UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP DE LA CIUDAD DE AMBATO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título Magíster en Ingeniería Industrial Mención en Logística y Cadena de Suministro.

Autor:

Ing. Gaguancela Sabando Angel Marcelo

Tutor:

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo; Mg.

AMBATO– ECUADOR
2025

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angel Marcelo Gaguancela Sabando, declaro ser autor del Trabajo Titulación con el nombre "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP EN LA CIUDAD DE AMBATO", como requisito para optar al grado de Magíster y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 27 días del mes de marzo del 2025, firmo conforme:

Autor: Angel Marcelo Gaguancela Sabando

Firma: … Firmado electrónicamente por: ANGEL MARCELO GAGUANCELA SABANDO ……

Número de Cédula: 0803477082
Dirección: Tungurahua, Ambato, Península, La Concepción.
Correo Electrónico: gaguancela1122@gmail.com
Teléfono: 0969843600

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP EN LA CIUDAD DE AMBATO" presentado por Angel Marcelo Gaguancela Sabando, para optar por el Título de Magíster en Ingeniería Industrial Mención en Logística y Cadena de Suministro.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Examinador que se designe.

Ambato, 21 de marzo del 2025

PATRICIO EDUARDO SANCHEZ DIAZ

Firmado digitalmente por PATRICIO EDUARDO SANCHEZ DIAZ
Fecha: 2025.03.28 09:05:32 -05'00'

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo, Mg.

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magíster en Ingeniería Industrial Mención en Logística y Cadena de Suministro, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 27 de marzo del 2025



Angel Marcelo Gaguancela Sabando
C.I. 0803477082

APROBACIÓN DE EXAMINADORES

El Trabajo Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP EN LA CIUDAD DE AMBATO, previo a la obtención del Título de Magíster en Ingeniería Industrial Mención en Logística y Cadena de Suministro, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo Titulación.

Ambato, 27 de marzo del 2025



……..

Ing. Saá Tapia Fernando David, Mg.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



……..

Ing. Cáceres Miranda Marcela Alexandra, Mg.
EXAMINADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por escuchar mis oraciones y permitir alcanzar esta meta, también a mis padres en especial a mi papá SgP. Angel Gaguancela en estado pasivo, cuyo sacrificio diario y apoyo ha sido mi fortaleza constante en este año académico.

A mis hermanas Cristina y Cisne Gaguancela por su constante aliento y ánimos. Su apoyo indeleble ha sido fundamental para cumplir el objetivo.

Quiero dedicar a mis profesores como el Ing. Hernán Espejo y mentor Ing. Patricio Sánchez, cuya guía experta y sabiduría han enriquecido mi educación y han moldeado mi pensamiento crítico. Su dedicación a la excelencia ha sido una fuente constante de inspiración.

A mi compañero el Ing. Raúl Plaza, por darme la confianza de hacer mi trabajo, por compartir de sus experiencias como empresario.

Finalmente dedico este trabajo a todas las personas que han creído en mí. Su fe en mi capacidad me ha dado la fuerza para perseverar y alcanzar esta meta.

Marcelo Gaguancela Sabando

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a mi tutor de tesis Ing. Patricio Sánchez, por su orientación, catedra, en lo que es este proyecto. Su experiencia e instrucciones fueron básicas para dar forma a esta investigación.

También quiero agradecer al Ing. Hernán Espejo, Ing. Harry Valencia, Ing. Gerardo Arteaga por sus valiosas sugerencias, comentarios y críticas constructivas que enriquecieron significativamente este trabajo.

Mi profundo agradecimiento a mi compañero Ing. Raúl Plaza y todos aquellos que de una u otra manera colaboraron en este estudio, su ayuda fue fundamental para llevar a cabo los estudios de datos y análisis necesarios.

No puedo pasar por alto el apoyo de mi familia, amigos, vecinos, quienes estuvieron siempre a mi lado, dándome consejos y ánimos.

Finalmente, expresar gratitud a todas las personas que, de una manera u otra, contribuyeron al desarrollo de este tema.

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA..... ii
APROBACIÓN DEL DIRECTOR..... iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD iv
APROBACIÓN DE EXAMINADORES..... v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO..... vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS..... viii
ÍNDICE DE TABLAS x
ÍNDICE DE IMÁGENES xii
ÍNDICE DE ECUACIONES..... xiv
RESUMEN EJECUTIVO xv
ABSTRACT xvi

CAPÍTULO I

INTRODUCCÍON

Contextualización 1
Antecedentes 3
Justificación..... 4
Objetivo general 5
Objetivos específicos 5

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa 6
Área de estudio..... 47

Modelo operativo 48

Desarrollo Del Modelo Operativo 48

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICION EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP DE LA CIUDAD DE AMBATO

Presentación de la propuesta 50

Resultados de la simulación 56

Resultados esperados 59

Cronograma de actividades 60

Curva “S” del proyecto 62

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Proceso de ejecución 63

Resultados obtenidos 65

Evaluación de la ejecución 66

Evaluación económica 70

Análisis de la cursa S 72

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones 73

Recomendaciones 74

BIBLIOGRAFÍA 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica del piso 8
Tabla 2. Pasillos 12
Tabla 3. Diagrama del flujo del proceso de abastecimiento y distribución de GLP 14
Tabla 4. Demanda de GLP del centro logístico y de distribución de un año..... 16
Tabla 5. Estadística descriptiva de la demanda del mes de marzo..... 16
Tabla 6. Inventario del mes de marzo del 2024 17
Tabla 7. Estadística descriptiva de la demanda de GLP de la marca Duragas..... 18
Tabla 8. Estadística descriptiva de la demanda de GLP de la marca Congas..... 18
Tabla 9. Cálculo de la normalidad de la demanda de GLP..... 19
Tabla 10. Matriz de selección de proveedor 20
Tabla 11. Productos del centro logístico y distribución de GLP..... 21
Tabla 12. EPPS del almacén 22
Tabla 13. Señalética de seguridad 22
Tabla 14. Tabla de indicadores de la empresa 23
Tabla 15. Ficha técnica del cronometro..... 24
Tabla 16. Tabla de cálculo de tiempos Pert 25
Tabla 17. Toma de tiempos de los trabajadores en la carga de tanques de gas llenos 28
Tabla 18. Cálculo de la normalidad de los datos de tiempos tomados..... 29
Tabla 19. Toma de tiempos de los trabajadores en la descarga de tanques de gas vacíos..... 29
Tabla 20. Cálculo de la normalidad de los datos de tiempos tomados..... 30
Tabla 21. Modelo de tarjeta roja 32
Tabla 22. Elementos del área de almacenamiento..... 33
Tabla 23. Aplicación de tarjeta roja ordenador..... 34
Tabla 24. Aplicación de tarjeta roja impresora 36
Tabla 25. Aplicación de tarjeta roja percha 37
Tabla 26. Plan de limpieza de la empresa..... 40
Tabla 27. Formato de hoja de control..... 41
Tabla 28. Datos para el cálculo de capacidad instalada 42

Tabla 29. Cálculo de las capacidades 43
Tabla 30. Datos para el cálculo de capacidad instalada 43
Tabla 31. Cálculo de las capacidades 44
Tabla 32. Cálculo de tiempos de descarga de GLP con el nuevo trabajador 44
Tabla 33. Cálculo de tiempos de carga de GLP con el nuevo trabajador 44
Tabla 34. Checklist de la evaluación de infraestructura tecnológica del centro ... 46
Tabla 35. Valor de cada factor 51
Tabla 36. Matriz de factores ponderados 51
Tabla 37. Matriz de cálculo de peso de cada ponderación 51
Tabla 38. Parametrización del entorno de trabajo 54
Tabla 39. Parametrización del trabajador 54
Tabla 40. Parametrización del transporte 55
Tabla 41. Parametrización de la plataforma móvil 56
Tabla 42. Parametrización del Dispatcher 56
Tabla 43. Parametrización del almacén 56
Tabla 44. Información de la utilidad por tanque de GLP 57
Tabla 45. Información de demanda de tanques de GLP 57
Tabla 46. Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta ... 60
Tabla 47. Cronograma de valores de componentes y actividades 61
Tabla 48. Comparativa de modelos 64
Tabla 49. Comparativa de tiempos 65
Tabla 50. Comparativa en la cantidad de viajes 66
Tabla 51. Utilidad de cada tanque de GLP vendido según su marca 66
Tabla 52. Porcentaje de tanques vendidos por marca 68
Tabla 53. Comparativa 70
Tabla 54. Comparativa de costos 70

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de la empresa..... 7
Imagen 2. Calidad de piso..... 8
Imagen 3. Muelles de carga y descarga de cilindros de gas..... 9
Imagen 4. Disposición de la instalación..... 10
Imagen 5. Espacios de maniobra de vehículos..... 11
Imagen 6. Vista superior de los espacios de maniobra de los vehículos..... 11
Imagen 7. Espacios de maniobra del personal..... 11
Imagen 8. Vista superior de los espacios de maniobra de los trabajadores..... 12
Imagen 9. Espacio entre pasillos..... 12
Imagen 10. Vista superior de la bodega..... 13
Imagen 11. Demanda de GLP en un año..... 16
Imagen 12. Demanda del consumo de GLP en el mes de marzo..... 18
Imagen 13. Histograma de distribución de Congas..... 19
Imagen 14. Histograma de distribución de Duragas..... 19
Imagen 15. Gráfico radial de selección de proveedor de GLP..... 20
Imagen 16. Escala NET PROMOTER SCORE..... 21
Imagen 17. Cronómetro..... 24
Imagen 18. Cursograma analítico del proceso..... 27
Imagen 19. Diagrama Pert..... 28
Imagen 20. Proceso de descarga de tanques de gas del camión distribuidor..... 28
Imagen 21. Gráfica de los tiempos de carga..... 29
Imagen 22. Gráfica de los tiempos de descarga..... 30
Imagen 23. Diagrama SEIRI..... 31
Imagen 24. Señalización de la bodega de la empresa..... 39
Imagen 25. Comparativa de tiempos en la carga de tanques en la plataforma fija 45
Imagen 26. Comparativa de tiempos de descarga de tanques..... 46
Imagen 27. Modelo operativo..... 48
Imagen 28. Plano en AutoCAD del centro logístico y distribución de GLP..... 53
Imagen 29. Elementos de simulación..... 54

Imagen 30. Diagrama de Pareto de la demanda de tanques de GLP 57
Imagen 31. Diagrama de Pareto de segundo nivel 58
Imagen 32. Inicio de simulación 58
Imagen 33. Finalización de la simulación 59
Imagen 34. Curva "S" estimada del proyecto 62
Imagen 35. Simulación del proceso con mejora 64
Imagen 36. Reducción del tiempo descarga y descarga de tanques de GLP 64
Imagen 37. Comparativa de tiempos 65
Imagen 38. Comparativa de ventas 69
Imagen 39. Comparativa de ganancias 70
Imagen 40. Comparativa de costos 72

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempos PERT 25
Ecuación 2. De capacidad instalada 43
Ecuación 3. De capacidad real 43
Ecuación 4. De capacidad efectiva 43
Ecuación 5. Ganancia actual Congas 67
Ecuación 6. Ganancia actual Duragas 67
Ecuación 7. Ganancia total 67
Ecuación 8. Ganancia por tanque 68
Ecuación 9. Ganancia por tanque de Congas 68
Ecuación 10. Ganancia por tanque de Duragas 68
Ecuación 11. Incremento de ventas por Congas 69
Ecuación 12. Incremento de ventas por Duragas 69

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTROS

AUTOR: Ing. Angel Marcelo Gaguancela Sabando

TUTOR: Ing. Patricio Eduardo Sánchez Díaz, Mgs.

RESUMEN EJECUTIVO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP DE LA CIUDAD DE AMBATO

En el presente trabajo de maestría se trazó como objetivo implementar un sistema de reposición para un centro logístico de GLP en la ciudad de Ambato, para esto se realizó un diagnóstico del estado actual de la empresa. Se identificaron 2 procesos: abastecimiento y distribución; respectivamente el tiempo de estos procesos son 7.03 segundos en el proceso de descarga de tanques llenos de GLP y el proceso de carga de tanques vacíos de GLP es de 6,05 segundos con una demanda promedio diaria de 2060 unidades de GLP. La actividad de carga y descarga de tanques de GLP de las plataformas móviles a las fijas es el que genera la mayor restricción con un tiempo de duración de 5893 segundos. Esta actividad identificada como restrictiva se analiza con el uso de Teoría de Restricciones se propone una mejora en la reducción de tiempos en el proceso de descarga de 7,02 segundos y en proceso de carga 5,97 segundos, pero con el proceso de adaptabilidad del trabajador nuevo se planea disminuir un 5% estos tiempos. La planificación de la implementación iniciaría desde el mes de abril, hasta el momento se tiene un porcentaje de avance del 80% de la implementación. La empresa debe designar a un responsable, así como destinar los recursos financieros para la continuidad de la implementación de la propuesta; con la simulación en la implementación se llegó a los objetivos propuestos.

Descriptores: comercial, inventario, restricciones, sistema Reposición.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Master's Degree in Industrial Engineering with major in Logistics and Supply Chain

AUTHOR: GAGUANCELA SABANDO ANGEL

TUTOR: MG. SANCHEZ DIAZ PATRICIO EDUARDO

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF A REPLENISHMENT SYSTEM IN A LPG LOGISTICS CENTER IN THE CITY OF AMBATO

In this master's thesis, the objective was to implement a replenishment system for a LPG logistics center in the city of Ambato. To achieve this, a diagnosis of the company's current state was carried out. Two processes were identified: supply and distribution. The durations of these processes are 7.03 seconds for unloading full LPG tanks and

6.05 seconds for loading empty LPG tanks. The average daily demand is 2,060 units of LPG. The activity of loading and unloading LPG tanks from mobile platforms to fixed ones generates the greatest restriction, with a duration of 5,893 seconds. This restrictive activity was analyzed using the Theory of Constraints, leading to a proposal to reduce unloading times by 7.02 seconds and loading times by 5.97 seconds. However, due to the adaptability process for new workers, it is planned to reduce these times by 5%. The implementation plan is set to begin in April, and currently, there is an 80% progress rate. The company must designate a responsible person and allocate financial resources for the ongoing implementation of the proposal. Through simulation during implementation, the proposed objectives were achieved.

KEYWORDS: commercial, inventory, replenishment, restrictions, system.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Contextualización

En la actualidad en un mundo tan globalizado las empresas se han dedicado a generar distintos estudios logísticos que permitan conocer de mejor manera sus procesos de abastecimiento, almacenamiento y distribución de materiales con el uso de robots (Muerza, 2021). Según dicho autor estos estudios han permitido el desarrollo en el proceso de abastecimiento y transporte de materiales dentro de distintas plantas de producción en Europa mediante el uso de distintas técnicas como diagrama de recorrido, control de inventarios, teoría de restricciones entre otras.

Con el uso de estas técnicas se ha desarrollado varios modelos de estudios que han permitido generar un sistema de reposición de inventarios basados en modelos de teoría de restricciones (TOC) para mejorar su calidad de servicio y atención al cliente (Cipres, 2020). Según el estudio (De Zan, 2020) con el uso de modelos matemáticos basados en teoría de restricciones que permitió un ahorro de tiempo del 12%.

Como se puede observar en el trabajo desarrollado por (Rodriguez, Diferentes métodos de costeo, frente al throughput accounting (T.A.) de la Teoría de las Restricciones (T.O.C.), 2021) el uso de TOC tiene grandes ventajas a comparación de *throughput accoun* (TA). Con el uso de teoría de restricciones se puede evidenciar que tiene grandes beneficios a comparación de TA generando sistemas que logran disminuir tiempos productivos además de disminuir tiempos improductivos.

Como se puede evidenciar en el trabajo investigativo de (Bonbom, 2019) el uso de teoría de restricciones se ha implementado en diferentes empresas ecuatorianas en este caso en una empresa textil que mediante el uso de TOC ha resuelto problemas en el área de almacenamiento mediante el uso de indicadores de gestión de inventarios y el uso pruebas ANOVA.

En el estudio de (Zambrano & Soto, Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad, 2021) se determinó que con el uso de teoría de restricciones se puede disminuir tiempos improductivos, generación de stock ociosos en el área de producción, el autor menciona que la disminución del tiempo está entre un 8% a 9%.

En la actualidad en Ecuador existen varias empresas que aplican teoría de restricciones para la optimización en sus procesos productivos otro ejemplo es la empresa de embuditos ubicada en la ciudad de Quito donde se desarrolló varias técnicas para evaluar los tiempos de fabricación, se desarrollaron cursogramas además del uso de indicadores de gestión para evidenciar los cambios obtenidos mediante a la aplicación de teoría de restricciones (Delgado & Gonzalez, 2019). Como se evidencia con el uso de esta TOC se logró un aumento en la producción de un 12%.

Existen empresas que se dedican a ofrecer servicios a la comunidad también estas persiguen fines lucrativos. Dichas empresas piden cierta remuneración: taxistas, repartidores, etc. Los que dan servicio a profesionistas, estos cobran por sus respectivos servicios, se le fija los despachos de contadores, consultores y asesores. El servicio para empresas, incluyen los hospitales, financieras, bancarias y agencias de publicidad (Treviño Jiménez, 2019).

Un centro logístico de GLP pertenece al tipo comercial como mayorista y en el tipo de servicio a personas. Ofrece el abastecimiento de GLP a los distribuidores en la zona de representación con marcas AUTORIZADAS: CONGAS, DURAGAS, AGIPGAS.

En el Ecuador estas empresas de comercio y servicio pueden categorizarse de diversas maneras, en este caso la categorizaremos según su tamaño, por lo que se tendrá que está entre pequeña y mediana empresa o más conocida como una empresa Pymes.

La empresa se fundó en el año 2004 como Centro Logístico y Distribución. Cuya operación única, su modelo de gestión se trata en el *Crossdocking* una metodología de distribución de pedidos. La empresa tiene ventas diarias entre 2100 hasta 2300 tanques.

En el proceso de Comercialización el GLP en el Estado Ecuatoriano está tipificado como Servicio Público, razón por la cual, sin embargo, de que existen distintas marcas, el producto en su calidad y cantidad son exactamente iguales.

Antecedentes

Como antecedente de investigación del presente estudio se tiene como base el siguiente trabajo (Espin, Toalamobo-Rojas, & Moyolema-Chaglla, 2022) en el cual se utilizó teoría de restricciones para encontrar los distintos cuellos de botella de los procesos de la empresa, una vez identificados los cuellos se utilizó la metodología de programación lineal entera para incrementar la producción y disminuir la generación de stock ocioso en alguna parte de la línea de producción.

A continuación en el estudio realizado por (Marin-Marin & Gutiérrez, 2023) se presenta un uso de teoría de restricciones para la sincronización entre el área de producción y de administración de la empresa que está constituida por dos partes, una está conformada por el uso de teoría de restricciones que ayuda a encontrar las actividades menos productivas además con el uso de contabilidad Throughput que permite el control de la cantidad de stock que sale de la cadena de suministro lo cual permite un mejor control del programa de producción de los costos de producción y de los costos de materias primas.

En el estudio realizado por (Penagos , Acuña, & Galvis, 2022) en este estudio demuestra la flexibilidad del uso de teoría de restricciones donde se los puede usar no solo para incrementar la eficiencia y eficacia de la cadena de producción sino que permite la disminución en los costos y tiempos de producción con el uso de distintos tipos de herramientas como el uso de flujogramas que permite evidenciar de una manera más clara la ruta de producción, el uso de cursogramas que permiten encontrar los cuellos de botellas para su reducción el uso de indicadores (kpis) para el control de la cadena con lo cual permite la disminución de tiempos muertos y la acumulación de stocks ociosos.

Con la información obtenida en el siguiente trabajo de (Amendola & Crespo, 2021) se puede evidenciar que en dicho trabajo de la metodología de teoría de restricciones tiene

una gran compatibilidad con otras metodologías de trabajo como lean manufacturing, y six sigma con el uso de estas técnicas la teoría de restricciones se puede incrementar su eficacia en las cadenas de producción.

Justificación

El proyecto tiene como **importancia** contribuir con el desarrollo económico y social del centro logístico de GLP, ya que con este documento permitirá mejorar sus procesos. Además, se podría compartir la información para así muchas empresas pongan en práctica y mejoren su productividad.

Esto tendrá un **impacto** negativo sobre los trabajadores ya que la toma de datos incomodará a los choferes, estibadores y personal involucrado en esos procesos.

La **utilidad** de abordar este sistema contribuirá en el desarrollo del centro logístico de GLP, generando un documento que se podrá replicar esto en otras empresas similares.

Este proyecto **beneficiará** para el desarrollo de la empresa, y será un documento que contribuya a la administración en definición de las políticas de inventario.

Es **factible** debido a que la empresa brindara todo su apoyo para el levantamiento de la información además de facilitar la información que ellos dispongan como: inventarios, recepción de pedidos, frecuencia de pedidos, costos, precios además se aplicara una metodología aplicada debido a que se utilizó para este trabajo de maestría la metodología IPISI que permite diagnosticar el estado actual del centro de almacenamiento de GLP de la empresa, además se utilizó una investigación bibliográfica-documental debido a que se usaron diferentes fuentes de información sobre Teoría de Restricciones como son libros, informes de conferencias o artículos científicos.

Objetivo general

Implementar un sistema de reposición aplicando la teoría de restricciones para un centro logístico de GLP de la ciudad de Ambato.

Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso actual del servicio y comercialización mediante la aplicación de la metodología IPISI.
- Analizar la restricción actual del cuello de botella del proceso de abastecimiento y distribución de GLP
- Evaluar la aplicación de mejoras en el proceso de abastecimiento y distribución de GLP mediante la simulación.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

El Centro Logístico se encuentra ubicado en el cantón Ambato, teniendo como actividad principal la venta de GLP a distribuidores y al público. Para conocer el estado actual de la empresa es importante definir el proceso que se realiza para llevar a cabo su actividad comercial y de servicio.

El centro logístico de distribución de GLP emerge con la necesidad de satisfacer la demanda de gas doméstico a distribuidores y al público que se encuentra en el cantón Ambato desde su fundación en el año 2004, se ha destacado por su ambiente laboral y gran cantidad de stock para sus trabajadores y clientes además de contar con amplias instalaciones.

Dirección: Av. Atahualpa y García Mogrovejo, en la Imagen 1 se observa la ubicación satelital del centro logístico y distribución de GLP.

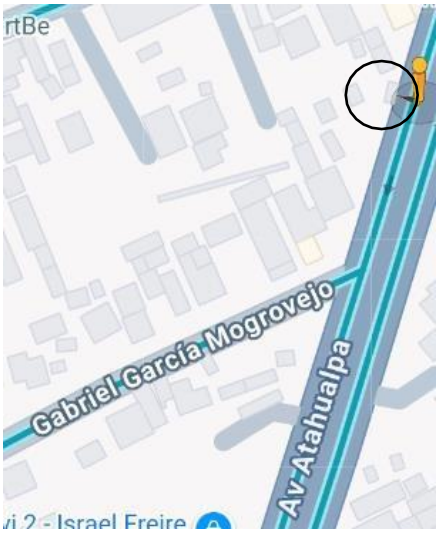


Imagen 1. Ubicación de la empresa
Elaborado por: Autor.
Fuente: (Google Maps, s.f).

Servicios que ofrece la empresa

El centro logístico de distribución ofrece el servicio de venta de combustibles (GLP) a distintas personas e instituciones que requieran los mismos.

- Servicio de venta al mayoreo: El centro logístico distribuye a camiones repartidores que se encargan de la venta de gas a personas en sus domicilios o a instituciones que lo necesiten como (restaurantes, instituciones educativas, etc.).
- Servicio de venta al minoreo: El centro logístico vende gas a las personas que necesiten del mismo, dentro de sus instalaciones en este caso solo se puede vender como máximo 2 tanques de gas por persona.

Evaluación

La metodología IPISI permite evaluar el estado actual del almacén. Esta metodología está constituida por 5 fases:

Fase 1 Infraestructura

En esta fase se evalúa el estado actual del almacén según los siguientes factores:

- Calidad del suelo y del piso

- Muelles de carga y descarga
- Disposición de la instalación
- Espacios de maniobra
- Espacios entre pasillos

Calidad del suelo y del piso

Como se puede observar en la Imagen 2 se observa el estado actual del suelo del almacén, está compuesto por una estructura metálica y conformada por un piso de madera. Según NTE INEN 1534 en el ítem 4.2 dice los cilindros de gas se deben almacenar en lugares horizontales de una superficie sueva que permita la estabilidad de los mismos como pisos de madera o de caucho, en este caso el centro logístico de distribución cuenta dicho parámetro (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015).



Imagen 2. Calidad de piso
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

A continuación, en la Tabla 1 se observa la ficha técnica de la madera del piso del área de almacenamiento.

Tabla 1. Ficha técnica del piso

Ficha técnica del piso		
Tipo: Madera seca de eucalipto	**Tiempo de uso:**6 años	**Fecha:**03/05/2024
Características: • **Color:** Marrón	**Funciones:** • Sirve de piso en el área de almacenamiento debido a que	

<table>
<tr><td colspan="2">Dureza:3,9 según el método de Chalais-Meudon (categoría semidura)
Durabilidad: Alta para uso en interiores como exteriores
Densidad:820 kg/m^3</td><td colspan="2">la madera resiste el peso de los tanques de GLP.
Área que cubre el piso es de 80 m^2.
Dimensiones:
Cada tabla tiene 2,5 m de largo por 0,20 m de ancho y un espesor de 0.025 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Imagen</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Elaborado por: Autor</td><td colspan="2">Revisado por: Gerente</td><td>Aprobado por: Gerente</td></tr>
</table>

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Muelles de carga y descarga

Como se puede observar en la Imagen 3 el centro logístico y distribución de GLP tiene muelles de carga y descarga con una altura de 1,30 m que cumple según la NTP 1076, El centro cuenta con 3 muelles que le permite la carga y descarga de los cilindros de gas cuando llegan las distintas plataformas (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2016).



Imagen 3. Muelles de carga y descarga de cilindros de gas
Fuente: Centro logístico y distribución de GLP

Disposición de la instalación

Como se observa en la Imagen 4 la disposición del espacio almacenamiento es aceptable porque cumple con el acuerdo ministerial 127 donde el área de almacenamiento es de 80 m^2 lo que permite una gran movilidad del personal y del inventario (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburos – ARCH, 2008).

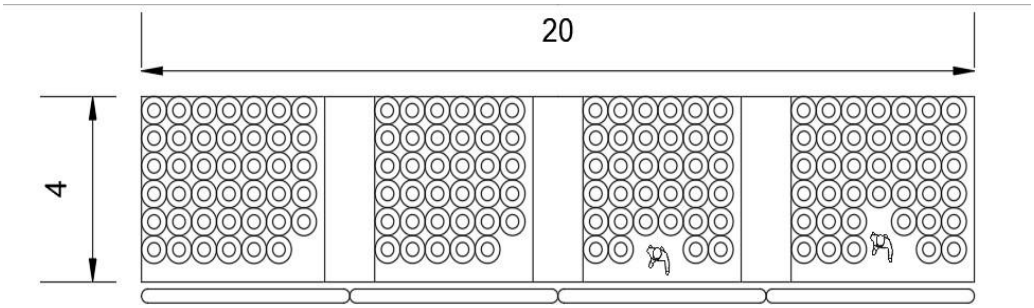


Imagen 4. Disposición de la instalación
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

Espacios de maniobra

Como se puede observar a continuación existen dos tipos de espacios de maniobra.

- **Espacios de maniobra de vehículos:** Los espacios de maniobra de vehículos (plataformas) cumplen con la NTP 1077 donde cita que un vehículo debe tener un área mayor que el vehículo puedo girar con libertad como se cita en el ítem 5 (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, 2016), como se observa en la Imagen 5 y en la Imagen 6 se observa la vista superior del almacén mediante el uso del software AutoCAD.



Imagen 5. Espacios de maniobra de vehículos
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

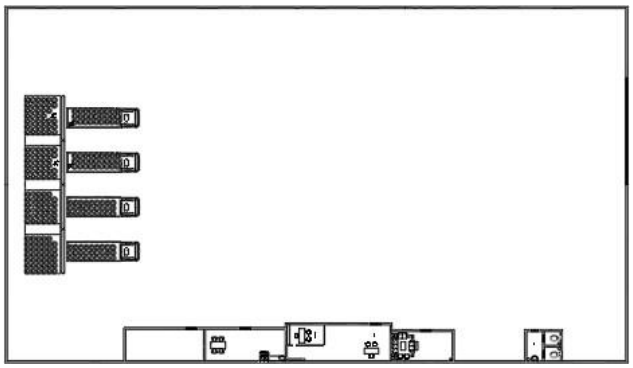


Imagen 6. Vista superior de los espacios de maniobra de los vehículos
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

Espacios de maniobra del personal

Los espacios de maniobra del personal son actos por que cumplen con el Decreto Ejecutivo 255 en el artículo 29 donde cita que el espacio de maniobra de cada trabajador debe ser 2 metros de diámetro (Noboa, 2024) como se observa en la Imagen 7 y en la Imagen 8 se observa la vista superior de los espacios de maniobra mediante el uso del software AutoCAD.



Imagen 7. Espacios de maniobra del personal
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

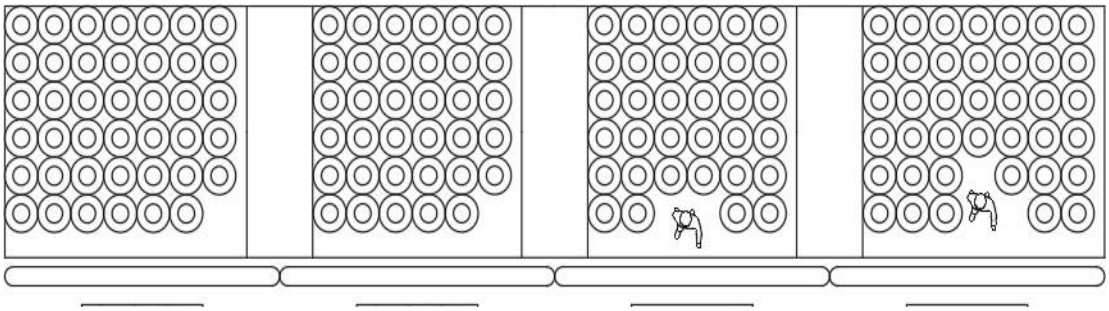


Imagen 8. Vista superior de los espacios de maniobra de los trabajadores
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Distancia entre pasillos

Como se puede observar en la Imagen 9 los pasillos por donde se desplazan los trabajadores del almacén y en la Imagen 10 se observa la vista superior de todos los pasillos mediante el uso del software AutoCAD.

En la Tabla 2 se observa el espacio entre pasillos es de 1,21 m lo cual según el Decreto Ejecutivo 255 en el artículo 32 cita que el espacio mínimo entre pasillos debe ser de 0.80 m (Noboa, 2024).

Tabla 2. Pasillos

Número del pasillo	Distancia del pasillo	Cumple/No cumple
1	1,21	Si
2	1,21	Si
3	1,21	Si

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)



Imagen 9. Espacio entre pasillos
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

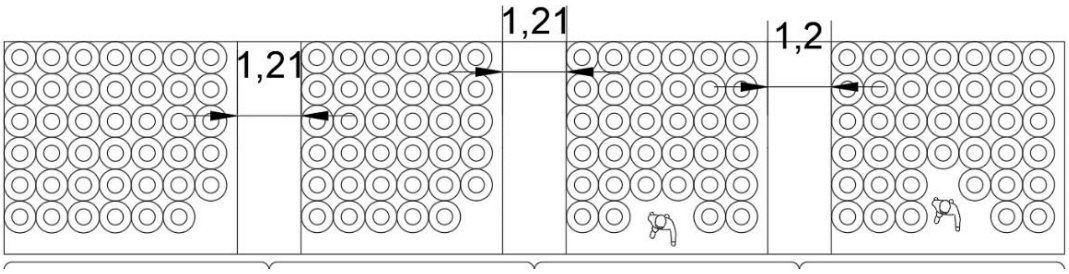


Imagen 10. Vista superior de la bodega
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 2 Procesos

A continuación, se utilizará un diagrama de flujo para ejemplificar el proceso de abastecimiento y distribución de GLP.

Este proceso está compuesto de 11 actividades y 2 decisiones, como se observa en la Tabla 1 el objetivo de este proceso es el abastecerse de GLP para su distribución.

Descripción del flujo de proceso:

Como se observa en la Tabla 3 se realizó un diagrama del proceso donde se puede observar que este proceso está constituido por:

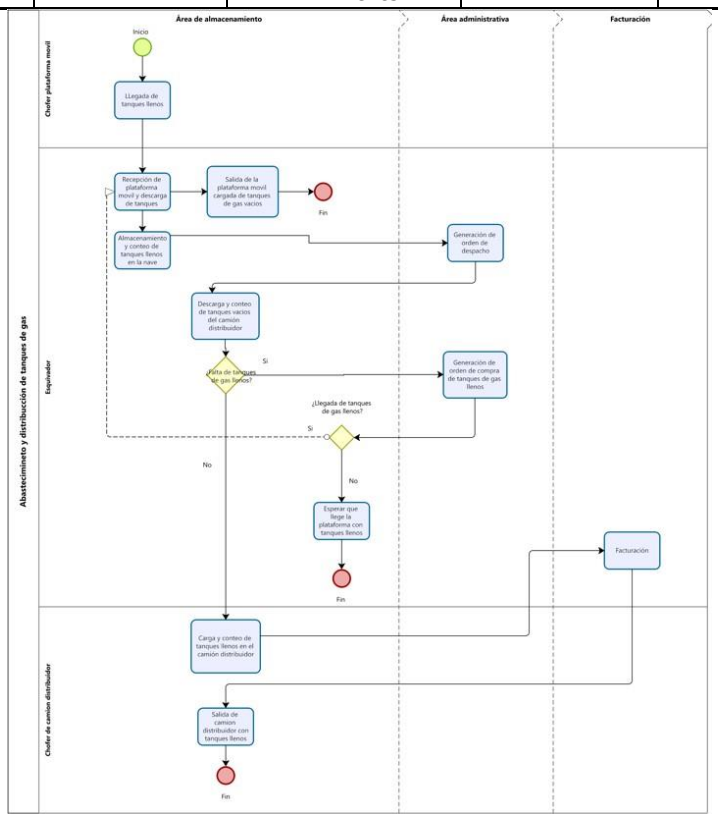
- Llegada de la plataforma de tanques de gas lleno: La plataforma llega a las 7 am al centro logístico y distribución de gas.
- Recepción de plataforma móvil y descarga de tanques: El proceso de descarga tanques llenos se demora 7 segundos por tanque.
- Salida de la plataforma móvil cargada de tanques de gas vacíos: El proceso de carga de tanques vacíos demora 6 segundos por cada uno.
- Almacenamiento y conteo de tanques llenos en la nave: Una vez descargado los tanques de gas se procese a contar la cantidad de tanques de gas llenos que cuenta el centro logístico y distribución.
- Generación de orden de despacho: Cuando llega un camión distribuidor se genera una orden de despacho con la cantidad de tanques de gas llenos requeridas.

- Descarga y conteo de tanques vacíos del camión distribuidor: Cuando el camión distribuidor llega a la nave primero se descarga los tanques vacíos y se cuentan los mismos.
- ¿Falta de tanques llenos de gas?:Cuando falta tanques de gas llenos se genera una decisión generación de orden de compra de tanques de gas llenos o cargar y conteo de tanques llenos en el camión distribuidor.
- Generación de orden de compra de tanques de gas llenos: Cuando faltan tanques de gas llenos se genera una orden de compra de tanques de gas llenos de forma inmediata.
- ¿Llegada de tanques de gas lleno?:Cuando llegan o no llegan los tanques de gas se genera una decisión en el caso de que lleguen los tanques de gas se procede a la recepción de la plataforma móvil y descargo de tanques de gas o se procese a esperar a que llegue la plataforma.
- Espera de llegada de tanques llenos: Tiempo de espera a la llegada de plataforma móvil cargada de tanques de gas llenos.
- Carga y conteo de tanques llenos en el camión distribuidor: Se carga la cantidad de tanques pedidos según la orden de despacho.
- Facturación: Se genera una factura donde indica el valor a pagar.
- Salida de camión distribuidor con tanques llenos: El camión sale después se pagar la factura.

Tabla 3. Diagrama del flujo del proceso de abastecimiento y distribución de GLP

Caracterización del proceso de abastecimiento y distribución de GLP		
Versión:1.0	Página:1 de 1	Codigo:CA_AB&DIS_01
Proceso: Abastecimiento y distribución de GLP		
Objetivo: Aprovisionamiento de GLP para su distribución		

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salida	Cliente
Duragas Congas	Órdenes de compra	Abastecimiento de tanques de gas llenos Distribución de tanques de gas llenos	Tanques de gas con GLP	Distribuidores



Elaborado por: Autor	Revisado por: Gerente	Aprobado por: Gerente

Fuente: Autor

Elaborado por: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 3 Inventario

El centro logístico y distribución contamos con un solo producto que es el gas doméstico o GLP de 15 Kg. Este producto tiene una demanda constante al ser un producto de consumo diario en los hogares, en la Tabla 4 se observa la demanda anual de dicho producto.

Tabla 4. Demanda de GLP del centro logístico y de distribución de un año

Mes	Demanda de GLP
2023 Marzo	53597
2023 Abril	53987
2023 Mayo	54872
2023 Junio	53247
2023 Julio	53107
2023 Agosto	54597
2023 Septiembre	53058
2023 Octubre	53984
2023 Noviembre	54587
2023 Diciembre	53759
2024 Enero	53259
2024 Febrero	53987
2024 Marzo	53567

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 11 la demanda de este producto es constante a lo largo del tiempo.

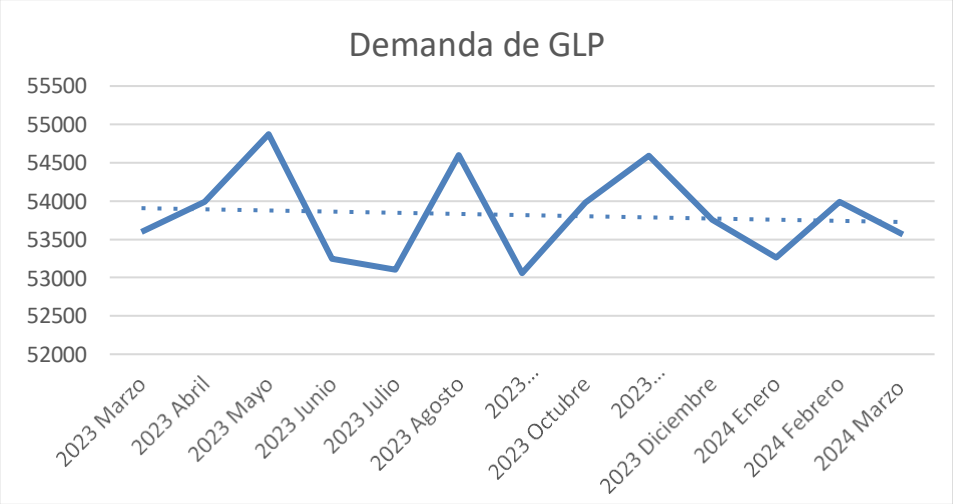


Imagen 11. Demanda de GLP en un año
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 5 se encuentra la estadística descriptiva.

Tabla 5. Estadística descriptiva de la demanda del mes de marzo

Estadística descriptiva	
Datos	**Valor**
Media	53816
Error típico	164,68
Rango	1814
Mínimo	53058

Estadística descriptiva	
Datos	**Valor**
Máximo	54872
Desviación estándar	593,76
Moda	53987
Mediana	53759

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 6 se observa las ventas del mes de marzo del año 2024.

Tabla 6. Inventario del mes de marzo del 2024

Días	Ingresos		Demanda				Devolución de tanques de GLP	
			Centro de distribución		Camión distribuidor			
	Duragas	Congas	Duragas	Congas	Duragas	Congas	Duragas	Congas
Lunes	903	1806	19	103	798	1430	817	1533
Martes	903	1806	76	176	968	1289	1044	1465
Miércoles	903	1806	93	67	810	1489	903	1556
Jueves	903	1806	38	55	703	1398	741	1453
Viernes	903	1806	65	98	730	1008	795	1106
Sábado	903	1806	7	13	814	1298	821	1311
Lunes	903	1806	47	54	813	1398	860	1452
Martes	903	1806	32	39	612	1402	644	1441
Miércoles	903	1806	43	90	842	869	885	959
Jueves	903	1806	21	59	814	1023	835	1082
Viernes	903	1806	52	95	810	1009	862	1104
Sábado	903	1806	98	33	804	985	902	1018
Lunes	903	1806	46	99	692	1198	738	1297
Martes	903	1806	71	70	496	1286	567	1356
Miércoles	903	1806	38	100	862	1198	900	1298
Jueves	903	1806	62	101	796	1356	858	1457
Viernes	903	1806	12	14	712	1298	724	1312
Sábado	903	1806	25	37	642	902	667	939
Lunes	903	1806	21	82	881	1386	902	1468
Martes	903	1806	34	21	610	1298	644	1319
Miércoles	903	1806	69	3	834	1498	903	1501
Jueves	903	1806	53	5	610	1198	663	1203
Viernes	903	1806	94	86	503	1001	597	1087
Sábado	903	1806	61	56	842	1035	903	1091
Lunes	903	1806	83	51	202	756	285	807
Martes	903	1806	54	54	846	1538	900	1592

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Con la información de la Tablo 6 se realizó el siguiente diagrama de serie donde se observa la demanda del producto a lo largo de un mes.

En la Imagen 12 donde se observa la demanda del producto a lo largo de un mes.

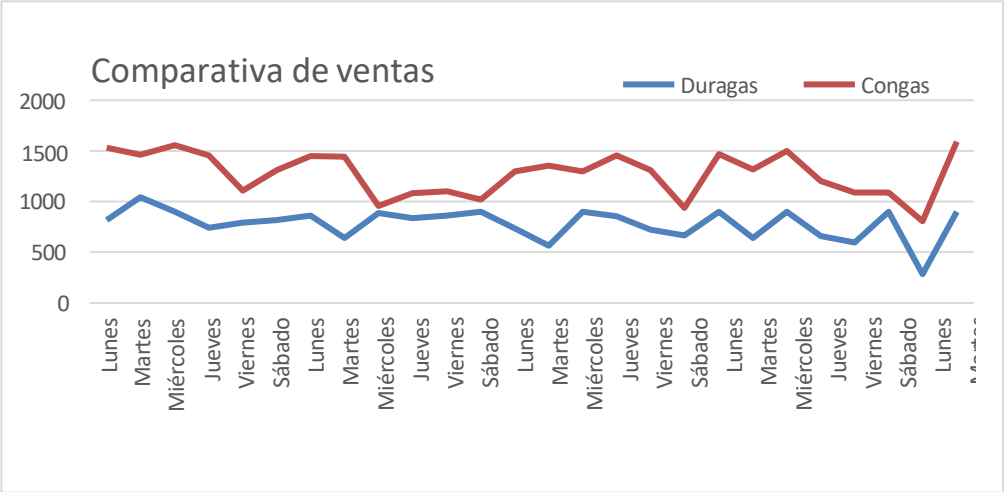


Imagen 12. Demanda del consumo de GLP en el mes de marzo
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 7 se observa la estadística descriptiva de la marca Duragas y en la Tabla 8 se observa en la estadística descriptiva de la marca Congas.

Tabla 7. Estadística descriptiva de la demanda de GLP de la marca Duragas

Estadística descriptiva Duragas	
Datos	**Valor**
Media	783,07
Error típico	30,47
Rango	759
Mínimo	285
Máximo	1044
Desviación estándar	155,39
Moda	903
Mediana	828

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Tabla 8. Estadística descriptiva de la demanda de GLP de la marca Congas

Estadística descriptiva Congas	
Datos	**Valor**
Media	1277,19
Error típico	42,48
Rango	785
Mínimo	807
Máximo	1592
Desviación estándar	216,65
Moda	908

Mediana	1311,5

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 13 el tanque de gas de la marca CONGAS tiene una mayor demanda. Además, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para la validación de datos para evidenciar que los mismos pertenezcan a una distribución normal como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9. Cálculo de la normalidad de la demanda de GLP.

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)			
Producto	Estadístico	Grados de libertad	Valor P
Congas	0,971	26	0,643
Duragas	0,958	26	0,351

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

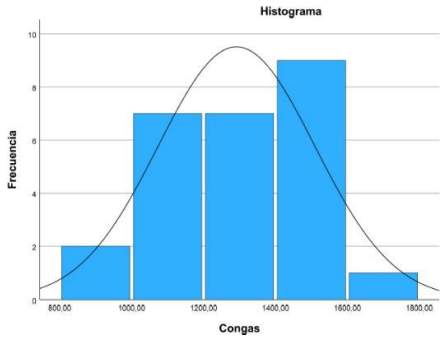


Imagen 13. Histograma de distribución de Congas
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

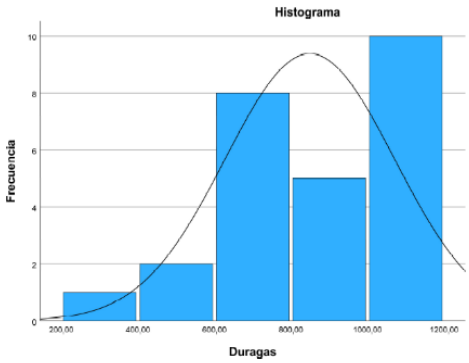


Imagen 14. Histograma de distribución de Duragas
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

Como se en observar el la Imagen 13 y 14 la demanda de GLP de la marca Congas y Duragas cumplen una distribución normal debido a que su valor P es superior a 0,05.

En casos que existan faltantes de material se optó por pedir más en base a los siguientes parámetros planteados en la matriz de selección de proveedores que se observa en la Tabla 10**.**

- **Costo:** Hace referencia al pago, se debe realizar por cada pedido de GLP.
- **Tiempo de entrega:** Hace referencia al tiempo que tarda en llegar el GLP a la empresa desde el momento que se pidió.
- **Formas de pago:** Hace referencia a que tipos de pago acepta la empresa.
- **Garantía:** Hace referencia si la empresa realiza cambios de los tanques de GLP si los mismo se encuentran en mal estado.

Tabla 10. Matriz de selección de proveedor

		Congas		**Duragas**	
Criterio	**Ponderación**	**Calificación**	**Puntaje**	**Calificación**	**Puntaje**
Costo	10%	7	0,7	7	0,7
Tiempo de entrega	40%	9	3,6	5	2
Formas de pago	20%	7	1,4	7	1,4
Garantía	30%	8	2,4	5	1,5
Total	**100%**	**31**	**8,1**	**24**	**5,6**

Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

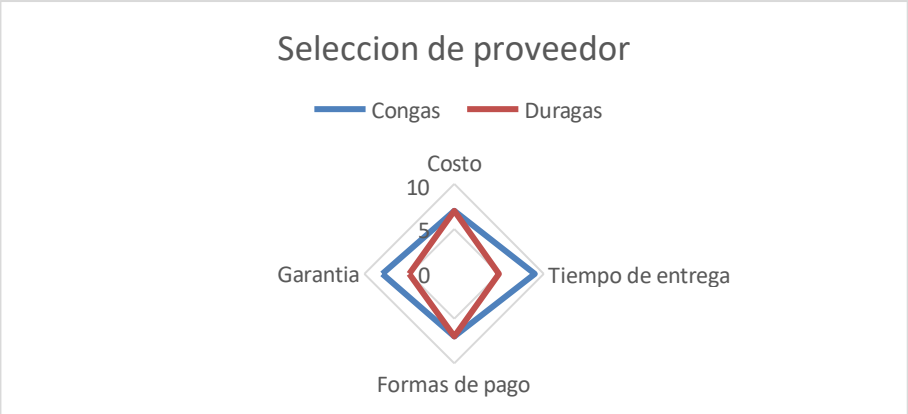


Imagen 15. Gráfico radial de selección de proveedor de GLP
Fuente: Centro logístico de distribución de GLP

Como se puede observar en la Imagen 15 en el caso de falta de GLP en la empresa se debe optar por comprar a la empresa Congas, al contar con una puntuación de 8,1 sobre 10. A continuación se indican los parámetros de calificación.

- **Costo:** En este parámetro las dos empresas tienen la misma calificación en el mismo precio de venta.
- **Tiempo de entrega:** En este parámetro la empresa Congas tiene una ventaja al contar con tiempos de entregas no superiores a las 4 horas laborales en contra de las 10 horas laborables que demora la empresa Duragas.
- **Formas de pago:** En este caso las dos empresas tienen las mismas formas de pago que son de contado que puede ser en efectivo o por transferencia bancaria.
- **Garantía:** En este caso la empresa Congas realiza los cambios de tanques de gas en mal estado de una forma más rápida que la empresa Duragas.

En la Imagen 16 se observa que para la calificación se optó por usar la fórmula de *NET PROMOTER SCORE* donde los valores del 1 al 6 son negativos, valores entre 7 al 8 son neutrales y valores del 9 al 10 son buenos.



Imagen 16. Escala NET PROMOTER SCORE
Fuente: GOOGLE

A continuación, en la Tabla 11, se detallan los productos que se comercializan en el centro logístico y distribución de GLP.

Tabla 11. Productos del centro logístico y distribución de GLP

Marca	Descripción	Ilustración
Congas	Cilindro para uso doméstico. • Capacidad de 15 Kg. • Color tomate.	

Duragas	Cilindro para uso doméstico. • Capacidad de 15 Kg. • Color amarillo.	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 4 Seguridad laboral

Todos los trabajadores deben contar con sus respectivas EPPS para evitar cualquier tipo de lesión en su cuerpo (OHSAS, 2007) como se observa en la Tabla 12 estos son los distintos EPPS entregados a los trabajadores del almacén.

Tabla 12. EPPS del almacén

Nombre del EPP	Uso	Imagen
Guantes	Uso de guantes para protección de las manos	
Zapatos punta de acero	Uso de zapatos de punta de acero para evitar golpe o fracturas en los pies	
Cinturón	Uso de cinturón para evitar la aparición de hernias o malestares en la columna vertebral	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Además, en la Tabla 13 se observa que en el área de trabajo en este caso el almacén debe contar con señalética como indica la norma INEN 439 (IESS).

Tabla 13. Señalética de seguridad

Señalética	Imagen
Señalética de EPPS	

Señalética de prohibido fumar	
Extintor	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 5 Indicadores

En la Tabla 14 se observa la aplicación de indicadores (KPIS) nos permite evaluar el estado actual del almacén, actualmente la empresa cuenta con los siguientes indicadores.

Tabla 14. Tabla de indicadores de la empresa

Indicador	Formula	Descripción
Exactitud del inventario	$\frac{cantidad\ de\ items}{cantidad\ de\ items\ del\ inventario}$	Refleja la diferencia entre el registro con el inventario real
Ciclo de orden	$\sum Fecha\ de\ recepcion - Fecha\ solicitud$	Controla el tiempo transcurrido del pedido
Costos por metro cuadrado	$\frac{Costo\ total\ operativo\ de\ la\ bodega}{Área\ total\ de\ la\ bodega}$	Cuantifica los costos de almacenar por metro cuadrado
Nivel de cumplimiento por despacho	$\frac{cantidad\ de\ despachos\ cumplidos}{Total\ de\ despachos}$	Se basa en conocer la efectividad de los despachos

Fuente: La empresa

Con el uso de estos indicadores (kpis) se pretende obtener información del proceso de abastecimiento y distribución de GLP, lo cual servirá como base para la toma de mejoras en el proceso de abastecimiento de inventario usando el indicador de exactitud del inventario con el del ciclo de orden además con el uso del indicador de nivel de cumplimiento de despachos para conocer cuántos despachos se cumplieron con éxito.

Encontrar los cuellos de botella del proceso mediante teoría de restricciones

La teoría de restricciones tiene como objetivo disminuir la causa raíz de un cuello de botella, dicha teoría está conformada de 5 fases:

Fase 1: Identificación de la restricción

Para realizar un estudio de tiempos se realizó la técnica de regreso a cero donde el cronómetro se vuele a cero cada vez que se termina un ciclo. En la Imagen 17 se observa el modelo de cronómetro utilizado para el estudio de tiempos.



Imagen 17. Cronómetro
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación de en Tabla 15 se observa las características del cronómetro.

Tabla 15. Ficha técnica del cronómetro

Modelo	Cronómetro digital RS-6010
Funciones	• Cronómetro • Cuenta atrás • Reloj • Alarma • Calendario • Podómetro
Tiempo total del cronómetro	9 h 59' 59,99"
Precisión	1/100"
Dimensiones	85 x 55 x 25 mm
Peso	100 g

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

En la Imagen 18 se observa que en la primera fase se debe encontrar el cuello de botella del proceso para lo cual se desarrollará un cursograma analítico que permitirá ver los tiempos de los procesos.

Cálculo de los tiempos

Para determinar los tiempos Pert se utilizará la siguiente Ecuación 1:

$$Pert = \frac{to + 4tm + tp}{6}$$

Ecuación 1. Tiempos PERT

Donde:

to=Tiempo optimista

tm=Tiempo más probable

tp=Tiempo pesimista

El cálculo del tiempo Pert del proceso de abastecimiento y distribución se puede observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Tabla de cálculo de tiempos Pert

No	**Actividad**	**Predecesor**	**Tiempos tomados**	**Tiempo optimista**	**Tiempo más probable**	**Tiempo pesimista**	**Tiempo Pert**
1	Ingrese de la plataforma	-	0.28 s 0.29 s 0.35 s 0.32 s 0.30 s	0,28 s	0.30 s	0.35 s	0.30 s
2	Llegada de plataforma al área de desembarque	Ingrese de la plataforma	2.95 s 2.83 s 2.97 s 2.92 s 2.98 s	2.83 s	2.92	2.98	2.92 s
3	Carga y descarga de tanques de gas de la plataforma móvil	Llegada de plataforma al área de desembarque	5864,2 s 5921,8 s 5893,2 s 5901,2 s	5864,2 s	5893.2 s	5921,8 s	5893 s

			5897,7 s				
4	Salida de la plataforma móvil	Carga y descarga de tanques de gas	0.30 s 0.31 s 0.28 s 0.35 s 0.32 s	0.28 s	0.31 s	0.35 s	0.31 s
5	Entrada de camión distribuidor	Salida de la plataforma móvil	0.21 s 0.23 s 0.28 s 0.24 s 0.26 s	0.21 s	0.24 s	0.28 s	0.24 s
6	Llegada de camión al área de desembarque	Entrada de camión distribuidor	1.25 s 1.20 s 1.19 s 1.16 s 1.21 s	1.16 s	1.20 s	1.25 s	1.20 s
7	Carga de tanques llenos	Llagada de camión al área de desembarque	578.84 s 581.74 s 573.6 s 571.02 s 587.52 s	571.02 s	581.74 s	587.52 s	580.91 s
8	Facturación	Carga de tanques llenos	40.25 s 41.02 s 39.22 s 41,03 s 39,56 s	39.22 s	40.25 s	41.03 s	40.20 s
9	Salida de camión distribuidor con tanques llenos	Carga de tanques llenos	0.12 s 0.18 s 0.15 s 0.17 s 0.16 s	0.12 s	0.15 s	0.18 s	0.15 s
10	Regreso de camión distribuidor con tanques vacíos	Salida de camión distribuidor con tanques llenos Salida de camión distribuidor con	17520.32 s 18025.32 s 17920.85 s 18120.22 s 17993,21 s	17520.32 s	17920.85 s	18120.22 s	17887.32 s

		tanques llenos					
11	Descarga de tanques del camión distribuidor	Regreso de camión distribuidor con tanques vacíos	480.53 s 471.92 s 486.26 s 478.56 s 481,05 s	471.92 s	480.53 s	486.26 s	480.05 s
12	Generación de orden de compra de tanques llenos	Descarga de tanques vacíos	18.22 s 17.56 s 17.95 s 18.03 s 18.56 s	17.56 s	18.03 s	18.56 s	18.04 s

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Tabla 16 se encuentra la tabla de datos obtenidos para el estudio de tiempos y movimientos en la cual se obtuvo 5 muestras de cada actividad.

Como se puede observar en la Imagen 18, se encuentran la tabla resumen de los tiempos Pert encontrados en el proceso. A continuación, se puede observar el cursograma analítico del proceso está conformado de 8 operaciones y 4 transportes.

Descripcion	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)	Simbolos
Ingreso de la plataforma	0,3		
Llegada de la plataformaal area de desembarque	2,92	62	
Carga y descarga de tanques de gas	5893		
Salida de la plataforma movil descargada	0,31	62	
Entrada de camion distribuidor vacio	0,24		
Llegada de camion al area de desembarque	1,2	62	
Carga de tanques llenos en camion distribuidor	580,91		
Facturacion	40,2	43	
Salida del camion distribuidor cargado	0,15	19	
Regreso del camion distribuidor con tanques vacios	17887,32		
Descarga de tanques vacios del camion distribuidor	480,05		
Generacion de orden de compra de tanques llenos	18,04		
TOTAL	**24904,64**	**248**	

Imagen 18. Cursograma analítico del proceso
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Con los datos obtenidos del cursograma analítico se procederá en la elaboración de un Diagrama Pert como se muestra en la siguiente Imagen 19.

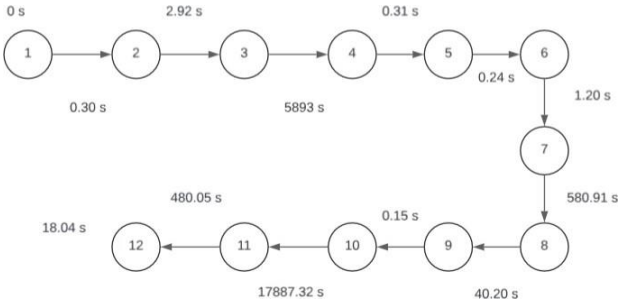


Imagen 19. Diagrama Pert
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en el Diagrama Pert el cuello de botella del proceso, es el proceso de carga y descarga de tanques de gas de la plataforma móvil (actividad 3).

Fase 2: Explotar la restricción

Como se observa la carga y descarga de tanques de gas de la plataforma móvil es el cuello de botella del proceso, esto se debe a la gran cantidad de unidades que deben cargar los trabajadores, como se observa en la Imagen 20 dos trabajadores se encargan de la descarga de tanques llenos y dos trabajadores se encargan de la carga de tanques vacíos.



Imagen 20. Proceso de descarga de tanques de gas del camión distribuidor
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Tabla 17. Toma de tiempos de los trabajadores en la carga de tanques de gas llenos

Trabajador	Tiempos tomados	t_o	t_m	t_p	Tiempo Pert
Trabajador 1	6,72 s 7.32 s 7.03 s 7.02 s 6.98 s	6.72 s	7.02 s	7.32 s	7.02 s
Trabajador 2	6.92 s	6.86 s	7.06 s	7.14 s	7.04 s

Trabajador	Tiempos tomados	t_o	t_m	t_p	Tiempo Pert
	7.06 s 7.14 s 6.86 s 7.03 s				

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se puede observar en la Tabla 17 se observa el tiempo Pert de cada trabajador en el momento de cargar los tanques llenos.

Como se puede observar en la Tabla 18 se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk a los tiempos tomados para observar si pertenecen a una distribución normal.

Tabla 18. Cálculo de la normalidad de los datos de tiempos tomados

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)		
Estadístico	Grados de libertad	Valor P
0,96	10	0,831

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

En la Imagen 21 se observa el caso, el valor P es mayor a 0,05 significa que los datos siguen una distribución normal.

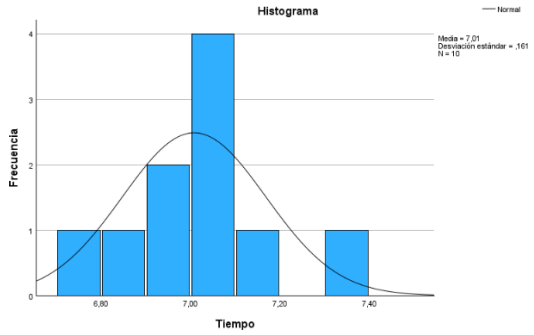


Imagen 21. Gráfica de los tiempos de carga
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

En la siguiente Tabla 19 se indica el cálculo de los tiempos Pert de cada trabajador en la activad de descarga de tanques de gas vacíos.

Tabla 19. Toma de tiempos de los trabajadores en la descarga de tanques de gas vacíos

Trabajador	Tiempos tomados	t_o	t_m	t_p	Tiempo Pert
Trabajador 3	5.89 s 5.96 s 6.06 s 6.04 s	5.89 s	5.98 s	6.06 s	5.97 s

	5.98 s				
Trabajador 4	6.06 s 5.98 s 5.87 s 6.10 s 6.04 s	5.87 s	5.98 s	6.10 s	5.98 s

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se puede observar en la Tabla 20 se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk a los tiempos tomados para observar si pertenecen a una distribución normal.

Tabla 20. Cálculo de la normalidad de los datos de tiempos tomados

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)		
Estadístico	Grados de libertad	Valor P
0,927	10	0,422

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

En la Imagen 22 se observa el caso el valor P es mayor a 0,05 significa que los datos siguen una distribución normal.

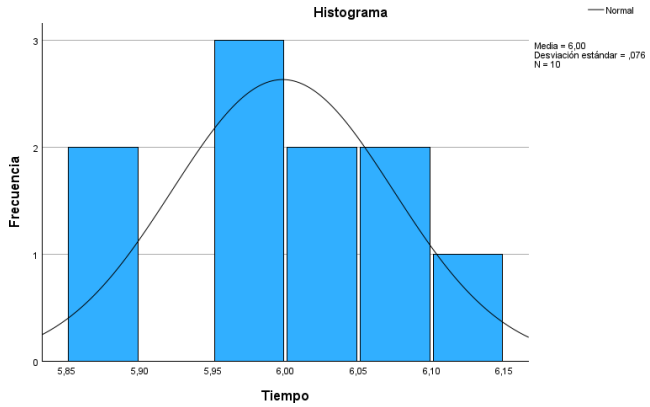


Imagen 22. Gráfica de los tiempos de descarga
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Según Teoría de restricciones en la fase 2 se debe optimizar las restricciones del sistema estas pueden ser:

- Primera restricción de inventario
- Segunda restricción de maquinaria
- Tercera restricción de mano de obra

En este caso la empresa tiene limitaciones en dos de sus tres restricciones. En la primera restricción cuenta con cantidades fijas de inventario que en este caso son 3000 tanques de gas vacíos lo cual es su limitante en su inventario, para incrementar el mismo la empresa debe realizar gran inversión para la compra de más tanques de gas vacíos además de la ampliación del área de almacenamiento.

En el caso de la segunda restricción no existe algún tipo de maquinaria que permita cargar y descargar de forma más rápida los tanques de la plataforma móvil a la plataforma fija o la carga de los tanques a los camiones distribuidores todo este proceso se debe realizar a mano.

En el caso de la tercera restricción se puede explotar la capacidad de la misma usando la metodología *KAIZEN* para lo cual se debe aplicar las 5's además se puede incrementar la misma con la contratación de un trabajador más para disminuir los tiempos de carga y descarga de tanques de gas.

Pasos para la aplicación de las 5's

Para la aplicación de la metodología 5's se debe evaluar las s actuales de la empresa mediante el siguiente checklist.

Eliminar (SEIRI)

La primera s se centra en eliminar elementos innecesarios en el área de trabajo. En la Imagen 23 se observa el diagrama SEIRI para la selección del objeto si está obsoleto, dañado y necesario.

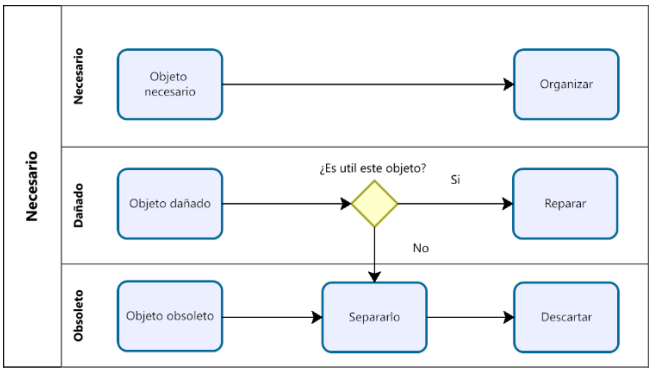


Imagen 23. Diagrama SEIRI
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Tabla 21 con la aplicación del diagrama SEIRI se determina si el objeto es obsoleto, dañado o necesario y se le etiqueta con una tarjeta roja.

Tabla 21. Modelo de tarjeta roja

TARJETA ROJA	
Fecha:	**Área:**
Ítem:	**Cantidad de ítems:**
Categoría	Equipos de oficina Librería y papelería Mobiliario Instrumentos de medición Materia Prima Equipo de limpieza
Razón	No es necesario Dañado Defectuoso Uso desconocido Contaminante Otros Ninguno
Consideraciones especiales	Explosivo Recipiente especial Ventilación Temperatura ambiental ℃ Ninguna
Forma de eliminación	Vender

		Regresar al proveedor Desechar Reciclar Donar Otros
Fecha de eliminación:		**Firma del responsable:**
Elaborado por: Autor	**Aprobado por: Tutor**	**Revisado por**: **Empresa**

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 22 se detalla los distintos ítems que tiene el centro logístico y distribución de GLP.

Materiales: Son elementos que permiten realizar el desarrollo de las actividades laborales en su mayoría son los consumibles de la oficina.

- **Programas-Aplicaciones tecnológicas:** Son elementos que permiten almacenar información de la empresa.
- **Maquinaria:** Son elementos que pueden ser mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos o neumáticos que permiten realizar una actividad como el transporte de materiales o almacenamiento de información.

Tabla 22. Elementos del área de almacenamiento

Tipo	Ítem	Imagen
Materiales	Insumos de oficina • Papel • Esferos • Lápices • Borradores	
	Archivos	
	Muebles de oficina	

Maquinaria	Computadora	
	Impresora	
Programas-Aplicaciones tecnológicas	Base de datos • Microsoft Excel	Excel
	Programa de facturación • Microplus	MICROPLUSQL SISTEMA CONTABLE INTEGRAL
	Motores de búsqueda • Google	Google

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Tabla 22 existen varios elementos en el área de almacenamiento que solo los que pertenecen al tipo de maquinaria y materiales se les puede aplicar una tarjeta roja.

A continuación, como se observa en la Tabla 23 se procede a la aplicación de la tarjeta roja a los siguientes ítems.

Tabla 23. Aplicación de tarjeta roja ordenador

Ficha técnica de maquinaria y materiales		
Marca: HP	**Tiempo de uso:**6 años	**Fecha:**16/08/2024
Modelo: AMD E-450 APU	**Denominación:** Ordenador de escritorio	**Codigo:**C-HP-01
Características: • Sistema operativo Windows 10 • Procesador AMD E-450-APU	**Funciones:** • Almacenamiento de información • Facturación	

Imagen	

Aplicación de tarjeta roja

TARJETA ROJA	
Fecha: 16/08/2024	**Área: Oficina**
Ítem: Ordenador	**Cantidad de ítems:1**
Categoría	Equipos de oficina X Librería y papelería Mobiliario Instrumentos de medición Materia Prima Equipo de limpieza
Razón	No es necesario Dañado Defectuoso Uso desconocido Contaminante Otros Ninguno X
Consideraciones especiales	Explosivo Recipiente especial Ventilación Temperatura ambiental °C Ninguna X
Forma de eliminación	Vender X Regresar al proveedor Desechar

		Reciclar Donar Otros
Fecha de eliminación:		**Firma del responsable:**
Elaborado por: Autor	**Aprobado por: Tutor**	**Revisado por**: **Empresa**

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 24 se aplicará la tarjeta roja a la impresora.

Tabla 24. Aplicación de tarjeta roja impresora

Ficha técnica de maquinaria y materiales		
Marca: EPSON	**Tiempo de uso**:6 años	**Fecha:**16/08/2024
Modelo: Epson L355	**Denominación:** Impresora	**Codigo:**C-EP-01
Características: • Sistema de tinta continua	**Funciones:** • Impresión de documentos • Fotocopiadora a color o blanco y negro • Scanner	
Imagen		

Aplicación de tarjeta roja	
TARJETA ROJA	
Fecha:	**Área: Oficina**
Ítem: Ordenador	**Cantidad de ítems:1**
Categoría	Equipos de oficina X Librería y papelería Mobiliario Instrumentos de medición Materia Prima Equipo de limpieza
Razón	No es necesario Dañado Defectuoso Uso desconocido

		Contaminante Otros Ninguno X
Consideraciones especiales		Explosivo Recipiente especial Ventilación Temperatura ambiental °C Ninguna X
Forma de eliminación		Vender X Regresar al proveedor Desechar Reciclar Donar Otros
Fecha de eliminación:		**Firma del responsable:**
Elaborado por: Autor	**Aprobado por: Tutor**	**Revisado por**: **Empresa**

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 25 se aplicará la tarjeta roja a un mueble de la oficina.

Tabla 25. Aplicación de tarjeta roja percha

Ficha técnica de maquinaria y materiales		
Marca: Desconocida	**Tiempo de uso**:6 años	**Fecha:**16/08/2024
Modelo: Desconocida	**Denominación:** Percha de madera	**Código**-PM-01
Características: • Material MDF • Color café	**Funciones:** • Almacenar carpetas • Almacenar consumibles (papel)	
Imagen		
Aplicación de tarjeta roja		
TARJETA ROJA		
Fecha:	**Área: Oficina**	

Ficha técnica de maquinaria y materiales		
Marca: Desconocida	**Tiempo de uso**:6 años	**Fecha:**16/08/2024
Modelo: Desconocida	**Denominación:** Percha de madera	**Código**-PM-01
Características: • Material MDF • Color café	**Funciones:** • Almacenar carpetas • Almacenar consumibles (papel)	

Ítem: Ordenador	**Cantidad de ítems:1**
Categoría	Equipos de oficina Librería y papelería Mobiliario X Instrumentos de medición Materia Prima Equipo de limpieza
Razón	No es necesario Dañado Defectuoso Uso desconocido Contaminante Otros Ninguno X
Consideraciones especiales	Explosivo Recipiente especial Ventilación Temperatura ambiental °C

<table>
<tr><th colspan="3">Ficha técnica de maquinaria y materiales</th></tr>
<tr><td>Marca: Desconocida</td><td>Tiempo de uso:6 años</td><td>Fecha:16/08/2024</td></tr>
<tr><td>Modelo: Desconocida</td><td>Denominación: Percha de madera</td><td>Código-PM-01</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:
Material MDF
Color café</td><td>Funciones:
Almacenar carpetas
Almacenar consumibles (papel)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Ninguna X</td></tr>
<tr><td colspan="2">Forma de eliminación</td><td>Vender X
Regresar al proveedor
Desechar
Reciclar
Donar
Otros</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fecha de eliminación:</td><td>Firma del responsable:</td></tr>
<tr><td>Elaborado por: Autor</td><td>Aprobado por: Tutor</td><td>Revisado por: Empresa</td></tr>
</table>

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Ordenar (SEITON)

Es la segunda s donde se determina el lugar de las cosas que se encuentran dentro de la bodega. Como se observa en la Imagen 24 para lo cual se usará la NTE INEN-ISO 3864-1:2013 que determina la combinación de las franjas de señalización que en este caso debe ser amarrilla con franjas negras de contraste.

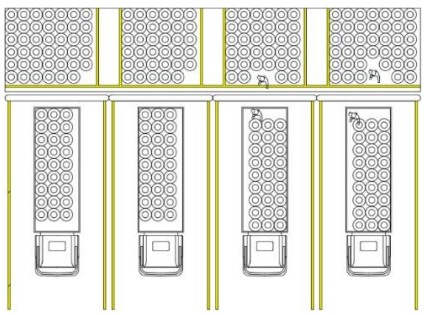


Imagen 24. Señalización de la bodega de la empresa

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Limpiar (SEISO)

La tercera s se encarga de la limpieza de la bodega para lo cual se debe usar los siguientes parámetros.

- Elaborar un plan de limpieza
- Elaborar una hoja de control de limpieza

Plan de limpieza

Como se observa en la Tabla 26 con la generación de este plan de limpieza se utilizará como guía para la limpieza del área de trabajo.

Tabla 26. Plan de limpieza de la empresa

Superficie/Equipo	Método	Frecuencia	Elemento de limpieza	Responsable
Pisos	Barrer el piso para eliminar la acumulación de polvos	Diaria	• Escoba • Pala • Aspiradora	Personal del área de almacenamiento
Stock	Limpiar los tanques	Diaria	• Franela • Agua	Personal del área de almacenamiento

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Hoja de control de limpieza

A continuación, en la Tabla 27 se realizó un modelo de hoja de control donde se debe llenar los siguientes parámetros:

- **Actividad:** En este apartado se encuentra el área donde se va a realizar la actividad de limpieza.

- **Fecha de limpieza:** En este apartado se encuentra la fecha en la que se realiza la actividad de limpieza.

- **Observación:** En este apartado se debe anotar si en el área de limpieza se encontró alguna anomalía o si se debe comprar algún material de limpieza.

- **Materiales Utilizados**: En este apartado de debe anotar que materiales se utilizaron para la limpieza.

- **Firma**: Se debe firmar como muestra de evidencia de que si se limpió la bodega.

Tabla 27. Formato de hoja de control

HOJA DE CONTROL DE LIMPIEZA DEL ALMACEN				
Nombre del encargado de limpieza:				
Mes:				
Actividad	**Fechas de limpieza**	**Observación**	**Materiales utilizados**	**Firma**
Limpieza de pisos				
Limpiezas de perchas				
Limpiezas de puertas				
Limpieza de basurero				
Limpieza de escritorio				
Limpieza de stock				

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Estandarizar (SEIKETSU)

Es la cuarta s donde se aplica las mejoras de las anteriores s con lo cual se generará una cultura de orden dentro de la empresa.

Autodisciplina (SHITSUKE)

Es la última s es la más importante porque trata de la aplicación de la cultura organizacional de la empresa a lo largo del tiempo.

Para mantener los beneficios de las 4's anteriores se debe seguir los siguientes parámetros:

- Aplicación de la metodología de las 5's en el centro logístico y distribución de GLP.
- Aplicación de auditorías de las 5's.

Fase 3: Subordinación de la restricción

Una vez encontrado el cuello de botella del proceso se debe calcular la capacidad de producción.

Producción por hora: Hace referencia a la cantidad de tanques descargados llenos.

Días trabajados: Hace referencia a los días trabajados por los estibadores.

%Hermas: Hace referencia a los desperdicios en este caso al tiempo perdido:

- Tiempos de espera.
- Tiempo improductivo por el trabajador.
- Tiempos de descanso entre carga y descarga de tanques de gas.

En la Tabla 28 se determinó dichos valores para el proceso de descarga de tanques llenos en la plataforma fija.

Tabla 28. Datos para el cálculo de capacidad instalada

Trabajador	Producción por hora	Días trabajador	Numero de turnos	% Hermas
Trabajador 1	515	288	1	3%
Trabajador 2	515	288	1	3%

Fuente: Gaguancela, Angel (2024

Para determinar las distintas capacidades se utiliza la Ecuación 2, Ecuación 3 y Ecuación 4.

Fórmula de cálculo de capacidad instalada

$$\text{Capacidad instalada} = \text{Produccion por hora} * 24\ \text{h} * 365\ \text{dias}$$

Ecuación 2. De capacidad instalada

Fórmula de cálculo de capacidad real

$$Capacidad\ real = Produccion\ por\ hora * \#\ de\ turnos * 8\ h * dias\ trabajados$$

Ecuación 3. De capacidad real

Fórmula de cálculo de capacidad efectiva

$$Capacidad\ instalada = Capacidad\ real - (Capacidad\ real * \%\ hermas)$$

Ecuación 4. De capacidad efectiva

Como se observa en la Tabla 29 se encuentra los datos para el cálculo de las capacidades.

Tabla 29. Cálculo de las capacidades

Trabajador	Capacidad instalada	Capacidad real	Capacidad efectiva
Trabajador 1	4511400	1186560	1150963,2
Trabajador 2	4511400	1186560	1150963,2
Total	**9022800**	**2373120**	**2301926,4**

Fuente: Gaguancela, Angel (2024

A continuación, se realizó los mismos cálculos para la carga de tanques vacíos en la plataforma móvil. Cómo se observa en la Tabla 30 y Tabla 31 se encuentran los cálculos de producción por día y capacidad.

Tabla 30. Datos para el cálculo de capacidad instalada

Trabajador	Producción por hora	Días trabajador	Numero de turnos	% Hermas
Trabajador 1	600	288	1	3%
Trabajador 2	600	288	1	3%

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Tabla 31. Cálculo de las capacidades

Trabajador	Capacidad instalada	Capacidad real	Capacidad efectiva
Trabajador 1	5256000	1382400	1340928
Trabajador 2	5256000	1382400	1340928
Total	10512000	2764800	2681856

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 4: Elevar restricción

En esta fase se trata de encontrar una solución al problema en el proceso de carga y descarga, se han encontrado dos soluciones una de ellas es el incremento de un trabajador en la plataforma fija.

Con el incremento de la pareja de trabajadores disminuye el tiempo de espera de los camiones operativos.

Cálculo del tiempo con el nuevo trabajador

En la Tabla 32 y 33, se evidencia los cambios en los tiempos de espera con la implementación del trabajador nuevo.

Tabla 32. Cálculo de tiempos de descarga de GLP con el nuevo trabajador.

Trabajador	Tiempo por tanque	Tiempo de descarga de tanques en la plataforma fija	Tanques descargados en la plataforma fija
Trabajador 1	7.02 s	6486.48 s	924
Trabajador 2	7.04 s	6504.96 s	924
Trabajador nuevo	7.03 s	6495.72 s	924

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Tabla 33. Cálculo de tiempos de carga de GLP con el nuevo trabajador

Trabajador	Tiempo por tanque	Tiempo de carga de tanques en la plataforma móvil	Tanques cargados en la plataforma móvil
Trabajador 3	5.97 s	5516.28 s	924

Trabajador 4	5.98 s	5525.52 s	924
Trabajador nuevo	6.20 s	5728.8 s	924

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 25 la comparativa en los tiempos de carga de los tanques de la plataforma fija con el incremento de un trabajador más el tiempo promedio de carga ha disminuido en 46,7%.

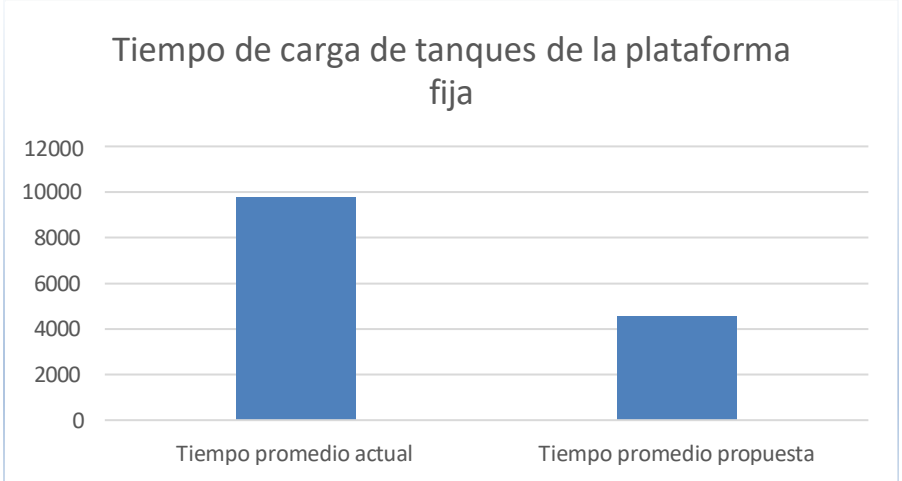


Imagen 25. Comparativa de tiempos en la carga de tanques en la plataforma fija
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 26**.** La comparativa en los tiempos de descarga de los tanques de la plataforma móvil con el incremento de un trabajador más, el tiempo promedio de carga ha disminuido en 31,71%.

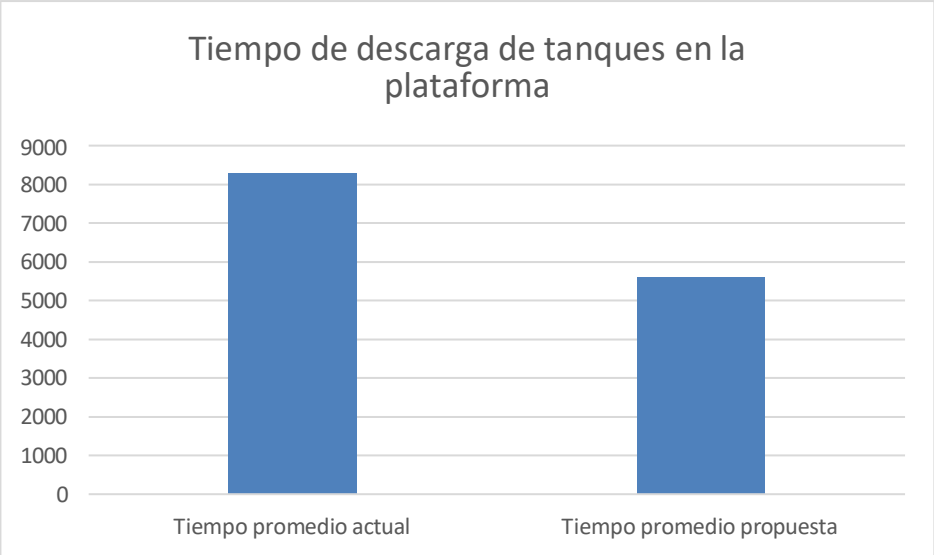


Imagen 26. Comparativa de tiempos de descarga de tanques
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Fase 5: Evaluar si hay una nueva restricción

Como se puede observar en el Diagrama Pert realizado en la fase 1, el proceso de carga de tanques de gas llenos en el camión distribuidor es otra actividad con gran demora en este caso se puede usar la solución antes planteada de contratar otra persona que ayude a la carga de los tanques de gas.

Evaluación actual del estado de la infraestructura tecnológica del centro de logística y distribución de GLP

Para la simulación de este proceso se requiere la implementación del programa Autodesk, AutoCAD con FlexSim, para lo cual se aplicará un *checklist* para evidenciar el nivel actual de tecnología del centro logístico y distribución de GLP. Como se observa en la Tabla 34 con el checklist de la evaluación de infraestructura tecnológica del centro.

Tabla 34. Checklist de la evaluación de infraestructura tecnológica del centro

Checklist de evaluación de infraestructura tecnológica			
Evaluación de infraestructura			
Pregunta	**Cumple**	**No cumple**	**Observación**
El centro logístico y distribución cuenta con computadora	**X**		Computadora un poco antigua

Computadora cuenta con una RAM igual o superior a 8 GB	**X**		
Computadora cuenta con algún disco o memoria externo que permite el almacenamiento de datos		X	
Computadora compatible con Autodesk AutoCAD	**X**		La computadora no cuenta con tarjeta gráfica lo cual afecta la visibilidad de los planos
Computadora contar con Windows 10 o superior	**X**		
Computadora compatible con AutoDesk AutoCAD	**X**		
Computadora compatible con FlexSim	**X**		
Acceso a redes de conexión			
El centro logístico y distribución cuenta con acceso a internet	**X**		
Requisito del programa y licencias			
La empresa cuenta con las licencias de los programas		**X**	El centro logístico y distribución de GLP usa demos

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se puede observar en la Tabla 34 el centro logístico y distribución de GLP cuenta con los elementos necesarios para realizar la simulación del proceso.

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de Investigación: Logística y Cadena de Suministro

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Procesos

Aspecto: Implementación de un sistema de reposición en un centro logístico de GLP

Objeto de estudio: Sistema de reposición en un Centro Logístico de GLP en la ciudad de Ambato

Área de análisis: Diciembre 2023-Julio 2024

Modelo operativo:

En la Imagen 27 se observa el modelo operativo propuesto para la implementación de un sistema de reposición en un centro logístico de GLP se basa en una serie de actividades que se interrelacionan para cumplir con los objetivos planteados.

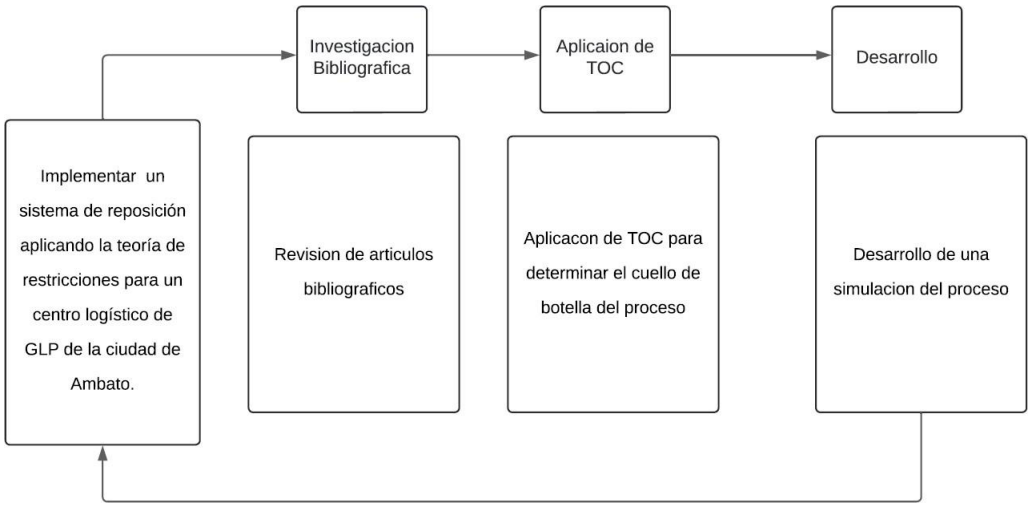


Imagen 27. Modelo operativo
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Desarrollo Del Modelo Operativo

Actividad 1: Aplicación de la metodología IPISI

Diagnosticar el proceso actual abastecimiento y distribución de GLP mediante el uso de la metodología IPISI.

- Identificación de los problemas en cada una de sus fases.
- Verificar si el almacén tiene sus respectivas señaléticas.
- Verificar los trabajadores tienen sus EPPS necesarias.
- Consultar si la empresa tiene indicadores en el área del almacén.

Actividad 2: Encontrar los cuellos de botella del proceso mediante el uso de teoría de restricciones.

- Aplicación de los parámetros de teoría de restricciones para encontrar el cuello de botella del proceso.
- Tomar tiempos Pert del proceso.
- Evaluar los tiempos Pert para verificar si pertenecen a una distribución normal.
- Encontrar una posible solución al cuello de botella.

Actividad 3: Seleccionar una solución factible para la disminución del cuello de botella mediante el uso de teoría de restricciones.

- Obtención de información del proceso para su simulación.
- Desarrollo de las soluciones obtenidas en el objetivo 2 mediante una simulación.
- Diseño de indicadores para evaluar el estado actual del proceso.
- Capacitar al personal acerca de los beneficios de la teoría de restricciones.

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP DE LA CIUDAD DE AMBATO

Presentación de la propuesta

Selección del programa para la simulación del proceso

Para realizar la simulación de este proceso existen varios programas para seleccionar el mejor que se adapte, se debe aplicar el método de factores ponderados, este es un método cuantitativo.

Los programas más usados para simulación de procesos son los siguientes:

- FlexSim
- ARENA
- Vensim

El cual tiene los siguientes factores de ponderación:

- **Factibilidad de simulación:** Hace referencia a que tan fácil es realizar la simulación del proceso en dicho programa.
- **Costo:** Hace referencia si el programa tiene algún costo como su licencia o instalación.
- **Capacidad de integración de datos:** Hace referencia que tan flexible es el programa en la recolección de datos y generación de los mismos.

- **Control de proceso:** Hace referencia a que tan real es la simulación además una gran capacidad de adaptación a cambios.
- **Soporte técnico:** Hace referencia si el programa tiene personal encargado de solucionar problemas.

En la Tabla 35 se observa el valor de cada factor.

Tabla 35. Valor de cada factor

Factor	Valor
1	Importancia nula
2	Importancia baja
3	Importancia media
4	Importancia alta
5	Muy importante

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 36 se realizará la matriz de factores ponderados.

Tabla 36. Matriz de factores ponderados

Matriz de factores ponderados				
Factores	**Ponderación (100%)**	**FlexSim**	**Vensim**	**ARENA**
Factibilidad de simulación	20%	4	3	2
Costo	20%	4	4	3
Capacidad de integración de datos	30%	4	2	3
Control de proceso	10%	3	3	3
Soporte técnico	20%	4	3	3
Total	100%	19	15	14

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, se obtendrá la moderación de cada factor como se observa en la Tabla 37.

Tabla 37. Matriz de cálculo de peso de cada ponderación

Matriz de factores ponderados			
Factores	**FlexSim**	**Vensim**	**ARENA**
Factibilidad de simulación	0.80	0.60	0.40
Costo	0.80	0.80	0.60
Capacidad de integración de datos	1.20	0.60	0.90
Control de proceso	0.30	0.30	0.30
Soporte técnico	0.80	0.60	0.60
Total	3.90	2.90	2.80

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Tabla 37 la mejor opción de programa de simulación es el programa FlexSim hacer la opción con mayor puntuación.

Descripción del programa de simulación FlexSim

El programa FlexSim es una herramienta que nos permite simular procesos además nos permite realizar cambios dentro del proceso que nos permite visualizar dichos cambios y evaluar los mismos.

Simulación del estado actual

A continuación, se describe los diferentes subprocesos que componen al proceso de abastecimiento y distribución de GLP.

- Recepción de los tanques de GLP

La hora de entrada del camión es 7:30 am el tiempo de carga y descarga de los tanques de GLP corresponde a 5893 segundos, equivalente a 98,21 minutos por cada plataforma móvil, que ingresa aproximadamente 3 veces por día, correspondiente a 2 de Congas y una a Duragas cabe mencionar la carga y descarga la realizan 4 personas a tiempo completo.

- Carga de camiones distribuidores

Tras la salida de la plataforma móvil, llegan 2 camiones distribuidores pequeños los cuales los mismos trabajadores se encargan de cargar los tanques llenos de GLP al finalizar el llenado de los camiones cada uno pasa por el área de facturación.

Al finalizar la ruta establecida por la gerencia tiene que regresar al centro logístico y distribución de GLP para reabastecerse de tanques de GLP llenos además de descargar los tanques de GLP vacíos este proceso se realiza varias veces al día hasta finalizar la jornada laboral.

Creación del plano en AutoCAD

Para la creación del plano del centro logístico y distribución de GLP se utilizó el programa AutoCAD. Para la creación de este plano se utilizaron varios comandos del programa:

- Comando línea
- Comando cortar
- Comando alargar
- Circulo

Además, como se observa en la Imagen 28, se exportaron imágenes 2D para dar una representación más realista como:

- Mesas
- Escritorios
- Baños
- Lavabos
- Camiones

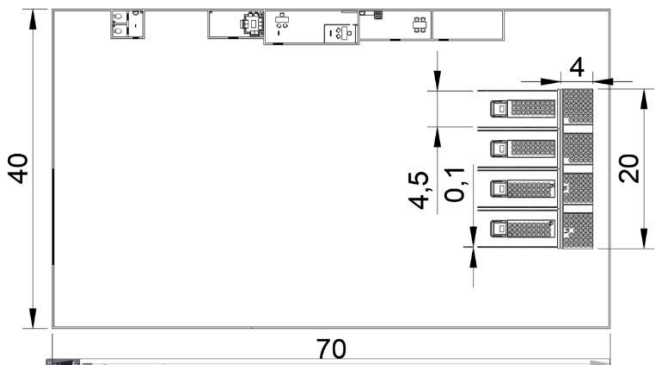
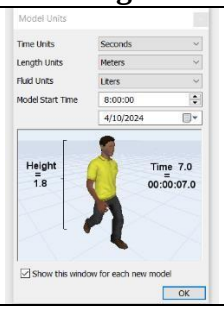


Imagen 28. Plano en AutoCAD del centro logístico y distribución de GLP
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Abrir el programa de FlexSim

Como se observa en la Tabla 38 el primer paso para realizar la simulación se debe abrir el programa FlexSim. Como último paso tememos la configuración de unidades con las que se va a trabajar en el entorno de FlexSim.

Tabla 38. Parametrización del entorno de trabajo

Parametrización	Imagen
• Unidad de tiempo se mide en segundos. • Unidades de longitud se mide en metros • Unidades de fluidos se mide litros	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, como se observa en la Imagen 29 se incorporan los siguientes elementos a parametrizar en la Imagen

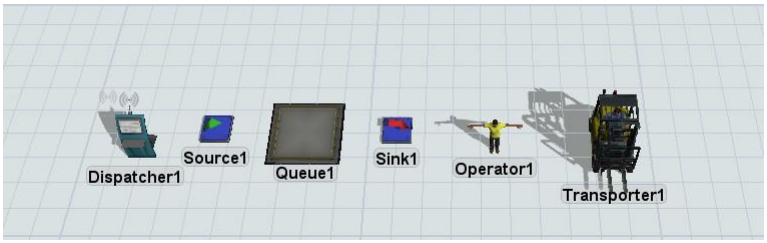
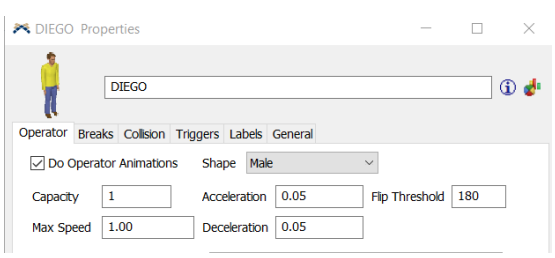


Imagen 29. Elementos de simulación
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 39 se indica la parametrización del operador. Estos parámetros se repiten para los 4 trabajadores del almacén.

Tabla 39. Parametrización del trabajador

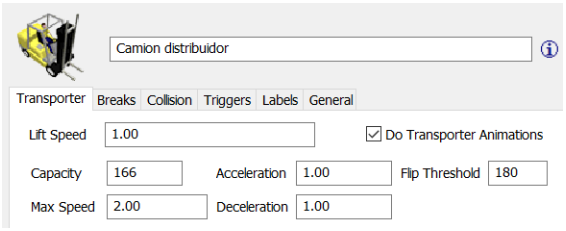
Parametrización	Imagen
• Capacity: Hace referencia a la capacidad de carga del operario en este caso es de uno. • Max speed: Hace referencia a la velocidad máxima de desplazamiento del operario en este caso es de 1m/s.	

• Acceleration y Deceleration: Hace referencia la aceleración y desaceleración del operario que en este caso es de 0,05m/s^2. • Flip threshold: Hace referencia al umbral de giro del operador en este caso es de 180 grados.	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 40 se indica la parametrización del transporte en este se simula un camión distribuidor estos parámetros se utilizan en todos los camiones distribuidores de la empresa.

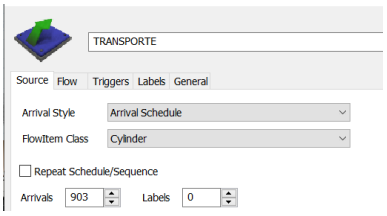
Tabla 40. Parametrización del transporte

Parametrización	Imagen
• Lift speed: Hace referencia a que altura puede alzar el montacargas en este caso 1 metro. • Capacity: Hace referencia a la capacidad de carga en este caso 166 unidades. • Max speed: Hace referencia a la velocidad de desplazamiento de 2m/s. • Acceleration y Deceleration: Hace referencia a la aceleración y desaceleración del camión en este caso es de 1m/s^2. • Flip Threshold:Hace referencia al umbral de giro del operador en este caso es de 180 grados	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 41 se indica la parametrización de la plataforma móvil estos mismos parámetros se utilizan para las 3 plataformas móviles que vienen a la empresa de dejar los tanques de GLP.

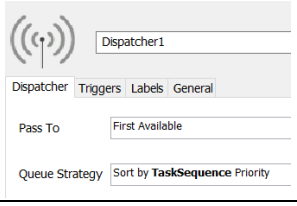
Tabla 41. Parametrización de la plataforma móvil

Parametrización	Imagen
FlowItem Class: Hace referencia a que clase de ítems puede simular en este caso un cilindro. **Arrivlas:** Hace referencia a cuantas unidades deben llegar en este caso 903 unidades de tanques de GLP llenos	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 42 se indica la parametrización del Dispatcher.

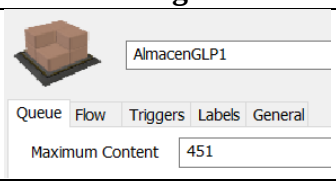
Tabla 42. Parametrización del Dispatcher

Parametrización	Imagen
Queue Strategy: Hace referencia a la estrategia de cola en este caso se selecciona la opción *Sort by TaskSequence Priority*.	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

A continuación, en la Tabla 43 se indica la parametrización del almacén.

Tabla 43. Parametrización del almacén

Parametrización	Imagen
Maximum content: Hace referencia a la capacidad máxima del almacén en este caso 451 unidades (tanques de GLP).	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Resultados de la simulación

Se realizó la simulación donde se obtuvo la siguiente información.

- Tiempos de descarga de tanques de GLP
- Tiempos de carga de tanques de GLP
- Cantidad de viajes realizados por el camión distribuidor

Además, con los datos de la Tabla 44 que la demanda promedio diaria de tanques de GLP es de 849 de Duragas y de 1292 de Congas, A continuación, en la siguiente Tabla se observa la ganancia por cada tanque de GLP vendido.

Tabla 44. Información de la utilidad por tanque de GLP

Marca	Precio	Porcentaje de ganancia	Ganancia por unidad
Duragas	1,65$	12%	0,20$
Congas	1,65$	12%	0,20$

Fuente: Centro logístico y distribución de GLP

En la Imagen 30 se aplicó un diagrama de Pareto para determinar donde se encuentra la mayor demanda de tanques de GLP.

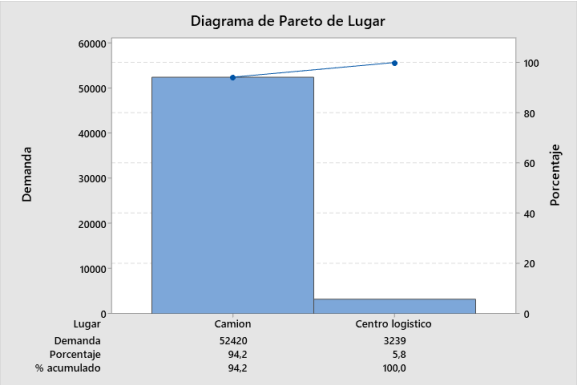


Imagen 30. Diagrama de Pareto de la demanda de tanques de GLP
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 30 la mayor demanda de tanques de GLP es en los camiones distribuidores, esta información se corrobora en la Tabla 45.

Tabla 45. Información de demanda de tanques de GLP

Demanda			
Centro de distribución		**Camión distribuidor**	
Duragas	**Congas**	**Duragas**	**Congas**
1551	1688	20525	31895

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Con esta información obtenida se puede determinar que los trabajadores que se encargan del proceso de carga y descarga son importantes debido a que hacen esta actividad varias veces al día. Además, se aplicó un Pareto de segundo nivel para evidenciar cual marca de tanque de GLP tiene mayor demanda.

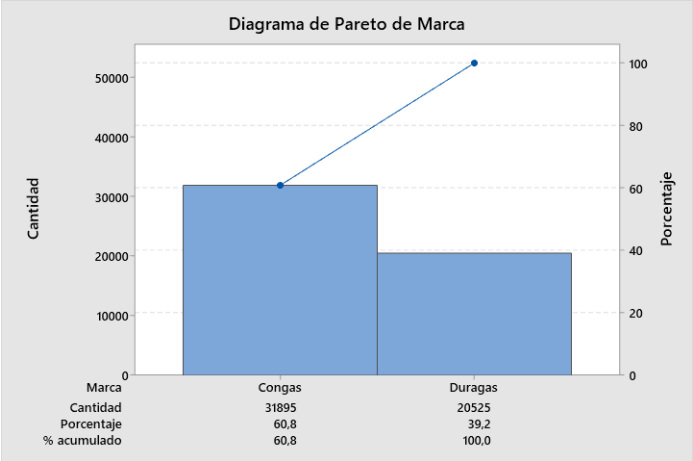


Imagen 31. Diagrama de Pareto de segundo nivel
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 31 la marca de tanque de GLP con mayor demanda es la perteneciente a Congas además de que esta marca es la que tiene mejor puntuación en la matriz de selección de proveedor.

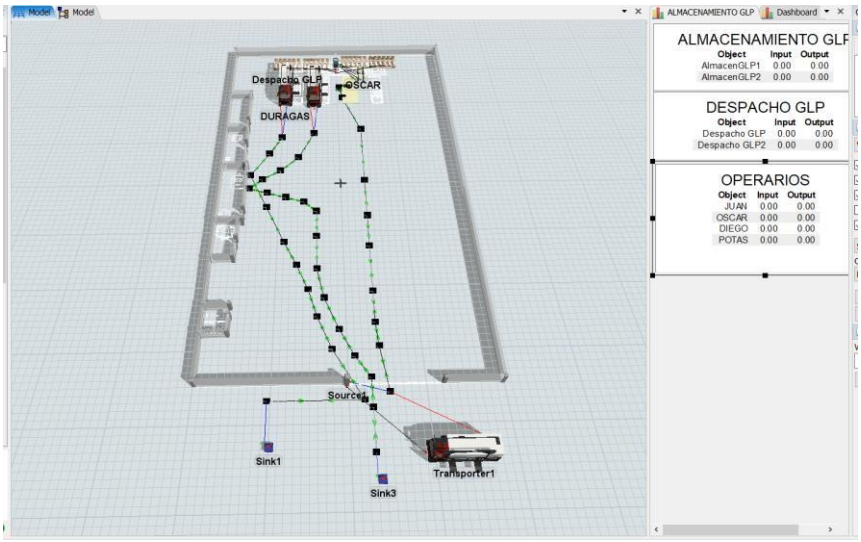


Imagen 32. Inicio de simulación
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se puede observar en la Imagen 32 se encuentra el inicio de la simulación que aproximadamente el proceso comienza desde las 7:30 de la mañana con la recepción de la plataforma móvil. A continuación, en la Imagen 33 se puede observar la finalización de la simulación.

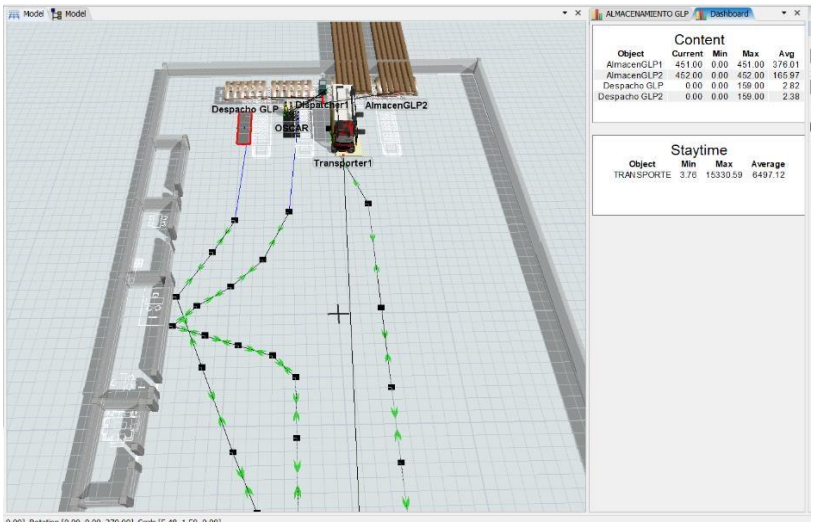


Imagen 33. Finalización de la simulación
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 33 el tiempo actual de carga y descarga de tanques de GLP son de 6497,12 segundos por eso a esta parte del proceso se determinó como el cuello de botella para lo cual en el siguiente capítulo se le dará una solución para disminuir el tiempo del mismo.

Resultados esperados

Expectativas por alcanzar en el centro logístico y distribución de GLP con la aplicación de TOC.

- Reducción en tiempos de carga y descarga: de la plataforma móvil a la plataforma fija. Con la contratación de nuevo trabajador se lograría una reducción en la fatiga de los trabajadores actuales y una disminución en dichos tiempos.
- Mejora en el personal de almacenamiento: el almacén reduciría la sensación de fatiga física y mental al contar con más ayuda en su área.
- Reducción en los tiempos de carga en los camiones repartidores: con el incremento de trabajadores los camiones repartidores podrán salir antes a cumplir su ruta lo cual permitiría un incremento en sus ventas debido que al salir más temprano podrían encontrar posibles clientes potenciales.

Expectativas del autor/investigador

- Éxito en la implementación de su propuesta.
- Mejora en el área del almacén generando un impacto positivo en los trabajadores de dicha área.

Cronograma de actividades

Como se observa en la Tabla 46 se describe las actividades a realizar.

Tabla 46. Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta

Etapa	**Actividad**	**Temporalidad**	**Recursos**
Etapa I	Obtención de datos para la metodología IPISI	Marzo	Personal del área del almacén
Etapa II	Elaboración de metodología IPISI Análisis de metodología IPISI	Abril	Personal del área del almacén
Etapa III	Recolección de datos para TOC Análisis de datos obtenidos	Mayo	Personal del área del almacén
Etapa IV	Desarrollo de simulación del cuello de botella	Julio	Asesor para el desarrollo de la simulación

	Solución de cuello de botella Capacitación del personal		Materiales de capacitación

Análisis de costos:

Como se observa en la Tabla 47 se encuentran los posibles gastos del proyecto de estudio.

Tabla 47. Cronograma de valores de componentes y actividades

Etapa	**Actividad**	**Costo estimado (USD)**
Etapa I	Investigación bibliográfica	$10
	Obtención de datos para la metodología IPISI	$20
Etapa II	Elaboración de metodología IPISI	$30
	Análisis de metodología IPISI	$20
Etapa III	Recolección de datos para TOC	$45
	Análisis de datos obtenidos	$20
Etapa IV	Desarrollo de simulación del cuello de botella	$150
	Solución de cuello de botella	$30
	Capacitación del personal	$50

Curva “S” del proyecto

La curva S del proyecto es una presentación gráfica de la distribución de los costos estimados del proyecto. Como se observa en la Imagen 34 en este caso la curva S revela cuánto dinero se planea gastar en cada fase. En la primera fase los costos son bajos debido a que son actividades fáciles de búsqueda de información, en las siguientes fases los costos aumentan en la fase III y IV.

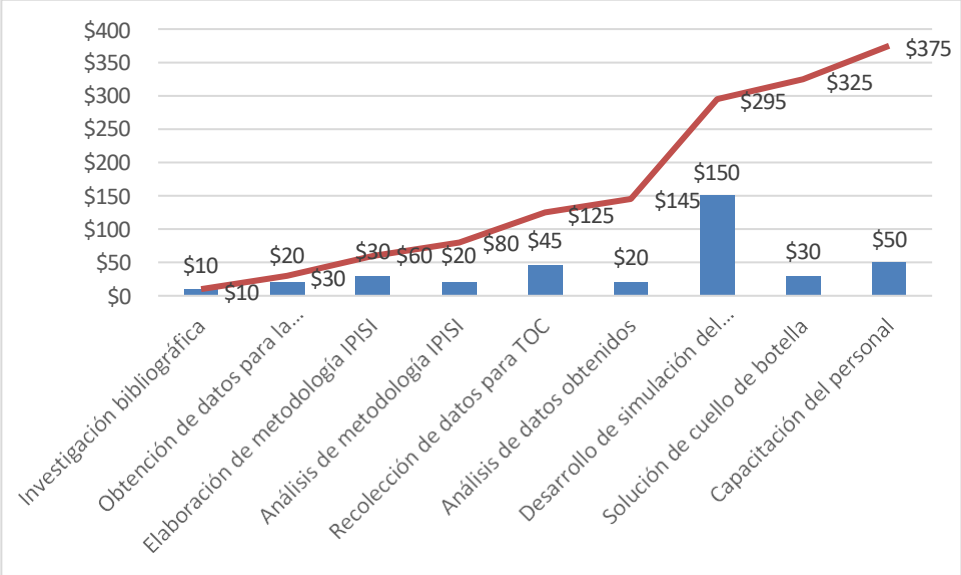


Imagen 34. Curva "S" estimada del proyecto

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Proceso de ejecución

En el desarrollo de la propuesta de mejora se denominó como "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REPOSICIÓN EN UN CENTRO LOGÍSTICO DE GLP DE LA CIUDAD DE AMBATO", se basa en la aplicación de Teoría de restricciones mediante el uso de simulaciones que permite visualizar las mejoras encontradas con la aplicación de Teoría de restricciones para mejorar su sistema de reposición de tanques de GLP del control logístico.

A continuación, se describe las actividades desarrolladas para la mejora:

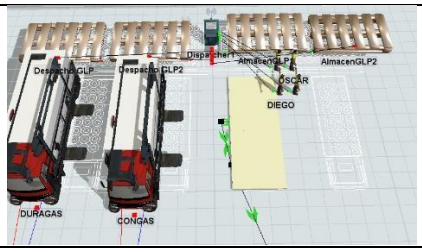
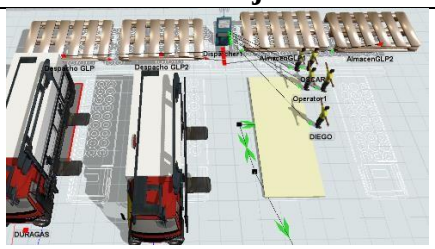
Evaluación del estado de la infraestructura tecnológica del centro de logística y distribución de GLP

En esta parte hace referencia a que se evaluó el estado actual de la computadora donde se instaló el programa de FlexSim y AutoCAD que son necesarios para el cumplimiento de la propuesta. Con el uso del c*hecklist* se determinó el estado actual de la computadora del centro.

Simulación del estado actual con la mejora

Como se observa en la Tabla 48 vemos que el modelo actual y el modelo mejorado son iguales solo que en el modelo mejorado se ha incrementado un trabajador, solo porque se puede incrementar la restricción de mano de obra.

Tabla 48. Comparativa de modelos

Modelo actual	Modelo mejorado
	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 35 se encuentra toda la simulación del proceso donde se puede ver que están implementado un quinto trabajador.

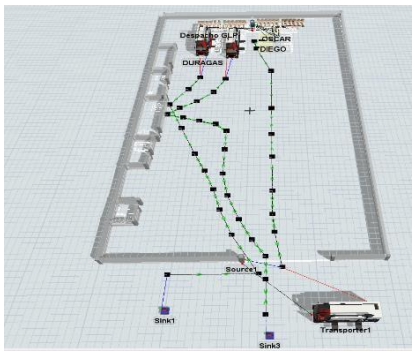


Imagen 35. Simulación del proceso con mejora
Fuente: FlexSim

Como se observa en la Imagen 36 se observa la simulación con un trabajador más con el incremento de este trabajador el tiempo de carga y descarga disminuyó en un 24,90%.

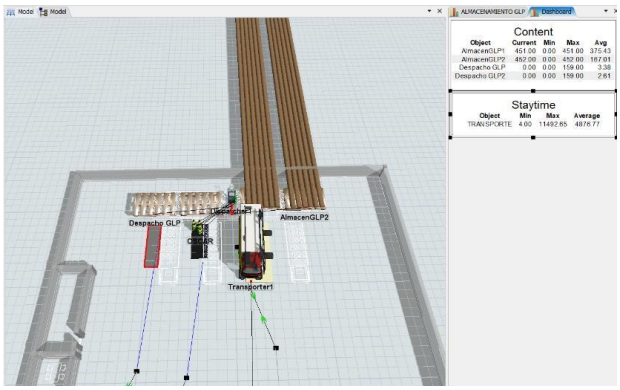


Imagen 36. Reducción del tiempo descarga y descarga de tanques de GLP
Fuente: FlexSim

Como se observa en la Imagen 36 en la parte de *Staytime* indica el tiempo promedio o *Average* donde el tiempo promedio de carga y descarga es de 4879,63 s esto se debe al incremento de un trabajador.

Resultados obtenidos

Análisis de la mejora

Con el incremento de un trabajador se tiene una disminución en el proceso de carga y descarga de tanques de GLP lo que genera una disminución del cuello de botella del proceso como se observe la comparativa en la Tabla 49.

Tabla 49. Comparativa de tiempos

Comparativa			
Actual		**Mejora**	
Tiempo de carga y descarga de tanques de GLP	6497,12s	Tiempo de carga y descarga de tanques de GLP	4879,63s

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 37 vemos la comparativa de tiempos en la cual tenemos un menor y mejor tiempo en el tiempo mejorado, por lo cual seríamos más eficientes y eficaz.

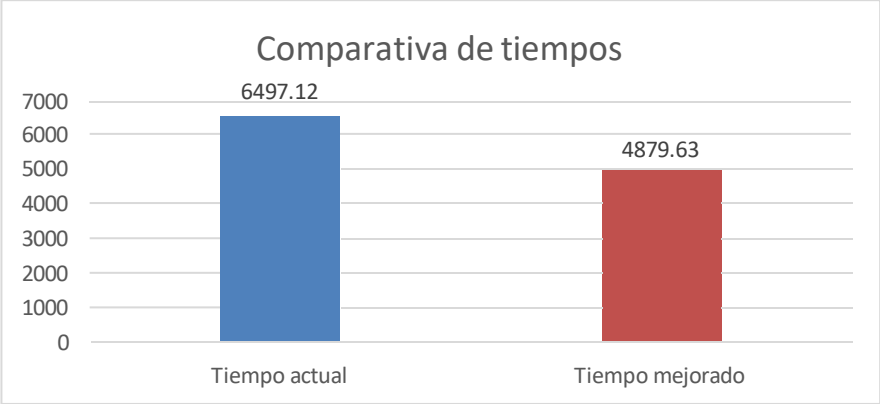


Imagen 37. Comparativa de tiempos
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Análisis

Como se observa en la Imagen 37 con la implementación de un quinto trabajador en el área del almacén se ha logrado disminuir el cuello de botella en un 24,90% lo que representa en la disminución de 1617,49s lo cual permitiría que la plataforma móvil salga antes lo que produce que entren más rápido los camiones distribuidores. Con la disminución del tiempo de carga y descarga se considera un incremento en las ventas de tanques de GLP debido a que también disminuye el tiempo de carga y descarga de los camiones distribuidores.

Tabla 50. Comparativa en la cantidad de viajes

Comparativa			
Cantidad de viajes de camiones repartidores			
Actual	13 a 14	Mejorado	14 a 15

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

En la Tabla 50 se realizó una comparativa de cómo afecta económicamente el incremento de otro trabajador. Actualmente el centro logístico trabaja 4 personas de las cuales se encargan de la carga y descarga de 13 a 14 camiones distribuidores de una capacidad de 160 tanques de GLP.

En la Tabla 51 se indica el porcentaje de ganancia de cada tanque que se vende a continuación se realizó el cálculo del impacto que tiene el incremento del nuevo trabajador.

Tabla 51. Utilidad de cada tanque de GLP vendido según su marca

Marca	**Precio**	**Porcentaje de ganancia**	**Ganancia por unidad**
Duragas	1,65$	12%	0,20$
Congas	1,65$	12%	0,20$

Fuente: La empresa (2024)

Evaluación de la ejecución

Para efectuar el análisis comparativo entre la situación actual y la situación mejorada, se realizó una comparativa en los indicadores de ventas y ganancias obteniendo los siguientes resultados.

Ganancia actual

$$Ganacia = Tanques\ vendidos * 0{,}20\$$$

Ecuación 5. Ganancia actual Congas

Actualmente tiene un promedio de venta de:1292 tanques de GLP de Congas

$$Ganacia = 1292 * 0{,}20\$$$

$$Ganacia = 258{,}40\$$$

Y por parte de Duragas

$$Ganacia = Tanques\ vendidos * 0{,}20\$$$

Ecuación 6. Ganancia actual Duragas

Actualmente tiene un promedio de venta de:849 tanques de GLP de Duragas

$$Ganacia = 849 * 0{,}20\$$$

$$Ganacia = 169{,}80\$$$

La Ecuación 7 es la suma de la Ecuación 5 más la Ecuación 6, que nos da un valor de 428, 20$. Para la ganancia mensual solo se debe multiplicar el valor de la Ecuación 7 por los días laborables en este caso 21 días.

$$Ganacia\ Total = (GC + GD) * 21\ dias$$

Ecuación 7. Ganancia total

Donde:

GD: Ganancia de Duragas

GC: Ganancia de Congas

$$Ganacia = (258{,}40\$ + 169{,}80\$) * 21 dias$$

$$Ganacia = 8992{,}20\$$$

Las ganancias actuales brutas son de 8992,20$

Ganancia mejorada

Para este caso se simula que se ha incrementado un viaje más, esto significa que se vende 160 tanques de GLP más. Para calcular la Ecuación 5 y la Ecuación 6 se realiza los siguientes cálculos.

Tabla 52. Porcentaje de tanques vendidos por marca

Marca	Cantidad vendida	Porcentaje
Congas	33583	60%
Duragas	22076	40%

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Tabla 52 existe una tendencia de vender más tanques de la marca Congas con un 60% de aceptación de la misma.

$$Ganacia = Tanques\ vendidos * 0{,}20\$$$

Ecuación 8. Ganancia por tanque

Para saber cuántos tanques de GLP se vende por camiones de los distribuidores se aplicó la siguiente Ecuación 8.

$$Tanques\ de\ Congas = Cantidad\ por\ camion * porcenteje\ de\ venta$$

Ecuación 9. Ganancia por tanque de Congas

$$Tanques\ de\ Congas = Cantidad\ por\ camion * porcenteje\ de\ venta$$

Cada camión transporta 160 tanques de GLP.

$$Tanques\ de\ Congas = 160 * 60\%$$

$$Tanques\ de\ Congas = 96\ tanques\ de\ GLP$$

Y por parte de Duragas:

$$Tanques\ de\ Duragas = Cantidad\ por\ camion * porcenteje\ de\ venta$$

Ecuación 10. Ganancia por tanque de Duragas

Cada camión transporta 160 tanques de GLP.

$$Tanques\ de\ Duragas = 160 * 40\%$$

$$Tanques\ de\ Duragas = 64\ tanques\ de\ GLP$$

Con esta información para saber el valor de la Ecuación 11 y Ecuación 12 se debe multiplicar por 21 días laborables:

$$Incremento\ de\ ventas = Tanques\ Congas * 21\ dias$$

Ecuación 11. Incremento de ventas por Congas

$$Incremento\ de\ ventas = 96 * 21\ dias$$

$$Incremento\ de\ ventas = 2016\ Tanques$$

Para tanques de GLP marca Duragas:

$$Incremento\ de\ ventas = Tanques\ Duragas * 21\ dias$$

Ecuación 12. Incremento de ventas por Duragas

$$Incremento\ de\ ventas = 64 * 21\ dias$$

$$Incremento\ de\ ventas = 1344\ Tanques$$

Con esta información obtenida se puede observar en la Imagen 38 el incremento en ventas.

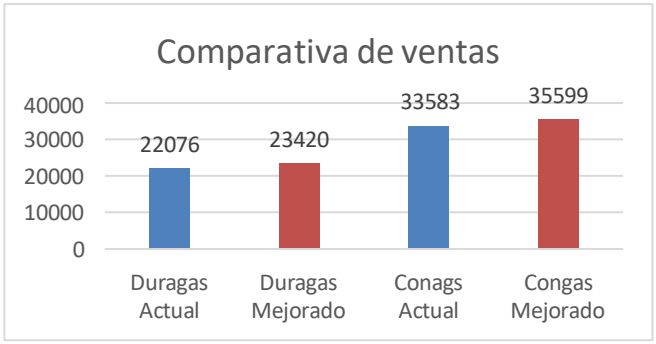


Imagen 38. Comparativa de ventas
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Con el incremento de las ventas existe un incremento de los ingresos del centro logístico y distribución de GLP.

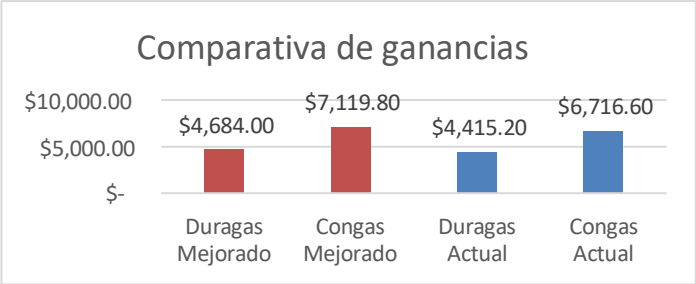


Imagen 39. Comparativa de ganancias
Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Tabla 53. Comparativa

Comparativa de ganancias			
Actual		**Mejora**	
Duragas	$ 4.415,20	Duragas	$ 4.684,00
Congas	$ 6.716,60	Congas	$ 7.119,80
Total	$ 11.131,80	**Total**	$ 11.803,80

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se observa en la Imagen 39 y en la Tabla 53 con el incremento de un trabajador trae beneficios al centro logístico y distribución de GLP, uno de ellos es la reducción de los tiempos de carga y descarga adicional de un beneficio económico que es el incremento de un 6% en las ventas de tanques de GLP que significa un incremento de $672 lo que ayudaría a cubrir el pago mensual y las prestaciones del mismo sin afectar las ganancias netas del centro logístico y de distribución de GLP.

Evaluación económica

A continuación, en la Tabla 54 se presenta los resultados obtenidos en la evaluación económica del proyecto:

Tabla 54. Comparativa de costos

Etapa	**Actividad**	**Costo estimado (USD)**	**Costo real (USD)**	**% De cumplimiento**

Etapa I	Investigación bibliográfica	$10	$8	80%
	Obtención de datos para la metodología IPISI	$20	$21	105%
Etapa II	Elaboración de metodología IPISI	$30	$27	90%
	Análisis de metodología IPISI	$20	$23	115%
Etapa III	Recolección de datos para TOC	$45	$43	96%
	Análisis de datos obtenidos	$20	$24	120%
Etapa IV	Desarrollo de simulación del cuello de botella	$150	$150	100%
	Solución de cuello de botella	$30	$38	127%
	Capacitación del personal	$50	$50	100%
	Total	**$375**	**$384**	

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

Como se puede observar en la Tabla 54 el costo real tiene un ligero incremento de $9. Durante el desarrollo de la Etapa I entre la investigación bibliográfica y obtención de datos para la metodología IPISI se observa una disminución del costo. En la Etapa II entre la elaboración de metodología IPISI y el análisis de metodología IPISI se observa que se mantienen los costos. En la Etapa III en las actividades de recolección de datos para TOC y análisis de datos obtenidos se observa que existe un ligero incremento de los costos que paso de un valor de $65 a un valor de $67 en la última Etapa se puede observar que también existe un ligero incremento de los costos de la activad solución de cuello de botella paso de un valor de $30 a $38 y en la actividad de capacitación del personal se mantiene el mismo valor de $50.

Con esta información se puede observar que con la aplicación de esta mejora no afecta en nada el presupuesto planificado.

Análisis de la cursa S

A continuación, en la siguiente Imagen 40 presenta la Curva S comparada inicial - final del proyecto

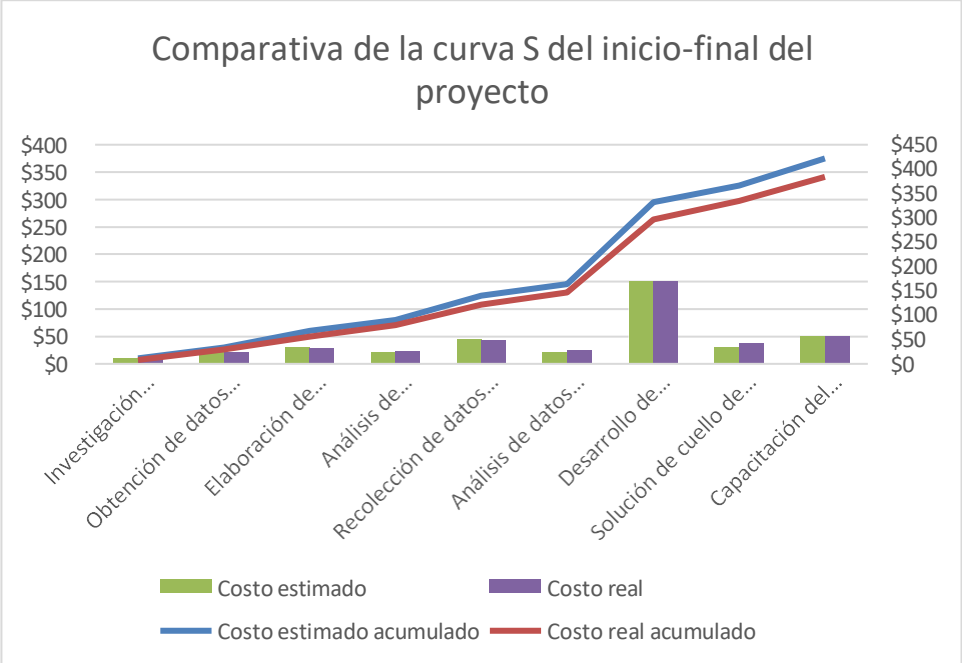


Imagen 40. Comparativa de costos

Fuente: Gaguancela, Angel (2024)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En el análisis de la aplicación de la metodología IPISI se encontró varias observaciones en cada una de sus fases en el primera fase de Infraestructura que se divide en 5 partes se observa en el centro logístico y distribución de GLP cumple con las normativas vigentes y actuales en la segunda fase de procesos el centro logístico no contaba con un flujograma exacto de las actividades que se realizan en el proceso, en la fase 3 de inventario el centro cuenta con un excelente control de inventario con el uso de EXCEL y MicroPlus en la fase 4 se observa que el centro logístico brinda las EPPS a sus trabajadores del almacén pero en la parte de señalética debe mejorar en los aspectos que deben ser más visibles las mismas para los trabajadores y personas que ingresan al centro logístico y distribución de GLP en la última fase o indicadores el centro cuenta con 4 indicadores que le ayudan a tener un control de su inventario.

Para encontrar el cuello de botella se utilizó la técnica de un cursograma analítico para encontrar la actividad que se demora más en este caso es la carga y descarga de tanques de GLP. Según Teoría de restricciones existen 3 tipos de restricciones en este caso solo se puede explotar la tercera restricción que hace referencia a la mano de obra para lo cual se utilizó la metodología *Kaizen* y la contratación de otro trabajador para disminuir el tiempo de carga y descarga de GLP.

Recomendaciones

Con el uso del programa de simulación FlexSim se puede observar de manera objetiva que con la implementación de un nuevo trabajador los tiempos de carga y descarga de GLP en el centro logístico y distribución han disminuido en un 24,89% además con un ligero incremento en ventas de un 6% lo que en términos económicos hace referencia a un incremento de 672$ lo cual justifica el incremento y pago de dicho trabajador.

Para la aplicación de este Sistema de Reposición, se sugiere un programa de auditorías internas que permita el seguimiento evaluación y evolución del mismo que permita monitorear la cantidad de ingresos y salidas de tanques de GLP con una aplicación a largo plazo. Este tipo de auditorías puede incluir el uso de más indicadores (kpis) uso de más herramientas de lean manufacturing.

Adicionalmente sería muy beneficioso para la empresa aplicar capacitaciones a los trabajadores del área de carga y descarga de tanques de GLP acerca de técnicas o posturas para posiciones forzadas.

Incrementar un estudio de redimensionamiento del almacén con el fin de ubicar de mejor manera la plataforma fija para que cuando llegue las plataformas móviles se puedan estacionar de mejor manera y evitar la pérdida de tiempo además ayudaría al proceso de carga y descarga sea más rápido en los camiones distribuidores.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero – ARCH. (2008). *Acuerdo-Ministerial-127-REGLAMENTO-DE-COMERCIALIZACIÓN-DE-GAS-USO-RESIDENCIAL-Y-COMERCIAL*. Quito: INEC.

Google Maps. (s.f). *Google Maps*. Obtenido de https://www.google.com/maps/dir/-1.2817045,-78.6314448/-1.2816512,-78.6313594/@-1.282015,-78.6318696,155m/data=!3m1!1e3!4m2!4m1!3e2?hl=es&entry=ttu

Amendola, J. L., & Crespo, A. (2021). Propuesta metodológica de aplicación de Six Sigma, Lean Manufacturing y Teoría de las Restricciones en la dirección y gestión de proyectos. *X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos: Valencia* (págs. 2114-2149). Valencia: International Project Management Association.

Ashlag, Y. (2019). *TOC Thinking Eliminando restricciones para el crecimiento del negocio.* Madrid: Alpha Editorial.

Birrell, M. (2004). *Fundamentos de la Teoría de Restricciones.* Barcelona: Libros en red.

Bonbom, M. (2019). *Teoría de restricciones como herramienta de desarrollo estratégico productivo del sector textil.* Guayaquil: 593 Digital Publisher CEIT.

Cipres, D. (2020). *Planificación de operaciones integrada y adaptativa en procesos logísticos de distribución.* Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Corbett, T. (2019). *La Contabilidad del Trúput.* Medellin,Colombia.

De Zan, A. (2020). *Principios de metodología de superficie de respuesta para modelos logísticos.* Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Delgado, F., & Gonzalez, H. (2019). *Aplicación de teoría de las restricciones en una empresa de embutidos.* Quito: Universidad Central del Ecuador.

Elio, D. Z. (2003). *Introducción a la Administración de Organizaciones* . Maktub.

Espin, R., Toalamobo-Rojas, B., & Moyolema-Chaglla, A. (2022). Operational Processes Optimization through the theory of constraints in a metal-mechanical company. *Revista Digital Novasinergia*, 50-53.

Goldratt, E. M. (1984). *The Goal.*

Heizer, J., & Render, B. (2019). *Principio de gestion de adminstración de operaciones.* Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

IESS. (s.f.). *Norma INEN Señales y simbolos de seguridad 439.* Quito: IESS.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *PREVENCIÓN DE INCENDIOS. ALMACENAJE DE CILINDROS PARAGAS LICUADO DE PETROLEO (GLP). REQUISITOs.* Quito: INEC.

Instituto nacional de seguridad e higuiene en el trabajo. (2016). *Grúas móviles.* Madrid: Instituto nacional de seguridad e higuiene en el trabajo.

Instituto nacional de seguridad e higuiene en el trabajo. (2016). *Muelles de carga y descarga: seguridad.* Madrid: Instituto nacional de seguridad e higuiene en el trabajo.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2020). *Marketing Management.*

Marin-Marin, W., & Gutiérrez, E. (2023). Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro. *Revista EIA*, 67-77.

Masache. (2015). *Comercialización del GLP.*

Matías, B. (2019). *Simplicidad Inherente: Fundamentos de la Teoria de Restricciones.*

Muerza, V. (2021). *En la actualidad en un mundo tan globalizado las empresas se han dedicado a generar distintos estudios logísticos que permitan conocer de mejor manera sus procesos de abastecimiento, almacenamiento y distribución de materiales.* CETISA.

Neogrid. (2021). *Sistema de Reposición de Inventario: conozca como funciona y los resultados.* Obtenido de [Entrada de blog]: https://www.neogrid.com/es/blog/sistema-de-reposicion-de-inventario-como-funciona

Noboa, D. (2024). *Decreto ejecutivo 255.* Quito: Ministerio del trabajo.

OHSAS. (2007). *Norma OHSAS 18001.* Aenorediciones.

Penagos , J., Acuña, M., & Galvis, L. (2022). Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios. *Revista Ingeniare*, 79-86.

Rodriguez, G. (2021). Diferentes métodos de costeo, frente al throughput accounting (T.A.) de la Teoría de las Restricciones (T.O.C.). *Congreso Internacional de Costos y II Congreso de la Asociación Española de Contabilidad Directiva.* (pág. 356). Madrid: Universidad de Leon.

Rodriguez, G., & Jerez, J. (2019). Diferentes métodos de costeo, frente al throughput accounting (T.A.) de la Teoría de las Restricciones (T.O.C.). *VII Congreso Internacional de Costos y II Congreso de la Asociación Española de Contabilidad Directiva* (pág. 356). Madrid: Cruzando fronteras.

Treviño Jiménez, D. (2019). *La Contabilidad en los diferentes tipos de empresas.*

Wirtz, J., & Lovelock, C. (2021). *Services Marketing: People, Technology, Strategy.* World Scientific Publishing Company.

Zambrano, D., & Soto, L. (2021). *Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad.* Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Zambrano, D., & Soto, L. (2021). Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional* (págs. 398-411). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.