.



Causa X2: Variedad de productos abastecidos no son suficientes.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis.

H0: El efecto total de productos despachados es igual a cero.

H1: El efecto total de productos despachados es distinto de cero.

Las figuras 2.44, 2.45 y 2.46 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0.023$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el efecto de los productos despachados en la provincia afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal.

Figura 2.44

Resultado de análisis de regresión para causa 2 de tubería.

Análisis de regresión: TM SUC TUB vs. TOTAL PROD SUC					
La ecuación de regresión es					
TM SUC TUB = 0.54 + 0.2348 TOTAL PROD SUC					
Resumen del modelo					
	R-	R-cuad.			
	S	cuad. (ajustado)			
11.9182	25.43%	21.28%			
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	871.74	871.740	6.14	0.023
Error	18	2556.78	142.044		
Total	19	3428.52			

Figura 2.45

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 2 de tubería.

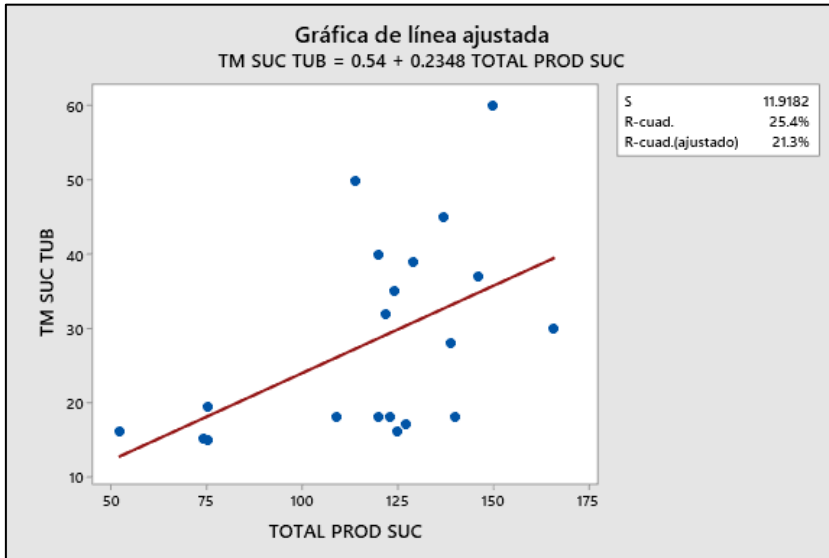
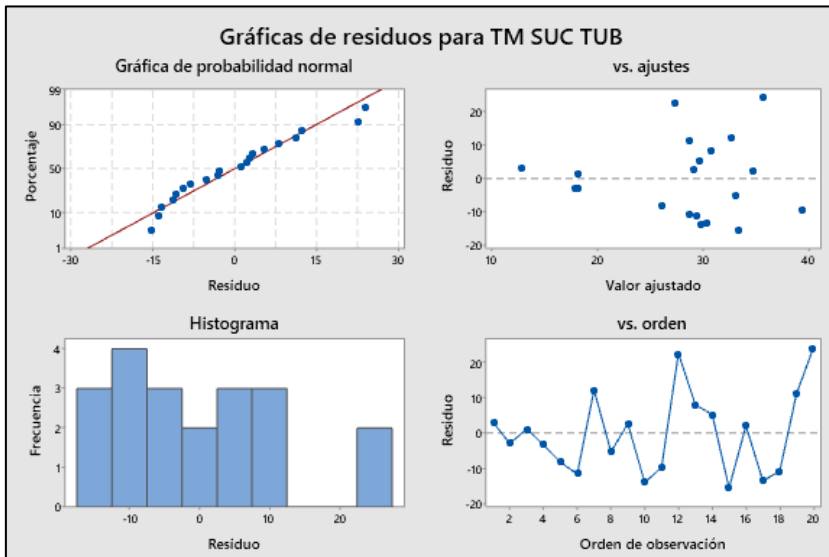


Figura 2.46

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 2 de tubería.



Causa X3: Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis.

H0: El efecto de la catidad de tuberías A Act. despachados es ingual a cero.

H1: El efecto de la catidad de tuberías Act. despachados es distinto de cero.

Las figuras 2.47, 2.48 y 2.49 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0.042$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el efecto de tuberías despachadas con ABC actualizado afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal.

Figura 2.47

Resultado de análisis de regresión para causa 3 de tubería.

Análisis de regresión: TM SUC TUB A vs. Cant TUB A ACT_1					
La ecuación de regresión es					
TM SUC TUB A = - 10.90 + 0.3388 Cant TUB A ACT_1					
Resumen del modelo					
	S	R- cuad. (ajustado)	R- cuad.		
	3.111111	21.04%	16.66%		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	46.436	46.4361	4.80	0.042
Error	18	174.223	9.6790		
Total	19	220.659			

Figura 2.48

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 3 de tubería.

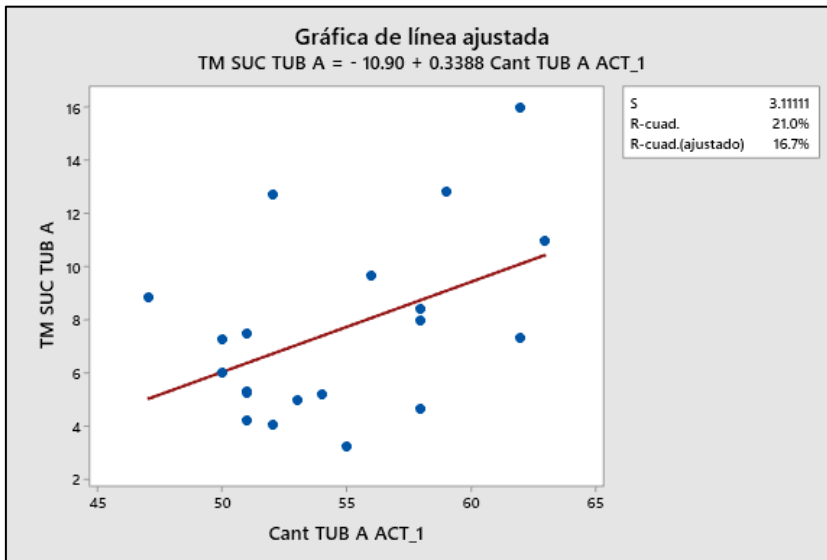
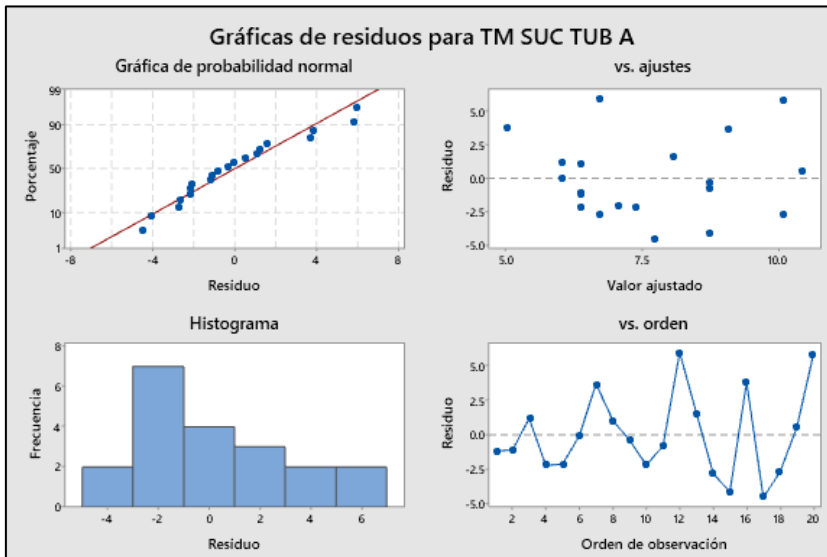


Figura 2.49

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 3 de tubería.



Causa X4: El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal.

Para el análisis de regresión se plantearon las hipótesis (figura 2.59).

H0: El efecto de las toneladas de tuberías despachados desde matriz es igual a cero.

H1: El efecto de las toneladas de tuberías despachados desde matriz es distinto de cero.

Las figuras 2.50, 2.11 y 2.23 muestra los resultados del análisis realizado, se puede concluir que con un valor $P = 0$ se puede rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el efecto de las toneladas de tuberías despachados desde Matriz afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal.

Figura 2.50

Resultado de análisis de regresión para causa 4 de tubería.

Análisis de regresión: TM SUC TUB vs. TM MATRIZ TUB					
La ecuación de regresión es					
TM SUC TUB = 1.296 + 0.1639 TM MATRIZ TUB					
Resumen del modelo					
	S	R-	R-cuad.		
	cuad. (ajustado)				
	8.97060	57.75%	55.40%		
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	1980.03	1980.03	24.61	0.000
Error	18	1448.49	80.47		
Total	19	3428.52			

Figura 2.51

Gráfica de línea ajustada de análisis de regresión para causa 4 de tubería.

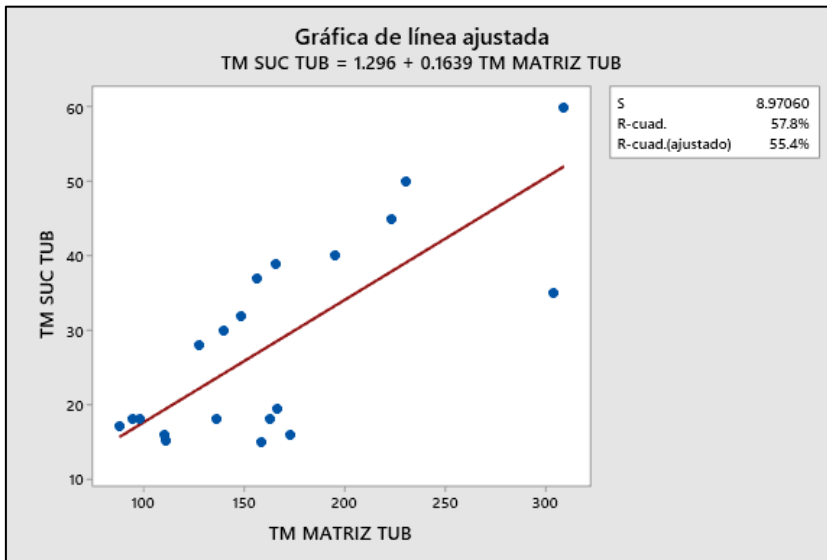
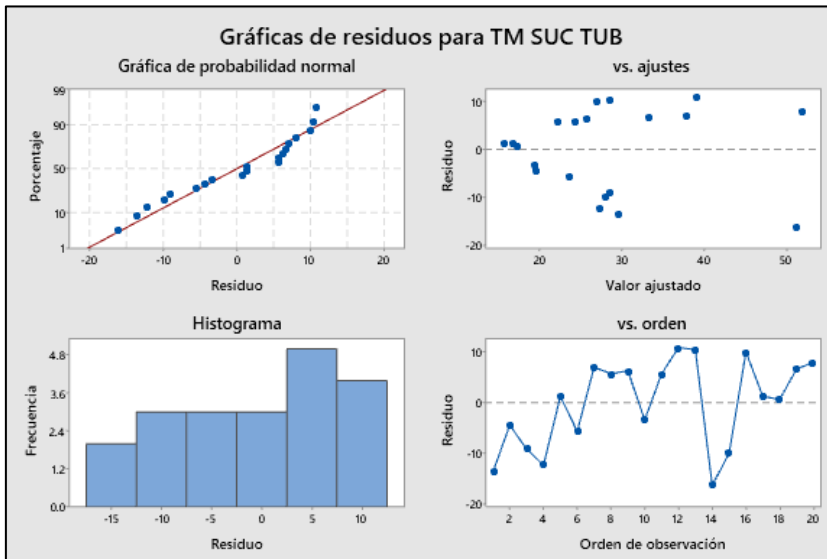


Figura 2.52

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 4 de tubería.



Causa X5: Demora en reponer requerimientos a la sucursal.

Para el análisis de Anova las hipótesis planteadas y el resultado del análisis se muestran en las figuras 2.53, 2.54 y 2.55

Figura 2.53

Análisis Anova para Causa X5 de tubería.

ANOVA de un solo factor: TM SUC TUB A vs. Tiempo prom de reposición (Días)					
Método					
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales				
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales				
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$				
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>					
Información del factor					
Factor	Niveles Valores				
Tiempo prom de reposición (Días)	2	1.25,			
		1.67			
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo prom de reposición (Días)	1	0.055	0.0554	0.00	0.947
Error	18	220.603	12.2557		
Total	19	220.659			
Resumen del modelo					
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)		
3.50082	0.03%	0.00%	0.00%		
Medias					
Tiempo prom de reposición (Días)	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
1.25	10	7.56	3.19	(5.23, 9.89)	
1.67	10	7.67	3.78	(5.34, 9.99)	
<i>Desv.Est. agrupada = 3.50082</i>					

Figura 2.54

Diagrama de cajas de análisis de Anova para causa 5 de tubería.

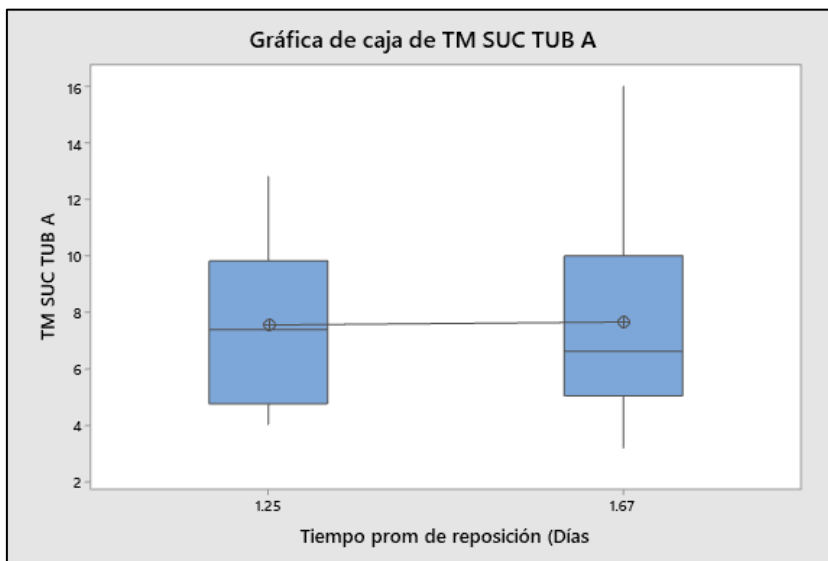
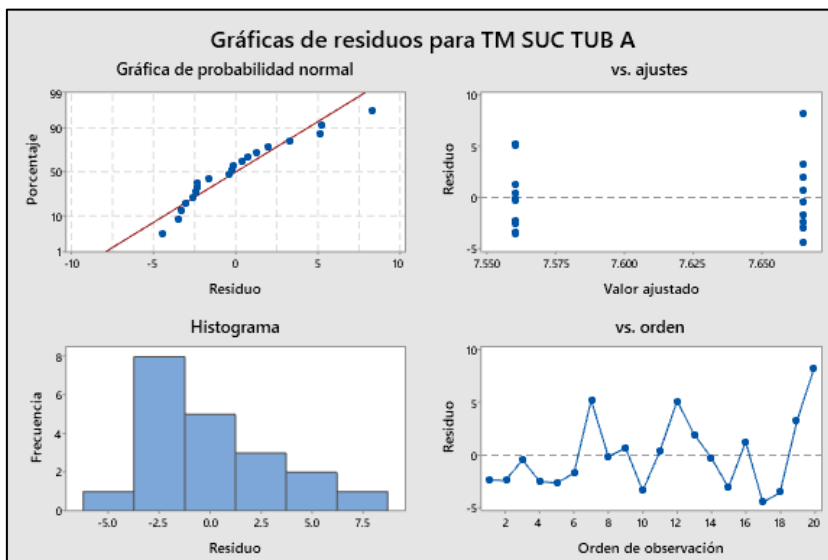


Figura 2.55

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 5 de tubería.



Con un valor $P = 0.947$ no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el factor de tiempo promedio de reposición no afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal.

Causa X6: No se despacha el stock programado.

Para el análisis de Anova las hipótesis planteadas y el resultado del análisis se muestran en las figuras 2.56, 2.57 y 2.58

Figura 2.56

Análisis Anova para Causa X6 de tubería.

ANOVA de un solo factor: TM SUC TUB vs. NUM REPOSICIONES					
Método					
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales				
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales				
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$				
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>					
Información del factor					
Factor	Niveles	Valores			
NUM REPOSICIONES	2	12, 16			
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
NUM REPOSICIONES	1	19.03	19.03	0.10	0.755
Error	18	3409.50	189.42		
Total	19	3428.52			
Resumen del modelo					
S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)	R-cuad. (pred)		
13.7629	0.55%	0.00%	0.00%		
Medias					
NUM REPOSICIONES	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%	
12	10	27.35	15.02	(18.21, 36.49)	
16	10	29.30	12.37	(20.16, 38.44)	
<i>Desv.Est. agrupada = 13.7629</i>					

Figura 2.57

Diagrama de cajas de análisis de Anova para causa 6 de tubería.

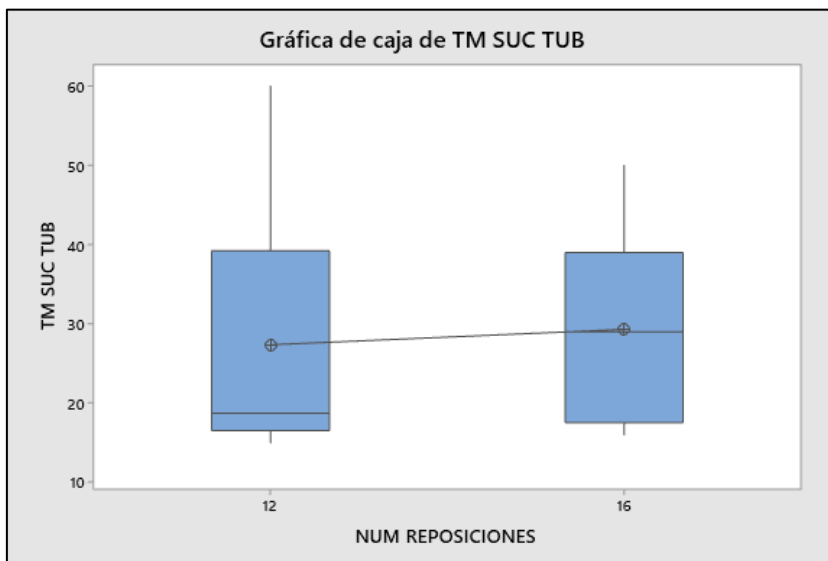
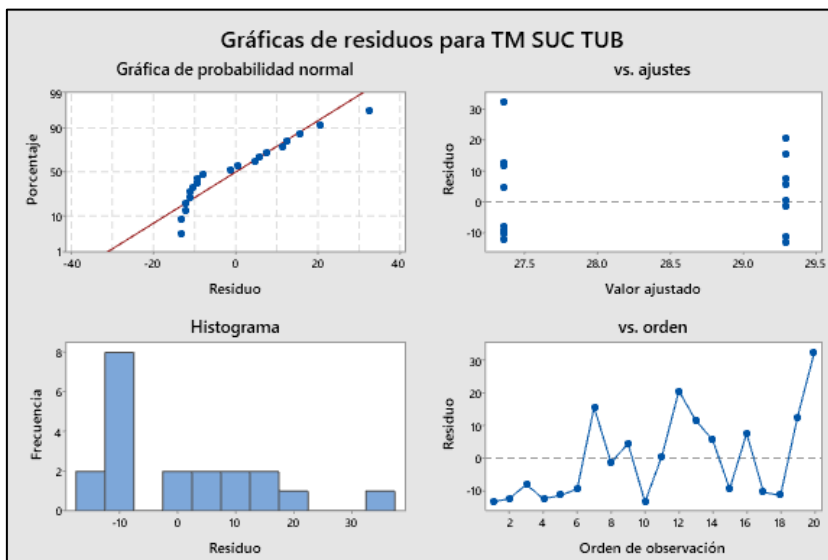


Figura 2.58

Gráfica 4 en 1 de análisis de regresión para causa 6 de tubería.



Con un valor $P = 0.755$ no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%, por lo que el factor de tiempo promedio de reposición no afecta significativamente a la cobertura de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal

2.2.5 Técnica de los 5 porque

Una vez determinados las causas potenciales se procedió determinar las posibles causas raíz de cada una de estas, para lo que se hizo uso de la herramienta de los 5 porque, en la que por una serie de preguntas apropiadas como se muestra en la tabla 2.15.

Tabla 2.20

Técnica de los 5 porque para perfiles.

FAMILIA	Nº	POTENCIAL CAUSES	WHY 1	Hypothesis	WHY 2	Hypothesis	WHY 3	Hypothesis	WHY 4	Causa Raíz
PERFILES	X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	¿Por qué no se abastecen la cantidad de stock requerido?	Si	¿Por qué no hay stock disponible en la matriz?	Si	¿Por qué se realizan despachos directos a clientes de la provincia de El Oro?	Si	¿Por qué no hay disponibilidad de stock?	No se carga el stock que se programa
			Porque no hay stock disponible en la matriz		Porque se realizan despachos directos a clientes de la provincia de El Oro		Porque no hay disponibilidad de stock en la sucursal		Porque desde matriz no se carga el stock programado	
	X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	¿Por qué el DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal?	SI	¿Por qué el DRP considera las solicitudes del personal de la sucursal?					La planificación se realiza de manera empírica
			Porque solo considera las solicitudes realizadas por el personal de la sucursal		Porque se planifica de manera empírica					

Tabla 2.21

Técnica de los 5 porque para tubería variables x1y x2.

FAMILIA	N°	POTENCIAL CAUSES	WHY 1	Hypothesis	WHY 2	Hypothesis	WHY 3	Hypothesis	WHY 4	Causa Raíz
TUBERÍA	X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	¿Por qué no se abastecen la cantidad de stock requerido?	Si	¿Por qué no hay stock disponible en la matriz?	Si	¿Por qué se realizan despachos directos a clientes de la provincia de El Oro?	Si	¿Por qué no hay disponibilidad de stock?	No se carga el stock que se programa
			Porque no hay stock disponible en la matriz		Porque se realizan despachos directos a clientes de la provincia de El Oro		Porque no hay disponibilidad de stock en la sucursal		Porque desde matriz no se carga el stock programado	
	X2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	¿Por qué la variedad de productos abastecidos no es suficiente?	Si	¿Por qué los productos A abastecidos no son suficientes?					Se utiliza clasificación ABC desactualizada para generar reposiciones
			Porque solo se abastece los productos A		Porque se utiliza una clasificación ABC desactualizada					

Tabla 2.22

Técnica de los 5 porque para tubería variables x3 y x4.

FAMILIA	N°	POTENCIAL CAUSES	WHY 1	Hypothesis	WHY 2	Hypothesis	WHY 3	Hypothesis	WHY 4	Causa Raíz
TUBERÍA	X3	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	¿Por qué el DRP no cuenta con información actualizada?	SI	¿Por qué no se realiza un análisis de requerimientos vs disponibilidad?					No se evalúa las necesidades vs disponibilidad
			Porque no se realiza un análisis de requerimientos vs disponibilidad		Porque no se dispone de herramientas para visualizar pedidos de venta y disponibilidad					
	X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	¿Por qué el DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal?	SI	¿Por qué el DRP considera las solicitudes del personal de la sucursal?					La planificación se realiza de manera empírica
			Porque solo considera las solicitudes realizadas por el personal de la sucursal		Porque no existe un modelo de planificación					

Para una mejor visualización y desarrollo de etapas posteriores se elaboró un resumen donde se lista cada una de las causas potenciales agrupadas de cada tipo productos analizado con sus respectivas raíces potencias (tabla 2.16).

Tabla 2.23

Lista de causas raíz.

FAMILIA	N°	POTENCIAL CAUSES	Causa Raíz
PERFILES	X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	No se carga el stock que se programa
TUBERÍA	X1	Cantidad de stock de productos abastecidos no cubre los requerimientos de los clientes	
PERFILES	X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	La planificación se realiza de manera empírica
TUBERÍA	X4	El DRP no canaliza todas las necesidades de la sucursal	
TUBERÍA	X3	Proceso de DRP no cuenta con información actualizada de los productos	No se evalúa las necesidades vs disponibilidad
TUBERÍA	X2	Variedad de productos abastecidos no son suficientes	Se utiliza clasificación ABC desactualizada para generar reposiciones

CAPÍTULO 3

3.1 Resultado y análisis

3.1.1 Mejora

Con la información recolectada, enfoque del problema, validación estadística y análisis de resultados, se determinaron las causas raíz potenciales, en esta etapa se proponen las mejoras para cada una de estas, las cuales serán analizadas y se seleccionara aquellas con mayor impacto y generen mayor beneficio.

Se realizó una lluvia de ideas, en la que participó tanto autor de esta tesis como representantes de la empresa con la finalidad de compartir ideas en base a la experiencia y comportamiento del mercado en la provincia a su vez como las gestiones que se realizan tanto en la empresa como en la sucursal.

Las mejoras potenciales se determinaron por medio de una lluvia de ideas las cuales se detallan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Mejoras potenciales para causas raíz.

Familia	N°	Causa Raíz	Mejoras Potenciales		
PERFILES	1	No se carga el stock que se programa	Diseñar herramienta para el control de carga de camiones en el ERP de la empresa (SAP)	Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos embarcados en camiones en el ERP de la empresa	Implementar control de carga por sistema de código de barras
TUBERÍA			Diseñar herramienta de control visual para carga de camiones (Power BI)		
PERFILES	2	La planificación se realiza de manera empírica	Diseñar una herramienta que permita medir el nivel de servicio (disponibilidad) de los productos en el ERP de la empresa	Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos abastecidos en el ERP de la empresa	
TUBERÍA			Diseñar una herramienta para la planificación de abastecimiento en el ERP de la empresa		
TUBERÍA	3	No se cuenta con las herramientas para evaluar necesidad vs disponibilidad	Diseñar herramienta de control de necesidades en el ERP de la empresa	Diseñar herramienta de control de necesidades en el ERP de la empresa	Desarrollar un reporte de cobertura de productos A en el ERP de la empresa
TUBERÍA	4	Se utiliza clasificación ABC desactualizada para generar reposiciones	Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa		

3.1.1.1 Análisis de las mejoras propuestas

Mejora 1: *Diseñar herramienta para el control de carga de camiones en el sistema ERP (SAP).*

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que permita controlar en vivo el progreso de carga de los camiones programados, haciendo uso de los conocimientos aprendidos de recolección de datos en ingeniería de métodos se debe analizar las herramientas a disposición en el ERP (SAP), para conocer aquellas que guarden información relevante en el proceso de carga, una vez definida la información relevante modelar con ayuda de la herramienta Excel y su complemento Power Pivot para conectar las diferentes campos y crear indicadores de control que puedan modelarse en el ERP en una nueva transacción a la cual se pueda acceder en ver información actualizada en todo momento.

Mejora 2: *Diseñar herramienta de control visual para carga de camiones (Power BI).*

Esta solución ofrece un control visual enfocada al personal administrativo de los departamentos de almacenamiento y distribución la cual mostrará un panorama inicial de la programación de camiones y se actualizara en vivo conforme se vaya avanzando en el progreso de carga, para el desarrollo de esta solución se hará uso de los conocimientos aprendidos en ingeniería de métodos para analizar las herramientas a disposición en el ERP (SAP), para conocer aquellas que guarden información relevante en el proceso de carga, una vez definida la información relevante modelar con ayuda de la herramienta Power BI se crearan todos los indicadores con ayuda de fórmulas DAX basados en criterios logísticos y parámetros establecidos por la empresa como el tipo de camiones, entre otros.

Mejora 3: *Diseñar una herramienta que permita medir el nivel de servicio (disponibilidad) de los productos en el ERP.*

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que muestre el indicador de disponibilidad de productos de alta rotación, que por el diagrama de Pareto representan el 80% de las ventas de la sucursal, esta disponibilidad se define por los criterios de cobertura óptima para cada familia de producto que mantiene la empresa.

Mejora 4: *Diseñar una herramienta para la planificación de abastecimiento en el ERP de la empresa.*

Utilizando los modelos de predicción para realizar una planificación estratégica de las necesidades de la sucursal y elaborar un plan de demanda que será la alimentación del plan de reposición, esta solución plantea desarrollar una herramienta que utilice, el cálculo del plan de demanda en conjunto con los criterios de cobertura de stock, disponibilidad de stock, pedidos de venta confirmados, participación de venta de productos además de las políticas de repartición de stock que maneja la empresa (política 60-40, establece que el 60% del stock disponible debe localizarse en matriz y el 40% del stock disponible es el permitido repartirse en las sucursales), para elaborar indicadores de control y estrategias de reposición efectiva para la sucursal de Machala.

Mejora 5: *Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa.*

Esta solución propone desarrollar una herramienta para automatizar el cálculo del ABC de todos los SKU de la empresa que pueda ser replicable en cualquier entorno que esta lo desee, la cual se alimente de la información histórica de ventas de los productos, como base de datos que por medio de los criterios establecidos por la empresa y las respectivas concatenaciones de esta establezcan la clase del producto.

Mejora 6: *Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos embarcados en camiones en el ERP de la empresa.*

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que permita controlar en vivo el control de carga de las necesidades programadas en el día a día, haciendo uso de métodos de recolección de datos para obtener información relevante que permita modelar con ayuda de la herramienta Excel y su complemento Power Pivot indicadores que plasmen el control requerido.

Mejora 7: *Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos abastecidos en el ERP de la empresa.*

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que permita medir la relación entre los requerimientos de productos vs el abastecimiento de estos, para ello se hará uso los registros de pedidos de venta y el registro de productos abastecidos, obtenidos por medio del ERP de la empresa para modelar en la herramienta de Excel con ayuda de su complemento Power Pivot para relacionar las tablas y diseñar indicadores de control.

Mejora 8: *Diseñar herramienta de control de necesidades en el ERP de la empresa.*

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que integre la demanda de los clientes de productos por tipo de mercado que maneja la empresa y las prioridades de reposición a fin de con el objetivo de mostrar claridad las necesidades y poder realizar planes de reposición y producción efectiva.

Mejora 9: *Implementar control de carga por sistema de código de barras*

Esta solución busca establecer control y registro de cargas en vivo por medio de la adquisición de dispositivos con un software integrado de código de barras, que se alimente de la información detallada de los productos.

Mejora 10: Desarrollar un reporte de cobertura de productos A en el ERP de la empresa.

Esta solución plantea desarrollar una herramienta que mida la cobertura en meses de los productos A acorde a las políticas internas de la empresa, para ello se haría uso de las bases de datos de pedidos y el stock existente en el ERP de la empresa, para con ayuda de la herramienta Excel y su complementario Power Pivot relacionar la información y obtener el stock disponible, sobre este último se aplicarían los criterios de cobertura establecidos por la empresa y se modelaría el indicador.

3.1.2 Evaluación de propuestas

Una vez analizada cada propuesta de mejora, se procedió a determinar cuáles serán implementadas, haciendo uso de una matriz de priorización evaluada por el jefe de planeación, jefe de sucursales y la vendedora de ventanilla, utilizando los criterios impacto que evalúa que tanto impacta a la variable de medición (tabla 3.2) y esfuerzo que tiene relación los recursos para implementar (tabla 3.3).

Tabla 3.2

Criterio Impacto para mejoras potenciales.

<i>Impacto</i>	
<i>Alto Impacto</i>	1
<i>Impacto medio</i>	3
<i>Bajo Impacto</i>	9

Tabla 3.3

Criterio Esfuerzo para mejoras potenciales.

<i>Esfuerzo</i>	
<i>Alto Esfuerzo</i>	3
<i>Bajo Esfuerzo</i>	1

La tabla 3.4 muestra el resultado de la evaluación utilizando los criterios antes mencionados:

Tabla 3.4

Matriz de priorización de mejoras potenciales.

n°	Mejoras potenciales	VALORACIÓN DE CAUSAS			Moda estadística	Esfuerzo
		Jefe de Planeación	Jefe de Sucursales	Vendedor Ventanilla		
1	Diseñar herramienta para el control de carga de camiones en el sistema ERP (SAP)	9	9	9	9	1
2	Diseñar herramienta de control visual para carga de camiones (Power BI)	9	9	3	9	1
3	Diseñar una herramienta que permita medir el nivel de servicio (disponibilidad) de los productos en el ERP	9	9	3	9	1
4	Diseñar una herramienta para la planificación de abastecimiento en el ERP de la empresa	9	9	9	9	1
5	Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa	9	9	1	9	1
6	Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos embarcados en camiones en el ERP de la empresa	3	3	1	3	1
7	Diseñar herramienta de control de requerimientos vs productos abastecidos en el ERP de la empresa	3	3	9	3	1
8	Diseñar herramienta de control de necesidades en el ERP de la empresa	3	3	1	3	3
9	Implementar control de carga por sistema de código de barras	9	9	3	9	3
10	Desarrollar un reporte de cobertura de productos A en el ERP de la empresa	1	3	3	3	1

Una vez desarrollada la matriz de priorización se hizo uso de la matriz de impacto y esfuerzo para modelar las soluciones (figura 3.1), obteniendo 5 soluciones a implementar (Tabla 3.5)

Figura 3.1

Gráfica Matriz impacto y esfuerzo de soluciones potenciales.

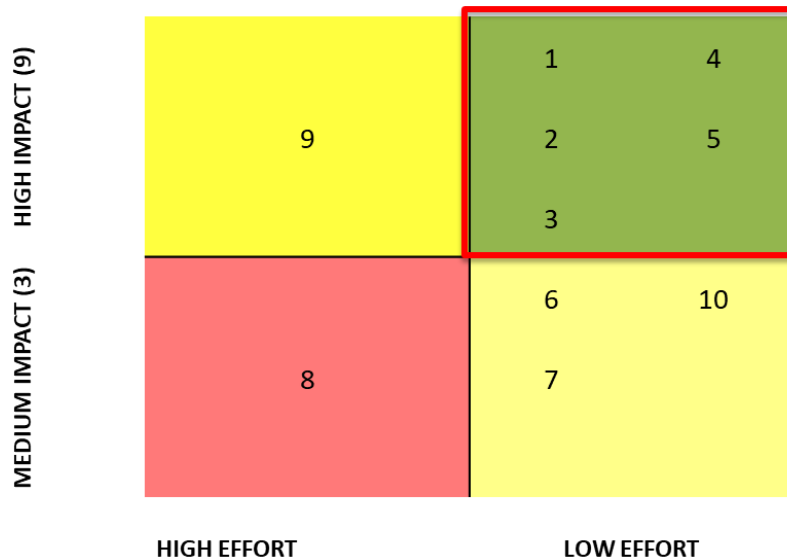


Tabla 3.5

Tabla resumen de mejoras por implementar.

FAMILIA	N°	Causa Raíz	Mejoras
PERFILES	1	No se carga el stock que se programa	Diseñar herramienta para el control de carga de camiones en el ERP de la empresa (SAP)
TUBERÍA			Diseñar herramienta de control visual para carga de camiones (Power BI)
PERFILES	2	La planificación se realiza de manera empírica	Diseñar una herramienta que permita medir el nivel de servicio (disponibilidad) de los productos en el ERP de la empresa
TUBERÍA			Diseñar una herramienta para la planificación de abastecimiento en el ERP de la empresa
TUBERÍA	3	No se evalúa las necesidades vs disponibilidad	Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa
TUBERÍA	4	Se utiliza clasificación ABC desactualizada para generar reposiciones	Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa

3.1.3 Plan de implementación

Con el análisis previo y seleccionadas las mejoras a implementar se elaboró un plan de implementación donde se hace uso de la técnica de 5W+2H respondiendo las preguntas ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Costo?, ¿Quién? Y el estado en el que se encuentra.

Las tablas 3.6, 3.7 y 3.8 muestran el plan de implementación para las mejoras seleccionadas.

Tabla 3.6

Plan de implementación mejora 1 y 2.

Causa Raíz	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Costo	¿Quién?	Estado
No se carga el stock que se programa	Diseñar herramienta para el control de carga de camiones en el ERP de la empresa (SAP)	Para obtener información en tiempo real del progreso de carga de los camiones y los productos embarcados.	1) Identificar las transacciones de las cuales se pueda generar una plantilla. 2) Establecer los campos necesarios que permitan evaluar el progreso de carga. 3) Detallar las transacciones y campos necesario al departamento de sistema para que elabore la transacción.	-Departamento de planeación. -Departamento de sistemas.	JUL	\$994.60	Líder del proyecto	Completo
	Diseñar herramienta de control visual para carga de camiones (Power BI)	Para tanto el área de despacho como distribución visualicen indicadores en tiempo real del progreso de los camiones y puedan tomar decisiones.	1) Identificar las transacciones en SAP, con las cuales se puede evaluar un proceso de carga. 2) Diseñar un Dashboard en Power BI con indicadores que permitan visualizar en tiempo real el proceso de carga.	-Departamento de planeación.	JUL	\$852.20	Líder del proyecto	Completo

Tabla 3.7

Plan de implementación para mejoras 3 y 4.

Causa Raíz	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Costo	¿Quién?	Estado
La planificación se realiza de manera empírica	Diseñar una herramienta que permita medir el nivel de servicio (disponibilidad) de los productos en el ERP de la empresa	Para tener control a lo largo del mes del nivel de servicio de la sucursal para realizar un plan y reposiciones adecuados.	1) Definir las políticas y criterios necesarios para medir el nivel de servicio. 2) Elaborar una plantilla de Excel con los criterios establecidos que evalúe la disponibilidad y el nivel de servicio. 3) Elaborar transacción en SAP que utilicé los criterios antes definidos para realizar los cálculos de disponibilidad y nivel de servicio.	-Departamento de planeación. -Departamento de sistemas	JUL	\$791.64	Líder del proyecto	Completo
No se evalúa las necesidades vs disponibilidad	Diseñar una herramienta para la planificación de abastecimiento en el ERP de la empresa	Para que el área de planeación pueda condensar los requerimientos de los clientes y la disponibilidad de stock para generar un plan de reposición efectivo.	1) Definir las políticas y criterios necesarios para realizar un adecuado plan de reposición. 2) Elaborar una plantilla de Excel con los criterios establecidos que evalúe la cobertura de stock para atender la demanda y la disponibilidad de stock, para generar un cálculo con el stock necesario a reponer. 3) Elaborar transacción en SAP que utilice los criterios antes definidos para que muestre el plan de reposición en tiempo real.	-Departamento de planeación. -Departamento de sistemas	JUL	\$1,067.56	Líder del proyecto	Completo

Tabla 3.8

Plan de implementación para mejora 5.

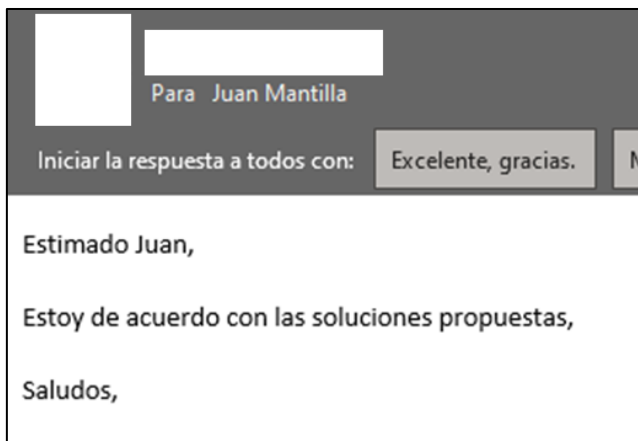
Causa Raíz	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Costo	¿Quién?	Estado
Se utiliza clasificación ABC desactualizada para generar reposiciones	Diseñar herramienta para cálculo de ABC, migrar resultados actualizados y promedios de venta al ERP de la empresa (SAP)	Para que al momento de realizar el plan de reposición se considere los productos requeridos por los clientes de la provincia.	1) Definir criterios para cálculo de ABC de los productos de la sucursal. 2) Elaborar plantilla en Excel que genere con los criterios y parámetros establecidos el ABC. 3) Cargar la plantilla al sistema para que se actualicen los campos en el ERP.	-Departamento de planeación. -Departamento de sistemas	JUL	\$317.40	Líder del proyecto	Completo

3.1.4 Retroalimentación de Soluciones implementadas

Las mejoras fueron implementadas gracias al trabajo conjunto del líder del proyecto y el departamento de sistemas de la empresa, validada y aprobada por el jefe de planeación de la empresa.

Figura 3.2

Aprobación de la compañía de mejoras.

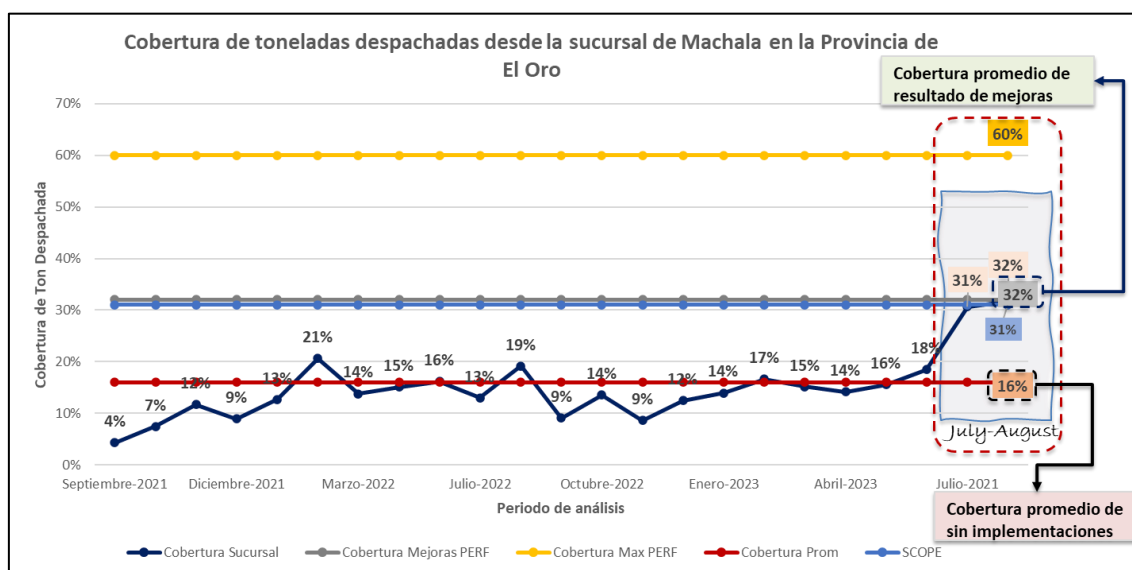


3.1.5 Resultados de implementación

Gracias a la colaboración del departamento de sistemas de la empresa se lograron implementar todas las mejoras propuestas, una vez en ejecución se recopilaron datos en el mes de julio y agosto 2023 para analizar el impacto de estas mejoras en la variable de respuesta establecida en el capítulo 1, así como el impacto en los indicadores de sostenibilidad.

Figura 3.3

Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de sucursal Machala.



La figura 3.3 muestra el comportamiento de las toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, se observa un incremento en los meses de julio y agosto de un 31% y 32% respectivamente, con una cobertura promedio de 32% como resultado de las mejoras implementadas, esto implica que fue posible incrementar la cobertura de toneladas despachadas de 16% a 32%.

3.1.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, primero se analizó el impacto de las mejoras en los problemas enfocados para las familias de productos de perfiles y tuberías definidas previamente en el capítulo 2 para luego ver el impacto de estos resultados en la variable de respuesta.

Para establecer tamaños de muestra representativos se hizo uso de la simulación Monte Carlo que, a partir de los resultados obtenidos con las mejoras implementadas genera datos que replican el comportamiento de estos, en la tabla 3.9 se muestran los parámetros necesarios para aplicar este método de simulación.

Tabla 3.9

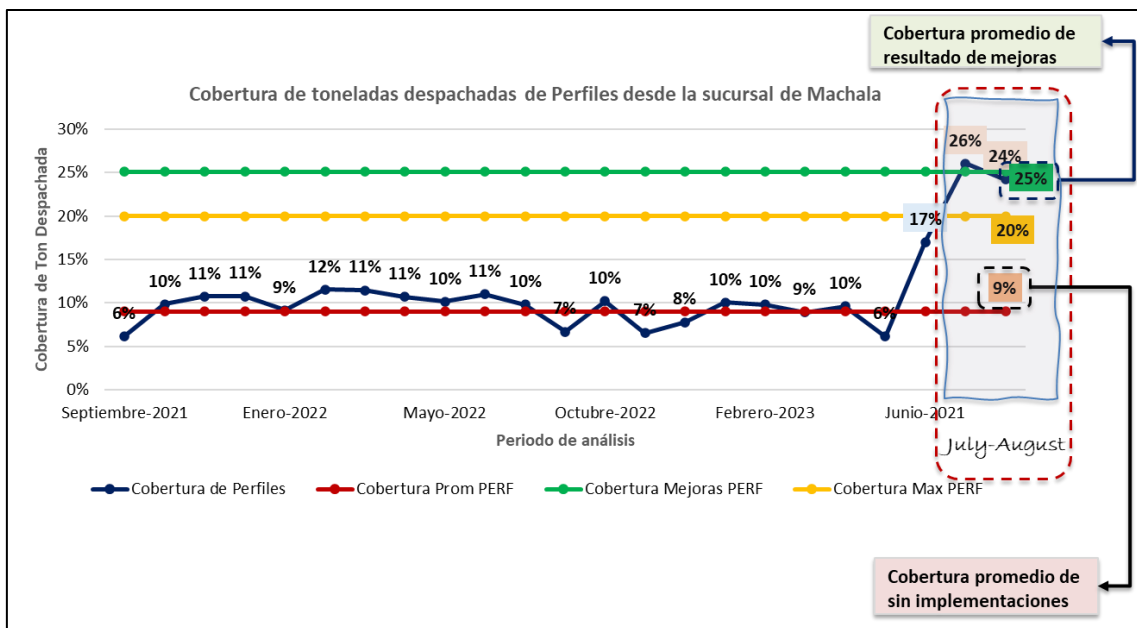
Características de parámetros para elaborar método Monte Carlo.

Distribución	Se establece el tipo de distribución para el comportamiento de los datos.
Rendimiento	Se establece el periodo de comportamiento de los resultados.
Max	El valor máximo de la muestra.
Min	El valor mínimo de la muestra.
Delta	0.020%
Dev Estándar	La desviación estándar de la muestra.
Media	La media de la muestra.
n	El tamaño de muestra de la simulación.
Inv. (%)	La inversa de la distribución establecida.

Perfiles

Figura 3.4

Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de Perfiles.



La figura 3.4 muestra el comportamiento de las toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, evidenciando una cobertura de 26% y 24% en los meses de julio y agosto respectivamente, obteniendo una cobertura promedio de 25% como resultado de las mejoras implementadas.

Con estos resultados se procedió a establecer los parámetros necesarios para realizar la simulación de Monte Carlo (tabla 3.10).

Tabla 3.10

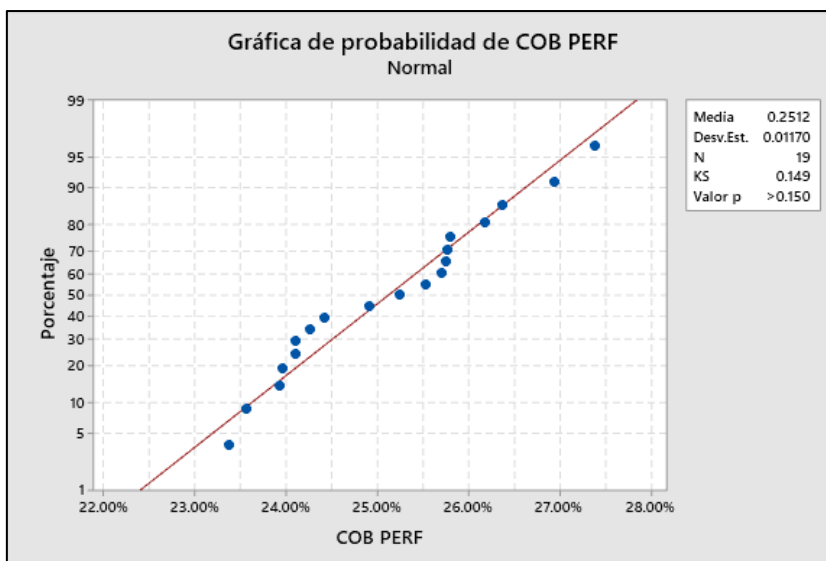
Parámetros de método Monte Carlo para perfiles.

Distribución	Normal
Rendimiento	Mensual
Max	26%
Min	24%
Delta	0.020%
Dev estándar	1.17%
Media	25.12%
n	19
Inv. (%)	22.71%

El resultado de la simulación replica 19 datos que siguen una distribución normal con una desviación estándar de 1.17% y una media de 25.12% como se muestra en la figura 3.5.

Figura 3.5

Prueba de normalidad para datos de perfiles obtenidos por método Monte Carlo.



Con esto se obtiene dos tamaños de muestra representativos para ser analizados versus la data historia previa a la implementación de mejoras, como se evidencia en la figura 3.6.

Figura 3.6

Gráfico de muestra de resultados y data histórica de perfiles.

	Muestra	Data Histórica	
	Cobertura de TM Perfiles Suc. con mejoras	Cobertura de TM Perfiles Suc. sin mejoras	
Resultados de Implementación	1	26%	6%
	2	24%	10%
	3	27%	11%
Simulación Monte carlo	4	25%	11%
	5	25%	9%
	6	26%	12%
	7	24%	11%
	8	23%	11%
	9	26%	10%
	10	27%	11%
	11	26%	10%
	12	26%	7%
	13	24%	10%
	14	26%	7%
	15	24%	8%
	16	24%	10%
	17	26%	10%
	18	26%	9%
	19	24%	10%
	20	24%	6%
	21	24%	17%

Para analizar los datos obtenidos se hizo uso de la prueba t de student para dos muestras.

Figura 3.7

Prueba t de student para análisis de resultados de Perfiles.

Prueba T e IC de dos muestras: Cobertura de TM Perfiles Suc. c, Cobertura de TM Perfiles Suc. s

Método

μ_1 : media de Cobertura de TM Perfiles Suc. c
 μ_2 : media de Cobertura de TM Perfiles Suc. s
 Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Cobertura de TM Perfiles Suc. c	21	0.2512	0.0115	0.0025
Cobertura de TM Perfiles Suc. s	21	0.0971	0.0238	0.0052

Estimación de la diferencia

Diferencia agrupada	Desv.Est.	IC de 95% para la diferencia
0.15408	0.01870	(0.14242, 0.16575)

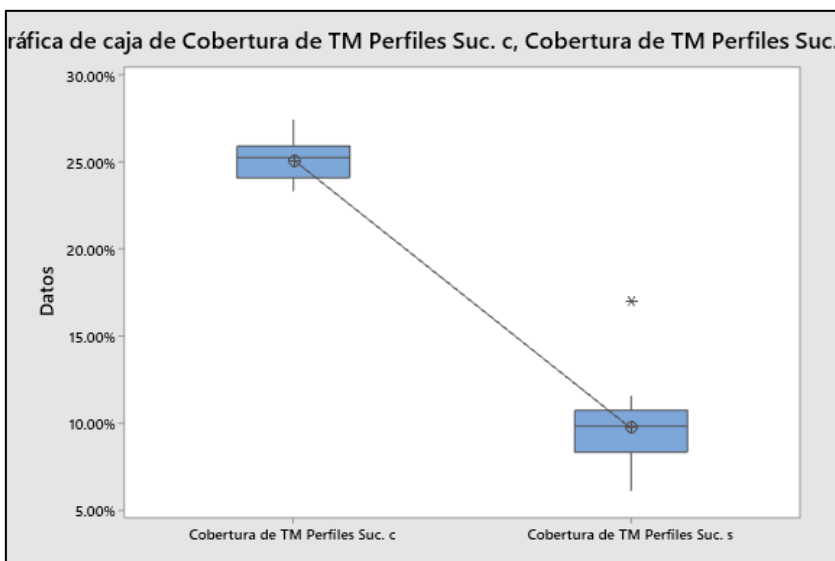
Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
26.69	40	0.000

Figura 3.8

Diagrama de cajas para análisis de resultados de perfiles.

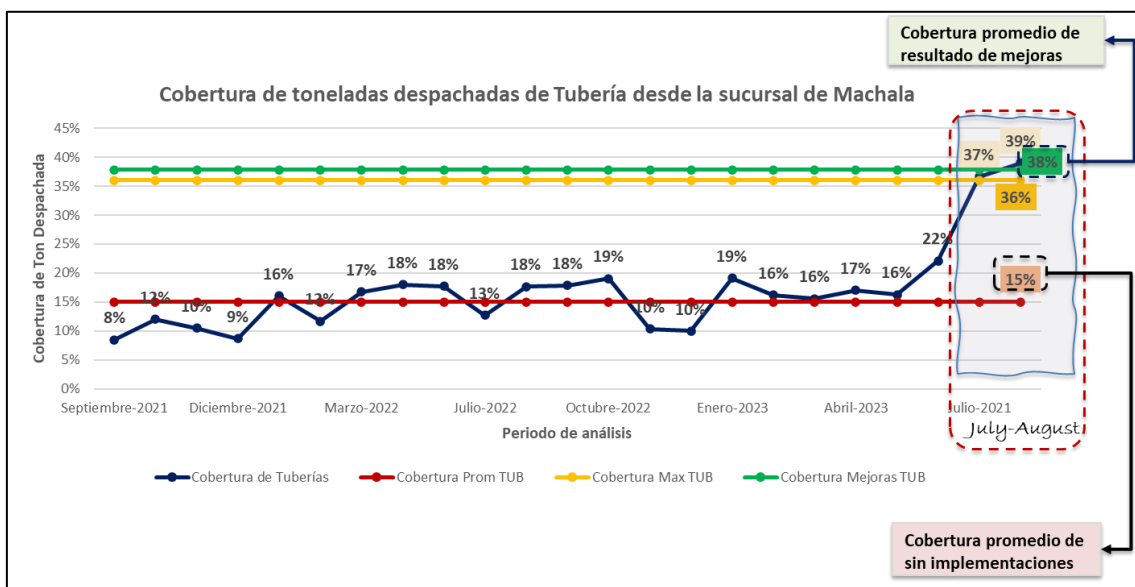


Las figuras 3.7 y 3.8 muestran el resultado del análisis, con un valor $P=0$ lo cual con un 95% de nivel de confianza es suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la cobertura promedio de toneladas despachadas de perfiles desde la sucursal Machala se ve incrementada de 9% a 25%.

Tubería

Figura 3.9

Gráfica de resultados de cobertura de toneladas despachadas de Tuberías.



La figura 3.9 muestra el comportamiento de las toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala en la provincia de El Oro, evidenciando una cobertura de 37% y 39% en los meses de julio y agosto respectivamente, obteniendo una cobertura promedio de 38% como resultado de las mejoras implementadas.

Con estos resultados se procedió a establecer los parámetros necesarios para realizar la simulación de Monte Carlo (tabla 3.11).

Tabla 3.11

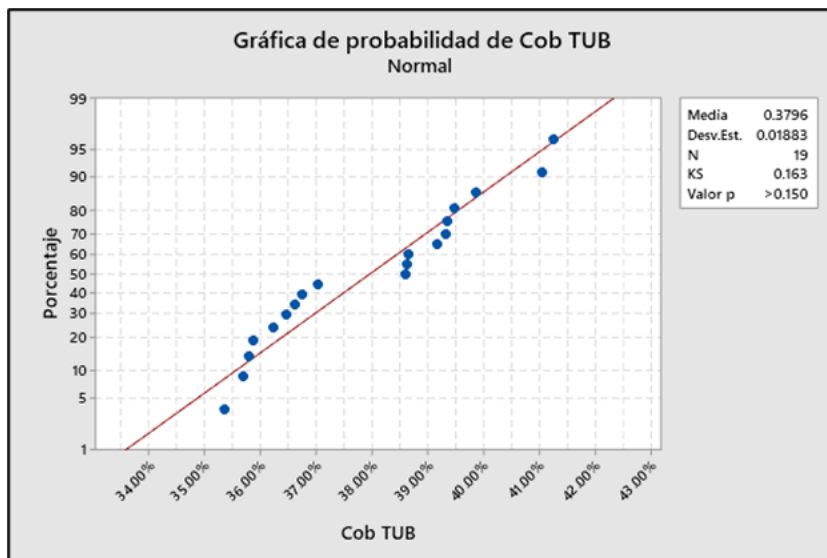
Parámetros de método Monte Carlo para tubería.

Distribución	Normal
Rendimiento	Mensual
Max	39%
Min	37%
Delta	0.020%
Dev estándar	1.66%
Media	37.85%
n	19
Inv (%)	42.25%

El resultado de la simulación replica 19 datos que siguen una distribución normal con una desviación estándar de 1.66% y una media de 37.85% como se muestra en la figura 3.10.

Figura 3.10

Prueba de normalidad para datos de tuberías obtenidos por método Monte Carlo.



Con esto se obtiene dos tamaños de muestra representativos para ser analizados versus la data historia previa a la implementación de mejoras, como se evidencia en la figura 3.11.

Figura 3.11

Gráfico de muestra de resultados y data histórica de perfiles.

	Muestra	Data Histórica
N°	Cobertura de TM Tubería Suc. con mejoras	Cobertura de TM Tubería Suc. sin mejoras
1	37%	8%
2	39%	12%
3	39%	10%
4	41%	9%
5	36%	16%
6	37%	12%
7	36%	17%
8	41%	18%
9	39%	18%
10	37%	13%
11	39%	18%
12	40%	18%
13	36%	19%
14	37%	10%
15	39%	10%
16	39%	19%
17	36%	16%
18	39%	16%
19	39%	17%
20	35%	16%
21	36%	22%

Para analizar los datos obtenidos se hizo uso de la prueba t de student para dos muestras.

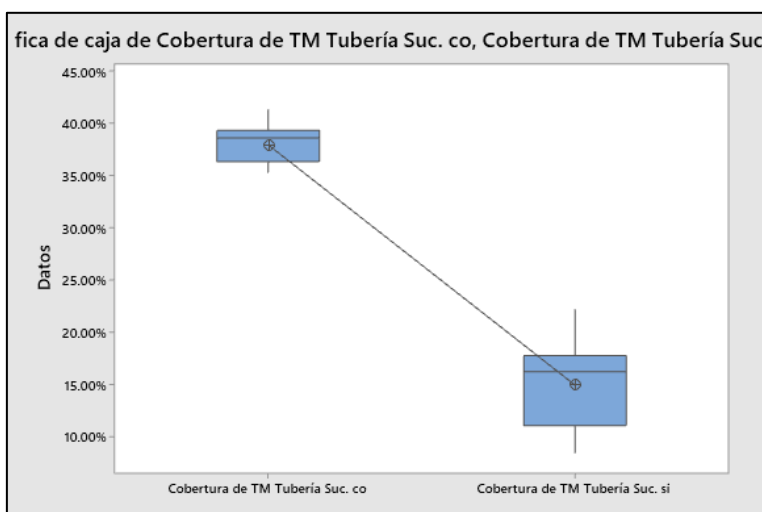
Figura 3.12

Prueba t de student para análisis de resultados de Perfiles.



Figura 3.13

Diagrama de cajas para análisis de resultados de perfiles.

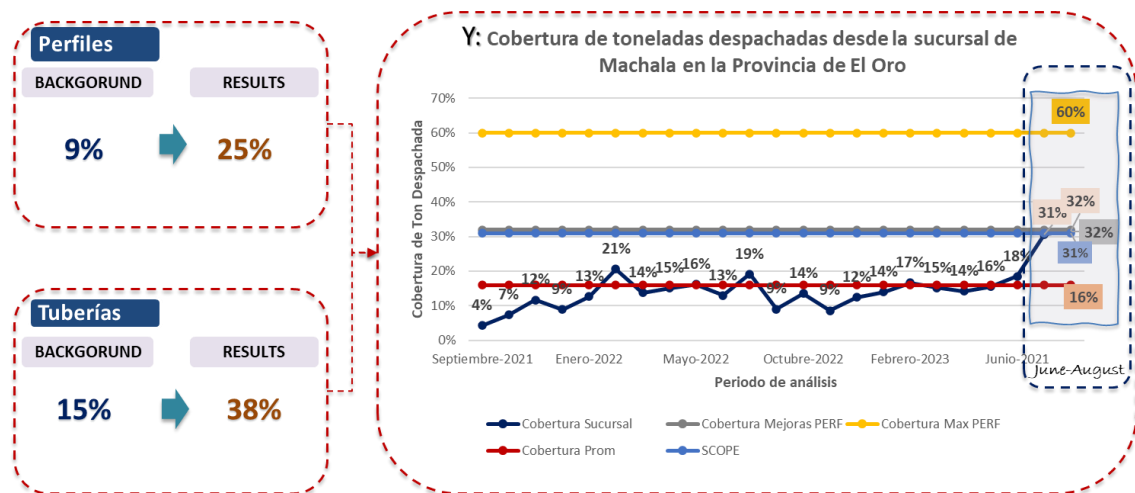


Las figuras 3.12 y 3.13 muestran el resultado del análisis, con un valor $P=0$ lo cual con un 95% de nivel de confianza es suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la cobertura promedio de toneladas despachadas de tubería desde la sucursal Machala se ve incrementada de 15% a 38%.

Con los resultados obtenidos de los problemas enfocados y validados por medio de las pruebas estadísticas, se analiza el impacto de estos resultados en la variable de respuesta (figura 3.14).

Figura 3.14

Impacto de resultados en problemas enfocados sobre variable de respuesta.



Para realizar este análisis se aplica nuevamente el método de simulación Monte Carlo en la que establecemos los parámetros a partir de los resultados obtenidos del total de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en los meses de julio y agosto es decir un 31% y 32% (figura 3.3) respectivamente (tabla 3.12) (figura 3.15)

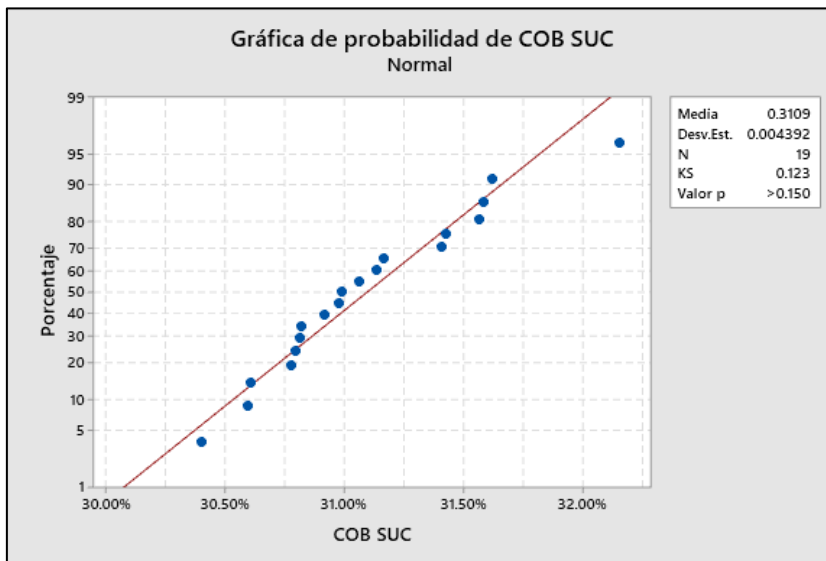
Tabla 3.12

Parámetros de método Monte Carlo para Cobertura de Sucursal Machala.

Distribución	Normal
Rendimiento	Mensual
Max	32%
Min	31%
Delta	0.015%
Dev estándar	0.70%
Media	31.14%
n	19
Inv (%)	31.60%

Figura 3.15

Prueba de normalidad para datos de cobertura de sucursal Machala obtenidos por método Monte Carlo.



Con los datos obtenidos en la simulación (figura 3.16), se aplica una prueba t de student para realizar el análisis de las dos muestras (figura 3.17, 3.18).

Figura 3.16

Gráfico de muestra de resultados y data histórica de cobertura de toneladas despachadas desde sucursal Machala.

		Muestra	Data Histórica
		Cobertura de TM Sucursal con mejoras	Cobertura de TM Sucursal sin mejoras
Resultados de Implementación	N°		
	1	31%	4%
	2	32%	7%
Simulación Monte Carlo	3	32%	12%
	4	31%	9%
	5	31%	13%
	6	31%	21%
	7	32%	14%
	8	31%	15%
	9	31%	16%
	10	31%	13%
	11	31%	19%
	12	31%	9%
	13	30%	14%
	14	31%	9%
	15	32%	12%
	16	31%	14%
	17	31%	17%
	18	31%	15%
	19	32%	14%
	20	31%	16%
	21	31%	29%

Figura 3.17

Prueba t de student para resultados de cobertura de ton despachas desde sucursal.

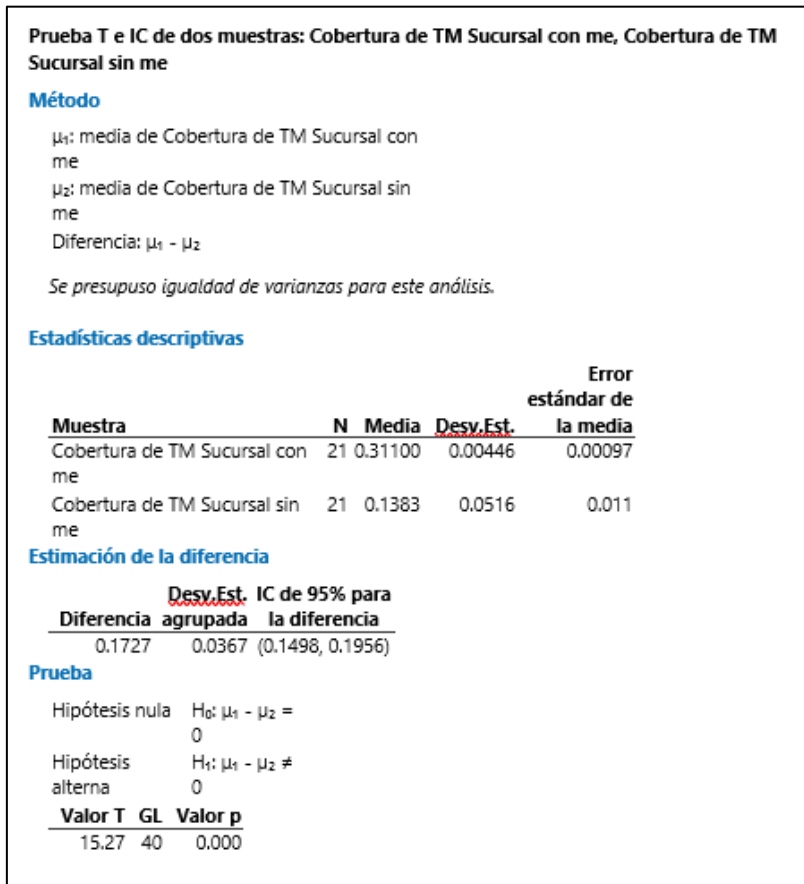
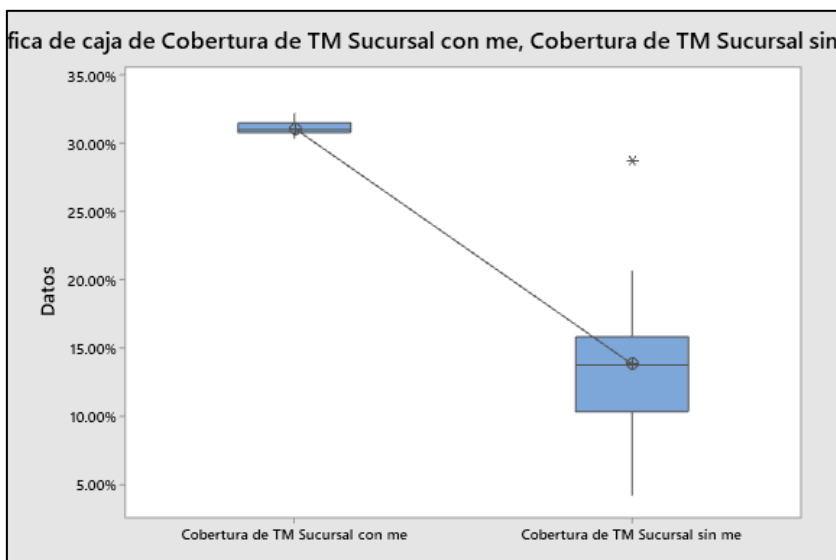


Figura 3.18

Diagrama de cajas para resultados de cobertura de ton. despachadas Machala.

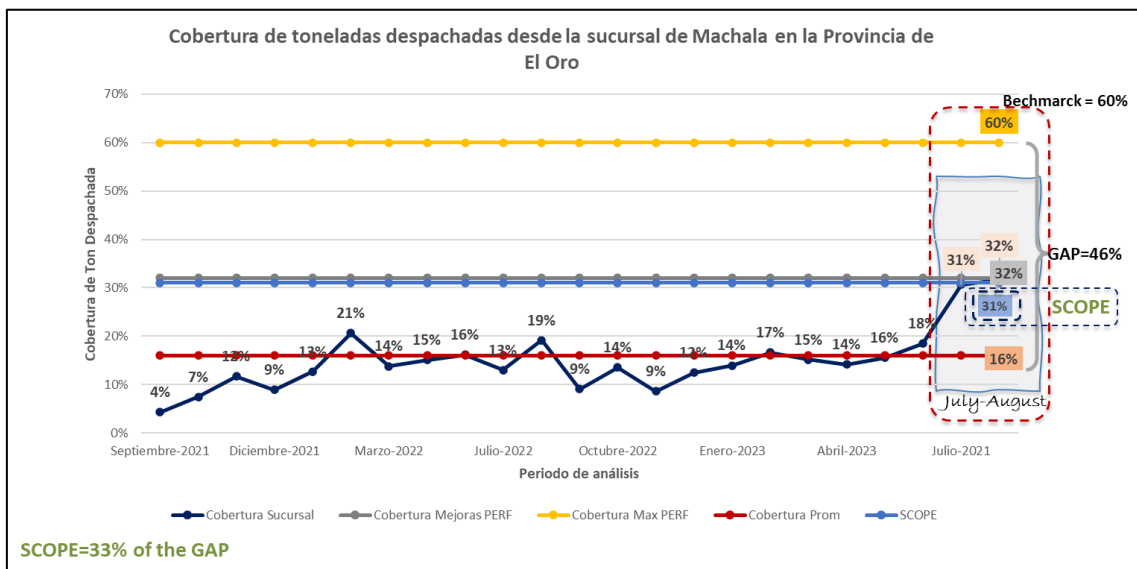


Como resultado de esta prueba se obtiene un valor $P=0$, lo cual con un 95% de nivel de confianza es suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo que implica que la cobertura promedio de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la sucursal Machala se ve incrementada de 16% a 31%.

La figura 3.19 ilustra el comportamiento del resultado en relación con los objetivos planteados para la variable de respuesta en el capítulo 1.

Figura 3.19

Gráfica de resultados alcanzados vs objetivo de cobertura de ton despachadas desde sucursal Machala.



La tabla 3.13 ilustra los objetivos alcanzados vs los objetivos planteados, tanto para los problemas enfocados como para la variable de respuesta.

Tabla 3.13

Tabla de resumen de resultados de mejoras vs antecedentes y objetivos planteados.

Tipo	Variables	Background	Mejora Alcanzada	Objetivo
Problema enfocado 1	Cobertura de toneladas despachadas de Perfiles	9%	25%	20%
Problema Enfocado 2	Cobertura de toneladas despachadas de Tubería	15%	38%	36%
Variable de respuesta (Y)	Cobertura de toneladas despachadas desde la Sucursal	16%	32%	31%

3.1.7 Análisis económico

Figura 3.20

Impacto de mejoras 1 y 2 sobre indicador económico.

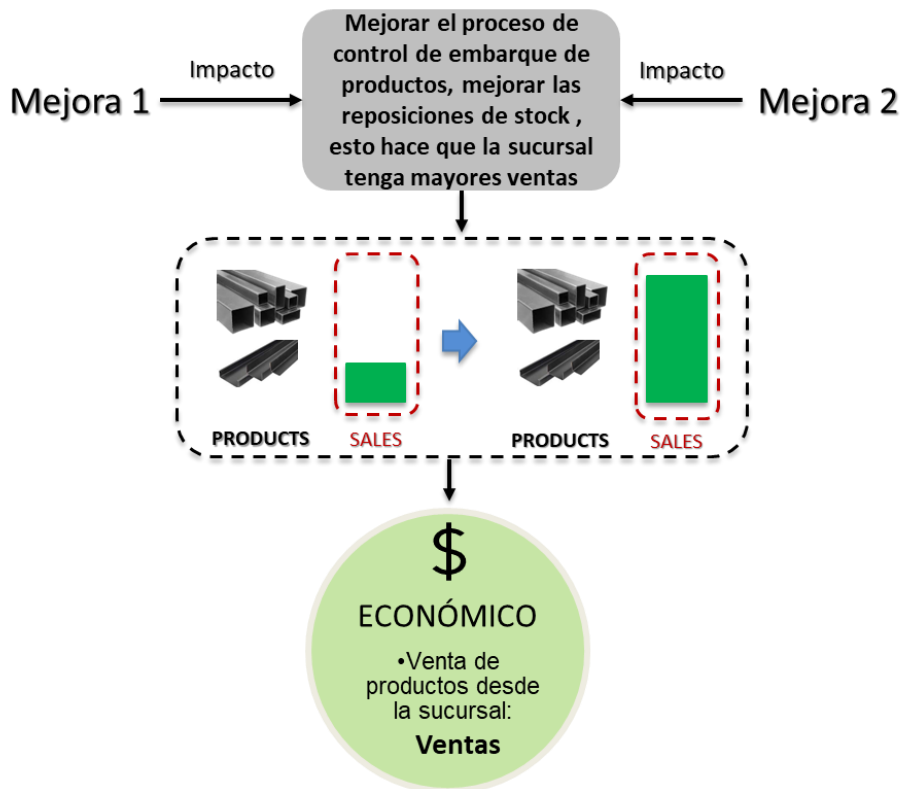
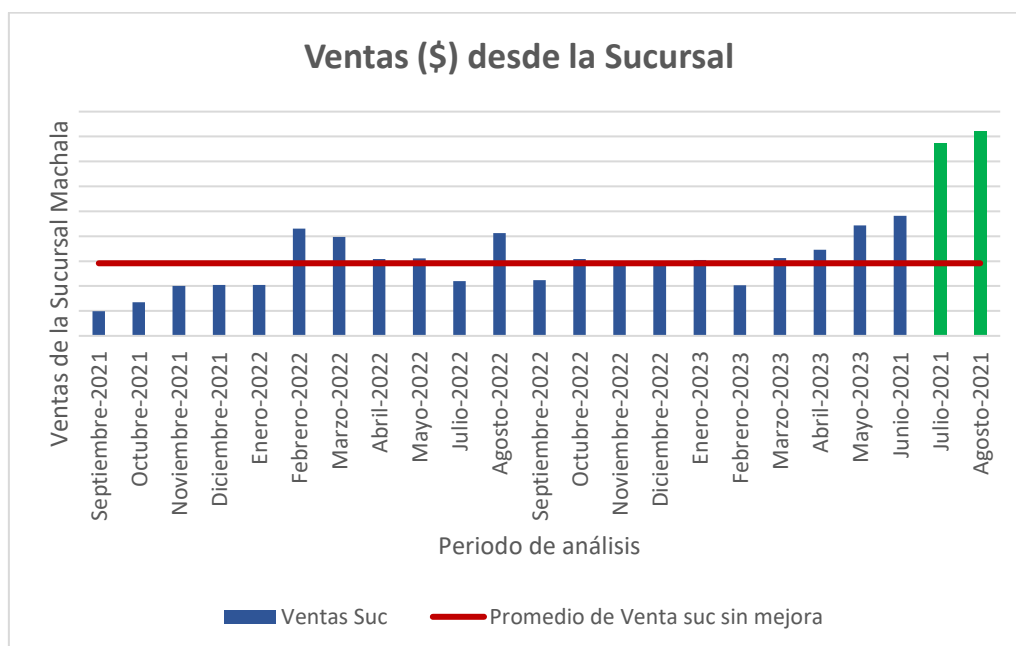


Figura 3.21

Gráfico de ventas de sucursal Machala desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.



La figura 3.20 muestra como la implementación de las mejoras 1 y 2, crean un impacto en el pilar económico de sostenibilidad establecido en el capítulo 1, haciendo que, al tener un mejor control en las reposiciones de stock, la sucursal tenga stock disponible para la venta lo cual incrementa el indicador como se muestra a detalle en la figura 3.21, este incremento fue calculado con la formula mostrada a continuación:

$$\text{Incremento en ventas} = \text{Venta } Xi - \text{Venta promedio}$$

El resultado de este cálculo refleja un incremento en ventas de \$ 95,997.33 y \$106,147.33 en los meses de julio y agosto respectivamente.

3.1.8 Análisis ambiental

Figura 3.22

Impacto de mejoras 3, 4 y 5 sobre indicador ambiental.

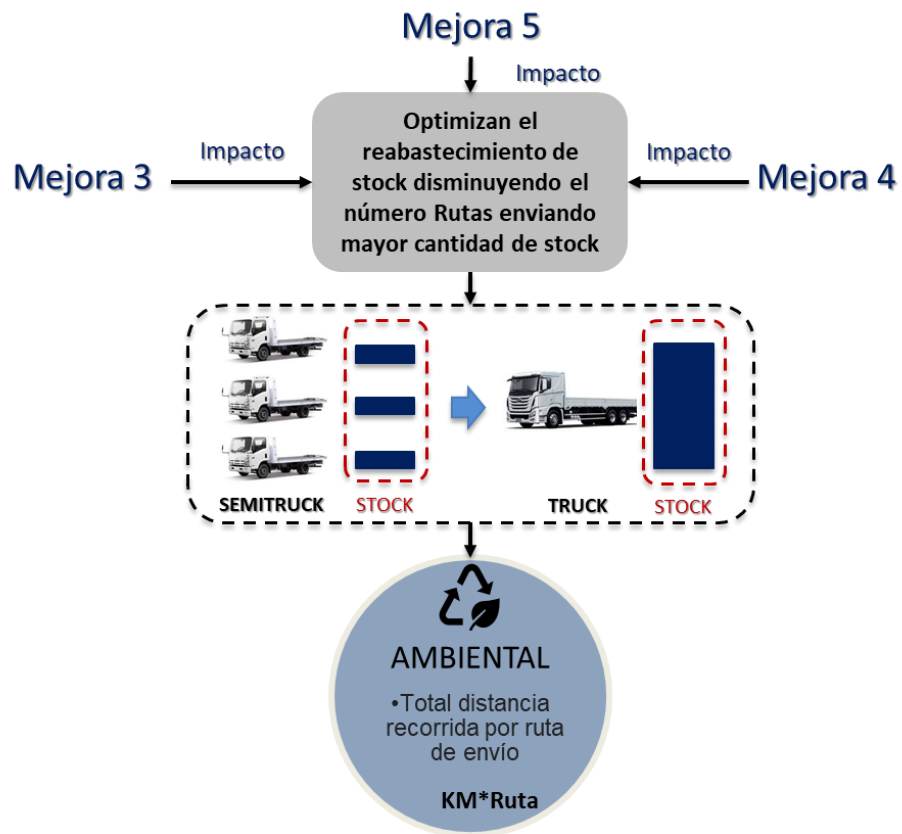


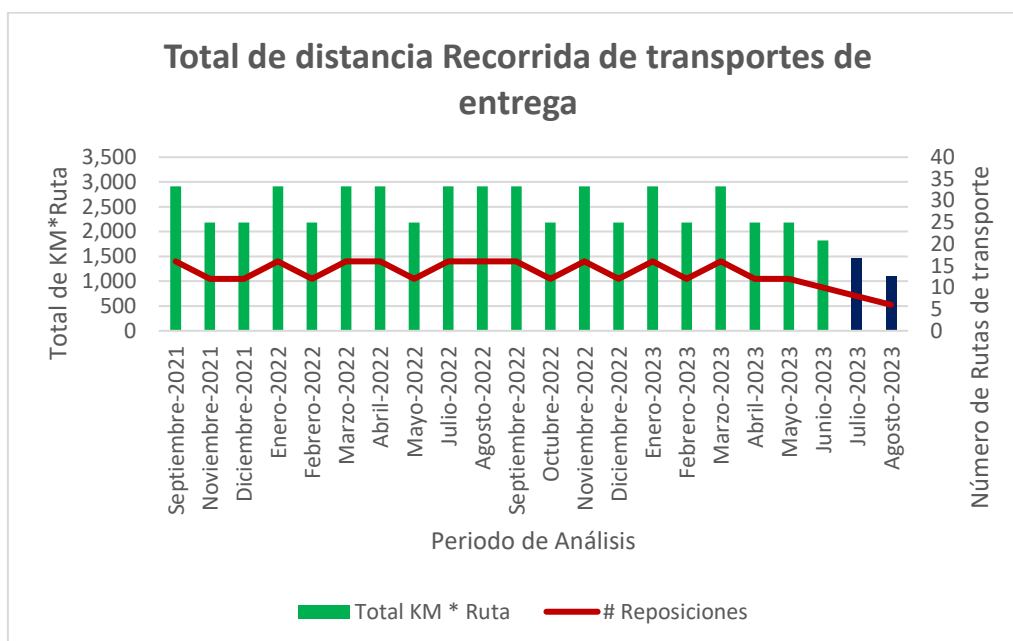
Tabla 3.14

Total de Km por ruta recorridos desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.

Meses	# Rutas de transporte	Total KM * Ruta
Septiembre-2021	16	2,912
Octubre-2021	12	2,184
Noviembre-2021	12	2,184
Diciembre-2021	12	2,184
Enero-2022	16	2,912
Febrero-2022	12	2,184
Marzo-2022	16	2,912
Abril-2022	16	2,912
Mayo-2022	12	2,184
Julio-2022	16	2,912
Agosto-2022	16	2,912
Septiembre-2022	16	2,912
Octubre-2022	12	2,184
Noviembre-2022	16	2,912
Diciembre-2022	12	2,184
Enero-2023	16	2,912
Febrero-2023	12	2,184
Marzo-2023	16	2,912
Abril-2023	12	2,184
Mayo-2023	12	2,184
Junio-2023	10	1,820
Julio-2023	8	1,456
Agosto-2023	6	1,092

Figura 3.23

Gráfico de total de Km por ruta de sucursal desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.



La figura 3.22 muestra como la implementación de las mejoras 3, 4 y 5, crean un impacto en el pilar ambiental de sostenibilidad establecido en el capítulo 1, haciendo que al tener un mejor control en las reposiciones de stock, se pueda planificar de mejor forma el abastecimiento y lo que antes era programado en varios camiones tipo semi-truck puedan ser programados en un único camión de mayor capacidad, esto hace que el número de transporte programados se vea reducido como se muestra a detalle en la tabla 3.14 y la figura 3.23, para medir el impacto a este indicador es necesario determinar la reducción de kilómetros recorridos por ruta, para ello previamente es necesario establecer el promedio de kilometro recorridos antes de la implementación de las mejoras a partir de la siguiente formula:

$$KM*Ruta\ promedio = \frac{\sum_i^n KM*RutaXi}{n}$$

Este dio como resultado un total de 2,513 km por ruta, con esta información y el uso de la siguiente formula:

$$\text{Reducción de KM recorrido} = KM * Ruta Promedio - KM * Ruta xi$$

Se determinó una reducción de 1,057 y 1,421 km*ruta, en los meses de julio y agosto respectivamente.

3.1.9 Impacto social

Figura 3.24

Impacto de mejora 3, 4 y 5 sobre indicador social.

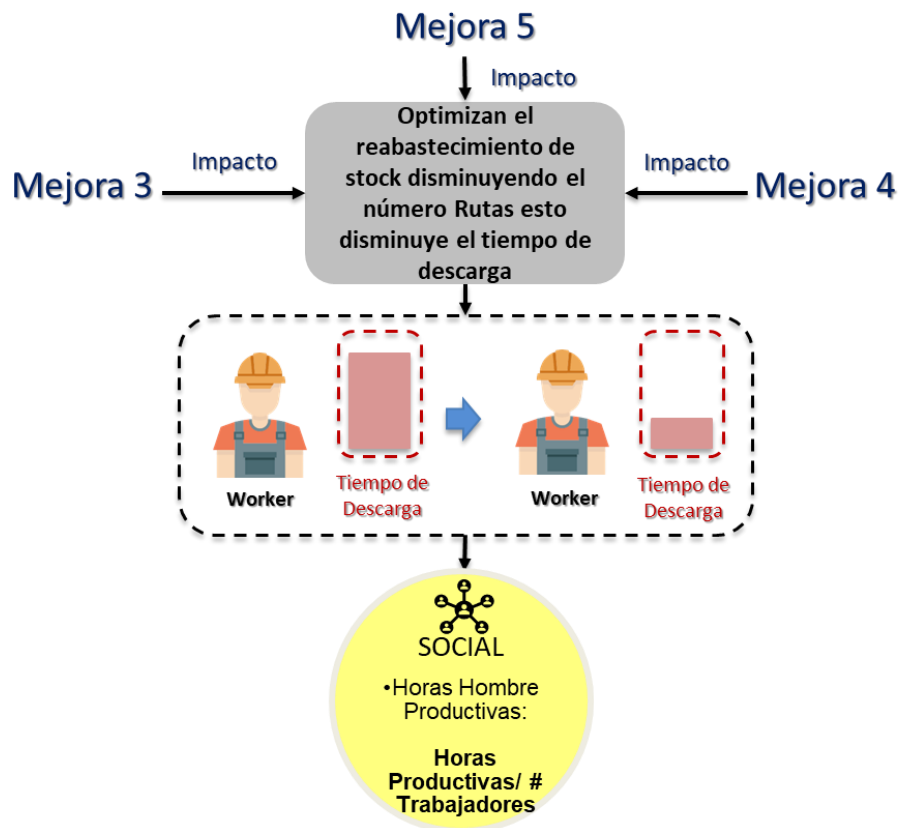


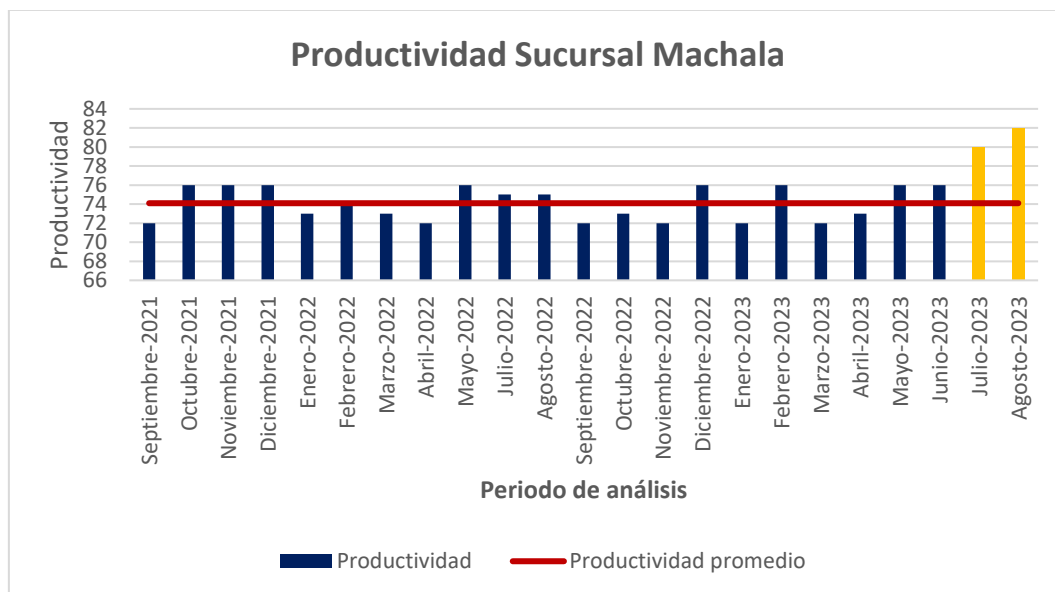
Tabla 3.15

Productividad de la sucursal Machala desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.

Meses	# Rutas de transporte	Tiempo de descarga por camión (H)	Horas laborables mensuales	# Trabajadores	Horas Productivas (Horas laborables-Tiempo de descarga)	Productividad
Septiembre-2021	16	32	176	2	144	72
Octubre-2021	12	24	176	2	152	76
Noviembre-2021	12	24	176	2	152	76
Diciembre-2021	12	24	176	2	152	76
Enero-2022	15	30	176	2	146	73
Febrero-2022	14	28	176	2	148	74
Marzo-2022	15	30	176	2	146	73
Abril-2022	16	32	176	2	144	72
Mayo-2022	12	24	176	2	152	76
Julio-2022	13	26	176	2	150	75
Agosto-2022	13	26	176	2	150	75
Septiembre-2022	16	32	176	2	144	72
Octubre-2022	15	30	176	2	146	73
Noviembre-2022	16	32	176	2	144	72
Diciembre-2022	12	24	176	2	152	76
Enero-2023	16	32	176	2	144	72
Febrero-2023	12	24	176	2	152	76
Marzo-2023	16	32	176	2	144	72
Abril-2023	15	30	176	2	146	73
Mayo-2023	12	24	176	2	152	76
Junio-2023	12	24	176	2	152	76
Julio-2023	8	16	176	2	160	80
Agosto-2023	6	12	176	2	164	82

Figura 3.25

Gráfico de productividad de sucursal desde septiembre 2021 hasta agosto 2023.



La figura 3.24 muestra como la implementación de las mejoras 3, 4 y 5, crean un impacto en el pilar social de sostenibilidad establecido en el capítulo 1, haciendo que al tener un mejor control de abastecimiento, disminuya el número de camiones programados, esto hace que el tiempo de descarga por camión se vea reducido a final del mes, dando un mayor número de horas productivas, como se muestra a detalle en la tabla 3.15 y la figura 3.25, para el cálculo del impacto a este indicador fue necesario calcular el incremento de la productividad, previo a esto se estableció el promedio de productividad antes de la implementación de las mejoras a partir de la siguiente formula:

$$\text{Productividad promedio} = \frac{\sum_i^n \text{Productividad } Xi}{n}$$

Este dio como resultado un total de 74.1 horas/ hombre, con este resultado y el uso de la siguiente formula:

$$\% \text{ Incremento de productividad} = \frac{\text{Productividad } Xi - \text{Productividad Promedio}}{\text{Productividad Promedio}}$$

Se determinó un incremento del 8% y 11% en los meses de julio y agosto respectivamente de la productividad de la sucursal Machala.

3.2 Control

En la etapa final de la metodología DMAIC, se debe establecer controles para asegurar que las mejoras se mantengan en el tiempo a fin de que los objetivos alcanzados no vuelvan al problema inicial.

Para lograr esto se estableció un plan de control en el cual se detallan la importancia del control de las soluciones, los tiempos de monitorio, como se deben monitorear y quien debe realizarlo, así como los puntos de reacción y su correspondiente plan de reacción.

Control mejora 1

Este control recae sobre el supervisor de almacenamiento y debe realizarse día a día, utilizando la herramienta desarrollada en el ERP donde se muestra el progreso de carga a nivel de materiales, la importancia tener el alcance de tomar decisiones oportunas sobre los productos de prioridad de embarque, el punto de reacción se establece si el porcentaje de productos embarcados se encuentra por debajo del 50%.

Control mejora 2

Este control recae sobre el analista de almacenamiento y debe realizarse día a día, mediante la actualización de las bases de datos de la cual se alimentan la herramienta Power BI para mostrar los Dashboard con los indicadores generales del progreso de carga, la importancia es tener un panorama claro desde el inicio del día mostrando la carga en toneladas sobre cada punto de despacho en la empresa y el progreso de carga por camión y el progreso general del total de toneladas programadas, el punto de reacción es si el corte a las 16:00 horas.

refleja un porcentaje general de toneladas despachadas por debajo del 50%.

Control mejora 3

Este control recae sobre el jefe de sucursales, él es responsable de monitorear el nivel de servicio de la sucursal por medio de la disponibilidad de productos, utilizando la herramienta desarrollada en el ERP, este control debe ser semanal, la importancia de este es mantener stock suficiente para atender las necesidades de los clientes en la provincia de El Oro, el punto de reacción es cuando el nivel de servicio se encuentre por debajo del 60%.

Control mejora 4

Este control recae sobre el jefe de sucursales, para ello se debe hacer uso de la herramienta de planificación desarrollada en el ERP, este debe realizarse mensual, la importancia de esto es que un plan adecuado minimiza las posibilidades de quiebre de stock, el punto de reacción es cuando la disponibilidad de material se encuentre por debajo del 50% del stock necesario para abastecer el plan de demanda de la sucursal.

Control mejora 5

Este control recae sobre el analista de inventario, para ello se debe utilizar la herramienta desarrollada en Excel, la importancia es que una correcta clasificación ABC permite que la planificación de necesidades, priorización de productos en almacenamiento y despacho, este control debe realizarse cada semestre y el punto de reacción es si el total de toneladas despachadas de los productos A se encuentra por debajo del 80% de la clasificación actual.

Las tablas 3.16, 3.17 y 3.18 muestra en detalle el plan de control y las figuras 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30 muestran en detalle el flujo de cada uno de los planes de reacción detallados en el plan de control.

Tabla 3.16

Plan de control para mejoras 1 y 2.

Proceso: Planificación de las necesidades de distribución (DRP)							
Proyecto: Aumento de la cobertura de suministro en una sucursal de una empresa productora y distribuidora de acero							Líder: Juan Mantilla
Responsable: del proceso: Jefe de Planeación							Fecha: Agosto 2023
¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Cuanto	Reacción
Verificar el progreso de carga	El adecuado control de productos embarcados permite analizar las prioridades de materiales a embarcar	El supervisor de almacenamiento debe monitorear el embarque de requerimientos de material utilizando la herramienta desarrolla en el ERP (ZLSCARDIACAM)	Departamento de Almacenamiento	Diario	Supervisor de Almacenamiento	N/A	Si el embarque de productos programados es menor 50% se priorizan prioridades.
Actualizar indicadores de control de Carga	La actualización de indicadores permite tomar decisiones oportunas sobre los puntos de carga y camiones con prioridades	El analista de almacenamiento de actualizar los indicadores de control para que el jefe de almacenamiento pueda coordinar y toma decisiones	Departamento de Almacenamiento	Diario	Analista de Almacenamiento	N/A	Si el progreso de carga total está por debajo del 50% a partir de las 14:00 horas

Tabla 3.17

Plan de control para mejoras 3 y 4.

Proceso: Planificación de las necesidades de distribución (DRP)							
Proyecto: Aumento de la cobertura de suministro en una sucursal de una empresa productora y distribuidora de acero							Líder: Juan Mantilla
Responsable: del proceso: Jefe de Planeación							Fecha: Agosto 2023
¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Cuanto	Reacción
Verificar el nivel de servicio de la sucursal Machala	Un correcto nivel de cobertura de productos A, asegura el nivel de servicio de las sucursales	El jefe de sucursales debe monitorear la cobertura de stock de la sucursal para mantener el un óptimo nivel de servicio utilizando la herramienta desarrollada en el ERP (ZMM_COBER_PROD_A)	Departamento de Sucursales	Semanal	Jefe de Sucursales	N/A	Cuando el nivel de servicio este por debajo del 60%, se realiza abastecimientos emergentes de productos A requeridos.
Verificar el plan de abastecimiento de la sucursal Machala	Un plan de abastecimiento adecuado minimiza las posibilidades de quiebre de stock	El jefe de sucursales debe elaborar el plan de abastecimiento de materiales a la sucursal acorde a la disponibilidad de stock en la matriz y las políticas de inventarios establecidas en la herramienta desarrollada en el ERP (ZREPOS_SUCURSAL)	Departamento de Sucursales	Mensual	Jefe de Sucursales	N/A	Cuando la cobertura de stock de un producto A este por debajo del 50% se es considerado dentro del plan de abastecimiento

Tabla 3.18

Plan de control para mejora 5.

Proceso: Planificación de las necesidades de distribución (DRP)							
Proyecto: Aumento de la cobertura de suministro en una sucursal de una empresa productora y distribuidora de acero							Líder: Juan Mantilla
Responsable: del proceso: Jefe de Planeación							Fecha: Agosto 2023
¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Cuanto	Reacción
Actualizar ABC de productos en Sucursal Machala	Una clasificación adecuada permite hacer planificaciones y controles adecuados de los productos de alta rotación	El analista de inventario debe mantener actualizada la información del comportamiento de los productos con relación a los despachos realizados en la provincia de El Oro	Departamento de planeación	Semestral	Analista de Inventario	N/A	Si el promedio de toneladas despachadas de productos A es menor 80% se actualiza la clasificación

Figura 3.26

Plan de reacción para mejora 1.

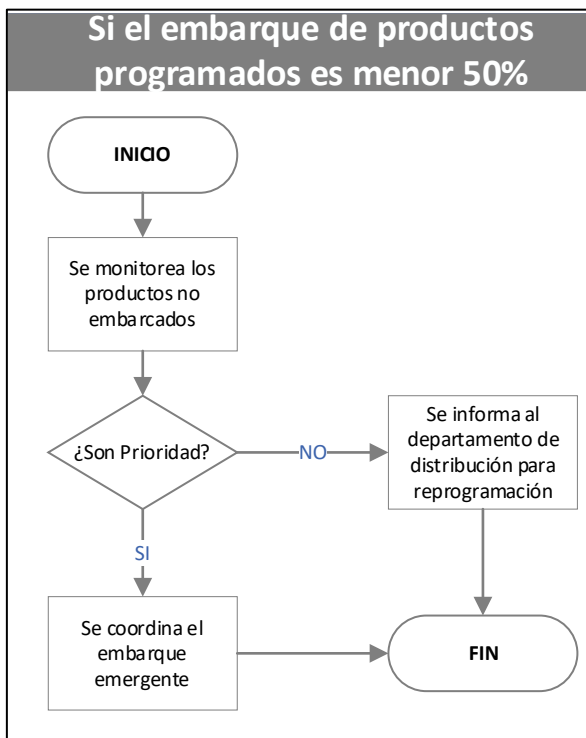


Figura 3.27

Plan de reacción para mejora 2.

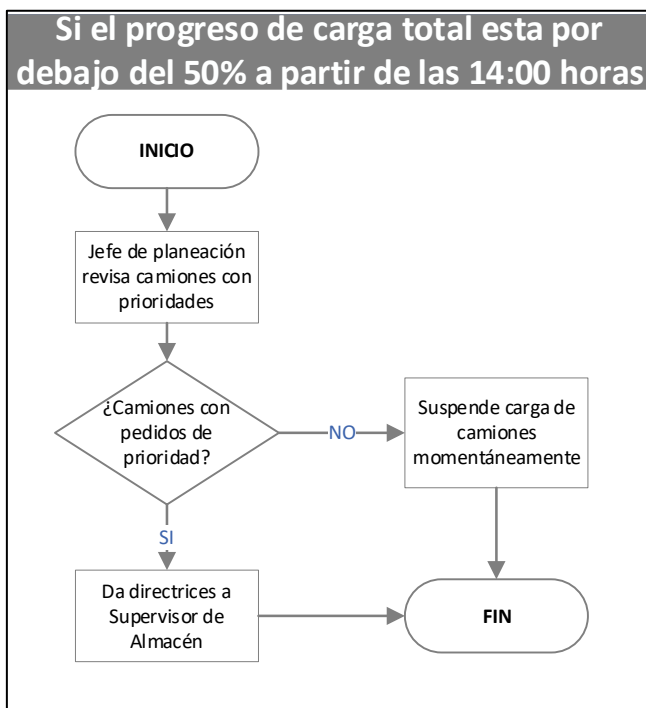


Figura 3.28

Plan de reacción para mejora 3.

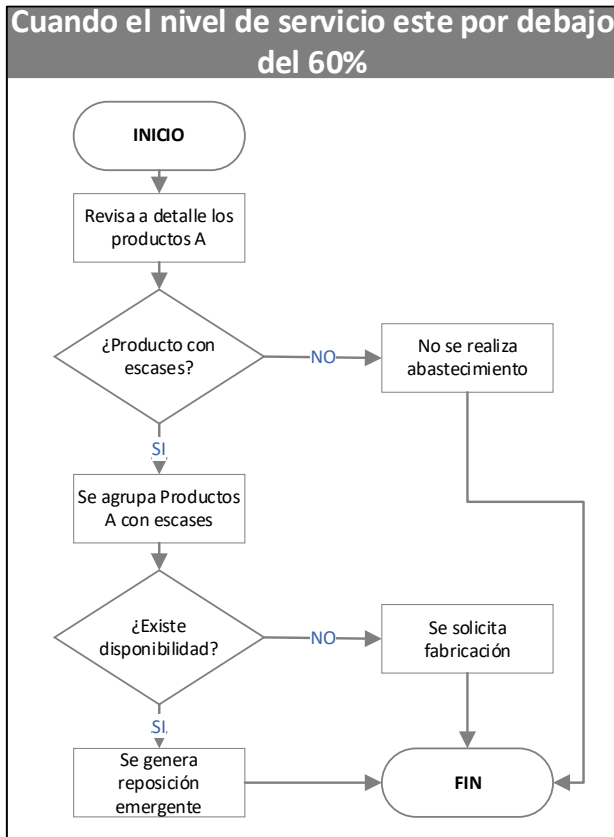


Figura 3.29

Plan de reacción para mejora 4.

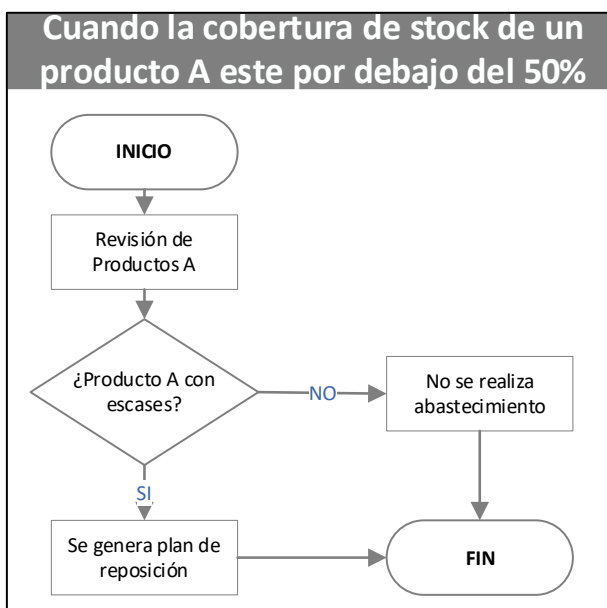
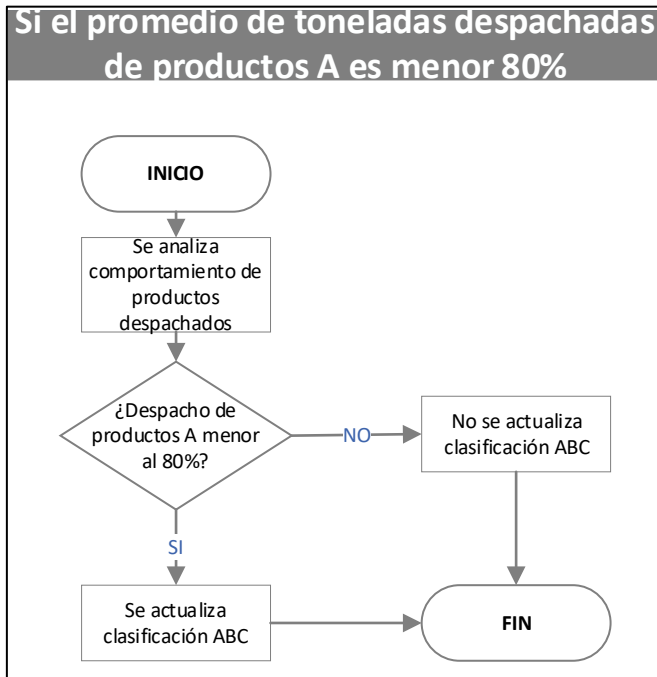


Figura 3.30

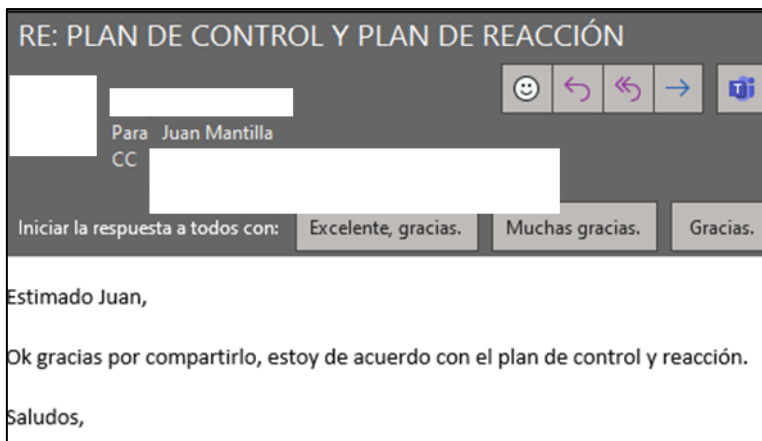
Plan de reacción para mejora 5.



Tanto el plan de control como los planes de reacción fueron aprobados por la compañía como lo muestra la figura 3.31.

Figura 3.31

Aprobación de plan de control y plan de reacción.



CAPÍTULO 4

4.1 Conclusiones y recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

La implementación de herramientas de control del proceso de carga dentro del ERP, visual y actualización automática del ABC, permitieron incrementar la disponibilidad de productos, esto represento un incremento de la cobertura de toneladas despachadas desde la sucursal Machala en la provincia de el Oro de 16% a 32% en el mes de agosto.

La implementación de herramientas de control del proceso de carga dentro del ERP y visual, al incrementar a disponibilidad de productos esto también represento un incremento en las ventas de la sucursal presentan un incremento de las ventas de esta en \$ 95,997.33 y \$106,147.33 en los meses de julio y agosto respectivamente.

La implementación de las herramientas de planificación de abastecimiento y control del nivel de servicio, permitieron generar reposiciones adecuadas y en menor número de camiones reduciendo los kilómetros por ruta de transporte en un total de 1,057 y 1,421 kilómetros en los meses de julio Y Agosto respectivamente.

La implementación de las herramientas de planificación de abastecimiento y control del nivel de servicio, permitieron generar reposiciones adecuadas y en menor número de camiones haciendo que el tiempo total de descarga del personal operativo de la sucursal Machala reduzca haciendo que el tiempo producto incremente en un total de 8% y 11% en los meses de julio y agosto respectivamente.

4.1.2 Recomendaciones

Considerar actualizar mensualmente base de datos de productos despachados, con la finalidad realizar análisis y prevenir quiebres de stock por cambios en el comportamiento del mercado.

Considerar compartir la información de indicadores desarrollados en la mejora 2 con personal operativo para que visualicen en tiempo real el progreso de carga y puedan colaborar en la toma de decisiones con relación a las prioridades.

REFERENCIAS

Angel Franco García. (01 de Enero de 2023). *Curso interactivo de física en internet*.

Obtenido de Curso interactivo de física en internet:

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/numerico/montecarlo/montecarlo.html

Betancourt, D. F. (16 de Agosto de 2016). *Ingenio Empresa*. Obtenido de Ingenio

Empresa : www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto.

Betancourt, D. F. (24 de Noviembre de 2018). *Ingenio Empresa*. Obtenido de Ingenio

Empresa: www.ingenioempresa.com/matriz-de-priorizacion.

IONOS. (15 de Mayo de 2023). *IONOS.ES*. Obtenido de IONOS.ES:

<https://www.ionos.es/startupguide/productividad/brainstorming-o-lluvia-de-ideas/#:~:text=El%20brainstorming%20es%20un%20m%C3%A9todo,%E2%80%9Clancen%20ideas%20al%20aire%E2%80%9D.&text=El%20brainstorming%20o%20lluvia%20de,ideas%20sin%20orden%20ni%20filtro>.

Jonathan Trout, N. C. (21 de Julio de 2022). *Congreso de Mantenimiento y*

confiabilidad. Obtenido de Congreso de Mantenimiento y confiabilidad:

<https://cmc-latam.com/2021/07/21/dmaic-una-guia-completa/>

Laoyan, S. (2 de Noviembre de 2022). *ASANA*. Obtenido de ASANA:

<https://asana.com/es/resources/six-sigma>

PlanetTogether. (16 de Junio de 2021). *Planet Together*. Obtenido de Planet Together:

<https://www.planettogether.com/blog/distribution-requirements-planning-in-supply-chain>

QAEC. (1 de Enero de 2019). *QAEC*. Obtenido de QAEC:

<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/5-porque#:~:text=Los%205%20Por%20que's%20es,de%20cinco%20niveles%20de%20detalle>.

SIX SIGMA DAILY. (25 de Febrero de 2020). *SIX SIGMA DAILY*. Obtenido de SIX SIGMA DAILY: <https://www.sixsigmadaily.com/critical-to-quality-ctq-tree-definition-example/>

Velázquez, A. (1 de Abril de 2022). *QUESTION PRO*. Obtenido de QUESTION PRO: <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-pareto/>

Anexos

ANEXO A VERIFICACIÓN DE VARIABLES DEL PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Figura Anexo 1

Plan de recolección de datos variable 1.

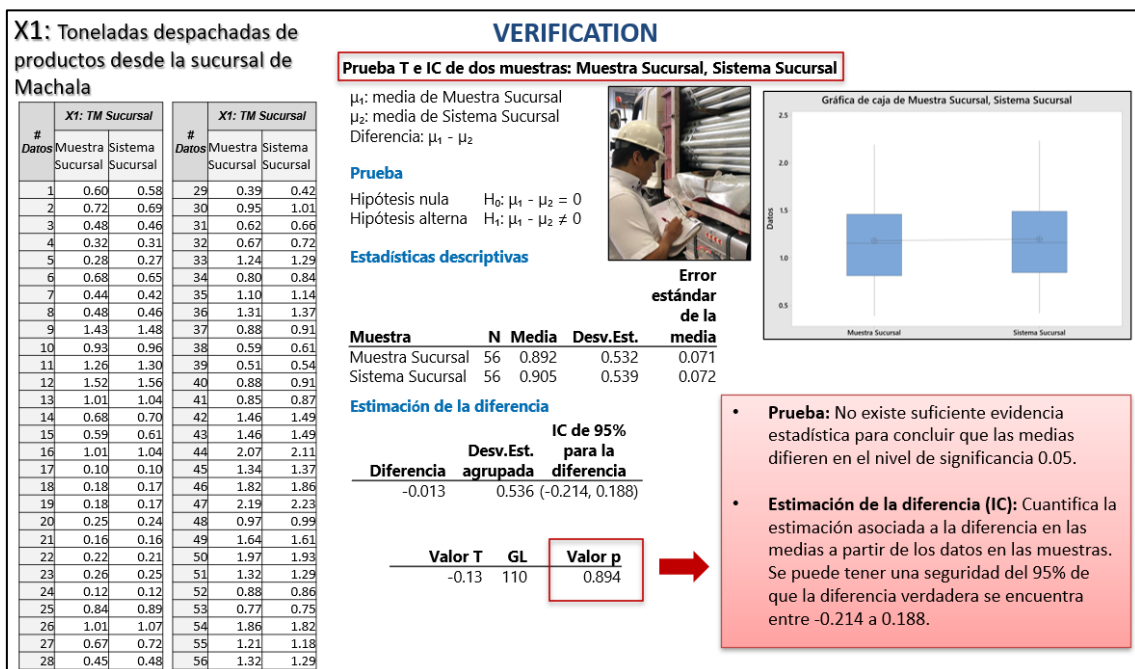


Figura Anexo 2

Plan de recolección de datos variable 2.

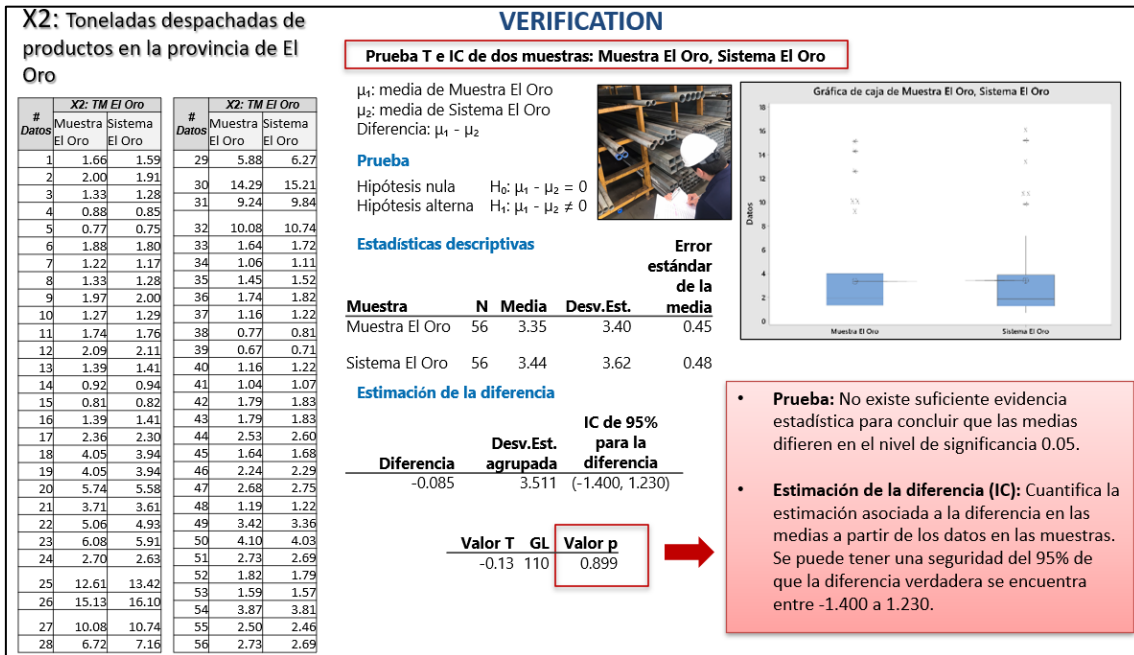


Figura Anexo 3

Plan de recolección de datos variable 3.

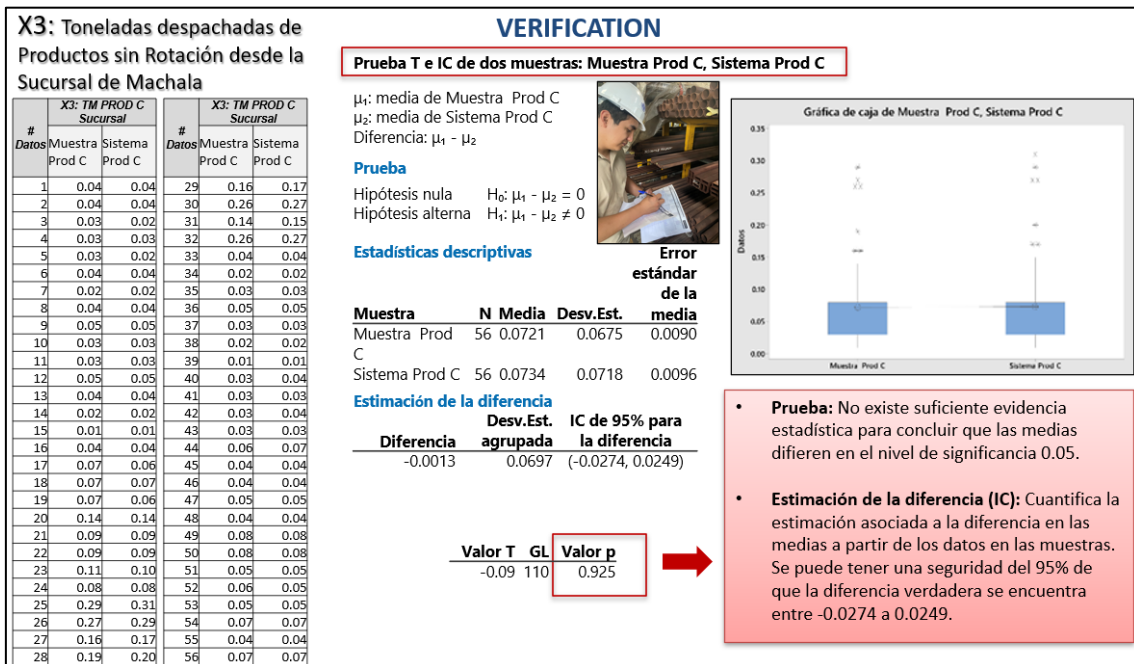


Figura Anexo 4

Plan de recolección de datos variable 5.

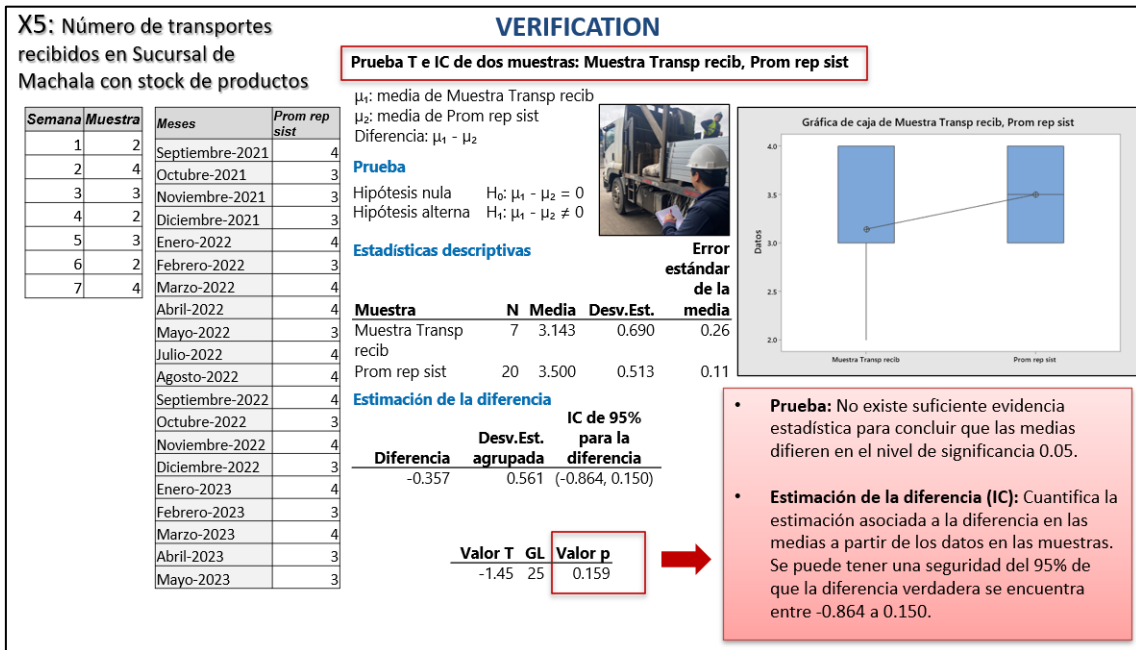


Figura Anexo 5

Plan de recolección de datos variable 6.

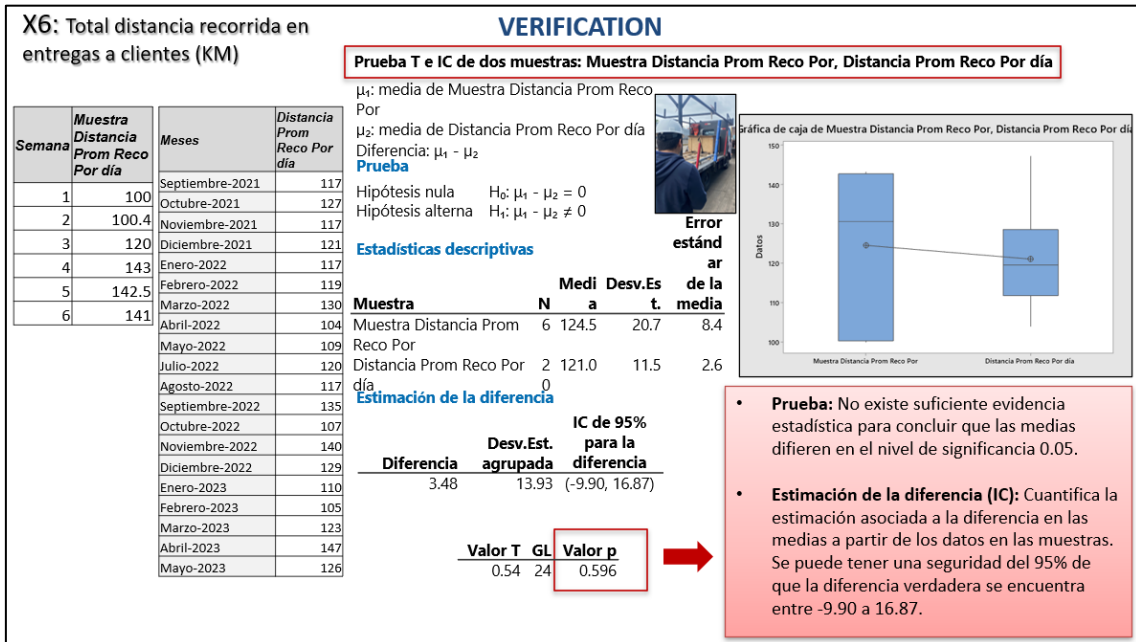


Figura Anexo 6

Plan de recolección de datos variable 7.

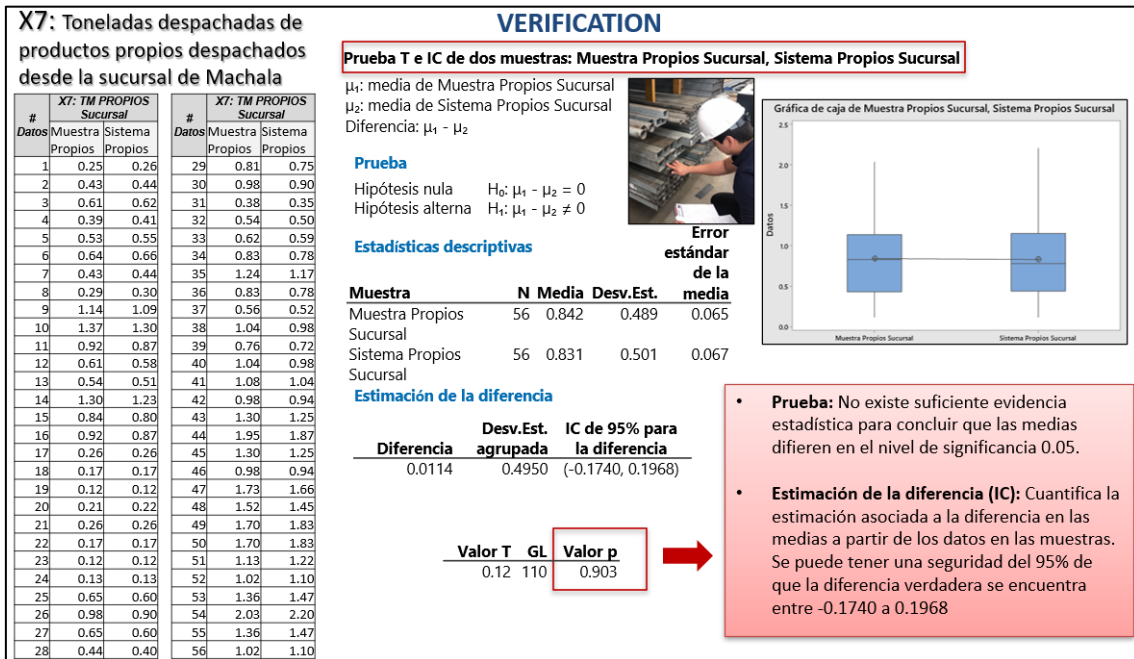


Figura Anexo 7

Plan de recolección de datos variable 8.

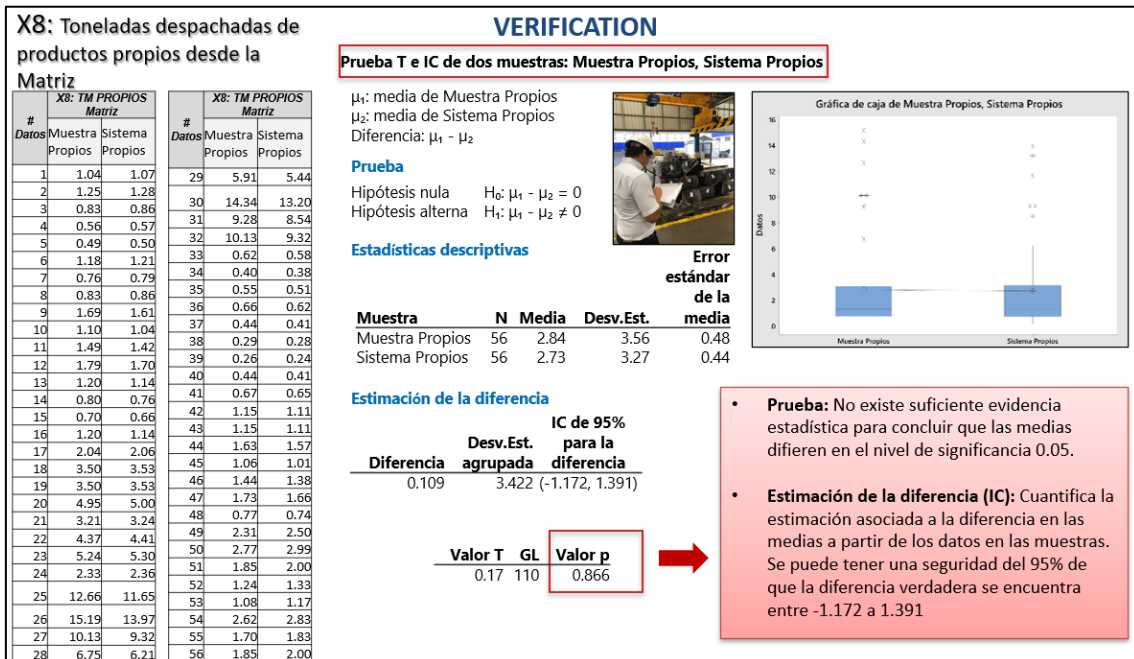


Figura Anexo 8

Plan de recolección de datos variable 9.

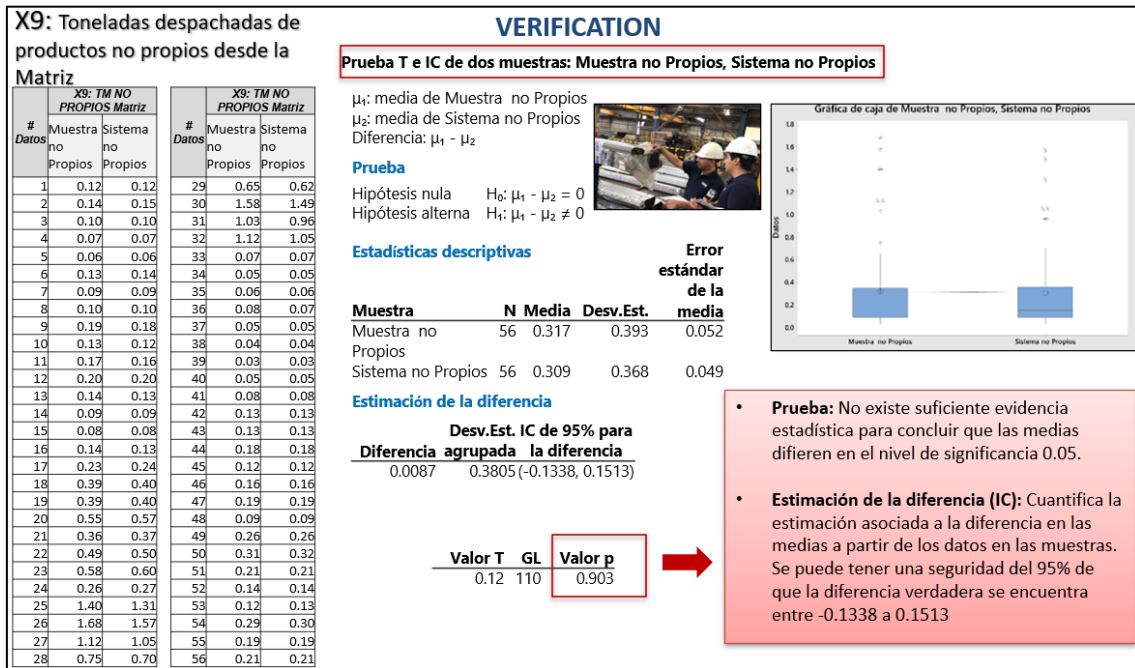


Figura Anexo 9

Plan de recolección de datos variable 10.

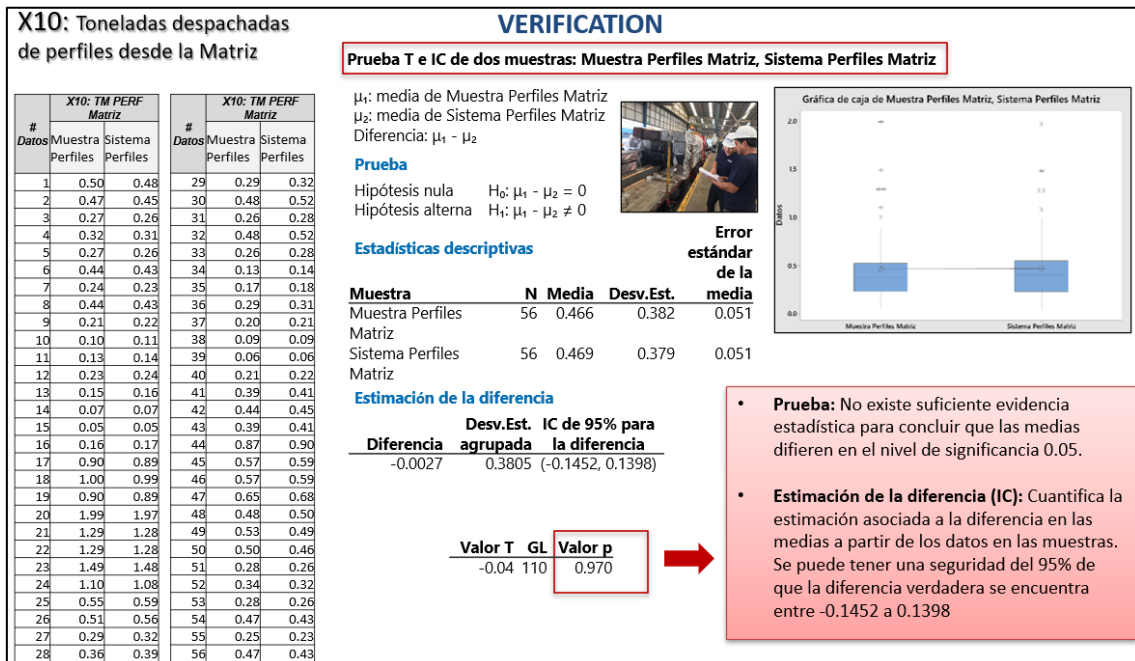


Figura Anexo 10

Plan de recolección de datos variable 11.

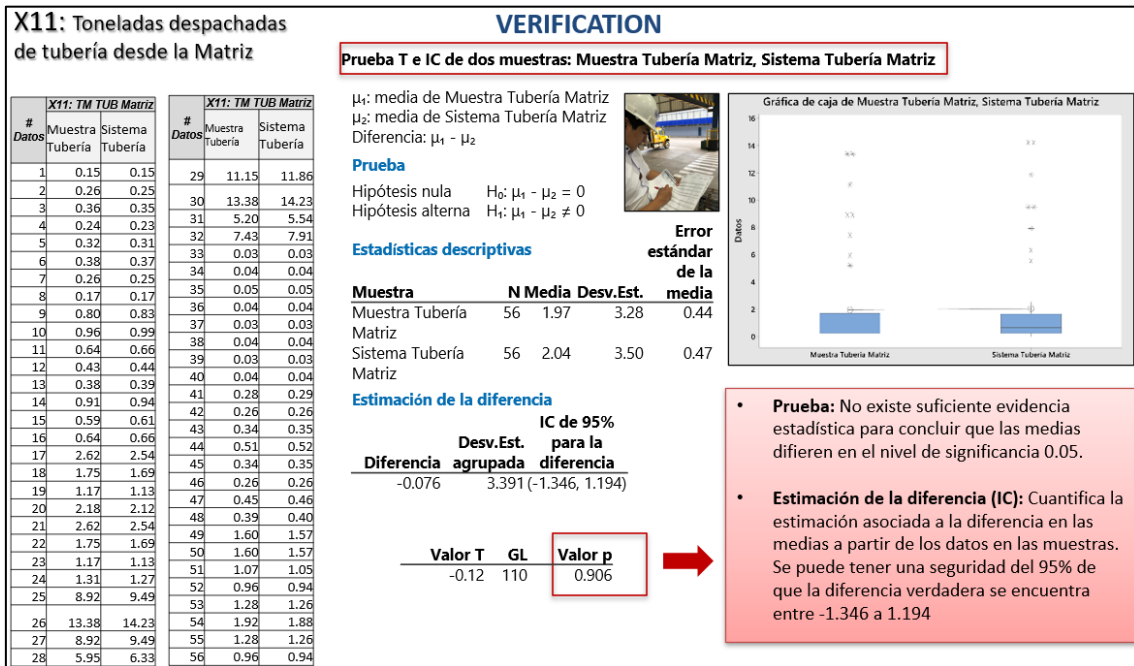


Figura Anexo 11

Plan de recolección de datos variable 12.

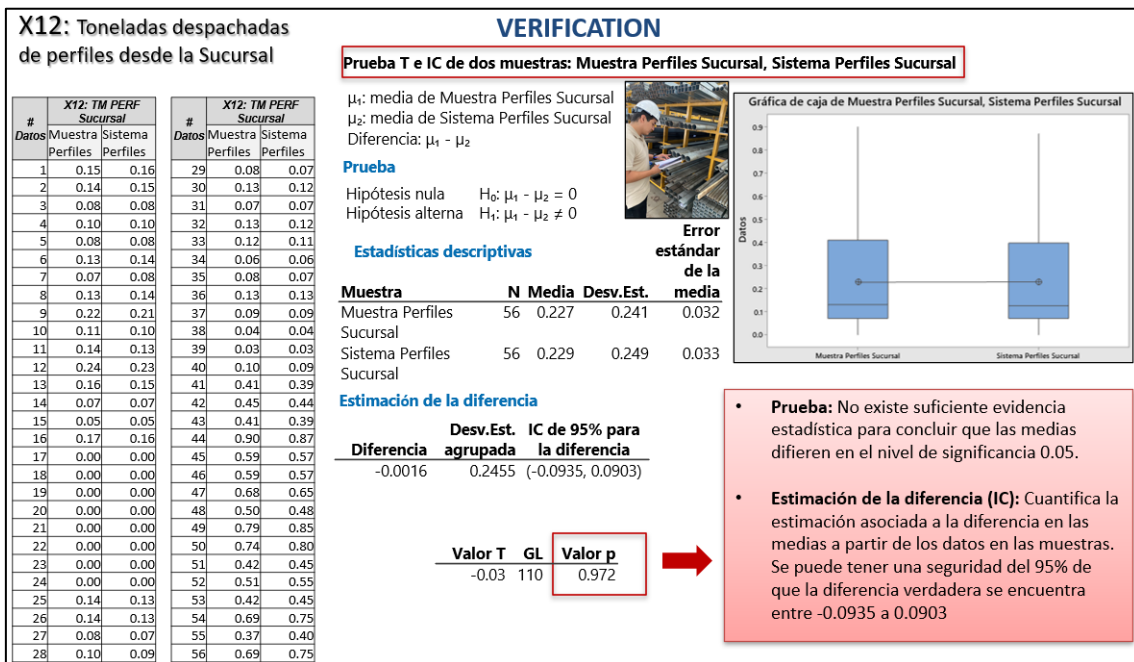


Figura Anexo 12

Plan de recolección de datos variable 13.

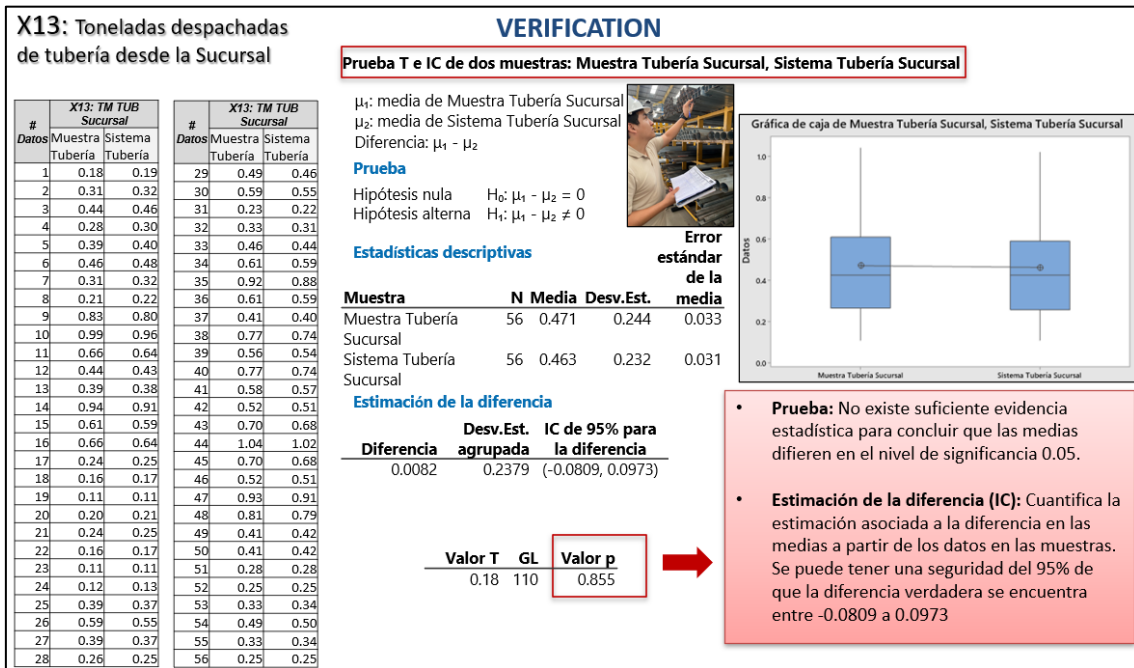


Figura Anexo 13

Plan de recolección de datos variable 14.

