



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA
ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE
COMBUSTIBLE**

Arantxa Andrea Castañeda Samayoa

Asesorado por el Ing. Osmar Bernal Godínez Velásquez

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA
ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE
COMBUSTIBLE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ARANTXA ANDREA CASTAÑEDA SAMAYOA

ASESORADO POR EL ING. OSMAR BERNAL GODÍNEZ VELÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

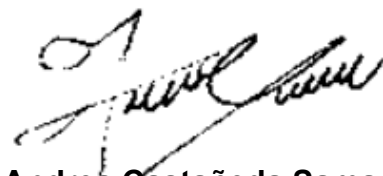
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Aldo Ozaeta Santiago
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
EXAMINADOR	Ing. Surriel Cristina Aballi Herwing
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2023.



Arantxa Andrea Castañeda Samayoa

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica - Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero César Urquizú:

Por este medio, hago constatar que yo, el Ingeniero OSMAR BERNAL GODÍNEZ VELÁSQUEZ, con colegiado número un OCHO MIL SETECIENTOS UNO (8701), doy como visto bueno el desarrollo del trabajo de investigación final de graduación del alumno ARANTXA ANDREA CASTAÑEDA SAMAYOA, identificada con CUI 3005 80037 0101, alumna a quien he podido apoyar como asesor de su protocolo de tesis.

Dando por concluido el desarrollo de la misma investigación y planteando las soluciones inmediatas y efectivas para el beneficio de la institución donde se desarrolló la misma.

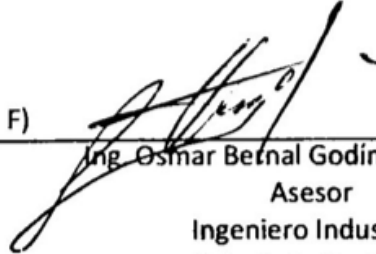
Doy por concluido de forma eficiente ante mi persona el desarrollo de su trabajo de investigación, como tema: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE.**

Línea de investigación: Mecánica

Área: Procesos industriales

Aprovecho la oportunidad de expresarle mi consideración.

Atentamente.

F) 
Ing. Osmar Bernal Godínez Velásquez
Asesor
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 8701

Osmar Bernal Godínez Velásquez
INGENIERO INDUSTRIAL
No. de Colegiado 8,701



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.048.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO EN CONTROL DE CALIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE**, presentado por la estudiante universitaria **Arantxa Andrea Castañeda Samayoa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Roberto Fabio Díaz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Roberto Fabio Díaz Solares
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 11279

Guatemala, julio de 2023.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.195.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE**, presentado por: **Arantxa Andrea Castañeda Samayoa**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por
Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de
Ingeniería, Escuela de
Ingeniería Mecánica
Industrial, USAC
Colegiado 4,272
Periodo: julio a diciembre año
2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2023.

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.658.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE**, presentado por: **Arantxa Andrea Castañeda Samayoa**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi guía durante el proceso de mi formación como profesional, darme el don del entendimiento y la fortaleza de cumplir una de las metas más importantes en mi vida, aún en los momentos de flaqueza.
Mis padres	Sergio Castañeda y Vilma Samayoa de Castañeda, por ser una fuente de inspiración y ejemplos a seguir en mi vida, así como su apoyo incondicional.
Mis primos	Luis y Elisa Alvarado, por demostrarme que las metas se alcanzan con esfuerzos y convicción propia.
Erick Hernández	Por los consejos y apoyo en los momentos más difíciles de la carrera.
Mis amigos	Por alentarme a seguir adelante y a no rendirme, ofreciéndome su ayuda incondicional en cada momento.
Mi asesor de tesis	Por ayudarme en la última etapa de la carrera.

En memoria de

Carlos Rodríguez (q. e. p. d.), Boris Castañeda (q. e. p. d.) y Gustavo Castañeda (q. e. p. d.).

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ofrecerme la oportunidad de estudio a nivel profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas y conocimientos para mi formación de ingeniera industrial.
Mis padres	Sergio Castañeda y Vilma Samayoa de Castañeda, por apoyarme económica y éticamente.
Mi familia	Por impulsarme a alcanzar mis metas y brindarme los mejores consejos para seguir adelante, en su amor incondicional y los buenos deseos desde el principio de la carrera.
Mis amigos	Por estar durante momentos de alegría y tristeza, por compartir conocimientos, por apoyarme en todo momento y por las palabras de motivación para cada logro alcanzado o por alcanzar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Definición de proceso	1
1.1.2. Definición de calidad.....	2
1.1.3. Definición del inventario.....	2
1.2. Procesos	3
1.2.1. Importancia de los procesos en la organización	3
1.2.2. Proceso de un control.....	3
1.2.3. Normativas.....	5
1.2.3.1. Definición de la norma ASTM D975.....	5
1.2.3.1.1. Grados de aceite combustible diésel	7
1.2.3.2. Reglamento de salud y seguridad ocupacional	8
1.2.3.3. Requisitos y procedimientos para autorizar la operación de depósitos de almacenamiento de petróleo y/o productos petroleros categoría A-1	9

	1.2.3.3.1.	Requisitos para la autorización.....	9
	1.2.3.3.2.	Requerimientos técnicos, medidas de seguridad, de ubicación y operación ...	10
	1.2.3.4.	Gravedad API	11
1.3.	Calidad		13
	1.3.1.	Principios de la calidad	13
	1.3.2.	Importancia de la calidad	14
	1.3.3.	Herramientas de control de calidad	15
	1.3.3.1.	Diagrama de causa-efecto	16
	1.3.3.2.	Diagrama de flujo	17
	1.3.4.	Gurús de la calidad	18
	1.3.4.1.	William E. Deming	19
	1.3.4.2.	Joseph M. Juran	21
	1.3.4.3.	Kaoru Ishikawa	21
1.4.	Inventario		22
	1.4.1.	Métodos de costeo de inventario	22
	1.4.1.1.	Promedio ponderado	23
	1.4.1.2.	Tamaño de lote	23
	1.4.2.	Administración en inventarios	23
	1.4.3.	Ventajas y desventajas del control de inventario	26
2.	ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS		27
	2.1.	Antecedentes de la empresa	27
	2.1.1.	Estructura empresarial	27
	2.1.2.	Misión	29
	2.1.3.	Visión	29

2.2.	Definición de combustible a granel	29
2.3.	Definición de combustible a detalle	29
2.4.	Áreas que intervienen en el proceso de inventario	30
2.4.1.	Área de almacenamiento	30
2.4.2.	Área de carga / descarga	31
2.4.3.	Área de oficina	33
2.5.	Descripción del proceso de carga de combustible	34
2.6.	Descripción del proceso de descarga de combustible	38
2.7.	Identificación del problema	44
3.	ADMINISTRACIÓN DEL CONTROL DE INVENTARIO	47
3.1.	Función del almacenamiento	47
3.2.	Método de evaluación en el control de inventario	48
3.2.1.	Promedio ponderado	48
3.2.2.	Inventario por lote	52
3.3.	Manejo de inventario	52
3.3.1.	Cálculo de <i>stock</i> de seguridad	53
3.3.2.	Cálculo de línea teórica de consumo	55
3.3.3.	Cálculo de <i>stock</i> máximo	55
3.3.4.	Costos de almacenamiento	57
3.3.5.	Costes de emisión de pedido del combustible	58
3.3.6.	Costos totales	59
4.	MEDICIÓN DEL TRABAJO	61
4.1.	Estudio de tiempos	61
4.1.1.	Observaciones	62
4.1.2.	Tabulación de datos	62
4.1.3.	Calificación de la actuación	65
4.1.4.	Factor de suplementos	67

4.2.	Cálculo de tiempo normal	72
4.3.	Cálculo de tiempo estándar	75
4.4.	Diagramas de procesos	79
4.4.1.	Diagrama de operación (DOP)	80
4.4.2.	Diagrama de flujo de procesos (DFP)	83
5.	PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO.....	87
5.1.	Auditorías	87
5.1.1.	Auditoría interna	88
5.2.	Plan de implementación de mejora	88
5.3.	Recursos para la implementación	91
5.4.	Beneficios de la implementación	94
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	101
	REFERENCIAS	103
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Representación de los procesos.....	2
Figura 2.	Esquema del proceso de control.....	5
Figura 3.	Diagrama de causa-efecto.....	17
Figura 4.	Diagrama de flujo.....	18
Figura 5.	Estructura empresarial de la distribuidora de combustible.....	28
Figura 6.	Croquis del área de almacenamiento.....	31
Figura 7.	Croquis del área de carga / descarga.....	32
Figura 8.	Área de oficina.....	33
Figura 9.	Diagrama de flujo del proceso de carga de combustible diésel. ..	33
Figura 10.	Diagrama de flujo del proceso de descarga de combustible diésel.....	40
Figura 11.	Diagrama de causa-efecto.....	45
Figura 12.	Diagrama del <i>stock</i> de seguridad.....	53
Figura 13.	Diagrama de operación para el proceso de carga de combustible diésel.....	80
Figura 14.	Diagrama de operación para el proceso de descarga de combustible diésel.....	81
Figura 15.	Diagrama de flujo para el proceso de carga de combustible diésel.....	89
Figura 16.	Diagrama de flujo para el proceso de descarga de combustible diésel.....	84
Figura 17.	Método de FMCW.....	89
Figura 18.	Diagrama de medición de tanques con radar FMCW.....	91

Figura 19.	Instalación del sensor sobre el tanque.	92
-------------------	--	----

TABLAS

Tabla 1.	Especificaciones de calidad para aceite combustible diésel.	6
Tabla 2.	Relación entre grados API y gravedad específica.....	12
Tabla 3.	Factores a considerar en la administración de inventarios.	24
Tabla 4.	Tabulación de tiempos para el proceso de carga de combustible diésel.....	63
Tabla 5.	Tabulación de tiempos para el proceso de descarga de combustible diésel.....	64
Tabla 6.	Calificación de la actuación para el proceso de carga de combustible diésel.....	66
Tabla 7.	Calificación de la actuación para proceso de descarga de combustible diésel.....	67
Tabla 8.	Factor de suplementos para proceso de carga de combustible diésel.....	69
Tabla 9.	Factor de suplementos para proceso de descarga de combustible diésel.....	70
Tabla 10.	Tiempo normal para el proceso de carga de combustible diésel.....	73
Tabla 11.	Tiempo normal para el proceso de descarga de combustible diésel.....	75
Tabla 12.	Tiempo estándar para el proceso de carga de combustible diésel.....	77
Tabla 13.	Tiempo estándar para el proceso de descarga de combustible diésel.....	79
Tabla 14.	Cotización de radar FMCW.....	93
TABLA 15.	Costo de capacitación o de auditoría.....	94

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
m ³	Milímetro cúbico

GLOSARIO

ANSI	Instituto Nacional Estadunidense de Estándares.
API	Instituto Americano de Petróleo.
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Industriales.
ASTM	Sociedad Estadunidense para Pruebas y Materiales.
Ciclo	Serie de fases o estados por los que pasa un acontecimiento o fenómeno y que suceden en el mismo orden hasta llegar a una fase o estado a partir de los cuales vuelven a repetirse en el mismo orden.
Descargue trasero	Descargue de combustible por gravedad o a través del impulso por bomba externa en la parte trasera de la pipa de combustible hacia los tanques de almacenamiento.
FMCW	Onda continua de frecuencia modulada.
Frecuencia modulada	Sistema de transmisión de radio en que la onda portadora se modula de forma que su frecuencia varíe según la señal de audio transmitida.

Irregularidad	Actos u omisiones intencionados, cometidos por uno o más individuos, que alteran la información en auditorías.
Manhole	La “boca de hombre” permite que una persona pueda acceder al interior del depósito o compartimiento para su mantenimiento, registro, inspección o limpieza.
Marchamos	Señal distintiva que se pone en un objeto o en un producto después de haber sido analizado y revisado para permitir o facilitar su reconocimiento.
Metro cuenta-galones	Instrumento de medición manual o automático para registrar la cantidad de galones de combustible despachada. Este puede regresarse a cero.
Onda continua de palanca de carga	Dispositivo mecánico conformado por elementos específicos que permiten la transformación de un líquido o gas licuado desde la isla de llenado hasta una cisterna durante el proceso de carga.
Sistema <i>Westinghouse</i>	Es el método más utilizado para evaluar la actuación del operario, calificando cuatro factores clave: habilidad, esfuerzo, condición y consistencia.
Totalizador	Metro corrido que no se puede poner en cero y que registra el total de galones despachados.

Viscosidad

Medida de resistencia ejercida de una sustancia al fluir, o fuerza por unidad de área requerida para mantener el fluido a una velocidad constante en un espacio considerado.

RESUMEN

El control de calidad en el inventario de combustible es de suma importancia, ya que se puede determinar el *stock* con el que se cuenta, cuándo y cómo rotar el producto, mejoras en la implementación en los procesos y una optimización de tiempos y costos. Para esto es importante primero conocer a detalle los procesos y sus normativas.

El cálculo del inventario se ve determinado por la medición de tanques, en la cual el operador debe esperar primero a que el combustible se asiente, luego medir el tanque con la varilla metálica y validar esta medición con las tablas de calibración, y así proceder a la carga o descarga del producto. Estos datos se colocan en una hoja que lleva el registro de cada medición y se le entrega al supervisor de planta, de esta manera se lleva el control del inventario.

Estos procesos se reflejaron en el estudio de tiempos y en la administración del control de inventario, para determinar los costos, el *stock* del combustible diésel, los tiempos que cada proceso lleva, los suplementos que afectan el trabajo, entre otros, dando lugar a la implementación de tecnología y auditorías internas que permitirán minimizar costos, tiempos y errores humanos en la medición, logrando de esta manera una optimización en la administración.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un proceso mediante estándares que permita establecer mejoras en el control de calidad en la administración de inventarios, optimizando los recursos y aumentando la eficiencia en la distribución del combustible, con el fin de reducir costos, errores humanos de mediciones y la realización de revisiones periódicas en el proceso aplicado.

Específicos

1. Determinar la manera en que un error de medición en los tanques afecta la disponibilidad para la venta de combustible a los clientes.
2. Identificar la repercusión que tiene una medición errónea al momento de la recepción en el cálculo del volumen de combustible en la planta.
3. Establecer el efecto que pueden producir controles más completos en la planta de combustible donde se almacena el inventario para su distribución y venta.
4. Indicar las distintas tareas y procesos que el personal debe realizar para la reducción de errores humanos.

5. Considerar los puntos críticos que afectan al proceso de la administración del inventario, para asegurar la integridad del mismo tanto en cantidad como en calidad.
6. Aumentar la eficiencia del control de calidad del inventario mediante la propuesta de implementación de tecnología en el proceso para disminuir costos en la planta.
7. Identificar el tiempo que requiere cada uno de los procesos involucrados para la medición del inventario.

INTRODUCCIÓN

Los inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio, para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización (Mujica, at.el., 2008). Por otra parte, existe la administración de inventario, cuyo fin es mantener dichos productos en existencia, ya sea para su uso o venta en el futuro, mediante la aplicación de procedimientos y técnicas. Asimismo, se centra en minimizar la inversión y en suministrar la demanda requerida a los clientes sin problema alguno, generando así el control de administración de inventarios.

El control de inventario es el proceso por el cual una empresa administra las mercancías que mantiene en almacén, esto con el objetivo de recopilar información de la entrada y salida de los productos, buscando además el ahorro de costos (López, 2020). Así mismo, existen distintas técnicas de administración de inventarios, cuyo objetivo es equilibrar la inversión y la demanda real del producto o servicio que la empresa ofrece, generando un buen servicio al cliente, lo cual es uno de sus principales intereses. De igual forma, se pretende satisfacer las necesidades de la empresa y lograr ser más eficientes, por lo que se aplican el método y la técnica que mejor convenga en su control, pudiendo ser método ABC, promedio ponderado, primero en entrar y primero en salir (PEPS), entre otros.

La empresa de distribución de combustible, siendo objeto de estudio para este trabajo de investigación, se dedica a la distribución de combustible a granel y a detalle a nivel nacional. Esta empresa utiliza dos técnicas de administración de inventarios. Para el combustible a detalle se utiliza la técnica de promedio

ponderado, mientras que para el combustible a granel se utiliza inventario por lotes.

El inventario de promedio ponderado “se basa en la hipótesis de que todas las ventas se efectúan proporcionalmente de todas las adquisiciones y que los inventarios tendrán siempre algunas unidades de las compras más antiguas” (Durán, 2012, p. 28).

Así mismo, el uso de un control de inventario asegurará la calidad del producto que se distribuye al cliente, con base en las normativas ASTM y del Ministerio de Energías y Minas, teniendo presente que la calidad, según Deming, es: “traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará” (Gutiérrez, 2010, p. 40).

El presente trabajo de investigación busca crear y establecer un proceso de control en la administración de los inventarios, tanto para granel como para detalle, con el fin de optimizar los recursos financieros y la capacidad de distribución de mercancía a los clientes. Así mismo, se enfoca en el estudio de tiempos en la descomposición del trabajo en elementos, y en cómo ajustarlos para obtener una mejora continua y eficacia en la distribución del combustible.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades

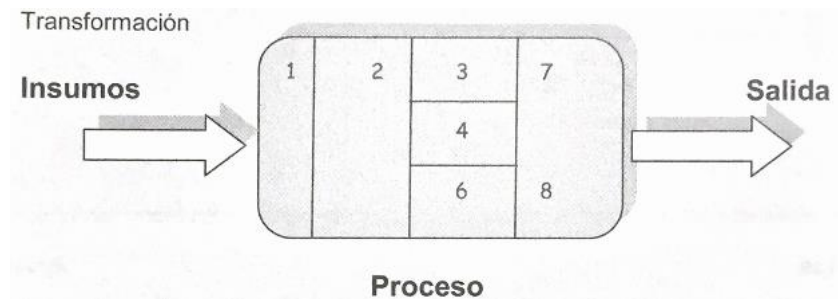
El primer capítulo de este trabajo se abre con un apartado que explica algunas generalidades de mucha importancia para la comprensión total del texto.

1.1.1. Definición de proceso

Un proceso es el desarrollo sistemático de una serie de actividades que deben ser ordenadas y organizadas, en el cual se encuentran relacionadas entre sí y cuyo fin es llegar a un resultado preciso. De esta manera, en ingeniería, un proceso es: “el conjunto de operaciones que están enlazadas lógicamente y en el que se toman uno o varios insumos y los transforman hasta producir salidas” (Giorgis, 2011, p.15). Estas salidas agregan valor para el cliente, generando un servicio o producto específico.

Figura 1.

Representación de los procesos



Nota. Diagrama que muestra cómo se desarrolla un proceso. Obtenido de N. Giorgis (2011). *Automatización de procesos administrativos 1.* (p. 15)

1.1.2. Definición de calidad

La calidad se puede definir como el cumplimiento de todas las características y cualidades que un producto debe poseer respecto a las necesidades implícitas o explícitas que los clientes o usuarios posean. Aunque el término de calidad ha cambiado respecto al tiempo y las necesidades, sigue siendo un factor esencial en la toma de decisiones del cliente, con el cual lleva a la empresa al crecimiento dentro del mercado.

1.1.3. Definición del inventario

Los inventarios, según Durán (2012): “son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado, bien sea para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización” (p. 58).

1.2. Procesos

A continuación, se desarrollan varios subtítulos que amplían lo referente al concepto de procesos tal como se comprende en este documento.

1.2.1. Importancia de los procesos en la organización

La implementación de los procesos permite mantener un modelo de negocio y de operación dentro de la organización, en el que se coordinan las actividades diarias realizadas, poniendo en práctica el manejo de los recursos. Por ende, la organización tiene una mayor facilidad en alcanzar sus objetivos con una mayor eficacia a través de la eliminación del retrabajo, logrando que cada miembro de la empresa tenga una claridad mayor en las actividades que realiza, cuyo efecto se ve reflejado en la satisfacción del cliente y el incremento de la calidad, tanto en los productos como en los servicios.

Hacer que la organización implemente y realice el seguimiento de los procesos, o mejora de los mismos, implica identificar el nivel de conocimientos técnicos, herramientas y métodos apropiados para ejecutarlos. Al tener identificados estos tres aspectos, los departamentos de la organización dejan de ser independientes y se convierten en un sistema integrado, recibiendo el nombre de procesos.

1.2.2. Proceso de un control

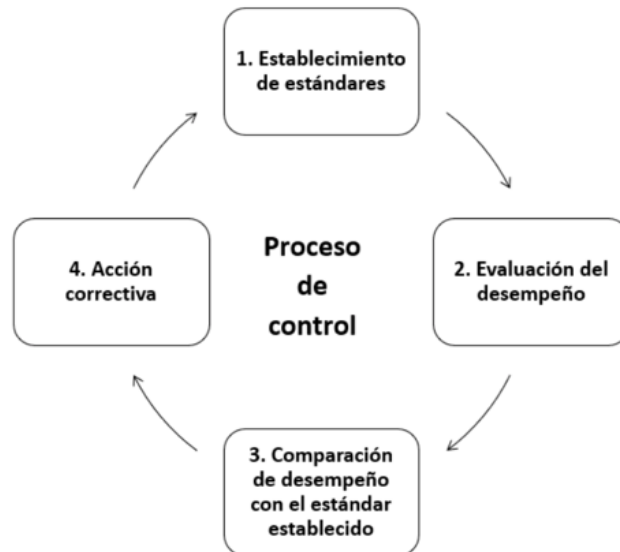
“El control o evaluación, como hoy se conoce, consiste en el proceso sistemático de regular o medir las actividades que desarrolla la organización para que estas coincidan con los objetivos y expectativas establecidos en sus planes” (Bernal y Sierra, 2018, p. 211). Mediante estas regulaciones se

identifican las correcciones de los errores durante el proceso y es posible evitar que se repitan nuevamente a través de:

- Establecimiento de estándares: es la instauración de criterios de evaluación o comparación de:
 - Cantidad: establece el volumen de producción, la cantidad de existencias y materia prima, así como la cantidad de horas de trabajo.
 - Calidad: dispone la calidad y especificaciones del producto.
 - Tiempo: define el tiempo estándar en producir un determinado producto.
 - Costos: indica los costos de producción, administración y ventas.
- Evaluación del desempeño: su fin es evaluar cuanto se está haciendo.
- Comparación de desempeño con el estándar establecido: compara el desempeño de las funciones realizadas con los estándares, para verificar si existió una variación o error en el desempeño esperado.
- Acción correctiva: enmienda el desempeño para adecuarlo al estándar esperado.

Figura 2.

Esquema del proceso de control



Nota. Esquema de un proceso de control en el área administrativa. Obtenido de K. Navarrete (2019). *El control dentro del proceso administrativo*. (<https://www.gestiopolis.com/el-control-dentro-del-proceso-administrativo/>), consultado el 31 de octubre de 2021. De dominio público.

1.2.3. Normativas

A continuación, se presenta la normativa más importante relacionada con el tema que se está desarrollando:

1.2.3.1. Definición de la norma ASTM D975

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés) es la institución que desarrolla y publica normas técnicas para distintos materiales, productos y servicios. Una de las normas de la sociedad es la ASTM D975, cuya función es brindar especificaciones estándares para el

combustible diésel, lo cual permite tener un control de calidad. Esta especificación menciona 13 métodos de ensayo y los límites aceptados que un combustible diésel debe cumplir en el momento de la entrega.

Los 13 métodos de ensayo que la norma ASTM D975 menciona se muestran en la tabla 1:

Tabla 1.

Especificaciones de calidad para aceite combustible diésel

Características	Unidades	Valores
Apariencia	-----	Claro y brillante
Aditivos	-----	Reportar
Color ASTM	-----	Reportar
Índice de cetano calculado	-----	45 min
Número de cetano	-----	45 min
Corrosión tira de cobre, 3h, 50°C	-----	No. 2 máx.
Contenido de cenizas	Fracción de masa (%masa / masa)	0,0001 (0,01) máx.
Contenido de azufre total	Fracción de masa (%masa / masa)	0,0005 máx. salvo que la legislación vigente de cada país establezca valores inferiores.
Residuo de carbón Conradson en 10% residuo	Fracción de masa (%masa / masa)	0,0010 máx.
Residuo de carbón Ramsbottom en 10 % residuo		0,0013 máx.
Agua y sedimentos	Fracción de volumen (%volumen / volumen)	0,0005 máx.
Punto de inflamación	°C	52 min.
Gravedad API a 15,56 °C (60°F)	°API kg/m ³	Reportar
Punto de escurrimiento	°C	Reportar
Punto de enturbiamiento	°C	10 máx. (para Guatemala, es un máximo de 0°C)
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ³ /s	1,9 - 4,1
Destilación:		
10% recuperados	°C	Reportar
50% recuperados	°C	Reportar
90% recuperados	°C	360 máx.
Punto final de ebullición	°C	Reportar
Aromáticos	Fracción de volumen (%volumen / volumen)	Reportar

Nota. Productos de petróleo, aceite combustible diésel especificaciones. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas (2014). *Reglamento técnico centroamericano*. (<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Resoluci%C3%B3n-No.-341-2014-COMIECO-LXVII-Anexo-RTCA-75.02.17-13-Productos-de-petr%C3%B3leo.-Aceite-combustible-Diesel.pdf>), consultado el 31 de octubre de 2021. De dominio público.

1.2.3.1.1. Grados de aceite combustible diésel

Esta normativa cubre siete grados de aceites de combustible diésel en el que cada uno de ellos se adecua al tipo de motor diésel correspondiente. Estos grados se describen como:

- Grado No. 1-D S15 – A fines especiales, media luz: se utiliza en motores de combustible 15 ppm de azufre y una mayor volatilidad.
- Grado No. 1-D S500 – A fines especiales, media luz: se aplica en motores con 500 ppm de azufre y una mayor volatilidad.
- Grado No. 1-D 5000 – A fines especiales, media luz: se aplica en motores con 5,000 ppm de azufre y una mayor volatilidad.
- Grado No. 2-D S15 – Un propósito general, media: se requiere en motores con 15 ppm de azufre y en condiciones de variar velocidad y carga.
- Grado No. 2-D S500 – Un propósito general, media: se utiliza en motores con 500 ppm de azufre y en condiciones de variar velocidad y carga
- Grado No. 2-D S5000 – Un propósito general, media: se aplica en motores con 5,000 ppm de azufre y en condiciones de variar velocidad y carga.

- Grado No. 4 D-A – Combustible destilado pesado: es una mezcla de destilado y aceite residual, para motores de baja y media velocidad y cuyas velocidades son constantes, así como su carga.

1.2.3.2. Reglamento de salud y seguridad ocupacional

Se utiliza el *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional*, con base en el Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas 33-2016, supervisado por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) y el Ministerio de Trabajo y Previsión Social. Dicho reglamento especifica las medidas de seguridad que los trabajadores deben emplear al momento de distribuir el producto, así como el equipo de protección personal (EPP) que deben utilizar.

Para tener una visibilidad más amplia de los capítulos que aplican para la salud y seguridad de los empleados y de la planta, se debe observar el título II, capítulo II, el cual menciona las condiciones generales de los locales y ambiente de trabajo, por ejemplo el artículo 19 indica: “en las instalaciones de hornos, hangares, calderas y en general toda clase de fuegos, el piso alrededor de estos y en un radio razonable, debe ser de material incombustible y cuando fuere necesario no conductor de cambios térmicos” (Acuerdo Gubernativo 229-2014, 2014, p.7).

O bien, en el título V, capítulo II, el artículo 235 indica que, si hay riesgo de caídas o exposición de objetos sobre la cabeza, es obligatorio el uso de cascos.

Para el caso de la planta, al tener contacto con material inflamable, el inciso A menciona: “clase G: para impactos, lluvia, fuego, sustancias químicas y protección eléctrica no mayor de dos mil doscientos (2.200) voltios” (Reglamento Número 33-2016, 2014, p. 40).

1.2.3.3. Requisitos y procedimientos para autorizar la operación de depósitos de almacenamiento de petróleo y/o productos petroleros categoría A-1

Se debe tomar en cuenta el *Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos*, específicamente el título II, capítulo I, artículo 8, así como el capítulo II, el artículo 14. El artículo 8 menciona tres distintas categorías de instalaciones que deben tener los depósitos de almacenamiento de productos petroleros, en este caso, el diésel. Una de esas es la categoría A-1.

Por otro lado, el artículo 14 indica la licencia de almacenamiento y hace referencia a la circular técnica DGH-CIRC-001-2008, del 4 de agosto del 2008. Esta circular establece los requerimientos técnicos, medidas de ubicación, medidas de seguridad, de operación, entre otros aspectos que las instalaciones de categoría A-1 deben cumplir.

1.2.3.3.1. Requisitos para la autorización

Los requisitos para la autorización de operación de depósitos de almacenamiento de petróleo que la circular técnica menciona son los siguientes:

- La solicitud para obtener licencia de operación va acompañada con la documentación del artículo 18 de la *Ley de comercialización de hidrocarburos* y la documentación de las literales a) y b) del artículo 15 del *Reglamento de la ley de comercialización de hidrocarburos*.
- Se presenta la declaración jurada que manifiesta que el depósito de almacenamiento categoría A-1 cumple con las especificaciones técnicas internacionales en la industria petrolera, como ANSI, API, ASME, ASTM y NFPA.

1.2.3.3.2. Requerimientos técnicos, medidas de seguridad, de ubicación y operación

De acuerdo con la circular técnica, los requerimientos y medidas de seguridad para los tanques son:

- El tanque debe ser instalado en un área que se encuentre al menos al mismo nivel de las áreas circundantes.
- Para la ventilación del tanque, la parte más baja del tanque debe estar a 20 centímetros del nivel del suelo.
- El tanque no debe estar a menos de 3 metros de los linderos del terreno.
- El tanque debe ser circulado alrededor con malla en sus cuatro laterales.

- El tanque debe ser instalado de manera que pueda ser abastecido en el mismo terreno, donde la unidad de transporte no ocupe otro terreno, acera o calle.
- La tubería de suministro debe ser instalada de manera superficial y anclada sobre bases sólidas que la sujeten y la mantengan firme a una altura no mayor de 10 centímetros sobre el suelo. El material de la tubería debe ser no combustible.

1.2.3.4. Gravedad API

La gravedad API, siglas de American Petroleum Institute, es una medida de densidad utilizada en el área petrolera, que indica qué tan pesado o liviano es el petróleo, en comparación con el agua a temperaturas iguales. En la gravedad API, los índices superiores a 10 son considerados más livianos que el agua y, por ende, flotarían en esta. Por otra parte, se utiliza también para la comparación de densidades de fracciones extraídas del petróleo.

Si una fracción del petróleo flota en otra fracción, se considera que es más liviana y la gravedad API es mayor. La gravedad API no tiene una unidad de medición, pero se le asigna la denominación de grados API. La manera de medir la densidad y temperatura del diésel es por medio del hidrómetro. El fin de este método es asegurar la trazabilidad y minimizar la incertidumbre de las mediciones.

Para realizar las correcciones se debe calibrar las temperaturas por medio de ecuaciones y la tabla de calibraciones:

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{GE} - 131,5 \text{ a } 60^{\circ}F \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

°API: grados API

GE: gravedad específica

Tabla 2.

Relación entre grados API y gravedad específica

Grados API	Gravedad Específica	Kilos por Litro	Lbs por Galon
1	1.0679	1.0658	8.8964
1.5	1.0639	1.0618	8.8630
2	1.0599	1.0578	8.8298
2.5	1.0560	1.0539	8.7968
3	1.0520	1.0499	8.7641
3.5	1.0481	1.0461	8.7317
4	1.0443	1.0422	8.6994
4.5	1.0404	1.0384	8.6674
5	1.0366	1.0346	8.6357
5.5	1.0328	1.0308	8.6042
6	1.0291	1.0270	8.5729
6.5	1.0254	1.0233	8.5418
7	1.0217	1.0196	8.5110
7.5	1.0180	1.0159	8.4804
8	1.0143	1.0123	8.4500
8.5	1.0107	1.0087	8.4198
9	1.0071	1.0051	8.3898
9.5	1.0035	1.0015	8.3601
10	1.0000	0.9980	8.3306
10.5	0.9965	0.9945	8.3012
11	0.9930	0.9910	8.2721
11.5	0.9895	0.9875	8.2432
12	0.9861	0.9841	8.2144
12.5	0.9826	0.9807	8.1859
13	0.9792	0.9773	8.1576
13.5	0.9759	0.9739	8.1295
14	0.9725	0.9706	8.1015
14.5	0.9692	0.9672	8.0738
15	0.9659	0.9639	8.0462
15.5	0.9626	0.9607	8.0189
16	0.9593	0.9574	7.9917
16.5	0.9561	0.9542	7.9647

Nota. Explicación del vínculo entre grados API y gravedad específica. Obtenido de American Petroleum Institute (2022). *Normas API*. (p. 54).

1.3. Calidad

En las siguientes páginas se presenta y explica pormenorizadamente el concepto de calidad según se comprende en esta investigación.

1.3.1. Principios de la calidad

“Los principios de la calidad se vinculan con la norma ISO 9000, que describe los sistemas de la calidad y dirige la organización hacia el éxito, enfocándose principalmente al cliente y a la mejora continua” (Gutiérrez, 2010, p. 61). Los ocho principios de la calidad son:

- Enfoque al cliente: se basa en comprender las necesidades actuales y futuras del cliente, excediendo sus expectativas.
- Liderazgo: establecer la unidad de propósito y orientación de la organización, mediante la creación de un ambiente interno en que el personal se pueda involucrar.
- Participación del personal: el personal es la esencia de la organización, por lo cual su compromiso es de vital importancia.
- Enfoque basado en procesos: las actividades y recursos, funcionando como un proceso, facilitan alcanzar los resultados deseados fácilmente.
- Enfoque de sistema para la gestión: identificar, entender y gestionar procesos en forma de sistema permite la eficacia y la eficiencia.

- Mejora continua: es un objetivo permanente para optimizar la calidad mediante el ciclo de Deming.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones: antes de tomar una decisión, se deben analizar los datos e información.
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: si la organización y los proveedores no llevan una relación beneficiosa, la capacidad de ambos para generar valor será nula.

1.3.2. Importancia de la calidad

El control de la calidad es un factor imprescindible para alcanzar los objetivos de la organización. Por este motivo, la calidad cumple aspectos importantes como mejorar los productos y servicios, los cuales permiten a la empresa disminuir costos y aumentar su rentabilidad. Asimismo, motiva a los trabajadores a integrarse en sus áreas de trabajo y en la empresa, logrando alcanzar los objetivos trazados y la satisfacción de los clientes en los productos y servicios, asegurando la competitividad en el mercado.

Cabe mencionar que la gestión de la calidad en la organización permite analizar las necesidades de los clientes y definir los procesos adecuados para una producción eficaz. Estos procesos facultan a la empresa a implementar operaciones sistemáticas y detectar la parte del proceso que no se está cumpliendo correctamente.

Por estas razones, la calidad en la administración de inventarios elimina o minimiza problemas de desperdicios y deficiencia, al implementar políticas en el proceso de requisición, compra, almacenaje y venta del producto o servicios,

consiguiendo aumentar la productividad, así como la lealtad y preferencia del cliente hacia la organización.

1.3.3. Herramientas de control de calidad

Las herramientas de control de calidad son utilizadas para determinar, medir, analizar y proponer soluciones a los problemas que se han identificado y que causan interferencia en el rendimiento del proceso. Kaoru Ishikawa hizo contribuciones importantes al promover y aportar ideas innovadoras, y al promover el uso sistemático de 7 herramientas que hoy en día se utilizan en el control de calidad, las cuales aumentan la probabilidad de éxito para solucionar problemas relacionados a la calidad. Las 7 herramientas que se utilizan son:

- Diagrama de causa - efecto
- Diagrama de flujo
- Diagrama de Pareto
- Hojas de verificación
- Histogramas
- Diagrama de dispersión
- Gráficas de control

De estas 7 herramientas de control de calidad, se utilizarán dos, siendo el diagrama de causa-efecto para identificar las causas que originan el problema y sus efectos. Por otro lado, el diagrama de flujo sirve para facilitar la comprensión de los procesos que se realizan dentro de la planta de almacenamiento del combustible diésel.

1.3.3.1. Diagrama de causa-efecto

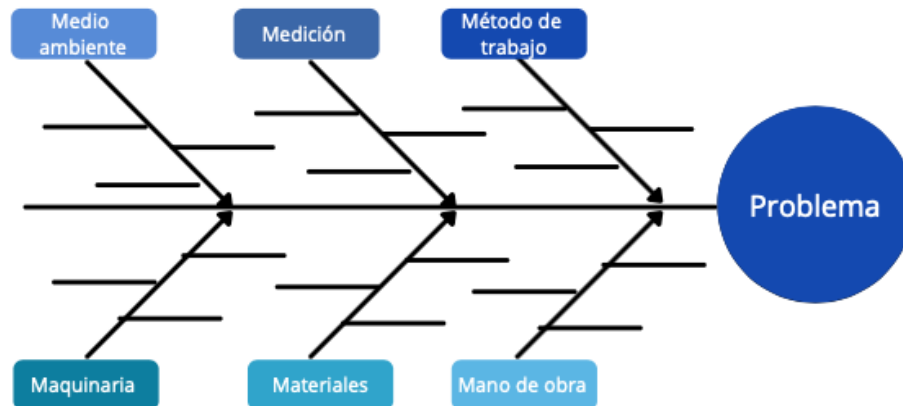
Una vez definido y delimitado el problema, es momento de investigar sus causas. Una herramienta de especial utilidad es el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa, ya que es un método gráfico que analiza la relación entre un efecto y sus causas (Gutiérrez, 2010).

El método de las 6M para realizar el diagrama de causa-efecto agrupa las causas en 6 métodos: de trabajo, mano de obra, maquinaria, materiales, medio ambiente y medición. De esta manera, se toma en consideración todos los elementos posibles de las causas principales y secundarias del problema.

Otro método para la elaboración del diagrama causa-efecto es el método de flujo de proceso. Este indica que la línea principal del diagrama sigue una secuencia conforme se va dando el problema. Según la etapa en que se encuentra el problema, se anotan las principales etapas del proceso y los factores o aspectos que pueden influir. De esta manera, se puede explorar alternativas de trabajo, detectar los cuellos de botella o problemas ocultos.

Figura 3.

Diagrama de causa-efecto



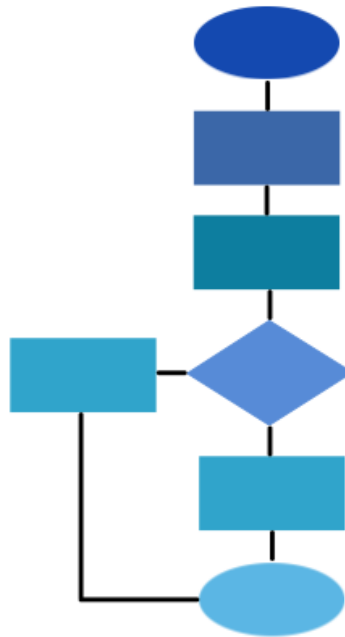
Nota. Ejemplo de diagrama de causa-efecto o Ishikawa aplicado a los métodos de flujo de proceso. Elaboración propia, realizado con Canva.

1.3.3.2. Diagrama de flujo

Se le conoce también como flujograma, y es una representación gráfica que permite identificar la secuencia de actividades o flujo de información y materiales dentro del proceso. Este diagrama, a pesar de no ser una herramienta de las originalmente definidas por Ishikawa, la mayoría de los autores la consideran como tal, sustituyendo al diagrama de estratificación. El diagrama de flujo brinda un panorama de los pasos necesarios para el proceso, cuyo fin principal es que la secuencia de actividades sea fácil de leer y comprender para el lector.

Los diagramas de flujo utilizan una simbología, la más común es la simbología ANSI. Esta contiene óvalos para indicar el inicio o fin del proceso, rectángulos que indican un proceso, diamantes que muestran tomas de decisiones que al tener un «sí» o un «no» llevan a otro proceso, entre otros.

Figura 4.
Diagrama de flujo



Nota. Ejemplo de diagrama de flujo o flujograma de estructura básica. Elaboración propia, realizado con Canva.

1.3.4. Gurús de la calidad

Los gurús de la calidad son personas que se han especializado en el campo de la calidad, dando a conocer sus ideas y permitiendo entender de mejor manera el fundamento y los retos que los procesos presentan. Las ideas que los gurús dieron al mundo son de gran importancia, debido a que muchas organizaciones hoy en día las utilizan como parte de la evolución del estilo de dirección, prioridades, comprensión de la calidad y productividad.

1.3.4.1. William E. Deming

William Deming es considerado como el padre de la calidad, debido a que fue el primero en hablar y exponer el concepto. Deming implementó novedosos sistemas que medían la calidad, cuyo fin era satisfacer al cliente mediante el producto más barato, con ayuda de la innovación y la mejora continua.

En 1986, en su libro *Out of the Crisis*, expuso 14 principios que transformarían la gestión en los procesos. Estos principios permiten entender cómo funcionan las cosas y qué es lo que la calidad proporciona.

- Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio: el objetivo es ser competitivo y mantenerse en el mercado, proporcionando puestos de trabajo.
- Adoptar la nueva filosofía: la filosofía de cooperación debe ser una en la que los empleados, clientes y proveedores se beneficien.
- Dejar de depender de la inspección de todos los productos como una norma de asegurar la calidad: se debe dejar de depender de la inspección al mejorar el proceso e incluir la calidad en el producto desde el comienzo.
- Acabar con la práctica de hacer negocio solo con base en el precio: se minimiza el costo total a largo plazo, buscando tener un solo proveedor para cada ítem mediante una relación de lealtad y confianza.

- Mejorar constantemente el sistema de producción y servicio: la mejora constante beneficia a la calidad y a la productividad, bajando así los costos.
- Implantar la formación: se establecen programas de capacitación y crecimiento que generen el aprendizaje humano, en el que surjan nuevas ideas y perspectivas con el fin de alcanzar la mejora continua y la innovación.
- Adoptar el nuevo estilo de liderazgo: al reconocer las diferentes habilidades y capacidades, el objetivo del supervisor es ayudar a las personas y máquinas a realizar de mejor manera el trabajo.
- Desechar el miedo: al desechar el miedo y construir la confianza, todos los miembros del equipo de trabajo serán más eficientes.
- Eliminar las barreras organizacionales que impiden trabajar en equipo para lograr la mejora continua: construir un sistema de cooperación basado en el mutuo beneficio que abarque a toda la empresa.
- Eliminar lemas, exhortos y metas para la mano de obra: al eliminar la rivalidad, se eliminan las causas de baja calidad y de baja productividad en el sistema.
- Eliminar las cuotas numéricas para la mano de obra: al dejar de funcionar con base en cantidades preestablecidas de trabajo, se enfatiza en la calidad, logrando detectar objetivos y monitoreos hacia los trabajadores, evaluando así el desempeño de cada uno.

- Eliminar las barreras que privan a la gente de su derecho a estar orgullosa de su trabajo: se eliminan las evaluaciones anuales o méritos de rangos a la gente, para que la competición y conflictos desaparezcan.
- Estimular la educación y la automejora de todo el mundo: se estimula la educación y la mejora en personas que aprendan y mejoren continuamente su educación, para una percepción más amplia de la realidad.
- Generar un plan de acción para lograr la transformación: el conocimiento, la necesidad y comparación son armas para lograr el plan de acción hacia el cambio.

1.3.4.2. Joseph M. Juran

Juran establece significados distintos para la definición de la calidad. Dos significados que le da es la ausencia de deficiencias de todo tipo y la educación de los usos. Estas definiciones llevaron al aporte más grande: la trilogía de la calidad. La trilogía de la calidad es un esquema administrativo de tres procesos: planear, controlar y mejorar. A medida que cada ciclo mejora, se produce el aprendizaje y, al aplicar el aprendizaje, se producen ahorros por la reducción de los costos de la no calidad.

1.3.4.3. Kaoru Ishikawa

Es conocido por su filosofía, la cual se destaca por llegar al control de la calidad mediante el inicio y fin de una capacitación en todos los niveles, así como tomar las acciones correctivas apropiadas. De igual forma, implementó

métodos que simplifican el control de calidad mediante el uso de estadísticas. Sin embargo, el método más empleado es el diagrama de causa-efecto o diagrama de Ishikawa, anteriormente mencionado.

1.4. Inventario

Los inventarios, según la definición de Durán (2012), son: “la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado, bien sea para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización” (p. 58).

1.4.1. Métodos de costeo de inventario

“Los costos de inventario se relacionan con el almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario en determinado periodo de tiempo” (Giorgis, 2011). Esto sucede ya que el inventario es un activo y se encuentra presente en el almacenamiento y se necesitan movilizar, verificar y ordenar los productos.

Por otra parte, los gastos generados en la empresa se ven reflejados en las finanzas. Debido a esto, se realiza una evaluación para estipular el beneficio máximo que el inventario lograría obtener mediante la detección y realización de reducción de costos. Esta evaluación se realiza por los siguientes métodos:

- Promedio ponderado
- Tamaño de lote

1.4.1.1. Promedio ponderado

Este método realiza el promedio de la suma del inventario existente con el inventario de la nueva compra, y se divide entre el total del inventario existente. El resultado obtenido se utiliza para la asignación del costo del inventario inicial.

1.4.1.2. Tamaño de lote

El método de tamaño de lote se usa cuando el inventario es dinámico, por lo que es más económico para la organización en vez de pedir cuando sea necesario satisfacer la demanda.

1.4.2. Administración en inventarios

La administración de inventarios aplica procedimientos y técnicas para determinar estrategias en una empresa, mismas que permitan establecer la disposición de bienes que se poseen para satisfacer la demanda. Este conocimiento le permite saber a la organización cuándo y cuánto pedir.

En otras palabras, la administración del inventario determina la fecha en que se deben colocar las órdenes y cantidades de unidades de inventario a solicitar. Por esta razón, se deben tener en consideración ciertos factores que benefician a la organización en eficiencia, efectividad, optimización de utilidades, competitividad y sobrevivencia en el mercado.

Tabla 3.

Factores por considerar en la administración de inventarios

FACTORES O CARACTERÍSTICAS	Descripción
Parámetros económicos	• Costos fijos (está asociada con la colocación de un pedido). • Precios de compras o de producción (para obtener descuentos por mayoreo o rebajas en precios). • El precio de venta unitario (puede ser constante o variable). • Costos de mantenimiento del inventario (costos de almacén, deterioro, obsolescencia, oportunidad, de seguro, interés por capital invertido).
Demanda	La técnica utilizada va a depender de la demanda de los inventarios, la cual puede ser determinista o estática (se conoce con certeza la cantidad de artículos en cada períodos económicos –demandas constantes o demandas variables conocidas-) o probabilística (cuando la cantidad de artículos que se requieren para un periodo económico no se conoce con certeza; se puede aproximar a la realidad mediante una probabilidad).

Continuación de la tabla 3.

Ciclo para ordenar	Es la medida de tiempo en que pueden ordenarse o solicitarse un pedido y puede ser de revisión continua (cuando el inventario se actualiza continuamente y al llegar a un límite inferior estipulado se coloca un nuevo pedido –sistema de dos depósitos-) o de revisión periódica (cuando los pedidos se hacen a intervalos igual de espacios).
Demoras en la entrega	Es el tiempo que tarda entre la colocación de un pedido y la entrega del inventario solicitado. Es importante conocer este tiempo para evitar inconvenientes en el abastecimiento de inventario. Este tiempo puede ser probabilístico o determinístico.
Reabasto del almacén	Además de la demora de entrega, el reabastecimiento del almacén puede ser instantáneo (cuando se compra de fuentes externas a la organización) o uniforme (cuando el producto se fabrica dentro de la organización).
Horizonte de tiempo	Es el periodo sobre el cual el nivel de inventario se encuentra controlado, el cual puede ser infinito, de acuerdo a la naturaleza o a la demanda del producto.
Abastecimiento múltiple	Cuando un sistema de inventario tiene varios puntos de almacenamiento.
Número de artículos	Cuando un sistema de inventario comprende más de un artículo.

Nota. Factores que se toman en cuenta al administrar inventarios. Obtenido de Y. Durán (2012). *Administración del inventario.* (p. 73).

1.4.3. Ventajas y desventajas del control de inventario

El control de inventario contiene las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- La respuesta es inmediata ante cambios repentinos de la demanda.
- Tener una administración adecuada de inventario permite satisfacer la demanda de los clientes.
- Las negociaciones con los proveedores son más beneficiosas, ya que se puede lograr precios más competitivos.
- Permite hacerle frente a la escasez de inventarios por uno o varios días.
- Identifica los productos de movimiento lento, obsoletos o dañados.

Desventajas:

- La falta de administración de inventario puede llevar a la quiebra a la organización.
- El exceso o falta de inventario representa costos elevados.
- La información oportuna y fidedigna es importante, por lo que requiere de la participación e integración de recursos humanos.
- Al no tener inventario que satisfaga la demanda, los clientes se trasladan con la competencia.
- Requiere del auxilio de tecnología e informática, que se traduce en erogaciones para la empresa.

2. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

2.1. Antecedentes de la empresa

El presente capítulo se inaugura abordando los antecedentes de la empresa, para lo cual se desarrollan diferentes subtemas.

2.1.1. Estructura empresarial

La empresa en análisis (distribuidora de combustible) está conformada por una Junta Directiva que se encarga de dirigir la empresa y respaldarla en marcos legales y financieros. Como se puede observar en la figura 5, se encuentran dos gerencias y el área de asistente administrativo, las cuales se mantienen en contacto continuo con la Junta Directiva.

La gerencia financiera se encarga de administrar el capital de la empresa de manera eficiente, así como implementar las estrategias de finanzas que le garanticen a la empresa disponer de fuentes de finanzas y el registro de estas. Bajo el mando de esta gerencia se encuentra el área de contabilidad, esta tiene a su cargo los departamentos de facturación, créditos y cobros, y al asistente contable. El departamento de créditos y cobros lleva un reporte de parte de los mensajeros cobradores.

Así también, la gerencia comercial se encarga de planificar, organizar, dirigir, controlar y coordinar el sistema de comercio mediante estrategias. A esta gerencia, le reportan la gerencia de logística y operaciones y los asesores comerciales. De esta manera, se tiene el reporte del supervisor de planta de

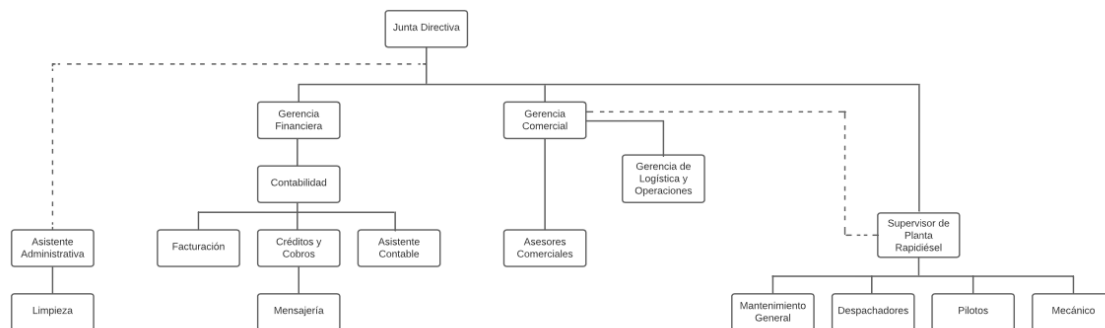
Rapidiésel, que tiene a su cargo el mecánico, los pilotos, despachadores y mantenimiento general.

El supervisor de planta de Rapidiésel es la persona encargada de realizar los cálculos de inventario al momento en que se carga o descarga en los tanques. De esta forma, la organización tiene un control de su producto tanto financiera como contablemente.

Por último, se encuentra la posición de asistente administrativo, que tiene su línea directa de reporte a la Junta Directiva, aunque funcionalmente recibe instrucciones del contador general, completando de esta manera la estructura empresarial.

Figura 5.

Estructura empresarial de la distribuidora de combustible



Nota. Gráfica que muestra la estructura de la distribuidora de combustible. Elaboración propia, realizado con Lucichart.

2.1.2. Misión

De acuerdo con la empresa, la misión es la distribución y entrega de combustibles con base en las necesidades del cliente, con prontitud, eficiencia y en la medida y calidades exactas, en toda la República de Guatemala.

2.1.3. Visión

Por otro lado, la visión de la empresa indica “mediante el trabajo día a día, llegar a ser la empresa más confiable en el mercado de derivados del petróleo, que satisfaga y exceda todas las necesidades de suministro de combustible de nuestros clientes”.

2.2. Definición de combustible a granel

Entregas mayores a 2,000 galones, 100 % a través de descarga directa de la cisterna a los tanques de almacenamiento (gravedad o bomba). La cantidad se confirma a través de las medidas de los tanques y las tablas de calibración.

2.3. Definición de combustible a detalle

Entregas de 60 galones en adelante, entregadas a través de bomba y cuentagalones (metro). Estas pueden ser directamente al tanque de almacenamiento o a los equipos que utilizan el combustible.

2.4. Áreas que intervienen en el proceso de inventario

El proceso de inventario de combustible diésel se compone de tres áreas distintas, se conocen bajo el siguiente nombre y descripción:

2.4.1. Área de almacenamiento

El área de almacenamiento (ver figura 6) es de 60 metros cuadrados, cercada por mallas metálicas en sus cuatro laterales, tal como lo indican los requisitos de autorización de operación de depósitos de categoría A-1 de la circular técnica DGH-CIRC-001-2008. De la misma manera, está a una altura de 20 centímetros sobre el suelo y en un área en donde se abastece en el mismo terreno, sin necesidad que las unidades ocupen un terreno ajeno.

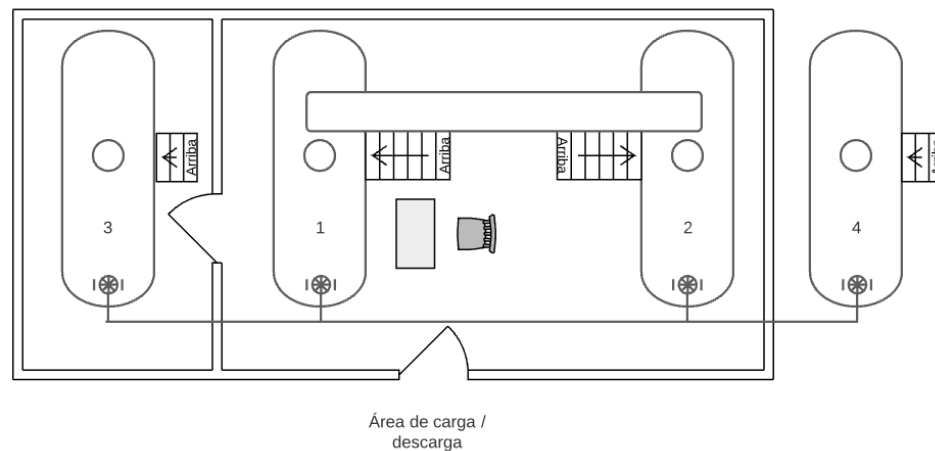
Dentro de esta área cercada de mallas, hay tres tanques de almacenamiento con una capacidad máxima de 6,000 galones, y un tanque de almacenamiento fuera del área de cerca de 10,000 galones, enumerados del uno al cuatro de izquierda a derecha. La función de los tanques es almacenar el inventario para su distribución. Para llevar el combustible diésel en los tanques es necesario usar tuberías.

Las tuberías de suministro son de material no combustible, las cuales, al momento de reabastecer el tanque deseado, se cierran todas y se abre solamente la que reabastecerá el tanque. Cabe mencionar que el área de almacenamiento comprende escaleras metálicas, que permiten a los operarios acceder a la parte superior de los tanques, donde se encuentra una boquilla para ingresar las varillas de metal que son utilizadas para medir el nivel de diésel del inventario.

Finalmente, el área incluye un escritorio donde se cuenta con la tabla de calibración de cada tanque, un talonario de control del inventario que ingresa y sale al día, junto con el nombre del piloto y la unidad con que fue reabastecido el tanque. El densímetro y la pasta con que se verifica que no contenga agua el combustible diésel se encuentran de igual manera dentro del escritorio.

Figura 6.

Croquis del área de almacenamiento



Nota. Croquis que muestra la distribución de espacios en el área de almacenamiento. Elaboración propia, realizado con Lucichart.

2.4.2. Área de carga / descarga

El área de carga / descarga (ver figura 7) es de 15 metros cuadrados. En esta área se encuentra un espacio a lo largo, donde se colocan las distintas unidades de transporte del combustible diésel, para no obstruir el paso vehicular dentro de la planta. Esta área contiene las llaves de paso para descargar o cargar el inventario en los tanques, a una altura de no más de 10 centímetros.

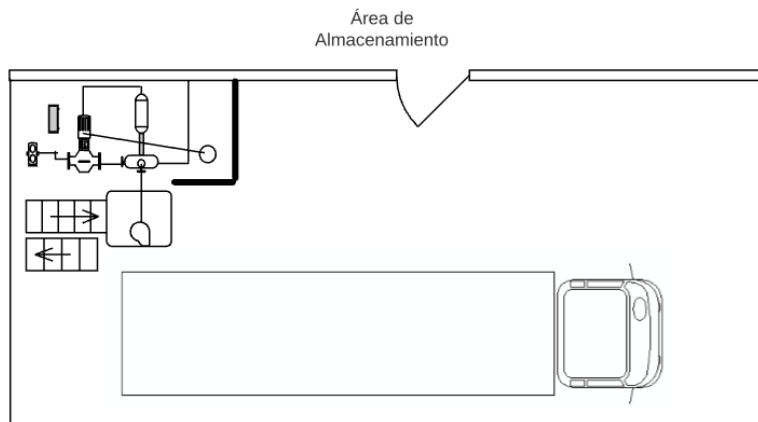
El metro cuenta galones se encuentra en el área, ya que este permite llevar la cuenta exacta de cuánto combustible diésel está ingresando o se está extrayendo de los tanques. De igual forma, el área cuenta con escaleras metálicas que dirigen a una base a 2.5 metros de altura, en donde se observan 2 filtros.

Estos filtros retienen sólidos o partículas de agua que pueda contener el combustible diésel al momento del despacho hacia los camiones, esto se debe al proceso de sedimentación y condensación que se produce en los tanques de almacenamiento.

Además de los elementos anteriormente mencionados, el área de carga / descarga cuenta con el motor que acciona la bomba de succión, las llaves que permiten el paso de combustible hacia y desde los tanques, así como el interruptor.

Figura 7.

Croquis del área de carga / descarga



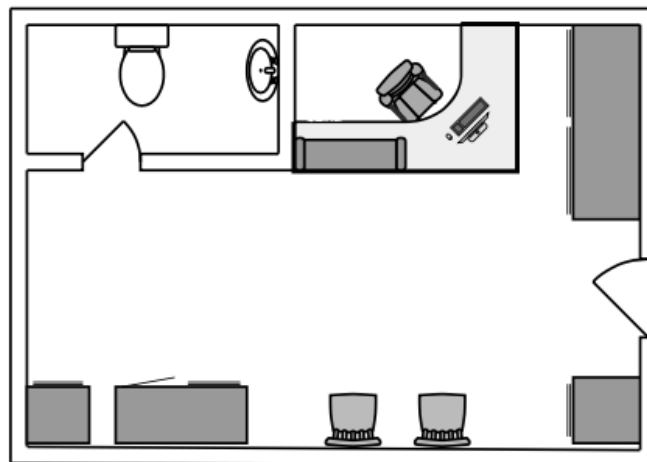
Nota. Croquis que muestra la distribución de espacios en el área de carga / descarga. Elaboración propia, realizado con Lucichart.

2.4.3. Área de oficina

El área de oficina (ver figura 8), donde se calcula el total de inventario que se tiene en los tanques, es de 20 metros cuadrados, con un escritorio y pantallas para observar las cámaras de seguridad. Al hacer el cálculo de inventario, se mide la cantidad de galones que ha salido de los tanques y, a su vez, la cantidad de galones que entra al momento de reabastecerse del producto diésel, así como el ajuste del volumen por la variación de temperatura que el producto puede sufrir.

Figura 8.

Área de oficina



Nota. Figura que muestra la distribución de espacios en el área de oficina. Elaboración propia, realizado con Lucichart.

2.5. Descripción del proceso de carga de combustible

El proceso de carga de combustible inicia estableciendo el tanque que cuente con inventario diésel y que sea capaz de llenar la unidad asignada para la ruta a cubrir para la venta del producto. Una vez establecido, se verifican las medidas y galonaje del tanque, y se da lectura del metro cuentagalones en la hoja de cálculos. Luego, el piloto procede a colocarse los guantes para conectar la manguera en el *manhole* de la unidad.

En el siguiente paso, el despachador abre la llave del tanque y presiona el interruptor de encendido, el cual hace que la bomba inicie el despacho de combustible diésel del tanque a la unidad. Al momento en que el despachador abre la palanca de carga y se observa la cantidad de producto en el metro cuentagalones, se indica que la pipa se está cargando del producto.

Una vez el metro indica la cantidad de galones que se deben despachar, se cargan y, si no se cuenta con un inventario ajustado, se procede a cargar en promedio 200 galones extra, por si los clientes piden más cantidad de diésel del solicitado o por si surge una entrega adicional; en caso contrario, se regresa a la planta. Pero si se tiene inventario ajustado en el tanque, se cierra la palanca de carga y se apaga el interruptor para parar el flujo de combustible.

Posteriormente, el piloto cierra y quita la manguera del *manhole* y coloca el candado. De igual forma, en el *manhole* se colocan los marchamos para que los clientes tengan la seguridad de que el diésel que les será despachado no está alterado.

El despachador registra en un formato, llamado hoja de cálculos, la cantidad de galones cargada en la unidad, según lo indicado por el metro

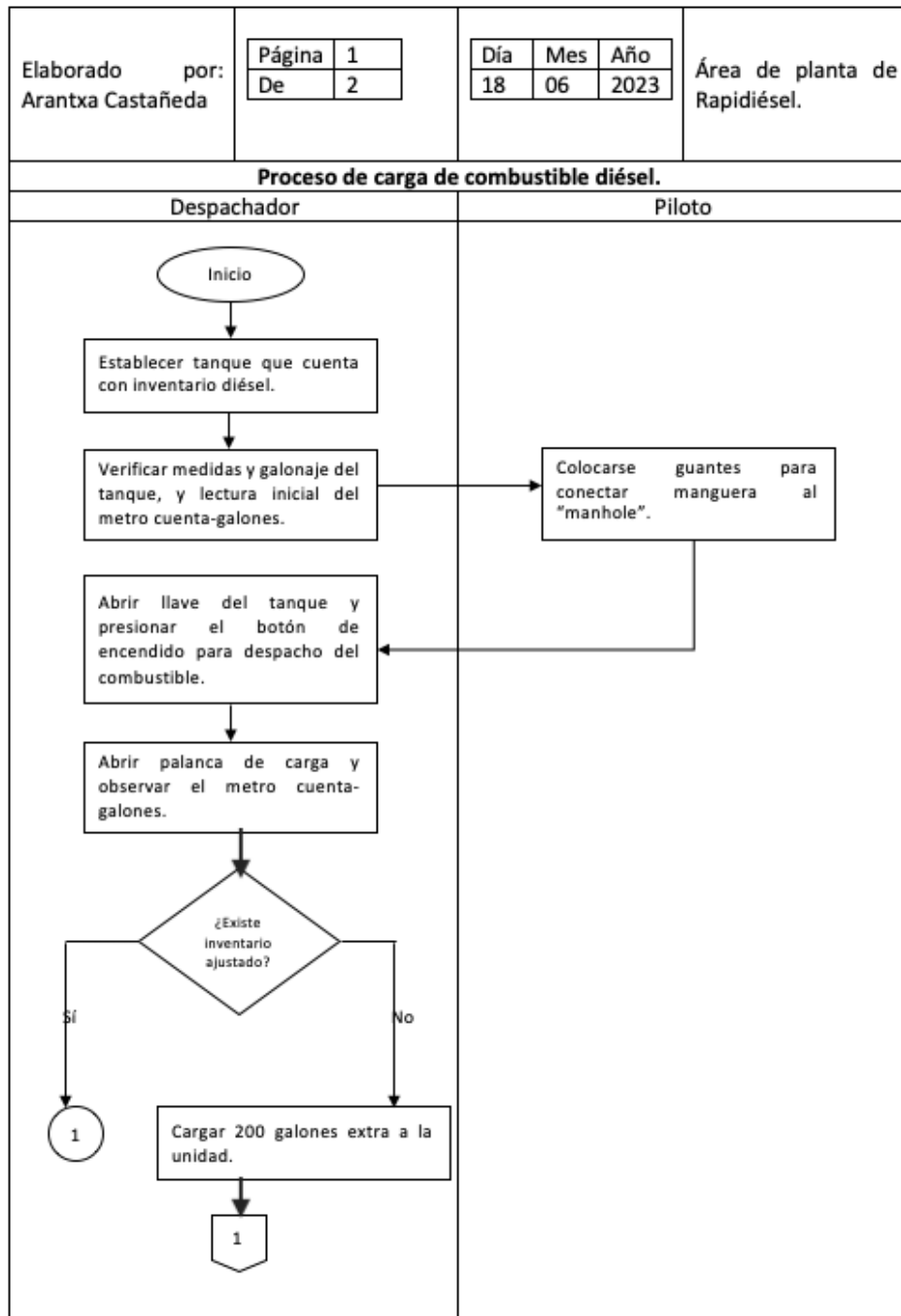
cuentagalones y el totalizador, así como el nombre del piloto y el número del tanque utilizado para el llenado de la unidad, y además la hora de finalizado del proceso. Así mismo, se coloca el nombre del cliente a quien va dirigida la carga.

Luego el despachador debe realizar la medición del tanque con la varilla, para así convertir la medición obtenida en galones, con la ayuda de la tabla de calibración. Este cálculo le permite al despachador ingresar el inventario final en el formulario de la hoja de cálculo, verificando que coincida con la lectura del metro cuentagalones.

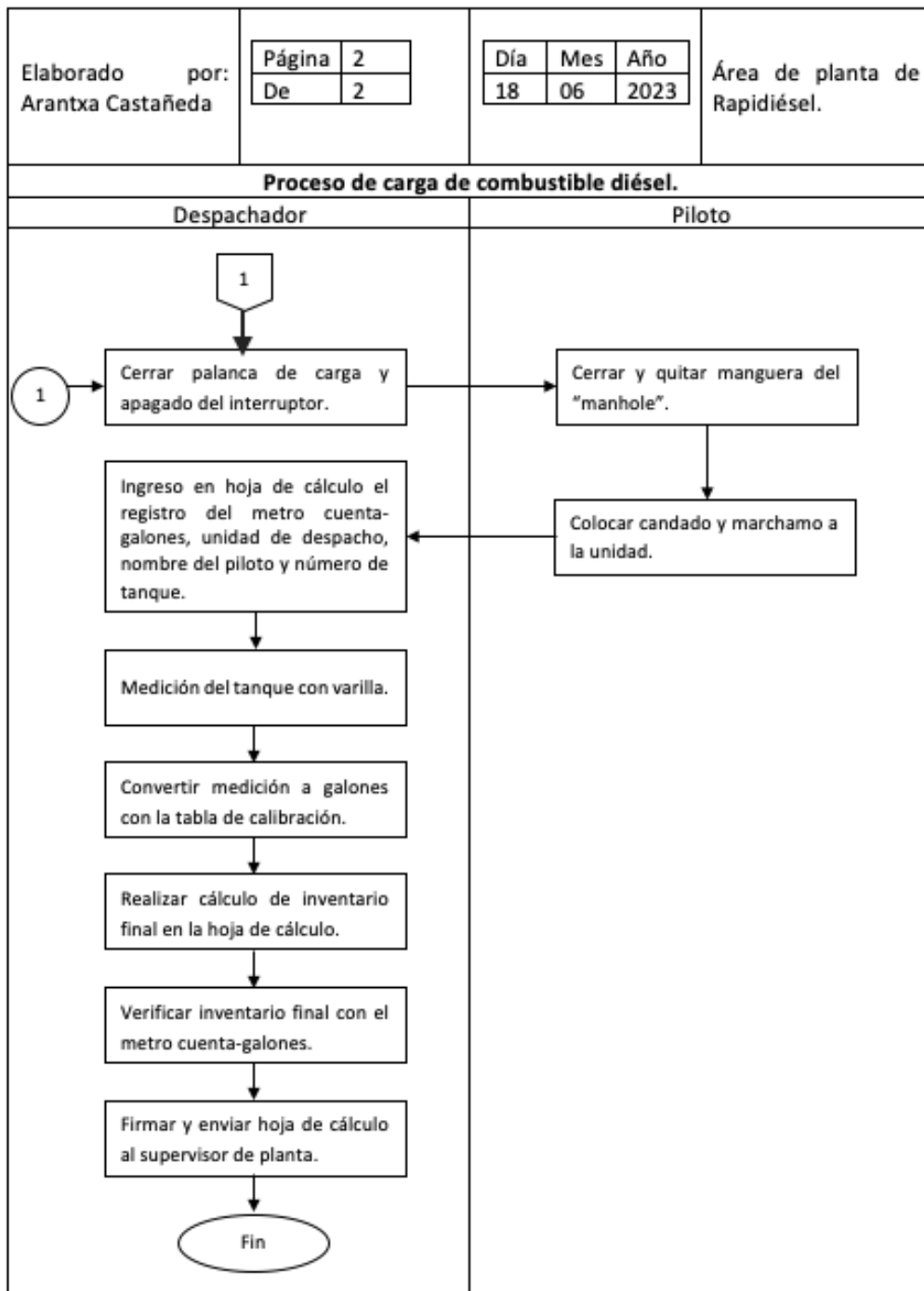
Para finalizar, el despachador debe firmar y enviar el formulario de la hoja de cálculo al supervisor de la planta.

Figura 9.

Diagrama de flujo del proceso de carga de combustible diésel



Continuación de la figura 9.



Nota. Flujograma del proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.6. Descripción del proceso de descarga de combustible

Antes de iniciar la descarga del diésel para reabastecer los tanques en la planta, se debe esperar 30 minutos para que el diésel se asiente, ya que el movimiento que sufre por el traslado genera espuma, lo cual ocupa espacio en los tanques de almacenamiento. El despachador mide los tanques en donde se descarga el combustible junto con el piloto de la unidad.

La medición del tanque se realiza junto con el piloto de la unidad, aplicando la pasta en la varilla de metal, lo cual indica cuánta cantidad de diésel se encuentra. Esta medición se realiza tres veces para que se tenga un promedio de volumen del producto y, por cada medición, se toma una fotografía y se envía en orden al supervisor de planta con la fecha y hora que fueron tomadas.

Luego se solicita al piloto la tabla de calibración de la unidad donde se corrobora que las medidas tomadas en el tanque sean correctas y se envía fotografía al supervisor. Asimismo, se verifica que los marchamos estén sellados y, antes de romperlos, se envían fotografías de cada uno al supervisor. Se miden los compartimentos de la pipa con el mismo método con que se midieron en los tanques de almacenamiento.

El despachador se coloca los guantes junto con el piloto para conectar la manguera al descargue trasero para evitar derrames de diésel. Se envían fotografías del metro inicial, excepto que el piloto lleve una bomba, por lo cual será avisado el supervisor. Se coloca el otro extremo de la manguera al macho de la tubería, luego se abre la manguera, seguido de las válvulas de paso de tubería, se presiona el interruptor de encendido y se abre la manguera de paso.

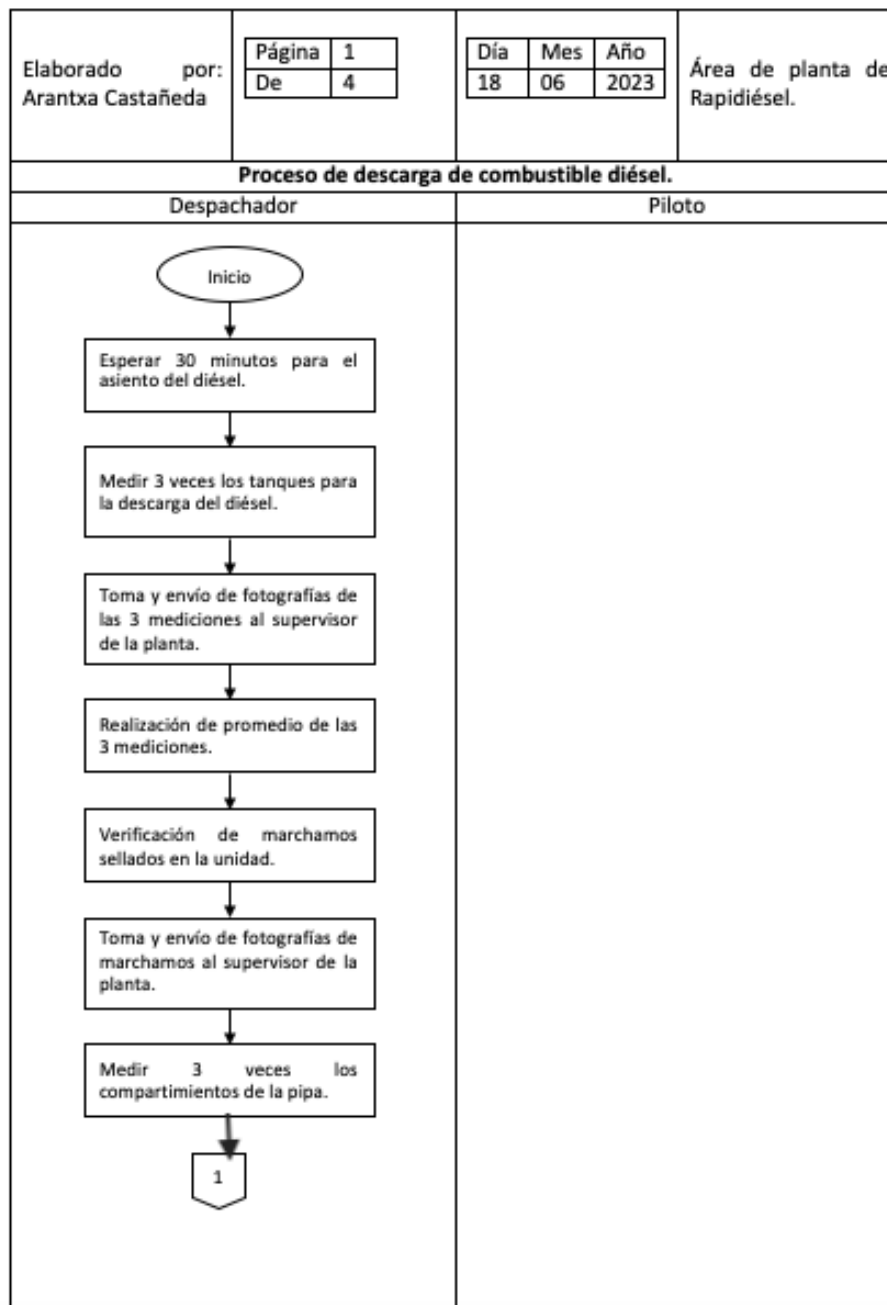
Se observa la cantidad que el metro cuentagalones marca y de la cantidad de estos que son ingresados en los tanques de almacenamiento. Una vez el metro cuentagalones deja de indicar que se sigue transportando combustible, se apaga el motor mediante el interruptor de apagado. Se cierra la llave de paso del tanque y se abre llave de paso general. Se envía fotografía al supervisor de planta del metro cuentagalón y del totalizador.

El despachador y el piloto drenan la manguera en cubeta y escurren la unidad para sacar el producto restante que la bomba no puede jalar en otra cubeta. El producto restante se ingresa en los tanques de almacenamiento y se deja asentar de 30 a 45 minutos el diésel, para realizar la última medición de la cantidad nueva de inventario que se tiene, de igual forma que se realizó al principio.

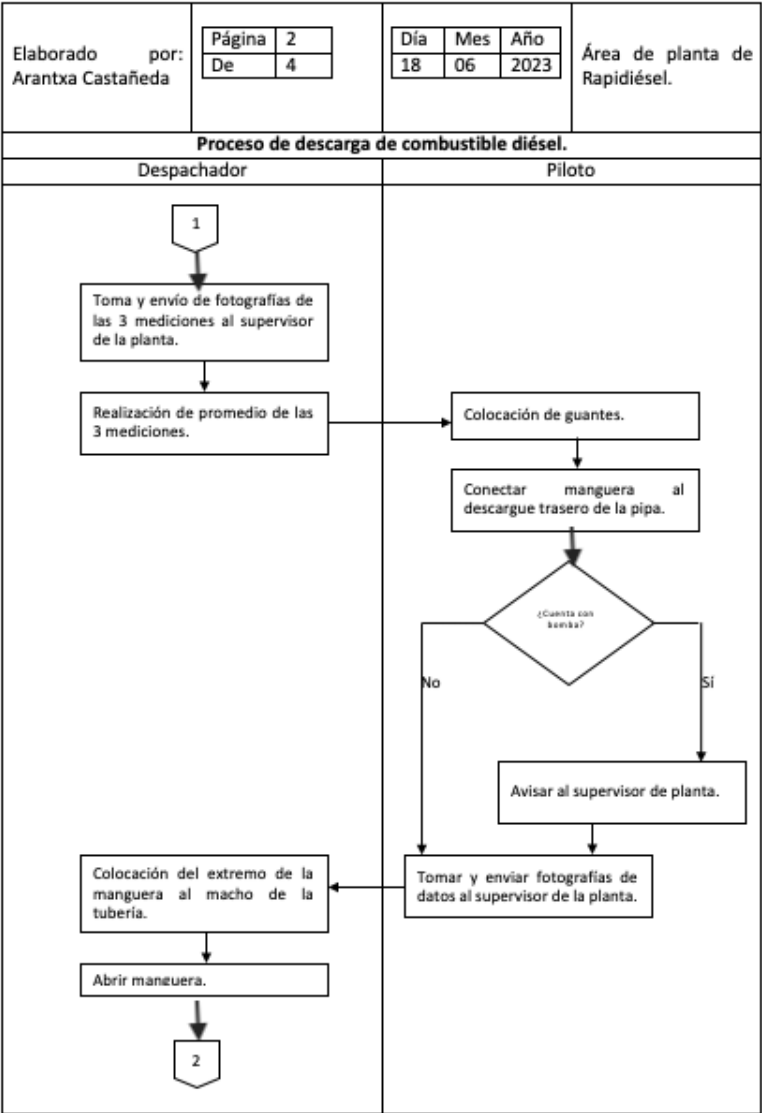
El despachador deja por escrito, en la hoja de descarga, los datos de la medición del inventario, y esta es firmada por el piloto y el despachador de turno. Finalmente, se entrega al supervisor de planta.

Figura 10.

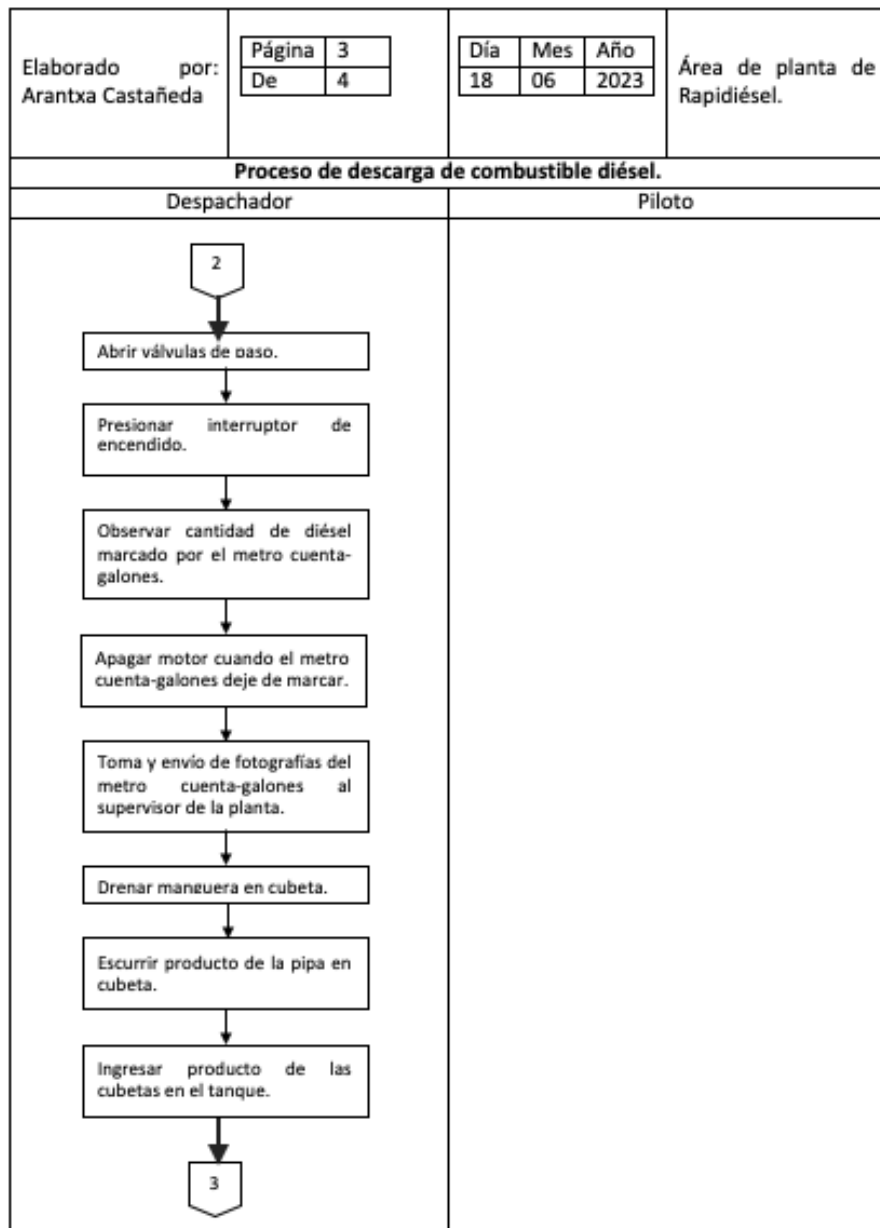
Diagrama de flujo del proceso de descarga de combustible diésel



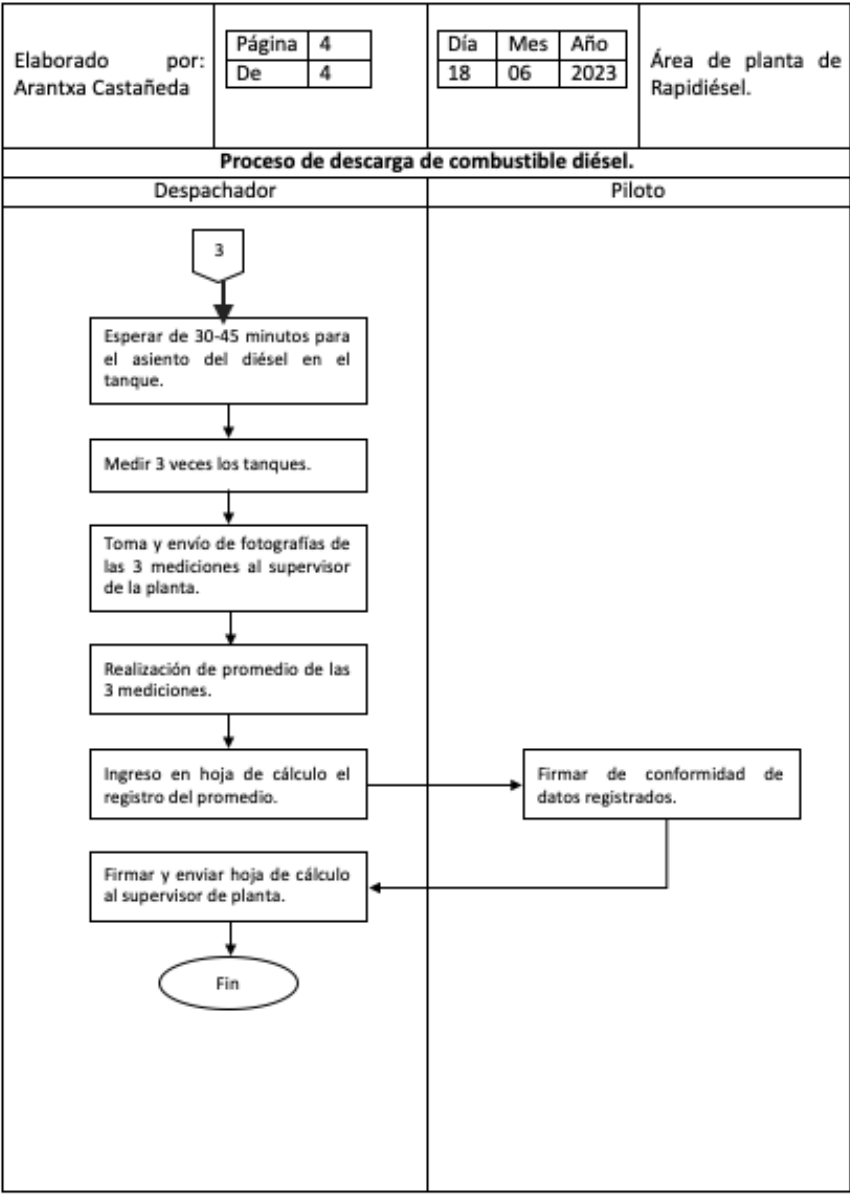
Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.



Nota. Flujograma del proceso de descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Lucichart.

2.7. Identificación del problema

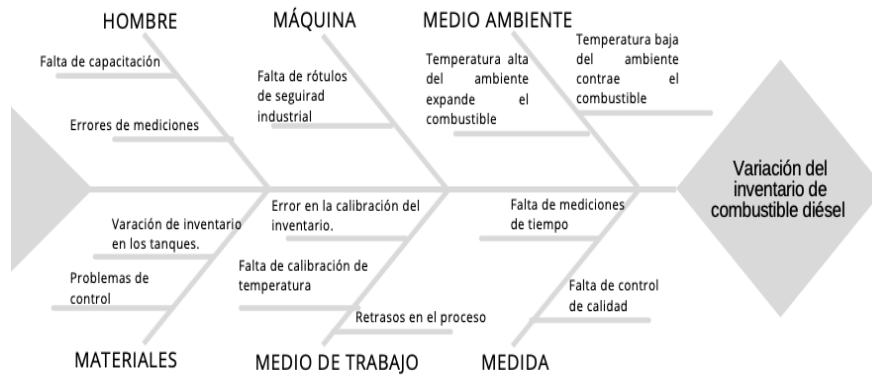
Se determinó que el problema es la variación de inventario de combustible diésel, ya que de manera diaria se deben ajustar los registros en la partida contable de inventario. Este ajuste se identificó mediante la observación en la toma del inventario inicial que se realiza en la mañana dentro de la planta y en la cual los datos que se introducen en los reportes se envían desde la planta hacia las oficinas centrales.

Luego de tener identificado el problema, se hizo uso de la herramienta del diagrama de causa-efecto. Para esto se utilizó el método de las 6 M, que son los aspectos de máquina, medio ambiente, medio de trabajo, medida, materiales y hombre. Una vez se determinó el método para describir las causas y los efectos, se procedió a la observación directa, en la cual se tomó información que se registró para el análisis, para así compararla con la observación indirecta, ya que se consultó con el personal los procesos de medición que ellos efectuaban, la manera de calibración, entre otros aspectos.

Mediante este método se pudo determinar, por ejemplo, la falta de capacitación del personal, la variación de temperatura ambiente, la falta de control de calidad, entre otros aspectos que se muestran en la figura siguiente:

Figura 11.

Diagrama de causa-efecto



Nota. Diagrama de causa-efecto o Ishikawa explicativo de las 6M. Elaboración propia, realizado con Canva.

Este diagrama permite observar las causas y efectos que se encuentran en la variación del combustible diésel. Sin embargo, se centrará en una falta de control de calidad, en las mediciones de tiempo, en la temperatura ambiente, en la falta de capacitación y en los errores de medición.

3. ADMINISTRACIÓN DEL CONTROL DE INVENTARIO

3.1. Función del almacenamiento

De acuerdo con los procesos mencionados anteriormente, en la carga y descarga del combustible diésel se debe tener en cuenta la función del almacenamiento del producto. En primer lugar, el puesto de despachadores consiste de dos turnos de 12 horas cada uno, donde el despachador se encarga de reabastecer los tanques y los camiones. Al terminar el turno, el despachador entrega el inventario en la hoja de cálculo.

Cada mañana, a las 7:00 a.m., se realiza una medición física de cada uno de los tanques, ayudándose de la tabla de calibración. Al realizar la medición y determinar el inventario, existirá una diferencia de inventario debido a la temperatura. Sin embargo, la diferencia debe ser de 15 galones como máximo, ya que, si este valor llega a ser mayor, indicaría que a los tanques les hace falta una calibración que da lugar a errores de medición y a la variación del combustible.

La recomendación por parte del Ministerio de Energías y Minas, para la calibración de tanques de almacenamiento, es cada seis meses, pero esto depende del uso que se les da. Esta recomendación es importante ejecutarla, ya que la cantidad de volumen que marque la medición del diésel en los tanques permite obtener datos de un inventario y costos del mismo.

3.2. Método de evaluación en el control de inventario

Para mantener un control del volumen del combustible diésel en la planta, se debe tener un manejo y control de inventario, de esta manera se evita la pérdida o un déficit en el combustible. Es por esta razón que se utilizan dos métodos de evaluación del inventario.

3.2.1. Promedio ponderado

El promedio ponderado es el método de evaluación utilizado por parte de la organización para determinar si el producto existente se encuentra dentro del rango de inventario y con ello determinar el precio de venta.

Para la obtención de los datos fue necesaria la hoja de cálculo, en donde se encontraba el registro diario del inventario inicial, la cantidad de ventas realizadas en el día y la cantidad de descargas efectuada en los tanques. Debido a que la empresa solicitó confidencialidad de datos, se realizó un promedio de la información obtenida para la elaboración de los cálculos, los cuales son provenientes del mes de diciembre del 2021, abarcando ambos turnos.

Para el primer dato, el cual es el inventario final, se necesitó el dato del inventario físico que se realizó al final del día anterior y que debe ser registrado antes de realizar los cálculos de variaciones.

A fin de determinar el inventario inicial, se hace uso de la siguiente ecuación:

$$Inv.Inicial = \sum Inv.tanques \quad [Ec.2]$$

Donde:

Inv. Inicial: saldo inicial del periodo contable en galones.

Inv. Tanque: cantidad de galones diésel que se encuentra en los tanques.

Para el cálculo del inventario inicial se utilizaron los datos provenientes de la hoja de cálculo:

$$Inv.Inicial = 1\ 880 + 250 + 2\ 425 + 595$$

$$Inv.Inicial = 5\ 150$$

Seguido de este cálculo, se realizó la sumatoria de la cantidad de galones que fueron vendidos, tanto para autoconsumo como para los clientes, los cuales fueron despachados a domicilio, o bien, en la planta.

El cálculo de las ventas de combustible diésel se determina mediante la ecuación:

$$Venta = \sum ventas \quad [Ec.3]$$

Donde:

Venta: total de venta de combustible diésel realizada en el día.

$\sum$ ventas: sumatoria de ventas de combustible diésel.

Del mismo periodo mencionado, se tomaron como referencia los datos de la hoja de cálculo, y se hizo un promedio de galones vendidos al día, teniendo como resultado:

$$Venta = 1\,200 + 294 + 803 + 2\,100 + 56 + 870 + 1\,200$$

$$Venta = 6\,523$$

Luego, se tiene la cantidad de descarga que se realizó en los tanques correspondientes, como se ha mencionado en el proceso de descarga de combustible diésel:

$$Descarga = \sum descargas \quad [Ec.4]$$

Donde:

Descarga: total de descarga del combustible diésel realizado en el día.

$\sum$ descargas: sumatoria de descargas de combustible diésel.

Tomando como referencia los datos de las hojas de cálculo de diciembre del 2021, se determinó la cantidad de galones descargados, teniendo como resultado:

$$Descarga = 5\,000 + 3\,039$$

$$Descarga = 8\,039$$

Una vez se tuvo conocimiento del total descargado, se realizó el cálculo del inventario, para determinar con cuántos galones se disponía para el día siguiente. Este cálculo debía cuadrar con la última medición de los tanques que se realizó ese día. Este cálculo se determina mediante la ecuación:

$$Inv. = Inv. Inicial + descarga - venta \quad [Ec.5]$$

Donde:

Inv.: inventario en tanques del periodo contable.

Inv. Inicial: saldo inicial del periodo contable.

Descarga: cantidad de combustible diésel descargada en los tanques.

Venta: total de venta de combustible diésel realizada en el día.

Tomando como referencia los datos proporcionados, se determina el siguiente resultado:

$$Inv. = 5\,150 + 8\,039 - 6\,523$$

$$Venta = 6\,666$$

Después, se realizó la sumatoria de la cantidad de combustible diésel que se encontraba en las unidades:

$$Inv. Camiones = \sum Inv. Camiones \quad [Ec.6]$$

Donde:

Inv. Camiones: inventario en camiones del periodo contable.

$\sum$ Inv. Camiones: sumatoria de combustible diésel en los camiones.

$$Inv. Camiones = 1\,400 - 1\,000 + 1\,200 + 1\,94,50 + 2\,000 + 2\,900$$

$$Inv. Camiones = 6\,694,50$$

Una vez se tuvo el conocimiento del total de inventario en los camiones y el inventario total de los tanques al inicio del día, se procedió a determinar el inventario total mediante la ecuación:

$$Inv. Total = Inv. + Inv. Camiones \quad [Ec.7]$$

Donde:

Inv. Total: inventario total para el inicio del periodo contable.

Inv.: inventario en tanques del periodo contable.

Inv. Camiones: inventario en camiones del periodo contable.

El resultado del inventario total con el que se cuenta es de:

$$Inv.Total = 6\,666 + 6\,694,50$$

$$Inv.Final = 13\,360,50$$

Al concluir con los cálculos, se determinó que el inventario final fue de 13,360.50 galones. Sin embargo, el 1 de enero del 2022, con la nueva medición del día siguiente, se observó una diferencia de 600 galones, los cuales, si se multiplican con el valor del mercado del día 1 de enero del 2022, siendo Q 24.28, se obtiene una pérdida 14,568.00. Esta es una de las causas del problema identificado en el diagrama de Ishikawa.

3.2.2. Inventario por lote

Este método de inventario es utilizado cuando se realiza venta de combustible diésel a granel, ya que facilita el control de inventario. Asimismo, este método permite optimizar la utilidad de cada venta, dado que los costos varían en función del crédito utilizado y la petrolera que despacha, efectuando el manejo del inventario a granel bajo pedido.

3.3. Manejo de inventario

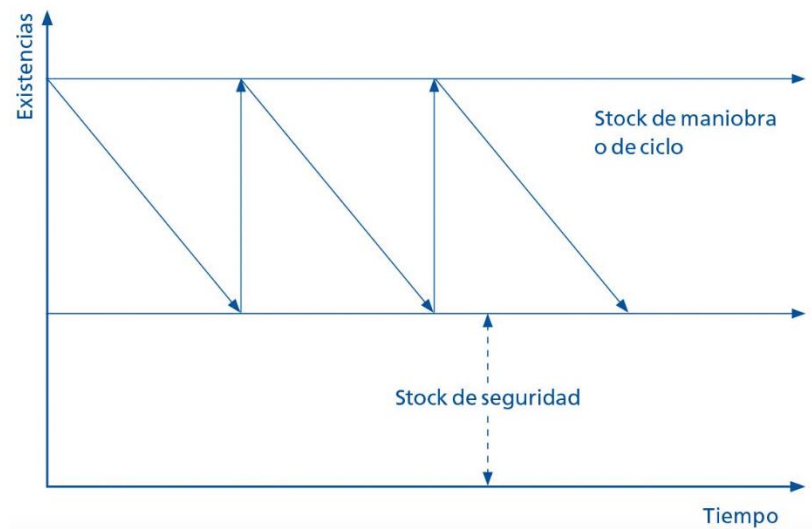
En las siguientes páginas se detalla puntualmente cómo se realiza el manejo de inventario dentro de la distribuidora estudiada.

3.3.1. Cálculo de *stock* de seguridad

El *stock* de seguridad, también conocido como inventario de seguridad, es el inventario extra que se tiene previsto para las demandas inesperadas de los clientes, o bien, de los retrasos en las entregas del producto por parte de los proveedores, ayudando así a prever rupturas del *stock*, ya que estas rupturas se dan cuando los clientes solicitan cierta cantidad del producto y la empresa en análisis no lo posee. Toda representación de las existencias del inventario se muestra en picos y valles, como se muestra a continuación:

Figura 12.

Diagrama del stock de seguridad



Nota. Diagrama que muestra cómo se maneja en la distribuidora el stock de seguridad. Obtenido de Mecalux (2021). *Stock de seguridad: ¿qué es y como optimizarlo?* (<https://www.mecalux.com.mx/blog/stock-seguridad-optimizar>), consultado el 23 de enero de 2022. De dominio público.

Los picos son la representación del producto nuevo a ingresar, mientras que los valles reflejan el producto despachado hacia los clientes, creando de esta manera una variación en el inventario. Es en este momento en que el *stock* de seguridad controla las variaciones.

Para el cálculo del *stock* de seguridad se utiliza la siguiente ecuación:

$$S_s = (PME - PE) \times DM \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

Ss: *stock* de seguridad en galones.

PME: plazo máximo en días en que el proveedor realiza entrega de producto en caso de atraso.

PE: plazo en días en que el proveedor realiza entrega en circunstancias normales.

DM: demanda media del producto en galones.

Para este cálculo se tomó la información de los récords históricos en que el proveedor entrega el producto en la planta y la demanda media de los galones diésel que la planta vende. Para esto el plazo máximo en el que el proveedor entrega el combustible diésel, cuando existe un atraso, es de medio día o 12 horas, mientras que una entrega bajo circunstancias normales es de 0,33 días o 7 horas aproximadamente. Asimismo, el historial de la demanda media es de 7 000 galones, por lo que con esta información es posible calcular el *stock* de seguridad en galones:

$$S_s = (0,5 - 0,33) \times 7\,000$$

$$S_s = 1\,190$$

3.3.2. Cálculo de línea teórica de consumo

La línea teórica de consumo, también llamada punto de pedido, es el punto en el *stock* de seguridad que indica que se debe realizar un pedido nuevo si se desea evitar el desabastecimiento y la ruptura del *stock*. Para este cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pp = Ss + (PE \times DM) \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

Pp: punto de pedido (línea teórica de consumo) en galones.

Ss: *stock* de seguridad en galones.

PE: plazo en días en que el proveedor realiza entrega en circunstancias normales.

DM: demanda media del producto en galones.

Para determinar a cuántos galones la planta debe proveerse de producto, es necesario tener el *stock* de seguridad calculado, el cual dio como resultado 1,190 galones. Y, de la misma manera, se utilizan los 0,33 días de entrega del producto por parte del proveedor y los 7,000 galones de la demanda media.

$$Pp = 1\,190 + (0,33 \times 7\,000)$$

$$Pp = 3\,500$$

3.3.3. Cálculo de *stock* máximo

El *stock* máximo es la mayor cantidad de producto que la empresa puede almacenar al menor costo, permitiendo seguir brindando su servicio. Sin embargo, se debe tener precaución en el cálculo, ya que se puede llegar a

presentar una situación de sobre-*stock*, derivando con ello en el desperdicio, riesgo de obsolescencia y costos elevados de mantenimiento. Para realizar el cálculo de este *stock* se utiliza la siguiente ecuación:

$$Sm = Pp + DM - (Pp \times PE) \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

Sm: *stock* máximo en galones.

Pp: punto de pedido (línea teórica de consumo) en galones.

DM: demanda media del producto en galones.

PE: plazo en días en que el proveedor realiza entrega en circunstancias normales.

Al contar con el dato del punto medio, el cual es 3,500 galones, y con los datos de la demanda media y el tiempo medio en que el proveedor entrega el producto en circunstancias normales, se procede a determinar el *stock* máximo de galones, mediante la ecuación:

$$\begin{aligned} Sm &= 3\,500 + 7\,000 - (3\,500 \times 0,33) \\ Sm &= 9\,345 \end{aligned}$$

Con base en la información obtenida es posible concluir que el *stock* de seguridad de la empresa es de 1,190 galones, lo cual permite asegurar pedidos de los clientes sin romper el inventario. De igual manera, el momento correcto en que se debe realizar el pedido de combustible diésel al proveedor, es cuando la planta detecta un inventario de 3,500 galones, lo cual evita el desabastecimiento de la planta y hacer uso del *stock* de seguridad. Por último, para que la empresa no tenga un sobre-*stock* y esto llegue a tener

repercusiones en el costo del inventario, el inventario máximo con que cuenta la planta es de 9,345 galones.

3.3.4. Costos de almacenamiento

“Este costo se determina por la permanencia de la unidad del producto en un lugar determinado en función del tiempo. Esto se debe a que cada unidad representa un costo de manipulación en la recepción, almacenamiento, inspección y despacho” (Avedaño, 2014, p. 98). Para determinar el costo de mantenimiento se hace uso de la siguiente ecuación:

$$Ca = \frac{g \times Q}{2} \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

Ca: costo de almacenamiento anual en quetzales.

g: costo de mantener cada unidad en la planta.

Q: cantidad que permite minimizar costos.

La empresa solicitó hacer uso de un estimado de costos para mantener la confidencialidad de sus datos, por lo cual se determinó que el costo de mantener las unidades es de aproximadamente Q 64,369.69, y el tamaño óptimo que permite minimizar los costos de almacenamiento es de 2.53 galones. Tomando como referencia estos datos se procede a determinar el costo de almacenamiento de la siguiente manera:

$$Ca = \frac{64\,369,69 \times 2,53}{2}$$
$$Ca = 81\,427,66$$

3.3.5. Costes de emisión de pedido del combustible

Cada pedido que se realiza al proveedor es un costo adicional, debido a los gastos administrativos de emitir una orden de compra (ODT), el transporte y recepción del combustible, el seguro, el impuesto, entre otros. Para obtener este costo es necesario saber la cantidad de pedidos a realizar, un estimado de las ventas anuales y el costo de un solo pedido. Mencionando estos factores, se utiliza la siguiente ecuación:

$$CP = \frac{s+D}{Q} \quad (\text{Ec.12})$$

Donde:

CP: costo anual de emisión del pedido.

s: costo de realizar un pedido.

D: demanda anual.

Q: cantidad que permite minimizar costos.

De igual manera, para este cálculo la empresa solicitó confidencialidad, por lo que se hizo uso de un estimado de datos y se determinó que el costo de realizar un pedido es de Q 7,800 y la demanda anual en galones es de 201,678. Con estos datos se procedió a calcular el costo anual de emisión del pedido:

$$Cp = \frac{7\,800 + 201\,678}{2,53}$$
$$Cp = 82\,797,63$$

3.3.6. Costos totales

Se tiene de esta manera el costo total de gestionar el inventario en *stock*, siendo la sumatoria de todos los costos fijos, los cuales no dependen de la cantidad de producción, y los costos variables, que sí incrementan en función de la producción. Para el cálculo de este tipo de costo se usa la siguiente ecuación:

$$CT = Ca + Cp \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

CT: costo total.

Ca: costo de almacenamiento anual en quetzales.

CP: costo anual de emisión del pedido.

Al contar con el costo de almacenamiento calculado, que es de Q 81,427.66, y el costo anual de emisión: Q 82,797.63, se obtuvo el costo total mediante el uso de esta ecuación:

$$CT = 81\,427,66 + 82\,797,63$$

$$CT = 164\,225,2$$

4. MEDICIÓN DEL TRABAJO

4.1. Estudio de tiempos

Con el objetivo de conocer los tiempos durante las operaciones en el proceso de carga y descarga del combustible diésel, se procede a registrar los tiempos, utilizando el equipo necesario: cronómetro, tabla de apoyo, hoja de registro de tiempos y calculadora. En el estudio se hizo uso del cronómetro vuelta a cero, el cual permite descomponer el proceso en cada uno de los elementos que lo conforman. Al acabar cada elemento, se hace volver el reloj a cero y se pone en marcha para cronometrar uno nuevo. La desventaja de la medición de tiempos por este método es la lentitud a la que se observa el ciclo, ya que se mide elemento por elemento

Con el estudio se solicitó al supervisor de planta la explicación de cómo se realizaba el proceso de carga y descarga, para así poder separar cada actividad y, posteriormente, cronometrarla. Una vez comprendido, se solicitó al supervisor y al despachador en turno el permiso de observar las actividades realizadas para corroborar que las descritas por el supervisor concordaran con las realizadas por el despachador.

Luego, se procedió a consultar si no existía inconveniente alguno en cronometrar al despachador y piloto en cada actividad, con el fin de identificar cuáles actividades afectaban el tener una variación de combustible en el inventario y los motivos de tener una diferencia de inventario día a día en el libro contable, con la finalidad de mejorar los procesos de carga y descarga del combustible diésel en tiempos y procesos.

4.1.1. Observaciones

El número de observaciones, también conocido como tamaño de la muestra, se considera parte indispensable en el cronometraje, Debido a que existen diversos métodos, se utilizará el método *Westinghouse*, ya que solamente es aplicable a operaciones repetitivas, como el proceso de carga y descarga. Este método brinda el número de observaciones necesarias en función de la duración y repeticiones del ciclo al año (anexo 1).

El ciclo o número de observaciones es de suma importancia, debido a que muestra el nivel de confianza del estudio de tiempos. Para esta investigación la duración del ciclo para el proceso de carga del combustible diésel es de 0.500 horas, por lo que se tiene 4 observaciones consecutivas. Los ciclos realizados por año son 1,820, mientras que la duración del ciclo para el proceso de descarga es de 2 horas, por lo que se tiene 2 observaciones seguidas, debido a que la cantidad de ciclos realizados al año es de 320.

4.1.2. Tabulación de datos

El primer proceso en realizar el estudio de tiempos fue el de la carga de combustible diésel. La tabla 4 muestra los resultados obtenidos de las cuatro observaciones continuas, definidas en el primer día de toma de tiempos, en los cuales se obtuvieron 560 galones, 417 galones, 717 galones y 680 galones en la carga del producto.

Tabla 4.

Tabulación de tiempos para el proceso de carga de combustible diésel

Elemento	Número de observaciones			
	1	2	3	4
Establecer tanque que cuente con inventario diésel (min)	1.00	1.10	1	1.03
Verificar medidas y galonaje del tanque, y lectura del metro cuenta-galones en hoja de cálculo (min)	5.00	4.50	5.13	4.48
Colocarse guantes para conectar manguera al “manhole” (min)	0.17	0.20	0.18	0.17
Abrir llave del tanque y presionar botón de encendido para despacho de combustible (min)	1.00	1.05	1.00	1.03
Abrir palanca de carga (min)	0.41	0.50	0.43	0.50
Cargar 200 galones extra de combustible diésel a la unidad (min)	9.42	7.10	20.16	15.23
Cerrar palanca de carga y apagado del interruptor (min)	1.00	0.58	0.57	1.00
Cerrar y quitar manguera del “manhole” (min)	0.15	0.20	0.16	0.18
Colocar candado y marchamo a la unidad (min)	0.45	0.40	0.44	0.42
Ingreso en hoja de cálculo el registro del metro cuenta-galones, unidad de despacho, nombre del piloto y número de tanque (min)	1.00	0.50	0.56	0.59
Medición del tanque con varilla (min)	2.00	2.15	2.05	2.12
Convertir medición a galones con la tabla de calibración (min)	1.00	1.20	1.00	1.14
Realizar cálculo de inventario final en la hoja de cálculo (min)	0.15	0.10	0.15	0.10
Verificar inventario final con el metro cuenta-galones (min)	0.15	0.10	0.13	0.06
Firma y entrega de formulario al supervisor de la planta (min)	0.56	1.00	0.58	1.01

Nota. Tabulación de los periodos de tiempo empleados en la carga de combustible diésel.
Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La tabla 5 muestra los tiempos obtenidos por medio de las observaciones realizadas en el proceso de descarga de combustible diésel. De acuerdo con el número de observaciones realizadas, se tienen los tiempos para las siguientes descargas de 6,000 galones y 8,000 galones, respectivamente.

Tabla 5.

Tabulación de tiempos para el proceso de descarga de combustible diésel

Elemento	Número de observaciones	
	1	2
Asentamiento de combustible diésel en la unidad (min)	30.10	30.00
Medir 3 veces los tanques para la descarga del diésel (min)	2.18	2.15
Toma y envío de fotografía de las 3 mediciones al supervisor de planta (min)	0.21	0.30
Realización de promedio de las 3 mediciones (min)	1.57	2.00
Verificación y rompimiento de marchamos sellados en la unidad (min)	1.30	1.28
Toma y envío de fotografía marchamos al supervisor de planta (min)	0.14	0.10
Medir 3 veces los compartimientos de la pipa (min)	2.00	2.15
Toma y envío de fotografía de las 3 mediciones al supervisor de planta (min)	0.14	0.15
Realización de promedio de las mediciones (min)	1.20	1.24
Colocación guantes y conexión de manguera al descargue trasero (min)	0.42	0.37
Colocación de manguera en el macho de tubería (min)	0.21	0.18
Apertura de manguera e interruptor encendido (min)	0.56	1.00
Descarga y verificación de temperatura de combustible diésel en los tanques asignados (min)	66.57	74.47
Cierre de llave de paso al tanque e interruptor apagado (min)	0.33	0.30
Toma y envío de la fotografía del metro cuenta galones (min)	0.30	0.24
Drenado de manguera y destilación de unidad en cubetas (min)	1.12	1.14
Colocación de combustible diésel de cubetas al tanque (min)	1.08	0.59
Asentamiento del combustible diésel en el tanque (min)	45.03	45.00
Verificación de inventario final en los tanques (3 veces) (min)	3.00	2.54
Colocación de datos en la hoja de descarga (min)	4.58	5.00

Nota. Tabulación de los periodos de tiempo empleados en la descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.1.3. Calificación de la actuación

La calificación de la actuación consiste en cuatro factores que tienen como fin evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La definición de habilidad, según Niebel (2012), es: “el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo” (p. 358). Asimismo, este factor consta de seis grados de habilidad distinta en la que se observa si baja o sube, dependiendo de la velocidad y suavidad de los movimientos, o bien, de algún impedimento funcional por factores físicos o psicológicos.

En el caso del esfuerzo, representa la velocidad en que se llega a aplicar la habilidad y la eficiencia, debido a que el operario puede incrementar el tiempo del ciclo. Por otra parte, el factor de condición toma en consideración las restricciones que afectan al operario como la temperatura, luz, ventilación y ruido.

Por último, el factor de consistencia “debe de evaluarse mientras se realiza el estudio. Cuando los valores elementales del tiempo se repiten constantemente, indican una consistencia en el sistema” (Niebel, 2012, p. 358). Todos los factores mencionados con anterioridad poseen seis grados distintos, los cuales se observan en el anexo 1.

Para ambos procesos la calificación de la actuación se determinó al observar, en cada actividad del proceso de carga y de descarga, cómo se desempeñaba el despachador. Por ejemplo, en la actuación de la habilidad se observó la experiencia que tenía el despachador en turno, así como su ritmo, o

bien, en las condiciones en que se desarrollaba. Por lo que los valores utilizados se tomaron del anexo 1, para luego realizar la sumatoria de cada actividad, dando el resultado descrito en la columna del total.

Tabla 6.

Calificación de la actuación para proceso de carga de combustible diésel

Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
1	B1	C1	A	B	0.25
2	A2	B1	B	A	0.31
3	A1	C2	B	B	0.24
4	B1	C1	A	A	0.26
5	B1	C1	C	B	0.21
6	C2	C2	B	A	0.13
7	C1	C1	C	B	0.16
8	B2	C1	A	A	0.23
9	B1	D	B	A	0.19
10	B1	D	C	A	0.17
11	A2	B2	B	A	0.29
12	B2	C2	B	A	0.18

Nota. Se muestra cómo se califica la actuación en la carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla 7.

Calificación de la actuación para proceso de descarga de combustible diésel

Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total
1	E1	E1	B	B	-0.02
2	B2	C1	C	B	0.18
3	B1	B1	B	B	0.28
4	C1	C1	B	C	0.16
5	B2	B2	A	A	0.26
6	B1	B1	B	B	0.28
7	C1	C1	C	A	0.17
8	C1	C1	B	A	0.19
9	B2	C1	B	B	0.25
10	C1	C1	A	B	0.20
11	C1	C1	B	B	0.18
12	B1	B2	C	B	0.24
13	C1	C1	B	B	0.18
14	C1	C1	A	B	0.20
15	C1	C1	A	B	0.20
16	V1	B1	A	A	0.31
17	V1	B1	A	A	0.31
18	C1	C1	B	A	0.19
19	B1	B1	A	B	0.30
20	B1	C1	B	B	0.23

Nota. Se muestra cómo se califica la actuación en la descarga de combustible diésel.
Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.1.4. Factor de suplementos

La determinación de los factores de suplementos se considera como un factor clave en el estudio de tiempos, debido a que, al observar el ritmo con que se efectúa cada tarea, se obtiene el tiempo normal mas no el estándar. Esto quiere decir que el suplemento es el valor que aumenta el tiempo normal ocasionado por tiempos improductivos, como reponerse de efectos fisiológicos o psicológicos causados por la actividad realizada.

Al igual que en la calificación de la actuación, para los factores de suplementos se debe incluir elementos de fatiga, esfuerzo humano, iluminación, entre otros, que influyen en el desempeño del despachador en turno. En el anexo 2 se presenta una tabla que fue utilizada para determinar los valores de los suplementos fijos y variables observados durante las tomas de tiempo.

A cada actividad del proceso de carga se le asignó los suplementos, los cuales serán útiles para el desarrollo del cálculo del tiempo estándar. Lo mismo se realizó para el proceso de descarga del combustible.

En las tablas siguientes se podrá observar que el trabajo que desempeña el despachador es considerado algo aburrido y algo monótono, ya que el proceso en cada carga y descarga no varía y, si se toma en consideración el tiempo de duración del turno, llega a influenciar al personal en cometer errores involuntarios en la medición del combustible, lo cual es una de las causas detectadas en el diagrama de causa-efecto.

Otro suplemento que se mostró en las tablas continuas es el hecho de que algunas actividades presentan una incomodidad ligera, ya que la mayor parte del tiempo en que miden el producto, en los tanques o en las pipas, el despachador en turno mantiene una postura de espalda encorvada, que se manifiesta luego en dolores de espalda, haciendo que el despachador realice de manera rápida el proceso sin contemplar el control de calidad.

Tabla 8.

Factor de suplementos para proceso de carga de combustible diésel

							Elementos											
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variables							Constantes											
Tedio	Monotonía	Concentración intensa	Condiciones atmosféricas	Fuerza / energía muscular	Postura anormal	Trabajar de pie	Fatiga	Necesidades personales										
Algo aburrido	Algo monótono	Gran precisión	16				Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono	Gran precisión	16		Incómodo	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16	10		Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16			Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16		Ligeramente	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16	10		Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16		incómodo	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono	Preciso	16				Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono	Gran precisión	16		incómodo	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre
Algo aburrido	Algo monótono		16				Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre	Hombre

Nota. Factor de suplementos durante el proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla 9.

Factor de suplementos para proceso de descarga de combustible diésel

Variables								Elementos											
								Constantes											
	Monotonía	Concentra- ción intensa	Condiciones atmosféricas	Fuerza / energía muscular	Postura anormal	Trabajar de pie	Fatiga	Necesida- des personales											
Te																			
dio																			
go	Algo monótono		16															Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Cierta precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Gran precisión	16			Hombre												Hombre	Hombre
ab																		Hombre	Hombre
urr																		Hombre	Hombre
go	Algo monótono	Preciso	16			Hombre													

Continuación de la tabla 9.

								Elementos							
								13	14	15	16	17	18	19	20
Variables								Constantes							
Tedio	Monotonía	Concentración intensa	Condiciones atmosféricas	Fuerza / energía muscular	Postura anormal	Trabajar de pie	Fatiga	Necesidades personales							
Algo aburrido	Algo monótono		16				Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono		16			Hombre	Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono		16		Ligeramente incómodo	Hombre	Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono	Preciso	16	10		Hombre	Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono	Preciso	16	10		Hombre	Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono		16				Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono	Gran precisión	16		incómodo	Hombre	Hombre	Hombre							
Algo aburrido	Algo monótono	Preciso	16				Hombre	Hombre							

Nota. Factor de suplementos durante el proceso de descarga de combustible diésel.
Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.2. Cálculo de tiempo normal

“El tiempo normal es el tiempo que un operario requiere para llevar a cabo una tarea cuando se trabaja con una velocidad estándar, es decir que no existen demoras por razones personales, o bien, circunstancias inevitables” (Coronado, 2012, p. 70). Para determinar el tiempo normal se hace uso de la siguiente fórmula:

$$TN = (TP)(CA) \quad [\text{Ec. 14}]$$

Donde:

TN: tiempo normal

TP: tiempo promedio

CA: factor calificación de la actuación

$$CA = 1 + \sum \text{calificaciones} \quad [\text{Ec. 15}]$$

Donde:

$\sum \text{calificaciones}$: sumatoria de tabla

Mediante los datos tabulados de las observaciones del proceso de carga de combustible diésel, la sumatoria de cada valor de las calificaciones de la primera actividad da el total de 0.25, el cual se observa en la tabla 6, por lo que se determinó el factor de calificación de la actuación:

$$CA = 1 + 0,25$$

$$CA = 1,25$$

Este mismo procedimiento se realizó para el resto de las filas de la tabla 6 del proceso de carga, y se puede observar los resultados en la tabla 10. Luego se procedió a obtener el tiempo normal, utilizando la ecuación catorce:

$$TN = (1,03)(1,25)$$

$$TN = 1,29$$

De la misma manera, se obtuvo los resultados del tiempo normal de las demás observaciones utilizando la ecuación tres, descrita con anterioridad. Los resultados del tiempo normal del proceso de carga se observan en la tabla 10:

Tabla 10.

Tiempo normal para el proceso de carga de combustible diésel

Elemento	Tiempo Promedio (TP) (min)	Factor calificación de la actuación	Tiempo normal (TN) (min)
1	1.03	1.25	1.29
2	4.78	1.31	6.26
3	0.18	1.24	0.22
4	0.90	1.26	1.13
5	0.46	1.21	0.56
6	12.98	1.13	14.66
7	0.79	1.16	0.91
8	0.17	1.23	0.21
9	0.66	1.19	0.79
10	0.66	1.17	0.78
11	3.39	1.29	4.37
12	0.79	1.18	0.93

Nota. Tiempo normal que ocupa el proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Por otra parte, se determinó la sumatoria de la calificación de la actuación de la primera actividad del proceso de descarga de combustible

diésel, mediante los datos observados y tabulados en la tabla 7. Utilizando la ecuación quince, se determinó el valor del primer elemento:

$$CA = 1 + (-0,02)$$
$$CA = 0,98$$

Se llevó a cabo el mismo procedimiento para el resto de los elementos del proceso de descarga, y se puede observar los resultados en la tabla 11. Inmediatamente se procedió a obtener el tiempo normal, utilizando la ecuación dos:

$$TN = (30,05)(0,98)$$
$$TN = 29,45$$

De igual forma, se obtuvo los resultados del tiempo normal de los demás datos utilizando la ecuación tres, descrita con anterioridad. Los resultados del tiempo normal del proceso de descarga se perciben en la tabla 11:

Tabla 11.

Tiempo normal para el proceso de descarga de combustible diésel

Elemento	Tiempo Promedio (TP) (min)	Factor calificación de la actuación	Tiempo normal (TN) (min)
1	30.05	0.98	29.45
2	0.17	1.18	0.20
3	2.26	1.28	2.89
4	1.79	1.16	2.08
5	1.29	1.26	1.67
6	2.17	1.28	2.78
7	1.22	1.17	1.43
8	0.40	1.19	0.48
9	0.20	1.25	0.25
10	0.78	1.20	0.94
11	67.41	1.18	79.54
12	3.12	1.24	3.87
13	0.32	1.18	0.38
14	0.27	1.20	0.32
15	1.42	1.20	1.70
16	1.13	1.31	1.48
17	0.84	1.31	1.10
18	45.02	1.19	53.57
19	2.77	1.30	3.60
20	4.79	1.23	5.89

Nota. Tiempo normal que ocupa el proceso de descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.3. Cálculo de tiempo estándar

El tiempo estándar es el tiempo con que se efectúa una tarea en específico, se incluyen elementos cíclicos como las tareas repetitivas, constantes, variables y elementos causales observados durante el estudio de tiempos. A este tiempo se le agrega el factor de suplemento, para así tener un mejor control de la producción, estimación de tiempos de entrega, entre otros aspectos. La ecuación para utilizar para el tiempo estándar es:

$$TS = (TN)(\%Suplemento) \quad [\text{Ec. 16}]$$

Donde:

TS: tiempo estándar.

TN: tiempo normal.

% suplemento: porcentaje de factor de suplemento.

$$\%Suplemento = 1 + \frac{\sum \text{Factor de suplemento}}{100} \quad [\text{Ec. 17}]$$

Donde:

% suplemento: porcentaje de factor de suplemento.

$\sum \text{Factor de suplemento}$: sumatoria del factor de suplemento.

Al tener los resultados de los factores de suplementos de la tabla 8, se busca el valor de cada factor de la primera fila en la tabla del anexo 2, el cual, al hacer la sumatoria, da un valor de 14. Luego, el porcentaje del suplemento se determinó de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \%Suplemento &= 1 + \frac{14}{100} \\ \%Suplemento &= 1,14 \end{aligned}$$

Este procedimiento se realizó para las demás observaciones de los elementos restantes del proceso de carga, y se pueden observar los resultados en la tabla 12. Después de obtener este dato, se realizó el cálculo del tiempo estándar, dando como resultado:

$$\begin{aligned} TS &= (1.29)(1.14) \\ TS &= 1.47 \end{aligned}$$

Para el resto de los elementos observados se utilizó la ecuación dieciséis, mostrando los resultados del tiempo estándar en la tabla 12:

Tabla 12.

Tiempo estándar para el proceso de carga de combustible diésel

Elemento	Tiempo normal (TN) (min)	%Suplemento	Tiempo estándar (TS) (min)
1	1.29	1.14	1.47
2	6.26	1.16	7.42
3	0.22	1.14	0.25
4	1.13	1.11	1.25
5	0.56	1.11	0.62
6	14.66	1.16	17.01
7	0.91	1.11	1.01
8	0.21	1.14	0.24
9	0.79	1.13	0.89
10	0.78	1.11	0.87
11	4.37	1.18	5.16
12	0.93	1.09	1.01

Nota. Tiempo estándar que ocupa el proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Por otra parte, se determinó la sumatoria de la calificación de la actuación del proceso de descarga de combustible diésel mediante los datos observados y tabulados. Utilizando la ecuación diecisiete, se determinó el valor del primer elemento:

$$\%Suplemento = 1 + \frac{14}{100}$$

$$\%Suplemento = 1,14$$

Este procedimiento se realizó para las demás observaciones de los elementos restantes, y se pueden observar los resultados en la tabla 12. Después de este dato, se realizó el cálculo del tiempo estándar, dando como resultado:

$$TS = (1,29)(1,14)$$

$$TS = 1,47$$

Para el resto de los elementos observados se utilizó la ecuación cinco, mostrando los resultados del tiempo estándar en la tabla 13:

Tabla 13.

Tiempo estándar para el proceso de descarga de combustible diésel

Elemento	Tiempo normal (TN) (min)	%Suplemento	Tiempo estándar (TS) (min)
1	29.45	1.09	32.10
2	0.20	1.13	0.23
3	2.89	1.18	3.41
4	2.08	1.13	2.35
5	1.67	1.11	1.85
6	2.78	1.16	3.22
7	1.43	1.16	1.66
8	0.48	1.13	0.54
9	0.25	1.16	0.29
10	0.94	1.16	1.09
11	79.54	1.14	90.68
12	3.87	1.11	4.30
13	0.38	1.09	0.41
14	0.32	1.11	0.36
15	1.70	1.11	1.89
16	1.48	1.16	1.72
17	1.10	1.16	1.28
18	53.57	1.09	58.39
19	3.60	1.18	4.25
20	5.89	1.11	6.54

Nota. Tiempo estándar que ocupa el proceso de descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.4. Diagramas de procesos

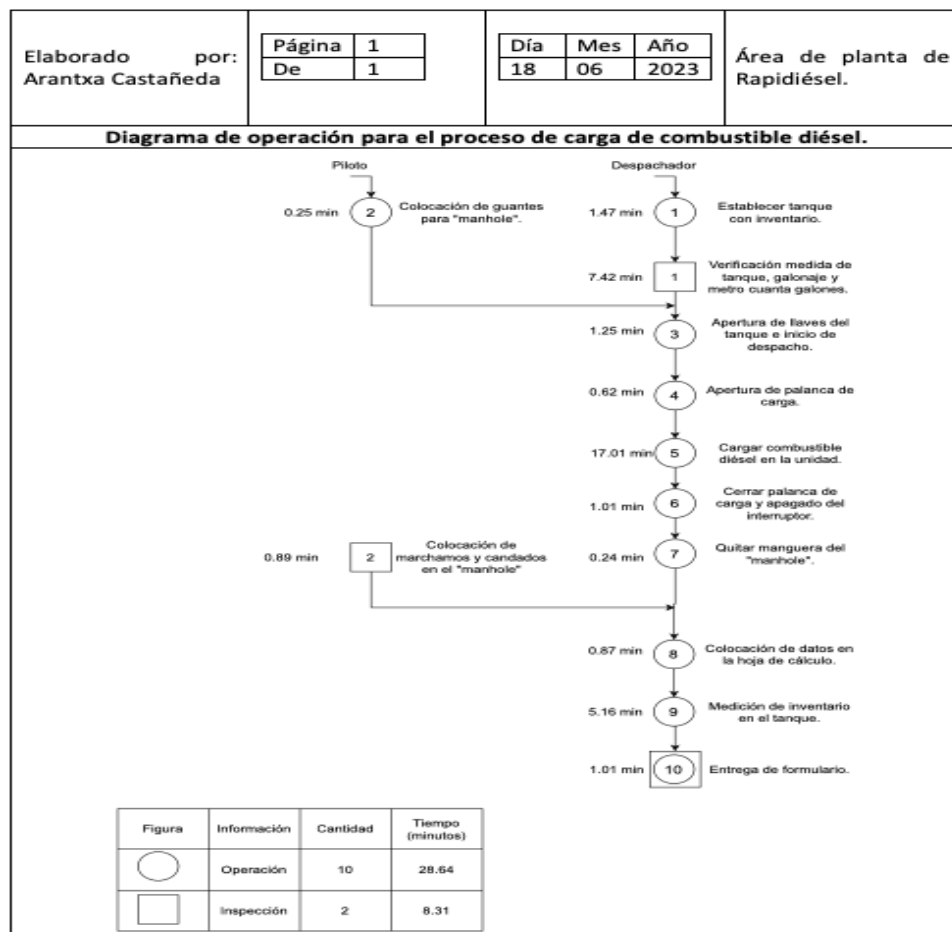
Los diagramas de procesos son representaciones gráficas de los procesos que se producen durante una serie de operaciones, inspecciones, demoras, entre otros, permiten incluir información necesaria para el análisis del tiempo requerido en cada actividad.

4.4.1. Diagrama de operación (DOP)

A continuación, se presentan los diagramas de operación (DOP), específicamente utilizados para los procesos de carga y descarga de combustible diésel:

Figura 13.

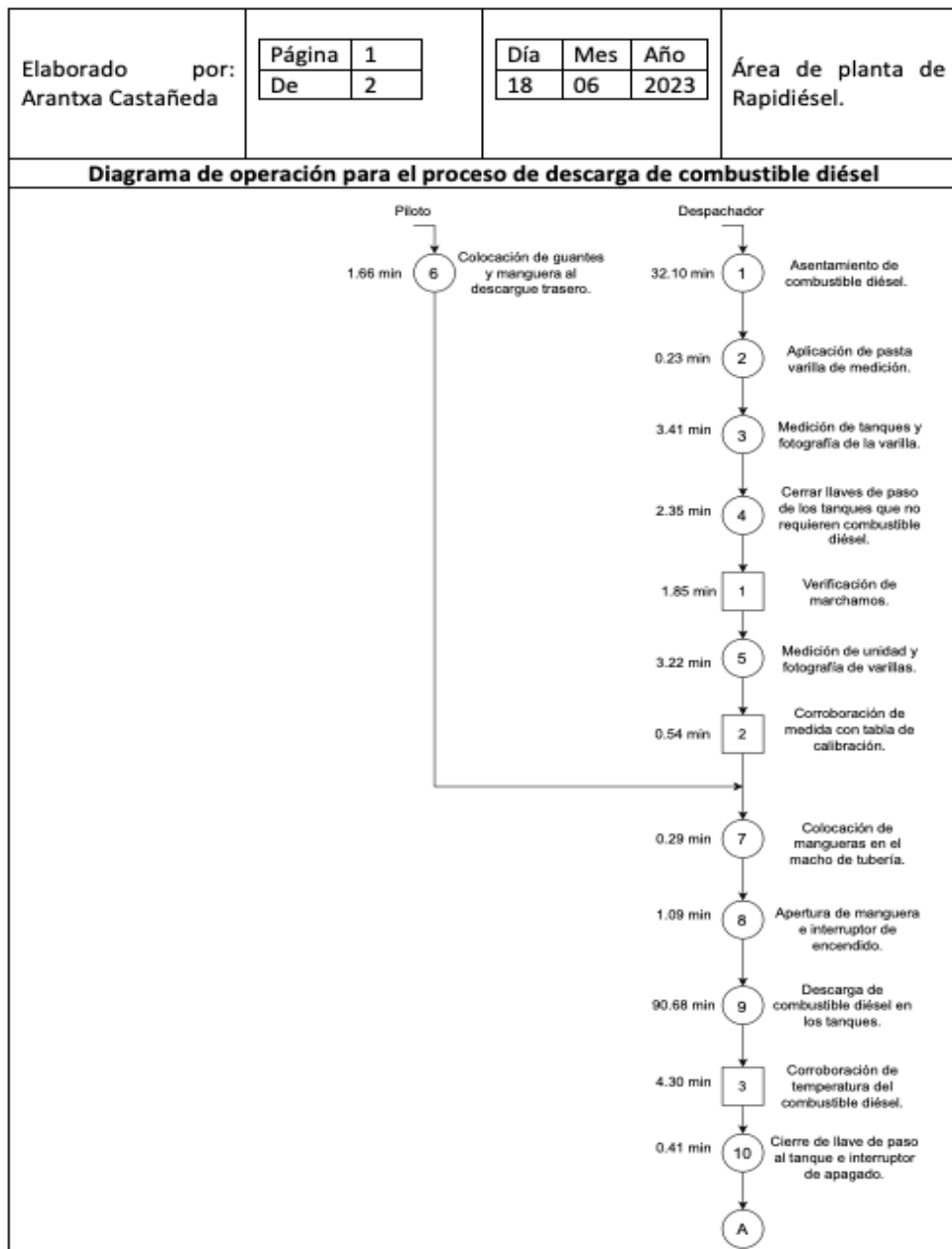
Diagrama de operación para el proceso de carga de combustible diésel



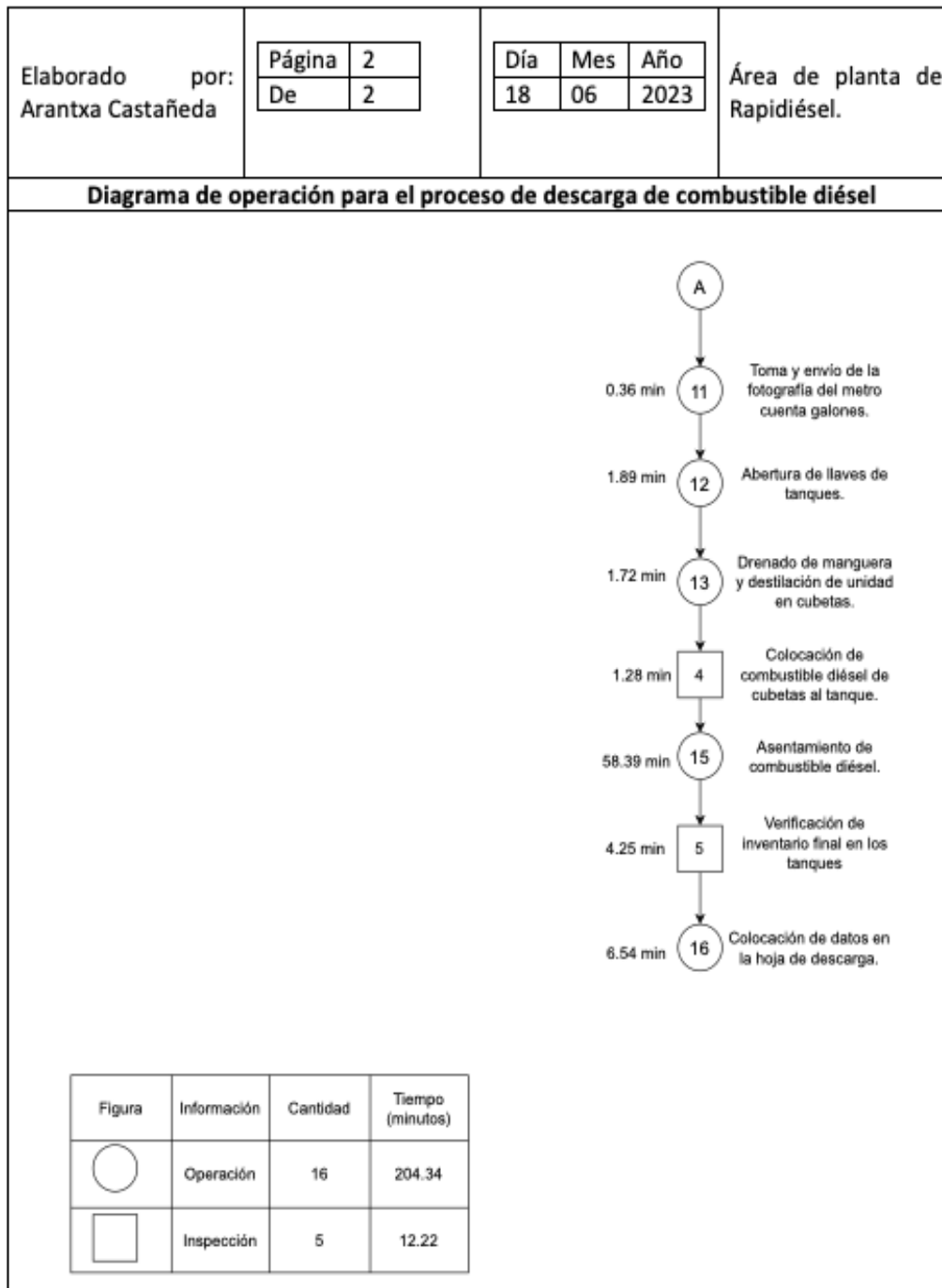
Nota. Diagrama que muestra el proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 14.

Diagrama de operación para el proceso de descarga de combustible diésel



Continuación de la figura 14.



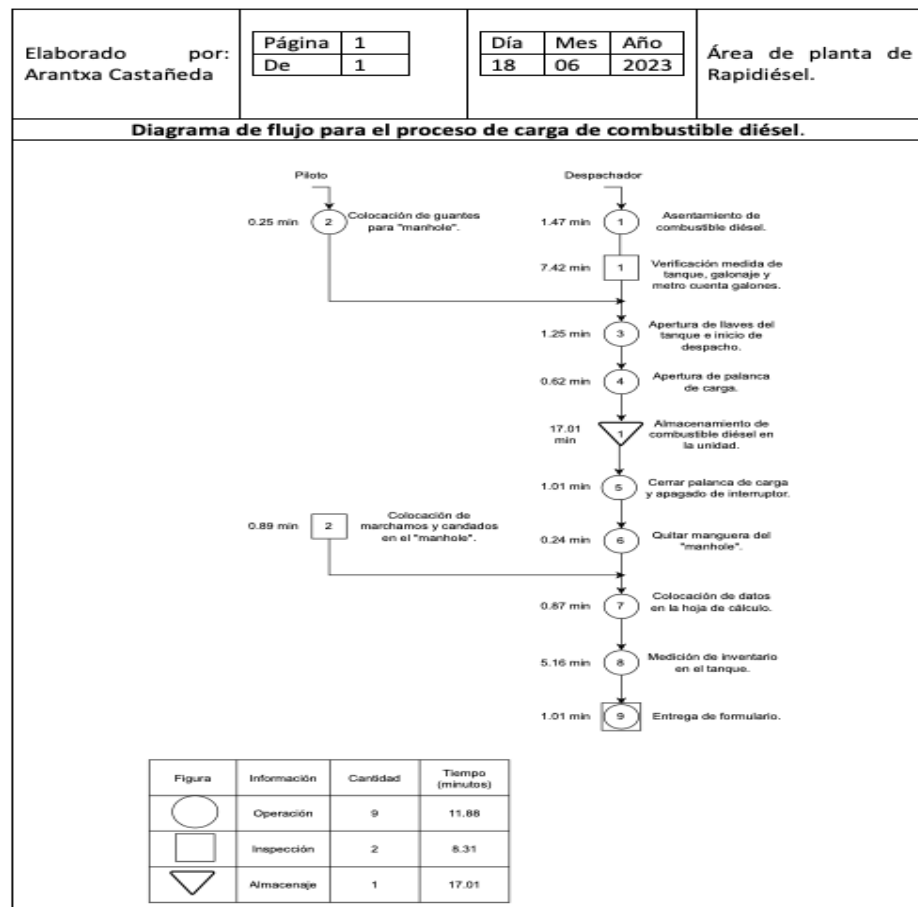
Nota. Diagrama que muestra el proceso de descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

4.4.2. Diagrama de flujo de procesos (DFP)

A continuación, se presentan los flujogramas o diagramas de flujos de procesos (DFP), específicamente utilizados para los procesos de carga y descarga de combustible diésel:

Figura 15.

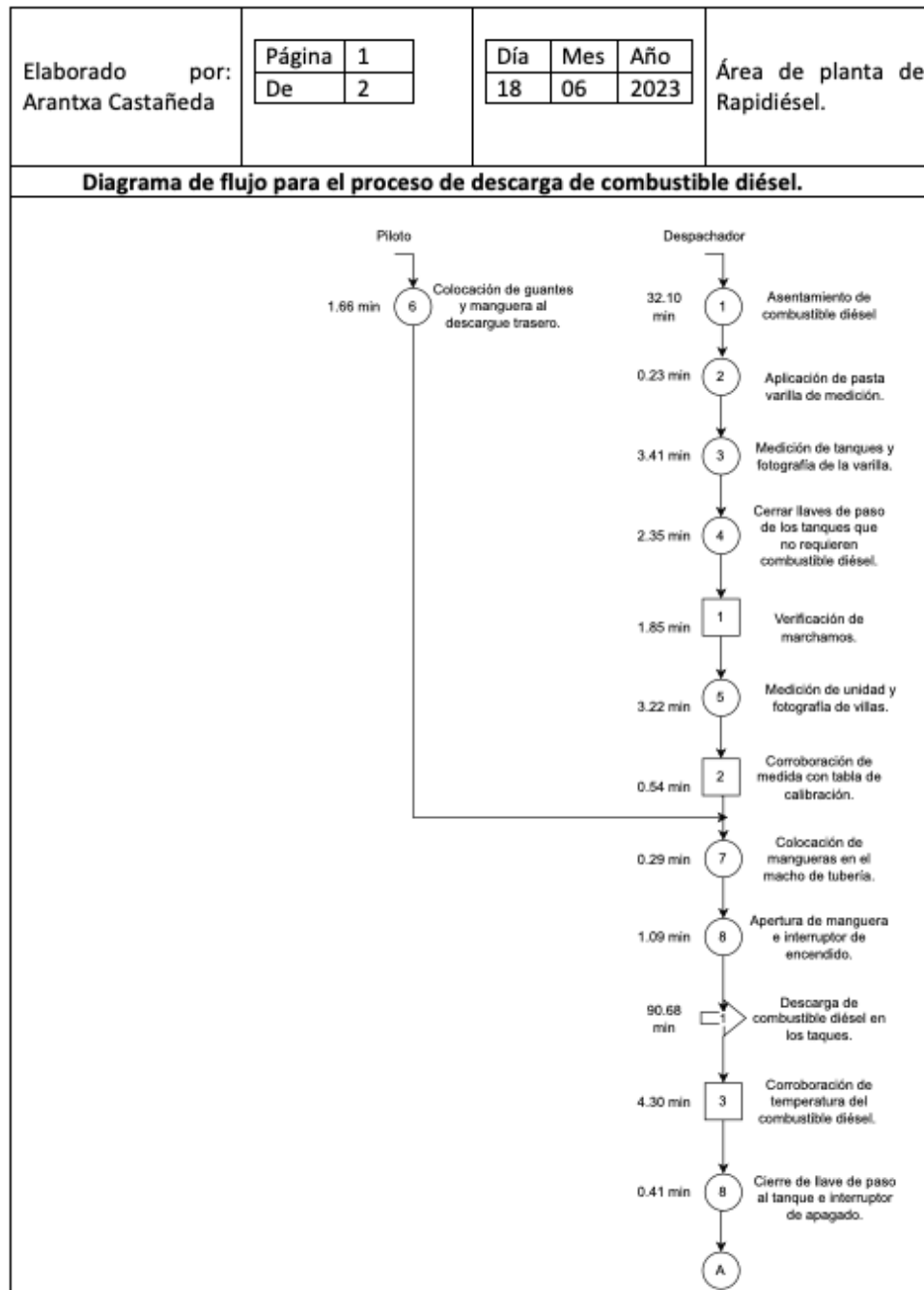
Diagrama de flujo para el proceso de carga de combustible diésel



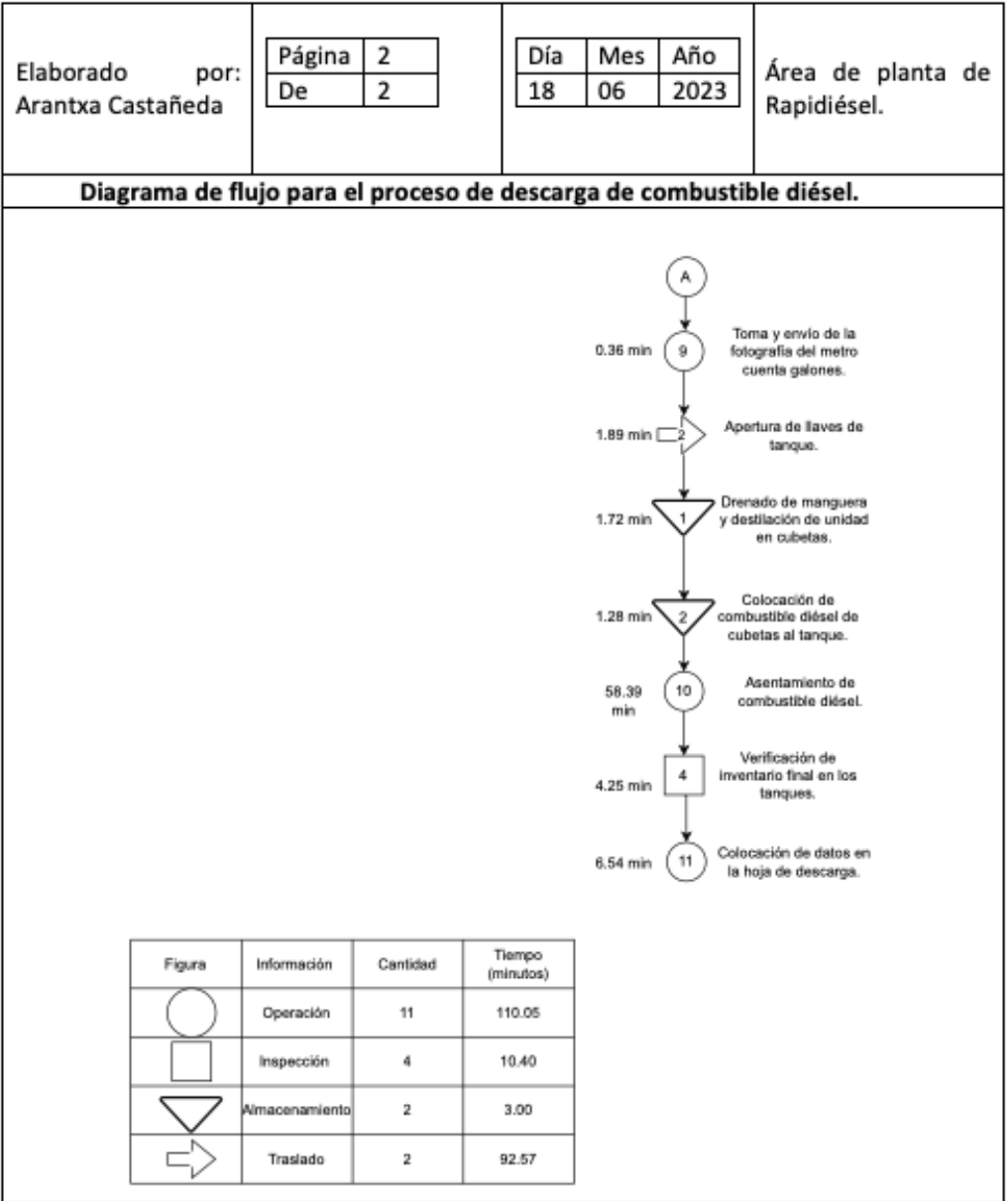
Nota. Flujograma que muestra el proceso de carga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 16.

Diagrama de flujo para el proceso de descarga de combustible diésel



Continuación de la figura 16.



Nota. Flujograma que muestra el proceso de descarga de combustible diésel. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

5. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO

En el capítulo 3 se determinó el cálculo del inventario que la empresa realiza día a día para tener el conocimiento de cuántos galones se han vendido, descargado y se han quedado en las unidades, generando un inventario final. Sin embargo, se encuentra día a día una diferencia de galones que genera pérdida a fin de mes.

Otro inconveniente observado durante la medición del trabajo en tiempos es que se observa que la falta de control de calidad y los errores de medición generan la variación de inventario de combustible en la planta. Para erradicar estas causas se presentará la propuesta de una implementación de tecnología que permita corregir las medidas en los tanques, para evitar pérdidas a la empresa y establecer métodos de capacitación a los empleados para reforzar el control de calidad en las auditorías internas.

5.1. Auditorías

La auditoría es una revisión de los procedimientos llevados en una empresa a nivel contable o laboral, donde se valida el cumplimiento de todas las directrices establecidas de la empresa de manera correcta. De acuerdo con la ISO, es un proceso sistemático que documenta las evidencias encontradas, siendo su objetivo principal implementar mejoras ante los hallazgos de errores.

Existen distintos aspectos a auditar dentro de la empresa, se puede analizar diferentes controles de un área o de un proceso en particular en el que

se tenga interés de conocer si las actividades se están realizando de manera correcta en la actualidad, o bien, si son susceptibles a una mejora.

5.1.1. Auditoría interna

La auditoría interna es una rama de la auditoría, cuyo fin es valorar y mejorar las operaciones realizadas dentro de la empresa. Esta es realizada por un departamento interno especializado y que posee un personal vinculado a la empresa y que, a su vez, depende de una gerencia.

Este departamento evalúa el proceso de interés, con el fin de valorar el método y desempeño, para determinar si el personal está actuando de manera correcta en cumplir con los planes y programas internos.

Esta rama permitirá evaluar si el nuevo plan de manejo de inventarios es llevado a cabo de manera correcta y con las especificaciones dadas. Al ser un plan nuevo de mejora, la auditoría debe ser realizada trimestralmente, para que se pueda determinar que el personal está operando de manera correcta y el inventario cuadre.

Con este formulario se puede informar a los altos mandos sobre los resultados obtenidos y evidenciar la eficacia de la implementación y, si es necesario, proponer planes de mejora.

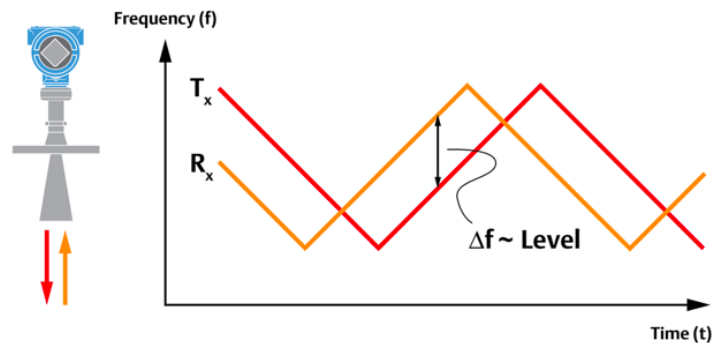
5.2. Plan de implementación de mejora

El primer paso para la implementación del uso de tecnología y de la auditoría interna es presentar a los directores la propuesta de la compra de un

radar FMCW (ver figura 17). Este radar no necesita estar en contacto con el líquido para determinar el volumen que se encuentra en el tanque:

Figura 17.

Método de FMCW



Nota. Figura que describe el funcionamiento del método FMCW. Obtenido de A. Emerson. (2020). *Tecnologías de medición*. (<https://www.emerson.com/es-es/automation/measurement-instrumentation/level/continuous-level-measurement/about-non-contacting-radar/about-rosemount-5408-level-transmitter>), consultado el 27 de febrero de 2023. De dominio público.

El problema de una medición errónea por parte de los despachadores de ambos turnos y la posibilidad de despachar menos combustible del que realmente es, se solventaría al tener una medición exacta en un tiempo menor que el promedio de 3 minutos y medio que se toma para el proceso de carga o descarga.

Además, se debe comentar a los directores que el radar basado en FMCW ha reemplazado a los sensores de nivel de capacitancia o mecánicos, debido a que no contiene partes móviles ni requiere de un mantenimiento regular, asegurando la medición confiable y un tiempo de vida prolongado.

Asimismo, el control del proceso y los tiempos de este se ven mejorados al tener una transmisión que ofrece una medición directa desde la superficie del combustible hasta la antena, transmitiendo la señal de radar con una frecuencia que aumenta con el tiempo, creando un barrido de señal. Una vez la señal se refleja en la superficie, la antena capta el eco, transmitiendo dos frecuencias, una por la señal y la otra por frecuencia, permitiendo un ahorro en salarios de operación para eliminar la pérdida de dinero al tener diferencias del producto que provocan gastos, como la elaboración de una ruta nueva para el despacho del diésel que se tuvo faltante, o bien, la pérdida de dinero que genera la diferencia mensual en el libro contable.

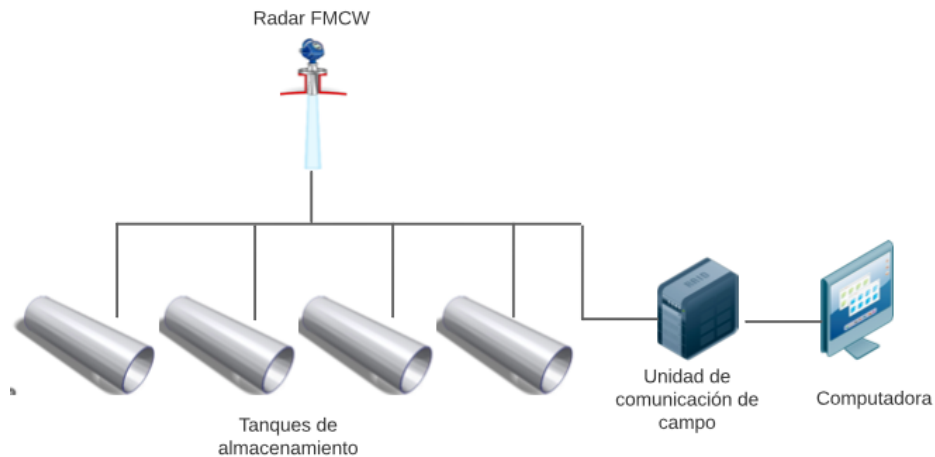
Luego de presentar la propuesta a los directores, y de realizar la compra, se implementará también la capacitación a los despachadores y al supervisor de la planta, para que no se tenga una falta de control del proceso y, por ende, errores de medición.

Para la capacitación se debe comenzar explicando que la medición es trasladada a una unidad de comunicación de campo, que registra los datos y los refleja en la computadora, a la cual se le instala un software, permitiendo al operador una visión más amplia junto a un acceso rápido a cualquier valor medido en los tanques. De esta manera se asegura que la medición del inventario sea fiable y sin error humano.

Posteriormente, se realiza la medición de temperatura en el producto, para compensar los resultados a un producto que puede estar contraído o dilatado en el momento de la toma. Una vez teniendo ese margen de corrección, se procede a anotar el inventario del tanque de almacenamiento.

Figura 18.

Diagrama de medición de tanques con radar FMCW



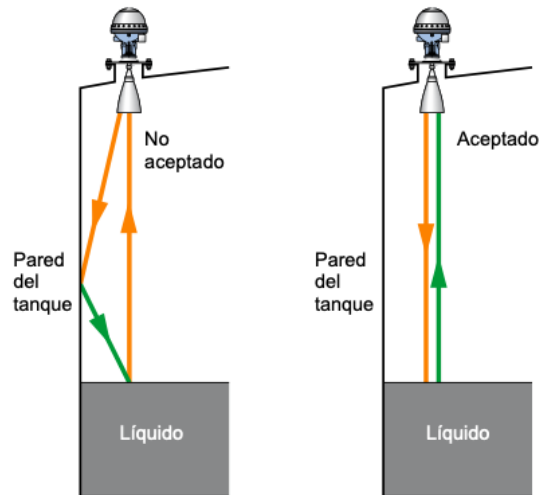
Nota. Figura que detalla la medición de tanques con radar FMCW. Elaboración propia, realizado con Lucidchart.

5.3. Recursos para la implementación

Los recursos que la implementación de la propuesta conlleva son la compra del radar FMCW y su extensión para la medición de los tanques. También una antena que no debe estar a una distancia mayor de 0.8 metros de la pared del tanque y la brida no menor a 1 metro a la superficie del combustible (ver figura 19).

Figura 19.

Instalación del sensor sobre el tanque



Nota. Figura que describe el funcionamiento del método FMCW. Obtenido de A. Emerson. (2020). *Tecnologías de medición*. (<https://www.emerson.com/es-es/automation/measurement-instrumentation/level/continuous-level-measurement/about-non-contacting-radar/about-rosemount-5408-level-transmitter>), consultado el 27 de febrero de 2023. De dominio público.

Otro recurso para la implementación es un sistema de conexión de cables trenzados sobre los tanques, mismo que permite alimentar a los sensores y a la unidad de comunicación, almacena los datos en una memoria y los direcciona a un software instalado en la computadora del operador. Para determinar costos se cotizó con una empresa guatemalteca que se encarga de realizar la instalación de los radares, los cuales se ven reflejados en la tabla 14. Sin olvidar la capacitación inicial del manejo del radar y la auditoría trimestral para el aseguramiento del control de calidad, observados en la tabla 15.

Tabla 14.

Cotización de radar FMCW

Cantidad	Plan	Descripción	Precio Unitario	Total
2	Compra	Especificaciones del equipo: Equipo Teltonika Incluye: tecnología 3G, antenas GPS, GPRS, botón de pánico, corte de ignición (apagado remoto), micrófono, sensor de giro para un mejor trazado de ruta y distancias exactas.	Q800.00	Q1,600.00
4	Compra	Radars FMCW + extensión Radars con extensión para medición de combustible en tanques: Incluye instalación.	Q6,500.00	Q26,000.00
2	Servicio	Servicio de rastreo mensual Plan Full Con Sensores Incluye: APP de supervisión, soporte técnico, graficas y alertas de niveles de combustible, creación ilimitada de usuarios para supervisión, alertas por medio de correo o aplicación móvil, aplicaciones e informes de reabastecimientos de combustible, informes recurrentes programables,etc. 1 año de garantía por defectos de fabrica Revisiones Capital: Sin costo, siempre y cuando no haya manipulación de terceros a equipos. Precio incluye instalación en la capital. Revisiones o instalaciones en el interior: viáticos corren por cuenta del cliente. Cotización válida por 30 días a partir de la fecha de su emisión. Precios incluyen IVA Línea de crédito a manejar: 30 a 45 días.	Q300.00	Q600.00
			TOTAL	Q28,200.00

Nota. Se muestra el proceso de cotización del radar FMCW. Obtenido de G. Osorio (2023).
Cotización de radar FMCW. (s.p.)

Tabla 15.

Costo de capacitación o de auditoría

Número de empleados	Horas de capacitación / auditoría	Costo por hora	Salario por empleado	Total
3	3	Q 540,16	Q 1 620,46	Q 4 861,44

Nota. Se muestra el costo de la capacitación o de la auditoría. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

5.4. Beneficios de la implementación

Uno de los beneficios que se puede observar con la implementación de la propuesta es la reducción de dinero proveniente de la diferencia de galones que mes a mes se tiene. Las tablas 14 y 15 representan un costo total inicial de Q 33,061.44 y la diferencia de 600 galones mensuales muestran una pérdida de Q 14,568.00 (referentes al precio del 1 de enero de 2022), por lo cual anualmente la pérdida es de Q 174,816.00 aproximadamente. Si a este valor anual aproximado se le resta la inversión de Q 33,061.44, se logra un ahorro de Q 141,754.56.

Otro beneficio es la disminución del error de medición, ya que los despachadores debían medir los tanques con la varilla, la cual, si se encuentra abollada del fondo, da una medición incorrecta. Asimismo, con la conversión del dato de la varilla a los galones se corría el riesgo de que la operación aritmética fuera errónea, provocando el registro de galones de más o de menos, lo cual influye en la diferencia de inventario diariamente. Esto se debe a la precisión y sensibilidad que proporcionan los radares, siendo altamente reconocidos como

el método más estable en el inventario de líquidos, especialmente el del combustible.

También se encuentra un beneficio en el inconveniente con la temperatura ambiente, lo cual ocasionaba que el inventario se dilatara o se contrajera y no fuera un inventario constante. El radar impide esta variación, ya que la información que recaba se encuentra en dominio de la frecuencia, dando lugar a que no existan este tipo de errores y que el barrido de la señal no se vea afectado por la temperatura.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que un error en el proceso de medición de los tanques afecta el cálculo del inventario, llegando a tener conversiones erróneas tanto en la temperatura como en las mediciones, produciendo faltantes o un sobre-*stock* del producto. En el escenario de las faltantes, la venta se ve afectada debido a que se deja de bombear el producto en los tanques del cliente, afectando en ese momento la cantidad de galones vendidos, y con esto hay un aumento de costos administrativos y operacionales, ya que se debe realizar una ruta nuevamente para completar el pedido y, a su vez, hay un reproceso al momento de despachar una segunda vez para complementar la venta. Por el contrario, si se cuenta con sobre-*stock* se corre el riesgo de que el costo del combustible diésel baje en el mercado, lo cual da como resultado contar con un producto caro que resultará difícil vender al precio anterior, generando así pérdidas financieras.
2. Se identificó que la repercusión de una medición errónea del volumen del combustible diésel, al momento de la recepción, ocasiona la pérdida de dinero en el inventario. Este dato se logró concluir mediante la información proporcionada por parte de la empresa, ya que, en promedio, mes a mes se tiene un desfase de 600 galones por una mala medición. Si este dato se multiplica por el promedio del costo en el mercado, el cual es de Q 24.28, se llega a tener una pérdida mensual de Q 14,568.00 aproximadamente.

3. Implementar tecnología en la medición de tanques permite tener un control más exacto de la cantidad de combustible que se encuentra en la planta para la venta, tomando en cuenta que el producto se encuentra dilatado o expandido, evitando así cálculos humanos erróneos.
4. Para tener un buen manejo y control de inventario es necesario llevar a cabo inducciones a los empleados, para que puedan identificar y ejecutar el proceso de manera correcta, asegurando la mitigación de errores y gastos. Para esto se debe especificar el primer proceso, el cual es dejar que el combustible se asiente, luego medir por medio del radar FMCW cada uno de los tanques, para determinar cuánto proveer de diésel en cada uno, y cerrar las llaves de los tanques que no requieren de un abastecimiento. Una vez se tenga este dato, el despachador debe colocar la manguera en el macho de tubería y presionar el interruptor de encendido, para que inicie el proceso de abastecimiento de inventario. Al tener los tanques abastecidos, se debe apagar el interruptor y drenar la manguera, para que el resto del producto que se quedó en la pipa caiga en las cubetas y así colocarlo en los tanques. Luego, se debe proceder a medir los tanques nuevamente con el radar, que proporcionará las medidas exactas de volumen en el inventario.
5. Por medio del diagrama causa-efecto se determinó que los puntos críticos en la administración del inventario se deben a una falta de control de calidad en la que los empleados no tienen los procesos definidos, y la falta de capacitación provoca que exista la ausencia de pasos a seguir para la carga o descarga del producto y, a su vez, esto da lugar a que los despachadores puedan convertir de manera incorrecta las medidas del tanque a galones. Asimismo, la temperatura del ambiente es un factor que provoca tener un inventario variable, por lo cual, si el tanque tiene

una temperatura caliente, el combustible se expande o, si se detecta una temperatura fría, el producto se contrae.

6. Al implementar el uso de la tecnología del radar FMCW, se podría alcanzar un ahorro de Q 141,754.56 anuales aproximadamente, lo cual permite tener una mejora en la eficiencia del control de calidad, debido a que la capacitación y auditoría constante del uso de los radares descartaría la falta de control de calidad, y esto conlleva un ajuste diario de inventario en libro contable y genera pérdidas para la empresa. A su vez, el cálculo de datos para el inventario dejaría de tener errores de medición humana, debido a que los datos ya no presentarían cálculos erróneos de conversiones en la medición de los tanques a galones, entre otros aspectos.
7. Se identificaron los tiempos que toma cada uno de los procesos dentro de la planta, siendo 216.56 minutos para el proceso de descarga de combustible y 37.2 minutos para el proceso de carga. Estas mediciones permitieron determinar que, para ambos procesos, la tarea tediosa es cuando el operador debe medir el volumen de los tanques con la varilla, lo cual puede ser mejorado con el uso de tecnología como el radar FMCW.

RECOMENDACIONES

1. Reducir los periodos de turnos del personal para la recepción y despacho del combustible, evitando así que el operador se sienta cansado y que el trabajo realizado sea tedioso, de esta manera el operador tendrá la habilidad de realizar el trabajo de una manera más ágil y correcta.
2. Asegurar, antes de iniciar el proceso de calibración del radar FMCW, que las distancias entre el radar y el tanque sean correctas, debido a que la precisión depende de esto.
3. Implementar en la empresa el uso de manuales de procesos y darlos a conocer a cada empleado, para que pueda tener el conocimiento correcto de sus funciones y que esto sea parte de las inducciones al nuevo personal, con el fin de tener resultados satisfactorios desde el inicio.
4. Recordar que el correcto manejo de inventarios en los tanques permite que no exista pérdida de combustible, cálculos erróneos, entre otros, además, así es posible saber cuándo solicitar producto en el tiempo correcto y cuánto producto se tiene disponible para su venta, logrando así el nivel óptimo de combustible en inventario.
5. Realizar auditorías internas de manera periódica será útil para confirmar si el personal conoce de manera exacta su trabajo y para conocer cómo solventar inconvenientes que puedan existir al momento de realizar el cálculo de inventario.

REFERENCIAS

Acuerdo Número 229.2014 de 2014. *Acuerdo Gubernativo Número 229-2014*.
23 de julio de 2014.

Avedaño, C. (2014). *Contabilidad para administradores 2*. Universidad Galileo.

Bernal, C., Sierra, H. (2018). *El proceso administrativo para las organizaciones del siglo XXI*. McGraw-Hill.

Coronado, G. (2012). *Medición del trabajo: Tiempo normal, tiempo estándar*. McGraw-Hill.

Decreto Número 109-97 de 2007. *Ley de comercialización de hidrocarburos*. 12 de noviembre de 2007.

Durán, Y. (2012). *Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Mérida]. Archivo digital.
<https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>

Giorgis, N. (2011). *Automatización de procesos administrativos 1*. Visión Digital, S.A.

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. McGraw-Hill.

López, J. (2020). *Control de inventario*. Economipedia.

Mujica, A., Galíndez, C., Pérez, M., De La Rosa, Y., Carabalí, A. (2008). *Administración de inventarios*. GestiónPolis.

Niebel, B. (2012). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. McGraw-Hill.

Reglamento Número 341-2014 de 2014. *Productos de Petróleo. Aceite Combustible Diésel. Especificaciones*. 25 de julio de 2014.

Ruano, R. (2013). *Grados API y gravedad específica de los hidrocarburos – combustible líquidos*. Recuperado el 15 de noviembre del 2021, de [api_gravespecifica_correc.xtempdocx.pdf \(energianow.net\)](http://api_gravespecifica_correc.xtempdocx.pdf)

ANEXOS

Anexo 1.

Calificación de actuación

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 – Habilísimo	+0.12	A2 – Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 – Excelente	+0.08	B2 – Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 – Bueno	+0.02	C2 – Bueno
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 – Regular	-0.08	E2 – Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 – Deficiente	-0.17	F2 – Deficiente

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A – Ideales	+0.04	A – Perfecto
+0.04	B – Excelentes	+0.03	B – Excelente
+0.02	C – Buenas	+0.01	C – Buena
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.03	E – Regulares	-0.02	E – Regular
-0.07	F – Malas	-0.04	F – Deficiente

Nota. Cómo se califica la actuación. Obtenido de Ingeniería Industrial (2022). *Suplementos del estudio de tiempos.* (www.ingenieriaindustrialonline.com), consultado el 15 de febrero de 2023. De dominio público.

Anexo 2.

Sistemas de suplementos por descanso

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER			
a) Trabajo de pie			16	0	
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14	0	
Trabajo se realiza de pie	2	4	12	0	
b) Postura normal			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6	21	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
			3	64	
			2	100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
17,5	7	10	Sonidos estridentes	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida	4	4
30	17		Proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Nota. Observación de los sistemas por descanso. Obtenido de Ingeniería Industrial (2022). *Suplementos del estudio de tiempos.* (www.ingenieriaindustrialonline.com), consultado el 15 de febrero de 2023. De dominio público.

