



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TITULACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA  
SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN**

**TEMA  
“MEJORA DE CONTROL DE INCENDIO DE LOS  
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL DE  
LA PLANTA FORTIDEX MUELLE POSORJA  
MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA”**

**AUTOR  
DELGADO VÉLEZ GABRIEL JOSÉ**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING. CIV. FERNÁNDEZ SOLEDISPA VÍCTOR HUGO, MSC.**

**2018  
GUAYAQUIL - ECUADOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**Delgado Vélez Gabriel José**

**C.C. 0923580369**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas las personas que desearon y me ayudaron a obtener el título de ingeniero industrial, también a todos aquellos que de una u otra manera me alentaron para conseguir este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres, hermanas y demás familiares por su apoyo incondicional en todo momento, también a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a obtener el título de ingeniero industrial.

## ÍNDICE GENERAL

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1	Antecedentes	2
1.2	El Problema	4
1.2.1	Planteamiento del problema	4
1.2.2	Delimitación del Problema	4
1.2.3	Formulación del Problema	5
1.3	Justificación	5
1.4	Objetivos	6
1.4.1	Objetivo General	6
1.4.2	Objetivos Específicos	6
1.5	Marco Teórico	6
1.5.1	Fundamentación teórica	6
1.5.2	Fundamentación conceptual	16
1.5.3	Fundamentación Legal	18

### CAPÍTULO II SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Metodología	19
2.2	Situación Actual	19
2.2.1	El muelle en general	19

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.2	Los tanques de almacenamiento de diésel	19
2.2.3	Norma o Reglamento interno para prevenir y controlar un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel y en todo el muelle	20
2.2.4	Auditorías e inspecciones de seguridad contra incendios realizadas en el muelle	21
2.3	Datos de los tanques de almacenamiento de diésel	21
2.4	Sistema de control de incendio del muelle	23
2.4.1	Sistema de control de incendio para todo el muelle	23
2.4.2	El sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	34
2.4.3	Mantenimiento de los equipos del sistema de control de incendio del general y de los tanques de almacenamiento de diésel	40
2.5	Registro de incendios ocurridos en los tanques de almacenamiento de diésel	41
2.6	Análisis de puestos de trabajo en los tanques de almacenamiento de diésel	41
2.7	Simulacro de incendio realizado en los tanques de almacenamiento de diésel	42
2.8	Evaluación del Riesgo	44
2.9	Análisis y priorización de problemas	46
2.9.1	Diagrama (Causa – Efecto)	46
2.9.2	Evaluación del problema	47
2.10	Diagnóstico respecto a un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel	48

### **CAPÍTULO III PROPUESTA**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Propuesta	49

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.1	Prioridades a optimizar en el Sistema Actual	49
3.1.2	Planteamiento de la alternativa de solución al problema	50
3.1.3	Evaluación de cada equipo en el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento	50
3.1.4	Representación gráfica del sistema automático de control de incendio en un tanque de almacenamiento de diésel	51
3.1.5	Secuencia de funcionamiento del sistema automático de control de incendio en un tanque de almacenamiento de diésel	52
3.1.6	Funcionamiento del sistema automático de control de Incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	53
3.1.7	Normas que se deberán emplear cuando se instale el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	57
3.1.7.1	Norma de uso del sistema automático de control de Incendio	57
3.1.7.2	Norma de revisión del sistema automático de control de incendio	57
3.1.8	Ventaja del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel sobre el sistema actual	60
3.2	Análisis Costo - Beneficio	61
3.2.1	Impacto económico y humano en un incendio causado en los tanques de almacenamiento de diésel	61
3.2.2	Costos de la alternativa de solución	61
3.2.3	Relación Costo – Beneficio	62
3.3	Conclusiones y Recomendaciones	63
3.3.1	Conclusiones	63
3.3.2	Recomendaciones	63
	<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>77</b>

**ÍNDICES DE CUADROS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Características del tanque 1	22
2	Características del tanque 2	23
3	Presiones abriendo la válvula de un gabinete	32
4	Presiones abriendo válvula de dos gabinetes a la vez	32
5	Presiones abriendo válvula de tubería de prueba	34
6	Tiempo del brigadista desde la chata 1 hacia las válvulas de espuma	43
7	Tiempo del brigadista desde la chata 2 hacia las válvulas de espuma	44
8	Prioridades a optimizar del sistema actual	49
9	Lógica del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	53
10	Prueba de comprobación del detector de fuego	59
11	Costo del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	61

## ÍNDICES DE IMÁGENES

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Fuego	7
2	Vela	7
3	Diésel	11
4	Tanque 1	21
5	Tanque 2	22
6	Cisterna	24
7	Gabinete	24
8	Cuarto de bombas contra incendio	25
9	Bomba principal	26
10	Bomba Jockey	26
11	Tuberías de ingreso de agua hacia las bombas	27
12	Manifold	27
13	Válvula para agua aparte de la planta	28
14	Válvula para pruebas	28
15	Manómetro y presostatos	29
16	Tanques de almacenamiento de diésel	35
17	Rociadores de agua	36
18	Válvulas de los rociadores de agua	36
19	Tubería de salida de mezcla de agua y espuma	37
20	Válvulas de agua y espuma foam	37
21	Monitor o cañón de incendio	38
22	Tanque de espuma FOAM	38
23	Tuberías de carga y descarga de diésel en los tanques de almacenamiento	42
24	Conexión de los equipos del sistema automático de los Tanques de almacenamiento de diésel	52
25	Alturas del tanque	58

**ÍNDICES DE DIAGRAMAS**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Causa principal del problema	47

## ÍNDICES DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Artículos de la Constitución de la República del Ecuador	65
2	Artículos del Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo	66
3	Artículos del Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	72
4	Procedimiento de revisión eléctrica de los equipos del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel	75

**AUTOR: DELGADO VÉLEZ GABRIEL JOSÉ**  
**TEMA: MEJORA DE CONTROL DE INCENDIO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL DE LA PLANTA FORTIDEX MUELLE POSORJA MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA**  
**DIRECTOR: ING. CIV. FERNÁNDEZ SOLEDISPA VÍCTOR HUGO, MSC.**

## **RESUMEN**

Este proyecto consiste en optimizar el proceso de controlar el fuego para que sus efectos dañinos, tanto sobre los bienes materiales como para las personas, sean del menor grado posible. La mejora se obtiene mediante la disminución del tiempo en que se comienza a combatir el fuego después que este haya iniciado en el interior de los tanques, acción que no puede realizar persona alguna por más eficiente que sea, además el sistema se complementa con el enfriamiento automático de las paredes de los tanques, cuando su temperatura llega a cierto límite. Con la implementación del sistema automático y el sistema manual existente, se obtiene la ventaja de un sistema que revisa la presencia del fuego en el interior de los tanques en todo instante.

**PALABRAS CLAVES:** Mejora, Sistema, Incendio, Tanques, Diésel.

**AUTHOR: DELGADO VÉLEZ GABRIEL JOSÉ**  
**TOPIC: IMPROVEMENT OF FIRE CONTROL IN DIESEL STORAGE**  
**TANKS OF THE FORTIDEX DOCK POSORJA PLANT**  
**THROUGH THE SYSTEM AUTOMATION**  
**DIRECTOR: CIV. ENG. FERNÁNDEZ SOLEDISPA VÍCTOR HUGO, MSC.**

### **ABSTRACT**

This project consists of optimizing the process of controlling the fire so that its harmful effects, both on material goods and people, are of the lowest possible degree. The improvement is obtained by reducing the time in which it begins to fight the fire after this has started inside the tanks, action that cannot be carried out by any person however efficient it is, in addition the system is complemented by the automatic cooling of the walls of the tanks, when its temperature reaches a certain limit. With the implementation of the automatic system and the existing manual system, the advantage of a system that checks the presence of fire inside the tanks at all times is obtained.

**KEY WORDS:** Improvement, System, Fire, Tanks, Diesel.

**Delgado Vélez Gabriel José**  
**I.D. 0923580369**

**Civ. Eng. Fernández Soledispa Víctor Hugo, MSc.**  
**Director of Work**

## **PRÓLOGO**

Un incendio es un evento no deseable en una planta industrial o muelle, por lo tanto, estos lugares deben poseer un sistema de control de incendio que funcione adecuadamente para que pueda proteger al sitio de los efectos perjudiciales del fuego.

El sistema contra incendio debe ser y funcionar lo mejor posible, sobre todo en el tiempo que tarda en combatir al fuego después que este haya empezado, ya que el fuego en poco tiempo puede convertirse en un gran incendio y afectar seriamente a toda el área que se encuentra alrededor.

Por esta razón en el presente estudio se analiza la causa principal por la cual el sistema actual se estima que combate al fuego en un tiempo mayor a 10 segundos después que este haya comenzado en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel, a su vez se propone una alternativa de solución para disminuir este tiempo.

La propuesta consiste en instalar un sistema automático contra incendio para funcionar en conjunto con el sistema actual y de esta manera combatir al fuego después que haya iniciado en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel en menos tiempo del que se estima que lo haría actualmente, disminuyendo así los daños que puede provocar el fuego.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

Industrial Harinera FORTIDEX S.A. es una compañía ecuatoriana que se constituyó el 23 de julio de 1997 en Santa Elena y tiene su sede principal en la ciudad de Guayaquil.

La compañía se dedica a la elaboración de harina y aceite de pescado de manera industrial, esta producción se vende dentro del país y también se exporta.

Además de la harina y aceite de pescado, la compañía también produce concentrado de camarón a partir de la cabeza de camarón. Las cabezas de camarón que se utilizan para la producción de concentrado de camarón provienen de las empacadoras.

La compañía elabora harina, aceite de pescado y concentrado de camarón de alta calidad satisfaciendo las exigencias actuales del mercado.

Tiene dos plantas de proceso, una ubicada en Taura que es utilizada para la elaboración de concentrado de camarón y otra ubicada en Data de Posorja que es utilizada para la elaboración de harina de pescado.

La planta ubicada en Data de Posorja funciona en conjunto con el muelle de la compañía localizado en Posorja, a esta muelle llega la pesca de las embarcaciones para después ser enviada hacia la planta de Data de Posorja

El muelle de la compañía se encuentra localizado en Posorja aproximadamente a 90 kilómetros de Guayaquil.

La compañía también posee la embarcación Valentina y bombas transvac industriales para la descarga de la pesca.

Las embarcaciones para la pesca funcionan con diésel y por ello el abastecimiento de este combustible debe ser óptimo.

La compañía ha instalado dos tanques para el almacenamiento de diésel en el muelle que tiene en Posorja.

Estos tanques de almacenamiento, todavía no se encuentran operando, no contienen diésel en su interior, porque se están esperando obtener los respectivos permisos de funcionamiento.

Al ser el diésel un líquido combustible, un incendio en los tanques de almacenamiento es algo que podría ocurrir cuando estos estén operando.

Al ser un incendio un evento para nada deseable en una planta, instalación o muelle ya que puede provocar graves daños materiales, incluso lesiones o pérdidas de vidas humanas, la compañía posee un sistema de control de incendio en el muelle.

Existe un sistema de control, de incendio que funciona de manera general para todo el muelle y otro específicamente para los tanques de almacenamiento de diésel. El sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel está conectado con el sistema de control de incendio general de todo el muelle.

El sistema de control de incendio general de todo el muelle tiene buenas instalaciones para controlar un incendio, así mismo el sistema de

control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel también tiene una buena instalación para combatir una emergencia de incendio.

Sin embargo, para mejorar aún más el sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, se planteará una propuesta que disminuirá los tiempos de reacción ante una emergencia de incendio.

## **1.2 El Problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Los tanques de almacenamiento de diésel dentro de una planta o un muelle están permanentemente en riesgo de que se incendien debido a que el diésel o gasoil es un líquido que puede producir fuego.

Aunque rara vez se incendia un tanque de almacenamiento de diésel, hay que tener siempre un sistema de control de incendio que funcione eficientemente en el caso que llegase a ocurrir una emergencia de incendio, ya que, si no se actúa de forma adecuada en el momento de la emergencia, puede resultar en graves pérdidas materiales o pérdidas humanas.

Un sistema de control de incendio en los tanques de almacenamiento de diésel que no actúa rápidamente y eficientemente ante una emergencia de incendio, puede provocar un evento como el ocurrido en Salta Provincia de Argentina un día de noviembre del 2016 en el cual se incendió un depósito de gasoil.

### **1.2.2 Delimitación del Problema**

Fortidex es una compañía que se dedica a la producción de balanceados para animales, posee dos plantas de producción, una ubicada en Taura y otra ubicada en Data de Posorja, además de estas plantas de

procesamiento, cuenta con un muelle en Posorja, el cual utiliza para descargar el pescado del mar que le proveen las embarcaciones para posteriormente procesarlas en la planta de Data de Posorja. En el muelle de Posorja será el lugar en el cual se realizará la propuesta de mejora del sistema actual de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel. Posorja se encuentra ubicada a 120 km de Guayaquil, es una parroquia rural de ella, tiene una extensión de 73.18 Km<sup>2</sup> y una población aproximada de 24000 habitantes. La planta de Data de Posorja necesita que los barcos le provean de pescado en los tiempos que se han planificado, por ello los barcos necesitan funcionar correctamente siendo fundamental el buen abastecimiento de combustible, para lo cual la compañía posee en el muelle dos tanques de almacenamiento de diésel, que servirán para suministrar combustible a las embarcaciones.

### **1.2.3 Formulación del Problema**

¿Un sistema automatizado del control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel disminuirá el tiempo de reacción ante una emergencia de incendio?

¿Una norma de uso del sistema automatizado del control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel mejoraría la eficiencia ante una emergencia de incendio?

### **1.3 Justificación**

Es mucho más eficiente utilizar un sistema automatizado de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, porque si se utiliza el sistema actual que funciona de manera manual, este se demoraría mucho tiempo en activar el sistema ante una emergencia de incendio, y podría suceder que el incendio aumente rápidamente de tamaño que a su vez podría provocar daños materiales y lesiones o pérdidas humanas.

Es necesario utilizar una norma de uso del sistema automatizado del control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel porque así las personas harían que este sistema funcione de manera óptima, debido a que si no existiera norma el sistema no podría funcionar como se lo requiere ante una emergencia de incendio.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Mejorar el sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel en el muelle de Fortidex mediante la automatización del sistema.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Investigar el estado del arte de los sistemas automatizados del control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel.
- Diagnosticar la situación actual del sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel.
- Presentar una propuesta de un sistema automatizado de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel.
- Demostrar las ventajas económicas que representaría la implementación de un sistema automatizado de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel mediante el análisis de relación costo-beneficio.

## **1.5 Marco Teórico**

### **1.5.1 Fundamentación Teórica**

El fuego en la vida de los seres humanos es indispensable para muchas aplicaciones, pero siempre se lo debe utilizar con precaución, ya

que si se pierde el control de este puede provocar graves daños materiales e incluso pérdidas humanas.

**IMAGEN Nº 1**  
**FUEGO**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

Existen muchos casos en los que podemos observar al fuego, un caso típico y sencillo es el fuego en una vela.

**IMAGEN Nº 2**  
**VELA**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

Cuando se acaba el material de la vela, que es el combustible también se acaba el fuego, porque se eliminó uno de los elementos indispensables para la existencia del fuego, si se quita el fuego de la mecha, que es la energía de activación también se acaba este, porque hemos eliminado otro elemento indispensable para la existencia del fuego, si a la vela encendida le eliminamos el suministro de oxígeno del aire también se acabara porque hemos quitado otro elemento indispensable para su existencia.

**Según (Masini, 2013) dice que:**

**“Una vela es hermosamente simple pues se compone solo de dos partes, la parafina y el pabilo. La parafina es un hidrocarburo muy parecido a la gasolina, pero se encuentra en estado sólido. Esto implica que el material con el que está hecha casi toda la vela, la parafina, almacena energía. La principal característica del pabilo, por otro lado, es que está hecho de un material absorbente por el cual asciende parafina fundida (transportar liquido)”.**

Los incendios pueden ocurrir en las casas, plantas industriales, bosques, espacios públicos, entre otros. El incendio es una situación en la que se pueden producir grandes pérdidas materiales y lesiones o pérdidas humanas, por lo tanto, siempre hay que prevenir que llegue a ocurrir este evento y tener una óptima respuesta de emergencia en caso de que suceda.

### **Incendios en plantas industriales**

Una causa principal de incendio en una planta es cuando se tienen instalaciones eléctricas sin la correcta protección para evitar cortocircuitos y sobrecargas, las cuales generan chispas y estas a su vez pueden producir

el fuego que entrando en contacto con otros materiales de fácil combustión puede aumentar de tamaño sin control provocando así un incendio.

Los trabajos de soldadura que se realizan en las plantas industriales, también pueden generar fuegos, ya que generan chispas que sirven como energía de activación y que cuando se combinan simultáneamente con aire y combustibles inflamables a temperatura ambiente se produce el fuego, que en ciertos casos no se lo puede controlar, generando así un incendio.

Otra circunstancia que provoca un incendio en una planta industrial es la mala manipulación y almacenamiento de líquidos combustibles ya que si este líquido está en su rango de inflamabilidad y entra en contacto con una energía de activación se produce el fuego, aumentando de tamaño rápidamente con lo cual muchas veces no se lo puede controlar y así genera un incendio que podría provocar graves daños materiales y lesiones o pérdidas humanas.

### **Líquidos combustibles e inflamables**

Los líquidos combustibles para que produzcan fuego adicionalmente a los otros dos elementos que lo generan, deben estar en su nivel de inflamabilidad, en el caso de la gasolina este nivel está en el rango de temperatura ambiente, mientras que en el diésel se encuentra por encima de ese rango. Cuando un líquido combustible está en su nivel de inflamabilidad desprende moléculas por encima de sus superficies que son las que generan fuego cuando se combinan con una energía de activación.

**Según** (Asfahl & Rieske, 2010):

**“El término punto de ignición es muy importante para el administrador de seguridad y salud, porque constituye la base principal para la clasificación de los líquidos inflamables y combustibles. Por lo tanto, el punto de ignición es el que**

**determina fundamentalmente las distintas cantidades de líquido que se pueden almacenar en los diversos tipos de recipientes. El punto de ignición es la temperatura a la que un líquido inflamable debe calentarse para generar una cantidad de vapor tal, que provoque que se encienda la superficie del líquido cuando se le aplica una chispa o una flama. El punto de ignición no es lo mismo que el punto de combustión; el cual se presenta a una mayor temperatura y representa el punto en que el fuego se puede mantener sobre el líquido. (pág. 264)”**

Entre los líquidos combustibles que más se utilizan están la gasolina y el diésel o también conocido como gasoil, la gasolina tiene un punto de inflamabilidad que está dentro del rango de la temperatura ambiente, es decir que este líquido al aire libre solo necesita de una energía de activación como una chispa para producir fuego, mientras que el diésel no, porque tiene su punto de inflamabilidad más alto que el rango de la temperatura ambiente. Es por esta razón, que la manipulación y almacenamiento de la gasolina es más peligrosa que el diésel.

En la situación de la gasolina en condiciones normales se dan fácilmente las circunstancias adecuadas para generar fuego sin inconveniente, por lo tanto, este líquido combustible tiene un alto nivel de riesgo para provocar un incendio.

El otro líquido combustible que utilizan las personas para sus vehículos, motores de barcos, plantas industriales, entre otros, es el diésel, el cual también necesita adicionalmente de los otros dos elementos para producir fuego, pero a diferencia de la gasolina, el diésel necesita tener una temperatura que está por encima de la que se tiene en condiciones normales.

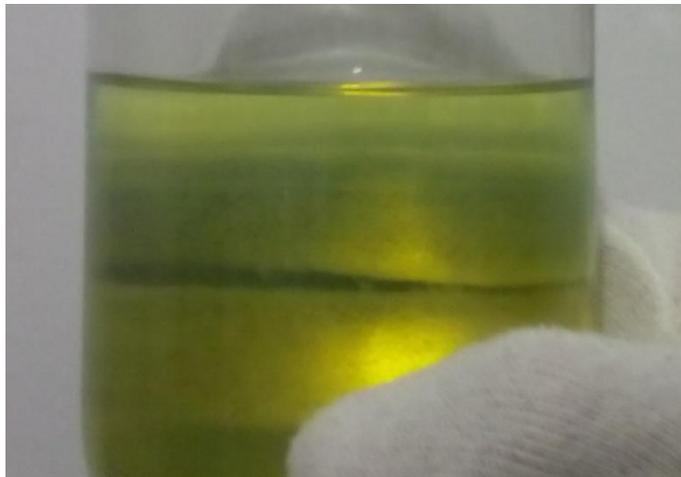
Si a temperatura ambiente se coloca un recipiente de diésel al aire libre y se le agrega una energía de activación en la superficie del líquido

como una chispa, se observa que este líquido combustible no genera fuego, esto es debido a que a esta temperatura el líquido no desprende moléculas sobre la superficie, mientras que la gasolina a esa temperatura si desprende moléculas suficientes, que son las que causarían el fuego. El diésel a esta temperatura no ha llegado a su nivel de inflamabilidad por lo tanto no producirá fuego solo con una chispa.

El diésel es un líquido poco inflamable ya que su punto de inflamabilidad, está por encima de la temperatura ambiente, sin embargo, si alcanza su nivel de inflamabilidad y se junta con una cierta cantidad de aire y a su vez existe una energía de activación como una chispa entonces se producirá el fuego, que si no se controla generaría un incendio, pudiendo empeorar si hay viento que pueda llevar las llamas a una distancia cada vez mayor.

### **IMAGEN Nº 3**

#### **DIÉSEL**



Fuente: Investigación Directa  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

Es fundamental recordar que si el diésel no alcanza su punto de inflamabilidad no producirá fuego y por lo tanto no causarían un incendio. Por esto es muy recomendable evitar que el diésel llegue a su punto de inflamabilidad cuando se lo almacena, el cual está por encima del rango de la temperatura ambiente.

En un tanque de almacenamiento de diésel, siempre es conveniente mantener el líquido combustible en el interior a una temperatura por debajo del punto de inflamabilidad, ya sea enfriando con agua las paredes de los tanques o evitando que le lleguen fuentes de calor como la excesiva radiación solar.

Si el diésel que está dentro de los tanques de almacenamiento llega a su nivel de inflamabilidad y a su vez se juntó con cierta cantidad de aire y una energía de activación, se producirá el fuego, en esta circunstancia la mejor manera de combatirlo es lanzándole la sustancia extintora rápidamente cuando comienza el fuego, si es posible hacerlo antes de que aumente de tamaño el fuego es mucho mejor, ya que cuando el fuego se propaga lo puede hacer a grandes velocidades, dependiendo de la velocidad del viento, cantidad de combustibles, etc.

Si no se controla a tiempo un incendio en el diésel puede ser difícil de apagarlo y lo más recomendable es la rápida intervención de los bomberos de la zona.

Los tanques de almacenamiento de diésel, si se calientan lo necesario para hacer que el diésel alcance su punto de inflamabilidad puede provocar un incendio, por lo tanto, siempre hay que tener instalado un sistema de control de incendio.

Los incendios en tanques de almacenamiento de diésel, no suceden a menudo, pero cuando suceden las consecuencias pueden ser destrozas tanto por los daños materiales como por las posibles pérdidas humanas.

El diésel como otros líquidos combustibles necesita un control especial en su almacenamiento y manipulación, ya que un incendio en este tipo de líquidos puede ocurrir en cualquier momento.

## Sistema de control de incendio

Un sistema contra incendio en una planta industrial o un muelle está compuesto básicamente de las siguientes partes:

- a) Bomba principal
- b) Bomba jockey
- c) Tuberías
- d) Mangueras
- e) Reservorio de agua

El funcionamiento de este sistema consiste en que cuando ocurre la emergencia de incendio una persona ira a activar el sistema, donde se comenzara a enviar agua a alta presión para combatir el incendio, este sistema cuenta con dos bombas una que se la conoce como bomba jockey y otra bomba principal que es más potente que la jockey, cuando el sistema que esta presurizado, disminuye su presión a ciertos niveles, la bomba jockey se activara para volver a subir la presión de las tuberías a niveles deseados, si la bomba jockey no puede subir la presión a estos valores, se activa la bomba más potente para restablecer la presión en las tuberías a esos valores.

**Según (Muñoz, 2012) indica que:**

**“La bomba jockey es una bomba auxiliar de pequeño caudal diseñada para mantener la presión en la red contra incendios y evitar la puesta en marcha de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas en la red. A diferencia de las bombas principales de contra incendios, la bomba jockey sí tiene parada de funcionamiento automático una vez se haya obtenido la presión de trabajo máxima tarada mediante los presostatos de**

**arranque/paro. De ahí la importancia de esta bomba, ya que absorbe las pequeñas pérdidas de carga de forma automática”.**

Las bombas succionan el agua de un reservorio de agua, de manera que en cualquier momento que suceda un incendio, tenga el líquido suficiente para operar como se requiere. La bomba recibe agua del reservorio por medio de tuberías metálicas para luego enviar esta agua al lugar del incendio y a su vez a los gabinetes que contienen mangueras enrolladas especialmente diseñadas para expulsar agua en caso de incendio.

Todas las tuberías del sistema son metálicas de color rojo, además en algunos puntos poseen válvulas para controlar el paso del agua cuando se realizan trabajos de mantenimiento y para realizar pruebas de funcionamiento del sistema cada cierto tiempo.

Las plantas industriales o los muelles además de tener equipos y accesorios destinados a la prevención y control de un incendio, generalmente también cuentan con planes de emergencia, evacuación y simulacros.

En las plantas las personas designadas para planificar, vigilar que se cumplan y mejorar los planes de emergencia, planes de evacuación y simulacros son los encargados de seguridad de industrial junto con los técnicos respectivos de las instalaciones.

El sistema de control de incendio que usan en la mayoría de las industrias o muelles para los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles es manual, el cual consiste en equipos y accesorios como mangueras, bombas, tuberías, agua, espuma contra incendios, depósitos de agua y espuma, entre otros, que en conjunto se utilizan tanto para prevenir un incendio como para combatirlo en caso de haberlo.

Para mejorar un sistema de control de incendio se lo debe automatizar, obteniendo de esta manera ventajas sobre un sistema manual como son una mayor velocidad de reacción y eficiencia para combatir un incendio, por lo tanto, siempre es bueno instalar un sistema automático además del manual.

Un sistema automático de control de incendios es un sistema que detecta y controla automáticamente la propagación del fuego inmediatamente cuando inicia el fuego, teniendo una velocidad de respuesta extremadamente más rápida que un sistema manual de control de incendio en la que el tiempo de respuesta ante una emergencia de incendio depende de la persona encargada de activar el sistema manual, tanto por el momento en que se percate de que existe un incendio como de su capacidad de reacción.

Aun si la persona lograse actuar inmediatamente, generalmente en ese momento, se encuentra a una cierta distancia del control de las bombas para combatir el incendio, esto hace que su tiempo sea mucho más del deseable, sin considerar las posibles caídas o lesiones que podría tener la persona en su recorrido para llegar a tiempo a los controles manuales de encendido de las bombas.

La automatización mejora la respuesta de reacción en cualquier proceso que sustituya al ser humano, es muy conveniente aplicarla cuando se tiene en riesgo grandes valores materiales o vidas humanas, por ello es mejor instalar un sistema automático que uno manual en el caso del sistema de control de incendio.

La aparición de la automatización mejoro muchos procesos en los que sustituyo al ser humano, desde sus inicios, evolucionando constantemente para optimizar cada vez más todos los procesos que se automatizaban.

Las ventajas de la automatización también se emplean en sistemas contra incendios, utilizando sensores de fuego que envían señales a un control que puede ser un plc, un computador u otro tipo de control, o directamente al actuador según sean las características de los equipos empleados. En los sistemas automáticos de incendios siempre generalmente se utiliza una válvula como el elemento que recibe las señales para accionarse cuando se lo requiera.

## **1.5.2 Fundamentación Conceptual**

### **Fuego**

“Es un fenómeno físico-químico producto de una reacción química llamada combustión la cual se manifiesta con desprendimiento de luz calor y productos de reacción (sólidos, líquidos y gaseoso)” (Caballero, 2008).

### **Combustible**

“Es toda materia que al aplicarle calor desprende unos gases que en combinación con el oxígeno del aire se transforman en gases inflamables. Puede ser sólido, líquido o gaseoso” (De-Vos Pascual, 1994, pág. 100).

### **Comburente**

El comburente es un agente que puede oxidar a un combustible (agente reductor) y al hacerlo se reduce, asimismo. En este proceso el agente oxidante obtiene electrones tomados del combustible. Ejemplos: Oxígeno, ozono, Peróxido de hidrogeno, Halogenos, Ácidos, nítrico, sulfúrico, etc. Desde el punto de vista del incendio es el oxígeno del aire el comburente principal, pues está presente en casi todos los siniestros y es quien alimenta el fuego. Sin embargo, hay ciertos metales como el Ca, Al que pueden quemar en una atmósfera inerte de nitrógeno. El polvo de

magnesio puede arder en una atmósfera de anhídrido carbónico (otro gas inerte) usado en la extinción de incendios. (Llanos, 2012)

### **Energía de activación**

“Es la que necesita todo combustible para poder oxidarse. Es aportada desde el exterior mediante un foco de ignición” (De-Vos Pascual, 1994, pág. 100).

### **Triangulo de Fuego**

“Es un mecanismo que nos permite explicar los mecanismos de acción sobre el fuego de los distintos elementos extintores. En dicho triangulo cada lado simboliza uno de los factores esenciales para que el fuego exista” (Llanos, 2012).

### **Tetraedro del Fuego**

El cuarto lado que añade al triángulo del fuego para formar el tetraedro es consecuencia de la reacción en cadena provocada por la autoinflamación de los gases desprendidos por el combustible, que a su vez generan nuevos gases que al calentarse se vuelven a inflamar, repitiéndose el proceso sucesivamente. (De-Vos Pascual, 1994, pág. 101)

### **Incendio**

“Todo fuego que se inicia y desarrolla fuera del control de los seres humanos sin importar la magnitud de este” (Caballero, 2008).

### **Tanque de Almacenamiento**

Los Tanques de Almacenamiento son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar

y/o preservar líquidos o gases a presión ambiente, por lo que en ciertos medios técnicos se les da el calificativo de Tanques de Almacenamiento Atmosféricos. (Vargas, 2013)

### **1.5.3. Fundamentación Legal**

Este trabajo tiene como objetivo mejorar un sistema de control de incendio que ya está instalado, para lo cual se tendrá como referencia legal lo siguiente:

En lo referente al ambiente de labores de una persona se tiene:

- a) El numeral 5 del artículo 326 de la Constitución de la República del Ecuador. (Ver Anexo 1)
- b) El artículo 149 hasta el artículo 159 del Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. (Ver Anexo 2)

En lo referente a lo relacionado a prevenir y controlar un incendio se tiene:

- a) El artículo 258 hasta el artículo 275 de El Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Registro Oficial N°114, del 2 de abril del año 2009. (Ver Anexo 3)

## **CAPÍTULO II**

### **SITUACIÓN ACTUAL Y DIAGNÓSTICO**

#### **2.1 Metodología**

Se utilizó la investigación de campo ya que se observó, analizo y converso con el encargado de seguridad industrial sobre el funcionamiento y situación actual del sistema contra incendio del muelle.

Además se tomaron datos de tiempo de un simulacro que se realizó estando presente en este mismo lugar.

Para determinar la causa principal del problema se utilizó como herramienta el diagrama de Causa-Efecto.

#### **2.2 Situación actual**

##### **2.2.1 El muelle en general**

Actualmente el muelle se encuentra funcionando normalmente, tanto en las embarcaciones como en la recepción del pescado que después será trasladado a la planta de harina de pescado.

##### **2.2.2 Los tanques de almacenamiento de diésel**

Actualmente no se encuentran con diésel y no están operando porque que se están esperando los permisos respectivos para su funcionamiento.

### **2.2.3 Norma o Reglamento interno para prevenir y controlar un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel y en todo el muelle**

**Norma del ATS.-** El ATS significa aplicación de tarea segura, el cual se utilizará para la carga y descarga del diésel en los tanques de almacenamiento, tiene el siguiente procedimiento:

- Se identifica la tarea a realizar
- Se analiza y evalúa los riesgos
- Se procede a realizar los cambios posibles para disminuir los riesgos de sufrir un accidente laboral

#### **Los brigadistas para incendio**

Después del encargado de seguridad industrial del muelle, los brigadistas de turno son las únicas personas que deberán abrir las válvulas de espuma y de los rociadores de los tanques de almacenamiento de diésel, ellos son los encargados de prevenir y controlar un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel y en el muelle en general.

Sin embargo, en un incendio cualquier trabajador que se encuentre cerca de la alarma contra incendio deberá activarla lo más rápido que pueda, para alertar a todos los trabajadores del muelle de esta situación.

#### **Charlas de prevención y control de incendio**

El encargado de seguridad industrial del muelle da una charla de lunes a viernes durante 15 minutos aproximadamente al personal de todo el muelle a las 12 del día sobre seguridad industrial incluyendo capacitación sobre la prevención y control de incendio.

Se hace una charla más larga y profunda sobre la prevención y control de incendio de un proveedor externo, una vez al año.

#### **2.2.4 Auditorias e inspecciones de seguridad contra incendios realizadas en el muelle**

Durante el último año no se han realizado auditorias de seguridad contra incendios en el muelle, sin embargo, las inspecciones por parte de los bomberos si se las realizo el último año, para que ellos verifiquen que todo está funcionando bien.

#### **2.3 Datos de los tanques de almacenamiento de diésel**

**Tanque 1:** El Tanque 1 tiene forma cilíndrica y se lo visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 4  
TANQUE 1**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**CUADRO N° 1**  
**CARACTERISITICAS DEL TANQUE 1**

Material	Acero
Altura del Cilindro	7,020 metros
Altura de Aforo	7,235 metros
Diámetro Promedio	6,982 metros
Tipo de Tanque	Vertical-Fondo Plano-Techo Fijo
Tipo de Techo	Cónico
Capacidad 100%	71025,7 Galones
Zona de carga de diésel	Parte Superior
Zona de descarga de diésel	Parte Inferior

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Tanque 2:** El Tanque 2 también tiene forma cilíndrica y se lo visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN N° 5**  
**TANQUE 2**



Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**CUADRO N° 2**  
**CARACTERISISTICAS DEL TANQUE 2**

Material	Acero
Altura del Cilindro	7,080 metros
Altura de Aforo	7,285 metros
Diámetro Promedio	6,990 metros
Tipo de Tanque	Vertical-Fondo Plano-Techo Fijo
Tipo de Techo	Cónico
Capacidad 100%	71801,3 Galones
Zona de carga de diésel	Parte Superior
Zona de descarga de diésel	Parte Inferior

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

## **2.4 Sistema de control de incendio del muelle**

El sistema contra incendio se lo ha dividido en dos partes, una es el sistema contra incendio para todo el muelle y otro es el sistema contra incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, que a su vez se encuentran conectados y relacionados entre ambos.

### **2.4.1 Sistema de control de incendio para todo el muelle**

El sistema de control de incendio para todo el muelle, tiene un cuarto de bombas contra incendio, específicamente para la bomba jockey y la bomba principal junto con su instalación y tuberías, el sistema también tiene una red de tuberías metálicas de color rojo y gabinetes en sitios estratégicos en todo el muelle y una alarma contra incendio.

#### **Ubicación de partes importantes del sistema de control de incendio para todo el muelle:**

**Ubicación de la cisterna:** Está ubicada cerca del cuarto de bombas contra incendio, es la que se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 6**  
**CISTERNA**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de los gabinetes con sus respectivas mangueras:**

Están distribuidos en sitios estratégicos en todo el muelle, cada uno cuenta con una manguera disponible, uno de ellos es el que se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 7**  
**GABINETE**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación del cuarto de bombas del sistema contra incendio:**

Está ubicado en un espacio exclusivamente para este propósito, se encuentra alado de la garita de entrada, es el que se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 8**

**CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

El cuarto de bombas contra incendio consta principalmente de las siguientes partes:

- a) Bomba de principal de 200HP
- b) Bomba jockey de 5HP
- c) Tuberías de entrada de agua de las bombas
- d) Manifold
- e) Válvula para agua a un sector de la planta
- f) Válvula para prueba
- g) Manómetro y Presostatos

## Ubicación de partes importantes del cuarto de bombas contra incendio

**Ubicación de la bomba principal:** Es la bomba más grande de las dos que existen en el cuarto de bombas contra incendio, tiene una potencia de 200 HP y es la que se visualiza en la siguiente imagen:

### IMAGEN N° 9 BOMBA PRINCIPAL



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de bomba Jockey:** Es la bomba más pequeña de las dos que existen en el cuarto de bombas contra incendio, tiene una potencia de 5 HP y es la que se visualiza en la siguiente imagen:

### IMAGEN N° 10 BOMBA JOCKEY



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

### **Ubicación de las tuberías de ingreso de agua hacia las bombas:**

Estas tuberías son tres, están ubicadas desde la cisterna hacia las bombas y están separadas una de la otra, de izquierda a derecha la primera es para la bomba jockey, la segunda que tiene la válvula es para prueba y la tercera es para la bomba principal, tal como se visualiza en la siguiente imagen:

#### **IMAGEN Nº 11**

#### **TUBERIAS DE INGRESO DE AGUA HACIA LAS BOMBAS**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de Manifold:** Es la unión donde se juntan la tubería de salida de agua de la bomba principal y de la bomba jockey, observando de izquierda a derecha es la tubería más gruesa que se encuentra a la derecha de la brida en la siguiente imagen.

#### **IMAGEN Nº 12**

#### **MANIFOLD**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Valvula para agua a un sector de la planta:** Esta valvula esta ubicada en otra tuberia que sale de la tuberia gruesa, tal como se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN N° 13**

**VALVULA PARA AGUA A PARTE DE LA PLANTA**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Valvula para prueba:** Esta valvula esta ubicada en la tuberia de prueba, tal como se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN N° 14**

**VALVULA PARA PRUEBAS**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de manómetro y presostatos:** El manómetro está ubicado sobre el manifold. Los presostatos son dos y están ubicados a lado izquierdo del manómetro, observando de izquierda a derecha el primer presostato es el de la bomba principal, el segundo es el de la bomba jockey, tal como se visualiza en la imagen.

### **IMAGEN Nº 15 MANOMETRO Y PRESOSTATOS**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

### **Funcionamiento**

Según lo conversando con el encargado de seguridad industrial y bajo los valores indicados por el proveedor del sistema, el sistema deberá funcionar de la siguiente manera:

El sistema debe encontrarse siempre en modo automático y presurizado a una presión de 160 psi, cuando se abre un gabinete o existe una cierta cantidad de fuga la presión del sistema comenzara a bajar, cuando esta presión llega a los 140PSI, el presostato de la bomba jockey de 5HP, hará que esta bomba se encienda con lo cual se eleva

nuevamente la presión del sistema y cuando la presión llega a los 160PSI el mismo presostato hará que esta bomba se apague, el sistema continuara así sucesivamente para conservar una buena presión en el sistema.

Cuando en el sistema que inicialmente esta presurizado a 160PSI se abre la válvula de dos o más gabinetes la presión del sistema comenzara a bajar, cuando esta presión llega a los 140PSI se encenderá la bomba jockey, pero debido a que la perdida de presión es mucha el sistema continuara perdiendo presión, que al llegar a los 50 PSI, el presostato de la bomba principal de 200HP, hará que esta bomba se encienda, esto producirá que la presión vuelva a subir hasta los 160 PSI, momento en el que el presostato hará que la bomba principal de 200HP se apague, el sistema continuara así sucesivamente para conservar una buena presión en el sistema.

En el caso de abrirse las válvulas de dos gabinetes, de los rociadores, del monitor de incendio, y del expulsor de mezcla de agua y espuma en los tanques de diésel al mismo tiempo, será una situación en la cual la presión del sistema bajara rápidamente, pero la configuración del sistema deberá hacer que esta presión vuelva a subir a niveles recomendables.

El reservorio de agua es una cisterna que contiene 80 metros cúbicos de agua que sirven para que la bomba jockey y la bomba principal succionen el agua cuando la presión del sistema disminuye sea para una prueba o para una emergencia de incendio.

### **Prueba del sistema**

Esta prueba se la realiza mensualmente para verificar que el sistema se encuentra funcionando correctamente y puede actuar de manera óptima durante una situación real de incendio.

El sistema debe encontrarse en modo automático e inicialmente presurizado a 160PSI, cuando se termine toda prueba el sistema quedara con esta misma presión y con todas las válvulas en el mismo estado en que se encontraban al comienzo de la prueba.

### **Prueba abriendo válvulas de gabinetes**

La primera parte de la prueba consiste en que cuando el sistema está inicialmente presurizado a 160PSI, se abre una válvula de un gabinete observando en el manómetro del manifold como baja la presión, cuando esta llega a 140 PSI, se verifica que se encienda la bomba jockey, en este momento se observa en el manómetro como comienza a subir la presión, cuando esta llega a 160PSI, se verifica que esta bomba se apague.

La segunda parte de la prueba consiste en que cuando el sistema está presurizado a 160PSI, se abren las válvulas de dos gabinetes observando en el manómetro del manifold como baja la presión, cuando esta llega a 140 PSI se verifica que la bomba jockey se encienda, como existe una gran caída de presión, esta continuara disminuyendo, en este momento se revisa que la bomba jockey continúe encendida, observando en el manómetro como baja la presión, cuando esta llega a 50PSI, se verifica que la bomba principal se encienda y la bomba jockey se apague, en ese instante se observa en el manómetro como sube la presión, cuando esta llega a 160PSI, se verifica que la bomba principal se apague, como en este momento la presión volverá a bajar, se repite esta segunda parte de la prueba para revisar que el sistema funciona de la misma manera, de ser así se habrá comprobado que el sistema repetirá el ciclo cada vez que se lo necesite.

Para terminar la prueba se cerrarán completamente las válvulas de los dos gabinetes que se hayan abierto, se observara en el manómetro que cuando la presión llegue a 160 PSI, este número ya no cambie, una vez que se comprobó que el sistema quedo presurizado a 160PSI y que las dos

bombas se encuentran apagadas, se da por terminada la prueba, se concluye que el sistema funciona correctamente y que no existen fugas en el sistema.

Para comprobar que las válvulas de los gabinetes funcionan adecuadamente se utilizaran diferentes gabinetes en cada prueba.

La secuencia del procedimiento de la prueba abriendo las válvulas de 2 gabinetes se describe en la siguiente tabla:

**CUADRO N° 3**  
**PRESIONES ABRIENDO LA VALVULA DE UN GABINETE**

Abierta la válvula de un gabinete	Presión de todo el sistema	Bomba jockey	Bomba principal
No	160psi	Apagada	Apagada
Si	140psi<p<160psi	Apagada	Apagada
Si	140psi	Encendida	Apagada
Si	160psi<p>140psi	Encendida	Apagada
No	160psi	Apagada	Apagada

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**CUADRO N° 4**  
**PRESIONES ABRIENDO LA VALVULA DE DOS GABINETES A LA VEZ**

Abierta la válvula de un gabinete	Abierta una segunda válvula de un gabinete a la vez	Presión de todo el sistema	Bomba jockey	Bomba principal
No	No	160psi	Apagada	Apagada
Si	Si	140psi<p<160psi	Apagada	Apagada
Si	Si	140psi	Encendida	Apagada
Si	Si	50psi<p<140psi	Encendida	Apagada
Si	Si	50psi	Apagada	Encendida
Si	Si	50psi<p<140psi	Apagada	Encendida
Si	Si	140psi	Apagada	Encendida
Si	Si	140psi<p<160psi	Apagada	Encendida
No	No	160psi	Apagada	Apagada

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

## **Prueba abriendo válvula de tubería de prueba**

El procedimiento solo con la tubería de prueba, se lo realiza sin abrir ninguna válvula de los gabinetes. La primera parte de la prueba consiste en que cuando el sistema está inicialmente presurizado a 160 PSI, se abre un poco la válvula de la tubería de prueba observando en el manómetro del manifold como baja la presión, cuando esta llega a 140PSI se verifica que la bomba jockey se encienda, después observando en el manómetro como sube la presión, cuando esta llega a 160PSI, se verifica que esta bomba se apague.

La segunda parte de esta prueba consiste en que en el momento en que se termina la primera parte, se abre más la válvula de la tubería de prueba, observando en el manómetro como baja la presión, cuando esta llega a 140

PSI, se verifica que la bomba jockey se encienda, pero como se ha abierto la válvula lo suficiente para que exista una gran caída de presión, esta continuara disminuyendo, en este momento se verifica que la bomba jockey continúe encendida, observando en el manómetro como baja la presión, cuando esta llegue a 50 PSI, se verifica que la bomba principal se encienda y la bomba jockey se apague, en ese instante se observa en el manómetro como comienza a subir la presión, cuando esta llegue a 160PSI, se verifica que la bomba principal se apague, como en este momento la presión volverá a bajar, se repite esta segunda parte de la prueba para revisar que el sistema funciona de la misma manera, de ser así se habrá comprobado que el sistema repetirá el ciclo cada vez que se lo necesite.

Para terminar la prueba se cerrará completamente la válvula de la tubería de prueba en cualquier instante, se observará en el manómetro que cuando la presión llegue a 160 PSI, este número ya no cambie, una vez que se comprobó que el sistema quedo presurizado a 160PSI y que las dos

bombas se encuentran apagadas, se da por terminada la prueba, se concluye que el sistema funciona correctamente y que no existen fugas en el sistema.

Para esta prueba se ira abriendo despacio la válvula de la tubería, porque si se lo realiza rápidamente existirá una gran caída de presión de manera veloz y no se podrá analizar bien el correcto funcionamiento del sistema.

**CUADRO Nº 5**  
**PRESIONES ABRIENDO VALVULA DE TUBERIA DE PRUEBA**

<b>Abierta un poco la válvula de tubería de prueba</b>	<b>Abierta un poco más la válvula de tubería de prueba</b>	<b>Presión de todo el sistema</b>	<b>Bomba jockey</b>	<b>Bomba principal</b>
No	No	160psi	Apagada	Apagada
Si	No	140psi<p<160psi	Apagada	Apagada
Si	No	140psi	Encendida	Apagada
Si	No	160psi<p>140psi	Encendida	Apagada
No	No	160psi	Apagada	Apagada
Si	Si	140psi<p<160psi	Apagada	Apagada
Si	Si	140psi	Encendida	Apagada
Si	Si	50psi<p<140psi	Encendida	Apagada
Si	Si	50psi	Apagada	Encendida
Si	Si	50psi<p<140psi	Apagada	Encendida
Si	Si	140psi	Apagada	Encendida
Si	Si	140psi<p<160psi	Apagada	Encendida
No	No	160psi	Apagada	Apagada

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

#### **2.4.2 El sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel**

El sistema contra incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, está conectado al sistema general, la presión que tiene en las tuberías es la misma presión que tiene el sistema contra incendio general de todo el muelle.

Por lo tanto, las bombas que presurizan el sistema general, también lo hacen para el sistema contra incendio de los tanques de almacenamiento de diésel.

Este sistema contra incendio de los tanques de almacenamiento de diésel consta principalmente de las siguientes partes:

- a) Rociadores de agua
- b) Válvula de los rociadores de agua
- c) Tubería de salida de mezcla de agua y espuma Foam
- d) Válvulas de espuma
- e) Monitor o Cañón de incendio
- f) Tanques de Foam

### **Ubicación de partes importantes del sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel**

**Ubicación de los tanques de almacenamiento de diésel:** Estos se encuentran ubicados en un espacio exclusivamente para los tanques, cerrados por un muro de cierta altura, tal como se visualiza en la siguiente imagen:

#### **IMAGEN Nº 16**

#### **TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL**



Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de los Rociadores de Agua:** Se encuentran ubicados en la parte exterior de los tanques de almacenamiento de diésel, cercanos a la parte superior más alta y también cercanos a las paredes del tanque, estos rociadores se encuentran colocados en algunos puntos de un tubo metálico circular que envuelve a todo el tanque en la parte exterior, tal como se visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN N° 17**  
**ROCIADORES DE AGUA**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Válvulas de los rociadores de agua:** Se encuentran ubicadas cerca de las bombas de succión del diésel, en la parte inferior derecha de donde están ubicados los tanques de almacenamiento de diésel, estas dos válvulas se visualizan en la siguiente imagen:

**IMAGEN N° 18**  
**VÁLVULAS DE LOS ROCIADORES DE AGUA**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación de las tuberías de salida de mezcla de agua y espuma:** Estas tuberías comienzan donde se mezcla el agua y espuma y terminan conectándose cerca de la parte superior más alta e interior de las paredes de los tanques de almacenamiento de diésel, es la tubería más larga que se visualiza en la siguiente imagen:

### IMAGEN N° 19

#### TUBERIA DE SALIDA DE MEZCLA DE AGUA Y ESPUMA



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Válvulas espuma:** Se encuentran ubicadas muy cerca del punto donde se mezclan la espuma Foam y el agua que después se expulsara en el interior de los tanques, son las dos válvulas que se visualizan en la siguiente imagen:

### IMAGEN N° 20

#### VÁLVULAS DE AGUA Y ESPUMA FOAM



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación del monitor o cañón de incendio:** Se encuentra ubicado en una parte alta, cerca del tanque de Foam y de la válvula de espuma, tiene una escalera para llegar hasta él, se lo visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 21**  
**MONITOR O CAÑÓN DE INCENDIO**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**Ubicación del Tanque de Espuma Foam:** Se encuentra ubicado cerca de las válvulas que permiten el paso de agua para obtener la mezcla de agua y espuma, se lo visualiza en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 22**  
**TANQUE DE ESPUMA FOAM**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

## Funcionamiento

Según lo conversando con el encargado de seguridad industrial y bajo los valores indicados por el proveedor, el sistema deberá funcionar de la siguiente manera:

Cuando el encargado de seguridad industrial o el brigadista de turno siente la temperatura muy alta u observa que el sol está bien fuerte, abre las válvulas de los rociadores de agua para expulsar este líquido en las paredes de los tanques.

Estas válvulas están cerca de donde están las bombas de succión del diésel en la esquina inferior derecha de la ubicación de los tanques.

Para evitar que se siga expulsando agua sobre las paredes de los tanques el trabajador debe ir a cerrar las válvulas manualmente, es la única forma para que los rociadores expulsen agua o dejen de hacerlo. Esto es para evitar que el tanque se caliente y por tanto evitar que el diésel en el interior también se caliente más de lo recomendable, además se lo activara cuando exista un incendio en otra parte de la planta, sobre todo en un lugar cercano a los tanques de almacenamiento de diésel para evitar que el calor generado por el fuego llegue a los tanques desde el exterior, en este caso también se activara el monitor de incendio que solamente lo deberá activar el encargado de seguridad industrial o el brigadista de turno manualmente cuando observe que haya un incendio en otra parte de la planta o cerca de los tanques de almacenamiento de diésel, para abrirlo o cerrarlo el trabajador deberá ir hasta arriba para abrir o cerrar el monitor de incendio, esta es la única manera que se puede activar y desactivar este equipo.

En la situación que se produzca un incendio en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel, el encargado de seguridad industrial o el brigadista de turno observara cuando comience un incendio, mediante el humo y calor que sale del tanque, luego él se dirigirá a abrir las dos

válvulas de los eductores para que caiga espuma en el interior de los tanques de diésel, para esto el o cualquier trabajador de la planta debe ya haber accionado la alarma contra incendio. Una vez realizado esto, se procederá a llamar a los bomberos de la zona para que procedan con el control y extinción total del fuego.

El diésel que se mezcló con agua y espuma durante un control de incendio en el interior de los tanques se lo enviara a una empresa externa para que proceda con la separación de los elementos y consiga obtener la mayor cantidad de diésel que se pueda utilizar sin problemas.

La mezcla de espuma foam que se debe utilizar según la recomendación del proveedor debe ser mínimo 5%, que significa 5% en peso de foam y 95% en volumen de agua.

Cuando se abren las válvulas de espuma, esta espuma es succionada para juntarse con el agua que se dirigirá en dirección hacia al interior de los tanques de almacenamiento de diésel.

#### **2.4.3 Mantenimiento de los equipos del sistema de control de incendio del general y de los tanques de almacenamiento de diésel**

Para el sistema de control de incendio general como para el sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel no existe todavía un plan definido para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, los equipos se repararán, cambiarán o se corregirá alguna falla técnica cuando en la prueba del sistema se encuentre que uno de los equipos está fallando. Si en una prueba no falla equipo alguno, se dejarán los equipos y el sistema en el mismo estado en que se encontraba. Por lo tanto, el único método utilizado para identificar algún tipo de falla en uno de los equipos del sistema es con la prueba del mismo.

## **2.5 Registro de incendios ocurridos en los tanques de almacenamiento de diésel**

Los tanques de almacenamiento de diésel todavía no entran en funcionamiento por lo tanto nunca se han cargado con diésel en su interior, razón por la cual no se han podido registrar incendios en el diésel que contendrán los tanques de almacenamiento.

## **2.6 Análisis de Puestos de trabajo en los tanques de almacenamiento de diésel**

Habrà un despachador de diésel que será el encargado de prender el sistema de bombeo cuando venga el tanquero del diésel, también esta persona será la encargada de medir la cantidad de diésel en el interior de cada tanque cilíndrico con una soga, con ella medirá la altura, y esta medida la observara en una tabla ya calculada para saber el volumen del diésel en el interior, este procedimiento el despachador deberá realizarla según como se programen las mediciones y los despachos.

El despachador también será el encargado de enviar el diésel hacia las embarcaciones y llevará un registro de cuanto volumen había y cuanto se envía.

Todo este registro de litros de diésel recibidos y litros de diésel enviados, además de los litros existentes en un cierto momento en los tanques de diésel, deberán tener siempre una concordancia aritmética para que se demuestre que hubo una correcta recepción, envío y medición del nivel del diésel en el tanque.

Adicional al despachador cuando el tanquero de diésel llegue a entregar este combustible a el muelle, la persona encargada de seguridad industrial de la planta estará revisando las normas de seguridad, como la cadena de descarga electrostática del tanquero, la puesta a tierra de todo

accesorio metálico que pueda entrar en contacto con el combustible, además observara que no haya chispas cerca o trabajos que puedan ocasionarlas, esto como medida de prevención en el área.

Existe una zona donde se encuentran las tuberías para la carga y descarga de diésel en los tanques de almacenamiento, la cual se muestra en la siguiente imagen:

**IMAGEN Nº 23**  
**TUBERIAS DE CARGA Y DESCARGA DE DIÉSEL EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO**



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

**2.7 Simulacro de incendio realizado en los tanques de almacenamiento de diésel**

Este consiste en que la encargado de seguridad industrial o el brigadista una vez percatado de que existe fuego en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel, ira lo más rápido posible a abrir las válvulas de mezcla de espuma para que se expulse la mezcla de agua y espuma hacia el interior de los tanques, como no ha existido una situación real donde haya sucedido esto, no se han podido registrar tiempos de

cuanto demoraría el encargado de seguridad industrial o el brigadista si lo hace lo más rápido que puede en dirigirse a abrir estas válvulas.

Para obtener el tiempo aproximado que demoraría el encargado de seguridad industrial o el brigadista en dirigirse a abrir las válvulas de espuma hacia el interior de los tanques se realizó un simulacro el 10 de enero del 2018 con dos brigadistas de condiciones físicas normales y desde diferentes distancias en la que ellos se podrían encontrar en la planta en el momento de una emergencia de incendio, se seleccionaron dos puntos hacia las válvulas de espuma uno desde la chata 1 y otro desde la chata 2, donde los tiempos registrados fueron los siguientes:

A una distancia aproximadamente de 90 metros hacia las válvulas de espuma

**CUADRO Nº 6**  
**TIEMPO DEL BRIGADISTA DESDE LA CHATA 1 HACIA LAS**  
**VÁLVULAS DE ESPUMA**

<b>Brigadista 1</b>	<b>Brigadista 2</b>
Tiempo 1=20,1 segundos	Tiempo 1=22,33 segundos
Tiempo 2=22,54 segundos	Tiempo 2=20,48 segundos
Tiempo 3=24,44 segundos	Tiempo 3=25,89 segundos
Tiempo 4=20,66 segundos	Tiempo 4=25,78 segundos
Tiempo 5=28,81 segundos	Tiempo 5=28,39 segundos
Tiempo 6=27,88 segundos	Tiempo 6=26,87 segundos
Tiempo 7=26,33 segundos	Tiempo 7=28,48 segundos
Tiempo 8=29,45 segundos	Tiempo 8=26,44 segundos
Tiempo 9=22,66 segundos	Tiempo 9=27,54 segundos
Tiempo 10=24,28 segundos	Tiempo 10=29,88 segundos
Suma de tiempos=247,15	Suma de tiempos=262,08
Tiempo promedio=24,715	Tiempo promedio=26,208
Tiempo promedio final=25,4615	

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

A una distancia aproximadamente de 170 metros hacia las válvulas de espuma

**CUADRO N° 7**  
**TIEMPO DEL BRIGADISTA DESDE LA CHATA 2 HACIA LAS**  
**VÁLVULAS DE ESPUMA**

<b>Brigadista 1</b>	<b>Brigadista 2</b>
Tiempo 1=40,1 segundos	Tiempo 1=48,33 segundos
Tiempo 2=48,54 segundos	Tiempo 2=44,48 segundos
Tiempo 3=43,44 segundos	Tiempo 3=40,89 segundos
Tiempo 4=42,66 segundos	Tiempo 4=43,78 segundos
Tiempo 5=48,81 segundos	Tiempo 5=42,39 segundos
Tiempo 6=45,88 segundos	Tiempo 6=44,87 segundos
Tiempo 7=47,33 segundos	Tiempo 7=46,48 segundos
Tiempo 8=48,45 segundos	Tiempo 8=44,54 segundos
Tiempo 9=44,66 segundos	Tiempo 9=46,14 segundos
Tiempo 10=43,23 segundos	Tiempo 10=47,44 segundos
Suma de tiempos=453,1	Suma de tiempos=449,34
Tiempo promedio=45,31	Tiempo promedio=44,934
Tiempo promedio final=45,122	

Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

## 2.8 Evaluación del Riesgo

Como se puede observar en la tabla del simulacro a mayores distancias mayor es el tiempo que el encargado de seguridad industrial o el brigadista se demoraría en abrir las válvulas de espuma. Aun en la menor distancia seleccionada para el simulacro el tiempo que tardaría el trabajador sería superior a 10 segundos.

Evaluando un situación real que podría darse en una emergencia de incendio es cuando el encargado de seguridad industrial o el brigadista se encuentra en el muelle lo más lejos de las válvulas de espuma, que serían aproximadamente el punto que se seleccionó desde la chata 2, aquí se tendría un tiempo considerable que demoraría el trabajador en llegar a abrir las válvulas de espuma, en un situación real se debe agregar el tiempo que tardaría el trabajador en percatarse de que existe fuego en el interior de los tanques ya sea por el mismo o porque alguien le aviso, otro tiempo que habrá que agregarle sería el tiempo adicional que causarían los obstáculos en el camino del trabajador hacia las válvulas de espuma, pudiendo hacer que este trabajador tenga que desviarse de su recorrido y aumentando su tiempo de llegada, sin considerar que en algunos casos se podría caer y perder más tiempo.

Los tiempos en una situación real que enfrentaría el trabajador para dirigirse a abrir las válvulas de espuma serían:

- a) Tiempo 1= Tiempo que tarda en percatarse de que existe fuego en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel.
- b) Tiempo 2= Tiempo que tarda en ir desde su punto hacia las válvulas de espuma.
- c) Tiempo 3= Tiempo que perdería al desviarse por algún obstáculo en su camino.
- d) Tiempo 4= Tiempo que perdería si se cae en algún punto de su recorrido.
- e) Tiempo total= Tiempo total que tarda el encargado de seguridad industrial o el brigadista en llegar hacia las válvulas de espuma

Entonces en una situación real el tiempo total que tardaría el encargado de seguridad industrial o el brigadista en dirigirse sin caerse hacia las válvulas de espuma a 170 metros desde el punto que se encuentra en ese momento sería:

Tiempo 1=60 segundos (estimado)

Tiempo 2=45,122 segundos

Tiempo 3=5 segundos

Tiempo 4=0 segundos

Tiempo total= $T1+T2+T3+T4=60+45,122+5+0=1$  minuto con 50,122 segundos

El tiempo 3 que se consideró de 5 segundos será mayor en algunos casos cuando el trabajador encuentre grandes obstáculos en su camino. El tiempo 4 también en algunos casos será mayor a 0.

El tiempo total que tardara el trabajador en ir a abrir las válvulas será aproximadamente de 1 minuto con 50,122 segundos y en ciertas ocasiones será mayor, este tiempo podría causar que el fuego haya aumentado de tamaño lo suficiente como para producir daños materiales tanto en el área donde se encuentran los tanques de almacenamiento de diésel, como en áreas cercanas.

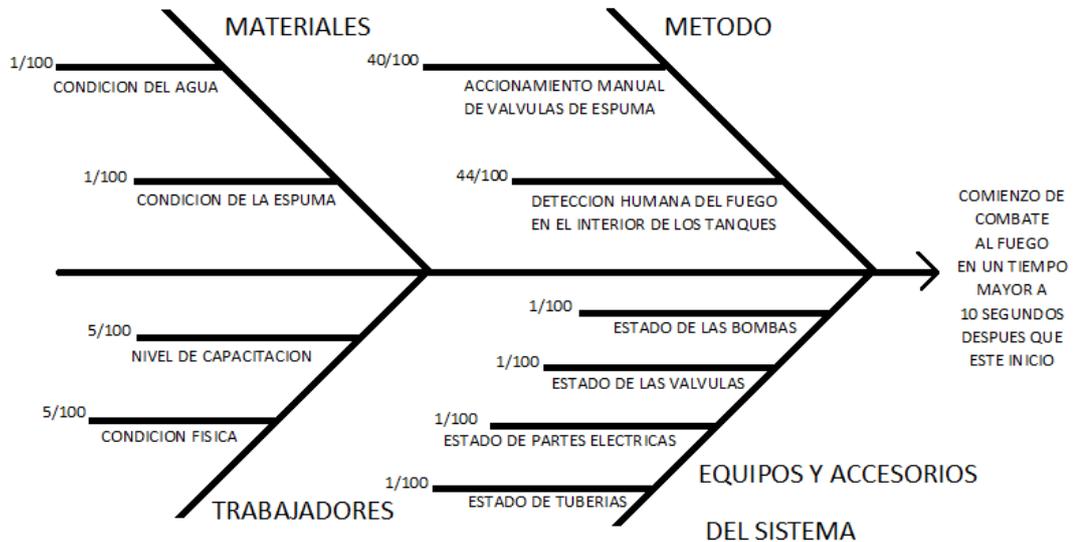
Por esta razón siempre es mejor disminuir el tiempo de reacción ante una emergencia de incendio, ya que así el riesgo de sufrir daños será menor.

## **2.9 Análisis y Priorización de Problemas**

### **2.9.1 Diagrama (Causa – Efecto)**

Este diagrama sirve para determinar las causas de un problema. Fue creado por el profesor japonés Kaoru Ishikawa en 1943, también se lo conoce como diagrama de espina de pescado. Se utilizará este diagrama como base para determinar la causa principal por la cual el sistema comienza a combatir el fuego en un tiempo mayor a 10 segundos después que este inicio.

## DIAGRAMA N° 1 CAUSA PRINCIPAL DEL PROBLEMA



Fuente: Fortidex Muelle  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

En el diagrama se ha asignado un valor a cada causa posible del problema. Para determinar en qué área esta la causa principal del problema se suma el valor total de cada área y la que tiene la mayor suma es aquella donde se encuentra la causa principal, tal como se muestra a continuación:

Materiales:  $1/100+1/100=2/100$

Método:  $40/100+44/100=84/100$

Trabajadores:  $5/10+5/10=10/10$

Equipos y Accesorios del sistema:  $1/100+1/100+1/100+1/100=4/100$

El área que presenta la mayor suma es el Método con un valor de 84/100, por lo tanto, es aquí donde está la causa principal del problema.

### 2.9.2 Evaluación del problema

El problema se debe principalmente al método empleado para detectar y controlar un incendio en los tanques de almacenamiento de

diésel, el cual es manual, no existen detectores y actuadores que hagan que el sistema funcione de una manera automática, sino que dependen de que el encargado de seguridad industrial o el brigadista se percate de que existe fuego en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel, además de la detección del fuego, las válvulas de espuma también son manuales, porque las abre el mismo trabajador, todo esto conlleva a que exista un tiempo mayor a 10 segundos para comenzar a combatir el fuego después que este inicio en una situación real de incendio.

## **2.10 Diagnóstico respecto a un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel**

El diagnóstico en el sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, es que el tiempo para comenzar a combatir el fuego después que este inicio en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel será mayor a 10 segundos.

Por lo tanto, se debe mejorar la detección y accionamiento de válvulas de espuma agregando al sistema detectores automáticos de fuego y también válvulas automáticas de espuma para así reducir el tiempo de reacción ante una emergencia de incendio a menos de 10 segundos. Además, para el mejor funcionamiento de los rociadores de agua se les adicionara válvulas automáticas que trabajen en función de la temperatura.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA

#### 3.1 Propuesta

##### 3.1.1 Prioridades a optimizar en el Sistema Actual

En el sistema contra incendio de los tanques de almacenamiento de diésel se analizó que parte del sistema es la prioridad a optimizar para detectar y comenzar a combatir el fuego en un tiempo no mayor a 10 segundos después que este inicio en el interior de los tanques de almacenamiento de diésel. Las partes del sistema que más se pueden optimizar para disminuir el tiempo en que se comienza a combatir el fuego después que este inicio serán parte de la solución total que se propondrá para mejorar el sistema y se describe en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 8**  
**PRIORIDADES A OPTIMIZAR DEL SISTEMA ACTUAL**

<b>Equipo</b>	<b>Influencia si se lo optimiza</b>
Bombas	Ninguna
Válvulas de gabinetes	Ninguna
Válvulas de espuma	Alta
Válvulas de los rociadores	Media
Detectores de fuego en interior de tanques	Muy Alta
Detector de temperatura	Media
Monitor de incendio	Ninguna
Sistema eléctrico	Ninguna
Mangueras del Gabinete	Ninguna
Tuberías	Ninguna

Fuente: Fortidex Muelle

Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

Como se observa en la tabla las partes que más influencia tienen para comenzar a combatir el fuego en un tiempo no mayor a 10 segundos después que este inicio son el detector de fuego, la válvula de espuma, el detector de temperatura y la válvula de los rociadores por lo tanto la solución total será mejorar estas partes del sistema.

### **3.1.2 Planteamiento de la alternativa de solución al problema**

La alternativa de solución que se plantea para este problema es la automatización del sistema de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, este sistema contara con los siguientes equipos:

- a) Un detector de fuego en el interior de cada tanque de almacenamiento de diésel
- b) Una electroválvula para enviar agua y espuma en cada tanque de almacenamiento de diésel
- c) Una electroválvula para enviar agua a los rociadores y que estos expulsen esta agua en el exterior de las paredes de cada tanque de almacenamiento de diésel
- d) Un detector de temperatura en la parte exterior de cada tanque de almacenamiento de diésel

### **3.1.3 Evaluación de cada equipo en el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel**

- a) La instalación de un detector de fuego en el interior de cada tanque de almacenamiento de diésel es la clave de esta propuesta porque de esta manera el sistema podrá saber cuándo existe fuego en el interior de los tanques, sin importar si el encargado de seguridad industrial o los brigadistas en el muelle se percataron del fuego, sin importar que hora del día es, sin importar que día de la semana es, sin importar que

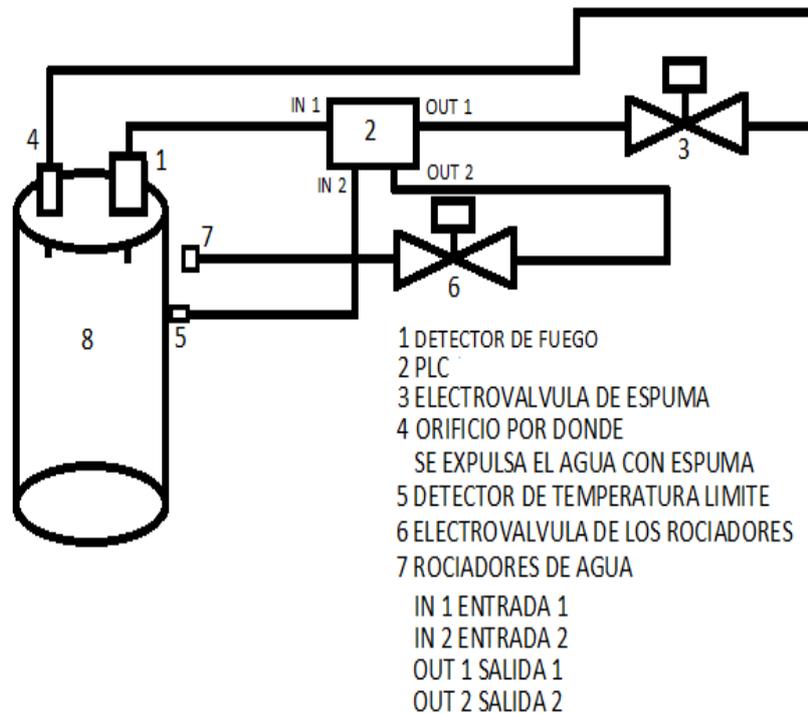
momento del año es, el sistema estará siempre revisando si existe fuego dentro del interior de los tanques de almacenamiento de diésel.

- b) La instalación de una electroválvula para que se pueda combinar el agua y la espuma es otra parte clave de la propuesta ya que así el sistema hará que el agua con espuma se expulse automáticamente hacia el interior de los tanques, sin necesidad de que el encargado de seguridad industrial o los brigadistas en el muelle estén pendiente de abrir las válvulas manuales de espuma, estas electroválvulas solo necesitaran la señal que provendrá del detector de fuego.
- c) La instalación de un detector de temperatura en las paredes de cada tanque de almacenamiento de diésel es importante porque el sistema podrá saber cuándo existe una alta temperatura, sin necesidad de que el encargado de seguridad industrial o los brigadistas en el muelle estén pendiente de que tan caliente está el ambiente alrededor de los tanques.
- d) La instalación de una electroválvula para enviar agua a los rociadores de cada tanque de almacenamiento de diésel es importante ya que a altas temperaturas el sistema enviara automáticamente agua a las paredes de los tanques sin necesidad de que el encargado de seguridad industrial o los brigadistas del muelle abran las válvulas manuales de los rociadores, estas electroválvulas solo necesitaran la señal que vendrá del detector de temperatura.

#### **3.1.4 Representación gráfica del sistema automático de control de incendio en un tanque de almacenamiento de diésel**

Tanto para el tanque 1 como para el tanque 2 los equipos se conectarán de la misma manera, una forma gráfica que representa esta conexión es la siguiente:

**IMAGEN Nº 24**  
**CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE LOS**  
**TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL**



Fuente: Investigación directa  
 Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

En el grafico se puede observar un plc, donde también se lo pudo haber sustituido por un relé y un temporizador, pero es más conveniente el plc porque la mayoría de las marcas y modelos traen estas dos capacidades en un solo equipo, además tiene la ventaja de poder realizar un sistema automático más sofisticado, sin necesidad de cambiar el equipo en el futuro.

### 3.1.5 Secuencia de funcionamiento del sistema automático de control de incendio en un tanque de almacenamiento de diésel

El sistema automático abrirá o cerrará válvulas según las señales que les envíen los detectores, la lógica de señales se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 9**  
**LÓGICA DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE INCENDIO**  
**DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL**

SE DETECTA FUEGO	SI	SE ABRE ELECTROVALVULA DE ESPUMA Y SE CIERRA CIERTO TIEMPO DESPUES DE QUE SE HA DEJADO DE DETECTAR FUEGO			
	NO	PERMANECE CERRADA ELECTROVALVULA DE ESPUMA	SE DETECTA TEMPERATURA LIMITE EN EL EXTERIOR DE LA PARED DEL TANQUE	SI	SE ABRE ELECTROVALVULA DE LOS ROCIADORES
				NO	LAS DOS ELECTROVALVULAS PERMANECEN CERRADAS

Fuente: Investigación directa  
 Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

El tiempo que el sistema seguirá expulsando agua con espuma después de que se dejó de detectar fuego en el interior del tanque será determinado por el área de seguridad industrial del muelle.

La misma lógica que se utilizara para el tanque 1, también se utilizara para el tanque 2.

### **3.1.6 Funcionamiento del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel**

La automatización del sistema funciona con el mismo procedimiento tanto para el tanque 1 como para el tanque 2 y se lo ha dividido en dos partes.

#### **La primera consiste en lo siguiente:**

Quando existe fuego en el interior del tanque de almacenamiento de diésel, el detector de fuego enviara una señal digital de 24vdc hacia un relé

y este permitirá el paso de la corriente con el voltaje correspondiente hacia la electroválvula de espuma para que se expulse la mezcla de agua y espuma hacia el interior de los tanques y producir la extinción del fuego.

**La segunda parte consiste en lo siguiente:**

Cuando la temperatura está muy alta el detector de temperatura enviara una señal de 24vdc a un relé y este permitirá el paso de la corriente con el voltaje correspondiente hacia la electroválvula de los rociadores para que estos expulsen agua hacia las paredes de los tanques de almacenamiento de diésel.

Esta temperatura límite a la que se debe expulsar agua en el exterior de las paredes de los tanques de almacenamiento de diésel será determinada por el encargado de seguridad industrial. Los rociadores seguirán expulsando agua aun si la temperatura limite ha bajado, esto funcionara así por un cierto tiempo que se contara a partir del instante en que la temperatura descendió de su nivel limite, después de ese tiempo la temperatura debe haber bajado considerablemente. Este tiempo también será determinado por el encargado de seguridad industrial.

Tanto para la conexión entre el detector de fuego y las electroválvulas de espuma como para la conexión entre el detector de temperatura y las electroválvulas de los rociadores se colocarán un relé como un dispositivo de seguridad.

Es importante indicar que cuando se expulse la mezcla de agua con espuma hacia el interior del tanque del almacenamiento de diésel, el sistema seguirá expulsando esta mezcla por un cierto tiempo después de que ha dejado de recibir señal de que existe fuego, se lo planifica así para una mayor seguridad. Este tiempo también será determinado por el área de seguridad industrial del muelle.

Exactamente con la misma manera de trabajo de los equipos se lo hará tanto para el tanque 1 como para el tanque 2, existirá un equipo para cada tanque, por lo tanto, para el sistema automático de control de incendio existirán:

- a) 1 detector de fuego para cada tanque, en total serian 2.
- b) 1 electroválvula de espuma para cada tanque, en total serian 2.
- c) 1 detector de temperatura para cada tanque, en total serian 2.
- d) 1 electroválvula del rociador para cada tanque, en total serian 2.

Instalar este sistema automático no significa que se va a quitar el sistema manual de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel, ambos sistemas quedaran instalados, se lo realizara así debido a que si por alguna circunstancia el sistema automático llegara a fallar el sistema manual quedaría como respaldo para usarlo.

Jamás el sistema automático mantendrá activadas las electroválvulas de espuma al mismo tiempo que las electroválvulas de los rociadores, si se accionan unas no se accionaran las otras y tendrán prioridad la electroválvulas de espuma, si es que el detector de fuego en el interior de los tanques envía la señal de activarse a una de las electroválvulas de espuma esta se activara y hará que se expulse la mezcla de agua y espuma hacia el interior de los tanques y en esta circunstancia las electroválvulas de los rociadores no se activaran, así sea que el detector de temperatura haya enviado la señal de que se llegó a la temperatura limite en las paredes de los tanques, esto se lo diseña así porque si existe diésel con fuego en el interior y también en las paredes exteriores de los tanques, no es conveniente agregarle agua, ya que empeoraría las cosas, de tal manera que si el sistema automático combate el fuego en el interior de los tanques, el encargado de seguridad industrial o los brigadistas deberán ir a abrir las válvulas manuales de los rociadores observando que no existe diésel con fuego en las paredes exteriores de los tanques de

almacenamiento de diésel, en caso de haberlo el trabajador no deberá abrir ni las válvulas manuales de los rociadores ni el monitor de incendio.

Cada electroválvula de espuma puede accionarse independientemente de la otra, es decir si en el interior de un tanque se produce fuego solo se activará la electroválvula correspondiente a este tanque y la otra permanecerá sin activarse.

Está diseñado así para que en una emergencia de incendio se expulse agua y espuma solamente al interior del tanque donde existe fuego, porque si se expulsara la mezcla de agua y espuma al interior de los dos tanques a la vez cuando solo existe fuego en el interior de uno de ellos, el diésel que se encuentra en el interior del tanque que no tenía fuego ya no se podrá utilizar y tendrá que enviarse a una empresa que le quite la mezcla de agua y espuma, como el diésel de los tanques se enviaría a una empresa externa para que realice este proceso, se perdería tiempo mientras se transporta el diésel desde los tanques hacia esta empresa y mientras regresa el diésel de ella. Si el diésel que se encuentra en el interior de un tanque de almacenamiento no tiene fuego, no hay necesidad de expulsarle la mezcla de agua y espuma, por la pérdida de tiempo que provocaría esto.

Por esta razón el sistema solo enviara la mezcla de agua y espuma al interior del tanque de almacenamiento de diésel donde se esté generando fuego y así evitar que en el otro tanque que no tiene fuego en su interior se combine el diésel con la mezcla de agua y espuma sin necesidad de hacerlo.

Es importante aplicar una norma de revisión y uso del sistema para que este funcione correctamente y siempre esté listo para combatir el fuego en cualquier instante y momento del año sin importar si es feriado, si es domingo, si no hay trabajadores en el muelle, siempre el sistema automático estará listo para combatir una emergencia de incendio.

### **3.1.7 Normas que se deberán emplear cuando se instale el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel**

#### **3.1.7.1 Norma de uso del sistema automático de control de incendio**

Cuando exista una emergencia de incendio se recomienda lo siguiente:

Si llegara a existir fuego en el interior de los tanques de almacenamiento y aun así el sistema automático de control de incendios lo está combatiendo, el brigadista inmediatamente se percate del evento debe observar y verificar que el sistema está controlando el fuego satisfactoriamente, además de que el u otra persona deberá accionar la alarma contra incendios y estar muy pendiente si es necesario llamar al cuerpo de bomberos de la zona.

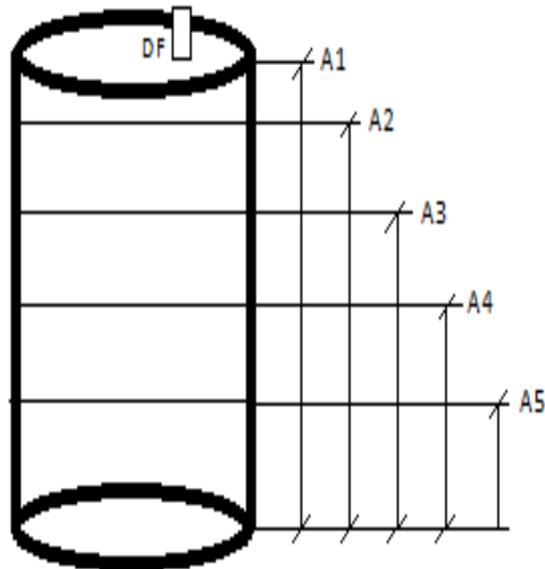
#### **3.1.7.2 Norma de revisión del sistema automático de control de incendio**

Se recomienda realizar una prueba cada seis meses, la cual se ha dividido en dos partes.

##### **La primera parte de la prueba consistirá en lo siguiente:**

Con el tanque vacío y el sistema sin agua en sus tuberías se desmontará el equipo detector de fuego y la electroválvula correspondiente a ese detector y sin desconectar los cables entre ambos, fuera del tanque se le acercara al sensor del detector de fuego una pequeña cantidad controlada de fuego que no dure más de un minuto, a cinco medidas diferentes, estas serán aquellas en la cual el diésel se va a encontrar con respecto al sensor del detector de fuego.

## IMAGEN N° 25 ALTURAS DEL TANQUE



Fuente: Investigación directa  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

En la imagen anterior se indican diferentes alturas, donde cada una se mide desde el fondo interior del tanque hacia arriba.

Cada altura tiene la siguiente medida:

- A1=Altura a la que se encuentra ubicado el sensor del detector de fuego
- A2=Altura máxima de almacenamiento del diésel
- A3=Altura que puede tener cualquier valor menor que A2 y mayor a A4
- A4=Mitad de A2
- A5=Altura que puede tener cualquier valor menor que A2 y mayor que 0

En la parte superior del tanque está colocado el detector de fuego, el cual se simboliza con las letras DF.

Se comprobará que la electroválvula de espuma se abra cuando el detector se encuentre de la pequeña cantidad controlada de fuego en las medidas siguientes:

**CUADRO N° 10**  
**PRUEBA DE COMPROBACIÓN DEL DETECTOR DE FUEGO**

Prueba	Medida
1	A1-A2
2	A1-A3
3	A1-A4
4	A1-A5
5	A1

Fuente: Investigación directa  
Elaborado por: Delgado Vélez Gabriel José

Después de comprobar que el detector de fuego y la electroválvula de espuma trabaja a estas alturas correctamente se volverá a montar el equipo en el mismo estado en que se encontraba y se continuara con una inspección visual rigurosa en el área para verificar que todo se encuentra correctamente instalado.

Esto se la realizara de la misma manera en el tanque 1 como en el tanque 2.

**La segunda parte de la prueba consistirá en lo siguiente:**

Con el tanque vacío, el detector de temperatura y la electroválvula de los rociadores desmontados se conectará el detector en un rectángulo pequeño y portátil del mismo material que el del tanque luego se calentará un poco de manera lenta y controlada este rectángulo, midiendo como va subiendo la temperatura, cuando esta llegue a su valor límite, se comprobara como la electroválvula de los rociadores correspondiente a este detector se abre.

También se debe comprobar que en el instante en que la temperatura limite comienza a disminuir el tiempo que transcurre para que esta electroválvula se vuelva a cerrar sea aquel tiempo que determino el encargado de seguridad industrial.

Después de comprobar que el detector de temperatura y la electroválvula de los rociadores trabajan correctamente, se volverá a montar el equipo como estaba antes de la revisión, una vez instalado el equipo se hará una inspección visual rigurosa en el área para verificar que todo se encuentre correctamente instalado.

Esto se lo realizara de la misma manera para el tanque 1 como para el tanque 2.

La revisión del funcionamiento de los equipos debe realizarse con la debida precaución y con la persona de seguridad industrial correctamente capacitada para realizar estas tareas.

Los resultados de la revisión del funcionamiento de los equipos deberán anotarse y registrarse en un reporte, si no existe novedad alguna se dejarán los equipos en su mismo estado, pero si se identificó algo que haya cambiar o corregir, se lo hará inmediatamente.

Se probará cada seis meses si los equipos funcionan exactamente como lo deben hacer y se hará una rigurosa inspección visual del sistema para verificar que se encuentra correctamente instalado, si es así se da por terminada la prueba y se concluye que el sistema está preparado para combatir de manera óptima una emergencia de incendio, sino es el caso, se deberá corregir o cambiar inmediatamente lo que esté afectando al sistema. Adicionalmente se deberá realizar la revisión eléctrica respectiva.

### **3.1.8 Ventajas del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel sobre el sistema actual**

La ventaja principal del sistema automático de control de incendios sobre el sistema actual es que nunca necesitara que un brigadista u otra persona de la planta estén pendiente de algún detalle para que este

sistema funcione ante una emergencia de incendio. No importa que día o qué momento del año sea, el sistema automático siempre estará listo para combatir una emergencia de incendio, las 24 horas del día y todos los días del año.

### 3.2 Análisis Costo-Beneficio

#### 3.2.1 Impacto económico y humano en un incendio causado en los tanques de almacenamiento de diésel

Si se llegase a incendiar todo el muelle, las pérdidas materiales serían por un valor igual o mayor a 300000 dólares de los Estados Unidos de Norteamérica un incendio podría herir o quitar la vida a las personas ya sea por el propio fuego que saldría del incendio del tanque o por el humo de este, que afecta la respiración y también por las explosiones que podrían suceder de equipos y otras sustancias que se encuentren cerca.

#### 3.2.2 Costos de la alternativa de solución

La solución tiene el siguiente costo:

**CUADRO N° 11**  
**COSTO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE INCENDIO DE**  
**LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL**

Elemento del sistema	Costo	Cantidad de equipos	Costo total en equipos
Detector de flama	20000	2	40000
Detector de temperatura	1000	2	2000
Electroválvula para el agua con la espuma	10000	2	2000
Electroválvula para los rociadores	1000	2	2000
Cables, contactores, relé, tuberías, accesorios y varios	1000	2	2000
Mano de obra		2500	2500
Costo Total del Sistema			50500

Fuente: Investigación directa

Elaborador por: Delgado Vélez Gabriel José

Todos los precios que se encuentran en la tabla anterior están en dólares de los estados unidos de Norteamérica. Estos precios son un promedio del mercado actual y con el tiempo pueden cambiar de valor.

### 3.2.3 Relación Costo-Beneficio

Para analizar si el costo beneficio de un sistema es viable, realizamos la ecuación siguiente:

Viabilidad=Valor de lo que se perdería-Costo de lo que cuesta el sistema

Si esto es mayor a 0, instalar este sistema es viable, si es menor a 0 no es viable.

Calculo para el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel:

$$\text{Viabilidad}=300000-50500=249500$$

Debido a que un incendio en los tanques de almacenamiento de diésel puede ocurrir en cualquier instante, en un solo día se puede perder la cantidad de 300000 dólares en bienes materiales, significa que cada día que no ocurra un incendio, será un día que no se perdió esa cantidad de dinero, por lo tanto, el retorno de inversión será menor a un año. Generalmente en la instalación de un sistema se desea que el retorno de inversión sea lo más rápido posible, que en promedio es máxima de 2 años.

Entonces instalar un sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel es totalmente viable según la relación costo-beneficio.

### **3.3 Conclusiones y Recomendaciones**

#### **3.3.1 Conclusiones**

Se concluye que es eficiente y conveniente instalar el sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel adicional al manual, porque de esta forma se obtendrá una reacción de combate al fuego en menos 10 de diez segundos después que este inicio.

#### **3.3.2 Recomendaciones**

No confiarse solo del sistema automático, sino que darles también una revisión a los tanques de almacenamiento de diésel, de manera manual cada cierto tiempo para una mejor comprobación de la seguridad del área.

Colocar una alarma que funcione con la salida de 24 vdc de los detectores de fuego de los tanques de almacenamiento de diésel, porque si existe fuego en el interior de alguno de los tanques, no solo lo sabrá el sistema en ese instante, sino que con la alarma también lo sabrán el encargado de seguridad industrial, los brigadistas y todos los trabajadores de la planta.

Revisar técnicamente los equipos y hacer las pruebas correspondientes según las normas, para verificar que el sistema funciona bien y que estará listo para combatir de manera óptima una emergencia de incendio.

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1**  
**ARTÍCULO DE LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL**  
**ECUADOR**

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

1. El Estado impulsará el pleno empleo y la eliminación del subempleo y del desempleo.
2. Los derechos laborales son irrenunciables e intangibles. Será nula toda estipulación en contrario.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales,

| 151 |

reglamentarias o contractuales en materia laboral, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a las personas trabajadoras.

4. A trabajo de igual valor corresponderá igual remuneración.
5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

**ANEXO N° 2**  
**ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS**  
**TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE**  
**TRABAJO**

Art. 149. **INSTALACIONES Y EQUIPOS INDUSTRIALES.**- En los locales de trabajo especialmente expuestos a riesgos de incendios se adoptarán las siguientes disposiciones:

1. No deberán existir hornos, calderos ni dispositivos similares de fuego libre.
2. No se empleará maquinaria, elementos de transmisión, aparatos o útiles que produzcan chispas o calentamientos capaces de originar incendios por contacto o proximidad con sustancias inflamables.
3. Las tuberías de conducción de fluidos peligrosos o de altas temperaturas serán completamente herméticas y están construidas y revestidas de material resistente a roturas, refractario y resistente a la corrosión.

Art. 150. **SOLDADURA U OXICORTE.**- Las operaciones de soldadura u oxicorte se acompañarán de especiales medidas de seguridad, despejándose o cubriéndose adecuadamente los materiales combustibles próximos a la zona de trabajo.

Art. 151. **MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS INFLAMABLES.**- Se observarán las reglas siguientes:

1. Siempre que se lleven a cabo reacciones químicas en las que se desprenda una elevada cantidad de calor, se establecerá la protección adecuada.
2. Los almacenamientos de productos de elevada reactividad entre sí, se dispondrán en locales diferentes o debidamente separados.
3. Se prohíbe la práctica de reacciones explosivas no controladas.

---

4. Se prohíbe el vertido incontrolado o conducciones públicas o privadas de sustancias inflamables.

5. Cuando se produzca un derrame de sustancias inflamables se tomarán adecuadas medidas de seguridad.

---

6. Prohíbese fumar, encender llamas abiertas, utilizar aditamentos o herramientas capaces de producir chispas cuando se manipulen líquidos inflamables.

Art. 152. RESIDUOS.- Siempre que se produzca residuos que puedan originar un incendio se instalarán recipientes contenedores, cerrados e incombustibles, para depositarlos en ellos.

Cuando estos residuos puedan reaccionar entre sí, se dispondrán recipientes contenedores diferentes, señalizados adecuadamente.

Estos recipientes se vaciarán con la frecuencia adecuada, manteniéndose en buen estado de conservación y limpieza.

Art. 153.- ADIESTRAMIENTO Y EQUIPO.-

1. Todos los trabajadores deberán conocer las medidas de actuación en caso de incendio, para lo cual:

- a) Serán instruidos de modo conveniente.
- b) Dispondrán de los medios y elementos de protección necesarios.

2. El material destinado al control de incendios no podrá ser utilizado para otros fines y su emplazamiento, libre de obstáculos, será conocido por las personas que deban emplearlo, debiendo existir una señalización adecuada de todos los elementos de control, con indicación clara de normas y operaciones a realizar.

3. Las bocas de incendios dispuestas en cualquier local con riesgo de incendio, serán compatibles en diámetro y acoplamiento con el material utilizado por las entidades de control de incendios, de la zona donde se ubique el local, disponiéndose en caso contrario de elementos adaptadores, en número suficiente, y situados de modo visible en las proximidades de la boca de incendios correspondiente.

4. Todo el personal en caso de incendio está obligado a actuar según las instrucciones que reciba y dar la alarma en petición de ayuda.

## Capítulo II

### INSTALACIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Art. 154. En los locales de alta concurrencia o peligrosidad se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuente de suministro.

#### 1. Equipo de control y señalización.

Estará situado en lugar fácilmente accesible y de forma que sus señales puedan ser audibles y visibles. Estará provisto de señales de aviso y control para cada una de las zonas en que haya dividido la instalación industrial.

#### 2. Detectores.

Situados en cada una de las zonas en que se ha dividido la instalación. Serán de la clase y sensibilidad adecuadas para detectar el tipo de incendio que previsiblemente pueda

conducir cada local, evitando que los mismos puedan activarse en situaciones que no correspondan a una emergencia real.

Los límites mínimos referenciales respecto al tipo, número, situación y distribución de los detectores son los siguientes:

- a) Detectores térmicos y termovelocimétricos: 1 detector al menos cada 30 metros cuadrados e instalados a una altura máxima sobre el suelo de 7,5 metros.
- b) Detectores de humos: 1 detector al menos cada 60 metros cuadrados en locales de altura inferior o igual a 6 metros y cada 80 metros cuadrados si la altura fuese superior a 6 metros e inferior a 12 metros.
- c) En pasillos deberá disponerse de un detector al menos cada 12 metros cuadrados.

#### 3. Fuente de suministro de energía.

La instalación estará alimentada como mínimo por dos fuentes de suministros, de las cuales la principal será la red general del edificio. La fuente secundaria de suministro dispondrá de una autonomía de 72 horas de funcionamiento en estado de vigilancia y de una hora en estado de alarma.

## Capítulo III

### INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Art. 155. Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.

Art. 156. BOCAS DE INCENDIO.- Estarán provistos de los elementos indispensables para un accionamiento efectivo, de acuerdo a las normas internacionales de fabricación.

La separación máxima entre dos bocas de incendio equipadas será de 50 metros.

#### 1. Red de agua

Será de acero, de uso exclusivo para instalaciones de protección contra incendios y protegida contra acciones mecánicas en los puntos en que se considere necesario.

#### 2. Fuente de abastecimiento de agua

Siempre existirá un depósito adicional con capacidad suficiente y equipos de bombeo adecuados, abastecido por dos fuentes de suministro, en previsión de desabastecimiento de la red pública de agua. Los equipos eléctricos de bombeo contarán igualmente con dos fuentes de abastecimiento de energía, con conmutador de acción automática.

Art. 157. HIDRANTES DE INCENDIOS.- Se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante. Dispondrán de válvulas de cierre de tipo compuesto o bola. Estarán situados en lugares fácilmente accesibles y debidamente señalizados.

Art. 158. COLUMNA SECA.- Será recomendable la instalación de columnas secas formadas por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio se dirige por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en cada piso y toma de alimentación en la fachada para conexión a un tanque con equipo de

bombeo que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios. La tubería será de acero.

Art. 159. EXTINTORES MÓVILES.

1. Los extintores se clasifican en los siguientes tipos en función del agente extintor:

- Extintor de agua
- Extintor de espuma
- Extintor de polvo
- Extintor de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>)
- Extintor de hidrocarburos halogenados
- Extintor específico para fugas de metales

La composición y eficacia de cada extintor constará en la etiqueta del mismo.

2. (Sustituido por el Art. 59 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se instalará el tipo de extinguidor adecuado en función de las distintas clases de fuego y de las especificaciones del fabricante.

3. (Sustituido por el Art. 59 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Clasificación y Control de Incendios. Se aplicará la siguiente clasificación de fuegos y los métodos de control señalados a continuación:

CLASE A: Materiales sólidos o combustibles ordinarios, tales como: viruta, papel, madera, basura, plástico, etc. Se lo representa con un triángulo de color verde.

Se lo puede controlar mediante:

- enfriamiento por agua o soluciones con alto porcentaje de ella como es el caso de las espumas.
- polvo químico seco, formando una capa en la superficie de estos materiales.

CLASE B: Líquidos inflamables, tales como: gasolina, aceite, grasas, solventes. Se lo representa con un cuadrado de color rojo.

Se lo puede controlar por reducción o eliminación del oxígeno del aire con el empleo de una capa de película de:

- polvo químico seco
- anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>)
- espumas químicas o mecánicas
- líquidos vaporizantes.

La selección depende de las características del incendio.

NO USAR AGUA en forma de chorro, por cuanto puede desparramar el líquido y extender el fuego.

CLASE C: Equipos eléctricos "VIVOS" o sea aquellos que se encuentran energizados. Se lo representa con un círculo azul.

Para el control se utilizan agentes extinguidores no conductores de la electricidad, tales como:

- polvo químico seco
- anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>)
- líquidos vaporizantes.

NO USAR ESPUMAS O CHORROS DE AGUA, por buenos conductores de la electricidad, ya que exponen al operador a una descarga energética.

CLASE D: Ocurren en cierto tipo de materiales combustibles como: magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, litio, aluminio o zinc en polvo. Se lo representa con una estrella de color verde.

Para el control se utilizan técnicas especiales y equipos de extinción generalmente a base de cloruro de sodio con aditivos de fosfato tricálcico o compuesto de grafito y coque.

NO USAR EXTINGUIDORES COMUNES, ya que puede presentarse una reacción química entre el metal ardiendo y el agente, aumentando la intensidad del fuego.

4. Los extintores se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales, en lugares de fácil visibilidad y acceso y a altura no superior a 1.70 metros contados desde la base del extintor.

Se colocarán extintores adecuados junto a equipos o aparatos con especial riesgo de incendio, como transformadores, calderos, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control.

Cubrirán un área entre 50 a 150 metros cuadrados, según el riesgo de incendio y la capacidad del extintor.

En caso de utilizarse en un mismo local extintores de diferentes tipos, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre la carga de los mismos.

**Fuente: Investigación directa**

**Elaborador por: Delgado Vélez Gabriel José**

**ANEXO N° 3**  
**ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y**  
**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

**34 -- Edición Especial N° 114 -- REGISTRO OFICIAL -- Jueves 2 de Abril del 2009**

- a) Deben ser, sector de incendio independiente, respecto del resto de la edificación cuando su superficie útil sea superior a 50m<sup>2</sup>, con elementos de segmentación con un RF-120;
- b) En cualquier caso la estructura debe ser con un RF-120;
- c) El grado de reacción al fuego exigible a los materiales de revestimiento, en suelos, paredes y techos, debe ser M0, como máximo; y,
- d) Cuando el combustible utilizado sea gas, se debe disponer de sistema de detección de gas, o dispositivos para ventilación como establece la norma NTE - INEN 2260.

**Art. 252.-** En los locales destinados a este uso, no podrán realizarse actividades de las clasificadas como peligrosas, quedando como responsabilidad absoluta para el propietario del local o su administrador, la inobservancia de estas disposiciones y las sanciones correspondientes.

**Art. 253.-** El nivel de estos establecimientos deben ser menores a cuatro metros (4 m), contados desde el punto medio de la rasante y estarán divididos en sectores de incendio de superficie máxima de quinientos metros cuadrados (500 m<sup>2</sup>).

Los establecimientos proyectados a altura superior, requerirán informe previo y podrán ser objeto de medidas de seguridad complementarias.

El mobiliario de estos locales debe distribuirse de tal forma que dejen libres las vías de circulación hacia las salidas.

**Art. 258.-** Aquellos edificios industriales o fabriles que a la expedición del presente reglamento se encuentran en funcionamiento, deben cumplir con todas las normas de seguridad contra incendios que se detallan a continuación; y, en cuanto a aquellas que estructural o constructivamente sean impracticables pueden ser reemplazados por medidas adicionales o complementarias que, previa aceptación del Cuerpo de Bomberos, sustituyan eficientemente a las exigidas.

**Art. 259.-** En toda actividad, se tomarán las medidas necesarias para evitar escapes de líquidos inflamables hacia los sumideros de desagües.

**Art. 260.-** Todos los productos químicos peligrosos que puedan reaccionar y expeler emanaciones peligrosas, causar incendios o explosiones, serán almacenados separadamente en recipientes adecuados y señalizados de acuerdo a la norma NTE - INEN 2266. Igual tratamiento se dará a los depósitos de basura orgánica.

**Art. 261.-** En todo edificio destinado a labores industriales o fabriles contará con depósitos de reserva de agua consistente en:

- a) Reserva de agua exclusiva contra incendios en un volumen mínimo de abastecimiento de 60 minutos, para la estimación del cálculo se considerará el empleo de dos (2) BIE de uso simultáneo;
- b) Sistema de presurización, con doble fuente energética, que asegure una presión mínima de 5Kg/cm<sup>2</sup>;
- c) Una red de agua contra incendios, cuya tubería central o principal tenga un diámetro de 3 pulgadas (75 mm), construida de hierro galvanizado ASTM 120 cédula 40;

**Art. 254.-** Todos los establecimientos sobre y bajo rasante cuya superficie sea igual o menor a doscientos ( $200 \text{ m}^2$ ) deben contar al menos con una puerta adicional de emergencia exceptuándose los locales que dispongan puertas de acceso mayores a 1.20m y en los casos de superficies mayores se colocarán puertas adicionales por cada doscientos metros cuadrados ( $200 \text{ m}^2$ ) que accedan a una o varias vías de evacuación.

**Art. 255.-** En este tipo de establecimiento se dispondrá de alumbrado de emergencia, señalización y vías libres de circulación a las salidas.

**Art. 256.-** En estos establecimientos existirán las siguientes instalaciones de protección:

- a) Extintores portátiles (20 lbs. de agente extintor por cada doscientos metros cuadrados  $200 \text{ m}^2$ ); y,
- b) Bocas de Incendio Equipadas (BIE) en aquellos de superficie mayor de quinientos metros cuadrados ( $500 \text{ m}^2$ ).

**Art. 257.-** Todo establecimiento que tenga más de doscientos metros cuadrados ( $200 \text{ m}^2$ ), debe contar con un plan de auto protección, mapa de riesgos, recursos y evacuación en caso de incendios, bajo la responsabilidad del representante legal con la constatación del Cuerpo de Bomberos de la jurisdicción.

#### **EDIFICIOS INDUSTRIALES O FABRILES**

d) Derivaciones hasta las "tomas de agua para incendios" o "salidas de incendios" terminadas es rosca del tipo macho NST y válvula de paso; y,

e) Junto a las salidas de agua o unidad a ésta existirá un tramo de manguera de incendios de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas (63.5mm) de diámetro por 15 m de largo y en su extremo un pitón o boquilla regulable, de acuerdo al artículo 34 de este reglamento.

**Art. 262.-** La distancia entre las bocas de fuego, en ningún caso excederá de treinta metros (30m), en referencia al artículo 34, y el número de bocas de fuego se determinará tomando en cuenta la longitud perimetral, sean estas laterales y/o frontales.

**Art. 263.-** Las edificaciones de este uso que empleen estructura metálica, deben contar con un sistema de descargas estáticas atmosféricas (pararrayos), y debe garantizar un RF-120 y presentar certificaciones de la soldadura de acuerdo a la norma AWS D1.1.

**Art. 264.-** Todo establecimiento que por sus características industriales o tamaño de sus instalaciones disponga de más de 25 personas en calidad de trabajadores o empleados, deben organizar una BRIGADA DE SUPRESION DE INCENDIOS, periódica y debidamente entrenada y capacitada para combatir incendios dentro de las zonas de trabajo.

**Art. 265.-** Las construcciones de una sola planta, serán de materiales ignífugos y dotados de muros cortafuego en sus

**Edición Especial N° 114 -- REGISTRO OFICIAL -- Jueves 2 de Abril del 2009 -- 35**

colindancias, para impedir la propagación del incendio de un local a otro y que garanticen un RF-120.

**Art. 266.-** En los establecimientos de trabajo en donde el medio ambiente esté cargado de partículas de algodón, fibras combustibles, vapores inflamables, emanaciones de polvo, etc. se instalarán sistemas de limpieza del medio ambiente o sistemas de rociadores para el tratamiento de humedad relativa o instalación de barras de descarga estática.

**Art. 267.-** Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aún cuando no exista personal o fluido eléctrico.

**Art. 268.-** Las materias primas y productos químicos que ofrezcan peligro de incendio, deben mantenerse en depósitos ignífugos, aislados y en lo posible fuera de lugar de trabajo, debiendo disponerse de estos materiales únicamente en las cantidades necesarias para la elaboración del producto establecidas en la hoja de seguridad MSDS.

**Art. 269.-** Los depósitos de sustancias peligrosas que puedan causar explosiones, desprendimientos de gases o derrame de líquidos inflamables, deben ser instalados a nivel de suelo y en lugares especiales a prueba de fuego. No deben estar situados debajo de áreas de trabajo o habitaciones.

**Art. 270.-** Las sustancias inflamables como: grasas, aceites o sustancias fácilmente combustibles, deben recogerse en recipientes metálicos de cierre hermético y ser almacenados en compartimentos ignífugos.

equipos, sistemas e implementos de protección contra incendios, los mismos que deben estar reglamentariamente señalizados de acuerdo a la norma NTE INEN 439.

**Art. 275.-** Todo establecimiento industrial y fabril contará con el personal especializado en seguridad contra incendios y proporcionalmente a la escala productiva contará con una área de seguridad industrial, Comité de Seguridad y Brigada de Incendios. También se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones respecto a las salidas de escape:

- a) Ninguna parte o zona del establecimiento debe estar alejada de una salida al exterior y dicha distancia debe estar en función del grado de riesgo existente;
- b) Cada piso debe por lo menos disponer de dos salidas suficientemente amplias según el artículo 17 del presente reglamento;
- c) Las escaleras de madera, o caracol, los ascensores y escaleras de mano no deben considerarse como salidas de escape;
- d) Las salidas deben estar habilitadas, señalizadas e iluminadas que permitan su fácil identificación;
- e) El acceso a las salidas de escape deben mantenerse sin ningún tipo de obstáculos o elementos que impidan su libre evacuación;
- f) Las escaleras exteriores de escape para el caso de incendios, no deben dar a patios internos a corredores sin salidas; y,
- g) Ningún puesto de trabajo fijo distará más de veinte y cinco metros (25m) de una puerta o ventana que pueda ser utilizada en caso de emergencia.

**ANEXO N° 4**  
**PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS DEL**  
**SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL DE INCENDIO DE LOS**  
**TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL**

**Objetivo**

Comprobar que los equipos del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel funcionan correctamente

**Responsabilidades**

Asegurar el correcto funcionamiento de los equipos del sistema automático de control de incendio de los tanques de almacenamiento de diésel por parte del eléctrico encargado en el muelle.

**Forma de trabajo**

Se debe respetar y cumplir todas las instrucciones técnicas que el fabricante indica en el manual y también se recomienda revisar cada 6 meses lo siguiente:

- a) Desmontar el detector de fuego y medir el voltaje para comprobar si cada vez que existe fuego en el rango de distancia para el cual fue diseñado el detector este envía la señal correcta.
  
- b) Desmontar la electroválvula de espuma y medir el voltaje para comprobar si cada vez que el detector de fuego le envía una señal de activarse, está recibe la señal correcta.
  
- c) Desmontar el detector de temperatura y medir el voltaje para comprobar si cada vez que se tiene la temperatura limite, este envía la señal correcta.

- d) Desmontar la electroválvula de los rociadores y medir el voltaje para comprobar si cada vez que el detector de temperatura le envía una señal de activarse, esta recibe la señal correcta.

**Reporte del estado de los equipos**

REVISIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA AUTOMÁTICO CONTRA INCENDIO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL							
FECHA DE REVISIÓN:			NUMERO DE REPORTE:				
EQUIPO	ESTADO	PUEDA FUNCIONAR	TIENE ALGO QUE CORREGIR	ES SUGERIBLE	ES NECESARIO	ES INDISPENSABLE	ES URGENTE
OBSERVACION O COMENTARIO:							
PERSONA QUE REALIZO LA REVISION ELÉCTRICA:				RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS:			
NOMBRES Y APELLIDOS:				NOMBRES Y APELLIDOS:			
FIRMA:				FIRMA:			

Fuente: Investigación directa  
 Elaborador por: Delgado Vélez Gabriel José

## BIBLIOGRAFÍA

**Asfahl, C., & Rieske, D. W. (2010).** Seguridad industrial y administracion de la salud. Mexico: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

**Caballero, E. O. (27 de Febrero de 2008).** Química y física del Fuego. Recuperado el 04 de Diciembre de 2017, de proseguridad: <https://proseguridad.com.ve/incendios/quimica-y-fisica/>

**Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008).** Recuperado el 30 de Enero de 2018, de Asamblea Nacional República del Ecuador: [http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)

**De-Vos Pascual, J. M. (1994).** Seguridad e higiene en el trabajo. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA,S.A.

**Llanos, G. E. (11 de Noviembre de 2012).** Triangulo y Tetraedro de Fuego. Recuperado el 07 de Diciembre de 2017, de incendios en liquidos inflamables: [incendiosenliquidosinflamables.blogspot.com/2012/11/triangulo-y-tetraedro-de-fuego.html](http://incendiosenliquidosinflamables.blogspot.com/2012/11/triangulo-y-tetraedro-de-fuego.html)

**Masini, F. J. (11 de Marzo de 2013).** Análisis de Funciones: ¿Cómo funciona una Vela de Parafina? Recuperado el 17 de Diciembre de 2017, de Mudanai: <http://mudanai.blogspot.com/2013/03/analisis-de-funciones-como-funciona-una.html>

**Muñoz, J. (13 de Febrero de 2012).** La bomba Jockey, tan importante como las bombas principales. Recuperado el 17 de Diciembre de

2017, de prefire: <https://blog.prefire.es/2012/02/la-bomba-jockey-tan-importante-como-las-bombas-principales/>

**Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. (02 de Abril de 2009).** Recuperado el 30 de Enero de 2018, de Cuerpo De Bomberos Del Distrito Metropolitano De Quito: <https://bomberosquito.gob.ec/images/pdf/juridico/reglamentoprevention.pdf>

**Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo. (17 de Noviembre de 1986).** Recuperado el 30 de Enero de 2018, de Ministerio del Trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

**Vargas, K. (28 de Septiembre de 2013).** TANQUE DE ALMACENAMIENTO. Recuperado el 07 de Diciembre de 2017, de prezi: <https://prezi.com/eiq8r2kcf4mx/tanques-de-almacenamiento/>