



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Propuesta, según la teoría mantenimiento para mejorar los  
tiempos de carga y descarga de GLP en la nueva refinería de  
**PETROPERÚ**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Maza Rondoy, Carlos Arturo (Orcid.org/0000-0003-2985-7019)

**ASESOR:**

MSc. Seminario Atarama, Mario Roberto (Orcid.org/0000-0002-9210-3650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Con todo mi cariño, dedico esta tesis a mis padres, Félix Maza y Luz Rondoy, por su amor, apoyo y sacrificios. Gracias por siempre creer en mí y por darme las herramientas necesarias para alcanzar mis sueños.

También dedico esta tesis a mis hermanos, Félix y Diana, por su amor, amistad y apoyo incondicional. Gracias por estar siempre ahí para mí, por sus consejos y por su aliento.

A mis hijos, Alessana, Alexander y Derek, les dedico este trabajo con todo mi amor. Gracias por ser mi inspiración y por motivarme a ser una mejor persona.

Finalmente, dedico esta tesis a mi esposa, Josefita, por su amor, apoyo y aliento constante. Gracias por estar siempre ahí para mí, por creer en mí y por hacerme sentir que puedo lograr cualquier cosa.

Este trabajo es para ustedes, porque sin su apoyo, no hubiera sido posible.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por su infinita bondad y misericordia, por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

También quiero agradecer a mis docentes de la Universidad César Vallejo, por su dedicación y compromiso con la enseñanza. Gracias a sus enseñanzas, pude adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para realizar esta investigación.

En especial, quiero agradecer al ingeniero Desiderio Moreyra y a la ingeniera Lizbeth Ramírez, del equipo de ingeniería de procesos de la empresa Petroperú, por su apoyo y colaboración en el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos y experiencias fueron de gran valor para mí. Asimismo, quiero agradecer a mi asesor de tesis, el doctor Mario Roberto Seminario Atarama, por su orientación y apoyo constante. Su retroalimentación fue invaluable para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a mis compañeros de trabajo, por su apoyo y aliento durante todo el proceso de investigación y redacción. Su amistad y camaradería fueron de gran importancia para mí.

Su apoyo ha sido de un valioso aporte para mí, y estoy muy agradecido.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARIO ROBERTO SEMINARIO ATARAMA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Propuesta, según la teoría mantenimiento para mejorar los tiempos de carga y descarga de GLP en la nueva refinería de PETROPERÚ", cuyo autor es MAZA RONDOY CARLOS ARTURO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 09 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIO ROBERTO SEMINARIO ATARAMA DNI: 02633043 ORCID: 0000-0002-9210-3650	Firmado electrónicamente por: MSEMENARIOA el 15-12-2023 23:59:29

Código documento Trilce: TRI - 0689978





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, MAZA RONDOY CARLOS ARTURO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Propuesta, según la teoría mantenimiento para mejorar los tiempos de carga y descarga de GLP en la nueva refinería de PETROPERÚ", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
MAZA RONDOY CARLOS ARTURO DNI: 42211815 ORCID: 0000-0003-2985-7019	Firmado electrónicamente por: CMAZAR el 10-12-2023 09:12:52

Código documento Trilce: INV - 1397442



## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos .....	18
3.7. Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	43
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES .....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Respuestas de los operarios según la variable propuesta de mejora ....	19
<b>Tabla 2.</b> Respuesta de los jefes según la variable propuesta de mejora.....	20
<b>Tabla 3.</b> Actividades y sistema operativo .....	21
<b>Tabla 4.</b> Análisis de la variable tiempos operativos de carga y descarga .....	23
<b>Tabla 5.</b> Información de los documentos revisados según la variable propuesta de mejora.....	28
<b>Tabla 6.</b> Causas, teorías y acciones para la propuesta .....	30
<b>Tabla 7.</b> Fallas en las máquinas .....	32
<b>Tabla 8.</b> Fallas en los equipos .....	33
<b>Tabla 9.</b> Criterios para la severidad (S) .....	35
<b>Tabla 10.</b> Criterios para la ocurrencia (O) .....	35
<b>Tabla 11.</b> Criterios para la detección del control .....	36
<b>Tabla 12.</b> Parámetro NPR.....	36
<b>Tabla 13.</b> Actividades por realizar .....	37
<b>Tabla 14.</b> Características del brazo de Kanon .....	39
<b>Tabla 15.</b> Características del brazo de carga 37-K-105.....	39
<b>Tabla 16.</b> Características del diseño .....	39
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones técnicas.....	40
<b>Tabla 18.</b> Presupuesto para el brazo 37-k-105.....	42
<b>Tabla 19.</b> Giros de negocio de Petroperú.....	84
<b>Tabla 20.</b> Causas, teorías y acciones para la propuesta .....	85
<b>Tabla 21.</b> Fallas en las máquinas .....	87
<b>Tabla 22.</b> Fallas en los equipos .....	88
<b>Tabla 23.</b> Análisis de criticidad para los 5 buques.....	88
<b>Tabla 24.</b> Disponibilidad del equipo.....	89
<b>Tabla 25.</b> Cálculo de la confiabilidad.....	92
<b>Tabla 26.</b> Análisis de metodología AMEF .....	96
<b>Tabla 27.</b> Características generales de los brazos de carga marinos en MU2 ..	100
<b>Tabla 28.</b> Características del brazo de Kanon .....	101
<b>Tabla 29.</b> Características del brazo de carga 37-K-105.....	101
<b>Tabla 30.</b> Características del diseño .....	102
<b>Tabla 31.</b> Especificaciones técnicas.....	102

<b>Tabla 32.</b> Presupuesto para el brazo 37-k-105 .....	104
<b>Tabla 33.</b> Tiempo de atención. ....	108
<b>Tabla 34.</b> Criterios para evaluar el análisis de criticidad .....	112
<b>Tabla 35.</b> Resultados de análisis de criticidad para los 5 buques .....	113
<b>Tabla 36.</b> Análisis de criticidad para la máquina 1 .....	113
<b>Tabla 37.</b> Análisis de criticidad para la máquina 2 .....	114
<b>Tabla 38.</b> Análisis de criticidad para la máquina 3 .....	114
<b>Tabla 39.</b> Análisis de criticidad para la máquina 4 .....	115
<b>Tabla 40.</b> Análisis de criticidad para la máquina 5 .....	115
<b>Tabla 41.</b> Cálculo de la disponibilidad de los equipos.....	116
<b>Tabla 42.</b> Cálculo de confiabilidad.....	118
<b>Tabla 43.</b> Análisis de metodología AMEF .....	123



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Proceso de carga/descarga del GLP .....	23
<b>Figura 2.</b> Teoría de mantenimiento .....	24
<b>Figura 3.</b> Estructura de un sistema de colas .....	26
<b>Figura 4.</b> Sistema de una línea y un servidor.....	26
<b>Figura 5.</b> Una línea, múltiples servidores.....	27
<b>Figura 6.</b> Sistema de varias líneas, múltiples servidores.....	27
<b>Figura 7.</b> Sistema de una línea y varios servidores secuenciales .....	27
<b>Figura 8.</b> Sistema de 2 colas y 2 servidores .....	38
<b>Figura 9.</b> Especificación Técnica. Brazo de carga 37-K-105.....	40
<b>Figura 10.</b> Documentos necesarios para la propuesta .....	41
<b>Figura 11.</b> Ubicación del Muelle de Carga Líquida MU2 dentro de la Refinería Talara, Petroperú .....	85
<b>Figura 12.</b> Sistema de 2 colas y 2 servidores .....	98
<b>Figura 13.</b> Facilidades presentes en el MU2.....	99
<b>Figura 14.</b> Sección lateral de la súper estructura.....	100
<b>Figura 15.</b> Filosofía operacional .....	101
<b>Figura 16.</b> Especificación Técnica. Brazo de carga 37-K-105.....	103
<b>Figura 17.</b> Documentos necesarios para la propuesta .....	104
<b>Figura 18.</b> Red Nacional de distribución de Petroperú .....	106
<b>Figura 19.</b> Operaciones a nivel nacional de Petroperú.....	106
<b>Figura 20.</b> Cantidad de transportes de Petroperú.....	107
<b>Figura 21.</b> Tiempo de carga .....	107
<b>Figura 22.</b> Ficha técnica de instalaciones, maquinaria y equipos .....	108
<b>Figura 23.</b> Tiempo utilizado / Tiempo muerto.....	109

## **Resumen**

Esta investigación se origina a partir de la problemática que presenta la Refinería Talara la cual evidencia los tiempos de espera generados en las actividades de carga y despacho, con esto la pérdida de tiempo y dinero. Como objetivo general se planteó realizar una propuesta, según la teoría mantenimiento, para mejorar los tiempos de carga y descarga de GLP en el terminal de la nueva refinería de Petroperú. La metodología usada en la investigación es aplicada con diseño pre-experimental, alcance explicativo y enfoque mixto. Para el desarrollo se usaron guía de análisis y la guía de entrevista aplicada a los jefes y operarios de la empresa. La población estuvo conformada por todo el sistema de carga y descarga de GLP en el cual participan 5 buques, la muestra fue el sistema de carga y descarga de GLP. En relación con los resultados obtenidos, se plantearon propuestas de solución como: implementación de un brazo en el muelle 2, capacitar al personal acerca de estrategias para realizar un proceso eficiente, mantenimiento preventivo a los equipos con mayor criticidad. Como conclusión se dice que las propuestas planteadas logran obtener mejores valores en disponibilidad de máquinas y menores valores en los tiempos de espera.

**Palabras clave:** Mantenimiento, tiempos de carga y descarga, GLP, disponibilidad.

## **Abstract**

This investigation originates from the problem presented by the Talara Refinery which shows the waiting times generated in loading and dispatch activities, with this the loss of time and money. As a general objective, it was proposed to make a proposal, according to maintenance theory, to improve LPG loading and unloading times at the terminal of the new Petroperú refinery. The methodology used in the research is applied with a pre-experimental design, explanatory scope and mixed approach. For the development, an analysis guide and the interview guide applied to the company's bosses and operators were used. The population was made up of the entire LPG loading and unloading system in which 5 vessels participate, the sample was the LPG loading and unloading system. In relation to the results obtained, solution proposals were proposed such as: implementation of an arm in dock 2, training staff on strategies to carry out an efficient process, preventive maintenance on the most critical equipment. In conclusion, it is said that the proposed proposals manage to obtain better values in machine availability and lower values in waiting times.

**Keywords:** Maintenance, loading and unloading times, LPG, availability.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, alrededor del 90% de las tareas de transporte terrestre de contenedores se basan en camiones portacontenedores. Sin embargo, durante el proceso de entrega de contenedores a la terminal, una gran cantidad de camiones portacontenedores llegan a la terminal durante las horas pico, lo que genera una gestión desordenada, ampliando el tiempo de espera de los camiones portacontenedores en la terminal portuaria (Zhou, 2023). El GLP es una mezcla compuesta que se ha sometido a presiones y temperaturas equilibradas por lo que se encuentra en estado líquido y esto permite su transporte. El traslado total del GLP, es decir, de la planta a la industria a las empresas que hacen uso de este tipo de combustible, es de suma importancia y con esto también es importante considerar el tiempo de carga y descarga provocando retraso, poca productividad y baja eficiencia del sistema (Corredor y Vanegas, 2020).

En los terminales de Turquía se maneja el 19% de graneles líquidos y se evidenciaron algunos problemas como el tiempo de espera durante el proceso, esperas por mermas, la falta de disponibilidad de los muelles y el proceso de análisis de la muestra tarda más de lo esperado lo cual se debe a los retrasos en el cambio de turno de los trabajadores, interrupciones en el flujo de información, la falta de comunicación, esperas en caso de ocurrencia de algún despilfarro, e indisponibilidad de muelles en las terminales por densidad e inadecuada planificación de muelles (Salihoglu y Bal, 2022). Por otro lado, en los puertos de España se mostró una congestión potencial en los terminales de graneles líquidos de múltiples clientes, lo cual mostró 6,3 horas por congestión representando un costo de \$. 500.000 por año en flete de buques. Esto debido a la asignación de atraques por el brazo de carga, esta flexibilidad limitada en la asignación dio como resultado la aparición de congestión (Jiménez et al. 2021). Asimismo, en el puerto de Tianjin – China se evidenció un incremento en el tiempo de espera lo que provocó una baja eficiencia operativa del sistema y una baja productividad, el bajo modo de operación de carga final y los puntos de carga o descarga tienden a generar congestiones (Zhang et al. 2022).

Otro problema evidenciado en Kotor – Europa es la ausencia de una planificación de carga provocando daños estructurales, contaminación o lesiones puesto que

un plan debe indicar los arreglos para las tuberías, bombas, indicar los arreglos de segregación para cada grado y las válvulas que no se deben abrir además de los procedimientos de emergencia en caso de incendio, exposición o derrame de petróleo (Malikovic et al. 2022).

A nivel nacional, el GLP es la esencial fuente de energía para la mayor parte los hogares peruanos; aunque se usa principalmente en cocinas y hornos, también se usa para iluminación, jacuzzis y, más recientemente, como combustible para vehículos de motor (García et al. 2020). En Lima la empresa ABC evidenció demasiadas pérdidas de ingresos debido a una mala gestión ya que las entregas están fuera del tiempo generando pérdidas de clientes y resta competitividad en el sector, muchas veces como resultado de una mala comunicación, coordinación y desorganización en el desempeño de sus respectivas actividades (Torres, 2019). Por otro lado, en el terminal de abastecimiento del Callao se presentó una demora en las operaciones debido a los sistemas antiguos la cual falla debido a su vida útil haciendo difícil obtener repuestos para su mantenimiento y su operación segura y eficiente (Alfaro y Sánchez, 2022). En la empresa PLUSPETROL y PETROPERÚ dedicado al envasado de GLP se evidenciaron retrasos o demoras en sus procesos, detectando falla o eventos que retrasan la producción la cual ha provocado una baja productividad donde se desea buscar la efectividad de sus procesos para producir más recursos conllevando a generar mayores ganancias (Cárdenas, 2020).

En el ámbito local, la Refinería Talara, propiedad de Petroperú S.A., ha contemplado modernizar su muelle de carga líquida denominado MU2, en dicha empresa durante la carga y despacho de GLP se evidenció los tiempos de espera de carga y despacho, esto durante los meses de enero y marzo, el tiempo de carga promedio general fue de 12,34 y el tiempo de despacho promedio general fue de 34,3 minutos, por lo que se evidenció la falta de capacitación del personal, problemas en la calibración de la carga y el despacho, etc. Además, existen dos naves dentro del proceso de carga y despacho, la primera (IRMGARD SCHULTE) tiene un tiempo de carga 12,13 minutos y el despacho de 34, 86 minutos; la segunda (QUEEN ZENOBIA) tiene un tiempo de carga de 12,58 min y el despacho de 33,30 min. Estos tiempos perdidos fue a causa de los factores climatológicos

donde el olaje o marea es muy alta y no se logra abastecer apropiadamente, estos problemas generan pérdidas económicas ya que por cada buque se pierde \$.30 000.00 por día (Anexo 03).

Ante la situación expuesta, se plasma como formulación del problema: ¿De qué manera se puede mejorar los tiempos de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo en el terminal de la nueva refinería de PETROPERÚ? A partir del problema general se generan interrogantes específicas como son: ¿Cómo se realizan las actividades de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo?, ¿Qué aspectos de la teoría mantenimiento son necesarios para la elaboración de la propuesta? Y ¿Cómo debe ser la propuesta en base a la teoría mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo?

La investigación se justifica teóricamente ya que se hace uso de conocimientos científicos ya existentes los cuales sirven de guía para el avance del estudio presente además, se utiliza la teoría bibliográfica y la indexación de revistas para respaldar la estructura; también existe una justificación metodológica la cual respalda al presente proyecto de investigación porque incorporada el uso de técnicas e instrumentos planteados para la obtención de datos logrando presentar los resultados en base a los objetivos planteados; por último, justificación práctica: al hablar de esta justificación Álvarez (2020), nos menciona que la justificación práctica se refiere a la descripción de la manera en la que los resultados cambian el campo de estudio, por lo que en el presente estudio la justificación mencionada permitirá a la empresa implementar una propuesta de mejora para la reducción de los tiempos de espera y despacho del gas licuado de petróleo.

El objetivo general: Realizar una propuesta, según la teoría mantenimiento, para mejorar los tiempos de carga y descarga de GLP en el terminal de la nueva refinería de Petroperú. Asimismo, los objetivos específicos son: Describir las actividades de carga y descarga de GLP, Identificar aspectos de la teoría mantenimiento necesarios para la elaboración de la propuesta, y por último Realizar la propuesta en base a la teoría de mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo. En efecto, el estudio tuvo como hipótesis, la propuesta, según la teoría mantenimiento, permitirá mejorar los tiempos de carga y descarga de GLP en el terminal de la nueva refinería de Petroperú.

## II. MARCO TEÓRICO

Se tiene a Zhang et al. (2023), en su artículo el propósito fue utilizar un método de análisis matemático para comparar la eficiencia operativa de contenedores automatizadas y las tradicionales; su metodología fue descriptiva con un diseño no experimental, teniendo como población al terminal de contenedores donde se aplicó la ficha de análisis bibliográfico. Como resultados, se obtuvo que el proceso en el que operaba el terminal era automatizado con diseño paralelo y operando con carga lateral, su proceso empieza con la operación en el patio luego se realiza el trabajo con transporte horizontal seguidamente se opera junto al mar y se realiza el control de calidad para que se cargue en el barco y si no se realiza el control de calidad entonces permanecen en la zona de espera. Además, se obtuvo que la tasa de servicio de la grúa fue de 0.4, asimismo, el rendimiento general disminuye cuando se incrementa el área del terminal. Llegando a concluir que, la eficiencia del terminal varía cuando se modifica el área de este, por ende, es necesario establecer el área de manera idónea para tener el flujo deseado de carga.

Zhou (2023), en su artículo tuvo como objetivo minimizar el costo del sistema de las pérdidas en la terminal de contenedores; su metodología fue descriptiva con un diseño no experimental, teniendo como población al terminal de contenedores donde se aplicó el análisis documental y algoritmo genético. De acuerdo con su objetivo, este se desarrolló a través de la teoría de colas usando un modelo de citas de overbooking el cual se centra en optimizar las citas de camiones portacontenedores. En los resultados se encontraron que la longitud de la cola disminuye al aplicar la mejora de 3.46 minutos a 2.93 minutos, la cola en el área de almacenamiento logró una disminución pasando de 13.1 minutos a 7.31 minutos, en general el tiempo de espera disminuyó en 16.6 minutos. En conclusión, el tiempo de espera se redujo en el terminal con ayuda de la propuesta.

Además, se tiene a los autores Salihoglu y Bal (2022), quienes en su tesis tuvieron el propósito de revisar el proceso en las terminales de Turquía y enfocarse para reducir los tiempos de espera; su metodología fue descriptiva y diseño no experimental, teniendo como muestra a 134 personas donde se aplicó el cuestionario. Se buscaban temas en los que eran necesario concentrarse para la reducción de los tiempos de espera, usaron el método de espina de pescado para

analizar los motivos por el cual se ocasionaban esperas. Como resultados remarcaron que las causas de los tiempos de espera prolongados fueron los retrasos por cambio de turno, interrupciones en el flujo de información, falta de comunicación, proceso de análisis lento de la carga y esperas por mermas. Llegando a concluir que la indisponibilidad de algunos de los muelles fue la causa principal de los tiempos de espera.

Battum et al. (2022), tuvo como propósito de proporcionar un diseño y la prueba de concepto para el ciclo de mitigación de cuellos de botella (BMC); su metodología fue descriptiva y diseño no experimental, teniendo como población al terminal de contenedores de Fergusson en el puerto de Auckland donde se aplicó la guía de observación. En sus resultados, consideraron como pasos para el ciclo de BCM a: clasificar, detectar y mitigar los cuellos de botella, además de adoptar un enfoque efectivo que ayuda a encontrar causas del BCM para luego proponer medidas para realizar una mitigación correcta. Al término del procesamiento de los datos obtuvieron que la aplicación del modelo propuesto mejoró la productividad en un 4%, al pasar de un 2% a un 6% en productividad, se redujo las horas y los costos. Llegaron a concluir que, el modelo basado en BMC mejora el rendimiento del terminal en estudio mejorando el tiempo y costos.

Zhang et al. (2022), en su artículo tuvo el propósito de abordar el problema de la congestión de vehículos en el muelle de la terminal de contenedores automatizada con disposición paralela y operaciones de carga lateral; su metodología fue descriptiva con un diseño experimental, teniendo como población a los contenedores de salida de la Sección C de ACT donde se aplicó el análisis documental. Obteniendo como resultados que, asignan estrategias que ayudan con la estabilidad de velocidad en un multi-ART que está basado en inteligencia agrupada con el fin de realizar un control del tráfico de manera inteligente y distribuir en los terminales de contenedores, este método se adecúa a la secuencia de ART las cuales entran al muelle y con esto disminuir tiempos de espera en el muelle, tras aplicar una simulación lograron reducir el tiempo de espera en un 22.8%, que en cierta medida mejoraba el rendimiento de la carga y descarga. Concluyeron que la propuesta pudo disminuir el tiempo de espera, por ende, el rendimiento operativo del sistema.



Alfaro y Sánchez (2022), en su estudio tuvo como propósito automatizar estas bombas de GLP con DCS Delta V para optimizar un despacho de camiones cisterna en Terminal de entrega del Callao; su metodología fue tipo descriptiva con un método explicativo y diseño casi experimental, teniendo como población el despacho de GLP donde aplicaron la guía de observación. En sus resultados para su objetivo inicial se encargaron de describir el proceso de despacho el cual es: la bomba que operar P-9A se encuentra relacionada con el despacho y viene desde la esfera T-8 hasta las islas de carga 1 y 2. Además, evidenciaron que el control mostraba deficiencias en el despacho, siendo la causas la velocidad lenta y el tiempo de retardo ineficiente; por lo que, la propuesta se basó en realizar mejoras en la bomba, con ello se mejoró los tiempos de operación. Su propuesta para automatizar la bomba incluye al transmisor de presión, válvula de control de flujo, variador de frecuencia y el tablero de control. Concluyendo que la propuesta podría mejorar los tiempos, pues se aumentaría la velocidad de despacho.

Guachun (2022), en su investigación tuvo como objetivo proponer mejoramientos en su procesamiento de reparación de contenedores utilizando métodos Lean Six Sigma para optimizar recursos, tiempo y costos de Tercon usando herramientas como la matriz de priorización, diagrama de flujo, mapeo de procesos, etc.; su metodología fue de alcance cuantitativo, tipo descriptivo y correlacional, teniendo como muestra a 231 contenedores donde se aplicó la guía de observación. Como resultados, para iniciar menciona los procesos de la empresa, check in, inspección, almacén 1, reparación, almacén 2, despacho, check out y finalmente al cliente. Entre los métodos de mejora del proceso para reparar contenedores se utilizó AMEF y diagrama Ishikawa, en el AMEF se obtuvieron valores de NPR como 336, 384, 423 y 288 y luego de las mejoras sus valores se redujeron a 96 para todos los procesos y con respecto al tiempo, se redujo en un 20%, suprimiendo el 100% de tiempos de espera, asimismo, se evidenció una reducción del 22% de las actividades improductivas. Concluyendo que se aumentó de 28 a 36 contenedores diarios, es decir un 32%.

Semenova (2022), en su artículo tuvo como propósito estudiar los aspectos especiales del desarrollo de recursos de hidrocarburos del Ártico; su metodología fue descriptiva con un diseño no experimental, teniendo como muestra a la

producción de recursos de hidrocarburos en regiones Árticas donde se aplicó un análisis documental. Para sus resultados utilizó la teoría económica, descubrimientos y desarrollo de los científicos nacionales y extranjeros que garantizan la eficiencia en la producción, con el estudio de casos que comparó varios campos, clasificándolos y seleccionándolos en orden de desarrollo, es necesario tener en cuenta los parámetros cuantitativos y cualitativos para tomar en cuenta requerimientos de los mismos, de tal manera que el volumen de estos recursos rentables en Ártica alcanza alrededor de mil millones de toneladas de petróleo y 22 billones de m<sup>3</sup> de gas, así como un aproximado de un 18% de volumen total de recursos petrolíferos proyectados y hasta un 44% del gas. Concluyendo que para el desarrollo espacial del proyecto es necesario seguir una serie de pasos, tales como: establecer objetivos a alcanzar, identificar posibles soluciones, elegir las soluciones y aplicar las estrategias con mayores índices de productividad.

Ochoa et al. (2022), en su estudio tuvo como objetivo plantear una propuesta para mejorar la productividad en el desarrollo de envasado para la planta Norgas-Mosquera; su metodología fue de enfoque cuantitativo, teniendo como población al procesamiento de envasado de esta planta de Mosquera de Norgas donde aplicaron las encuestas. Obteniendo como resultado que, al diagnosticar su situación actual por medio de un diagrama de flujo, describir las etapas de procesos, los tiempos, encuesta a trabajadores, etc. Entre los valores iniciales obtuvieron: en la mano de obra fue 89424 kg/operario y en su productividad de equipos fue 73165 kg/equipo, con acciones y estrategias en su mano de obra obtuvieron 114974 kg/operario y en productividad de equipos fue 100602 kg/equipo, teniendo un costo de implementación de \$7 420.721, beneficio estimado fue \$68 627.158 y un ahorro de \$61 206.438. Concluyendo que con las propuestas establecidas en la investigación obtuvieron que hay un 29% más de productividad en la mano de obra, la inversión mejoró en un 9% y el uso de maquinarias se intensificó en un 38%.

Sánchez (2022), en su estudio tuvo el propósito de buscar la mejora del transporte marítimo con el uso de nuevas tecnologías en sus operaciones; su metodología fue descriptiva, teniendo como población a empresas navieras marítimas de

contenedores. Teniendo como resultado que actualmente muchas empresas hacen uso de BPM, que es una ciencia que vigila la organización de los trabajadores y aprovecha las oportunidades de mejora, donde el objeto de estudio es los vehículos submarinos de los cuales se recaudó diferentes datos que ayudaron a la incorporación de la introducción de plataformas digitales en el proceso de negocios. Se concluyó que cada empresa se adapta según su ritmo a las nuevas aplicaciones digitales, sin embargo, las herramientas tecnológicas siempre ayudan a la productividad y eficiencia del trabajo.

González (2021), en su investigación tuvo como objetivo proponer un diseño para el atraque y muelle de servicio para el terminal de Quintero; su metodología fue descriptiva, teniendo como población al terminal Quintero, donde aplicaron guías de observación. Con respecto a sus resultados para la ejecución del estudio se toma en cuenta la geometría del muelle, ya que este tiene tramos intermedios para el puente de acceso; para obtener la alternativa correcta de solución se plantearon las siguientes alternativas: tipo de inserción transparente, tipo de inserción opaca, tipo marginal transparente y tipo marginal opaco para luego quedar seleccionada como mejor alternativa la configuración del tipo inserción transparente. Por ende, la investigación tuvo como resultado una nueva propuesta de un muelle terminal en Valparaíso. Se concluyó que se necesita un modelo estructural que cumpla las cargas de seguridad para el terminal n°2, con este se podrá tener un incremento en volumen y carga con mayor productividad.

An et al. (2021), en su artículo tuvo como objetivo desarrollar un modelo de simulación detallado y realista para determinar el desempeño económico y ambiental de un sistema de transporte marítimo de buques; su metodología fue aplicada y diseño no experimental, teniendo como población al despacho de buques en circuito cerrado en Medio Oriente donde aplicaron guías de observación y Simio simulation. Para obtener resultados se emplearon métodos como el modelado de simulación y optimización del número de embarcaciones y velocidad de viaje. Los resultados obtenidos presentaron que el potencial de ahorrar un 26,8 % del costo total y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta en un 39 % en comparación con la condición operativa actual. Llegando a concluir que la reducción de la velocidad de viaje posee un significativo impacto en el

rendimiento del sistema.

Lara et al. (2021), en su artículo tuvo como objetivo implementar un modelo matemático que permitiera mejorar los tiempos de espera; su metodología fue tipo aplicada con un diseño no experimental, teniendo como población al servicio de taxis urbanos donde aplicaron la guía de observación y entrevista. En cuanto a sus resultados, por medio de la estadística descriptiva hallaron que el sistema se lograba utilizar hasta el 52%, es decir casi de la mitad se desperdiciaba, de tal manera, que esta propuesta se basó en un modelo matemático, sin embargo, no mitigaba todos los problemas en cuanto a los tiempos. Llegaron a concluir que, la propuesta desarrollada podría mejorar la situación de la empresa, pero no eliminarlo en cuanto a los tiempos de espera.

Alegría (2021), en su investigación tuvo como propósito disminuir tiempos permanentes de la flota vehicular empleando la herramienta Six Sigma en empresa de Transporte de Cargo; su metodología fue de tipo transversal y descriptivo con un diseño no experimental, teniendo como muestra a 44 vehículos de carga donde se aplicó esta metodología Six Sigma. En sus resultados evidenció que el tiempo fue de 4.5596 h y tras la implementación redujo a 2.9393 h, es decir, mejoró un 35%. Concluyendo que, la propuesta basada en la metodología ya mencionada mejoró los tiempos, por ende, la capacidad de la empresa.

Haiquan et al. (2020), en su artículo tuvo como objetivo desarrollar un modelo CHPED mejorado, integrando modelos de proceso de variación de cargas a corto plazo de las plantas para asegurar la factibilidad de las demandas despachadas; su metodología fue descriptiva y diseño no experimental, teniendo como población a las plantas de energía de ciclo combinado de gas natural donde se aplicó la ficha de análisis documental. En sus resultados, evaluaron el modelo propuesto obteniendo que la carga tardaba inicialmente 2.6 s y posteriormente fue de 1s. Con ello, concluyeron que el modelo mejoraba el tiempo de carga, lo cual evidencia una operatividad buena para la empresa.

En cuanto a las bases teóricas, se inició con las definiciones y dimensiones de cada variable. Acerca de la variable propuesta de mejora, Chirinos e Hidalgo (2019), mencionan que se refiere a una serie de acciones que son planeadas a fin de dar mejora a la calidad y rendimiento a los procesos de una entidad. Aunado a ello, una

propuesta de mejora es aquella que permite a una organización establecer un canal para reducir errores o mitigarlos (Gómez, 2019). Para Trigoso (2019) son un conjunto de procesos con un valor agregado que contribuye a un logro deseado; en palabras de Chumacero (2021) una propuesta de mejora busca la disminución de la complejidad de un problema.

En cuanto a las dimensiones para la variable propuesta de mejora, Castilla y García (2020) mencionaron que son las maneras de ejecución, acción de cambio y nuevo esquema. Del mismo modo Lara et al. (2021) toma en cuenta al diagnóstico y simulación; Semenova (2022) indica que las dimensiones son la estandarización de indicadores, diferenciación de indicadores, cálculo de la matriz de distancias y cálculo del indicador integral; Chizhevskaya et al. (2021) indica que son los procesos, tecnologías y personal; para Adaniya y Rodríguez (2022) mide únicamente mediante la dinámica de sistemas.

En cuanto a la variable tiempos operativos, son aquellos que van relacionados al proceso de llegada de una embarcación, al inicio del servicio y periodos que dura las operaciones relacionadas a la carga (Jiménez y Pavón, 2021). También se halló que es el periodo que pasa al momento de salir un vehículo anterior hasta la duración en que se da la salida de otro (Zhang et al., 2023; Battum et al., 2022). Los tiempos operativos son periodos en que se da operaciones en una empresa como lo es la carga de combustible (Maljković et al., 2020).

Un punto importante a mencionar es el diagnóstico inicial, según el Maaser et al. (2019) mencionan que al hablar de diagnóstico inicial se refiere a que existe un proceso factible-perceptible el cual toma en cuenta los hechos antiguos, actuales y la suposición de los futuros. El considerar el diagnóstico inicial en una investigación ayuda para entender la realidad que será estudiada.

Aquí es importante mencionar a la investigación descriptiva propositiva, Estela (2020) menciona que este tipo de investigaciones tiene como finalidad proponer soluciones frente a un determinado problema teniendo en cuenta el diagnóstico inicial y el estudio de un hecho o fenómeno.

La teoría de colas, según Villarreal et al. (2021) definen a esta teoría como una teoría fundamental en el campo empresarial puesto que los tiempos de espera origina pérdidas económicas a los empresarios y sus empresas producen pérdidas;

como objetivo plantea aumentar el número de servidores con respecto a los clientes para evitar tanto tiempo de espera.

La teoría del mantenimiento basado en la confiabilidad, Campos (2019) se refiere al mantenimiento RCM como una forma de elaborar un plan de mantenimiento que considere diversos tipos de mantenimientos como pueden ser preventivo, predictivo, etc. Es una manera efectiva de ordenar y organizar las actividades y la gestión del mantenimiento con el fin de desarrollar programas organizados los cuales se basen en la confiabilidad de equipos.

Por otro lado, las dimensiones para la variable de tiempo de mejora se consideró como primer lugar a Lara et al. (2021) quienes plantearon como dimensiones al tiempo de espera, tiempo total y el flujo del sistema; Zhou (2023) indica que es el tiempo de espera en cola, maquinaria de carga y descarga, tiempo de funcionamiento y tasa de inactividad; An et al. (2021) toma en cuenta a tiempos de operación del buque, tiempo de descarga y carga en las terminales, la capacidad del buque y los costos operativos; Sánchez (2022) se basa en costos, tiempo, calidad y flexibilidad; finalmente, Rugel (2022) toma en cuenta a la red de distribución, tiempos de entrega, capacidad de carga y costo de consolación.

En cuanto a las teorías de propuesta de mejora, se tiene que los planes de mejora pueden ser proactivos, en otras palabras, dirigirse a mejorar un área de gestión, un servicio o un proceso (Chirinos e Hidalgo, 2019). Se contempla el transporte de inteligencia artificial (ART), en el que se pueden tomar decisiones de forma autónoma y ajustar la velocidad de forma cooperativa en el tiempo de ejecución (Zhang et al., 2022). Finalmente, se tiene que, el número de embarcaciones y su velocidad de viaje son factores vitales y pueden tener un efecto negativo en el rendimiento del sistema, el mal tiempo, puede generar estimaciones más fiables y realistas (An et al., 2021). Algunas de las teorías relacionadas a la variable son los tiempos operativos que tienen los ciclos de mitigación de cuellos de botella que sugiere en primer lugar, una clasificación de los cuellos de botella en una terminal como entrada para seleccionar el método de detección de cuellos de botella más apropiado; en segundo lugar, se detectan y clasifican los cuellos de botella en la terminal; y en tercer lugar, sobre la base de la clasificación, se identifican las causas del cuello de botella más grave y se seleccionan e implementan una o varias

medidas de alivio (Battum et al., 2022). Según Sheng et al. (2023), los métodos utilizados para tratar el Despacho de Carga Económica Dinámica (DELD) se dividen en métodos matemáticos y algoritmos; los métodos matemáticos incluyen principalmente programación lineal, programación cuadrática, métodos iterativos, métodos de gradiente y relajación de Lagrange.

Referente a las normativas técnicas, ambientales, de seguridad y de gestión de riesgos a la que está sujeta la carga y despacha de GLP, se puede mencionar principalmente al Ley N° 26221 que es la Ley Orgánica de Hidrocarburos, al DS N° 27-94-EM que habla sobre la comercialización de productos que derivan de los hidrocarburos, asimismo el DS N° 52-93EM que es el Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos. También es importante mencionar al Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos (DS N° 26-94-EM).

Respecto a las normativas ambientales, se puede mencionar al Decreto Supremo N° 015-2006-EM y sus modificatorias, para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Este decreto está conformado por 17 títulos, y 95 artículos. Asimismo, es importante mencionar a la Ley General del Ambiente (N°28611), indica disposiciones referentes a la responsabilidad de las empresas con el ambiente en el Perú. Referente a la gestión de riesgos, la principal norma a tener en cuenta es la ISO 31000:2018, se enfoca específicamente en la gestión de riesgos y se aplica internacionalmente. Esta norma en la manipulación de GLP es muy importante debido al peligro que representa esta actividad.

En cuanto a las normativas vinculadas a la seguridad y salud ocupacional, podemos mencionar a la Ley 29783, que brinda estándares para la seguridad y salud en el trabajo en el Perú; asimismo, es importante tener en cuenta la ISO 45001, una norma de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, es una norma internacionalmente aceptada que se aplica a todo tipo de empresas independientemente de su rubro.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Según el tipo fue aplicada, según Arias y Covinos (2021) manifiestan que es el que se encarga de dar solución a problemas prácticos basados en hallazgos, contemplando además nuevos descubrimientos y soluciones referidos a dar solución al objetivo del estudio.

Según el diseño de investigación fue pre-experimental, haciendo referencia a la manipulación de la variable solución en la variable problema, siendo este de un solo nivel denominado grupo experimental (Ramos, 2021). Con un alcance explicativo, debido a que se encontró causas ocasionadas de la eventualidad problemática, así como también se estableció relaciones de causalidad (Álvarez, 2020).

El enfoque fue mixto, constando en que sus datos a recolectar fueron de carácter número como los tiempos generados inicial, final y total; además, se desarrolló una descripción de procesos que se llevaron a cabo en cuanto al GLP. De tal manera, Molano y Cárdenas (2020) señalan que estos enfoques mixtos son controvertidos, debiéndose a la combinación de los paradigmas subyacentes, llamados como enfoques cualitativos y cuantitativos.

Según su fuente de datos fue el trabajo de campo, según Useche et al. (2019) indica que es el procedimiento por el cual se aplicaron los instrumentos cuyo único propósito fue recabar información requerida para favorecer al desarrollo del estudio.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **Variable independiente: Propuesta de mejora**

##### **Definición conceptual:**

Martínez y Arboleda (2021) definieron estas propuestas de mejoras de procesos como metodologías mediante las cuales un equipo evalúa los procesos que usa y los adapta para aumentar la rentabilidad. Estas recomendaciones de mejora que brindan alternativas de solución, por lo tanto, dependen de la capacidad para identificar, priorizar y resolver problemas.



**Definición operacional:**

Esta propuesta de mejora se midió mediante 3 dimensiones, donde la primera dimensión fue el diagnóstico inicial con indicadores como los procesos, inconvenientes, factores y consecuencias; la segunda dimensión fue el mantenimiento con indicadores como el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo y mantenimiento correctivo; finalmente su tercera dimensión fue el plan de mantenimiento con indicadores como planificación, organización, evaluación y control de equipos.

**Variable dependiente: Tiempos operativos de carga y despacho****Definición conceptual:**

Según Lara et al. (2021), señalan que esta optimización de los tiempos operativos de la carga y descarga es esencial para evitar pérdidas por demoras en las entregas y para conservar la satisfacción del cliente. Así mismo los tiempos operativos transcurre desde el que se carga el material o combustible hasta que el proveedor realice la entrega del producto final.

**Definición operacional:**

Estos tiempos operativos de carga y despacho se midieron mediante 3 dimensiones, donde la primera dimensión fue el transporte marítimo con indicadores como el tiempo de carga, tiempo de permanencia y tiempo de descarga; la segunda dimensión fue la teoría de colas con indicadores como tiempo de espera y tiempos muertos; finalmente, la tercera dimensión fue % de tiempos con indicadores como tiempo, tiempo acumulado y % de tiempos acumulados.

**3.3. Población, muestra y muestreo****Población**

Según Arias y Covinos (2021) definen como un grupo finito o infinito de sujetos cuyas particularidades son similares, representando la totalidad de elementos a estudiar, siendo delimitado por el mismo investigador. Para esta investigación su población fue todo el sistema de carga y descarga de combustible conformada por 5 unidades buques que presenta la empresa en un periodo de 3 meses en los cuales se consideran los meses de mayo, junio y julio.

### **Criterios de inclusión**

Combustibles de GLP. De forma general se consideran los buques que se encuentren disponibles para el proceso de transporte. Además de los brazos de carga y descarga en el que el investigador tenga acceso y estén mecánicamente operativos.

### **Criterios de exclusión**

Otros combustibles que no sean GLP.

Brazos de carga y descarga en el que el investigador no tenga acceso.

Brazos de carga y descarga que no estén en uso.

### **Muestra**

Se encuentra conformado por un subgrupo de elementos o sujetos extraídos de la población, a estos sujetos se les aplicará el instrumento que se desarrollará a fin de cumplir con dar respuesta a los objetivos planteados del estudio (Arias y Covinos, 2021). Para esta investigación su muestra fue el sistema de carga y descarga del GLP.

### **Muestreo**

Su muestreo fue no probabilístico, el cual se emplea cuando los investigadores quieren elegir una muestra de personas para estudiarlas basándose en sus suposiciones sobre los rasgos o preferencias compartidos por esas personas. En este caso, no se utiliza ninguna técnica de muestreo estadístico y la selección de la población no es aleatoria (Arias y Covinos, 2021).

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis es el sistema de carga y descarga y en el anexo 1 se puede observar la operacionalización de las variables

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Como parte de la técnica se utilizó al análisis de documentos y observaciones, la cual permite obtener información sobre el fenómeno u objeto en estudio, ya que es una técnica de recolección de datos objetiva, se puede obtener información aún sin el deseo de brindarla y con independencia de la competencia y veracidad de la persona objeto de estudio (Arias y Covinos, 2021). Para el estudio también se utilizó la

entrevista, siendo un documento conformado por diferentes interrogantes que se puede aplicar a una sola persona o a un grupo de personas para conocer su opinión sobre un tema de interés (Cisneros et al., 2022).

### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según Hernández y Duana (2020) señalan que estas herramientas de recopilación de datos están diseñadas para ejecutar mediciones. Los datos son un concepto abstracto que refleja el mundo real y los efectos que se pueden entender directa o indirectamente a través de los sentidos, y todas las experiencias se pueden medir. En cuanto a los instrumentos que se emplearon en el presente proyecto se encuentran en el anexo 2 y son los siguientes: Guía de análisis documental, es el instrumento que se utilizó para el tiempo de carga y despacho de GLP, determinando los tiempos manejados en dicho proceso, de tal manera que se aplicó para diagnosticar la situación en un periodo de una semana, y luego se aplicó nuevamente para ver los cambios que se han suscitado en los tiempos, ello se aplicó en reportes de tres meses (anexo 5). Además, se hizo empleo de la guía de observación, la cual se usó para el proceso del tiempo de GLP, donde se evaluó el tiempo de los procesos, subprocesos, actividades y tareas en la refinería en la zona que se ejecutó esta investigación, se aplicó en un periodo de una semana (anexo 5). Como un último instrumento tenemos a la guía de entrevista, la cual fue dirigida a los operarios, donde se extrajeron datos acerca del proceso en cuanto al GLP, las causas y consecuencias del problema suscitado en dicho proceso, esta entrevista se aplicó una vez por un día y aportó datos para el diagnóstico de la situación actual de dicho proceso, asimismo, se detectaron las mejoras necesarias (anexo 5). Además, este instrumento se dirigió hacia los jefes, donde se abarcó efectos más allá del área, como pérdidas económicas o tiempos, por parte del proceso de carga y descarga del GLP, esta se llevó a cabo en un día, una vez al día; esta información recopilada fue de utilidad para el diagnóstico de la situación actual, por ende, se fijaron los puntos de mejora (anexo 5).

### **3.4.3. Validación de los instrumentos**

Respecto a la validación, cada instrumento fue revisado por tres expertos, dos a fin al tema y uno de la parte metodológica. Las preguntas formuladas en las entrevistas realizadas a los operarios y jefes fueron realizadas con criterio, en donde no se observaron averías en las preguntas lo cual indica que el proceso de evaluación asegura la confiabilidad de dicho instrumento.

### **3.5. Procedimientos**

En la primera etapa fue la planificación, donde se analizó de manera bibliográfica diversas tesis previas, libros, revistas, artículos científicos y documentos de sitios web que sean confiables, evitando una literatura gris sirviendo de ayuda con respecto al desarrollo de esta investigación. Además, se tramitó el permiso para la autorización de la ejecución de esta investigación en la Nueva Refinería de Talara-Petroperú; de la misma manera, se coordinó con los operarios y jefes para la aplicación de la entrevista.

En la segunda etapa se aplicaron los instrumentos establecidos en esta investigación como la guía de análisis documental que se utilizó para el tiempo de carga y despacho de GLP antes y después de la aplicación de esta propuesta, así como las normativas, estándares y documentos de referencia que sirvieron de ayuda para la elaboración de esta propuesta bajo su normativa actual; también se aplicó la guía de observación que se empleó para los tiempos en el proceso de GLP; finalmente, se aplicó a la guía de entrevista sobre los procesos de carga y despacho de GLP que fue dirigido hacia los jefes y operarios, ya que sirvió de ayuda para el diagnóstico de la situación actual y se detectaron puntos de mejora (anexo 5).

En la tercera etapa es el procesamiento de información adquirida mediante estos instrumentos que se aplicaron en la etapa anterior, donde estos datos fueron procesados a través del programa Excel mediante tablas y figuras, asimismo, fueron redactados en orden al proceso seguido de acuerdo con sus objetivos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para esta investigación se utilizó el método analítico, ya que los datos obtenidos fueron recolectados mediante los instrumentos establecidos en esta investigación, se procesaron mediante un método de análisis descriptivo, pruebas de hipótesis y se empleó el programa Excel. Con el uso de este programa se elaboró el primer indicador que viene a ser la propuesta de mejora, donde se tuvo en cuenta todos los datos recolectados mediante los instrumentos establecidos en esta investigación y así se obtuvo una adecuada propuesta de mejora, donde después de esta propuesta se utilizó el programa Excel, empleando la estadística descriptiva mediante tablas y/o figuras, lo cual hizo posible la optimización de tiempo operativos de carga y despacho, lo cual logró optimizar los tiempos operativos de carga y descarga.

### **3.7. Aspectos éticos**

En base a lo establecido por la Universidad César Vallejo los aspectos éticos a considerar fueron: la beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia. La beneficencia en el caso de la presente investigación procura el bienestar de los participantes presentes en el estudio, es decir, personas que laboran en el área de transporte de GLP. Un segundo aspecto ético tenemos a la no maleficencia, es decir, antes de realizado el estudio se analizó la relación riesgo y beneficio para poder salvaguardar la integridad tanto física como psicológica de las personas en esta área. El siguiente aspecto ético viene a ser la autonomía, en donde cada persona participante de la investigación ha tenido la capacidad para elegir participar o retirarse en cualquier momento de la investigación y finalmente, tenemos a la justicia como aspecto ético, esta nos ha permitido tener un trato equitativo entre participantes de la investigación sin existir exclusión entre ellos.

#### IV. RESULTADOS

##### Actividades de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo.

Para describir las actividades de carga y descarga de GLP se realizó entrevistas a los operarios y jefe del área.

Para la primera variable, propuesta de mejora, se aplicaron entrevistas tanto a los operarios como a los jefes además de la aplicación de una guía de análisis.

**Tabla 1.** *Respuestas de los operarios según la variable propuesta de mejora*

Dimensión: Diagnóstico inicial		
Indicador	Pregunta	Respuesta
<b>Procesos</b>	¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo?	Se inician con la recepción de GLP en el muelle de carga líquida, donde se verifica la calidad del producto. Luego, el GLP se almacena en cilindros de acero especialmente diseñados para su almacenamiento seguro. Finalmente, se procede a la distribución a camiones cisterna que llevarán el GLP a su destino
<b>Inconvenientes</b>	¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?	Están relacionados con la capacidad limitada de muelles. La presencia de solo un muelle con brazo de carga de GLP puede generar tiempos de espera prolongados para los buques cisterna, los retrasos ocasionados por cambios de turno, interrupciones en la comunicación y procesos de análisis lentos pueden afectar la eficiencia de las operaciones.
<b>Factores</b>	¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?	La falta de disponibilidad de muelles equipados con brazos de carga de GLP, la falta de coordinación y comunicación efectiva entre los equipos de carga y los buques también contribuye a los problemas suscitados, la falta de un proceso eficiente para el análisis de la carga y las demoras causadas por pérdidas adicionales de tiempo agravan aún más la situación.
<b>Consecuencias</b>	¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado?	El riesgo de accidentes y derrames de GLP debido a la congestión en los muelles de carga, lo que puede tener graves repercusiones en términos de seguridad y medio ambiente. Además, del desabastecimiento por retrasos en el tiempo de descargas, la falta de disponibilidad de almacenamiento por retrasos en el tiempo de carga y los pagos por sobrestadía de buques.

**Tabla 2.** *Respuesta de los jefes según la variable propuesta de mejora*

<b>Dimensión: Diagnóstico inicial</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
<b>Procesos</b>	¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo?	La primera es la carga de GLP al buque, esto es a través de bombas de transferencia las cuales succionan el producto desde las esferas de almacenamiento y son descargadas al buque a través del brazo de carga instalado en el muelle de carga líquida 1 (MU1). La segunda consiste en la recepción de GLP desde buques, el cual a través del brazo de carga y la impulsión desde buque se reciben en las esferas de almacenamiento a través de líneas dedicadas
<b>Inconvenientes</b>	¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?	Retrasos en la atención de buques de GLP por la no disponibilidad del MU1
<b>Factores</b>	¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?	-Oleajes anómalos por la ubicación del MU1 -Ventanas de mantenimiento.
<b>Consecuencias</b>	¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado?	- Desabastecimiento por retrasos en el tiempo de descargas. - Falta de disponibilidad de almacenamiento por retrasos en el tiempo de carga. - Pagos por sobrestadía de buques
<b>Acciones</b>	¿Qué acciones se han aplicado hasta el momento para mitigar la situación? ¿Por qué?	Evaluar técnica y económicamente la alternativa de instalar un sistema de carga/descarga de GLP en el muelle de carga líquida 2 (MU2), el cual presenta un registro menor de cierre por oleajes anómalos y brinda continuidad operativa ante escenarios de cierre o mantenimiento del MU1

De acuerdo con lo mencionado por los jefes se tiene, además que las actividades de carga y descarga de GLP son: la carga de GLP al buque, esto es a través de bombas de transferencia las cuales succionan el producto desde las esferas de almacenamiento y son descargadas al buque a través del brazo de carga instalado en el muelle de carga líquida 1 (MU1). La segunda consiste en la recepción de GLP desde buques, el cual a través del brazo de carga y la impulsión desde buque se reciben en las esferas de almacenamiento a través de líneas dedicadas.

Según las actividades y las tareas realizadas, el propósito es tener el control adecuado sobre los tiempos generados en cada proceso de la empresa Nueva Refinería Talara – Petroperú.

En la siguiente tabla se consideran los tiempos generados en los últimos 5 meses, 26,9 min., 35 min., 20,3 min., 32,6 min., y 42,7 min. Considerándose un tiempo promedio de 34,3 minutos para el proceso.

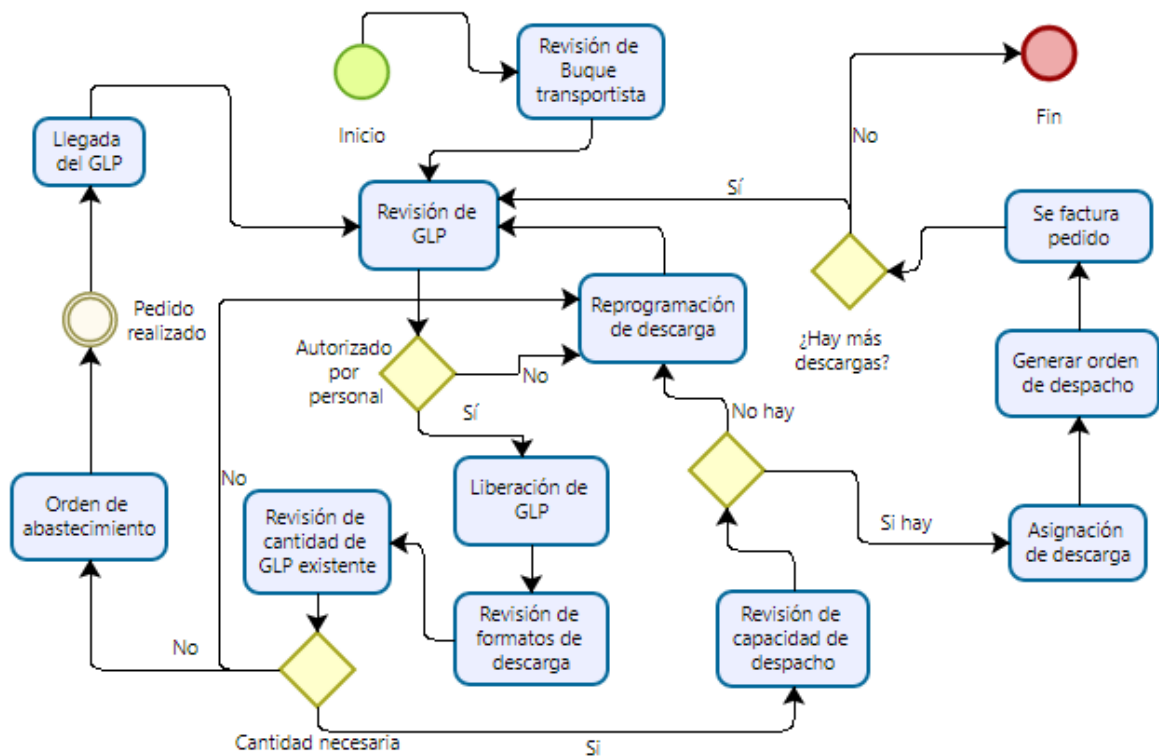
**Tabla 3. Actividades y sistema operativo**

N°	TIEMPOS GENERADOS (H)			PROCESOS	SUB-PROCESOS	ACTIVIDADES	TAREAS	RESPONSABLE
	Inicio	Final	Total					
1	14:24	17:14	26.9	Descarga	Inspección	Preparación, Conexión, Transferencia, Monitoreo, Control de Seguridad, Finalización, Registro, Inspección, Liberación, Mantenimiento.	<b>Preparación:</b> 1-2 horas <b>Conexión:</b> 0.5-1 hora <b>Transferencia:</b> Variará según la cantidad de GLP a descargar. <b>Monitoreo:</b> Durante toda la descarga. <b>Control de Seguridad:</b> Durante toda la descarga. <b>Finalización:</b> 1-2 horas <b>Registro:</b> 0.5-1 hora <b>Inspección:</b> Si es necesaria, el tiempo variará. <b>Liberación:</b> 0.5-1 hora <b>Mantenimiento:</b> Según las necesidades, puede llevar de 1 a varias horas.	Supervisor de turno.
2	15:42	22:42	35.0	Descarga	Inspección	Preparación, Conexión, Transferencia, Monitoreo, Control de Seguridad, Finalización, Registro, Inspección, Liberación, Mantenimiento.	<b>Preparación:</b> 1-2 horas <b>Conexión:</b> 0.5-1 hora <b>Transferencia:</b> Variará según la cantidad de GLP a descargar. <b>Monitoreo:</b> Durante toda la descarga. <b>Control de Seguridad:</b> Durante toda la descarga. <b>Finalización:</b> 1-2 horas <b>Registro:</b> 0.5-1 hora <b>Inspección:</b> Si es necesaria, el tiempo variará. <b>Liberación:</b> 0.5-1 hora <b>Mantenimiento:</b> Según las necesidades, puede llevar de 1 a varias horas.	Supervisor de turno.
3	12:00	08:18	20.3	Descarga	Inspección	Preparación, Conexión, Transferencia,	<b>Preparación:</b> 1-2 horas <b>Conexión:</b> 0.5-1 hora <b>Transferencia:</b> Variará según la cantidad de GLP a descargar.	Supervisor de turno.



						Monitoreo, Control de Seguridad, Finalización, Registro, Inspección, Liberación, Mantenimiento.	<b>Monitoreo:</b> Durante toda la descarga. <b>Control de Seguridad:</b> Durante toda la descarga. <b>Finalización:</b> 1-2 horas <b>Registro:</b> 0.5-1 hora <b>Inspección:</b> Si es necesaria, el tiempo variará. <b>Liberación:</b> 0.5-1 hora <b>Mantenimiento:</b> Según las necesidades, puede llevar de 1 a varias horas.	
4	09:30	18:12	32.6	Descarga	Inspección	Preparación, Conexión, Transferencia, Monitoreo, Control de Seguridad, Finalización, Registro, Inspección, Liberación, Mantenimiento.	<b>Preparación:</b> 1-2 horas <b>Conexión:</b> 0.5-1 hora <b>Transferencia:</b> Variará según la cantidad de GLP a descargar. <b>Monitoreo:</b> Durante toda la descarga. <b>Control de Seguridad:</b> Durante toda la descarga. <b>Finalización:</b> 1-2 horas <b>Registro:</b> 0.5-1 hora <b>Inspección:</b> Si es necesaria, el tiempo variará. <b>Liberación:</b> 0.5-1 hora <b>Mantenimiento:</b> Según las necesidades, puede llevar de 1 a varias horas.	Supervisor de turno.
5	13:06	07:48	42.7	Descarga	Inspección	Preparación, Conexión, Transferencia, Monitoreo, Control de Seguridad, Finalización, Registro, Inspección, Liberación, Mantenimiento.	<b>Preparación:</b> 1-2 horas <b>Conexión:</b> 0.5-1 hora <b>Transferencia:</b> Variará según la cantidad de GLP a descargar. <b>Monitoreo:</b> Durante toda la descarga. <b>Control de Seguridad:</b> Durante toda la descarga. <b>Finalización:</b> 1-2 horas <b>Registro:</b> 0.5-1 hora <b>Inspección:</b> Si es necesaria, el tiempo variará. <b>Liberación:</b> 0.5-1 hora <b>Mantenimiento:</b> Según las necesidades, puede llevar de 1 a varias horas.	Supervisor de turno.

A continuación, se muestra el diagrama de todas las áreas involucradas en el proceso de carga y despacho.



**Figura 1.** Proceso de carga/descarga del GLP

**Fuente:** Elaboración propia

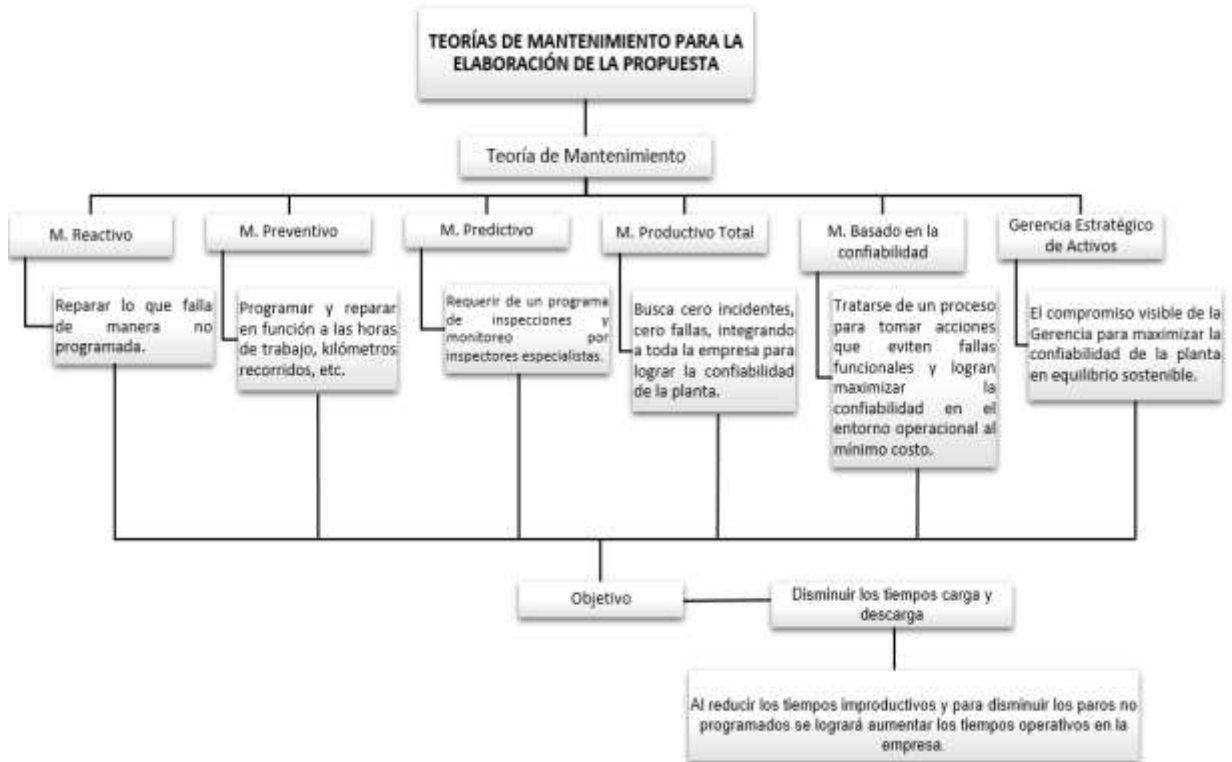
Para el análisis de la segunda variable, tiempos operativos de carga y descarga se considera la ficha de registro para dicha variable en la cual se registra el tiempo de los paros no programados y su porcentaje.

**Tabla 4.** Análisis de la variable tiempos operativos de carga y descarga

Dimensión: Porcentaje de indicadores de cumplimiento						
Indicador	Respuesta					
<b>Paros no programados</b>	Equipo: Bomba centrífuga de Descarga	Compresor de Desplazamiento Positivo	Medidor de Flujo Electromagnético	Operador Principal de la Bomba	Técnico de Mantenimiento del Compresor	Supervisor de Medición de Flujo
<b>Tiempo (horas/mes)</b>	150 horas	130 horas	130 horas	160 horas	120 horas	90 horas
<b>Acumulado (horas/mes)</b>	150 horas	280 horas	330 horas	490 horas	610 horas	700 horas
<b>Porcentaje acumulado</b>	21,42 %	40 %	47,14 %	70 %	87,14 %	100 %

## Aspectos necesarios de la teoría de mantenimiento para la elaboración de la propuesta.

En cuanto a las teorías de mantenimiento existen varias estrategias donde a continuación se presenta y en base a ello se realizará la propuesta para reducir los tiempos de carga y descarga.



**Figura 2.** Teoría de mantenimiento

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez analizado los mantenimientos, se tendrá en cuenta el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) la cual abarca el mantenimiento autónomo y planificado, estos permiten una reducción de las averías y el nivel de conocimiento de cada equipo. Entonces a continuación se describe el proceso y propósito de cada mantenimiento.

### - **Mantenimiento autónomo**

Conformado por un conjunto de actividades rutinarias. En conjunto, en estos procesos, existe un proceso de fiscalización, limpieza, inspección, cambio de herramientas y piezas, donde se estudian cosas que se pueden mejorar, que se analizarán y se solucionarán problemas de la máquina o equipo. cosas que llevan al mejor nivel. Siguiendo los principios previamente definidos por la empresa, que

requieren el apoyo de los propios empleados, estos deberán estar formados y tener conocimientos suficientes y correctos para manejar los equipos o máquinas proporcionadas al empleado.

Los objetivos principales del mantenimiento son:

- Se busca mejorar continuamente para el buen funcionamiento de la maquina con la ayuda del operador.
- Impulsa siempre la mejora en la seguridad en el trabajo.
- Con la manipulación correcta e inspección permanente de podrá evitar el deterioro del equipo o maquinaria.

#### - **Mantenimiento planificado**

Este mantenimiento permite ayudar a tener una mayor disponibilidad de los equipos.

Los objetivos de este mantenimiento son:

- Disminuir paradas en el área de producción
- Mejorar la disponibilidad de la maquinaria
- Disminuir los gastos que generaría realizar un mantenimiento

Para los equipos el compresor de desplazamiento positivo tuvo un tiempo de operatividad del 40%, el medidor de flujo electromagnético tuvo un tiempo de operatividad del 47,14%, el mantenimiento del compresor tuvo un tiempo de operatividad del 70% y el supervisor de medición de flujo tuvo un tiempo de operatividad del 100%, por lo que generalmente el RCM se encuentra por debajo de lo óptimo, pues estos procesos reducen el tiempo productivo de la carga y descarga del petróleo. De esta forma, Gómez (2019), indica que sus balanzas (ajustes y calibración) trabajan a un ritmo de operatividad del 28% y su Carrusel por fallas técnicas tuvo un tiempo operativo del 43%, considerando una prioridad alta, pues estos ritmos operativos repercuten en la productividad de la empresa, así como se sugiere la implantación verificada de reportes de un plan de mantenimiento para suturar estos bajos índices de operatividad.

Se debe de considerar la teoría de colas la cual es un parámetro importante para el presente objetivo

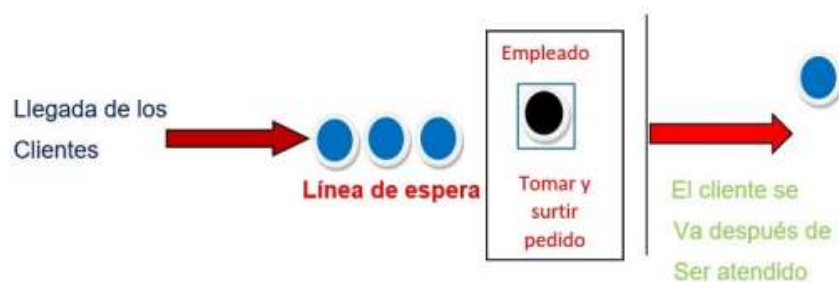
#### **Teoría de colas:**

Viene a ser el estudio matemático de las colas que son las líneas de espera en un sistema. Se consideran tiempos de espera medio en las colas o la capacidad de

trabajo que hay en el sistema sin que se llegue a colapsar. Esta teoría ayuda en el moldeamiento de sistemas en el que diferentes agentes demandan por un servicio y coinciden en el mismo servidor por lo que se registran esperas desde que el agente llega al sistema y se efectúe que el servidor atienda las demandas. Además, se considera útil esta teoría porque permite el modelaje de los procesos como la llegada de los datos a una cola en la computación, la congestión de red en las computadoras o de la telecomunicación, o también la implementación de la cadena productiva en la ingeniería industrial.

La teoría de colas es la encargada de estudiar los tiempos de espera y capacidad que tiene el sistema y presenta las siguientes características principales: El tiempo de distribución en las entradas o llegadas, tipo de distribución en las salidas o retiros, canales de servicio, disciplina en el servicio, el número máximo de despachos permitidos en el sistema y la fuente o población.

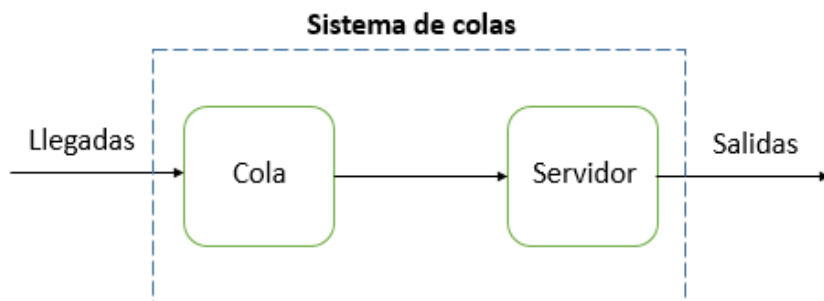
Un sistema de colas viene a ser el conjunto de colas y el mecanismo del servicio



**Figura 3.** Estructura de un sistema de colas

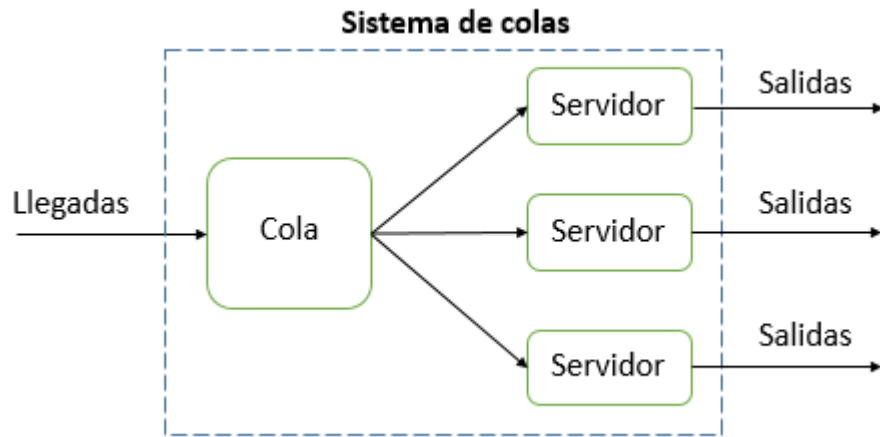
**Fuente:** Elaboración propia

De los modelos de colas se tiene que hay 4 estructuras las que depende de los elementos que lo componen, dichas estructuras son las siguientes:



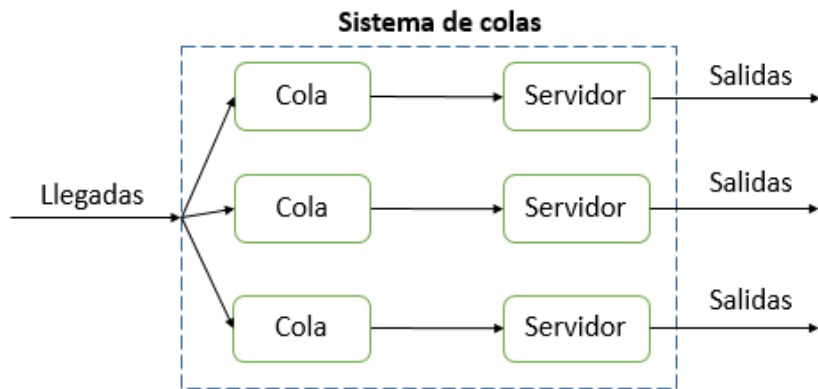
**Figura 4.** Sistema de una línea y un servidor

**Fuente:** Elaboración propia



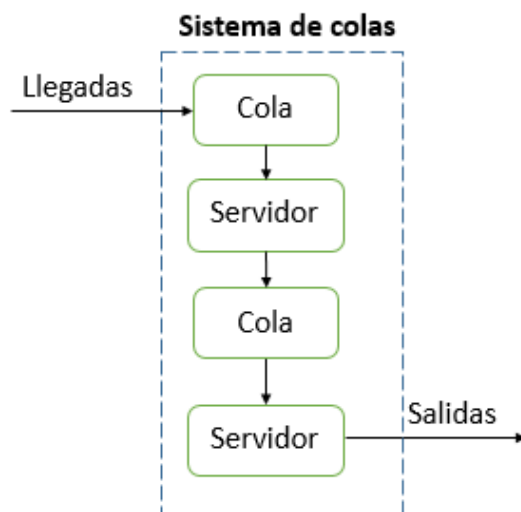
**Figura 5.** Una línea, múltiples servidores

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 6.** Sistema de varias líneas, múltiples servidores

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 7.** Sistema de una línea y varios servidores secuenciales

**Fuente:** Elaboración propia

Es necesario además considerar normativa acerca de los hidrocarburos, leyes de seguridad, protección ambiental.

**Tabla 5.** Información de los documentos revisados según la variable propuesta de mejora

<b>Dimensión: Plan de mantenimiento</b>					
<b>Indicador</b>	<b>Respuesta</b>				
	<b>Normativa</b>	<b>Estándar</b>	<b>Documento de referencia</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Planificación</b>	Ley N° 26221		Ley Orgánica de Hidrocarburos	18/11/ 1993	
	Ley N°29783		Ley de seguridad y salud en el trabajo y sus modificatorias	20/08/2012	
	D.S. 043-2007 EM		Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y modificatorias, diversas disposiciones	10/11/2007	
	D.S. 015-2006 EM		Reglamento de protección ambiental en las actividades de hidrocarburos	28/01/2006	Modificación D.S. 065-2006 EM
	DS N° 27-94-EM		Comercialización de productos que derivan de los hidrocarburos	23/12/1994	
	DS N° 52-93EM		Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburo	21/12/1993	

		s		
DS N° 26-94-EM		Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos	19/12/1994	
N° 015-2006-EM		Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos	04/03/2006	
Ley N°28611		Ley General del Ambiente	30/12/2005	
	ISO 31000:2018	Gestión de riesgos	15/02/2018	Se aplica internacionalmente
	ISO 45001	Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo	12/03/2018	Se aplica internacionalmente.



## **Propuesta en base a la teoría de mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de GLP.**

Teniendo en cuenta que ya contamos con la información de los responsables y los equipos que influyen en el proceso de carga y descarga se presentan indicadores los cuales permitirán el seguimiento con el que se lleva de manera correcta el desarrollo y los resultados son óptimos, se consideran a la disponibilidad de máquina, tiempo medio para reparar y tiempo medio entre fallas.

Es necesario considerar que existen etapas previas a la carga las cuales toman un tiempo como llegar al módulo, la verificación del buen estado de las máquinas, esperar que se permita el acceso al sector de operaciones, la colocación de los equipos de seguridad. Durante la carga de GLP se toma en cuenta el traslado de lo necesario para pasar del buque al destino de dicho combustible y en pasos posteriores se tiene a la verificación de la cantidad de GLP descargado, los registros de llegada acerca de las cantidades y el combustible. Acerca del buen estado de las máquinas se sabe que si estas no se encuentran funcionando correctamente se tendrán pérdidas de tiempo en el proceso de carga y descarga. Por lo que se debe de implementar un plan de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de las máquinas consideradas en la población.

De las teorías y los problemas que existen en la empresa se realiza a continuación una tabla en la que se identifican aspectos de la teoría de mantenimiento necesarias para realizar las acciones que ayuden a eliminar o disminuir los problemas identificados.

**Tabla 6.** *Causas, teorías y acciones para la propuesta*

<b>Causas</b>	<b>Teorías</b>	<b>Las acciones que se deben seguir para eliminar o disminuir las causas</b>
Retraso en la atención de buques de GLP	Teoría de colas	Implementar un brazo en el muelle 2
Falta de coordinación y comunicación efectiva entre los equipos de carga y los buques	Teoría de mantenimiento de Gerencia Estratégico de Activos	Realizar capacitaciones que brinden estrategias para una mejor coordinación
Falta de proceso eficiente para el	Teoría de mantenimiento de	Brindar capacitaciones acerca de estrategias para realizar un

análisis de la carga y las demoras causadas por pérdidas adicionales de tiempo	Gerencia Estratégico de Activos	proceso eficiente y reducir tiempos adicionales
Fugas de líquidos en la bomba centrífuga de descarga	Mant. preventivo	Rellenado de líquidos a la bomba
Mangueras rotas en la bomba centrífuga de descarga	Mant. Preventivo	Revisión y cambio de manguera
Bomba centrífuga de descarga con conectores flojos	Mant. preventivo	Ajuste de conectores
Falta de lubricación en la bomba de descarga	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de lubricante
Filtros sucios en compresor de desplazamiento positivo	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de filtros
Base de compresor desajustada	Mant. preventivo	Revisión y ajuste de base
Fugas de refrigerante en el compresor	Mant. preventivo	Rellenado de refrigerante
Desgaste de piezas el compresor	Mant. preventivo	Cambio de piezas
Filtro regulador del medidor de flujo en mal estado	Mant. Correctivo	Revisión del estado del filtro regulador
Falta de lubricación en el medidor de flujo electromagnético	Mant. Preventivo	Rellenado de lubricante
Sistema electrónico del medidor de flujo no brinda resultados exactos	Mant. preventivo	Revisión y corrección del sistema eléctrico
Pernos flojos en el medidor de flujo electromagnético	Mant. preventivo	Ajuste de pernos

Como primer paso para la solución de propuestas y acciones a realizar se toman en cuenta las fallas que presenta cada buque de acuerdo con los componentes que estos presentan

**Tabla 7. Fallas en las máquinas**

Informe	Fallas	Número de fallas
IMP – 021	Bomba centrífuga de descarga	3
	Compresor de desplazamiento positivo	2
	Medidor de flujo electromagnético	2
IMP – 023	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	2
	Medidor de flujo electromagnético	1
IMP – 025	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	2
IMP – 029	Bomba centrífuga de descarga	1
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	4
IMP – 030	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	3

En específico, se consideran algunas de las fallas que presentan los equipos, se representan en la siguiente tabla

**Tabla 8. Fallas en los equipos**

Ítem	Código	Función	Fallas
1	Bomba centrífuga de descarga	Bombear GLP, el combustible va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos Mangueras rotas Conectores flojos Falta de lubricación
2	Compresor de desplazamiento positivo	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios Base de compresor desajustada Fugas de refrigerante Desgaste de piezas
3	Medidor de flujo electromagnético	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que pasa el fluido	Filtro regulador en mal estado Falta de lubricación sistema electrónico no brinda resultados exactos Ajuste de pernos

Para la solución de las fallas mencionadas, corresponde crear una propuesta en base a RCM. Inicialmente se pretende determinar cuáles son los equipos críticos por ende se plantea un análisis de criticidad, los parámetros necesarios se encuentran en el Anexo 5

Para el cálculo se considera lo siguiente:

- $\text{Riesgo total} = \text{Frecuencia} * \text{consecuencia}$
- $\text{Consecuencias} = (\text{impacto operacional} * \text{flexibilidad} * \text{MTTR}) + \text{costo de mantenimiento} + \text{impacto seguridad} + \text{impacto ambiente}$

Los criterios mostrados en la tabla anterior se consideran para el cálculo del riesgo total y las consecuencias.

El análisis de criticidad se realiza a las máquinas presentes en el proceso, en este caso a los 5 buques que tenemos como población.

Considerando que:

- NC (No crítico) se considera al riesgo total que tiene un valor menor a 50
- SC (semicrítico) el riesgo total es mayor a 50 y menor que 120
- C (crítico) el riesgo total es mayor que 120

Luego se realiza el cálculo de la disponibilidad del equipo, es decir, el tiempo de funcionamiento en un determinado periodo y se encuentra en el Anexo 5.

Posteriormente se realiza el siguiente cálculo considerando que los días laborables durante un año son de 252 días teniendo en cuenta a los feriados y fines de semana

Operatividad por día (h) =	8
Días laborables durante el año (días) =	252
Operatividad por año (h) =	2016

Ecuación para el cálculo de la disponibilidad operativa:

$$\text{Dispon. operativa} = \frac{H. operativas - H. inoperativas}{H. operativas} * 100\%$$

$$\text{Dispon. operativa} = \frac{2016 - 600}{2016} \times 100\%$$

$$\text{Dispon. operativa} = 70,24 \% \cong 70\%$$

Ahora es necesario realizar el cálculo de la confiabilidad

Este parámetro nos indica el tiempo promedio en el que la máquina o equipos funcionan sin paradas dentro de un determinado periodo.

La confiabilidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Confiabilidad (MTTF)} = \frac{\text{Tiempo total de Operación por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}}$$
$$MTTF = \frac{\sum TTF}{n}$$

La tabla de la confiabilidad de las máquinas se ubica en el Anexo 5

Luego de obtener la disponibilidad de los equipos, se realiza el análisis de modo y efecto de falla también llamado AMEF el cual viene a ser un método usado para analizar los fallos potenciales de las máquinas y los efectos que puede ocasionar en el usuario final.

Se tienen las siguientes consideraciones:

**Severidad (S):** también llamada gravedad, esta se clasifica del 1 al 10 donde 1 no tiene tanta importancia y 10 viene a ser un fallo de gran importancia.

**Tabla 9. Criterios para la severidad (S)**

Severidad (S)	Descripción del criterio	Valor
Muy baja	Fallo de pequeña importancia, no origina efecto real en el rendimiento del sistema por lo que el cliente no se daría cuenta	1
Baja	Fallo que origina un pequeño inconveniente al cliente donde se observa un pequeño deterioro en el rendimiento del sistema, pero se puede subsanar fácilmente	2-3
Moderada	Fallo que produce disgusto en el cliente y se logra observar el deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	Fallo crítico y el sistema es inutilizado lo cual produce un grado de insatisfacción elevado	7-8
Muy alta	Fallo muy crítico que afecta a la seguridad del proceso o producto y el incumplimiento de las normas	9-10

**Ocurrencia (O):** representa la ocurrencia o frecuencia en la que se da un fallo por alguna causa. Se considera un valor del 1 al 10 donde el 1 es una ocurrencia muy improbable y 10 inevitable.

**Tabla 10. Criterios para la ocurrencia (O)**

Frecuencia	Descripción del criterio	Valor
Muy baja	No se produce fallo tampoco se ha dado alguno en el pasado	1
Baja	Fallos poco probables que sucedan	2-3
Moderada	Fallos que es probable que aparezcan algunas veces en la vida del sistema	4-5
Alta	En el pasado se han presentado fallos similares	6-8
Muy alta	Fallo que se produce frecuentemente	9-10

**Grado de detección del control:** se estima en qué estado se encuentran los controles de identificación para poder detectar la causa o modo de falla después de ser generada y antes que llegue el cliente.

**Tabla 11. Criterios para la detección del control**

<b>Detección</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
<b>Muy alta</b>	Muy poco probable que no se detecte el defecto del fallo por los controles existentes	1
<b>Alta</b>	Fácilmente detectable, pero a pesar de eso en algún momento se podría escapar a un primer control	2 - 3
<b>Mediana</b>	Detectable el defecto	4 - 6
<b>Pequeña</b>	El defecto es difícil de detectar con los procedimientos que se tienen	7 - 8
<b>Improbable</b>	No se puede detectar el defecto	9 - 10

Cálculo para el número prioritario de riesgo (NPR)

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{NPR} = \text{Grado de severidad} * \text{Grado de ocurrencia} * \text{Grado de detección}$$

Donde los valores de NPR representan:

**Tabla 12. Parámetro NPR**

<b>NPR</b>	
<b>500-1000</b>	Alto riesgo de falla
<b>125 - 499</b>	Riesgo de falla medio
<b>1 - 124</b>	Riesgo de falla bajo

En el anexo 5 se presentan los resultados de la metodología AMEF

Del análisis se consideran que las siguientes actividades son las adecuadas por realizar para evitar fallos y pérdidas de tiempo y producción.

**Tabla 13.** *Actividades por realizar*

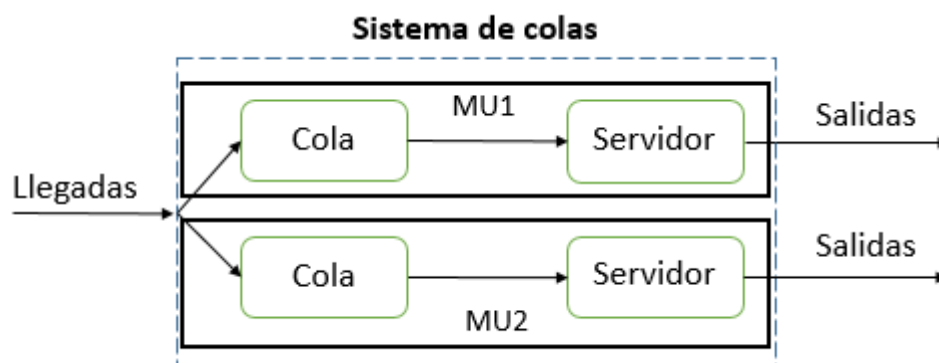
<b>Equipos</b>	<b>Función</b>	<b>Falla funcional</b>	<b>Acción de mantenimiento</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>	<b>Personal</b>
<b>Bomba centrífuga de descarga</b>	Bombear el GLP, el combustible va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos	Rellenado de líquidos a la bomba	90 días	Técnico electricista
		Mangueras rotas	Revisión y cambio de manguera	90 días	Técnico electricista
		Conectores flojos	Ajuste de conectores	120 días	Técnico mecánico
		Falta de lubricación	Limpieza y cambio de lubricante	90 días	Técnico mecánico
<b>Compresor de desplazamiento positivo</b>	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios	Limpieza y cambio de filtros	120 días	Técnico mecánico
		Base de compresor desajustada	Revisión y ajuste de base	120 días	Técnico mecánico
		Fugas de refrigerante	Rellenado de refrigerante	90 días	Técnico electricista
		Desgaste de piezas	Cambio de piezas	90 días	Técnico mecánico
<b>Medidor de flujo electromagnético</b>	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que pasa el fluido	Filtro regulador en mal estado	Revisión del estado del filtro regulador	90 días	Técnico electricista
		Falta de lubricación	Rellenado de lubricante	90 días	Técnico electricista
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	Revisión y corrección del sistema eléctrico	180 días	Técnico electricista
		Pernos flojos	Ajuste de pernos	120 días	Técnico mecánico



En el proceso de carga y descarga se tiene diferentes actividades en las cuales influye el personal logístico, personal de desembarque, verificación, inspección, clientes, etc.

Aquí se considera que en la descarga de GLP se realiza en el muelle 1 (MU1) y este solo tiene un brazo de descarga lo cual provoca tiempos de espera largos los cual a su vez genera pérdidas económicas de aproximadamente 30 mil dólares por buque. Y de acuerdo con la teoría de colas se tienen diferentes sistemas que intervienen los clientes y el servidos, de acuerdo con ellos se plantea que el sistema de colas en el que se plantea que exista más de una cola y más de un servidor para que las salidas o descargas sean en un tiempo menor y para el presente proyecto se plantea agregar un brazo de descarga adicional al que ya se tiene para así repartir las colas y los tiempos de descarga disminuyan. Inicialmente se tenía la existencia de una sola cola con un tiempo promedio de 34,3 minutos en el proceso de despacho por lo que se espera una reducción el 50% el tiempo inicial, es decir, 17,15 minutos ya que la cantidad de servidores se dividiría de manera equitativa entre las 2 colas para poder optimizar el proceso de descarga.

A continuación, el diagrama que representa el sistema de 2 colas y 2 servidores para tener dos puntos de descarga o salida.



**Figura 8.** Sistema de 2 colas y 2 servidores

Fuente: Elaboración propia

Se considera además la teoría de colas la cual ayudará en la reducción de tiempos de espera, esta propuesta tiene que ver con el tiempo en el que la fuente de entrada se logre dividir en dos colas para que se pueda descargar a los servidores en un tiempo menor al que ya se tiene y por ende reducir las pérdidas económicas que estos tiempos de espera ocasionan.

La teoría de colas se plasma en el hecho de adicionar un brazo de descarga al muelle 2, la propuesta consiste en la implementación de un brazo de carga y descarga de GLP de la marca Kanon el cual será comprado ya que tendrá las mismas características que las del brazo ya existente en el muelle 1 además, en el mercado es posible conseguirlo.

Este brazo es un equipo de última generación que cuenta con las siguientes características:

**Tabla 14. Características del brazo de Kanon**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Mejor velocidad de carga y descarga</b>	El brazo Kanon puede cargar o descargar un camión cisterna de GLP en un tiempo promedio de 15 minutos, lo que representa una reducción de hasta un 50% con respecto a los brazos de carga y descarga tradicionales.
<b>Mayor precisión</b>	El brazo Kanon cuenta con un sistema de posicionamiento automático que garantiza una mayor precisión en la carga y descarga de GLP
<b>Mayor seguridad</b>	El brazo Kanon cuenta con un sistema de seguridad que evita derrames de GLP

**Tabla 15. Características del brazo de carga 37-K-105**

<b>Marca:</b>	<b>Kanon</b>
<b>Modelo:</b>	37-K-105
<b>Número de serie:</b>	P202096
<b>Ubicación:</b>	Muelle de carga líquida MU1, refinería Talara
<b>Propósito:</b>	Carga y descarga de GLP

**Tabla 16. Características del diseño**

<b>Longitud:</b>	<b>37 metros</b>
<b>Peso:</b>	105 toneladas
<b>Presión de diseño:</b>	764 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Temperatura de diseño:</b>	37,2 °C hasta 85 °C
<b>Presión de operación:</b>	764 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Temperatura de operación:</b>	27 °C
<b>Tamaño de la tubería:</b>	4 pulgadas
<b>Presión de prueba:</b>	27162 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Certificaciones:</b>	ATEX, IECEx, CE

**Tabla 17. Especificaciones técnicas**

<b>Velocidad de carga:</b>	<b>15 minutos por camión cisterna</b>
<b>Precisión de carga:</b>	$\pm 1\%$
<b>Seguridad:</b>	Sistema de seguridad que evita derrames de GLP.
<b>Costo:</b>	USD 1 millón
<b>Instalación:</b>	6 meses
<b>Mantenimiento:</b>	Requiere mantenimiento anual.
<b>Garantía:</b>	5 años



**Figura 9.** Especificación Técnica. Brazo de carga 37-K-105

### **Operación y función del brazo de carga y descarga Kanon:**

El brazo de carga 37-K-105 funciona mediante un sistema hidráulico que permite el movimiento de la cabeza de carga. La cabeza de carga está conectada a la tubería de GLP que se encuentra en el camión cisterna.

El proceso de carga o descarga comienza con la conexión de la cabeza de carga a la tubería del camión cisterna. Una vez que la conexión está establecida, el brazo se mueve para colocar la cabeza de carga sobre la válvula de carga del camión cisterna.

El sistema hidráulico luego abre la válvula de carga y permite que el GLP fluya desde la tubería de la refinería a la tubería del camión cisterna. El flujo de GLP es controlado por el sistema de control del brazo.

Una vez que el camión cisterna está lleno o vacío, el brazo se mueve para desconectar la cabeza de carga de la tubería del camión cisterna.

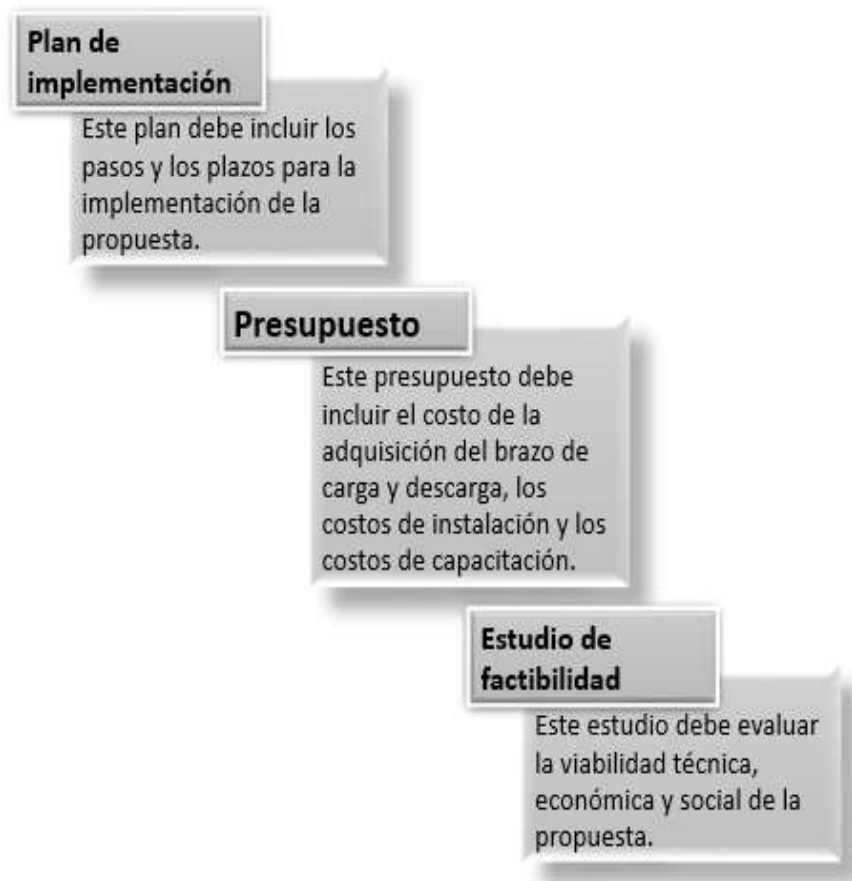
### **Los principales beneficios de la propuesta son:**

- Reducción de los tiempos de carga y descarga: Esto permitirá que el terminal

de la nueva refinería de Petroperú opere de manera más eficiente y pueda atender una mayor cantidad de camiones cisterna.

- Mejora de la precisión de la carga y descarga: Esto reducirá el riesgo de derrames de GLP.
- Aumento de la seguridad: El sistema de seguridad del brazo Kanon evitará derrames de GLP.

#### **Documentos necesarios para la propuesta:**



**Figura 10.** Documentos necesarios para la propuesta

#### **Presupuesto del brazo Kanon:**

El costo estimado de la implementación de la propuesta es de USD 1 millón. Este costo incluye el precio del brazo de carga y descarga, los costos de instalación y los costos de capacitación.

**Tabla 18. Presupuesto para el brazo 37-k-105**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción de actividad</b>	<b>Costos</b>
<b>Brazo 37-k-105</b>		
01	Marine Loading Arm (Brazo de Carga Marino ipo Pantógrafo rígido) de 6" (Línea de Carga) y 4" (Línea de Retorno de Vapor) con accionamiento electro-hidráulico, cuyo producto a manipular será: GLP, compuesto principalmente por el Stand Post/Riser, Inboard Arm y Outboard Arm	2,225,161.60
<b>Trabajos preliminares</b>		
02	Instalaciones provisionales	502,106.37
03	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas.	941,449.44
04	Replanteo, Trazo e ingeniería de detalle Trabajos metal mecánicos	564,869.66
05	Instalación de tubería de entrada y retorno GLP	564,869.66
06	Montaje, instalación e interconexión de los nuevos brazos de carga marinos	5,836,986.55
<b>Trabajos finales</b>		
07	Pruebas e inspecciones a los brazos de carga marinos	251,053.19
08	Informe final, Planos As-built y dossier de calidad	62,771.36
09	Limpieza final de área de trabajo	87,876.68
10	Capacitación del personal de refinería Talara	100,405.15
	<b>SUMA</b>	<b>11,137,549.66</b>
	<b>IGV (18%)</b>	<b>2,004,758.9388</b>
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>13,142,308.5988</b>
	<b>IMPREVISTOS (3%)</b>	<b>394,269.257964</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>13,536,577.86</b>

La propuesta es viable desde el punto de vista técnico, ya que el brazo Kanon es un equipo de alta calidad que cumple con los estándares internacionales. La propuesta también es viable desde el punto de vista económico, ya que el ahorro en tiempo y costos de operación compensará la inversión inicial en el brazo Kanon.

## V. DISCUSIÓN

El primer objetivo específico consistió en describir las actividades de carga y descarga de GLP. Maaser et al. (2019) define al diagnóstico inicial como un proceso factible-perceptible el cual toma en cuenta los hechos antiguos, actuales y la suposición de los futuros. El considerar el diagnóstico inicial en una investigación ayuda para entender la realidad que será estudiada. Además, el diagnóstico es considerado como primer paso en las investigaciones descriptivas propositivas, Estela (2020) menciona que este tipo de investigaciones tiene como finalidad proponer soluciones frente a un determinado problema teniendo en cuenta el diagnóstico inicial y el estudio de un hecho o fenómeno. De acuerdo con lo mencionado por los autores, en los resultados del primer objetivo del presente estudio se describen las actividades que se realizan en proceso de carga y descarga donde se tiene que el factor más destacado es la falta de disponibilidad de muelles equipados con brazos de carga de GLP, lo que provoca congestión y tiempos de espera prolongados. Además, la falta de coordinación y comunicación efectiva entre los equipos de carga y los buques también contribuye a los problemas suscitados. Estos resultados coinciden de los obtenidos por Zhang et al. (2023), quien menciona que el proceso en el que operaba el terminal de su estudio era automatizado con diseño paralelo y operando con carga lateral, su proceso empieza con la operación en el patio luego se realiza el trabajo con transporte horizontal seguidamente se opera junto al mar y se realiza el control de calidad para que se cargue en el barco y si no se realiza el control de calidad entonces permanecen en la zona de espera. De igual manera Salihoglu y Bal (2022) que se centra en revisar el proceso en los terminales de Turquía y enfocarse para reducir los tiempos de espera, en el proceso que se lleva en los terminales se remarcaron las causas de los tiempos de espera prolongados en la situación inicial los cuales fueron los retrasos por el cambio de turno, interrupciones en el flujo de información, falta de comunicación, proceso de análisis lento de la carga y esperas por mermas; con lo que concluyó que la indisponibilidad de algunos de los muelles fue la causa principal de los tiempos de espera. También se considera a Battum et al. (2022) quien consideró en las actividades al ciclo de BCM a: clasificar, detectar y mitigar los cuellos de botella, además de adoptar un enfoque efectivo que ayuda a encontrar causas del BCM para luego proponer medidas para realizar una

mitigación correcta. Alfaro y Sánchez (2022), mencionan en su estudio la descripción de su proceso de despacho el cual es: la bomba que operan P-9A se encuentra relacionada con el despacho y viene desde la esfera T-8 hasta las islas de carga 1 y 2, aquí se evidenció que el control mostraba deficiencias en el despacho, siendo las causas la velocidad lenta y el tiempo de retardo ineficiente. Lo mencionado por Estela (2020) es aplicado en el primer objetivo tanto para el presente trabajo como para Zhang et al. (2023), Salihoglu y Bal (2022), Battum et al. (2022) y Alfaro y Sánchez (2022) quienes mencionan en sus resultados el diagnóstico inicial en el que se encuentran sus actividades y existe coincidencia entre los trabajos ya que todos presentan deficiencias en su estado inicial.

El segundo objetivo específico fue identificar aspectos de la teoría mantenimiento necesarios para la elaboración de la propuesta. La teoría de colas, se considera una teoría fundamental en el campo empresarial puesto que los tiempos de espera origina pérdidas económicas a los empresarios y sus empresas producen pérdidas; como objetivo plantea aumentar el número de servidores con respecto a los clientes para evitar tanto tiempo de espera (Villarreal et al., 2021). La teoría del mantenimiento basado en la confiabilidad es el llamado mantenimiento RCM y viene a ser una forma de elaborar un plan de mantenimiento que considere diversos tipos de mantenimientos como pueden ser preventivo, predictivo, etc. Es una manera efectiva de ordenar y organizar las actividades y la gestión del mantenimiento con el fin de desarrollar programas organizados los cuales se basen en la confiabilidad de equipos (Campos, 2019). Para los resultados del presente proyecto, se consideró convenientes las teorías de mantenimiento preventivo, correctivo, teoría de mantenimiento de gerencia estratégico de activos y la teoría de colas. La teoría de mantenimiento preventivo ayuda con la programación y reparación de las máquinas en función de las horas por ende se considera esta teoría ya que se considera los tiempos que duran las actividades o el proceso, esta teoría además se realiza de manera anticipada. Una teoría más a considerar en la propuesta es la teoría de colas la cual es el estudio matemático de las colas, es decir, se considera el tiempo de espera en las colas o la capacidad de trabajo que presenta el sistema antes que este colapse, en este caso la gran cantidad de clientes que se encuentran en una sola cola, lo cual genera un tiempo de despacho de 34,3 minutos. Al igual que este trabajo Zhou (2023) desarrolló los resultados a

través de la teoría de colas usando un modelo de citas de overbooking el cual se centra en optimizar las citas de camiones portacontenedores. Considerando así el trabajo de Zhang et al. (2022), en sus resultados menciona la asignación de estrategias que ayudan con la estabilidad de velocidad en un multi-ART que está basado en inteligencia agrupada con el fin de realizar un control del tráfico de manera inteligente y distribuir en los terminales de contenedores, este método se adecúa a la secuencia de ART las cuales entran al muelle y con esto disminuir tiempos de espera en el muelle. Lo mencionado por Campos (2019) se aplica en el presente trabajo y se tiene en cuenta en el trabajo de Zhang et al. (2022); y lo dicho por Villarreal et al. (2021) se aplica tanto en el presente estudio como en Zhou (2023) quienes confirman que los tiempos de espera se reducen al aplicar la teoría de colas.

El tercer objetivo específico fue elaborar la propuesta de mejora en la empresa Nueva Refinería Talara – Petroperú. Martínez y Arboleda (2021) definieron estas propuestas de mejoras de procesos como metodologías mediante las cuales un equipo evalúa los procesos que usa y los adapta para aumentar la rentabilidad. Estas recomendaciones de mejora que brindan alternativas de solución, por lo tanto, dependen de la capacidad para identificar, priorizar y resolver problemas. Los resultados que se obtuvieron con respecto a la propuesta de mejora la cual está referida en reducir los tiempos de espera en un 50% ya que en dicha propuesta se plantea agregar un brazo de descarga el cual lograría dividir la única cola que existe por lo que habría dos colas que hacen que el tiempo de despacho sería de 17,15 minutos. Y con respecto de la disponibilidad de las máquinas se pretende mejorar el porcentaje de la disponibilidad que tienen actualmente las máquinas, dicho porcentaje es del 70%. Estos resultados coinciden con Zhou (2023) que se refiere a la minimización del costo del sistema de las pérdidas en el terminal de contenedores; por lo que su propuesta arrojó que la longitud de la cola se redujo por ende el tiempo de espera que pasó de 3,46 minutos a 2,93 minutos y en el área de mantenimiento pasó de 13,1 minutos a 7,31 minutos. Del mismo modo se menciona a Alegría (2021) quien pretende disminuir los tiempos permanentes de la flota vehicular haciendo uso de la herramienta Six Sigma resultando que los tiempos luego de la implementación de dicha herramienta disminuyen, es decir, de 4 5596 horas se redujo a 2 9393 horas lo cual representa una reducción del 35%. Por otro



lado, Huaiguan et al. (2020), tuvo en su proyecto el desarrollo de un modelo CHPED mejorado que integró modelos de proceso de variación de cargas en un corto plazo lo cual obtuvo que se reduce el tiempo de carga era de 2,6 segundos y luego de la aplicación de del modelo CHPED se logró obtener un tiempo de 1 segundo, esto quiere decir que logró reducir más del 50% del tiempo inicial. Al compararse los resultados de los trabajos mencionados con el presente estudio, se tienen valores de reducción con respecto al tiempo puesto que para el primero se reducen en un 35% los tiempos mientras que para este proyecto se pretende reducir un 50%. Además, Alfaro y Sánchez (2022) en su propuesta se basaron en realizar mejoras en la bomba, con ello se mejoró los tiempos de operación. Su propuesta para automatizar la bomba incluye al transmisor de presión, válvula de control de flujo, variador de frecuencia y el tablero de control. Según lo dicho por Martínez y Arboleda (2021) la propuesta es aplicada en esta investigación logrando reducir tiempos y fallas a través de la propuesta planteada, de igual manera Zhou (2023), Alegría (2021), Huaiguan et al. (2020) y Alfaro y Sánchez (2022) al aplicar las diversas propuestas logran obtener mejores resultados.

El objetivo general se encarga de realizar una propuesta según la teoría de mantenimiento para la mejora en los tiempos de carga y descarga de GLP en el terminal de la Nueva Refinería de Petroperú. Pérez (2021) menciona al mantenimiento como un conjunto de acciones que se encargan de prevenir y reparar los elementos o máquinas para que continúen cumpliendo con sus actividades. El resultado que se obtuvo para este objetivo fue que al iniciar con el desarrollo del primer objetivo se tuvo la información de las actividades y con esto se desarrolla del tercer objetivo específico para obtener el tiempo disponible de las máquinas en la empresa, el porcentaje obtenido fue del 70% de disponibilidad, para la reducción de tiempos de espera en el proceso de carga y descarga se considera a la variable dependiente, optimización de tiempos operativos de carga y despacho, y específicamente se tiene en cuenta a la segunda dimensión, teoría de colas, con indicadores de tiempo de espera y tiempos muertos; al aplicar dicha teoría se tiene una manera de disminuir los tiempos de espera agregando un brazo de descarga más al muelle 2 en el que resultaría que la única fila que existe para la espera de despacho se dividiría en partes iguales y por ende el tiempo inicial que se tomaba para la espera era de 34,3 minutos y se pretende dividir en partes iguales la cola,

el tiempo de espera en cada una de las 2 colas que finalmente se plantea tener sería de 17,15 minutos. Estos resultados coinciden con Lara et al. (2021) quien realizó la implementación de un modelo matemático el cual pretende mejorar los tiempos de espera ya que como se menciona en uno de los indicadores de la variable independiente, diagnóstico inicial, se requiere de la información inicial del sistema de estudio, el cual solo utilizaba un 52% por lo que propuso el modelo matemático, pero a pesar de eso no logró mitigar todos los problemas con respecto a los tiempos. De igual manera Ochoa et al. (2022) obtuvo como valores iniciales de la mano de obra 89424 kg/operario y en su productividad de equipos fue 73165 kg/equipo, con acciones y estrategias en su mano de obra obtuvieron 114974 kg/operario y en productividad de equipos fue 100602 kg/equipo, teniendo un costo de implementación de \$7 420.721, beneficio estimado fue \$68 627.158 y un ahorro de \$61 206.438. En el presente estudio y en las investigaciones de Lara et al. (2021) y Ochoa et al. (2022) cumplen con lo mencionado por Pérez (2021) ya que aplican soluciones de mantenimiento o una diversidad de propuestas que apuntar a dar solución a la problemática que estos presentan.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó la propuesta según la teoría de mantenimiento en el que se plantearon propuestas que apuntan a disminuir los tiempos de carga y descarga de GLP las cuales son: La implementación de un brazo de carga y descarga de GLP de la marca Kanon para reducir los tiempos de carga y descarga de GLP en el terminal de la nueva refinería de Petroperú.
2. Se describieron las actividades de carga y descarga de Gas Licuado de Petróleo, el cual inicia con la carga de GLP al buque, esto es a través de bombas de transferencia las cuales succionan el producto desde las esferas de almacenamiento y son descargadas al buque a través del brazo de carga instalado en el muelle de carga líquida 1 (MU1). La segunda consiste en la recepción de GLP desde buques y a través del brazo de carga y la impulsión desde buque se reciben en las esferas de almacenamiento a través de líneas dedicadas.
3. Se identificaron aspectos de la teoría de mantenimiento necesarios para elaborar la propuesta, entre las cuales son: teoría de mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo, productivo total, basado en la confiabilidad, teoría de Gerencia estratégico de activos y teoría de colas de las cuales se han considerado como la mejor opción para la propuesta, a las teorías de mantenimiento preventivo, teoría de Gerencia Estratégico de Activos y la teoría de colas.
4. Se realizó la propuesta de mejora en la empresa Nueva Refinería Talara en el que se realiza el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para lograr una disponibilidad en las máquinas mayor a la inicial, 70%. Con respecto a la propuesta de colas se tiene que en la actualidad el tiempo de despacho es de 34,3 minutos y aplicando un brazo adicional para lograr una cola adicional se pretende reducir los tiempos a 17,15 minutos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Elaborar el reporte mensual o quincenal de acuerdo con lo necesario para que así se pueda tener un orden e información concreta de lo que sucede con las máquinas y la disponibilidad de estas, además las capacitaciones se sugieren que se brinden de manera mensual.

Gestar a la empresa brindarle las capacitaciones al personal encargado de manera mensual.

Organizar las actividades mediante diagrama de Ishikawa, diagrama de Vester o diagrama de Pareto cual sea conveniente en los proyectos siguientes.

Proponer que el mantenimiento preventivo se realice de manera periódica para obtener mejores resultados en la disponibilidad de máquinas.

Elaborar un registro de los mantenimientos planteados en las propuestas para que en análisis futuros se tenga en cuenta las revisiones, ajustes y cambios que se hayan hecho en el transcurso del tiempo.

Capacitar al personal del terminal en el uso del brazo de carga y descarga, además brindar charlas para la mejora de trabajo en equipo.

## REFERENCIAS

A hybrid dynamic economics emissions dispatch model: distributed renewable power systems based on improved COOT optimization algorithm por Wanxing Sheng [et al]. Renewable Energy [en línea]. 2023, vol. 204. [Fecha de consulta: 23 de agosto del 2023].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148123000101>

ISSN: 1879-0682

ADANIYA Higa, Beatriz Juana; RODRÍGUEZ Ulloa, Ricardo. Escenarios en el suministro de gas licuado de petróleo (GLP) bajo un enfoque de dinámica de sistemas. Industrial Data [en línea]. 2022, vol. 25, n°2. [Fecha de consulta 11 de octubre del 2023].

Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932022000200115](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932022000200115)

ISSN: 1810-9993

ALEGRIA Fabián, Pamela Guillermina. Aplicación de la metodología Six Sigma para reducir tiempos de permanencia de la flota vehicular de una empresa de transporte de cargo en el distrito de Santa Anita. Tesis (de pregrado). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2021.

Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17531>

ALFARO, Marden y SÁNCHEZ, Cubas. Automatizado de bomba de GLP mediante sistema de control distribuido Delta V para optimizar el despacho hacia camiones cisterna en Terminal de Abastecimiento en Callao. Tesis (de pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2022.

Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5920>

ÁLVAREZ Risco, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Tesis (de posgrado). Lima: Universidad de Lima, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>

ÁLVAREZ Risco, Aldo. Justificación de la Investigación. Tesis (de posgrado). Lima: Universidad de Lima, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10821>

AN improved combined heat and power economic dispatch model for natural gas combined cycle power plants por Haiquan Yu [et al]. Applied Thermal Engineering

[en línea]. 2020, vol. 181. [Fecha de consulta: 20 de junio del 2023].  
Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431120334219>

ISSN: 1359-4311

AN, Heungjo; BAHAMAISH, Fatima; LEE, Dong-Wook. Simulation and optimization for a closed-loop vessel dispatching problem in the Middle East considering various uncertainties. *Applied Sciences* [en línea]. 2021, vol. 11, n°20. [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/20/9626>

ISSN: 2076-3417

ARIAS Gonzáles, José Luis; COVINOS Gallardo, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. 1° ed. Arequipa: Enfoques Consulting E.I.R.L., 2021 [fecha de consulta: 5 de octubre del 2023].

Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>

BAZÁN, Cristian Cirilo. Propuesta de Mejora Para la Reducción de Merma en el Proceso de Envasado de Gas Licuado de Petróleo Utilizando la Metodología Six Sigma, en Una Empresa de Hidrocarburos de Lima–Callao. 2022. Tesis (Doctoral). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2022.

Disponible en:

<https://search.proquest.com/openview/0d75ea6470e05749e2b9518b1727a44c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

CARDENAS Beltrán, Alexander Octavio. Propuesta de un plan de mejora en el proceso de envasado de GLP para incrementar la productividad. Tesis (de pregrado). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2020.

Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26153>

CASTILLA Vargas, Iván y GARCIA Ortiz, Gustavo Adolfo. Propuesta de optimización del proceso de recibo de combustible por líneas submarinas en el terminal pozos colorados de la ciudad de Santa Marta. Tesis (de pregrado). Colombia: Universidad Antonio Nariño, 2021.

Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2649>

CHIRINOS Cubillas, Gloria Fátima; HIDALGO Sánchez, Arantza Fiorella. Propuesta de un plan de mejora para optimizar el proceso de arenado de

embarcaciones en un Astillero del Callao. Tesis (de pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019.  
 Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2751>

CHUMACERO Chero, Katherine Rossemary. Propuesta de mejora en el proceso de lavado de contenedores. Tesis (de pregrado). Piura: Universidad de Piura, 2021.  
 Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5111>

Comparing the Efficiency of Two Types of Yard Layout in Container Terminals por Xiaoju Zhang [et al]. Sustainability [en línea]. 2023, vol. 15, n° 9 [Fecha de consulta: 14 de septiembre del 2023].  
 Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/9/7195>  
 ISSN: 2071-1050

CORREDOR Gómez, Charly Paola; VANEGAS Loaiza, Lina Marcela. Factores que influyen en la variación del precio del gas licuado de petróleo en la comuna 2-santa cruz, municipio de Medellín. Tesis (de pregrado). Antioquia: Universidad de Antioquia, 2020.  
 Disponible en: <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/1532>

DO NASCIMENTO Vieira, Valdilene; LEAL, José Eugênio. En Operations Management for Social Good: 2018 POMS International Conference in Rio [en línea]. 1° ed. Brazil: Springer International Publishing, 2020. [fecha de consulta: 29 de septiembre del 2023].  
 Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23816-2\\_41](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23816-2_41)

ELIAS García, Jesus David; JIBAJA Maza, Johan Smit; QUISPE Palacios, Jhorvin Dario. Propuesta de una mejora en el sistema de producción para aumentar los niveles de stock de GLP envasado en Llama Gas SA-planta Piura. Tesis (de pregrado). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2020.  
 Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2733>

ESTELA, R. Investigación propositiva. Una alternativa de investigación pedagógica en tiempos de pandemia. 2020.  
 Disponible en: <https://www.calameo.com/read/006239239f8a941bec906>

GAVILÁNEZ, Héctor, LARA, Irma, PEÑA, Naranjo, ARTEAGA, Elvis. Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera mediante un modelo Matemático-Computacional de Líneas de Espera. Ecuadorian Science Journal [en línea]. 2021, vol. 5, n° 2. [fecha de consulta: 14 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/view/124>  
ISSN: 2602-8077

GÓMEZ Ortega, Jimmy Alberto. Propuesta para mejorar la productividad de una empresa envasadora de gas licuado de petróleo de la ciudad de Guayaquil. Tesis (de pregrado). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2019.  
Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16955>

GONZALES Ardiles, Melissa Beatriz; OTSUBO Carranza, Jin. Implementación de un plan de mejora en la gestión del call center de una empresa de distribución de gas licuado de petróleo–GLP. 2021. Tesis (de pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2021.  
Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4867>

GONZALES Díaz, Gabriel Alejandro. Propuesta de diseño para un muelle de servicio y atraque para el terminal de Quintero. Tesis (de pregrado). Guayaquil: Universidad Técnica Federico Santa María, 2021.  
Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/50450/m18746820-5.pdf?sequence=1>

GUACHUN Sánchez, Marco Vinicio. Propuesta de mejoras del proceso de reparación de contenedores, mediante técnicas lean six sigma, para la optimización de recursos, tiempos y costos de la empresa TERCON. Tesis (de posgrado). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2022.  
Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22462>

GUÍA ECCO-ESGAR para la evaluación diagnóstica en EII Parte 1: Diagnóstico inicial, seguimiento de EII conocida, detección de complicaciones por Christian Maaser [et al]. Revista de enfermedad de Crohn y colitis, 2019, vol. 13, n° 2.  
Disponible en: <https://academic.oup.com/ecco-jcc/article-abstract/13/2/144/5078195>

ISSN: 1130-0108



HERNANDEZ Mendoza, Sandra, DUANA Ávila, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín científico de las ciencias económico administrativas del ICEA [en línea]. 2020, vol. 9, n° 17. [Fecha de consulta: 4 de agosto del 2023].

Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

ISSN: 2007-4913

INNOVATIVE technologies for dispatch control in transport and hydrocarbon storage facilities por Ely chizhevskaya [et al]. AIP Conference Proceedings [en línea]. 2021, vol. 2412, n° 1. [Fecha de consulta: 14 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://pubs.aip.org/aip/acp/article-abstract/2412/1/060003/1000095>

ISSN: 0094-243X

JIMÉNEZ, Pilar; GÓMEZ Fuster, José María; PAVÓN Mariño, Pablo. HADES: A multi-agent platform to reduce congestion anchoring based on temporal coordination of vessel arrivals—Application to the multi-client liquid bulk terminal in the port of cartagena (Spain). Applied Sciences [en línea]. 2021, vol. 11, n° 7. [Fecha de consulta: 16 de junio del 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/7/3109>

ISSN: 2076-3417

Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos por Campos [et al]. Científica [en línea]. 2019, vol. 23, n°1. [Fecha de consulta: 14 de noviembre del 2023]

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/#:~:text=El%20RCM%20es%20una%20t%C3%A9cnica,equipo%20se%20mantenga%20%5B%5D>.

ISSN: 2708-8103

MOLANO de la Roche, Marilyn; BENAVIDES Cárdenas, María Camila. Estado del arte del método mixto en la investigación: método cualitativo y método cuantitativo. Revista Semillas del Saber [en línea]. 2021, vol. 1, n°1. [Fecha de consulta: 27 de mayo el 2023].

Disponible en:

<https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/semillas/article/view/317>

ISSN: 2805-7511

OCHOA Villabona, Holman Arney, ALBARRACÍN Fagua, Johan Steven, TORRES PÉREZ, Miguel Ángel, MORENO MARIN, Jhonatan Alexander. Propuesta para el mejoramiento de la productividad en el proceso de envasado para la planta Norgas-Mosquera. Tesis (de pregrado). Bogotá: Universidad El Bosque, 2022. Disponible en:

[repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9870/Propuesta para el mejoramiento de la productividad en el proceso de envasado para la planta Norgas-Mosquera %282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/9870/Propuesta%20para%20el%20mejoramiento%20de%20la%20productividad%20en%20el%20proceso%20de%20envasado%20para%20la%20planta%20Norgas-Mosquera%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PÉREZ Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. 2021.

Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276>

PERFORMANCE improvements in container terminals through the bottleneck mitigation cycle por Coen Van Battum [et al]. Maritime Economics & Logistics [en línea]. 2023, vol. 25, n° 1 [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1057/s41278-022-00245-7>

ISSN: 1479-2931

PUCP. La Necesidad del Diagnóstico Inicial en la Investigación. Conexiones educativas. 2022.

Disponible en: [http://blog.pucp.edu.pe/blog/criadodavila2411/2022/02/17/la-necesidad-del-diagnostico-inicial-en-la-](http://blog.pucp.edu.pe/blog/criadodavila2411/2022/02/17/la-necesidad-del-diagnostico-inicial-en-la-investigacion/#:~:text=El%20diagn%C3%B3stico%20inicial%20de%20la,%2C%20es%20decir%2C%20el%20futuro.)

[investigacion/#:~:text=El%20diagn%C3%B3stico%20inicial%20de%20la,%2C%20es%20decir%2C%20el%20futuro.](http://blog.pucp.edu.pe/blog/criadodavila2411/2022/02/17/la-necesidad-del-diagnostico-inicial-en-la-investigacion/#:~:text=El%20diagn%C3%B3stico%20inicial%20de%20la,%2C%20es%20decir%2C%20el%20futuro.)

RAMOS Galarza, Carlos. Diseños de investigación experimental. CienciAmérica [en línea]. 2021, vol. 10, n° 1. [Fecha de consulta: 19 de julio del 2023].

Disponible en: <https://www.cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356>

ISSN: 1390-9592

REVIEW of Cargo Operations on Crude Oil Tankers and Methods/Models por Mislav Maljković [et al]. Used for Optimisation and Improvement of Safety [en línea]. 2022, vol. 23, n° 1. [fecha de consulta: 6 de agosto del 2023].

Disponible en:

[https://www.jms.ucg.ac.me/jms\\_archive/v23\\_1\\_2022/jms\\_23\\_01\\_2022\\_12.pdf](https://www.jms.ucg.ac.me/jms_archive/v23_1_2022/jms_23_01_2022_12.pdf)

ISSN: 1029-4945

RUGEL Nazate, Brenda Jazmín. Diseño de una red de distribución para la optimización del servicio de entrega del gas licuado de petróleo de la Planta Envasadora Duragas. Tesis (de posgrado). Ecuador: Universidad Politécnica Estatal, 2022.

Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1479>

SALIHOGU, Eren; BAL Beşikçi, Elif. Waiting reasons affecting the handling process at liquid bulk terminals. *Journal of Shipping and Trade* [en línea]. 2022, vol. 7, n° 1. [Fecha de consulta: 16 de agosto].

Disponible en:

<https://jshippingandtrade.springeropen.com/articles/10.1186/s41072-022-00109-6>

ISSN: 2364-4575

SÁNCHEZ González, Pedro Luis. Study on the impact of digitalization of business processes for Containers Maritime Shipping Companies. Tesis (Doctoral). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2022.

Disponible en: <https://oa.upm.es/id/eprint/71640>

SEMENOVA, Tatyana. Value Improving Practices in Production of Hydrocarbon Resources in the Arctic Regions. *Journal of Marine Science and Engineering* [en línea]. 2022, vol. 10, n° 2. [Fecha de consulta: 08 de julio del 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/2/187>

ISSN: 2077-1312

TÉCNICAS e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia por Alicia Jacqueline Cisneros Caicedo [et al]. *Domino de las Ciencias* [en línea]. 2022, vol. 8, n°1. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2023].

Disponible en: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2546>

ISSN: 2477-8818

TEORÍA de colas y líneas de espera, un reto empresarial en el mejoramiento continuo de los servicios por Freddy Villarreal [et al]. *Ciencia Latina Revista multidisciplinaria* [en línea]. 2021, vol. 5, n° 5 [Fecha de consulta: 18 de octubre del 2023].

Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/933>

ISSN:

TORRES Romero, Evelyn Alexandra. Diagnóstico y propuesta de mejora para una

empresa abastecedora de insumos a embarcaciones exportadoras vía marítima. Tesis (de pregrado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18247>

TRIGOSO Santos, Mabel Judith. Plan de mejora continua en la línea de envasado de GLP de la empresa LLama Gas Pucallpa SA, para incrementar su productividad- Rioja 2017. Tesis (de pregrado). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2019. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6740>

ZHANG, Yu. Study on Distributed Consistent Cooperative Control of Multi-ART in Automated Container Terminals. IEEE Access [en línea]. 2022, vol. 10. [fecha de consulta: 4 de octubre del 2023]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9955511/> ISSN: 2169-3536

ZHOU, Yue. Research on Optimization of container Delivery Truck Appointment Considering No-showing and Carbon Emission. Frontiers in Business, Economics and Management [en línea]. 2023, vol. 8, n°1. [Fecha de consulta: 25 de septiembre].

Disponible en: <https://doi.org/10.54097/fbem.v8i1.6062> ISSN: 2766-824X

## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

Tabla de operacionalización de la variable Propuesta según la teoría mantenimiento

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos
Propuesta según la teoría mantenimiento	Martínez y Arboleda (2021) Las propuestas según la teoría mantenimiento son metodologías mediante las cuales un equipo evalúa los procesos que usa y los adapta para aumentar la rentabilidad. Por lo cual una propuesta de mejora para que proporcione una alternativa de solución depende de la capacidad de identificar, priorizar y resolver problemas	La propuesta según la teoría mantenimiento es una planificación para reducir los tiempos muertos el cual será mediante la Metodología Six Sigma implementando un brazo de carga para el proceso de recibo de combustible GLP a buques en la nueva refinería de Talara-Petroperu	Diagnóstico inicial	Situación actual	De razón	Observación	Guía de observación acerca del proceso del tiempo de GLP
				Medición			
				Horómetro			
			Mantenimiento	Mantenimiento preventivo		Análisis documental	Guía de análisis documental (Normas, estándares, documentos de referencia)
				Mantenimiento Predictivo			
				Mantenimiento correctivo			
			Plan de mantenimiento	Planificación		Entrevista	Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los operarios
				Organización			
				Evaluación			
				Control de equipos			

Matriz de operacionalización de la variable Optimización de tiempos operativos de carga y despacho

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos
Optimización de Tiempos operativos de carga y despacho	Según Lara et al. (2021), la optimización de los tiempos operativos de la carga y descarga es importante para evitar pérdidas por retrasos en las entregas y para mantener la satisfacción del cliente. Así mismo los tiempos operativos transcurre desde el que se carga el material o combustible hasta que el proveedor realice la entrega del producto final	Los tiempos operativos son los tiempos de carga, permanecía y descarga en el transporte marítimo del mismo modo se evaluará el % de cumplimiento de los tiempos y los tiempos muertos o de espera del antes y después de ejecutado la propuesta	Transporte marítimo	Tiempo de carga	De razón	Observación	Guía de observación acerca del proceso del tiempo de GLP
			Teoría de colas	Tiempo de permanencia			
				% de indicadores de cumplimiento		Tiempo de descarga	
						Tiempo de espera	
				% de tiempos de ingreso		Entrevista	Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los operarios
				% de tiempos de salida		Entrevista	Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los jefes



Guía de análisis documental acerca del tiempo de carga y despacho de GLP.

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Nombre del investigador: \_\_\_\_\_

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_

<b>PAROS NO PROGRAMADOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>TIEMPO (HORAS/MES)</b>	<b>ACUMULADO (HORAS/MES)</b>	<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>

Fuente: *Gómez y Pérez, 2019.*



Guía de análisis documental acerca del registro de normas, estándares y documentos de referencia.

<b>Ficha de análisis documental del Registro de Normas, estándares y documentos de referencia</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Normativas</b>	<b>Estándar</b>	<b>Documento de referencia</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Observaciones</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los operarios.

## **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

### **ENTREVISTA DE OPINIÓN**

La siguiente entrevista es acerca de la problemática que ocurre en la empresa en turno a los procesos de carga y despacho de GLP.

Las preguntas a realizar son llevadas a cabo con el fin de diagnosticar la situación del proceso de carga y despacho de GLP

**Nombre del entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Cargo del entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Experiencia del entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Fecha de la entrevista:** \_\_\_\_\_

- ¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo? Explique por favor
- ¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?
- ¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?
- ¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado?

### Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos

#### VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Guía de entrevista) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

#### MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LA GUÍA DE ENTREVISTA DE LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA

Dimensión	Indicador	Pregunta	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Diagnóstico inicial	Situación actual	¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo? Explique por favor	1	1	1	1	
		¿Qué inconvenientes se	1	1	1	1	

		viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?					
		¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?	1	1	1	1	
		¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado? (ingresos económicos, rentabilidad, tiempo)	1	1	1	1	
		¿Qué acciones se han aplicada hasta el momento para mitigar la situación? ¿Por qué?	1	1	1	1	

### Guía de entrevista para la variable Propuesta de Mejora

Estimado(a), se agradece su apertura a la participación de esta entrevista, el cual tiene un objetivo netamente académico. Esta entrevista es anónima, se agradece por su transparente participación.

**Instrucciones:** La entrevista consta de 5 preguntas. Por favor, responda cada una de ellas según su experiencia:

Pregunta 1: ¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo? Explique por favor

Pregunta 2: ¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?


Pregunta 3: ¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?

Pregunta 4: ¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado? (ingresos económicos, rentabilidad, tiempo)

Pregunta 5: ¿Qué acciones se han aplicada hasta el momento para mitigar la situación? ¿Por qué?

¡Muchas gracias por su participación!

## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los jefes
Objetivo del instrumento	Diagnosticar la situación del proceso de carga y despacho de GLP
Nombres y apellidos del experto	Abraham José García Yovera
Documento de identidad	80270538
Años de experiencia en el área	16 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	979405778
Firma	
Fecha	17 de junio de 2023

## VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Guía de entrevista) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

*Nota.* Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

### MATRIZ DE VALIDACIÓN DE LA GUÍA DE ENTREVISTA DE LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA

Dimensión	Indicador	Pregunta	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Diagnóstico inicial	Situación actual	¿Qué procesos se lleva a cabo	1	1	1	1	

		en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo? Explique por favor					
		¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?	1	1	1	1	
		¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?	1	1	1	1	
		¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado?	1	1	1	1	

### **Guía de entrevista para la variable Propuesta de mejora**

Estimado(a), se agradece su apertura a la participación de esta entrevista, el cual tiene un objetivo netamente académico. Esta entrevista es anónima, se agradece por su transparente participación.

**Instrucciones:** La entrevista consta de 4 preguntas. Por favor, responda cada una de ellas según su experiencia:

Pregunta 1: ¿Qué procesos se lleva a cabo en cuanto al GLP? ¿De qué manera se llevan a cabo? Explique por favor

Pregunta 2: ¿Qué inconvenientes se viene presentando en cuanto a la carga y descarga de GLP?

Pregunta 3: ¿Qué factores son los que causan los problemas suscitados?

Pregunta 4: ¿Qué consecuencias ha provocado el problema suscitado?

¡Muchas gracias por su participación!

### FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Entrevista acerca de los procesos de carga y despacho de GLP a los operarios
Objetivo del instrumento	Diagnosticar la situación del proceso de carga y despacho de GLP
Nombres y apellidos del experto	Abraham José García Yovera
Documento de identidad	80270538
Años de experiencia en el área	16 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	979405778
Firma	
Fecha	17 de junio de 2023



## VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS OPERATIVOS DE CARGA Y DESPACHO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo


*Nota.* Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS OPERATIVOS DE CARGA Y DESPACHO

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Teoría de colas	Tiempo de espera	Paros no programados	1	1	1	1	
		Tiempo (Horas/mes)	1	1	1	1	



## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Guía de análisis documental acerca del tiempo de carga y despacho de GLP
Objetivo del instrumento	Obtener los tiempos muertos en el proceso de carga y despacho
Nombres y apellidos del experto	Abraham José García Yovera
Documento de identidad	80270538
Años de experiencia en el área	16 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	979405778
Firma	
Fecha	17 de junio de 2023

## VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

*Nota.* Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

## MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE PROPUESTA DE MEJORA


Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Plan de mantenimiento	Planificación	Normativas	1	1	1	1	
		Estándar	1	1	1	1	
		Documento de referencia	1	1	1	1	
		Fecha de publicación	1	1	1	1	
		Observaciones	1	1	1	1	

**Ficha de registro para la variable Optimización de tiempos operativos de carga y despacho**

Ficha para ser llenada por investigador.

<b>Ficha de análisis documental del Registro de Normas, estándares y documentos de referencia</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Normativas</b>	<b>Estándar</b>	<b>Documento de referencia</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Observaciones</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de análisis documental del Registro de Normas, estándares y documentos de referencia
Objetivo del instrumento	Recoger información de los estándares, normativas y los documentos de referencia para la propuesta de mejora
Nombres y apellidos del experto	Abraham José García Yovera
Documento de identidad	80270538
Años de experiencia en el área	16 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	979405778
Firma	
Fecha	17 de junio de 2023

**VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LAS  
VARIABLES PROPUESTA DE MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS  
OPERATIVOS DE CARGA Y DESPACHO**

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **Propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

*Nota.* Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).


**MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LAS VARIABLES  
PROPUESTA DE MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS OPERATIVOS DE  
CARGA Y DESPACHO**

Dimensión	Indicador	Elemento	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Transporte marítimo	Tiempo de carga	Tiempos generados (Hrs)	1	1	1	1	





## FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Guía de observación del proceso del tiempo de GLP
Objetivo del instrumento	Realizar la toma de tiempos del proceso de carga y despacho de GLP
Nombres y apellidos del experto	Abraham José García Yovera
Documento de identidad	80270538
Años de experiencia en el área	16 años
Máximo Grado Académico	Doctor
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Docente
Número telefónico	979405778
Firma	
Fecha	17 de junio de 2023

## Anexo 4. Modelo de consentimiento y/o asentimiento informado

### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo: Gaspar Diaz Tello.

Identificado con DNI: 03828403, en mi calidad de Gerente Corporativo Refinería Talara.

del área de: Gerencia Corporativa

de la empresa: Petróleos del Perú - Petroperú S.A.

con R.U.C N°: 20100128218, ubicada en la ciudad de Talara.

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor: Carlos Arturo Maza Rondoy, identificado con DNI N°:42211815, de la Carrera profesional de Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa: Petróleos del Perú - Petroperú S.A. – Refinería Talara:

Información relacionada con la Propuesta de mejora para optimizar los tiempos operativos de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú, así como también datos obtenidos o que se obtengan de muestras de laboratorio para los fines netamente académicos, con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico, (X) Trabajo de Investigación, ( ) Tesis para optar el Título Profesional.

- (X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.  
( ) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
(X) Mencionar el nombre de la empresa.



Firma y sello del Representante Legal

DNI:

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Estudiante

DNI: 42211815

Si ésta es una reproducción impresa, es una copia auténtica de un documento electrónico firmado digitalmente y archivado en Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A., aplicando la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: [Url: https://scdtp.petroperu.com.pe/ConsultaCorrespondencia](http://url: https://scdtp.petroperu.com.pe/ConsultaCorrespondencia)  
Clave: iE-wJwUEj19T Nro. Documento: GCTL-1256-2023

Señor:

Gaspar Díaz Tello  
Gerente Corporativo Refinería Talara  
Petróleos del Perú - Petroperú S.A.



Fecha: May 24 2023 3:24PM Folios: 2 Anexos: 0

Destino: GERENCIA CORPORATIVA REFINERIA TALARA



CRE-TAL-02032-2023

Presente. -

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del IX ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos de obtención del título profesional al finalizar la carrera.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su ayuda de gestión para la autorización para realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar el trabajo titulado: "Propuesta de mejora para optimizar los tiempos operativos de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso de que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

Carlos Arturo Maza Rondoy

Técnico Documentación e Información Técnica,  
Ficha: 58939  
Jefatura Ingeniería de Procesos - Gerencia Departamento Técnica.  
DNI: 42211815



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

GCTL-1256-2023

Talara, 08 de junio de 2023

Señor:  
Carlos Arturo Maza Rondoy

Asunto : Autorización para uso de información

Referencia (1) Carta S/N del 24.05.2023

De nuestra consideración:

En atención a su carta de la referencia, autorizamos el uso de información de Refinería Talara para el desarrollo de su trabajo de investigación denominado "Propuesta de mejora para optimizar los tiempos operativos de carga y despacho de GLP en la Nueva Refinería Talara – Petroperú". Toda información proporcionada a vuestra persona deberá ser tratada con la debida reserva y para el uso específico declarado.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal  
Atentamente

Si ésta es una reproducción impresa, es una copia auténtica de un documento electrónico firmado digitalmente y archivado en Petróleos del Perú - PETROPERU S.A., aplicando la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser c  
a través de la siguiente dirección web:  
Url: <https://scdp.petroperu.com.pe/ConsultaCorrespondencia>  
Cláve: YWJkZoe01K Nro. Documento: GCTL



Gaspar Díaz Tello  
Gerente

W.Herrera / J. Nakamatsu

Prolongación Av. G-2, Zona de Refinería Talara,  
Piura, Talara, Perú.  
Central telefónica: (073) 28-4200 / (073) 28-4250  
Portal empresarial: [www.petroperu.com.pe](http://www.petroperu.com.pe)



/petroperu



@petroperu\_la



/canalpetroperu



/petroperu

# **Propuesta en base a la teoría de mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de GLP**

<b>EMPRESA</b>	<b>PETROPERU</b>
<b>UBICACIÓN</b>	PUNTA ROCA, CIUDAD DE TALARA, PROVINCIA TALARA
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	unidadservicios@petroperu.com.pe.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	84
<b>Ubicación geográfica</b> .....	85
<b>Propuesta en base a la teoría de mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de GLP.</b> .....	85
Fallas de las máquinas.....	87
Mantenimiento en base a la confiabilidad (RCM) .....	88
Disponibilidad del equipo.....	89
Confiabilidad .....	91
Cálculo de AMEF.....	95
<b>Brazo de descarga de Kanon en el muelle 2</b> .....	98
Filosofía operacional.....	100
Operación y función del brazo de carga y descarga Kanon: .....	103
Los principales beneficios de la propuesta son: .....	103
Documentos necesarios para la propuesta:.....	104
Presupuesto del brazo Kanon: .....	104

# **PETROPERÚ**

## **1. Introducción**

Empresa de propiedad del Estado peruano y de derecho privado dedicada al transporte, la refinación, la distribución y la comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo.

Sus principales giros de negocio son:

**Tabla 19.** *Giros de negocio de Petroperú*

<b>Transporte de petróleo</b>	<b>Refinación de petróleo</b>	<b>Distribución</b>	<b>Comercialización</b>
Oleoducto Norperuano	Refinería Talara	Flota marítima y fluvial contratada	Plantas de venta propias en la costa y la selva
Oleoducto Ramal Norte	Refinería Conchán	Flota de camiones tanque y tren contratada	Plantas de venta contratadas en la costa y la sierra
Flota marítima y fluvial contratada	Refinería Iquitos		Red de estaciones de servicio afiliadas (Petroperú S.A. no es propietaria de ningún grifo o estación de servicio)
	Refinería El Milagro		
	Refinería Pucallpa (en alquiler)		

De los sectores a los que se encarga PETROPERÚ, la propuesta de mejora está planteada para la refinería de Talara.

Refinería Talara, propiedad de Petroperú S.A., cuenta con su muelle de carga líquida denominado MU1, por el cual se lleva a cabo la transferencia de hidrocarburos y productos químicos. La instalación portuaria, está situada a 150 metros al suroeste de Punta Roca, en la ciudad de Talara, provincia de Talara, Departamento de Piura (Perú). La facilidad tiene la capacidad de recibir embarcaciones de hasta 45.000 toneladas de desplazamiento y alberga actualmente (07) siete brazos de carga marinos.

El MU1 fue construido en el año 1988. Luego, en el año 1993, (05) cinco brazos de carga fueron instalados por el fabricante FMC Technologies, los cuales no se encuentran operativos en la actualidad.

## 2. Ubicación geográfica

El Muelle de Carga de Líquidos de la Refinería Talara 1 se encuentra ubicado a 150 metros al suroeste de Punta Roca, en la ciudad de Talara, provincia de Talara, departamento de Piura en Perú.



**Figura 11.** Ubicación del Muelle de Carga Líquida MU2 dentro de la Refinería Talara, Petroperú

## 3. Propuesta en base a la teoría de mantenimiento para reducir los tiempos de carga y descarga de GLP.

De las teorías y los problemas que existen en la empresa se realiza a continuación una tabla en la que se identifican aspectos de la teoría de mantenimiento necesarias para realizar las acciones que ayuden a eliminar o disminuir los problemas identificados.

**Tabla 20.** Causas, teorías y acciones para la propuesta

<b>Causas</b>	<b>Teorías</b>	<b>Las acciones que se deben seguir para eliminar o disminuir las causas</b>
Retraso en la atención de buques de GLP	Teoría de colas	Implementar un brazo en el muelle 2
Falta de coordinación y comunicación efectiva entre los equipos de carga y	Teoría de mantenimiento de Gerencia Estratégico de Activos	Realizar capacitaciones que brinden estrategias para una mejor coordinación



los buques		
Falta de proceso eficiente para el análisis de la carga y las demoras causadas por pérdidas adicionales de tiempo	Teoría de mantenimiento de Gerencia Estratégico de Activos	Brindar capacitaciones acerca de estrategias para realizar un proceso eficiente y reducir tiempos adicionales
Fugas de líquidos en la bomba centrífuga de descarga	Mant. preventivo	Rellenado de líquidos a la bomba
Mangueras rotas en la bomba centrífuga de descarga	Mant. Preventivo	Revisión y cambio de manguera
Bomba centrífuga de descarga con conectores flojos	Mant. preventivo	Ajuste de conectores
Falta de lubricación en la bomba de descarga	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de lubricante
Filtros sucios en compresor de desplazamiento positivo	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de filtros
Base de compresor desajustada	Mant. preventivo	Revisión y ajuste de base
Fugas de refrigerante en el compresor	Mant. preventivo	Rellenado de refrigerante
Desgaste de piezas el compresor	Mant. preventivo	Cambio de piezas
Filtro regulador del medidor de flujo en mal estado	Mant. Correctivo	Revisión del estado del filtro regulador
Falta de lubricación en el medidor de flujo electromagnético	Mant. Preventivo	Rellenado de lubricante
Sistema electrónico del medidor de flujo no brinda resultados	Mant. preventivo	Revisión y corrección del sistema eléctrico

exactos		
Pernos flojos en el medidor de flujo electromagnético	Mant. preventivo	Ajuste de pernos

### Fallas de las máquinas

Como primer paso para la solución de propuestas y acciones a realizar se toman en cuenta las fallas que presenta cada buque de acuerdo con los componentes que estos presentan

**Tabla 21.** *Fallas en las máquinas*

Informe	Fallas	Número de fallas
IMP – 021	Bomba centrífuga de descarga	3
	Compresor de desplazamiento positivo	2
	Medidor de flujo electromagnético	2
IMP – 023	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	2
	Medidor de flujo electromagnético	1
IMP – 025	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	2
IMP – 029	Bomba centrífuga de descarga	1
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	4
IMP – 030	Bomba centrífuga de descarga	2
	Compresor de desplazamiento positivo	1
	Medidor de flujo electromagnético	3

En específico, se consideran algunas de las fallas que presentan los equipos, se

representan en la siguiente tabla

**Tabla 22. Fallas en los equipos**

Ítem	Código	Función	Fallas
1	Bomba centrífuga de descarga	Bombear GLP, el combustible va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos
			Mangueras rotas
			Conectores flojos
			Falta de lubricación
2	Compresor de desplazamiento positivo	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios
			Base de compresor desajustada
			Fugas de refrigerante
			Desgaste de piezas
3	Medidor de flujo electromagnético	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que pasa el fluido	Filtro regulador en mal estado
			Falta de lubricación
			sistema electrónico no brinda resultados exactos
			Ajuste de pernos

### Mantenimiento en base a la confiabilidad (RCM)

Para la solución de las fallas mencionadas, corresponde crear una propuesta en base a la confiabilidad. Inicialmente se pretende determinar cuáles son los equipos críticos por ende se plantea un análisis de criticidad

**Tabla 23. Análisis de criticidad para los 5 buques**

Máquina	INFORME	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
QUEEN ZENOBI A	IMP-021	4	4	1	5	2	3	0	25	100	SC
QUEEN ZENOBI A	IMP-023	3	7	4	2	2	3	0	61	183	C
IRMGARD SCHULTE	IMP-025	3	4	2	2	2	3	0	21	63	SC
IRMGARD SCHULTE	IMP-029	3	7	2	5	2	3	0	75	225	C
IRMGARD SCHULTE	IMP-030	4	4	1	2	2	3	7	20	80	SC

## Disponibilidad del equipo

Tabla 24. Disponibilidad del equipo

Máquina	Equipo	Fallas	Tiempo de reparación (h) por falla	Numero de fallas	Tiempo de reparación total al año (h)
IMP-021	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	4	2	8
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	3	4	12
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	4	4	16
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	5	3	15
		Ajuste de pernos	2	5	10
IMP-023	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	2	1	2
		Mangueras rotas	3	2	6
		Conectores flojos	1	2	2
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	2	4	8
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	3	4	12
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	3	3	9

		Falta de lubricación	2	4	8
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12
		Ajuste de pernos	3	5	15
IMP-025	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	2	2	4
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	3	3	9
		Base de compresor desajustada	3	4	12
		Fugas de refrigerante	4	4	16
		Desgaste de piezas	2	4	8
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12
		Ajuste de pernos	4	5	20
IMP-029	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	4	1	4
		Mangueras rotas	3	2	6
		Conectores flojos	3	2	6
		Falta de lubricación	4	3	12
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	2	3	6
		Base de compresor desajustada	4	4	16
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	3	4	12
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6
		Falta de lubricación	3	4	12

		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12
		Ajuste de pernos	4	5	20
IMP-030	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	2	2	4
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	4	4	16
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	4	4	16
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	3	3	9
		Ajuste de pernos	4	5	20
TOTAL			186	190	600

Posteriormente se realiza el siguiente cálculo considerando que los días laborables durante un año son de 252 días teniendo en cuenta a los feriados y fines de semana

$$\text{Operatividad por día (h)} = 8$$

$$\text{Días laborables durante el año (días)} = 252$$

$$\text{Operatividad por año (h)} = 2016$$

Ecuación para el cálculo de la disponibilidad operativa:

$$\text{Dispon. operativa} = \frac{H. operativas - H. inoperativas}{H. operativas} * 100\%$$

$$\text{Dispon. operativa} = \frac{2016 - 600}{2016} \times 100\%$$

$$\text{Dispon. operativa} = 70,24 \% \cong 70\%$$

### Confiabilidad

Ahora es necesario realizar el cálculo de la confiabilidad

Este parámetro nos indica el tiempo promedio en el que la máquina o equipos funcionan sin paradas dentro de un determinado periodo.

La confiabilidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Confiabilidad (MTTF)} = \frac{\text{Tiempo total de Operación por máquina}}{\text{Número de fallas totales por máquina}}$$

$$MTTF = \frac{\sum TTF}{n}$$

**Tabla 25. Cálculo de la confiabilidad**

Máquina	Equipo	Fallas	Tiempo de reparación (h) por falla	Número de fallas	Tiempo de reparación total al año (h)	Tiempo de operación	Tiempo total de operación	MTTF (h)
IMP-021	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013	2013
		Mangueras rotas	4	2	8	2016	2008	1004
		Conectores flojos	2	2	4	2016	2012	1006
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compresor desajustada	3	4	12	2016	2004	501
		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	4	4	16	2016	2000	500
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12	2016	2004	668
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	5	3	15	2016	2001	667

		Ajuste de pernos	2	5	10	2016	2006	401.2
IMP-023	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	2	1	2	2016	2014	2014
		Mangueras rotas	3	2	6	2016	2010	1005
		Conectores flojos	1	2	2	2016	2014	1007
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compresor desajustada	2	4	8	2016	2008	502
		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	3	4	12	2016	2004	501
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	3	3	9	2016	2007	669
		Falta de lubricación	2	4	8	2016	2008	502
		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	4	3	12	2016	2004	668
		Ajuste de pernos	3	5	15	2016	2001	400.2
	IMP-025	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013
Mangueras rotas			2	2	4	2016	2012	1006
Conectores flojos			2	2	4	2016	2012	1006
Falta de lubricación			3	3	9	2016	2007	669
Compresor de desplazamiento positivo		Filtros sucios	3	3	9	2016	2007	669
		Base de compresor desajustada	3	4	12	2016	2004	501



		da						
		Fugas de refrigerante	4	4	16	2016	2000	500
		Desgaste de piezas	2	4	8	2016	2008	502
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12	2016	2004	668
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12	2016	2004	668
		Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2
IMP-029	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	4	1	4	2016	2012	2012
		Mangueras rotas	3	2	6	2016	2010	1005
		Conectores flojos	3	2	6	2016	2010	1005
		Falta de lubricación	4	3	12	2016	2004	668
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	2	3	6	2016	2010	670
		Base de compresor desajustada	4	4	16	2016	2000	500
		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	3	4	12	2016	2004	501
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6	2016	2010	670
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501

		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	4	3	12	2016	2004	668
		Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2
IMP-030	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013	2013
		Mangueras rotas	2	2	4	2016	2012	1006
		Conectores flojos	2	2	4	2016	2012	1006
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compresor desajustada	4	4	16	2016	2000	500
		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	4	4	16	2016	2000	500
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6	2016	2010	670
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	3	3	9	2016	2007	669
		Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2

### Cálculo de AMEF

Luego de obtener la disponibilidad de los equipos, se realiza el análisis de modo y efecto de falla también llamado AMEF el cual viene a ser un método usado para analizar los fallos potenciales de las máquinas y los efectos que puede ocasionar en el usuario final.

**Tabla 26. Análisis de metodología AMEF**

Equipos	Función	Falla funcional	G	O	D	NP R	Tipo de mantenimiento	Acción de mantenimiento	Frecuencia de aplicación	Persona l	G	O	D	NP R
Bomba centrífuga de descarga	Bombear el GLP, el combustible y va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos	4	4	9	144	Mant. preventivo	Rellenado de líquidos a la bomba	90 días	Técnico electricista	3	3	5	45
		Mangueras rotas	10	6	9	540	Mant. Preventivo	Revisión y cambio de manguera	90 días	Técnico electricista	9	3	6	162
		Conectores flojos	3	4	6	72	Mant. preventivo	Ajuste de conectores	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60
		Falta de lubricación	3	4	7	84	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de aceite	90 días	Técnico mecánico	3	5	6	90
Compresor de desplazamiento positivo	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios	5	4	9	180	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de filtros	120 días	Técnico mecánico	5	3	6	90
		Base de compresor desajustada	5	5	6	150	Mant. preventivo	Revisión y ajuste de base	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60
		Fugas de refrigerante	10	6	9	540	Mant. preventivo	Rellenado de refrigerante	90 días	Técnico electricista	3	3	5	45
		Desgaste de piezas	3	4	6	72	Mant. preventivo	Cambio de piezas	90 días	Técnico mecánico	3	5	4	60
Medidor de flujo electromagnético	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que pasa el fluido	Filtro regulador en mal estado	4	6	6	144	Mant. Correctivo	Revisión del estado del filtro regulador	90 días	Técnico electricista	4	4	7	112
		Falta de lubricación	4	5	6	120	Mant. Preventivo	Rellenado de lubricante	90	Técnico electricista	3	3	5	45

		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	4	8	128	Mant. preventivo	Revisión y corrección del sistema electrónico	180 días	Técnico electricista	3	6	6	108
		Pernos flojos	3	4	6	72	Mant. preventivo	Ajuste de pernos	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60

Del análisis se consideran que las siguientes actividades son las adecuadas por realizar para evitar fallos y pérdidas de tiempo y producción.

Equipos	Función	Falla funcional	Acción de mantenimiento	Frecuencia de aplicación	Personal
Bomba centrífuga de descarga	Bombear el GLP, el combustible va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos	Rellenado de líquidos a la bomba	90 días	Técnico electricista
		Mangueras rotas	Revisión y cambio de manguera	90 días	Técnico electricista
		Conectores flojos	Ajuste de conectores	120 días	Técnico mecánico
		Falta de lubricación	Limpieza y cambio de lubricante	90 días	Técnico mecánico
Compresor de desplazamiento positivo	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios	Limpieza y cambio de filtros	120 días	Técnico mecánico
		Base de compresor desajustada	Revisión y ajuste de base	120 días	Técnico mecánico
		Fugas de refrigerante	Rellenado de refrigerante	90 días	Técnico electricista
		Desgaste de piezas	Cambio de piezas	90 días	Técnico mecánico
Medidor de flujo electromagnético	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que	Filtro regulador en mal estado	Revisión del estado del filtro regulador	90 días	Técnico electricista
		Falta de lubricación	Rellenado de lubricante	90 días	Técnico electricista

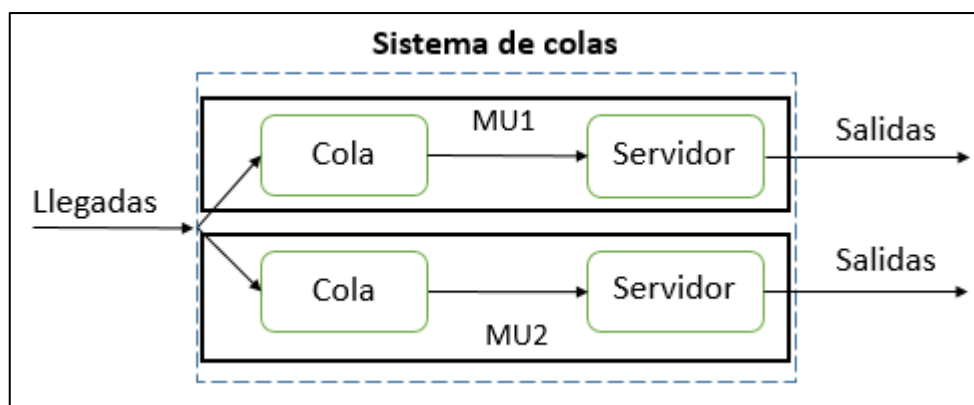
	pasa el fluido	sistema electrónico no brinda resultados exactos	Revisión y corrección del sistema eléctrico	180 días	Técnico electricista
		Pernos flojos	Ajuste de pernos	120 días	Técnico mecánico

#### 4. Brazo de descarga de Kanon en el muelle 2

En el proceso de carga y descarga se tiene diferentes actividades en las cuales influye el personal logístico, personal de desembarque, verificación, inspección, clientes, etc.

Aquí se considera que en la descarga de GLP se realiza en el muelle 1 (MU1) y este solo tiene un brazo de descarga lo cual provoca tiempos de espera largos los cual a su vez genera pérdidas económicas de aproximadamente 30 mil dólares por buque. Y de acuerdo con la teoría de colas se tienen diferentes sistemas que intervienen los clientes y el servidos, de acuerdo con ellos se plantea que el sistema de colas en el que se plantea que exista más de una cola y más de un servidor para que las salidas o descargas sean en un tiempo menor y para el presente proyecto se plantea agregar un brazo de descarga adicional al que ya se tiene para así repartir las colas y los tiempos de descarga disminuyan.

A continuación, el diagrama que representa el sistema de 2 colas y 2 servidores para tener dos puntos de descarga o salida.

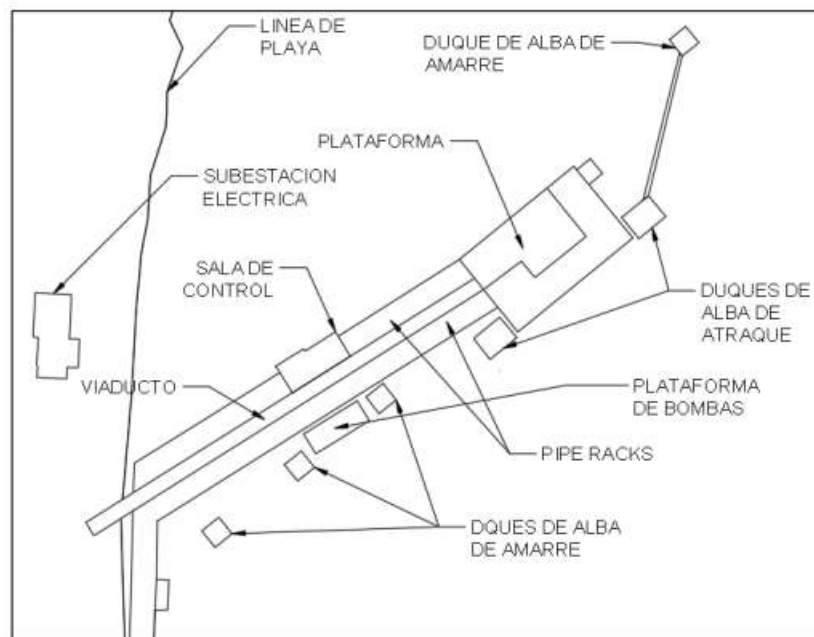


**Figura 12.** Sistema de 2 colas y 2 servidores

Descripción general del planteamiento del muelle 2

El Muelle de Carga Líquida y sus instalaciones permiten el acoderamiento en

forma segura de buques tanques para la carga y descarga de productos de la Refinería, así como la descarga del agua de lastre. El muelle de carga de líquida denominado MU2 pretende brindar servicio a buques tanques con un desplazamiento máximo de hasta 45.000 toneladas de desplazamiento y alberga actualmente 7 siete brazos de carga marinos. El MU2 se encuentra conectado a tierra a través de un viaducto piloteado de 130 m de longitud.

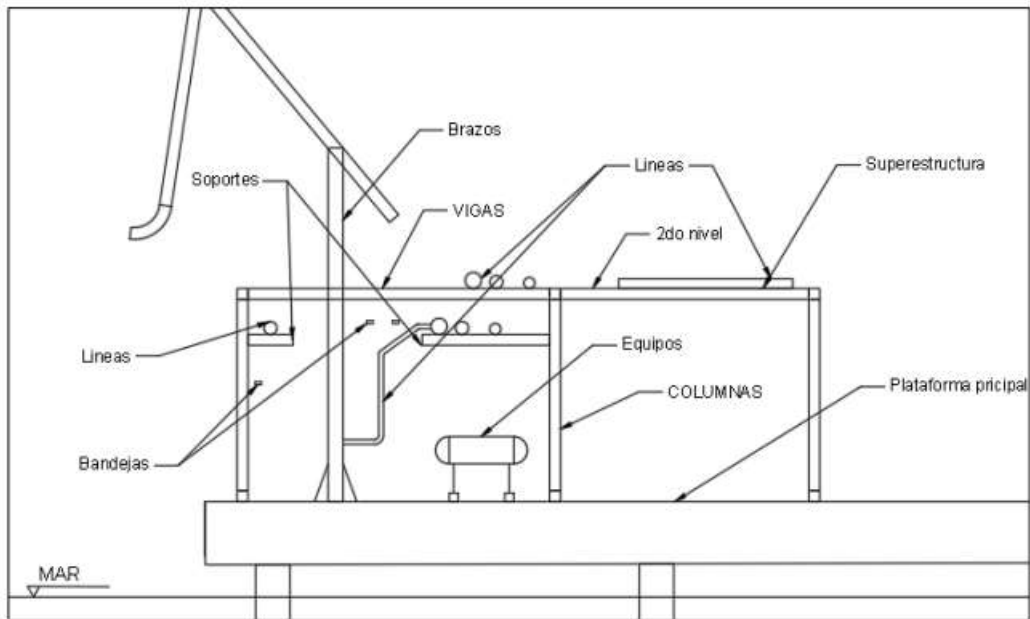


**Figura 13.** Facilidades presentes en el MU2

El muelle está compuesto de los siguientes elementos:

- Un viaducto de concreto ubicado al inicio del muelle hasta la plataforma de carga, soportada por 34 pilotes en 11 cepas, en ella ubicada las oficinas de control.
- Una plataforma principal de concreto, donde se ubican los equipos, tanques, tuberías y los brazos de carga, se encuentra soportado por 56 pilotes.
- Seis (06) duque de alba para amarre.
- Una plataforma de agua de enfriamiento con 12 pilotes.
- Amarradero de lanchas - Muelle N°4A / 4B.
- 2 boyas de amarre y 4 boyas lumínicas.

En de resaltar, que el despacho y recepción de productos en el muelle de carga de líquido MU2 se realiza a través de una superestructura de acero, con cubierta de grating que contiene los equipos principales (brazos de carga, recipientes, válvulas, etc) y tuberías necesarias para la ejecución de las maniobras operacionales.



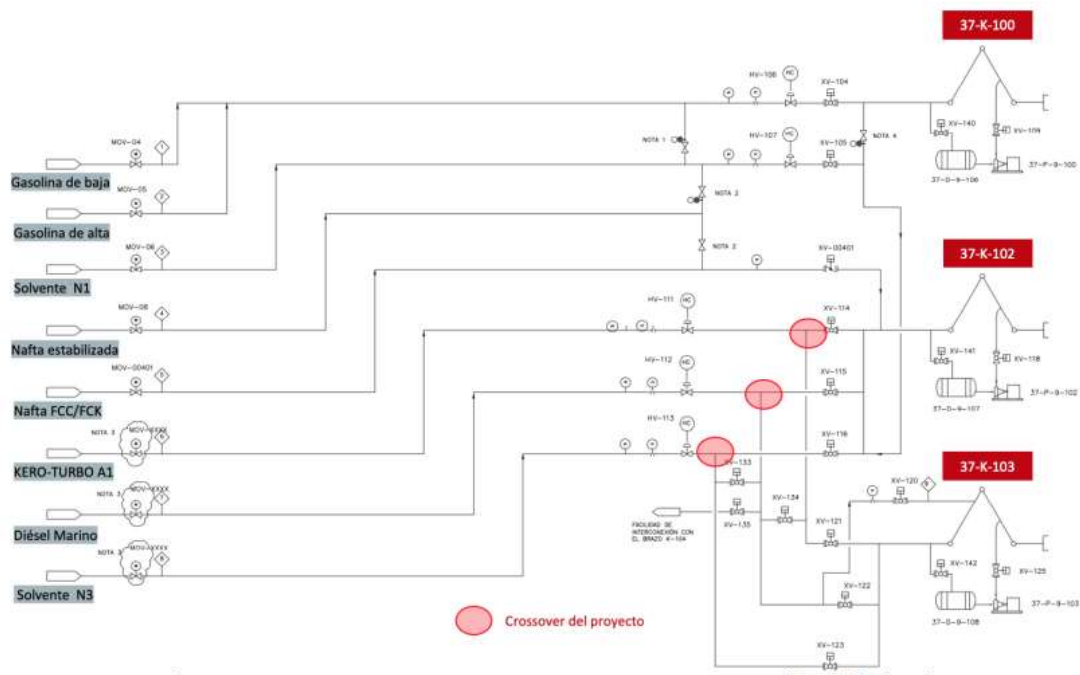
**Figura 14.** Sección lateral de la súper estructura

Características generales de los brazos de carga marinos en MU2

**Tabla 27.** Características generales de los brazos de carga marinos en MU2

Ubicación (TAG)	Modelo Kanon	Ø Diametro	Interno	Asistencia Hidráulica	QC/DC Hidraulico	ERC	Retorno de fluido
1	37-K-105	6" / 4" Nota 1	Doble	SI	SI	SI	SI
3	37-K-100	10"					NO
4	37-K-102						
5	37-K-103						
6	37-K-104						

**Filosofía operacional**



**Figura 15.** Filosofía operativa

**Tabla 28.** Características del brazo de Kanon

Características	Descripción
<b>Mejor velocidad de carga y descarga</b>	El brazo Kanon puede cargar o descargar un camión cisterna de GLP en un tiempo promedio de 15 minutos, lo que representa una reducción de hasta un 50% con respecto a los brazos de carga y descarga tradicionales.
<b>Mayor precisión</b>	El brazo Kanon cuenta con un sistema de posicionamiento automático que garantiza una mayor precisión en la carga y descarga de GLP
<b>Mayor seguridad</b>	El brazo Kanon cuenta con un sistema de seguridad que evita derrames de GLP

**Tabla 29.** Características del brazo de carga 37-K-105

<b>Marca:</b>	<b>Kanon</b>
<b>Modelo:</b>	37-K-105
<b>Número de serie:</b>	P202096
<b>Ubicación:</b>	Muelle de carga líquida MU1, refinería Talara
<b>Propósito:</b>	Carga y descarga de GLP



**Tabla 30. Características del diseño**

<b>Longitud:</b>	<b>37 metros</b>
<b>Peso:</b>	105 toneladas
<b>Presión de diseño:</b>	764 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Temperatura de diseño:</b>	37,2 °C hasta 85 °C
<b>Presión de operación:</b>	764 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Temperatura de operación:</b>	27 °C
<b>Tamaño de la tubería:</b>	4 pulgadas
<b>Presión de prueba:</b>	27162 kg/cm <sup>2</sup> (g)
<b>Certificaciones:</b>	ATEX, IECEx, CE

**Tabla 31. Especificaciones técnicas**

<b>Velocidad de carga:</b>	<b>15 minutos por camión cisterna</b>
<b>Precisión de carga:</b>	± 1%
<b>Seguridad:</b>	Sistema de seguridad que evita derrames de GLP.
<b>Costo:</b>	USD 1 millón
<b>Instalación:</b>	6 meses
<b>Mantenimiento:</b>	Requiere mantenimiento anual.
<b>Garantía:</b>	5 años



**Figura 16.** Especificación Técnica. Brazo de carga 37-K-105

### **Operación y función del brazo de carga y descarga Kanon:**

El brazo de carga 37-K-105 funciona mediante un sistema hidráulico que permite el movimiento de la cabeza de carga. La cabeza de carga está conectada a la tubería de GLP que se encuentra en el camión cisterna.

El proceso de carga o descarga comienza con la conexión de la cabeza de carga a la tubería del camión cisterna. Una vez que la conexión está establecida, el brazo se mueve para colocar la cabeza de carga sobre la válvula de carga del camión cisterna.

El sistema hidráulico luego abre la válvula de carga y permite que el GLP fluya desde la tubería de la refinería a la tubería del camión cisterna. El flujo de GLP es controlado por el sistema de control del brazo.

Una vez que el camión cisterna está lleno o vacío, el brazo se mueve para desconectar la cabeza de carga de la tubería del camión cisterna.

### **Los principales beneficios de la propuesta son:**

- Reducción de los tiempos de carga y descarga: Esto permitirá que el terminal de la nueva refinería de Petroperú opere de manera más eficiente y pueda atender una mayor cantidad de camiones cisterna.
- Mejora de la precisión de la carga y descarga: Esto reducirá el riesgo de derrames de GLP.
- Aumento de la seguridad: El sistema de seguridad del brazo Kanon evitará derrames de GLP.

## Documentos necesarios para la propuesta:



**Figura 17.** Documentos necesarios para la propuesta

### Presupuesto del brazo Kanon:

El costo estimado de la implementación de la propuesta es de USD 1 millón. Este costo incluye el precio del brazo de carga y descarga, los costos de instalación y los costos de capacitación.

**Tabla 32.** Presupuesto para el brazo 37-k-105

Item	Descripción de actividad	Costos
<b>Brazo 37-k-105</b>		
01	Marine Loading Arm (Brazo de Carga Marino ipo Pantógrafo rígido) de 6" (Línea de Carga) y 4" (Línea de Retorno de Vapor) con accionamiento electro-hidráulico, cuyo producto a manipular será: GLP, compuesto principalmente por el Stand Post/Riser, Inboard Arm y Outboard Arm	2,225,161.60
<b>Trabajos preliminares</b>		

<b>02</b>	Instalaciones provisionales	502,106.37
<b>03</b>	Movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y herramientas.	941,449.44
<b>04</b>	Replanteo, Trazo e ingeniería de detalle	564,869.66
	Trabajos metal mecánicos	
<b>05</b>	Instalación de tubería de entrada y retorno GLP	564,869.66
<b>06</b>	Montaje, instalación e interconexión de los nuevos brazos de carga marinos	5,836,986.55
<b>Trabajos finales</b>		
<b>07</b>	Pruebas e inspecciones a los brazos de carga marinos	251,053.19
<b>08</b>	Informe final, Planos As-built y dossier de calidad	62,771.36
<b>09</b>	Limpieza final de área de trabajo	87,876.68
<b>10</b>	Capacitación del personal de refinería Talara	100,405.15
<b>SUMA</b>		11,137,549.66
<b>IGV (18%)</b>		2,004,758.9388
<b>SUB TOTAL</b>		13,142,308.5988
<b>IMPREVISTOS (3%)</b>		394,269.257964
<b>TOTAL</b>		<b>13,536,577.86</b>

**Anexo 6.** Información relevante

Red Nacional de distribución de Petroperú



**Figura 18.** Red Nacional de distribución de Petroperú

OPERACIÓN		NORTE	CENTRO	SUR	ORIENTE	SUB TOTAL	TOTAL
	PLANTAS DE VENTA PROPIAS	3	2	0	4	9	11
	PLANTA DE VENTA CONCESIONADAS	0	0	2	0	2	
	TERMINALES PROPIOS (*)	1	1	0	0	2	10
	TERMINALES CONCESIONADOS	3	3	2	0	8	
	AEROPUERTO ATENCIÓN DIRECTA	3	1	3	2	9	10
	AEROPUERTO ATENCIÓN INDIRECTA	0	1	0	0	1	
	OFICINAS	0	0	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	

**Figura 19.** Operaciones a nivel nacional de Petroperú





	BUQUES CABOTAJE	5
	BARCAZAS	28
	FERROCARRIL	1
	CAMIONES CISTERNA	700

Figura 20. Cantidad de transportes de Petroperú

Tiempo de carga


							
FECHA		20.09.2021					
INSTALACIÓN PORTUARIA							
Terminal Multiboyes		Abierto		Buque:		B/T Seaways Luzon	
Producto	Operación	Vol. Nominal	BPH	Inicio	Termino	T.N (Hr.)	Estado
CNO	Carga	329,000	8290	18.09.21 - 17:12	20.09.21 - 13:25	39.60	Finalizado
Observaciones: - Practico a Bordo: 19:30 pm.    Maniobra de Salida: 20:00 - 20:54 pm.    Baja Practico: 21:00 pm.    Zarpe: 21:30 pm.    ETA CALIFORNIA, USA 02.10.21 a 13:00 pm. - 21.09, TSM en observación por fuertes vientos y presencia de tumbos, próxima evaluación 21.09.21 a 06:00 am.							
Muelle Carga Líquida		Abierto		Buque:		Berkshire	
Producto	Operación	Vol. Nominal	BPH	Inicio	Termino	T.N (Hr.)	Estado
CLP	Descarga	70,900	--	19.09.21 - 19:54			Descargando
Observaciones: - Practico a Bordo: 14:30 pm.    Maniobra de Amarra: 14:45 a 16:48 pm.    Baja Practico: 16:54 pm.    Conferencia 17:06 a 17:36 pm.    Calculos Terminado 18:30 pm. - Aviso de Alistamiento: 18:30 pm. - Regimen acumulado a las 05:00 am: 59,531 Bts a un regimen de 1602 BPH.							
Liquidación							
Buque:	Seaways Luzon						
Producto:	Crudo Talara						
Barriles Netos a 60°F Inspec. Indep. Tierra	329,225.19						
Barriles Netos Tanques Refineria Talara	329,225.19						
Utilajes Buque Bts. Con BSW	328,997.52						
Utilajes Buque BLS. Sin BSW (0.05%)	328,833.02						
Barriles Netos Nave C/F Experiencia de Nave	328,274.95						
Diferencia	-950.24						
Porcentaje Bts. Netos	-0.29%						
F. Exp.:	1.0017						

Figura 21. Tiempo de carga

FICHA TÉCNICA DE INSTALACIONES, MAQUINARIA Y EQUIPOS				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		DRUM PARA ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO		
<b>DATOS GENERALES</b>				
N° Local	: 37-D9-104	NSHE:	NO	
Centro de Costo	: 06661-925			
N° Activo	: 4069			
Descripción	: TANQUE PARA ALMACENAR NITROGENO			
Modelo	: NO			
Marca	: ADO SR. LTDA			
N° Serie	: NO			
Fecha Fabricación	: NO			
Puesta en Servicio	: NO	Vida útil	: NO	(Años)
<b>UBICACIÓN</b>				
Operación	: OPERACIONES TALARA			
Superintendencia	: REFINACION			
Unidad	: MOVIMIENTO DE PRODUCTOS Y ALMACENAMIENTO			
Unidad de Proceso	: MPA			
Sistema	: MUELLE DE CARGA LIQUIDA			
Equipo	: DRUM PARA ALMACENAMIENTO DE HIDROGENO			
Otros	: NO			



**Figura 22.** Ficha técnica de instalaciones, maquinaria y equipos

Tiempo de atención en plantas

**Tabla 33.** *Tiempo de atención.*

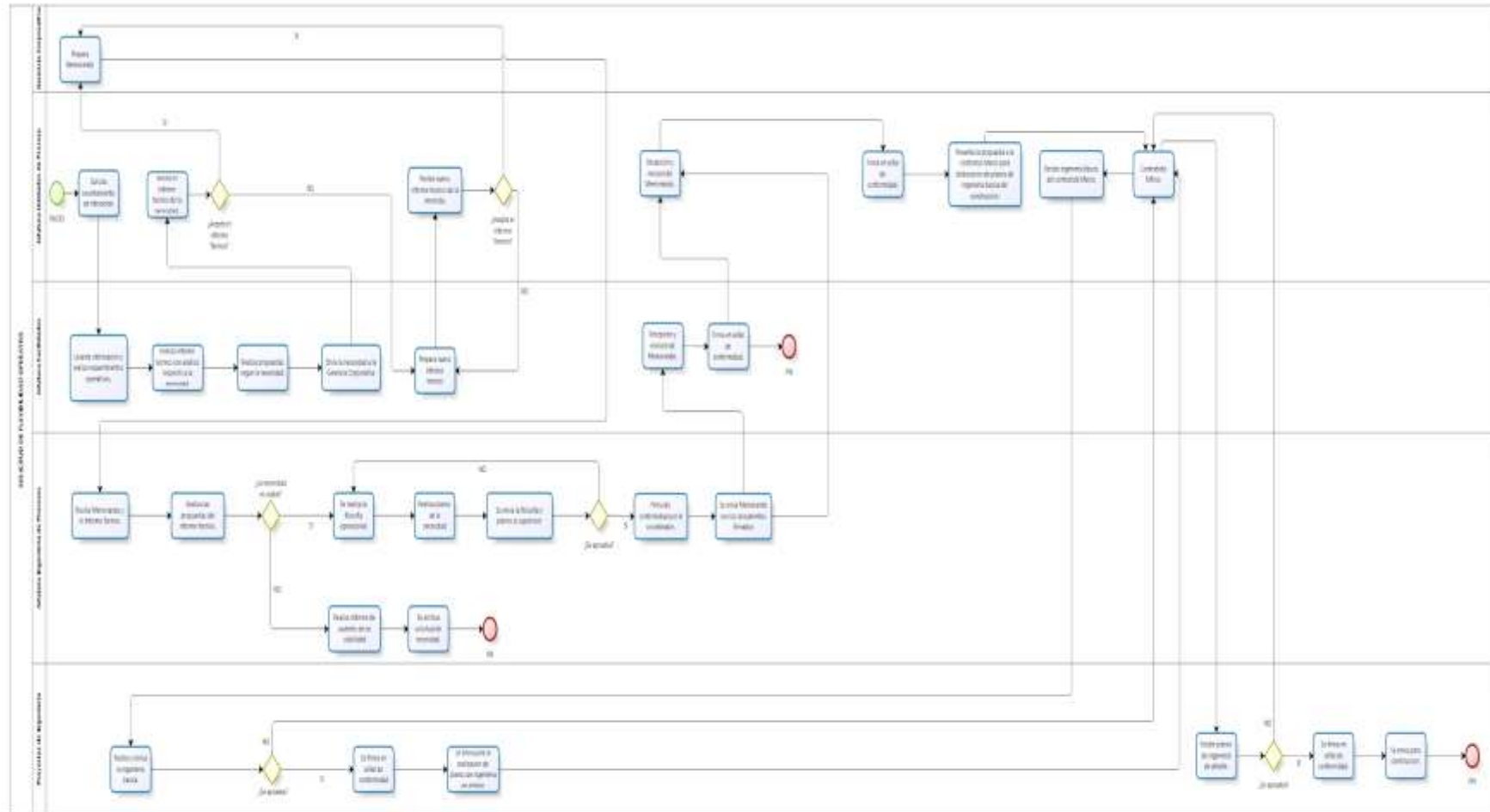
	Operación	Espera/ Transporte	Total
<b>Conchán</b>	00:37:52	02:20:34	<b>02:58:26</b>
<b>El Milagro</b>	00:35:36	00:53:33	<b>01:29:09</b>
<b>Talara</b>	01:22:26	00:42:43	<b>02:05:09</b>
<b>Tarapoto</b>	00:22:43	00:07:14	<b>00:29:57</b>
<b>Pucallpa</b>	00:28:54	00:24:07	<b>00:53:01</b>
<b>Yurimaguas</b>	00:28:10	00:12:50	<b>00:41:00</b>
<b>Piura</b>	00:44:25	00:53:33	<b>01:37:58</b>
<b>Iquitos</b>	00:22:12	00:33:00	<b>00:55:12</b>
<b>Promedio</b>	00:37:47	00:45:57	<b>01:23:44</b>
<b>Porcentaje</b>	45%	55%	100%



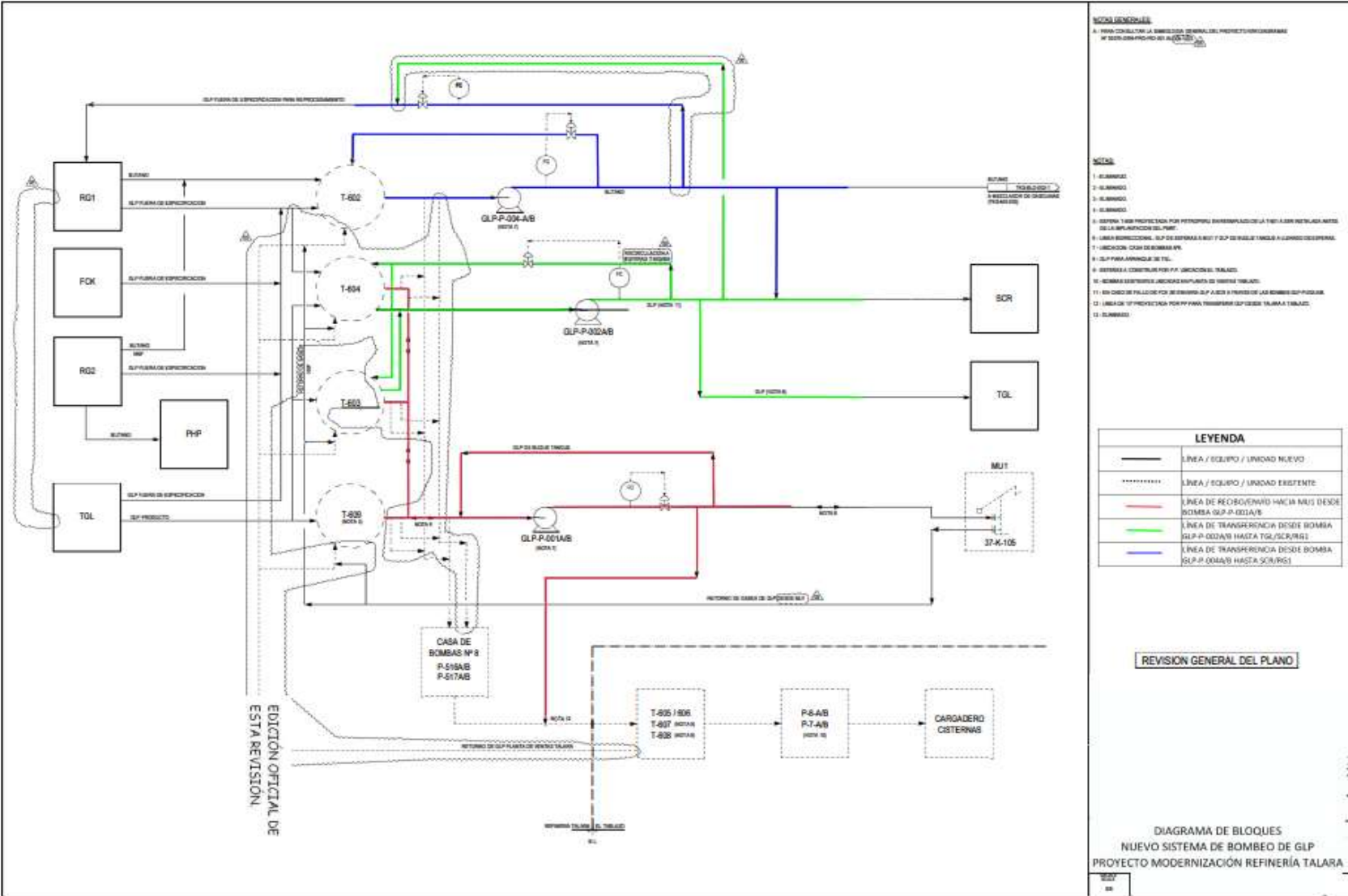
**Figura 23.** Tiempo utilizado / Tiempo muerto



# DIAGRAMA DE PROCESOS DEL PROBLEMA



# DIAGRAMA DE PROCESOS



## Desarrollo del plan de mantenimiento

**Tabla 34.** *Criterios para evaluar el análisis de criticidad*

<b>Criterios</b>	<b>Puntaje</b>
<b>1. Frecuencia de falla</b>	
Menos de 1 falla por año	1
Entre 1 y 3 fallas por año	2
Entre 3 y 6 fallas por año	3
Entre 6 y 9 fallas por año	4
Más de 9 fallas por año	5
<b>2. Impacto operacional</b>	
Parada total del equipo	10
Parada del componente y tiene repercusión sobre otros	7
Impacta en niveles de calidad	4
No genera ningún efecto significativo	1
<b>3. Flexibilidad</b>	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto en almacén	2
Existe opción de producción	1
<b>4. Tiempo promedio para reparar (MTTR)</b>	
Menos de 0.5 horas	1
Entre 0.5 y 1 hora	2
Entre 1 y 2 horas	4
Entre 2 y 3 horas	5
<b>5. Costo de mantenimiento</b>	
Menos de 3000 euros	2
Entre 3000 y 7000 euros	5
Más de 7000 euros	10
<b>6. Impacto de seguridad</b>	
Afecta la seguridad humana	8
Afecta a las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores	3
No provoca daños a personas	0
<b>7. Impacto ambiente</b>	
Si	7
No	0

**Tabla 35.** Resultados de análisis de criticidad para los 5 buques

Máquina	INFORME	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
QUEEN ZENOBIA	IMP-021	4	4	1	5	2	3	0	25	100	SC
QUEEN ZENOBIA	IMP-023	3	7	4	2	2	3	0	61	183	C
IRMGARD SCHULTE	IMP-025	3	4	2	2	2	3	0	21	63	SC
IRMGARD SCHULTE	IMP-029	3	7	2	5	2	3	0	75	225	C
IRMGARD SCHULTE	IMP-030	4	4	1	2	2	3	7	20	80	SC

Análisis de criticidad para cada buque:

**Tabla 36.** Análisis de criticidad para la máquina 1

Máquina	Equipos	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
QUEEN ZENOBIA (IMP - 021)	Bomba centrífuga de descarga	2	7	1	4	2	3	0	33	66	SC
	Compresor de desplazamiento positivo	3	4	2	2	2	3	0	21	63	SC
	Medidor de flujo electromagnético	3	4	2	1	2	0	0	10	30	NC

**Tabla 37. Análisis de criticidad para la máquina 2**

Máquina	Equipos	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
QUEEN ZENOBI (IMP-023)	Bomba centrífuga de descarga	3	7	2	4	2	3	0	61	183	C
	Compresor de desplazamiento positivo	3	4	2	4	2	3	7	44	132	C
	Medidor de flujo electromagnético	3	4	2	2	2	0	0	18	54	SC

**Tabla 38. Análisis de criticidad para la máquina 3**

Máquina	Equipos	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
IRMGARD SCHULTE (IMP-025)	Bomba centrífuga de descarga	3	4	2	2	1	3	0	20	60	SC
	Compresor de desplazamiento positivo	3	4	2	2	2	3	0	21	63	SC
	Medidor de flujo electromagnético	2	4	2	1	2	0	0	10	20	NC

**Tabla 39. Análisis de criticidad para la máquina 4**

Máquina	Equipos	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
IRMGARD SCHULTE (IMP - 029)	Bomba centrífuga de descarga	3	4	4	4	2	5	0	71	213	C
	Compresor de desplazamiento positivo	3	4	2	4	2	3	7	44	132	C
	Medidor de flujo electromagnético	2	4	2	4	2	5	0	39	78	SC

**Tabla 40. Análisis de criticidad para la máquina 5**

Máquina	Equipos	Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad	MTTR	costos en mantenimiento	Impacto seguridad	Impacto ambiente	Consecuencias	Riesgo total	Criterio
IRMGARD SCHULTE (IMP - 030)	Bomba centrífuga de descarga	2	4	1	2	2	5	0	15	30	NC
	Compresor de desplazamiento positivo	3	4	2	4	2	3	0	37	111	SC
	Medidor de flujo electromagnético	3	4	2	2	1	3	0	20	60	SC

**Tabla 41.** *Cálculo de la disponibilidad de los equipos*

Máquina	Equipo	Fallas	Tiempo de reparación (h) por falla	Numero de fallas	Tiempo de reparación total al año (h)
IMP-021	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	4	2	8
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	3	4	12
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	4	4	16
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	5	3	15
		Ajuste de pernos	2	5	10
IMP-023	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	2	1	2
		Mangueras rotas	3	2	6
		Conectores flojos	1	2	2
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	2	4	8
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	3	4	12
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	3	3	9
		Falta de lubricación	2	4	8

		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12
		Ajuste de pernos	3	5	15
IMP-025	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	2	2	4
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	3	3	9
		Base de compresor desajustada	3	4	12
		Fugas de refrigerante	4	4	16
		Desgaste de piezas	2	4	8
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12
		Ajuste de pernos	4	5	20
IMP-029	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	4	1	4
		Mangueras rotas	3	2	6
		Conectores flojos	3	2	6
		Falta de lubricación	4	3	12
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	2	3	6
		Base de compresor desajustada	4	4	16
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	3	4	12
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	3	12



		Ajuste de pernos	4	5	20
IMP-030	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3
		Mangueras rotas	2	2	4
		Conectores flojos	2	2	4
		Falta de lubricación	3	3	9
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12
		Base de compresor desajustada	4	4	16
		Fugas de refrigerante	3	4	12
		Desgaste de piezas	4	4	16
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	2	3	6
		Falta de lubricación	3	4	12
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	3	3	9
		Ajuste de pernos	4	5	20
TOTAL			186	190	600

**Tabla 42. Cálculo de confiabilidad**

Máquina	Equipo	Fallas	Tiempo de reparación (h) por falla	Numero de fallas	Tiempo de reparación total al año (h)	Tiempo de operación	Tiempo total de operación	MTTF (h)
IMP-021	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013	2013
		Mangueras rotas	4	2	8	2016	2008	1004
		Conectores flojos	2	2	4	2016	2012	1006
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compresor desajustada	3	4	12	2016	2004	501

		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	4	4	16	2016	2000	500
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12	2016	2004	668
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	5	3	15	2016	2001	667
		Ajuste de pernos	2	5	10	2016	2006	401.2
IMP-023	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	2	1	2	2016	2014	2014
		Mangueras rotas	3	2	6	2016	2010	1005
		Conectores flojos	1	2	2	2016	2014	1007
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compresor desajustada	2	4	8	2016	2008	502
		Fugas de refrigerante	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	3	4	12	2016	2004	501
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	3	3	9	2016	2007	669
		Falta de lubricación	2	4	8	2016	2008	502
		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	4	3	12	2016	2004	668

		Ajuste de pernos	3	5	15	2016	2001	400.2
IMP-025	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013	2013
		Mangueras rotas	2	2	4	2016	2012	1006
		Conectores flojos	2	2	4	2016	2012	1006
		Falta de lubricación	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamiento positivo	Filtros sucios	3	3	9	2016	2007	669
		Base de compresor desajustada	3	4	12	2016	2004	501
		Fugas de refrigerante	4	4	16	2016	2000	500
		Desgaste de piezas	2	4	8	2016	2008	502
	Medidor de flujo electromagnético	Filtro regulador en mal estado	4	3	12	2016	2004	668
		Falta de lubricación	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico o no brinda resultados exactos	4	3	12	2016	2004	668
		Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2
	IMP-029	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	4	1	4	2016	2012
Mangueras rotas			3	2	6	2016	2010	1005
Conectores flojos			3	2	6	2016	2010	1005
Falta de lubricación			4	3	12	2016	2004	668
Compresor de desplazamiento positivo		Filtros sucios	2	3	6	2016	2010	670
		Base de compresor	4	4	16	2016	2000	500

		desajusta da						
		Fugas de refrigeran te	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	3	4	12	2016	2004	501
	Medidor de flujo electromagné tico	Filtro regulador en mal estado	2	3	6	2016	2010	670
		Falta de lubricació n	3	4	12	2016	2004	501
		sistema electrónico o no brinda resultado s exactos	4	3	12	2016	2004	668
		Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2
IMP- 030	Bomba centrífuga de descarga	Fugas de líquidos	3	1	3	2016	2013	2013
		Manguer as rotas	2	2	4	2016	2012	1006
		Conector es flojos	2	2	4	2016	2012	1006
		Falta de lubricació n	3	3	9	2016	2007	669
	Compresor de desplazamien to positivo	Filtros sucios	4	3	12	2016	2004	668
		Base de compres or desajusta da	4	4	16	2016	2000	500
		Fugas de refrigeran te	3	4	12	2016	2004	501
		Desgaste de piezas	4	4	16	2016	2000	500
		Filtro regulador en mal estado	2	3	6	2016	2010	670
	Medidor de flujo electromagné tico	Falta de lubricació n	3	4	12	2016	2004	501

	sistema electrónico o no brinda resultados exactos	3	3	9	2016	2007	669
	Ajuste de pernos	4	5	20	2016	1996	399.2

**Tabla 43. Análisis de metodología AMEF**

Equipos	Función	Falla funcional	G O D NPR				Tipo de mantenimiento	Acción de mantenimiento	Frecuencia de aplicación	Personal	G O D NPR			
			G	O	D	NPR					G	O	D	NPR
Bomba centrífuga de descarga	Bombear el GLP, el combustible va por el puerto de succión en la entrada de la carcasa y luego sale por el puerto de descarga	Fugas de líquidos	4	4	9	144	Mant. preventivo	Rellenado de líquidos a la bomba	90 días	Técnico electricista	3	3	5	45
		Mangueras rotas	10	6	9	540	Mant. Preventivo	Revisión y cambio de manguera	90 días	Técnico electricista	9	3	6	162
		Conectores flojos	3	4	6	72	Mant. preventivo	Ajuste de conectores	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60
		Falta de lubricación	3	4	7	84	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de aceite	90 días	Técnico mecánico	3	5	6	90
Compresor de desplazamiento positivo	Permite la entrada del volumen de aire que va a presión atmosférica hacia la máquina	Filtros sucios	5	4	9	180	Mant. preventivo	Limpieza y cambio de filtros	120 días	Técnico mecánico	5	3	6	90

		Base de compresor desajustada	5	5	6	150	Mant. preventivo	Revisión y ajuste de base	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60
		Fugas de refrigerante	10	6	9	540	Mant. preventivo	Rellenado de refrigerante	90 días	Técnico electricista	3	3	5	45
		Desgaste de piezas	3	4	6	72	Mant. preventivo	Cambio de piezas	90 días	Técnico mecánico	3	5	4	60
Medidor de flujo electromagnético	Es el encargado de medir el caudal o la velocidad en la que pasa el fluido	Filtro regulador en mal estado	4	6	6	144	Mant. Correctivo	Revisión del estado del filtro regulador	90 días	Técnico electricista	4	4	7	112
		Falta de lubricación	4	5	6	120	Mant. Preventivo	Rellenado de lubricante	90	Técnico electricista	3	3	5	45
		sistema electrónico no brinda resultados exactos	4	4	8	128	Mant. preventivo	Revisión y corrección del sistema electrónico	180 días	Técnico electricista	3	6	6	108
		Pernos flojos	3	4	6	72	Mant. preventivo	Ajuste de pernos	120 días	Técnico mecánico	3	4	5	60