



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**“Planeamiento preventivo del Sistema Contra Incendios
para satisfacer Decreto Supremo N.º 043-2007-EM,
Terminales del Perú de Chimbote”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Figuroa De la Cruz José Moisés (orcid.org/0000-0002-0539-5764)

Zevallos Rosales Giancarlo Aaron (orcid.org/0000-0003-2617-6787)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro Daniel (orcid.org/0000-0001-6743-6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto a nuestros Padres y hermanos, por el apoyo que nos brindaron al realizar este proyecto.

Agradecimiento

Agradecemos a los ingenieros de la empresa Petroperú, y a los docentes que conforman la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, que nos ayudaron a realizar este proyecto.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y operacionalización.....	12
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos	15
3.6 Métodos de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
4.1 Se realizó un estudio sobre el área que será afectada en caso de un incendio en un tanque de almacenamiento de combustible	17
4.2 Se determinó que tanques tendrán el 50% de anillo de enfriamiento en la superficie exterior del tanque de almacenamiento	26
4.3 Se calculó el área de enfriamiento para los tanques expuestos a la radiación térmica que deben de ser enfriados	26
4.4 Se calculó el área lateral expuesta de cada tanque expuesto por la radiación térmica	30
4.5 Se calculó el caudal de aplicación de agua de enfriamiento contra incendio del tanque expuesto a la radiación	33
4.6 Se calculó el volumen de agua contra incendio	35
4.7 Se realizó una evaluación económica del proyecto.....	38

V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	56
Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables.	56
Anexo 2 Precios unitarios de materiales	57
Anexo 3 Lista de equipos	59
Anexo 4 Ficha de registro de combustible	63
Anexo 5 decreto supremo N.º 043-2007-EM.....	64

Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.	13
Tabla 2 Características de los Tanques de Almacenamiento	14
Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
Tabla 4 Características de los Tanques de Almacenamiento	17
Tabla 5 Características de los Fluidos.....	17
Tabla 6 Características del Tanque de Almacenamiento de Agua	18
Tabla 7 Características del Motobombas	19
Tabla 8 Distancia de radiación térmica en cada tanque	20
Tabla 9 Dimensiones de cada tanque	26
Tabla 10 Áreas del tanque 100% incendiado	29
Tabla 11 Superficies expuestas a la radiación	30
Tabla 12 Áreas laterales expuestas a la radiación	32
Tabla 13 Caudales de aplicación de agua de enfriamiento	35
Tabla 14 Volumen de agua de enfriamiento	38
Tabla 15 Evaluación económica del proyecto	38

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Incendio en tanques de hidrocarburos.....	5
Figura 2 Tanque de techo fijo.....	6
Figura 3 Tanque de techo flotante.....	6
Figura 4 Tanque con anillos de enfriamientos	7
Figura 5 Tanque incendiado.....	8
Figura 6 Fases del proceso de investigación.....	11
Figura 7 Vista Satelital del Terminal de Abastecimiento Chimbote	14
Figura 8 Método de análisis	15
Figura 9 Tanques afectados por la radiación.....	22
Figura 10 Tanques afectados por la radiación.....	24
Figura 11 Tanques afectados por la radiación.....	25

Resumen

Al realizar esta investigación lo que buscaremos es mitigar un posible riesgo, controlar y contrarrestar oportuna y eficazmente situaciones de emergencia, finalmente, lo que se logrará es elaborar un plan preventivo del sistema contra incendio para satisfacer el decreto supremo N.º 043-2007-EM en Terminales Del Perú de Chimbote.

El propósito de esta investigación es de cumplir con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 sobre el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburo en el que protege la integridad de terceras personas y trabajadores con el fin de prevenir cualquier riesgo relacionado con Actividades de Hidrocarburos para avalar la continuidad de las operaciones.

El resultado de esta investigación fue que después de analizar los radios de afectación para cada tanque de almacenamiento, se concluyó que los tanques que deberían de llevar dos anillos de enfriamiento para cada cara expuesta en la superficie exterior del tanque de almacenamiento son los tanques TQ-03, TQ-14 y TQ-16. Por lo que deben contar con dos anillos de enfriamiento.

En consecuencia, el escenario de mayor riesgo viene dado por el TQ-16 por lo que el volumen de agua necesario para aminorar ese incendio sería 17 242 barriles siendo la capacidad del tanque de agua contra incendio 20 000 barriles. Entonces podríamos decir que cumple con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

Palabras Clave: Tanques de almacenamiento, Sistema Contra Incendio, caudal de agua, Decreto Supremo, Estudio de Riesgo.

Abstract

When carrying out this investigation, what we will seek is to mitigate a possible risk, control and opportunely and effectively counteract contingency situations, finally, what will be achieved is to develop a preventive plan for the fire system to satisfy Supreme Decree No. 043-2007- EM at Terminals' Peru in Chimbote.

The purpose of this investigation is to comply with the supreme decree N. ° 043-2007-EM article 91.5 on the Safety Regulations for Hydrocarbon Activities in which it protects the integrity of third parties and workers in order to prevent any risk related to Hydrocarbon Activities to guarantee the continuity of operations.

The result of this investigation was that after analyzing the radius of affectation for each storage tank, it was concluded that the tanks that should have two cooling rings for each exposed face on the outer surface of the storage tank are the TQ- 03, TQ-14 and TQ-16. So, they must have two cooling rings.

Consequently, the highest risk scenario is given by TQ-16, so the volume of water needed to reduce this fire would be 17 242 barrels, with the capacity of the fire-fighting water tank being 20,000 barrels. So, we could say that it complies with Supreme Decree N. ° 043-2007-EM article 91.5.

Keywords: Storage tanks, Fire Protection System, water flow, Supreme Decree, Risk Study.

I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación lo que se busca es cumplir con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 sobre el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburo en el que protege la integridad de terceras personas y trabajadores con el fin de prevenir cualquier riesgo relacionado con Actividades de Hidrocarburos para avalar la continuidad de las operaciones. Una buena instalación de Hidrocarburos depende básicamente de su sistema, la instalación debe estar debidamente equipada y dimensionada para controlar cualquier tipo de emergencia en cualquier situación bajo la conformidad del Estudio de Riesgo. (Osinermin, 2007 pág. 51)

Un sistema contra incendios es importante para evitar el riesgo de explosiones en algunos de los tanques de la empresa, que podría desencadenar consecuencias fatales para los trabajadores en la empresa y la población. El terminal se ha visto en la necesidad hacer un planeamiento preventivo para mejorar el sistema contra incendio para satisfacer el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 en tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos para minimizar el riesgo de incendio y explosión.

El Ministerio de Energía y Minas y Osinermin son los encargados de vigiar el acatamiento del decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 y en el caso de Terminales del Perú de Chimbote debe asegurar la disponibilidad de por lo menos 4 horas de agua bajo la normativa de riesgo. (Osinermin, 2007 págs. 1,55). Terminales del Perú de Chimbote que posee un tanque de agua con una capacidad de 20 mil barriles, mediante un estudio de riesgo, se determinó que el tanque de agua no podía abastecer por 4 horas por lo que la empresa está buscando una propuesta ante ese problema y poder cumplir con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

Formulación del problema. ¿En qué medida se podrá cumplir con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 mediante un plan preventivo del sistema contra incendios en Terminales del Perú de Chimbote?

Justificación del estudio. Para el presente trabajo de investigación se consideraron las siguientes justificaciones:

Justificación técnica. La presente investigación se va a regir de acuerdo al decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 con el cual tiene por objetivo proteger la integridad de las terceras personas y trabajadores con el fin de prevenir cualquier riesgo relacionado con las Actividades de Hidrocarburos. Además, los tanques de almacenamiento deberán de asegurar la disponibilidad de por lo menos 4 horas de agua bajo la normativa de mayor riesgo.

Justificación económica. La empresa reducirá costos porque ya no tendrá la necesidad de tener un segundo tanque de agua para mitigar un posible incendio y cumplir el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

Justificación metodológica. Esta investigación traza una línea preventiva en caso no se pueda instalar otro tanque de almacenamiento de agua, se basa en los datos que proporcionará la empresa, el estudio de riesgo y un plan de contingencia para prevenir un incendio en algún tanque de almacenamiento de hidrocarburos.

Justificación industrial y social. Al realizar esta investigación lo que buscaremos es mitigar un posible riesgo, controlar y contrarrestar oportuna y eficazmente situaciones de contingencia, finalmente, lo que se logrará es reducir el agua lo que contribuirá a la preservación del medioambiente.

La hipótesis formulada. Se logrará cumplir el decreto supremo N.º 043-2007-EM mediante un plan preventivo del sistema contra incendio en Terminales del Perú de Chimbote.

El objetivo general fue elaborar un plan preventivo del sistema contra incendio para satisfacer el decreto supremo N.º 043-2007-EM en Terminales Del Perú de Chimbote. Entre los objetivos específicos tenemos: Se realizó un estudio sobre el área que será afectada en caso de un incendio en un tanque de almacenamiento de combustible. Se determinó que tanques tendrán el 50% del anillo de enfriamiento

en la superficie exterior del tanque de almacenamiento. Se calculó el área de enfriamiento para los tanques expuestos a la radiación térmica. Se calculó el área lateral expuesta para cada tanque expuesto a la radiación térmica. Se calculó el caudal de agua de enfriamiento del tanque expuesto a la radiación. Se calculó el volumen de agua contra incendio. Se realizó una evaluación económica del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

Para este proyecto de investigación se revisaron algunos trabajos previos que se enfocaron en esta problemática en algunas empresas a nivel internacional y nacional.

A continuación, veremos a investigaciones hechas a nivel internacional.

(Bayona, 2019) en su trabajo de tesis. “Actualización de la ingeniería del Sistema de Protección contra incendios de una planta de separación y almacenamiento de petróleo”. Concluye: “Que luego de haber estudiado las normas aplicables al diseño de sistemas de protección contra incendio el autor concluye que se necesita apoyarse en fabricantes, experiencia y el análisis de riesgo”.

(Vélez, 2018) en su trabajo de tesis. “Diseño de un prototipo de sistema de red contra incendio, para la empresa industrias Morarbe S.A”. Concluye. “Un sistema de protección externo es idóneo para hacer frente en contra cualquier tipo de peligro que suceda en los tanques de almacenamiento de combustible”.

(Duarte, 2021) en su trabajo de tesis. “Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, de sistemas de protección contra incendios basado en la metodología RCM, asistido por herramienta digital, operado por la empresa Enarfire Consulting S.A.S” Concluye. “Se hace hincapié en la importancia del sistema contra incendio necesario para la perdida de bienes materiales y vidas humanas en caso de una catástrofe de incendio”.

A continuación, veremos a investigaciones hechas a nivel nacional.

(Andrinich, 2018) en su investigación, “Diseño de sistema contra incendio para 03 tanques de almacenamiento de Diesel B5 de 330,000 galones de capacidad total” Concluye. “Los estudios de riesgos son un informe adicional para evaluar un sistema contra incendio, porque indica información adicional al sistema principal de mitigación de incendio”.

(Juliano, 2019) en su investigación, “Diseño del sistema contra incendios para los tanques de almacenamiento del nuevo terminal de combustibles líquidos ubicado en la ciudad de Ilo” Concluye, “La dotación de agua contra incendio es conformada por dos tanques de almacenamiento, cada uno de 21 mil barriles, para cubrir la demanda de 35 035 barriles de agua y con ello cumple con lo establecido en el decreto supremo que dice enfriar el tanque por un periodo de 4 horas.

Existe un reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos en donde su alcance es aplicar lineamientos de seguridad para las actividades de exploración, explotación, procesamiento, refinación y transporte.

En esta investigación se rigió bajo el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5, básicamente dice que se debe de asegurar un abastecimiento de por lo menos 4 horas de agua, bajo un régimen del mayor riesgo. Esto quiere decir que necesito hacer un análisis sobre todos los tanques y determinar el mayor riesgo para la instalación. Además, lo que habla este artículo es contar con una reserva de agua de al menos 4 horas en base al máximo riesgo posible y una hora de red pública con una capacidad superior al máximo riesgo posible de la instalación.

Un sistema de protección se compone por un conjunto de equipamientos integrados en una construcción, hoy por hoy están regulados por el Código Técnico de la Edificación. La protección contra incendio se constituye por dos protecciones. Protección pasiva: Fundamentalmente están diseñadas a reducir la propagación de las llamas y humos a lo largo de una construcción y permite la rápida evacuación. Protección activa: Están diseñados para garantizar que cualquier

amago de incendio se extinga lo más rápido posible y así evitar que se propague por el edificio.

Causas de un incendio: Son diversas las causas de incendio pueden ser de las siguientes formas: Incendio originado por colisión contra camión hidrante o alguna parte del Terminal. Presencia de una fuente de ignición frente a algún derrame de conexiones, tuberías o tanques.

Bajo el punto de vista que los hidrocarburos líquidos constituyen una fuente importante del material combustible en un incendio, se tiene la siguiente clasificación de los incendios: Incendio Tipo Piscina No Confinada (Pool Fire no confinado), que tiene como origen el derrame de combustible en un área no limitada, es decir, el producto derramado podrá esparcirse sin límites debido a que es un área libre. Incendio Tipo Piscina Confinada (Pool Fire confinado), que tienen como origen el derrame de combustible en un área limitada.

Figura 1 Incendio en tanques de hidrocarburos



Fuente: www.bbc.com

Tanques de almacenamiento: Los tanques de almacenamiento están contruidos de diversos materiales y por lo habitual tienen forma de cilindro. Los tanques se pueden clasificar según su presión con la que un fluido puede trabajar y estas son:
Tanques atmosféricos: Son utilizados para proteger los fluidos como el agua e hidrocarburos, por consiguiente, es importante definir qué tipo de techo es, tipo fijo o flotante.

Tanque Techo Fijo: Se usan para reunir fluidos de presiones bajas como petróleo crudo y agua, apropiado para liberar las presiones ocasionadas por los fluidos.

Figura 2 Tanque de techo fijo



Fuente: www.ingenieriadepetroleo.com

Tanque de techo flotante: Estos tanques se diseñan para almacenar fluidos muy inestables como alcohol, gasolinas, etc. Son considerados altamente peligrosos para el medio ambiente.

Figura 3 Tanque de techo flotante



Fuente: www.plaremesa.net

Anillos de enfriamiento: Es un circuito cerrado de tuberías con la finalidad de distribuir agua y minimizando riesgos específicos. Por sus propiedades físicas y capacidad refrigerante el agua es el material más utilizado para la protección contra incendios en las instalaciones.

Durante un incendio la cubierta de un contenedor atmosférico que está en contacto directo con la llama o por radiación de un fuego adyacente puede absorber una cantidad de calor suficientemente alta como para causar una falla de calentamiento y/o encender su contenido.

En estos casos la zona de vapor del tanque es la más importante y las áreas a las que se debe dar la máxima prioridad para el enfriamiento ya que la llama en contacto con el tanque por encima de su nivel de líquido genera temperaturas muy altas dentro de la aguja como si la debilitara.

El empleo de agua en los anillos de enfriamiento: El empleo de agua, en estos casos, proporciona el enfriamiento suficiente para una disipación efectiva del calor, en rangos que pueden retrasar o evitar la deformación de los elementos metálicos y el incendio del producto contenido.

Figura 4 Tanque con anillos de enfriamientos



Fuente: www.fundinova.com

Sin embargo, el sistema de aplicación de agua de enfriamiento debe estar diseñado para proporcionar la humidificación completa y homogénea de la envolvente del tanque, con una densidad de agua predeterminada, lo cual no se logra con el empleo de monitores o de mangueras contra incendios, debido a que su manejo presenta las desventajas:

Se genera un desperdicio considerable de agua al ser aplicada en forma puntual sobre la envolvente del tanque, con lo cual, solo se aprovecha para la absorción de calor el 20% aproximado del volumen total de agua aportado.

La aplicación del agua no es uniforme, lo que propicia que la superficie de la envolvente no alcance ser enfriada por el agua.

Hay una mayor exposición al riesgo del personal que combate el incendio, ya que las distancias entre la pared del tanque y el muro de contención, así como las corrientes de aire, es frecuente que los chorros de agua lanzados por monitores o mangueras contra incendios no lleguen al tanque, por lo que el personal tiene que introducirse al interior del muro de contención para poder enfriar al tanque propiciado así un riesgo latente al personal.

Figura 5 Tanque incendiado



Fuente: lef.uprm.edu

Radiación térmica: Es la transferencia de energía térmica que puede ocurrir en presencia y ausencia de materia. No requiere la existencia de la materia. Este proceso se caracteriza por ondas termo electromagnéticas, esto quiere decir que es

una onda electromagnética en masa. La radiación generada enteramente por la temperatura se llama radiación térmica.

Niveles de radiación térmica (KW/m²): 37.5 (KW/m²): Suficiente para causar daño a los equipos. No es posible evitar nuevos incendios en equipos, aún con agua de refrigeración. 25.0 (KW/m²): Energía mínima para encender madera sometida a largas exposiciones. 12.5 (KW/m²): Ignición de la madera, fusión de los recubrimientos plásticos en cables eléctricos. 5.1 (KW/m²): Quemaduras de 1er grado en 15 a 20 seg.

Aplicación de agua de enfriamiento

Tanque incendiado

Para hallar la aplicación de agua de enfriamiento para el tanque incendiado viene a ser dado por la multiplicación del diámetro, la altura y el valor de π .

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

D = Diámetro del tanque

H = Altura del tanque

Área lateral expuesta de cada tanque expuesto por la radiación térmica

Al momento de haber un incendio en un tanque, los tanques cercanos están expuestos por la radiación térmica. Por lo tanto, para calcular el área lateral expuesta necesitamos saber las superficies expuestas a la radiación térmica (12.5kw/m²) que deben de ser enfriadas.

Después de haber hecho un análisis de los tanques expuestos a la radiación térmica podemos saber que superficie deben de ser enfriadas.

Caudal de aplicación de agua de enfriamiento

Para hallar el caudal de aplicación de agua de enfriamiento necesitaremos saber el área del tanque incendiado y el área lateral expuesta de los tanques expuestos a la radiación térmica.

$$Ca_e = (T_{i(100\%)} + AL_e) * Ratio$$

$T_{i(100\%)}$ = Tanque incendiado (100% del casco)

AL_e = Área lateral expuesta a la radiación

Ratio = 0.15 Galones por minuto (GPM/ pie^2)

El caudal de aplicación de agua de enfriamiento se refiere al caudal que necesitaremos para enfriar las caras expuestas a la radiación térmica provocado por un incendio en el tanque o en un tanque cercano.

Volumen de agua contra incendio

El volumen necesario de agua contra incendio es necesario para proveer al sistema de enfriamiento de un tanque de almacenamiento de combustible por un tiempo de 240 minutos (4 horas) bajo una ratio de 0.15 gpm/ pie^2 .

El volumen necesario para el sistema contra incendio es el siguiente

$$V = (Q_{enfriamiento}) * T * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de esta investigación será aplicada porque todo lo que haremos es tomando formulas, guías, etc.

El diseño de esta investigación es cuantitativa y no experimental – transversal, porque estará entre un periodo de tiempo determinado y se trata básicamente de la inspección de la tubería y los datos que proporcionará la empresa. En conclusión, se tomarán y procesarán datos que obtenga de la empresa, como análisis de riesgo, estudio de riesgo y plan de contingencia que obtendremos de la empresa.

Figura 6 Fases del proceso de investigación



Fuente: <https://www.recursos.ucol.mx/>

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente:

Planeamiento preventivo del sistema contra incendio.

Definición conceptual Es planificado en el tiempo y tiene por objetivo evitar algún daño en el sistema.

Definición operacional Es obtenido mediante la recolección de información y cálculos que conforma el sistema contra incendio.

Indicador. Caudal de agua.

Escala de medición. GPM.

Variable Dependiente:

Para satisfacer el decreto supremo N° 043-2007-EM

Definición conceptual. Es una norma reguladora de la actividad sectorial funcional que dispone el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin para vigilar el acatamiento del decreto supremo.

Definición operacional. Son los pasos para cumplir satisfactoriamente los lineamientos de Osinergmin y del Ministerio de Energía y Minas

Indicador Terminales del Perú de Chimbote.

Escala de medición Fichas de instrumentos.

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Planeamiento preventivo del sistema contra incendio.	Es planificado en el tiempo y tiene por objetivo evitar algún daño en el sistema.	Es obtenido mediante la recolección de información y cálculos hidráulicos que conforma el sistema contra incendio	Caudal de agua.	GPM.
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Para satisfacer el decreto supremo N°043-2007-EM	Es una norma reguladora de la actividad sectorial funcional que dispone el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin para vigilar el acatamiento del decreto supremo.	Son los pasos para cumplir satisfactoriamente los lineamientos de Osinergmin y del Ministerio de Energía y Minas	Terminales del Perú de Chimbote	Fichas de instrumentos

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población. La población de estudio es el patio tanques de almacenamiento de hidrocarburos en terminales del Perú de Chimbote que está conformado por 16 tanques de almacenamiento de combustible.

Tabla 2 Características de los Tanques de Almacenamiento

Tanque	Producto	Tipo de Techo	Altura (ft)	Diámetro (ft)	Sistema de venteo	Capacidad (Barriles)
TQ-01	PI-500	TF	36	49	Atmosférico	11,874
TQ-02	PI-6	TF	42	70	Atmosférico	28,188
TQ-03	DB-5	TF	35	45	Atmosférico	9,762
TQ-05	DB-5	TF	41	58	Atmosférico	18,979
TQ-06	SLOP	TF	35	40	Atmosférico	7,770
TQ-08	PI-500	TF	41	70	Atmosférico	28,158
TQ-09	PI-500	TF	41	58	Atmosférico	18,966
TQ-10	PI-500	TF	41	26	Atmosférico	3,898
TQ-11	Alcohol Carb.	TSI	34	29	Presión/Vacío	4,063
TQ-12	G-84	TFI	40	58	Presión/Vacío	16,944
TQ-14	DB-5	TF	42	70	Atmosférico	28,462
TQ-15	DB-5	TF	35	115	Atmosférico	63,281
TQ-16	PI-500	TF	35	115	Atmosférico	63,108

Fuente: Elaboración propia

Muestra. Apropia a esta investigación es necesario considerar muestra igual a la población de estudio.

Figura 7 Vista Satelital del Terminal de Abastecimiento Chimbote



Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se siguió de instrumentos para la recolección de datos son informaciones proporcionadas por la empresa, como estudios de riesgo, planes de contingencia, planos de la empresa. La recolección de datos se realiza en campo, por ejemplo, tomas fotográficas y fichas de los equipos.

Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

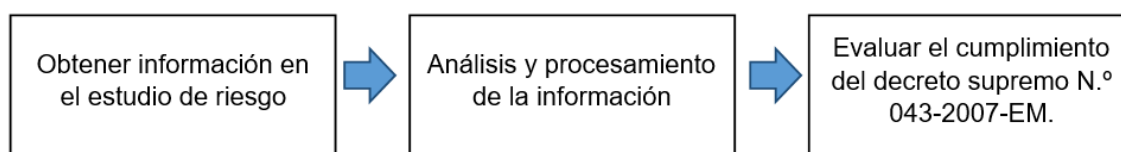
Técnicas	Instrumentos
Análisis documental	Reporte de estudios
Estudio del informe obtenido	Se utilizarán materiales proporcionados por la empresa y cálculos matemáticos

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos

La información obtenida del patio tanques de almacenamiento de hidrocarburos en terminales del Perú de Chimbote se analizará y se procesará utilizando estudios proporcionados por la empresa y cálculos matemáticos para determinar un plan preventivo del sistema contra incendio para satisfacer el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

Figura 8 Método de análisis



Fuente: Elaboración propia

3.6 Métodos de análisis de datos

Serán a través de datos proporcionados por la empresa y cálculos matemáticos se utilizarán para el análisis de datos para esta investigación.

3.7 Aspectos éticos

He considerado como aspectos éticos la credibilidad de los datos brindados por la empresa y aplicando las instrucciones obtenidas de la UCV, en este proyecto de investigación se considera la fidelidad de datos y resultados.

IV. RESULTADOS

4.1 Se realizó un estudio sobre el área que será afectada en caso de un incendio en un tanque de almacenamiento de combustible

Primero veremos las características generales de la instalación, los tanques y sus productos.

La instalación se encuentra en Brea y Pariñas 110, provincia del Santa, Departamento de Ancash. En esta localidad la presión atmosférica es de 1 bar, la temperatura del ambiente es de 15 a 30°C. y está clasificada como zona sísmica 3.

Tabla 4 Características de los Tanques de Almacenamiento

Tanque	Producto	Tipo de Techo	Altura (ft)	Diámetro (ft)	Sistema de venteo	Capacidad (Barriles)
TQ-01	PI-500	TF	36	49	Atmosférico	11,874
TQ-02	PI-6	TF	42	70	Atmosférico	28,188
TQ-03	DB-5	TF	35	45	Atmosférico	9,762
TQ-05	DB-5	TF	41	58	Atmosférico	18,979
TQ-06	SLOP	TF	35	40	Atmosférico	7,770
TQ-08	PI-500	TF	41	70	Atmosférico	28,158
TQ-09	PI-500	TF	41	58	Atmosférico	18,966
TQ-10	PI-500	TF	41	26	Atmosférico	3,898
TQ-11	Alcohol Carb.	TSI	34	29	Presión/Vacío	4,063
TQ-12	G-84	TFI	40	58	Presión/Vacío	16,944
TQ-14	DB-5	TF	42	70	Atmosférico	28,462
TQ-15	DB-5	TF	35	115	Atmosférico	63,281
TQ-16	PI-500	TF	35	115	Atmosférico	63,108

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Características de los Fluidos

Propiedades	Unidad	Diesel B5	Gasolina 84	Alcohol carburante	Petróleo industrial 500	Petróleo industrial 600
Densidad	Kg/m ³	867	700	780	980	950
Peso molecular	Gr/mol	231,28	114	46	500	463

Calor de combustión	Kj/kg	42,129.00	43,700.00	26,800.00	44,720.00	43,000.00
Calor de vaporización, cv	J/kg	476,523.00	348,900.00	858,814.00	210,000.00	155,514.00
Temperatura de ebullición	K	461,6	300	352,15	590	493
Capacidad calorífica del líq.	J/kg k	1,770.00	2,009.66	2,460.00	2,100.00	2,100.00
Velocidad de combustión	Kg/(m2xs)	0,035	0,055	0,015	0,035	0,035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Características del Tanque de Almacenamiento de Agua

Servicio	Detalle
Servicio	Agua Contra Incendio
Tipo	Metálico, vertical, sin techo
Diámetro	20,980 mm
Altura	10,800 mm
Capacidad total	20,000 Bb (3,731 m3)
Conexiones	1 de 12", 1 de 8", 1 de 4" y 1 de 1"
Tipo	Salobre
Gravedad Específica	1.02
Viscosidad	1.0 cP

Fuente: Elaboración propia

El enfriamiento con agua se hará con las siguientes densidades.

0.15 gpm/ft² para tanques de techo fijo o flotante con anillos de enfriamiento y 0.20 gpm/ft² para tanques de techo fijo o flotante con elementos externos (monitores y mangueras) .

Adyacente al tanque y bajo un techado metálico existen dos motobombas de las siguientes características:

Tabla 7 Características del Motobombas

Cantidad	2
Servicio	Suministrar agua a presión en la red de contra incendio
Marca / Modelo	Aurora, 6-481-18
Tipo	Centrifuga, horizontal, carcasa partida
Caudal	454 m ³ /h (2000 gpm)
Presión	10.5 bar (150 psi)
Líquido	Agua salobre
Altura de montaje	5 m.s.n.m.
Nivel succión del agua	Inundada
Motor	Diésel con sistema de embrague
Sistema de arranque	Eléctrico con baterías
Control	Servicio manual

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la normativa peruana no existe alguna indicación que denote una distancia entre los equipos contra incendio a los tanques de almacenamiento. El área afectada por un incendio que he considerado es un límite soportable para un bombero con un traje estructural y es del 12.5 kW/m², logrando un tiempo de exposición prolongada. Mediante el programa Scri.fuego se puede determinar los diferentes tipos de niveles de radiación térmica que afectarían a cada tanque de almacenamiento, siendo el de 12.5 kW/m² un límite máximo en que los bomberos podrían trabajar al momento de un incendio. El terminal cuenta con equipos que en caso de un incendio no se verían afectados por los altos niveles de radiación térmica, ubicadas en áreas seguras conforme al requerimiento del artículo 31 literal i del Decreto Supremo 052-93-EM.

Tabla 8 Distancia de radiación térmica en cada tanque

NIVEL DE RADIACIÓN TÉRMICA (12.5 KW/M2)	
N.º	Distancia(m)
TQ-01	18.25
TQ-02	20.70
TQ-03	16.55
TQ-05	21.37
TQ-06	18.38
TQ-08	20.70
TQ-09	21.61
TQ-10	11.35
TQ-11	6.57
TQ-12	26.79
TQ-14	20.45
TQ-15	33.79
TQ-16	34.18

Fuente: Elaboración propia

Estas son las áreas que será afectada en caso de una radiación térmica provocada por un incendio.

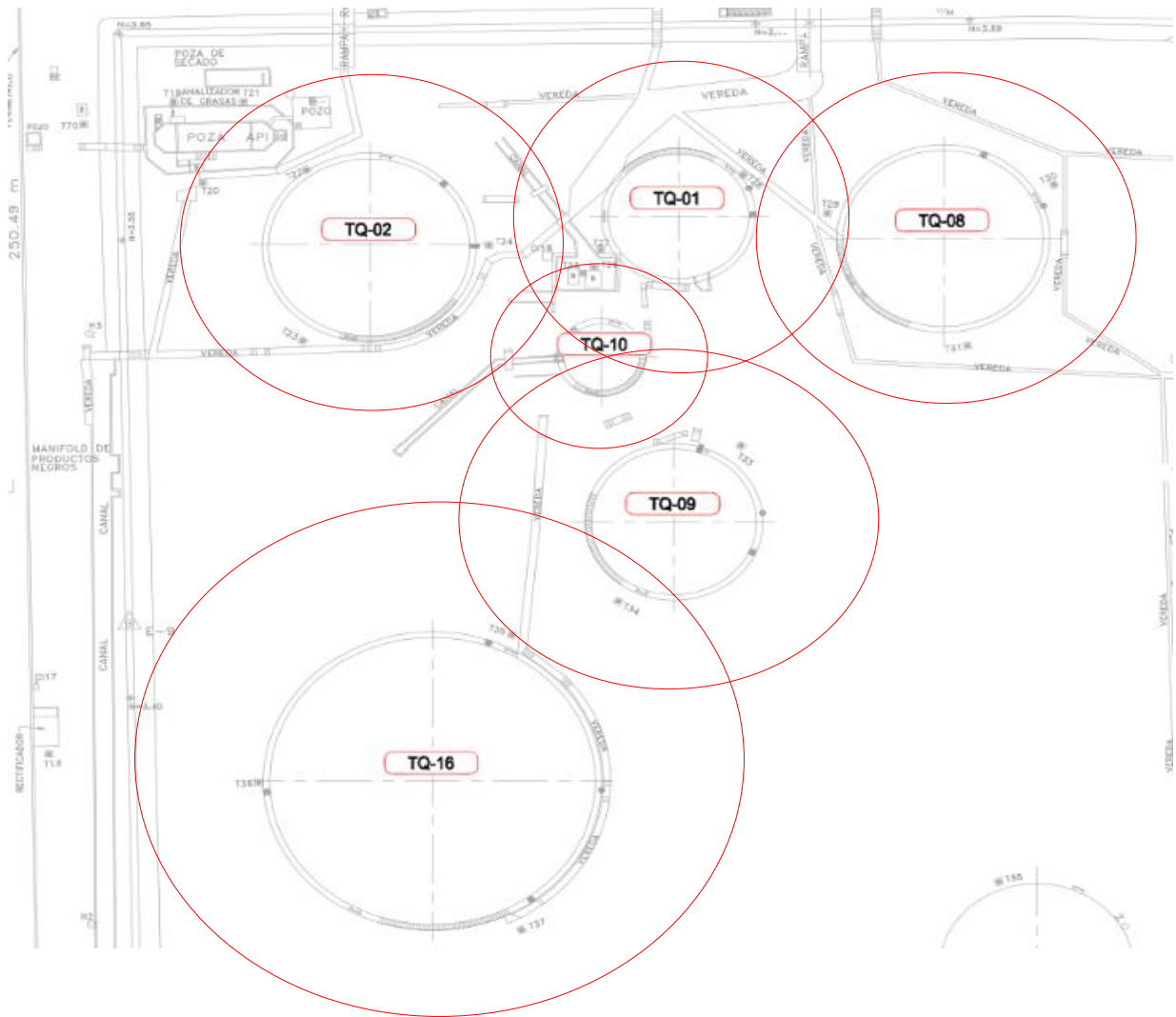
Mediante el programa Scri.fuego se puede hacer una simulación sobre qué áreas serán afectadas en caso de incendios en los tanques de almacenamiento de combustible. Lo que se obtuvo son las siguientes imágenes.

Lo que podemos ver son las áreas que podrían ser afectadas por incendio debido a la radiación térmica de 12.5 kW.

Tenemos que considerar que, al momento de incendiarse un tanque, el sistema contra incendio se activa en los tanques cercanos, pero también al momento de ocurrir esto, puede pasar que haya caras no expuestas al siniestro, por lo que necesitaremos analizar que tanques van a necesitar que tengan dos mitades de anillos de enfriamiento para cumplir satisfactoriamente con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

Básicamente dice que se debe de asegurar un abastecimiento de por lo menos 4 de agua, bajo un régimen del mayor riesgo. O sea que al momento de haber un siniestro debemos de asegurar que al momento de incendiarse un tanque y activarse el sistema contra incendio los demás tanques deberán de contar con por lo menos 4 horas de constante abastecimiento de agua.

Figura 9 Tanques afectados por la radiación



Fuente: Elaboración propia

En el caso del TQ-01 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, los afectados vendrían hacer los TQ-08, TQ-02 y TQ-10. Vemos que el TQ-08 es levemente afectado por la radiación y el TQ-10 si se vería muy afectado por la radiación, pero no habría necesidad de que ese tanque cuente con dos mitades de anillos de enfriamiento porque es un tanque pequeño y el gasto de agua no sería considerable.

En el caso del TQ-02 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque no afectaría a ningún tanque cercano.

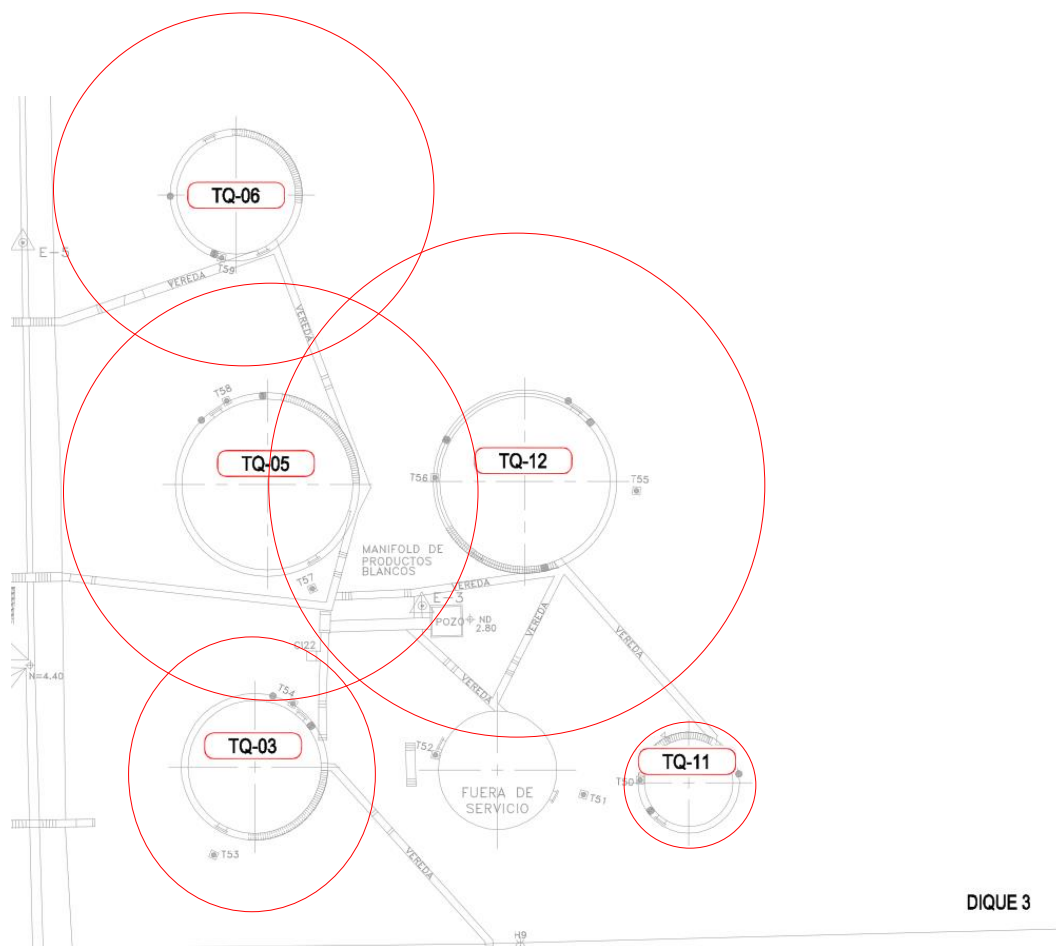
En el caso del TQ-08 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, solo afectaría en el TQ-01 pero sería mínimo.

En el caso del TQ-10 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, los afectados vendrían hacer los TQ-01 y TQ-09. Pero solo serian afectado levemente por lo que no habría necesidad de que cuenten con dos mitades de anillos de enfriamiento.

En el caso del TQ-09 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, los afectados vendrían hacer los TQ-10 y TQ-16. Vemos que el TQ-10 se vería muy afectado por la radiación, pero no habría necesidad de que ese tanque cuente con dos mitades de anillos de enfriamiento porque es un tanque pequeño y el gasto de agua no sería considerable. Con respecto al TQ-16 se ve afectado levemente pero el sistema contra incendio se activaría en ese tanque provocando que enfríe caras que no están expuestas a la radiación, además por ser un tanque muy grande, el gasto de agua seria considerable por lo que en este tanque va a necesitar contar con dos mitades de anillos de enfriamiento.

En el caso del TQ-16 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, se vería afectado el TQ-09. Pero solo serian afectado levemente por lo que no habría necesidad de que cuenten con dos mitades de anillos de enfriamiento, además lo que buscamos es el mínimo de gasto económico para la empresa.

Figura 10 Tanques afectados por la radiación



Fuente: Elaboración propia

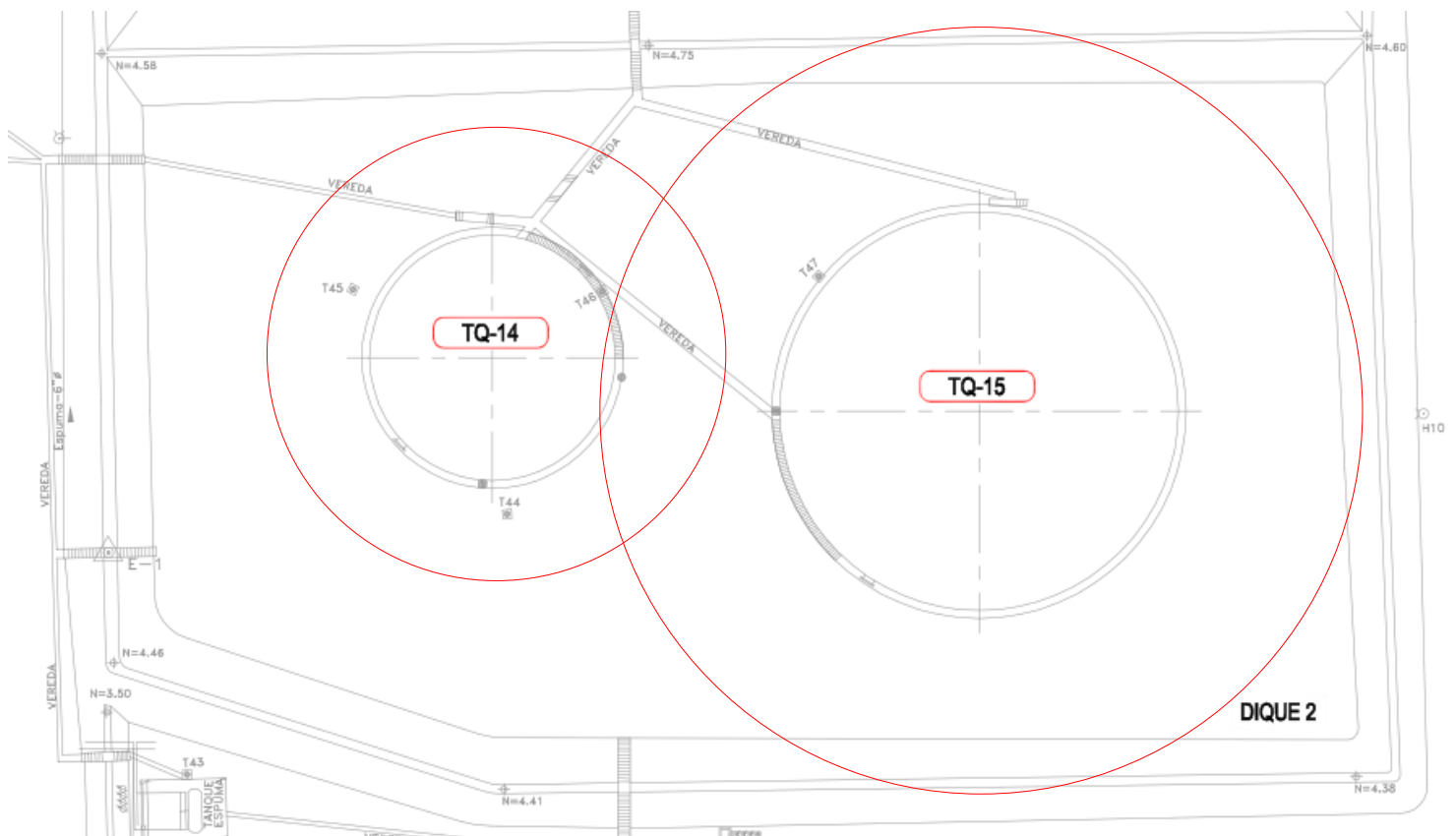
En el caso del TQ-06 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, solo afectaría en el TQ-05 pero sería muy mínimo.

En el caso del TQ-05 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, los afectados vendrían hacer los TQ-12 y TQ-03. Vemos que el TQ-03 se ve afectado levemente pero el sistema contra incendio se activaría en ese tanque provocando que enfríe caras que no están expuestas a la radiación, además que el TQ-05 y TQ-12 son tanques grandes por lo que el gasto de agua sería considerable por lo que en este tanque va a necesitar contar con dos mitades de anillos de enfriamiento.

En el caso del TQ-12 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, solo afectaría en el TQ-05 pero no habría necesidad de que ese tanque cuente con dos mitades de anillos de enfriamiento porque solo afectaría a un tanque.

En el caso del TQ-03 y TQ-11 vemos que, si hubiera un incendio en esos tanques no afectarían a ningún tanque cercano.

Figura 11 Tanques afectados por la radiación



Fuente: Elaboración propia

En el caso del TQ-15 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque, solo afectaría en el TQ-14 pero al ser el TQ-15 muy grande el gasto de agua sería considerable por lo que en el TQ-14 se activará el sistema contra provocando que enfríe caras que no están expuestas a la radiación, por lo que en este tanque va a necesitar contar con dos mitades de anillos de enfriamiento.

En el caso del TQ-14 vemos que, si hubiera un incendio en ese tanque no afectaría a ningún tanque cercano.

4.2 Se determinó que tanques tendrán el 50% de anillo de enfriamiento en la superficie exterior del tanque de almacenamiento

Después de analizar los radios de afectación para cada tanque de almacenamiento, concluí que los tanques que deberían de llevar dos anillos de enfriamiento para cada cara expuesta en la superficie exterior del tanque de almacenamiento son los tanques TQ-03, TQ-14 y TQ-16. Por lo que deben contar con dos anillos de enfriamiento.

4.3 Se calculó el área de enfriamiento para los tanques expuestos a la radiación térmica que deben de ser enfriados

Antes de calcular el área de enfriamiento, necesitamos conocer las dimensiones de cada tanque.

Tabla 9 Dimensiones de cada tanque

Tanque N.º	Diámetro	Altura
	Pie	Pie
TQ - 1	49	36
TQ - 2	70	42
TQ - 3	45	35
TQ - 5	58	41
TQ - 6	40	35
TQ - 8	70	41
TQ - 9	58	41
TQ - 10	26	41
TQ - 11	29	34
TQ - 12	58	40
TQ - 14	70	42
TQ - 15	115	35
TQ - 16	115	35

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la aplicación de agua de enfriamiento para el tanque 100% incendiado viene a ser dado por la multiplicación del diámetro, la altura y el valor de π .

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

Para el TQ – 1:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 49 \text{ pie} * 36 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 5,541.78 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 2:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 70 \text{ pie} * 42 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 9,236.30 \text{ pie}^2$$

Para el TQ –3:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 45 \text{ pie} * 35 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 4,948.02 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 5:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 58 \text{ pie} * 41 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 7,470.72 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 6:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 40 \text{ pie} * 35 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 4,398.24 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 8:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 70 \text{ pie} * 41 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 9,016.39 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 9:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 58 \text{ pie} * 41 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 7,470.72 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 10:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 26 \text{ pie} * 41 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 3,348.95 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 11:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 29 \text{ pie} * 34 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 3,097.62 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 12:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 58 \text{ pie} * 40 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 7,288.51 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 14:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 70 \text{ pie} * 42 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 9,236.30 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 15:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 115 \text{ pie} * 35 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 12,644.94 \text{ pie}^2$$

Para el TQ – 16:

$$T_{i(100\%)} = D * H * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 115 \text{ pie} * 35 \text{ pie} * \pi$$

$$T_{i(100\%)} = 12,644.94 \text{ pie}^2$$

Entonces para los demás datos la tabla quedaría así

Tabla 10 Áreas del tanque 100% incendiado

Escenario	Tanque Incendiado
	100% Casco
	Pie2
TQ - 1	5,541.78
TQ - 2	9,236.30
TQ - 3	4,948.02
TQ - 5	7,470.72
TQ - 6	4,398.24
TQ - 8	9,016.39
TQ - 9	7,470.72
TQ - 10	3,348.95
TQ - 11	3,097.62
TQ - 12	7,288.51
TQ - 14	9,236.30
TQ - 15	12,644.94
TQ - 16	12,644.94

Fuente: Elaboración propia

TQ= Tanque de almacenamiento de combustible

Tanque incendiado (100% Casco) = Se refiere al área del tanque incendiado

4.4 Se calculó el área lateral expuesta de cada tanque expuesto por la radiación térmica

Al momento de haber un incendio en un tanque, los tanques cercanos están expuestos por la radiación térmica. Por lo tanto, para calcular el área lateral expuesta necesitamos saber las superficies expuestas a la radiación térmica (12.5kw/m²) que deben de ser enfriadas.

Después de haber hecho un análisis de los tanques expuestos a la radiación térmica podemos saber que superficie deben de ser enfriadas.

Tabla 11 Superficies expuestas a la radiación

Tanque N.º (Incendiado)	Diámetro	Altura	Superficies expuestas a la radiación térmica (12.5kW/m ²) que deben ser enfriadas
	Pie	Pie	
TQ - 01	49	36	100%(TQ-10+TQ-08)
TQ - 02	70	42	-
TQ - 03	45	35	-
TQ - 05	58	41	100%(TQ-12) +50%(TQ-03)
TQ - 06	40	35	-
TQ - 08	70	41	100%(TQ-01)
TQ - 09	58	41	100%(TQ-10) +50%(TQ-16)
TQ - 10	26	41	100%(TQ-01+TQ09)
TQ - 11	29	34	-
TQ - 12	58	40	100%(TQ-05)
TQ - 14	70	42	-
TQ - 15	115	35	50%(TQ-14)
TQ - 16	115	35	100%(TQ-09)

Fuente: Elaboración propia

En los TQ-02, TQ-03, TQ-06, TQ-11 y TQ-14 no necesitaremos que se enfríe alguna superficie cerca debido a que la radiación producida por un incendio en estos tanques, no afectarían a ningún tanque cercano.

Luego, al producirse un incendio en el TQ-01 necesitamos que el 100% de este tanque sea enfriado, además el 100% de la superficie de los TQ-08 y TQ-10 se enfríen.

En el caso de producirse un incendio en el TQ-05 necesitaremos que el 100% de la superficie de este tanque sea enfriado, además el TQ-12 sea enfriada al 100% y el TQ-03 sea enfriada solo la mitad de su superficie expuesta a la radiación.

Y luego de haber hecho el análisis de las superficies expuestas por la radiación y determinar las superficies cercanas que deben de ser enfriadas, ahora calcularemos el área lateral expuesta.

Para el TQ – 1:

$$AL_e = 100\%(TQ - 10 + TQ - 08)$$

$$AL_e = 3,348.95 + 9,016.39$$

$$AL_e = 12,365.34 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 5:

$$AL_e = 100\%(TQ - 12) + 50\%(TQ - 03)$$

$$AL_e = 7,288.51 + 2,474.01$$

$$AL_e = 9,765.52 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 8:

$$AL_e = 100\%(TQ - 10)$$

$$AL_e = 5,541.78 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 9:

$$AL_e = 100\%(TQ - 10) + 50\% (TQ - 16)$$

$$AL_e = 3,348.95 + 6,322.47$$

$$AL_e = 9,671.42 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 10:

$$AL_e = 100\%(TQ - 01 + TQ - 09)$$

$$AL_e = 5,541.78 + 7,470.72$$

$$AL_e = 13,012.51 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 12:

$$AL_e=100\%(TQ - 05)$$

$$AL_e=7,470.72 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 15:

$$AL_e=50\%(TQ - 14)$$

$$AL_e=4,618.15 \text{ Pie}^2$$

Para el TQ – 16:

$$AL_e=100\%(TQ - 09)$$

$$AL_e=7,470.72 \text{ Pie}^2$$

Tabla 12 Áreas laterales expuestas a la radiación

Caso	Escenario	Superficies expuestas a la radiación térmica (12.5kW/m ²) que deben ser enfriadas	Área Lateral expuesta a la radiación (pie ²)
1	TQ - 1	100%(TQ-10+TQ-08)	12,365.34
2	TQ - 2	-	0.00
3	TQ - 3	-	0.00
4	TQ - 5	100%(TQ-12) +50%(TQ-03)	9,762.52
5	TQ - 6	-	0.00
6	TQ - 8	100%(TQ-01)	5,541.78
7	TQ - 9	100%(TQ-10) +50%(TQ-16)	9,671.42
8	TQ - 10	100%(TQ-01+TQ09)	13,012.51
9	TQ - 11	-	0.00
10	TQ - 12	100%(TQ-05)	7,470.72
11	TQ - 14	-	0.00
12	TQ - 15	50%(TQ-14)	4,618.15
13	TQ - 16	100%(TQ-09)	7,470.72

Fuente: Elaboración propia

4.5 Se calculó el caudal de aplicación de agua de enfriamiento contra incendio del tanque expuesto a la radiación

Para hallar el caudal de aplicación de agua de enfriamiento necesitaremos saber el área del tanque incendiado y el área lateral expuesta de los tanques expuestos a la radiación térmica.

Caudal de aplicación de agua de enfriamiento

$$Ca_e = (T_{i(100\%)} + AL_e) * Ratio$$

$$Ratio = 0.15 \text{ Galones por minuto (GPM/Pie}^2\text{)}$$

$$T_{i(100\%)} = \text{Área del tanque incendiado}$$

AL_e = Es el área lateral expuesta de los tanques expuestos a la radiación térmica.

Para el TQ – 1:

$$Ca_e = (5,541.78 \text{ Pie}^2 + 12,365.34 \text{ Pie}^2) * 0.15 \text{ GPM/Pie}^2$$

$$Ca_e = 2,686.07 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 2:

$$Ca_e = (9,235.30 \text{ Pie}^2) * 0.15 \text{ GPM/Pie}^2$$

$$Ca_e = 1,385.45 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 3:

$$Ca_e = (4,948.02 \text{ Pie}^2) * 0.15 \text{ GPM/Pie}^2$$

$$Ca_e = 742.20 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 5:

$$Ca_e = (7,470.72 \text{ Pie}^2 + 9,761.42 \text{ Pie}^2) * 0.15 \text{ GPM/Pie}^2$$

$$Ca_e = 2,584.99 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 6:

$$Ca_e = (4,398.24 \text{ Pie}^2) * 0.15 \text{ GPM/Pie}^2$$

$$Ca_e = 659.74 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 8:

$$Ca_e = (9,016.39 Pie^2 + 5,541.78 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 2,183.73 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 9:

$$Ca_e = (7,470.72 Pie^2 + 9,671.42 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 2,571.32 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 10:

$$Ca_e = (3,348.95 Pie^2 + 13,012.51 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 2,454.22 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 11:

$$Ca_e = (3,097.62 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 464.64 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 12:

$$Ca_e = (7,288.51 Pie^2 + 7,470.72 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 2,213.89 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 14:

$$Ca_e = (9,236.30 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 1,385.45 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 15:

$$Ca_e = (12,644.94 Pie^2 + 4,618.15 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 2,589.46 \text{ GPM}$$

Para el TQ – 16:

$$Ca_e = (12,644.94 Pie^2 + 7,470.72 Pie^2) * 0.15 \text{ GPM}/Pie^2$$

$$Ca_e = 3,017.35 \text{ GPM}$$

Tabla 13 Caudales de aplicación de agua de enfriamiento

Caso	Escenario	Caudal de Aplicación de Agua de Enfriamiento
		GPM
1	TQ - 1	2,686.07
2	TQ - 2	1,385.45
3	TQ - 3	742.20
4	TQ - 5	2,584.99
5	TQ - 6	659.74
6	TQ - 8	2,183.73
7	TQ - 9	2,571.32
8	TQ - 10	2,454.22
9	TQ - 11	464.64
10	TQ - 12	2,213.89
11	TQ - 14	1,385.45
12	TQ - 15	2,589.46
13	TQ - 16	3,017.35

Fuente: Elaboración propia

El caudal de aplicación de agua de enfriamiento se refiere al caudal que necesitaremos para enfriar las caras expuestas a la radiación térmica provocado por un incendio en el tanque o en un tanque cercano.

4.6 Se calculó el volumen de agua contra incendio

El volumen necesario de agua contra incendio es necesario para proveer al sistema de enfriamiento de un tanque de almacenamiento de combustible por un tiempo de 240 minutos (4 horas) bajo una ratio de 0.15 gpm/pie².

El volumen necesario para el sistema contra incendio es el siguiente

$$V = (Q_{enfriamiento}) * T * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

Para el TQ-01:

$$V = (2686,07) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 15\,349 \text{ barriles}$$

Para el TQ-02:

$$V = (1,385.45) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 7\,917 \text{ barriles}$$

Para el TQ-03:

$$V = (742.20) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 4\,241 \text{ barriles}$$

Para el TQ-05:

$$V = (2.584.99) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 14\,771 \text{ barriles}$$

Para el TQ-06:

$$V = (659.74) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 3\,770 \text{ barriles}$$

Para el TQ-08:

$$V = (2,183.73) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 12\,478 \text{ barriles}$$

Para el TQ-09:

$$V = (2,571.32) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 14\,693 \text{ barriles}$$

Para el TQ-10:

$$V = (2,454.22) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 14\,024 \text{ barriles}$$

Para el TQ-11:

$$V = (464.64) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 2\,655 \text{ barriles}$$

Para el TQ-12:

$$V = (2,213.89) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 12\,651 \text{ barriles}$$

Para el TQ-14:

$$V = (1,385.45) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 7\,917 \text{ barriles}$$

Para el TQ-15:

$$V = (2,589.46) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 14\,797 \text{ barriles}$$

Para el TQ-16:

$$V = (3,017.35) * 240 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ barril}}{42 \text{ galones}}$$

$$V = 17\,242 \text{ barriles}$$

Tabla 14 Volumen de agua de enfriamiento

Caso	Escenario	Caudal de Aplicación de Agua de Enfriamiento	Volumen de agua de Enfriamiento
		GPM	BARRILES
1	TQ - 1	2686,07	15349
2	TQ - 2	1385,45	7917
3	TQ - 3	742,2	4241
4	TQ - 5	2584,99	14771
5	TQ - 6	659,74	3770
6	TQ - 8	2183,73	12478
7	TQ - 9	2571,32	14693
8	TQ - 10	2454,22	14024
9	TQ - 11	464,64	2655
10	TQ - 12	2213,89	12651
11	TQ - 14	1385,45	7917
12	TQ - 15	2589,46	14797
13	TQ - 16	3017,35	17242

Fuente: Elaboración propia

El escenario de mayor riesgo viene dado por el TQ-16 por lo que el volumen de agua necesario para aminorar ese incendio sería 17 242 barriles siendo la capacidad del tanque de agua contra incendio 20 000 barriles. Entonces podríamos decir que cumple con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

4.7 Se realizó una evaluación económica del proyecto.

Tabla 15 Evaluación económica del proyecto

DESCRIPCIÓN	UNI D.	CANTIDAD	Pu (US\$)	PARCIAL (US\$)
OBRAS MECÁNICAS				
SISTEMA DE TUBERÍAS, EQUIPOS Y ACCESORIOS				
EQUIPOS				
Tanque Diario de Combustión UL, 560 gal.	und	1	2.340,00	2.340,00

Gabinete contra incendio				
02 Mangueras de 2φ 1/2" x 30m.				
02 Mangueras de 1φ 1/2" x 30m.				
02 Boquillas de chorro ajustable - Conexión NH 2φ - 1/2"				
02 Boquillas de chorro ajustable - Conexión NH 1φ - 1/2"				
01 Boquilla para monitor autoeductora de 2φ 1/2"	und	12	7.500,00	90.000,00
01 Bifurcación de 2φ - 1/2" x 1 - 1/2" x 1 1/2"				
01 Reducción de 2φ - 1/2" x 1-1/2"				
04 Llaves tipo gancho para acoples para manguera de 2φ - 1/2"				
02 Empaques de acople de manguera de 2φ - 1/2"				
02 Empaques de acople de manguera de 1φ - 1/2"				
Hidrante de columna seca de 6"φ de hierro fundido ASTM A126 CL.B	und	17	5.500,00	93.500,00
Monitor con boquilla	und	13	8.500,00	110.500,00
Boquilla Aspersora (spray nozzle) de bronce, niquelado, con ángulo de deflector de 125'	und	526	50,00	26.300,00
TUBERÍAS				
Tubería de 2 - 1/2"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	232	29,40	6.820,80
Tubería de 3"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	227	36,70	8.330,90
Tubería de 4"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	890	55,40	49.306,00
Tubería de 6"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	78	36,20	2.823,60
Tubería de 6"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	625	97,40	60.875,00
Tubería de 8"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	30	56,50	1.695,00
Tubería de 8"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	245	146,10	35.794,50
Tubería de 10"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	32	80,80	2.585,60
Tubería de 12"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, con terminación biselada	m	4	112,80	394,80
Tubería de 14"φ, ASTM A53, Gr B, electro soldado, Sch 20, con terminación biselada	m	19	160,10	3.041,90
Tubería de 6"φ, HDPE, SDR 11	m	172	29,30	5.039,60
Tubería de 8"φ, HDPE, SDR 11	m	178	56,60	10.074,80
Tubería de 10"φ, HDPE, SDR 11	m	1175	77,60	91.180,00

Tubería de 12"φ, HDPE, SDR 11	m	23	111,80	2.571,40
VÁLVULAS				
Válvula mariposa de 8" Ø, tipo wafer, cuerpo de hierro dúctil ASTM A536, MWP 200 psi,	und	4	1.860,00	7.440,00
Válvula check de 2"Ø, cuerpo de bronce ASTM B62, MWP 200 psi, con terminación	und	1	1.000,00	1.000,00
Válvula check de 10"Ø, swing horizontal, cuerpo de hierro fundido ASTM A-216 WCB,	und	2	3.000,00	6.000,00
Válvula de compuerta de 2"	und	2	840,00	1.680,00
Válvula de compuerta de 2 1/2" φ	und	2	1.020,00	2.040,00
Válvula de compuerta de 3" φ	und	6	1.200,00	7.200,00
Válvula de compuerta de 4" φ	und	11	1.680,00	18.480,00
Válvula de compuerta de 6" φ	und	10	3.100,00	31.000,00
Válvula de compuerta de 8" φ	und	2	5.750,00	11.500,00
Válvula de compuerta de 10" φ	und	13	7.600,00	98.800,00
Válvula de compuerta de 12" φ	und	1	11.690,00	11.690,00
Válvula globo de 6" φ	und	6	3.760,00	22.560,00
Válvula globo de 8" φ	und	2	6.370,00	12.740,00
ACCESORIOS				
Accesorios (codos, tees, bridas, etc.) para tuberías de acero	glb	1	22.448,94	22.448,94
Accesorios (codos, tees, bridas, etc.) para tuberías de HDPE	glb	1	16.329,87	16.329,87
TOTAL			US\$	874.082,71

Fuente: Proporcionado por la empresa

V. DISCUSION

El propósito de este trabajo es hacer un plan de mantenimiento preventivo en el sistema contra incendio para cumplir el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5. en Terminales del Perú de Chimbote. Para poder cumplir la hipótesis de esta investigación realizare seguir una línea para poder explicar los objetivos específicos de este trabajo de investigación.

El primer objetivo específico fue realizar un estudio sobre el área que será afectada en caso de un incendio, por la cual debemos de determinar la distancia de radiación térmica que emite cada tanque, lo que sabemos es que la normativa peruana no

cuenta cuando alguna indicación que diga la distancia entre los equipos afectados por la radiación por lo que en la investigación se consideró 12.5 KW/m². Mediante el programa Scri.fuego se pudo determinar los diferentes tipos de radiación térmica haciendo una simulación(estos datos fueron obtenidos por la empresa).

El segundo objetivo específico fue determinar que tanques tendrán el 50% del anillo de enfriamiento en la superficie exterior del tanque de almacenamiento, luego de hacer un análisis sobre la radiación que afectada a cada tanque cercano, vimos que existen 3 tanques que deben contar con dos mitades de tuberías de enfriamiento, ellos son los tanques TQ-03, TQ-14 y TQ-16.

El tercer objetivo fue calcular el área de enfriamiento para los tanques expuestos a la radiación térmica, por lo que se necesitó conocer el diámetro y la altura de cada tanque de almacenamiento de combustible, básicamente significa calcular el área de cada tanque.

El cuarto objetivo fue calcular el área lateral expuesta para cada tanque expuesto a la radiación térmica, aquí lo que se hizo fue hacer un análisis sobre que tanques están expuestos a la radiación térmica. Por ejemplo, en el caso de producirse un incendio en el TQ-05, necesitaremos que el 100% de la superficie de este tanque sea enfriado, además el TQ-12 sea enfriada al 100% y el TQ-03 sea enfriada solo la mitad de su superficie expuesta a la radiación. Este análisis nos sirvió para determinar el siguiente objetivo específico.

El quinto objetivo fue calcular el caudal de agua de enfriamiento del tanque expuesto a la radiación, por lo que nos apoyamos de cálculos anteriores de esta investigación ,es decir, sobre el área del tanque incendiado y el área lateral expuesta de los tanques expuestos a la radiación térmica. Este calculo del caudal de agua de enfriamiento se refiere al caudal que necesitaremos para enfriar las caras expuestas a la radiación térmica provocado por un incendio en el tanque o un algún tanque cercano.

El sexto objetivo fue calcular el volumen de agua contra incendio, este volumen de agua es muy necesario para proveer al sistema de enfriamiento de un tanque de

almacenamiento de combustible durante 240 minutos. Lo que se determinó fue que el mayor riesgo es el TQ-16 por lo que el volumen de agua necesario para aminorar ese incendio sería 17 242 barriles siendo la capacidad del tanque de agua contra incendio 20 000 barriles. Entonces podríamos decir que cumple con el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

El séptimo objetivo fue realizar una evaluación económica del proyecto. En este caso fuimos apoyados por trabajadores de la empresa que nos brindaron esta información.

Los datos obtenidos por la empresa sirvieron para poder seguir una línea de trabajo y así verificar el escenario con mayor riesgo, que afectaría a la planta y a los equipos cercanos con el fin de cumplir con el decreto supremo N.º 043-2007-EM, lo que para (Juliano, 2019) en su investigación resalta “cumplir con el decreto supremo asegurando la disponibilidad de por lo menos 4 horas de agua bajo la normativa de máximo riesgo”.

Por la investigación podemos decir que (Juliano, 2019), en su trabajo de investigación fue que la dotación de agua contra incendio estuvo conformada por dos tanques de almacenamiento, los dos con 21 000 barriles, en su caso van a cubrir una demanda máxima de 35 035 barriles lo que se refiere es que al momento de haber un incendio cumplirían con la demanda requerida porque solo habría un gasto de agua contra incendio del 83%.

Los resultados finales de (Juliano, 2019) prueban de que en caso de haber un incendio en el máximo riesgo en la demanda requerida solo habría un gasto de agua contra incendio del 83% con lo que contrasta con mi investigación que en caso de haber un incendio en el máximo riesgo que sería en el TQ-16 solo habría un gasto de agua contra incendio del 76% en ambos casos cumplieron con los parámetros requeridos del decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5. A comparación de esta tesis, se tuvo que hacer un análisis sobre las distintas áreas que son afectadas por el incendio arrojando la distancia que podría alcanzar la radiación de 12.5 kW/m² provocada por un incendio.

Los resultados finales de (Silva, 2009) fueron de 93 006 barriles en el máximo riesgo posible frente a los 40 000 barriles por lo que en su investigación requiere construir otro tanque de 86 000 barriles para cubrir la demanda de agua que en su caso son de 6 horas. Por lo que al implementar este cambio cumpliría la demanda en caso de haber un incendio en el máximo riesgo en la demanda requerida solo habría un gasto de agua contra incendio del 73%.

Los resultados finales de (Mendoza, 2014) fueron de 1 471 barriles en el máximo riesgo posible frente a los 1 833 barriles cumple con la demanda requerida de 4 horas. Lo que se refiere es que al momento de haber un incendio cumplirían con la demanda requerida porque solo habría un gasto de agua contra incendio del 80%.

En conclusión, las tesis pasadas lo que hicieron es requerir la construcción de otro tanque de almacenamiento de agua, pero en esta investigación se hizo una mejora del 76% frente a los otros trabajos de investigación, también gracias al análisis que se determinó que los tanques TQ-03, TQ-14 y TQ-16 deben contar con anillos de enfriamiento, ya que en algunos casos por ser un tanque grande y así evitar que al momento de que se activa el sistema contra incendio sea enfriada solo la cara expuesta al tanque de almacenamiento, que veremos en la siguiente tabla.

VI. CONCLUSIONES

El objetivo general fue Elaborar un plan preventivo del sistema contra incendio para satisfacer el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5. en Terminales Del Perú de Chimbote. Se realizo un estudio sobre qué área será afectada al momento de haber un incendio en un tanque de almacenamiento.

Gracias a ese estudio se concluyó que los tanques TQ-,03, TQ-14 y TQ-16 deberán de contar con dos anillos de enfriamiento, en algunos casos por ser un tanque grande y así evitar que al momento de que se activa el sistema contra incendio sea enfriada solo la cara expuesta al tanque de almacenamiento.

El caudal de aplicación de agua de enfriamiento contra incendio del tanque expuesto a la radiación debido al riesgo máximo fue de 3017.35 gpm, por lo que necesitaremos para enfriar la cara expuesta a la radiación térmica con el fin de cumplir con el riesgo máximo.

El volumen de agua necesario para el máximo riesgo viene dado por el TQ-16 por lo que el volumen de agua necesario para aminorar ese incendio sería 17 242 barriles siendo la capacidad del tanque de agua contra incendio 20 000 barriles por lo que es necesario para proveer al sistema de enfriamiento de un tanque de almacenamiento de combustible por un tiempo de 240 minutos (4 horas) bajo una ratio de 0.15 gpm/pie². Entonces podríamos decir cumple el decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer pruebas periódicamente con el fin de cumplir con los reglamentos propuestos por El Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin que son los encargados de vigiar el acatamiento del decreto supremo N.º 043-2007-EM artículo 91.5 y en el caso de Terminales del Perú de Chimbote debe asegurar la disponibilidad de por lo menos 4 horas de agua bajo la normativa de máximo riesgo.

También es necesario que el sistema contra incendio cumpla con las 4 horas de trabajo a la demanda máxima de riesgo, es recomendable hacer un análisis de las áreas afectadas con el fin de minimizar costos que serían al momento de implementar otro tanque contra incendio.

Finalmente es necesario capacitar al personal para fortalecer y preservar el cumplimiento de los lineamientos propuestos por El Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin.

REFERENCIAS

Aguilar, anthoni. 2019. Diseño de un tanque de almacenamiento de petróleo de 10 000 galones según norma api 650 y su análisis empleando un programa cad/cae”. Universidad tecnológica del Perú, s.l. : 2019.

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2362>

Albán, christian. 2006. Diseño de un sistema contra incendio para tanques de almacenamiento de diesel para la empresa termopichincha central santa rosa. Sangolqui, Ecuador : s.n., 13 de julio de 2006.

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/265>

Anchundia, andrea. 2010. Diseño de un sistema de protección contra incendio en una planta envasadora de gas licuado de petróleo. Guayaquil : 2010.

Disponible en:

https://www.lareferencia.info/vufind/record/ec_6c89f3a9998814e32992bf76b0752f16/description

Andrinich, José. 2018. Diseño del sistema contra incendio para 3 tanques de almacenamiento de diésel b5 de 330 000 galones de capacidad total. Universidad católica santa maría, s.l. : 2018.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/ucsm_5054a1578b390cb114cf0b4010527efd

Ayala, cristian. 2019. Montaje y puesta en servicio de los tanques de almacenamiento y sistemas de recibo y suministro de combustible líquido (acpm) a la caldera termotasajero dos s.a.esp. San Cayetano, norte de Santander . Repositorio ufps. [en línea]

Disponible en: <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/3121>.

Bayona. 2019. Actualización de la ingeniería del sistema de protección contra incendios de una planta de separación y almacenamiento de petróleo. Ubicada en el noroeste colombiano. Francisco de paula santander ocaña, s.l. : 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ufps.edu.co/xmlui/handle/123456789/2290>

Duare, walter. 2021. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, de sistemas de protección contra incendios basado en la metodología rcm, asistido por herramienta digital, operado por la empresa enarfire consulting sas. Universidad santo tomás, s.l.

Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/37823>

Esono, plácida. 2015. Sistema de protección contra incendios de un parque de almacenamiento de líquidos petrolíferos.

Disponible en :<https://oa.upm.es/33884/>.

Instalaciones de protección contra incendios. Real, escuela universitaria de ingeniería técnica agrícola de ciudad. 2006. 2006, ingeniería rural, págs. 11-12.

Disponible en:

https://www.academia.edu/33030939/instalaciones_de_proteccion_conta_incendios

Juliano, luigi. 2019. Diseño del sistema contra incendios para los tanques de almacenamiento del nuevo terminal de combustibles líquidos ubicado en la ciudad de ilo. Universidad nacional de san agustín de arequipa, s.l. : 2019.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12878>

Mendoza. 2014. Diseño hidraulico de un sistema de proteccion contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel b5- unidad minera toquepala. Callao, Perú : s.n., 13 de septiembre de 2014.

Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/340>

Molina, stalin . 2015. Evaluación del nivel de riesgo y propuesta de un sistema contra incendios para tanques de almacenamiento de gas licuado de petróleo para minimizar el riesgo de incendio y explosión.

Disponible en:<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1384>.

Muñoz, sergio. 2005. Calculo de riesgo mayor de incendio para el terminal de almacenamiento y distribucion pajaritos de pemex refinacion. Veracruz, mexico : s.n., 13 de diciembre de 2005.

Disponible en:

https://infonavit.janium.net/janium/tesis/maestria/mercader_munoz_sergio_antonio_45434.pdf

Noriega, wilson . 2019. Diseño de un sistema de aseguramiento y control de calidad en la fabricación de tanques de almacenamiento para optimizar el abastecimiento de combustible. Repositorio ucv. [en línea] 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43503>.

Osinergmin. 2007. Ministerio de energía y minas. [en línea] 2007.

Disponible en:

http://www.minem.gob.pe/_legislacionm.php?idsector=5&idlegislacion=560720hidrocarburos%20y%20modificaci%c3%b3n%20de%20diversas%20disposiciones.pdf.

Pérez , Carlos . 2017. Diseño hidráulico de un sistema contra incendio de 2000 gpm para proporcionar seguridad en el patio de tanques de almacenamiento de opdh del dique b de la planta santo domingo s.a.c. Lima. Repositorio universidad nacional del callao. [en línea] 2017.

Disponible en: <http://209.45.55.171/handle/20.500.12952/4269>.

Rojas, Jorge . 2020. Rediseño del sistema contra incendio en la planta de almacenamiento de la empresa solgas s.a. Para reducir el nivel de riesgo operativo, callao 2019. Repositorio utp. [en línea] 2020.

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4221>.

Sánchez , José. 2016. Proyecto de parque de almacenamiento y distribución de líquidos combustibles. Sistema de protección contra incendios. Repositorio upct. [en línea] 2016.

Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/5653>.

Sistemas de agua contra incendios. Minera, seguridad. 2013. 2013, instituto de seguridad minera-isem.

Disponible en: <https://www.revistaseguridadminera.com/emergencias/sistemas-de-agua-contra-incendios/>

Silva, 2009. Adecuación del sistema contra incendios de la planta MPE-1 de PDVSA-Morichal al sur del estado Monagas

Disponible en:

Tong, manuel. 2015. Diseño y instalacion de un sistema de proteccion contra incendio con agua de enfriamiento de tanques de almacenamiento de combustibles del terminal del callao - vopak. Lima, Perú : s.n., 15 de octubre de 2015.

Disponible en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_713fcc2b4c7fb83e4db7156a1dd42bc5/Details

Vélez. 2018. Diseño de un prototipo de sistema de red contra incendio, para la empresa industrias morarbe s.a. Instituto tecnológico metropolitano, s.l. : 2018.

Disponible en: <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1671?locale-attribute=en>

Zepeda, johnatan. 2013. Metodología para el diseño o actualización de los sistemas contra incendio para la protección de tanques atmosféricos de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. Ciudad de Mexico : s.n., 2013.

Disponible en: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2018-02-12_01-12-49143404.pdf

Carpio, walter. 2021. Rediseño de un tanque de almacenamiento de combustible para mejorar su funcionamiento de acuerdo al Decreto Supremo 017-2013-EM en el Terminal Callao de Petroperú. Repositorio institucional. [en línea] 2021.

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4696>.

Del rosario, singh. 2008. Tanques de almacenamiento de combustible. Academia. [en línea] 22 de febrero de 2008.

Disponible en:

http://www.academia.edu/5995751/3._tanques_de_almacenamiento_de_combustible.

Norma para sistemas fijos de protección contra incendios de agua pulverizada. Fuego, asociación nacional de protección contra el. 2007.

Disponible en: <https://www.catalogonfpa.org/producto/nfpa15-2017/>

Mansour, khalid a. Fires in large atmospheric storage tanks and their effect on adjacent tanks.

Degree: chemical engineering, 2012, loughborough university

Disponible en: <http://hdl.handle.net/2134/12196>

A suite of models were integrated to predict the potential of a large liquid hydrocarbon storage tank fire escalating and involving neighbouring tanks.

Subjects/keywords: chemical engineering not elsewhere classified; atmospheric storage tanks; thermal loading; pool fire

Kleyn, o. H. F. Hydrodynamic theory of catastrophic failure of cylindrical fuel storage tanks.

Degree: phd, 1983, imperial college london

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/10044/1/36331>

Young, aaron. Environmental impact assessment rectification process for shell fuel storage tanks in gauteng, south africa.

Degree: image, environmental and geographical science, 2007, university of cape town

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/11427/7469>

This report is on the environmental impact assessment rectification process conducted by environmental resource management (erm) on behalf of shell marketing (pty.) Ltd.

Anderson, austin david. Exploration of statistical approaches to estimating the risks and costs of fire in the United States.

Degree: msin engineering, mechanical engineering, 2012, university of Texas – austin

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/2152/etd-ut-2012-08-6256>

Knowledge of fire risk is crucial for manufacturers and regulators to make correct choices in prescribing fire protection systems, especially flame retardants. Methods of determining... (more)

Subjects/keywords: nfirs analysis; fire statistics; cfast; fire risk; logistic regression; hypothesis testing; fire loss estimation

zak, casey david. The effect of particle properties on hot particle spot fire ignition.

Degree: mechanical engineering, 2015, university of California – Berkeley

Disponibile en: <http://www.escholarship.org/uc/item/8cz4r1qn>

The ignition of natural combustible material by hot metal particles is an important fire ignition pathway by which wildland and wildland-urban-interface spot fires are started.... (more)

Subjects/keywords: mechanical engineering; energy; engineering; cellulose; combustion; hot particles; pyrolysis; spot-fire

Cumalioglu, ilgaz. Modeling and simulation of a high-pressure hydrogen storage tank with dynamic wall.

Degree: ms, mechanical engineering, 2005, Texas tech university

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/2346/1035>

Hydrogen storage is one of the divisions of hydrogen powered vehicles technology. To increase performances of high-pressure hydrogen storage tanks, a multilayered design is... (more)

Subjects/keywords: finite element; hydrogen storage; high pressure; high pressure hydrogen storage tank model

Wang, shuping. Effects of manifold deformation and permeability on the performance of the flexible and rigid porous stratification manifolds for solar storage tanks.

Degree: phd, mechanical engineering, 2016, university of Minnesota

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/11299/185620>

Promoting and maintaining a high degree of thermal stratification in solar storage tanks has well documented benefits for increasing the solar energy gain from solar... (more)

Megdiche, islem. Localization of a swimming robot in a cylindrical above-ground tank.

Degree: ms, engineering, 2013, rice university

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/1911/77231>

Hazardous liquid storage tanks are subjected to damages and failures. These tanks need to be inspected for risks of damage and collapse. Many robotic systems... (more)

Subjects/keywords: robots; navigation; localization; oil storage tank

Tang, yu. Studies of dynamic response of liquid storage tanks (foundations, rings, vibration, discs).

This dissertation consists of four parts. The first part deals with the response of liquid storage tanks to a vertical component of ground motion. Galerkin's... (more)

Subjects/keywords: civil engineering

Padmanabhan, shivakumar. Dynamic response of liquid storage tanks subjected to coherent and incoherent ground motions.

Degree: ms, engineering, 1992, rice university

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/1911/13609>

A comprehensive study of the response of liquid storage tanks subjected to ground induced lateral excitations is presented. Wall flexibility affects the response coefficients of... (more)

Subjects/keywords: civil engineering

Bernier, carl. Fragility and risk assessment of aboveground storage tanks during storm events.

Degree: phd, engineering, 2019, rice university

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/1911/106102>

Aboveground storage tanks (asts) have suffered severe damage during past storm events, resulting in the release of hazardous chemicals in the environment. For instance, more... (more)

Subjects/keywords: aboveground storage tanks; hurricane; fragility assessment; risk assessment; multi-hazard

Turner, James Ward. Effect of out-of-roundness on the dynamic response of liquid storage tanks.

Degree: MS, Engineering, 1978, Rice University

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/1911/104473>

The objective of this study is to examine the possible effects that an initial out-of-roundness could produce in the radial displacement response of liquid storage... (more)

Geldermann, Daniel F. A financial review and cost - benefit analysis of fuel storage tank upgrades at the Navy Exchange Gas Station, Naval Postgraduate School, Monterey, California.

Degree: Management, 1993, Naval Postgraduate School

Disponible en: <http://hdl.handle.net/10945/27056>

This thesis examines the costing allocations at the Navy Exchange Gas Station, Naval Postgraduate School, Monterey California. From this a complete cost picture has been... (more)

Katanchi, Bobby. In situ chemical oxidation using unactivated sodium persulphate at a former fuel storage facility.

Degree: 2011, University of Waterloo

Disponible en: <http://hdl.handle.net/10012/6011>

Petroleum hydrocarbon (PHC) contamination poses a serious threat to aquifer systems worldwide. Accidental releases of PHCs due to gasoline spills and leakage from underground storage... (more)

Subjects/Keywords: chemical oxidation; in situ; persulphate; remediation

Restrepo-Florez, Juan Manuel. Effects of Biodiesel Concentration on Microbial Deterioration of Polyethylene in a Simulated Fuel Storage Tank.

Degree: 2013, University of Western Ontario

Disponible en: <https://ir.lib.uwo.ca/etd/1730>

In this study a simulated fuel storage tank was used to investigate the effect of biodiesel concentration on biodegradation of polyethylene. This research is relevant... (more)

Subjects/Keywords: Biodiesel; polyethylene; biofilm; biodegradation; fuel storage; Biochemical and Biomolecular Engineering; Biodiversity; Biotechnology; Environmental Microbiology and Microbial Ecology; Polymer Science

MacDonald, Brendan David. Mathematical modelling of a metal hydride hydrogen storage system.

Degree: Dept. of Mechanical Engineering, 2009, University of Victoria

Disponibile en: <http://hdl.handle.net/1828/1876>

In order for metal hydride hydrogen storage systems to compete with existing energy storage technology, such as gasoline tanks and batteries, it is important to... (more)

Subjects/Keywords: hydrogen as fuel; fuel cells; UVic Subject Index: Sciences and Engineering: Engineering: Mechanical engineering

Setlock, Robert J., Jr. Hydrostatic Pressure Retainment.

Degree: MS, Mechanical Engineering (Engineering), 2004, Ohio University

Disponibile en: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ohiou1091108803

There is a great deal of attention being concentrated on reducing the weight of pressure vessels and fuel/oxidizer tanks (tankage) by 10% to 20%.... (more)

Subjects/Keywords: Engineering, Mechanical; Pressure Vessel; Fuel Tank; Metal Foam; Hydrogen Storage; Natural Gas Storage; Methane Storage

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Planeamiento preventivo del sistema contra incendio.	Es planificado en el tiempo y tiene por objetivo evitar algún daño en el sistema.	Es obtenido mediante la recolección de información y cálculos hidráulicos que conforma el sistema contra incendio	Caudal de agua.	GPM.
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Para satisfacer el decreto supremo N°043-2007-EM	Es una norma reguladora de la actividad sectorial funcional que dispone el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin para vigilar el acatamiento del decreto supremo.	Son los pasos para cumplir satisfactoriamente los lineamientos de Osinergmin y del Ministerio de Energía y Minas	Terminales del Perú de Chimbote	Fichas de instrumentos

Anexo 2 Precios unitarios de materiales

DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	Pu (US\$)	PARCIAL (US\$)
OBRAS MECÁNICAS				
SISTEMA DE TUBERÍAS, EQUIPOS Y ACCESORIOS				
EQUIPOS				
Tanque Diario de Combustión UL, 560 gla.	und	1	2.340,00	2.340,00
Gabinete contra incendio				
02 Mangueras de 2φ 1/2" x 30m.				
02 Mangueras de 1φ 1/2" x 30m.				
02 Boquillas de chorro ajustable - Conexión NH 2φ - 1/2"				
02 Boquillas de chorro ajustable - Conexión NH 1φ - 1/2"				
01 Boquilla para monitor autoeductora de 2φ 1/2"	und	12	7.500,00	90.000,00
01 Bifurcación de 2φ - 1/2" x 1 - 1/2" x 1 1/2"				
01 Reducción de 2φ - 1/2" x 1-1/2"				
04 Llaves tipo gancho para acoples para manguera de 2φ - 1/2"				
02 Empaques de acople de manguera de 2φ - 1/2"				
02 Empaques de acople de manguera de 1φ - 1/2"				
Hidrante de columna seca de 6"φ de hierro fundido ASTM A126 CL.B	und	17	5.500,00	93.500,00
Monitor con boquilla	und	13	8.500,00	110.500,00
Boquilla Aspersora (spray nozzle) de bronce, niquelado, con ángulo de deflector de 125'	und	526	50,00	26.300,00
TUBERÍAS				
Tubería de 2 - 1/2"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	232	29,40	6.820,80
Tubería de 3"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	227	36,70	8.330,90
Tubería de 4"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	890	55,40	49.306,00
Tubería de 6"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	78	36,20	2.823,60
Tubería de 6"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	625	97,40	60.875,00
Tubería de 8"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	30	56,50	1.695,00
Tubería de 8"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, galvanizada	m	245	146,10	35.794,50
Tubería de 10"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40	m	32	80,80	2.585,60
Tubería de 12"φ, ASTM A53, Gr B, sin costura, Sch 40, con terminación biselada	m	4	112,80	394,80
Tubería de 14"φ, ASTM A53, Gr B, electro soldado, Sch 20, con terminación biselada	m	19	160,10	3.041,90
Tubería de 6"φ, HDPE, SDR 11	m	172	29,30	5.039,60

Tubería de 8"φ, HDPE, SDR 11	m	178	56,60	10.074,80
Tubería de 10"φ, HDPE, SDR 11	m	1175	77,60	91.180,00
Tubería de 12"φ, HDPE, SDR 11	m	23	111,80	2.571,40
VÁLVULAS				
Válvula mariposa de 8"φ, tipo wafer, cuerpo de hierro dúctil ASTM A536, MWP 200 psi,	und	4	1.860,00	7.440,00
Válvula check de 2"Ø, cuerpo de bronce ASTM B62, MWP 200 psi, con terminación	und	1	1.000,00	1.000,00
Válvula check de 10"Ø, swing horizontal, cuerpo de hierro fundido ASTM A-216 WCB,	und	2	3.000,00	6.000,00
Válvula de compuerta de 2"φ	und	2	840,00	1.680,00
Válvula de compuerta de 2 1/2"φ	und	2	1.020,00	2.040,00
Válvula de compuerta de 3"φ	und	6	1.200,00	7.200,00
Válvula de compuerta de 4"φ	und	11	1.680,00	18.480,00
Válvula de compuerta de 6"φ	und	10	3.100,00	31.000,00
Válvula de compuerta de 8"φ	und	2	5.750,00	11.500,00
Válvula de compuerta de 10"φ	und	13	7.600,00	98.800,00
Válvula de compuerta de 12"φ	und	1	11.690,00	11.690,00
Válvula globo de 6"φ	und	6	3.760,00	22.560,00
Válvula globo de 8"φ	und	2	6.370,00	12.740,00
ACCESORIOS				
Accesorios (codos, tees, bridas, etc.) para tuberías de acero	glb	1	22.448,94	22.448,94
Accesorios (codos, tees, bridas, etc.) para tuberías de HDPE	glb	1	16.329,87	16.329,87
TOTAL			US\$	874.082,71

Anexo 3 Lista de equipos

Código	Descripción	Servicio / ubicación	Marca	Modelo	Cantidad	Hoja de datos	Plano n° Pfd / p&id	Plano fabricación n°	Especificación fabricación
Ch-t-001	Tanque de sistema contraincendios	Tanque de almacenamiento de agua para sistema contra incendio. Existente, de acero , sin techo. Capacidad neta de 3,420 m3. Diámetro.= 20.98 m, altura.= 10.80 m	N/a	N/a	1	Ri59 - 4130 -hd-001	Ri59-4510-pl-002	Ri59-4530-pl-001	Ri59-4130-et-001
Ch-v-001	Tanque bladder	Tanque proporcionador de espuma contra incendio. Existente. Horizontal con capacidad de 1000 galones. Listado ul o fm. Pre - piped con montaje de 2 controladores, de 3- y 6".			1	Ri59 - 4140 -hd-008	Ri59-4510-pl-005-01	N/a	N/a
Ch-pv-003	Bomba jockey sistema contraincendios	Bomba del sistema contraincendios jockey capacidad 30 gpm, listadas ul o fm. Existente. La bomba se instalara adyacente a la bomba pv-002			1	N/a	Ri59-4510-pl-002	N/a	N/a
Ch-pv-002	Motobomba de sistema contra incendio	Moto bomba del sistema contraincendios listadas ul o fm 2000 gpm x 150 psi . Existente, la bomba dispone de sus accesorios, escape y tablero de control.	Aurora	8-481-20	1	Ri59 - 4140 -hd-009	Ri59-4510-pl-002	N/a	N/a

Ch-pv-001	Motobomba de sistema contra incendio	Moto bomba del sistema contraincendios listadas ul o fm 2000 gpm x 150 psi . Existente, la bomba dispone de sus accesorios, escape y tablero de control.	Aurora	8-481-20	1	Ri59-4140-hd-009	Ri59-4510-pl-002	N/a	N/a
Fc-001	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 28 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc-17	1	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-002	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 38 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc-33	1	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-008	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 38 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc-33	1	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-010	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 13 mm diámetro	National foam	Mc-9	1	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-009	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 30 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc-33	1	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-016 a/b/c	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 36 mm	National foam	Mc-33	3	Ri59-4140-hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a

		diámetro. Existente, revisar equipo.							
Fc-014	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 36 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc s-33	1	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-015 a/b/c	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 36 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc s-33	3	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-011	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 16 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc s-9	1	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-012 a/b/c	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 13 mm diámetro	National foam	Mc s-9	3	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-003	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 26 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc s-17	1	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-006	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 22 mm diámetro. Existente, revisar equipo.	National foam	Mc s-17	1	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-01/02/03	N/a	N/a
Fc-005	Cámara de espuma	Extinción de incendio. Montaje en anillo superior de tanque vertical. Con placa de orificio de 30 mm	National foam	Mc s-33	1	Ri59 - 4140 -hd-006	Ri59-4510-pl-005-	N/a	N/a

		diámetro. Existente, revisar equipo.					01/02/03		
Mh-001/002/.../013	Hidrante p/monitor	Hidrante de columna seca. Fabricado en hierro con 2 salidas de 2 1/2" para mangueras y una de 4" para bomba.	Kennedy	K81-d	13	Ri59-4140-hd-002	Ri59-4510-pl-001 al ri59-4510-pl-005	N/a	N/a
Hy-001/002/.../004	Hidrante	Hidrante de columna seca. Fabricado en hierro con 2 salidas de 2 1/2" para mangueras y una de 4" para bomba con accesorio para montaje de monitor.	Kennedy	K81-d	4	Ri59-4140-hd-002	Ri59-4510-pl-001 al ri59-4510-pl-005	N/a	N/a
M-001/002/.../013	Monitor	Monitor de 1,000 gpm tipo oscilante con boquilla chorro niebla y varios caudales.	National foam	Hom-4a	13	Ri59-4140-hd-001	Ri59-4510-pl-001 al ri59-4510-pl-005	N/a	N/a
Gci-001/.../011	Caseta de mangueras	Gabinete contra incendio, consta de mangueras, boquillas, llaves, etc.			12	Ri59-4140-hd-003	Ri59-4540-pl-001-01/02	N/a	N/a
	Rociadores	Boquilla aspersora (spray nozzle) de bronce, niquelado, con ángulo de deflector de 125'	Viking fire	Vk814	526	Ri59-4140-hd-004	Ri59-4510-pl-004-01/02/03	N/a	N/a

Anexo 4 Ficha de registro de combustible

Ficha de registro

Item	Codig o	Tip o	Marca/Mod elo	Estad o	Ubicaci on	Fech de ingres o	Nombre de responsab le	Fech a de baja	Motiv o de baja
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Anexo 5 decreto supremo N.º 043-2007-EM

Aprueban el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y modifican diversas disposiciones

DECRETO SUPREMO N° 043-2007-EM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado por el Decreto Supremo N° 042-2005-EM, establece que el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de elaborar, aprobar, proponer y aplicar la política del Sector, así como de dictar las demás normas pertinentes; siendo el Ministerio de Energía y Minas y el OSINERGMIN los encargados de velar por el cumplimiento de la referida Ley;

Que, con el objeto de preservar la integridad y la salud del personal; proteger a terceras personas de eventuales riesgos; así como mantener las instalaciones, equipos y otros bienes relacionados con las Actividades de Hidrocarburos, que garanticen la normalidad y continuidad de las operaciones; es necesario aprobar el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos, actualizando la normatividad vigente;

Que, asimismo, es necesario modificar el Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos, aprobado por el Decreto Supremo N° 032-2002-EM; el Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 26-94-EM; el Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 032-2004-EM; el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2006-EM; y, el Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo N° 030-98-EM; a fin de que dichas normas guarden concordancia con lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos a ser aprobado;

De conformidad con lo dispuesto por el Texto Único Ordenado de la Ley N° 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 042-2005-EM; y, en uso de las atribuciones previstas en los numerales 8) y 24) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

“Artículo 39.- Para transportar combustibles y/u otros Productos Derivados de los Hidrocarburos en el territorio nacional por camiones-tanques y cisternas, ferrocarriles

(Vagones Tanque), naves, embarcaciones y/o barcazas, el interesado deberá presentar una solicitud a la DGH o la DREM del departamento correspondiente, según corresponda, con los datos, requisitos, información y/o documentos siguientes:

- a) Solicitud donde se indique el nombre, nacionalidad y domicilio legal.
- b) Número de Registro Único de Contribuyente (RUC).
- c) Documento que acredite al representante legal o apoderado, si fuera el caso.
- d) Copia del Testimonio de Constitución Social si se trata de persona jurídica o copia del Documento Nacional de Identidad (DNI) o del Carné de Extranjería si se trata de persona natural.
- e) Copia de la tarjeta de propiedad.
- f) Copia de la tarjeta de cubicación.
- g) Informe Técnico Favorable del OSINERGMIN.
- h) Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil Extracontractual.
- i) Copia del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT), de ser el caso.

En caso de naves, embarcaciones y/o barcazas que transportan Hidrocarburos, incluyendo aquellas que lo realizan en cilindros, se deberá adjuntar la siguiente documentación:

- a) Solicitud donde se indique nombre, nacionalidad y domicilio legal.
- b) Número de Registro Único de Contribuyente (RUC).
- c) Documento que acredite al representante legal o apoderado, si fuera el caso.
- d) Copia del Testimonio de Constitución Social si se trata de persona jurídica o copia del Documento Nacional de Identidad (DNI) o del Carné de Extranjería si se trata de persona natural.
- e) Permiso de Operación otorgado por la DGTA (MTC). [\(*\) RECTIFICADO POR FE DE ERRATAS](#)
- f) Certificado de Matrícula.
- g) Informe Técnico Favorable del OSINERGMIN.
- h) Tablilla de cubicación, de ser el caso.

- i) Póliza de Seguros de casco y maquinarias que incluye daños a terceros y la póliza de seguros contra accidentes y daños causados por una posible contaminación, aprobadas por la DÍCAPL.

La suspensión y/o cancelación del RUC, del Permiso de Operación de la embarcación o de la Póliza de Seguro, conllevará a la suspensión del Registro en la DGH. En caso de cualquier cambio, renovación o cancelación de la Póliza de Seguro deberá informarse a la DGH y a OSINERGMIN.

**TÍTULO III EQUIPOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN (Art. 54 al 107)
LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS**

- Capítulo I Condiciones generales de Seguridad
- Capítulo II Equipos y sistemas de protección contra incendio
- Capítulo III Manipuleo de productos peligrosos
- Capítulo IV Manipuleo de material radioactivo
- Capítulo V Manipuleo de explosivos

**REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LAS ACTIVIDADES DE
HIDROCARBUROS**

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO I

OBJETO, ALCANCE Y DEFINICIONES

Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento tiene por objeto:

a. Preservar la integridad y la salud del Personal que interviene en las Actividades de Hidrocarburos, así como prevenir accidentes y enfermedades.

b. Proteger a terceras personas de los eventuales riesgos provenientes de las Actividades de Hidrocarburos.

c. Proteger las instalaciones, equipos y otros bienes, con el fin de garantizar la normalidad y continuidad de las operaciones, las fuentes de trabajo y mejorar la productividad.

d. Preservar el ambiente.

“Artículo 4.- Aplicación

4.1 El presente Reglamento se aplica a las Operaciones e Instalaciones de Hidrocarburos, de las Empresas Autorizadas para las actividades de exploración, explotación, procesamiento, refinación, transporte por ductos, distribución por ductos, así como para las Plantas de Abastecimiento, Plantas de Abastecimiento en Aeropuertos, Terminales y Transporte Acuático.

4.2 Las instalaciones y actividades no contempladas en el numeral 4.1 del presente artículo se regirán por su norma de seguridad especial.

4.3 Asimismo, las Empresas Autorizadas son responsables por el cumplimiento del presente Reglamento por parte de sus Subcontratistas.”

91.5 Se deberá asegurar un abastecimiento por lo menos de cuatro (4) horas de agua, al régimen de diseño considerando el mayor riesgo.

Reservas de agua:

- Cuatro (4) horas en base al máximo riesgo posible de la instalación.
- Una (1) hora cuando exista red pública confiable con capacidad superior al máximo riesgo posible de la instalación.
- No es necesaria cuando exista disponibilidad ilimitada de agua dulce o salada, siempre y cuando existan instalaciones fijas de bombeo que aseguren la capacidad del máximo riesgo posible, según norma NFPA 20. En este caso, debe contarse con una bomba contra incendio alterna.

“Artículo 2.- Alcance

El presente Reglamento establece las normas y disposiciones de Seguridad e Higiene para las Actividades de Hidrocarburos, reemplaza a la Resolución Ministerial N° 0664-78-EM/DGH, que aprobó el Reglamento de Seguridad en la Industria del Petróleo y define los procedimientos para la aplicación de las Normas de Seguridad, debiendo tenerse en cuenta lo dispuesto en el artículo 4 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 26221- Ley Orgánica de Hidrocarburos, aprobado por el Decreto Supremo N° 042-2005-EM.”