



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO
SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE,
CHICLAYO 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

AGUILAR HERRERA EDILBERTO

ASESOR:

Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

MODELAMIENTO Y SIMULACION DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS

CHICLAYO – PERÚ

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 8:00 horas del día 24 de mayo de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 818 -2018-I-UCV-CH, de fecha 24 de mayo de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017; presentado por el (la)(los) Bachiller: AGUILAR HERRERA EDILBERTO, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes :

Presidente : Ing. Fredy Davila Hurtado
Secretario : Ing. James Skinner Celada Padilla
Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

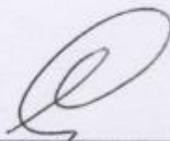
Aprobado por mayoría la tesis

Siendo las 8:45h del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 24 de mayo de 2018



Ing. Fredy Dávila Hurtado
Presidente



Ing. James Skinner Celada Padilla
Secretario



Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada principalmente a Dios por brindarme su fuerza espiritual y por la sabiduría e inteligencia que me da día a día.

A mis padres por su apoyo y confianza en todo lo necesario para poder cumplir mis objetivos, metas como persona y estudiante.

A mis hermanos y a mi sobrino que me acompañan siempre y me brindan su amor y apoyo incondicional, en cada paso que doy.

A mi abuelita y mi familia en general por sus consejos, por su apoyo incondicional en los malos y buenos momentos.

Y por último quiero dedicar esta tesis a mi abuelito y a mi tía que no están conmigo físicamente, pero desde el cielo ellos siempre me guiaran y estarán siempre conmigo en cada paso que doy.

Edilberto

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar conmigo siempre y fortalecer mi mente;
A mis padres por apoyarme y darme el respaldo en
Mis estudios; también a mi asesor por brindarme sus
Conocimientos y guiarnos en nuestra formación
Universitaria y por último agradecer a nuestra distinguida
Universidad “Cesar Vallejo” por habernos abierto las
Puertas de este prestigioso templo del saber, cuna de
Buenos profesionales.

Edilberto

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

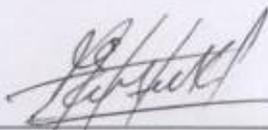
Yo, AGUILAR HERRERA EDILBERTO estudiante de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, identificado con DNI 44823501, Con la tesis titulada "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

Declaro que:

- La tesis es veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto, este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio; es decir, un duplicado de otras tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falta, auto plagio y falsedad, me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, Octubre del 2017



AGUILAR HERRERA EDILBERTO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Respetando las normas establecidas vigentes de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo. Presento este trabajo titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”**

Chiclayo, es una ciudad en donde el transporte es una de las principales actividades económicas y por lo tanto las estaciones de servicio y grifos de expendio de combustible se encuentran diversificados por diferentes puntos de la ciudad y fuera de ella, así mismo Chiclayo presenta altos índices de salinidad que corroe con facilidad a los materiales ferrosos, a los cuales en poco tiempo el proceso de oxidación del metal es rápido.

Los tanques estacionarios de combustible que se ubican subterráneos o aéreos en las estaciones de servicio y/o grifos, presentan niveles de corrosión, y en muchos casos fugas de combustible; ante ello se propone implementar un sistema de arenado de la superficie de los tanques de combustibles, que sea capaz de realizar la limpieza de óxidos. Este proceso de arenado se realiza de acuerdo al área lateral total del tanque estacionario, empleando sólidos que se desplazan a alta velocidad, por la acción de la corriente de aire.

El proyecto realiza el diseño de los diferentes elementos electromecánicos del sistema, y mediante las teorías de esfuerzos, mecánica de fluidos, procesos de manufactura, acabado superficial, se determina las dimensiones, formas, y materiales a emplear, como también la rentabilidad económica del proyecto, de acuerdo a la demanda que se tiene en Chiclayo, en cuanto a tanques estacionarios de combustibles de diferentes capacidades.

AGUILAR HERRERA EDILBERTO

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Trabajos previos.....	21
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1. Arenado.....	23
1.3.2. Acabado Superficial.....	24
1.3.3. Descripción de la Normativa de Preparación de superficies.....	25
1.3.4. Principio de trabajo de la máquina.....	27
1.4. Formulación del problema.....	33
1.5. Justificación del estudio.....	33
1.5.1. Justificación Científica.....	33
1.5.2. Justificación Técnica.....	33
1.5.3. Justificación Económica.....	34
1.5.4. Justificación Ambiental.....	34
1.6. Hipótesis.....	34
1.7. Objetivos.....	35
1.7.1. Objetivo General.....	35
II. MÉTODO	36
2.1. Diseño de investigación.....	36
2.2. Variables, operacionalización.....	36
2.3. Población y muestra.....	38
2.3.1. Objeto de análisis (OA).....	38
2.3.2. Población (N).....	38
2.3.3. Muestra (n).....	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad.....	39

2.4.1.	Técnicas	39
2.4.2.	Instrumentos para la recolección de datos	39
2.4.3.	Validez y confiabilidad de los instrumentos	39
2.5.	Métodos de análisis de datos	40
2.6.	Aspectos éticos	40
III.	RESULTADOS	41
3.1.	Diagnóstico de la situación actual en cuanto los niveles de corrosión, y su influencia en el almacenamiento óptimo de combustible.	41
3.1.1.	Pruebas de Presión Hidrostática	41
3.1.2.	Cuantificación del área atacada por la corrosión en cada tanque	
45		
3.2.	Proponer procedimiento para la inspección, mantenimiento y limpieza de tanques de combustibles líquidos.	46
3.2.1.	Riesgo de Significancia	46
3.2.2.	Procedimiento de inspecciones, mantenimiento y limpieza	47
3.2.3.	Procedimiento del Mantenimiento del Tanque	51
3.3.	Seleccionar los mecanismos para el proceso de arenado, en función a la capacidad de limpieza, determinando las dimensiones de los sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos	53
3.4.	Diseño Del Sistema	54
3.4.1.	Dimensiones de la Tolva de almacenamiento de arena.	54
3.4.2.	Diseño del dosificador de arena a la línea de aire	58
3.4.3.	Requerimiento de aire comprimido en el arenado de los tanques de combustible	59
3.4.4.	Cálculo del caudal de succión y abastecimiento de aire	59
3.4.5.	Potencia del Compresor de aire	61
3.5.	Evaluación Económica de la Propuesta	63
3.5.2.	Ingresos	63
3.5.4.	Flujo de caja	68
3.5.5.	Valor actual neto	70
IV.	DISCUSIÓN	71
V.	CONCLUSIONES	72
VI.	RECOMENDACIONES	73
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	74
VIII.	ANEXOS	76
	77	
8.1.	GUÍA DE OBSERVACIÓNviii.....	77

8.2. GUÍA DE OBSERVACIÓN	77
8.3. GUÍA DE OBSERVACIÓN	78
8.4. FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	79
8.5. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	84
8.6. RESOLUCIÓN DE VICERRECTORADO ACADÉMICO.....	85

RESUMEN

La presente tesis, está enmarcado en los planes de inversión en el sector industrial, debido a que existe demanda en lo que respecta al tratamiento de superficies metálicas, específicamente a los tanques de combustibles, que se encuentran ubicados en las estaciones y grifos del Departamento de Lambayeque. La propuesta del proyecto, se hace en función a una necesidad real existente en la zona, en donde los propietarios de éstos tanques, contratan empresas que se encuentran fuera de la región para que realicen el tratamiento de la superficie, a través del proceso de arenado, los cuales incrementan los costos de mantenimiento.

El estudio en mención, se analiza conociendo la realidad a nivel internacional de la problemática de la corrosión en los tanques de combustible, y la forma cómo se viene mitigando dicha situación, de igual manera a nivel nacional y local. A nivel local se cuantificó la cantidad de grifos inscritos en OSINERGMIN, estando registrados 114, y todos ellos tienen tanques de diversos volúmenes con uno, dos y tres compartimientos; y en una visita realizada en el momento en el cual se está efectuando las labores de mantenimiento, se observó que la corrosión en la superficie exterior al tanque, es significativa, y en algunos casos, la posibilidad de fuga de combustible.

Se planteó tres objetivos específicos, los cuales nos permiten determinar la factibilidad de invertir en tener una planta arenadora de tanques de combustible, que sea fácilmente montable. Así mismo se selecciona los diferentes mecanismos de los procesos de arenado, de acuerdo a las características de cada tanque a tratar, es decir los volúmenes de la tolva, valores de los flujos, potencia eléctrica del compresor, entre otros más.

La rentabilidad económica, muestra la viabilidad de inversión, y el tiempo de recuperación de ésta.

Palabras claves: Arenado, Flujo de aire, Energía cinética.

ABSTRACT

This thesis is framed in investment plans in the industrial sector, because there is demand for the treatment of metal surfaces, specifically fuel tanks, which are located in the stations and taps of the Department of Lambayeque. The project proposal is made based on a real need in the area, where the owners of these tanks, hire companies that are outside the region to perform the treatment of the surface, through the process of sandblasting, which increase maintenance costs.

The study in question, is analyzed knowing the reality at international level of the problem of corrosion in fuel tanks, and the way how this situation has been mitigated, likewise at national and local level. At the local level, the number of faucets registered in OSINERGMIN was quantified, with 114 registered, and all of them have tanks of different volumes with one, two and three compartments; and in a visit made at the time in which the maintenance work is being carried out, it was observed that corrosion on the surface outside the tank is significant, and in some cases, the possibility of fuel leakage.

Three specific objectives were proposed, which allow us to determine the feasibility of investing in having a fuel tank sandblasting plant, which is easily mountable. Likewise, the different mechanisms of the sandblasting processes are selected, according to the characteristics of each tank to be treated, ie hopper volumes, flow values, compressor electric power, among others.

The economic profitability shows the viability of investment, and the recovery time of it.

Keywords: Sand blasting, Air flow, Kinetic energy.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A Nivel Internacional.

“La corrosión de los metales, específicamente en estructuras a veces inaccesibles son las causas del deterioro del material, con consecuencias de altos costos de mantenimiento y peligros en la operatividad de los sistemas” (Pereja, 2014, p.4).

En países en donde se tiene infraestructura industrial cercanos al litoral marítimos, los problemas de corrosión son tratados exhaustivamente, con seguimientos de los niveles de corrosión a las superficies metálicas expuestas, en el cual se realizan mediciones de las zonas afectadas de la superficie metálica, sin embargo la implantación de procedimientos no cubre en su totalidad la conservación de las superficies, lo cual en tiempos cada vez más cortos, la superficie termina en mal estado, y en muchas oportunidades se paraliza el proceso productivo. (Diez, 2013, p.12).

La preparación de cualquier superficie, antes de aplicar un tipo de revestimiento o pintura, es muy importante tener en cuenta, porque influye mucho en el resultado final del acabado. Esta preparación debe ser la adecuada, debe estar libre de aceites, grasas cascarilla de laminación y herrumbre, o cualquier residuo, para que su capacidad de adhesión al sustrato, sea óptima y duradera. Este tipo de trabajos están normalizados por varias asociaciones internacionales; una de la más difundidas es la norma Americana **SSPC (Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA)**, que define en cada categoría los procedimientos requeridos para hacer un correcto mantenimiento de superficie antes de aplicar un revestimiento o pintura. (Revista digital CYM MATERIALES SA, 2015, p.5)

La mayor parte de los metales que se utilizan para diferentes fines, ya sea industrial o de otra índole, están sometidos a la corrosión; se considera a la corrosión como la alteración y destrucción de la mayor parte de los materiales naturales o fabricados por el hombre.

Si bien esta fuerza destructiva ha existido siempre, no se le ha prestado atención hasta los tiempos modernos, como efecto de los avances de la civilización en general y de la técnica en particular. El desarrollo de los métodos de extracción y uso de los combustibles, muy especialmente del petróleo, así como la expansión de la industria química, han modificado la composición de la atmósfera de los centros industriales y de las aglomeraciones urbanas.(Diez, 2013, p.14).

A Nivel Nacional.

“El Perú, con un litoral de más de 3000 Km, en las ciudades de la costa, se encuentran la mayoría de las estaciones de servicio, encontrándose superficies metálicas en mal estado, atacados con la corrosión” (OSINERGMIN, 2014, p.18).

Los problemas asociados con la corrosión en la superficie de los tanques de combustible, son alertados por la empresa fiscalizadora, con lo cual los propietarios tienen que cumplir las observaciones realizadas en las visitas técnicas inopinadas por parte del personal de fiscalización. Siendo entre todas, la revisión del estado actual de conservación del tanque de combustible, para lo cual solicitan las actas de las pruebas de presión ya sea neumática o hidráulica.

En las labores de mantenimiento de los tanques de combustible, se tiene en cuenta los tiempos en los cuales se emplean, debido a que la paralización de venta de combustible, tiene efectos negativos directos contra la economía de los propietarios, por lo cual, muchos propietarios optan por que dicha labor sea realizada por empresas que realizan en

proceso de arenado, sin embargo, en Chiclayo, dichas empresas no están con la disponibilidad de atención, debido a que se tiene poca oferta de empresas dedicadas al arenado de superficies de tanques de combustible.

A Nivel Local

En la región Lambayeque, la entidad encargada de fiscalizar a las estaciones de servicios y grifos es OSINERGMIN, a través de la Dirección de Hidrocarburos, la entidad que entrega los permisos respectivos es el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección Regional de Energía y Minas.

En las estaciones de servicio de combustible y en los grifos, los mantenimientos que se realizan a los tanques de combustible, son de tres a cinco años, y se hacen debido al grado de corrosión que estos alcanzan, siendo la forma manual la más empleada, es decir los operarios ingresan al tanque y realizan el lijado y pintado externo del tanque. En algunos casos los índices de corrosión son altos, que terminan haciendo pequeños orificios al material del tanque, lo que ocasiona fugas de combustible.

En la tabla 1, se muestra la lista de tanques de combustibles que se encuentran en los 114 establecimientos de venta de combustible inscritos en OSINERGMIN, en los cuales tienen 1, 2, 3 y 4 tanques de combustibles, de 1, 2 o 3 compartimientos.

Tabla 1

No	TANQUE 1	TANQUE 2	TANQUE 3	TANQUE 4
1	C1:4000:DIESEL B5	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
2	C1:4000:DIESEL B5	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
3	C1:6000:DIESEL B5	C1:6000:GASOHOL 84 PLUS	C1:6000:DIESEL B5	C1:4000:GASOHOL 90 PLUS C2:4000:SIN PRODUCTO
4	C1:2969:GASOHOL 84 PLUS	C1:5867:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2969:GASOHOL 90 PLUS	C1:2969:GASOHOL 84 PLUS
5	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:DIESEL B5	C1:3000:DIESEL B5
6	C1:4148:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:5125:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1138:GASOHOL 95 PLUS	C1:1138:GASOHOL 90 PLUS
7	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:3000:GASOHOL 95 PLUS	C1:6000:GASOHOL 90 PLUS	C1:6000:GASOHOL 84 PLUS	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
8	C1:1800:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3500:DIESEL B5 S-50	C1:1360:GASOHOL 90 PLUS	C1:3500:GASOHOL 84 PLUS
9	C1:4000:DIESEL B5	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS		
10	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	
11	C1:10000:DIESEL 2	C1:10000:GASOLINA 84	C1:10000:GASOLINA 90	C1:10000:DIESEL 2
12	C1:2100:GASOHOL 90 PLUS	C1:3058:GASOHOL 84 PLUS	C1:5160:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3065:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
13	C1:3000:DIESEL B5	C1:2350:GASOHOL 90 PLUS	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 95 PLUS	
14	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS	C1:2500:GASOHOL 90 PLUS	
15	C1:8500:DIESEL B5	C1:8500:DIESEL B5	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS
16	C1:4000:DIESEL B5,GASOHOL 84 PLUS	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
17	C1:4000:DIESEL B5,GASOLINA 84	C1:2250:GASOLINA 95	C1:4000:DIESEL B5 S-50	C1:4000:DIESEL B5 S-50

Fuente: OSINERGMIN, 2016

18	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4000:DIESEL B5 C2:4000:DIESEL B5 S-50		
19	C1:2255:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1690:GASOHOL 84 PLUS	C1:1125:GASOHOL 90 PLUS	
20	C1:3080:DIESEL B5	C1:1540:GASOHOL 84 PLUS C2:1540:GASOHOL 90 PLUS		
21	C1:3000:DIESEL B5	C1:2300:GASOHOL 90 PLUS	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
22	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS	C1:5000:GASOHOL 90 PLUS	C1:6400:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
23	C1:5000:DIESEL 2	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3550:GASOHOL 90 PLUS	C1:2000:DIESEL 2
24	C1:2200:DIESEL B5	C1:1750:GASOHOL 84 PLUS C2:1750:GASOHOL 90 PLUS		
25	C1:5000:DIESEL B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS		
26	C1:6535:GASOHOL 90 PLUS	C1:6535:DIESEL B5	C1:6535:DIESEL B5	
27	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:6000:DIESEL B5	C1:1400:GASOHOL 90 PLUS	C1:8000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
28	C1:10000:GASOHOL 84 PLUS	C1:5000:GASOHOL 90 PLUS C2:5000:GASOHOL 95 PLUS	C1:10000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 97 PLUS
29	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	
30	C1:2700:GASOHOL 90 PLUS	C1:5000:Diesel B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 95 PLUS	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS
31	C1:2500:DIESEL B5 S-50,GASOHOL 90 PLUS	C1:2500:DIESEL B5	C1:4100:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4100:GASOHOL 84 PLUS
32	C1:1587:GASOHOL 90 PLUS	C1:3894:GASOHOL 84 PLUS	C1:2996:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2996:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
33	C1:5000:DIESEL B5	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS		
34	C1:3184:GASOHOL 90 PLUS C2:3184:GASOHOL 95 PLUS	C1:6389:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3633:GASOHOL 84 PLUS	
35	C1:2400:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:GASOHOL 90 PLUS	C1:500:GASOHOL 95 PLUS C2:500:GASOHOL 95 PLUS	C1:5000:Diesel B5 S-50
36	C1:5000:DIESEL B5 C2:1100:GASOHOL 84 PLUS C3:1100:GASOHOL 90 PLUS	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
37	C1:3000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS	

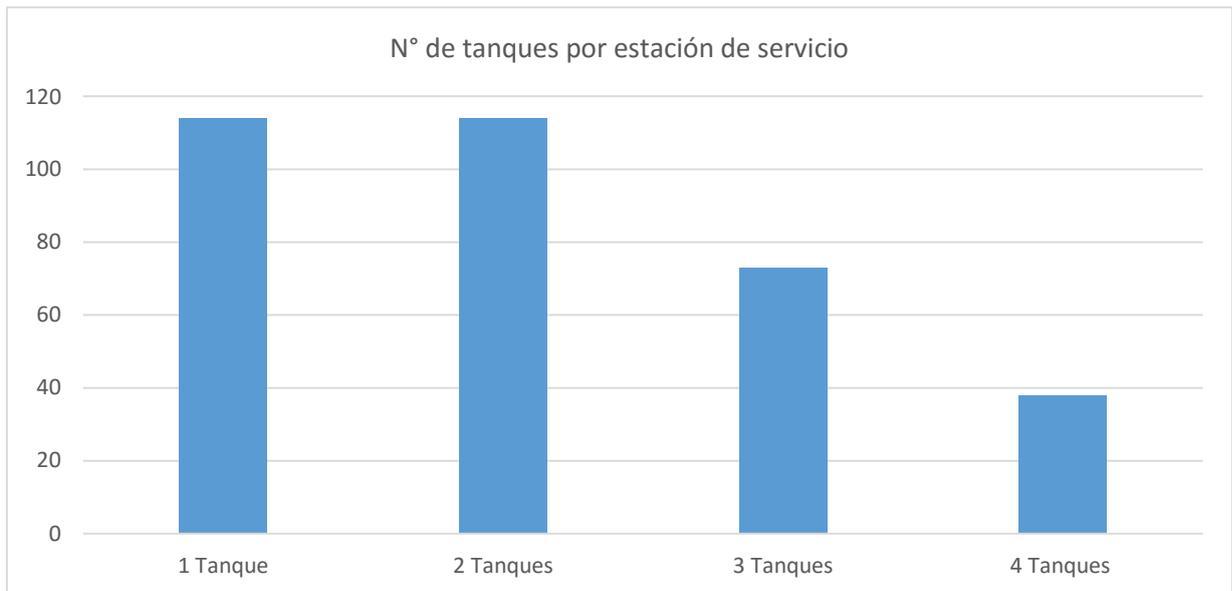
38	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:8000:DIESEL B5	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:3000:GASOHOL 90 PLUS	
39	C1:5000:DIESEL B5	C1:6000:GASOHOL 84 PLUS		
40	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS	C1:2000:DIESEL B5	
41	C1:5000:Diesel B5 S-50 UV	C1:3500:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS C3:1500:GASOHOL 95 PLUS		
42	C1:7800:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:6600:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4200:GASOHOL 90 PLUS
43	C1:2360:DIESEL B5	C1:1180:GASOHOL 84 PLUS C2:1180:GASOHOL 90 PLUS		
44	C1:3600:Diesel B5 S-50	C1:1800:GASOHOL 84 PLUS C2:1800:GASOHOL 90 PLUS		
45	C1:1470:Diesel B5 S-50	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
46	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50,GASOHOL 84 PLUS,GASOHOL 90 PLUS	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
47	C1:5920:DIESEL B5	C1:2230:GASOHOL 84 PLUS C2:2200:GASOHOL 90 PLUS		
48	C1:5000:Diesel B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 95 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS		
49	C1:2500:SIN PRODUCTO	C1:2500:GASOHOL 95 PLUS	C1:5000:GASOHOL 90 PLUS	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
50	C1:1993:DIESEL B5 S-50	C1:1013:SIN PRODUCTO	C1:1424:DIESEL B5,GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS
51	C1:4600:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS	C1:4600:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:SIN PRODUCTO
52	C1:1200:GASOHOL 90 PLUS	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	
53	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS	C1:8000:DIESEL B5		
54	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1000:GASOHOL 84 PLUS C2:1000:GASOHOL 90 PLUS		
55	C1:1940:GASOHOL 84 PLUS C2:2489:GASOHOL 90 PLUS	C1:3709:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4558:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1125:SIN PRODUCTO
56	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS	

57	C1:2900:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:GASOHOL 90 PLUS	
58	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50		
59	C1:5700:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 590 PLUS		
60	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS	
61	C1:3000:SIN PRODUCTO	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS
62	C1:1632:Diesel B5 S-50 UV	C1:1632:GASOHOL 84 PLUS	C1:1632:GASOHOL 90 PLUS	
63	C1:2500:GASOLINA 90	C1:1500:SIN PRODUCTO	C1:2500:GASOLINA 84	C1:5000:DIESEL 2
64	C1:3519:DIESEL B5	C1:3562:GASOHOL 84 PLUS	C1:1775:GASOHOL 90 PLUS	C1:1775:GASOHOL 84 PLUS
65	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:DIESEL B2	C1:1500:DIESEL B2	
66	C1:2287:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1143:GASOHOL 84 PLUS	C1:1143:GASOHOL 90 PLUS	
67	C1:2200:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS		
68	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS	C1:2500:GASOHOL 90 PLUS	C1:3500:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1000:SIN PRODUCTO
69	C1:10000:GASOHOL 84 PLUS	C1:10000:GASOHOL 90 PLUS	C1:10000:GASOHOL 95 PLUS	C1:10000:Diesel B5 S-50
70	C1:4580:DIESEL 2	C1:1756:GASOLINA 90	C1:2820:GASOLINA 84	
71	C1:3322:GASOLINA 84	C1:3391:GASOLINA 90	C1:3271:GASOLINA 95	C1:6641:DIESEL 2
72	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS		
73	C1:2485:DIESEL B5	C1:1153:GASOHOL 84 PLUS	C1:1050:GASOHOL 84 PLUS	C1:1050:GASOHOL 90 PLUS
74	C1:3080:DIESEL B5, Diesel B5 S-50	C1:1680:GASOHOL 84 PLUS	C1:1400:GASOHOL 90 PLUS	
75	C1:2500:DIESEL B5	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
76	C1:8000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:8000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:3000:GASOHOL 90 PLUS	

77	C1:5000:DIESEL B5	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS		
78	C1:2000:DIESEL B5	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS		
79	C1:2500:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS		
80	C1:2700:GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50		
81	C1:1000:GASOHOL 84 PLUS C2:1000:GASOHOL 90 PLUS	C1:2000:DIESEL B5		
82	C1:3000:GASOLINA 84	C1:2000:GASOLINA 90	C1:3000:DIESEL 2	
83	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS C2:2000:GASOHOL 90 PLUS		
84	C1:4300:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1430:GASOHOL 84 PLUS C2:1430:GASOHOL 84 PLUS C3:1430:GASOHOL 90 PLUS	C1:4610:DIESEL B5	C1:3670:DIESEL B5
85	C1:3400:DIESEL 2	C1:2291:GASOLINA 84	C1:2291:GASOLINA 90	C1:4168:SIN PRODUCTO
86	C1:3200:GASOHOL 84 PLUS	C1:3200:DIESEL B5	C1:1457:DIESEL B5	
87	C1:5000:DIESEL B5	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
88	C1:5000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
89	C1:2370:DIESEL B5	C1:1185:GASOHOL 84 PLUS C2:1185:GASOHOL 90 PLUS		
90	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:6000:GASOHOL 90 PLUS	C1:6000:GASOHOL 95 PLUS	
91	C1:5000:Diesel B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 90 PLUS	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS	
92	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
93	C1:3000:DIESEL B5	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS		
94	C1:4000:DIESEL B5	C1:2500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
95	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:GASOHOL 90 PLUS	
96	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1500:GASOHOL 90 PLUS	

97	C1:8000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4000:GASOHOL 90 PLUS C2:4000:GASOHOL 90 PLUS	C1:8000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:8000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50
98	C1:3000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS		
99	C1:6000:GASOLINA 84	C1:6000:DIESEL 2	C1:6000:DIESEL 2	
100	C1:4606:DIESEL B5	C1:1914:GASOHOL 84 PLUS	C1:1914:GASOHOL 84 PLUS	C1:1914:GASOHOL 90 PLUS
101	C1:2400:GASOHOL 84 PLUS C2:2500:GASOHOL 90 PLUS	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50		
102	C1:4000:Diesel B5 S-50	C1:1500:GASOHOL 84 PLUS C2:1500:GASOHOL 90 PLUS		
103	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:6500:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50 C2:4000:GASOHOL 84 PLUS	
104	C1:5000:DIESEL B5 S-50	C1:5000:GASOHOL 84 PLUS	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	
105	C1:3071:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2022:GASOHOL 84 PLUS	C1:1447:GASOHOL 90 PLUS	
106	C1:6000:GASOHOL 84 PLUS	C1:6000:DIESEL B5		
107	C1:6000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS		
108	C1:6300:DIESEL B5	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:4000:GASOHOL 90 PLUS	C1:6300:DIESEL B5
109	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1000:GASOHOL 84 PLUS	C1:500:GASOHOL 90 PLUS	
110	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:1000:GASOHOL 84 PLUS	C1:1000:GASOHOL 90 PLUS	
111	C1:2000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:2000:GASOHOL 84 PLUS	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	
112	C1:4000:Diesel B5 S-50	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	
113	C1:6000:Diesel B5 S-50	C1:3000:GASOHOL 90 PLUS	C1:3000:GASOHOL 84 PLUS	C1:3000:GASOHOL 95 PLUS
114	C1:4000:DIESEL B5,DIESEL B5 S-50	C1:4000:GASOHOL 84 PLUS	C1:2000:GASOHOL 90 PLUS	

Figura 1



Fuente: Osinergmin – Facilito, 2017

Número de establecimientos de combustible, en función a la cantidad de tanques

Los propietarios de las estaciones de servicio, normalmente tienen más de un tanque en su despacho de combustible, y cada tanque está dividido en compartimientos, en los cuales almacenan los combustibles, por decir gasolinas a diferentes octanajes (84, 90, 95 octanos); éstos tanques se encuentran ubicados dentro de una fosa de concreto armado, y entre las paredes laterales del tanque y las bases, está rellena con arena fina. Se ha encontrado que en algunos casos, ésta arena no está en condiciones por presentar niveles muy altos de PH, que van a facilitar la corrosión de las superficies metálicas expuestas. La arena fina que se encuentra en el litoral marítimo no es el apropiado, debido a que presenta gran contenido de salinidad.

1.2. Trabajos previos.

Saldarriaga (2006), en su tesis de grado denominado “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE EN EL SERVICIO

INDUSTRIAL DE LA MARINA” para optar el título de Ingeniero Industrial a la Universidad de Piura, presenta las siguientes conclusiones

- La propuesta de implementación de los diferentes equipos que hacen posible el uso de chorros de agua a ultra alta presión, no son más que la aplicación de la tecnología e instrumentación usada actualmente a nivel mundial. Y es precisamente esta propuesta de preparación de superficie para el Servicio Industrial de la Marina, la que ofrece ventajas tanto para el proceso de mantenimiento de las diferentes embarcaciones navales y particulares que ingresan al dique seco de la mencionada organización; así como para la conservación socio-ambiental.
- Tomamos como conclusión mediante lo presentado en el presente estudio, que el uso del hidro-lavado optimiza una diversidad de procesos tales como: la mejora de una técnica ya conocida como es la del Sand-Blasting (limpieza con arena a presión), mejoras en el producto terminado, optimización de costos, tiempos y mano de obra.

Torres (2013), en su tesis “Diseño y construcción de un prototipo de una estación de limpieza mecánica, mediante el proceso de sandblasting utilizando granalla mineral en ciclo continuo para una unidad de mantenimiento y transporte”, para optar el título de ingeniero mecánico, en donde uno de sus objetivos fue innovar los equipos de sandblasting incorporando una cabina de granallado que trabaje en conjunto con un equipo de succión, para limpiar y preparar las superficies metálicas. Concluyendo con la reducción de la tercera parte del tiempo empleado que la aplicación de limpieza manual.

Belloso (2014), en su tesis “Diseño y construcción de un sistema semiautomático de granallado para uso didáctico”, para optar el título de

ingeniero mecánico, el objetivo es demostrar que la mayoría de las fallas por fatiga a largo plazo, son producto de los esfuerzos por tracción y reducir los problemas a la salud del operador, por no tomar medidas adecuadas en el sistema de protección personal.

Con la construcción, comprobó el funcionamiento de un sistema semiautomática de granallado caracterizado con 3 variables (distancia de proyección, ángulo de incidencia y presión de granallado) y determino que la deflexión es causada por el Angulo de disparo y la presión.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Arenado

La tarea de chorreado con arena consiste en proyectar arena mediante una corriente de aire impulsada por un compresor sobre piezas y estructuras metálicas para limpiar la superficie o dejarla preparada para tratamientos posteriores. El chorreado se realiza al aire libre, en salas de chorreado o en cabinas. En el caso de un buque o una estructura de gran tamaño se ejecuta con unidades móviles de chorreado. (Zegarra, 2014, p.5)

Durante la realización de esta tarea los granos de arena impactan con gran energía en las piezas metálicas objeto de tratamiento. La arena se fragmenta en partículas muy finas, liberándose al ambiente polvo de sílice cristalina. Una parte importante de este polvo está formado por partículas de tamaños que corresponden a lo que se denomina “fracción respirable”, no visible a simple vista, que penetra hasta los alvéolos pulmonares, pudiendo causar daños graves en el sistema respiratorio.

Tabla 2

Agente Químico	Sinónimos	N° CAS	Estado físico. Forma de presentación	Propiedades físicas
Sílice cristalina cuarzo	Cuarzo Dióxido de silicio. Óxido de silicio SiCO ₂	148808-60-7	Sólido polvo cristalino	P.E. 2230 °C Pf. 1610 °C D.r. 2,635 Insoluble en agua. Soluble en ácido fluorhídrico

Propiedades físicas de arena para tratamiento de superficies metálicas

132 Acabado Superficial.

Actualmente existen normativas que determinan la calidad de las superficies metálicas, en las cuales el tratamiento antes del pintado, cobra importancia para el acabado final. Las diferentes categorías de preparación de superficie definidas por la SSPC a la fecha (Julio 2015) son las siguientes:

Tabla 3

Norma SSPC	Descripción		Última Revisión
SSPC-SP-COM	comentarios sobre preparación de superficies para acero y sustratos de hormigón		mar-15
SSPC-SP-1	Limpieza con solventes		abr-15
SSPC-SP-2	Limpieza con herramientas manuales	Cepillos, lijas, etc	nov-14
SSPC-SP-3	Limpieza con herramientas manuales mecánicas	Herramientas eléctricas o neumáticas	nov-14
SSPC-SP-5/ NACE N° 1	Limpieza con chorro de abrasivo	Granallado metal blanco	ene-07
SSPC-SP-6/ NACE N° 3	Limpieza con chorro de abrasivo	Granallado comercial	ene-07
SSPC-SP-7/ NACE N° 4	Limpieza con chorro de abrasivo	Granallado ligero	ene-07
SSPC-SP-8	Decapado químico		nov-14
SSPC-SP-10/ NACE N° 2	Limpieza con chorro de abrasivo	Granallado semi - blanco	ene-07

Fuente: SSPC, 2015

SSPC-SP-11	Limpieza manual con herramientas mecánicas	Limpieza metal limpio o desnudo c/ rugosidad mínima de 25 micrones	jul-12
SSPC-SP-12/ NACE N° 5	Limpieza con agua presión – wáterjetting	Reescrita en Julio 2012 y reemplazadas por las normas SSPC -SP WJ-1,2,3 y 4	jul-12
SSPC-SP-13/ NACE N° 6	Limpieza de concreto		mar-03
SSPC-SP-14/ NACE N° 8	Granallado Industrial		ene-07
SSPC -SP 15	Limpieza Manual con herramientas mecánicas	Limpieza comercial con rugosidad mínima de 25 micrones	jul-12
SSPC -SP 16	Limpieza metales no ferrosos	Galvanizado, acero inoxidable, cobre, aluminio, latón, etc	abr-10

Normativa SSPC para preparación de superficies para acero y sustratos de hormigón

133. Descripción de la Normativa de Preparación de superficies

SSPC-SP-5 / NACE N°1 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado metal blanco)

Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Metal Blanco Este tipo de limpieza, utiliza cualquier tipo de abrasivo proyectado a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

SSPC-SP-6 / NACE N°3 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado comercial).

Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado - Grado Comercial. Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

SSPC-SP-7 / NACE N°4 (Limpieza con chorro de abrasivo - Granallado / arenado rápido).

Preparación de superficie o limpieza con chorro de Abrasivo conocido como granallado o arenado rápido o ráfaga. Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina cascara de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante.

Figura 2



Fuente: Zegarra, 2014

Máquina para arenado de tanques

Tabla 4

Fuente: Zagarra, 2014

	Material	Abreviación	Forma inicial de la partícula
Tipo Natural	Arena	N/SI	G
	Arena olivene ⁽¹⁾	N/OL	G
	Estauroлита	N/ST	S/G
	<i>Garnet</i> (granate)	N/GA	G
Sintética	Escoria alto horno ⁽²⁾	N/FE	G
	Escoria cobre ⁽³⁾	N/CU	G
	Escoria níquel ⁽⁴⁾	N/NI	<u>G</u>
	Escoria coke ⁽⁵⁾	N/CS	G
	Óxido Al fundido ⁽⁶⁾	N/FA	G

Clasificación de abrasivos no metálicos según la norma ISO 11.126.1:1993

Tabla 5

Fuente: Zagarra, 2014

A1	0,2 – 0,5 mm
A2	0,2 – 0,8 mm
A3	0,2 – 1,4 mm
A4	0,2 – 2,2 mm
B1	1,4 – 2,2 mm
B2	0,8 – 2,2 mm
B3	0,5 – 2,2 mm
X	0,5 – 1,4 mm

Clasificación según el diámetro de los abrasivos normal Sueca 055900

134. Principio de trabajo de la máquina.

Basado en las leyes de la cinética y de la energía mecánica, consiste en lanzar abrasivo de acero, a alta velocidad contra la superficie a ser limpiada; aplicando la fuerza centrífuga, a través de una rueda que contiene paletas y es alimentada de abrasivo que viaja a lo largo de la longitud radial de sus aspas, y lanzarla hacia afuera, contra la superficie a ser granallada.

- **La corrosión**

Es el proceso de destrucción que experimenta todo material metálico, por reacción química o electroquímica en su lugar de origen, generalmente en los metales, dependiendo de la naturaleza química y de la concentración de especies reactivas que hay en su entorno. Todos los materiales se destruyen con el tiempo, pero a los materiales no metálicos, la corrosión, es denominada como degradación.

- **Energía mecánica**

La unidad de medida es el Joule, o en sus múltiplos como es el Kilojoule y el Megajoule.

$$E_M = cte$$

No es un parámetro físico, ya que es sustentado por el producto del movimiento rotativo que es el par y el régimen de giro, y el movimiento lineal, son la fuerza y la velocidad lineal.

$$W = Mx rpm$$

$$w = FxV$$

Potencia = W, en (watts)

torque = M, en Nm

velocidad de rotacion, velocidad angular = w, en rpm

fuerza = empuje (f), en kg (Cengel y Boles, 2012, p.58)

- **Energía cinética (J)**

Está asociada al movimiento, dependiendo de la masa y velocidad del cuerpo, su unidad de medida está dada en julios y tiene por fórmula:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde:

E_c = energia cinetica, dada en J

m = masa, expresada en Kg

v = velocidad en m/s² (Cengel y Boles, 2012, p.53).

- **Energía potencial o gravitatoria (J)**

Cualquier cuerpo, que se encuentra a una determinada altura, siempre posee una energía potencial gravitatoria.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Dónde:

E_p = energia potencial, en joule(J)

m = masa, en Kg

$g = \text{gravedad, en } m/s^2$

$h = \text{altura, en } m$ (Cengel y Boles, 2012, p.54).

- **Esfuerzos en Elementos de Máquina.**

Los elementos de una estructura deben ser diseñados para soportar su propio peso y también la carga a la que va a estar sometida. Por lo que tendremos que hacer cálculo de los tipos de esfuerzo que aparecen. Entre ellos:

- ✓ **Tracción**

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, tienden a estirarlo; un ejemplo los tensores

- ✓ **Compresión**

Cuando las fuerzas tienden a aplastarlo o comprimirlo.

- ✓ **Flexión**

Cuando las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, tiende a doblarlo, un ejemplo son las vigas.

- ✓ **Torsión**

Cuando las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienden a torcerlo un ejemplo claro es la llave de una cerradura.

Aspectos Eléctricos.

Motores eléctricos

- **Potencia activa**

Es la relación entre la tensión, intensidad de corriente eléctrica y factor de potencia..

Su fórmula es

$$p = \sqrt{3}xVxIx \cos \emptyset$$

Dónde:

P: Potencia Activa En Watt.

V: Diferencia de tensión, en voltios.

I: Intensidad de corriente eléctrica, en amperios.

$\cos \emptyset$: Factor de potencia.

Su unidad de medida es el watts (W) (Schneider, sf, p.12)

- **Potencia reactiva**

Su función principal es generar el campo magnético, requerido por los equipos inductivos para su funcionamiento, principalmente motores y transformadores.

Su fórmula:

$$Q = \sqrt{3}xVxIx \sin \emptyset$$

Su unidad de medida es vol-amper reactivo (Var) (**Schneider, sf, p.12**)

- **Potencia aparente**

Es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva.

Su fórmula:

$$S = \sqrt{3}xVxI$$

Su unidad de medida es vol-amper (Va), (**Schneider, sf, p.12**)

- **Factor de potencia**

El factor de potencia (F) es la proporción de potencia activa en la potencia aparente.

Es tanto mejor cuando se acerca al valor de 1 (de 0 a 1).

$$F = \frac{P(Kw)}{S(Kva)} = \cos \phi$$

P = potencia activa (W)

S = potencia aparente (VA)

F = factor de potencia (cos ϕ)

- **Rendimiento**

Es la eficiencia con que se convierte la energía eléctrica, que es absorbida de la red por un motor, para ser transformada en energía mecánica aprovechable en su eje.

“Potencia útil” (Pu), es la potencia mecánica disponible en el eje del motor.

“Potencia absorbida” (Pa), a la potencia eléctrica que el motor retira de la red.

El rendimiento será la relación entre las dos, o sea:

$$n = \frac{P_U(W)}{P_a(W)} = \frac{736P(cv)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{1000P(Kw)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi}$$

$$n\% = \frac{736P(cv)}{\sqrt{3} \cdot U.I. \cdot \cos \varnothing} \cdot 100 \text{ (Schneider, sf, p.47)}$$

1.4. Formulación del problema.

¿Cómo mejorar el acabado superficial de los tanques estacionarios de combustible si se realiza el diseño de un sistema de arenado?

1.5. Justificación del estudio.

1.5.1. Justificación Científica.

Porque a la presión con el cual el aire que traslada a la arena, permite que el material corrosivo sea desprendido de la superficie; ésta presión está entre los 6 y 10 bar, y estará en función del espesor de la plancha del tanque de combustible, que normalmente es superior a 1/8". La energía cinética con la que viajan los sólidos es transformada en impacto, lo que hace que esa transformación energética del sólido desprenda el material corrosivo.

1.5.2. Justificación Técnica.

El presente proyecto de investigación se justifica técnicamente, debido a la existencia de mecanismos capaces de realizar el proceso de extracción de los óxidos del hierro al carbono, para tener valores de acabado superficial exigido por las entidades fiscalizadoras.

Técnicamente se justifica realizar el diseño del sistema, porque los dispositivos electromecánicos pueden ser adaptados para el proceso de arenado que se requiere, para lo cual la selección óptima de los materiales, dispositivos, motores, tolvas, compresor, mangueras, válvulas

y otros más, deben tener características que satisfagan las necesidades del proceso que se propone.

153. Justificación Económica.

Económicamente el proyecto se justifica, porque la realización del diseños de éste sistema en los tanques estacionarios, garantizan la calidad del acabado superficial, en comparación a la técnica que se emplea actualmente, en donde, se realizan de manera manual, sin mediciones de rugosidad, los cuales a la hora se realizar el pintado final, persisten las asperezas y la contaminación de éstos óxidos, que finalmente abarcan un área lateral importante del tanque, haciendo que los periodos de mantenimiento sean cada vez menores; por lo tanto los costos operativos dentro de la empresa se incrementan.

154. Justificación Ambiental.

Porque el proceso de arenado, optimiza el tiempo del tratamiento de la superficie, lo cual reduce la exposición del material corrosivo al medio ambiente. Los polvos que se generan al momento de arenar, se minimizan si se emplean extractores de polvos, lo cual no incrementa los índices de contaminación.

1.6. Hipótesis.

El Diseño de un sistema de arenado permite determinar mejor acabado superficial de tanques estacionarios de combustible.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General.

Diseñar un Sistema de Arenado que permita determina un mejor acabado Superficial De Tanques Estacionarios de Combustible.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en cuanto los niveles de corrosión en los tanques estacionarios de combustible, y su influencia en el almacenamiento óptimo de combustible.
- Proponer procedimiento para la inspección, mantenimiento y limpieza de tanques de combustibles líquidos.
- Seleccionar los mecanismos para el proceso de arenado, en función a la capacidad de limpieza, determinando las dimensiones de los sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos.
- Evaluar la rentabilidad de la inversión, mediante indicadores económicos, tales como tasa interna de retorno, valor actual neto, relación beneficio costo.

II. MÉTODO.

2.1. Diseño de investigación.

El tipo de investigación es aplicada.

2.2. Variables, operacionalización.

Las variables se clasifican en:

- **Variable Independiente:**

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO

- **Variable Dependiente:**

ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
Variable Independiente DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO	El sistema de arenado son el conjunto de mecanismos que tienen como función específica de limpiar la superficie metálica de los tanques mediante el choque entre la presión del aire y la superficie que presenta corrosión, utilizando sólidos de diferentes diámetros y formas.	Los parámetros de funcionamiento de los dispositivos que forman parte del sistema, determinan la cantidad de superficie para la limpieza, por lo tanto el diseño se basa en el dimensionamiento óptimo de cada componente, tanto del aire comprimido, como de los sólidos (arena) utilizado como medio de limpieza.	Sistema Neumático. Sistema Mecánico. Sistema Eléctrico	Caudal de aire. Cantidad de Arena Potencia Mecánica Potencia Eléctrica	Guía de Observación	Metros cúbicos/Segundo. Watt.
Variable dependiente ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE	El acabado superficial (rugosidad) es un <u>proceso</u> de fabricación usado en la <u>manufactura</u> con el <u>objetivo</u> de obtener una superficie deseada en algún <u>producto</u> ya sea por <u>estética</u> o para algún uso mecánico de este. de <u>herramientas</u> para fines médicos o también proteger a una pieza contra la <u>corrosión</u> .	La rugosidad superficial se calcula como la media aritmética de las desviaciones respecto a la línea media del perfil.	Rugosidad.	Rugosidad	Guía de observación	mm

2.3. Población y muestra.

2.3.1. Objeto de análisis (OA):

Utilización del transporte de partículas de sólidos dentro de un flujo de aire para la limpieza superficial de los tanques estacionarios de combustible.

2.3.2. Población (N):

La población lo constituyen el total de tanques de combustible de diferentes capacidades en galones de los 114 establecimientos en el Departamento de Lambayeque.

2.3.3. Muestra (n):

La muestra para la presente investigación lo constituye un tanque de combustible de una determinada capacidad en galones.

Tabla 6

	Volumen (Galones)	Cantidad
Fuente: Elaboración propia	500	1
	1000	1
	1500	1
	3000	1
	5000	1
	8000	1
	9000	1
	10000	1
	11000	1

Tanques de combustible de diferente capacidad de almacenamiento

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad.

2.4.1. Técnicas

a) Observación:

Esta técnica se utiliza para poder conocer el funcionamiento de los procesos de arenado de tanques de combustible.

b) Revisión Documental:

Esta técnica me permite obtener información necesaria sobre al tema de investigación.

2.4.2. Instrumentos para la recolección de datos.

Para este proyecto de investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Guía de observación:** Esto permite corroborar en la realidad en cuanto a los niveles de corrosión de los tanques de almacenamiento de combustible.
- **Guía de análisis de documentos:** Se han revisado en las fuentes las fichas técnicas y características de los sistemas de arenado de las superficies de los tanques de combustible.

2.4.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos.

Los datos cuantitativos fueron procesados y analizados por medios electrónicos, clasificados y sistematizados de acuerdo a las unidades de análisis correspondientes respecto a sus variables.

2.5. Métodos de análisis de datos.

- **Enfoque Cualitativo**

Se realizarán entrevistas, guía de recolección de datos, se examinarán minuciosamente, permitiendo obtener datos importantes sobre el tema propuesto.

2.6. Aspectos éticos.

Durante la investigación se tuvo en cuenta los principios éticos: La Información confiable y objetiva, así como también que no se altera la información que recopilo y de la misma manera, los datos obtenidos de dicha relación investigador-personas entrevistados serían totalmente confidenciales.

III. RESULTADOS.

3.1. Diagnóstico de la situación actual en cuanto los niveles de corrosión, y su influencia en el almacenamiento óptimo de combustible.

El diagnóstico de la situación actual de los niveles de corrosión de los tanques estacionarios, se realiza mediante el análisis de las pruebas que se realizan, que son básicamente la prueba de presión hidrostática, la protección catódica, la observación de las áreas afectadas por la corrosión y el tipo de recubrimiento externo de arena que poseen en la fosa de la estación de servicio.

3.1.1. Pruebas de Presión Hidrostática.

Esta prueba permite determinar la ubicación de las fugas de combustible en zonas afectadas por diferentes factores, siendo una de ellas la corrosión en el área lateral del tanque, pero específicamente en los cordones de soldadura de las planchas metálicas.

La prueba se realiza con agua, para lo cual se sigue un protocolo de pruebas, que consiste en:

- 1) Llenar el tanque con agua potable y aditivos, para lo cual previamente se debe colocar tapones en todos los ingresos de las tuberías de succión, tuberías de llenado, tubería de recuperación de vapores, vision y manhole; el llenado del tanque se hace mediante una electrobomba e ingresa el agua por la tubería de carga de combustible.

- 2) Con una bomba manual hidráulica, incrementar la presión en el interior del tanque hasta 15 bar o 20 bar, según sea el caso.
- 3) Registrar la variación de la presión en el manómetro, para lo cual se establece dos momentos de toma de lectura, una en las primeras 12 horas y la siguiente al final de las 24 horas.

Según las actas de las pruebas de presión que realice OSINERGMIN, en los tanques objeto de estudio, se tiene la siguiente información.

Tabla 7

Volumen (Galones)	Área Lateral (m ²)	Prueba de Presión (PSI)	Disminución de Presión (%)	Lectura de Manómetro en Primeras 12 horas	Lectura de Manómetro entre 12 y 24 horas
500	9.29	15	8	14.4	14.08
1000	13.49	15	5	14.625	14.425
1500	17.69	15	12	14.1	13.62
3000	30.29	15	10	14.25	13.85
5000	47.09	20	9	19.1	18.74
8000	59.45	20	7	19.3	19.02
9000	65.75	20	8	18.9	18.58
10000	72.05	20	8	19.2	18.88
11000	78.35	20	6	19.4	19.16

Fuente: OSINERGMIN, 2016

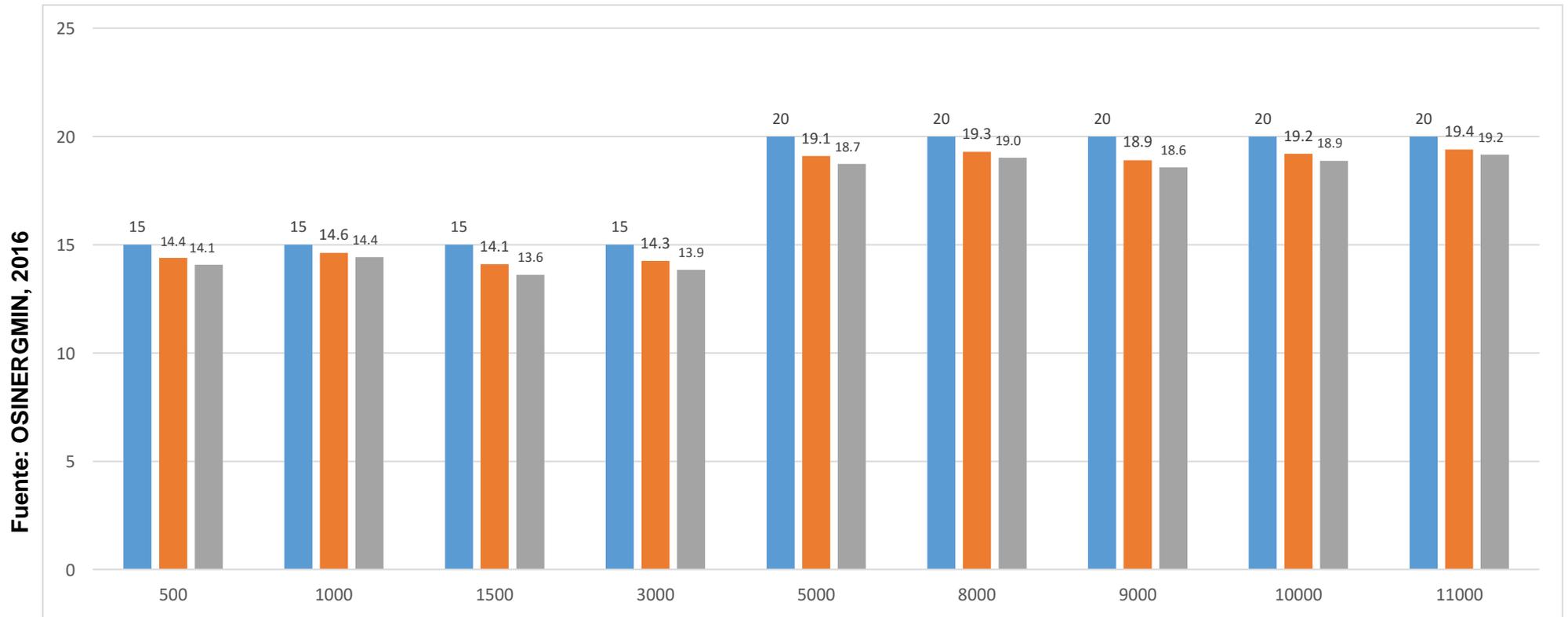
Análisis de resultados de pruebas hidrostáticas a tanques de combustibles

- **Interpretación.**

Los resultados de las pruebas que constan en las actas de pruebas de presión a los tanques estacionarios de combustible, muestran que se obtuvo la mayor disminución de presión del agua en el interior del tanque, en el de 3000 galones, con valor final de presión de 13.85 PSI, de los 15 PSI, en el cual se puede determinar que la fuga ocurre en los cordones de la soldadura del tanque.

Esta variación de presión no ocurre cuando el tanque está lleno de combustible, debido a que no está sometido a los 20 bar de presión, sino a una presión que es por el propio peso del combustible del tanque; sin embargo la reglamentación existente exige la verificación de pruebas a éste nivel de presión.

Figura 3



3.1.2. Cuantificación del área atacada por la corrosión en cada tanque

Según los reportes de la Dirección de Hidrocarburos, se tiene la siguiente información estadística de los porcentajes de las áreas afectadas por corrosión los cuales se han determinado haciendo una cuadrícula al tanque, en áreas de 10 por 10 centímetros, y de esa manera se ha cuantificado el número de áreas en el cual se nota la afectación del óxido de hierro.

Tabla 8

	Volumen (Galones)	Área Lateral (m2)	Área Lateral afectada por corrosión (%)	Área lateral afectada por corrosión en m2
	500	9.29	23	2.14
	1000	13.49	26	3.51
	1500	17.69	17	3.01
	3000	30.29	26	7.88
	5000	47.09	17	8.01
	8000	59.45	18	10.70
	9000	65.75	21	13.81
	10000	72.05	19	13.69
	11000	78.35	22	17.24

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Área atacada por corrosión en tanques estacionarios de combustible

- **Interpretación.**

La cuantificación de las áreas de corrosión en el tanque estacionario que se realiza cuando la prueba de presión excede el valor permisible que es del 10% de la presión de la prueba hidrostática, no solamente permite determinar el área afectada por la corrosión, sino también los cordones de soldadura, en donde normalmente ocurre la fuga de combustible.

Se puede determinar que si el área afectada por corrosión del tanque supera el 30%, el tanque estacionario para grifo debe ser reemplazado, debido a que la inversión para el tratamiento superficial, es significativo, comparado con el precio de un tanque Nuevo.

3.2. Proponer procedimiento para la inspección, mantenimiento y limpieza de tanques de combustibles líquidos.

3.2.1. Riesgo de Significancia

Los Riesgos potenciales que podrían estar expuestos el personal que lleve a efecto las operaciones de inspección, mantenimiento y limpieza son:

- a) Caídas.
- b) Deficiencia de inspiración de aire.
- c) Inhalaciones de vapores.
- d) Explosiones.
- e) Incendios.
- f) Asfixia.
- g) Calor excesivo.

- **Consideraciones para Puesta en Servicio.**

Para ser considerado un tanque apto para puesta en servicio, éste no debe presentar:

- a) Corrosión interna debido a producto almacenado o acumulación de agua en el fondo.
- b) Corrosión externa debido a exposición al medio ambiente.
- c) Niveles de estrés y niveles de estrás permitidos
- d) Propiedades de los productos almacenado tales como Gravedad Específica (Para el Gasohol 2.8 Kg/ Galón, Diesel 3.2 Kg/ Galón), Temperatura y corrosión.

- e) Temperatura para diseños metálicos de la ubicación de servicio del estanque. Se considera no mayor a 40°C.
- f) Techo exterior de la carga viva, viento y cargas sísmicas.
- g) Fundaciones del estanque, suelo y condiciones de ajuste.
- h) Deformaciones del estanque existente, para soportar presiones de 20 PSI.
- i) Condiciones de operación inadecuada tales como velocidad de llenado/vaciado y frecuencia.

3.2.2. Procedimiento de inspecciones, mantenimiento y limpieza.

a) Procedimiento de Inspección.

Toda imperfección, deterioro u otras condiciones (por ejemplo, cambio de servicio, reubicación, corrosión superior o la tolerancia original de corrosión) que pudieran afectar adversamente el funcionamiento o la integridad estructural del tanque deberá ser evaluado para determinar si se adecuan o no al servicio propuesto.

- **Evaluación del techo del estanque.**

Deberá verificarse la integridad estructural del techo y el sistema de soporte. Placas de techo corroídas hasta un espesor de no menos 0.09" en cualquier área de 100 Pulg² o placas de techo con cualquier perforación a través de las placas del techo deberán ser reparadas o reemplazadas.

- **Techos Fijos.**

Sistemas soporte del techo (marco, columnas y bases) deberán ser inspeccionadas con exactitud por un método aceptado por el inspector responsable; miembros deformados, distorsionados o corroídos (tales como columnas, vigas maestras) y accesorios dañados deberán ser evaluados y reparados o reemplazados si fuera necesario. Especial atención se dará a la posibilidad de una corrosión interna severa de

las columnas de tubería (la corrosión tal vez no sea evidente a la simple inspección visual externa).

- **Operación a Temperatura elevada.**

Deberá considerarse todos los requerimientos de la Norma API650, Apéndice M, antes de cambiar el servicio de un estanque para ser operado a temperaturas por sobre los 200° F.

- **Operación a Temperaturas Menores que el diseño original.**

Si la Temperatura de operación se cambia a una temperatura más baja que el diseño original, deberá emplearse los de la norma estándar o la norma API 650 para temperaturas más bajas.

- **Ventilación de Emergencia y Normal.**

Deberá considerarse los efectos del cambio de servicio para ventilación normal y el de emergencia.

- **Corrosión**

La corrosión del estanque ocurre en muchas variadas formas y grados de severidad y pueden resultar en una pérdida uniforme de metal sobre un área de superficie extensa o en áreas localizadas. También pueden ocurrir perforaciones.

Cada caso deberá ser tratado como una situación única efectuando una acuciosa inspección para determinar de naturaleza y extensión de la corrosión, antes de desarrollar un procedimiento de reparación. Normalmente la perforación no representa una amenaza significativa para la integridad estructural completa de una carcasa a menos que se presente en forma severa con perforaciones muy próximos entre sí. A continuación se define criterios para evaluar corrosión y picaduras.

Si los requerimientos de soldado no pueden ser logrados, las áreas corroídas o dañadas deberán ser reparadas o reducir el nivel de líquido permitido para el estanque o bien retirar el estanque. El nivel del líquido permitido para el uso continuado de un estanque puede establecerse

utilizando las mismas fórmulas para calcular el espesor mínimo aceptable (5/32"). El espesor actual, según determinado por la inspección, menos la tolerancia de corrosión deberá utilizarse para establecerse el límite de nivel de líquido. No se deberá sobrepasar el nivel máximo del diseño.

- **Picaduras:**

Las picaduras ampliamente dispersas podrán ser ignoradas dado siempre que:

- a) Ninguna profundidad de pozo provocará que el espesor remanente del tanque sea menor que una mitad del espesor mínimo aceptable del tanque, excluyendo la tolerancia corrosiva.
- b) La suma de todas las dimensiones a lo largo no deben exceder 2 pulgadas en una extensión de 8 pulgadas

- **Grietas:**

Grietas tales como fisuras o laminaciones deberán ser acusiosamente examinadas u evaluadas para determinar su alcance y naturaleza y si procede o no la reparación. Si se requiere reparar deberá desarrollarse e implementar un procedimiento de reparación. Las exigencias para reparar goteras debidas a golpes de arco, de gubias o roturas por soldaduras adheridas temporalmente deberán ser evaluadas caso a caso. Fisuras en el fondo del tanque son críticas y deberán removerse para reparar la soldadura.

- **Soldadura:**

Deberá evaluarse si las soldaduras del tanque están o no en condiciones de servicio. Cualquier deterioro de las soldaduras existente resultante de corrosión o picaduras deberán ser evaluadas y

establecer un procedimiento de reparación adecuado o bien el tanque deberá ser realineado según necesidad.

- **Anclaje:**

Las condiciones y detalles de anclaje de un determinado tanque deberán ser revisadas al evaluar la totalidad del tanque. Detalles tales como tipo y alcance de reforzamiento, espaciado de la soldadura y espesor de los componentes (placa de reforzamiento, cuello de la boquilla, franches apernados y placa cubierta), son factores de gran importancia y deberán ser revisados en la selección de una adecuada estructura la que deberá cumplir con la norma correspondiente. Cualesquier incumplimiento de las normas o deterioro debido a la corrosión deberá ser evaluado, estableciéndose procedimientos de reparación donde corresponda, de otro modo el tanque deberá ser realineado.

- **Evaluación del Fondo del Tanque.**

Deberá efectuarse periódicas evaluaciones de la integridad del piso del tanque, además de las inspecciones internas. La evaluación periódica deberá ser de aproximadamente 03 meses.

- **Causas de Fallas del Piso.**

- a) Picaduras.
- b) Corrosión de las uniones soldadas.
- c) Historia de quebraduras de uniones soldadas.
- d) Fatiga de las placas de fondo debido a cargas de apoyo del techo y ajustes del tanque.
- e) Esgurrimiento de agua en la superficie por debajo del fondo del tanque debido a drenaje inadecuado.
- f) Ajustes disparejos que ocasionan alta fatiga localizadas en las placas de piso.

3.2.3. Procedimiento del Mantenimiento del Tanque.

El procedimiento para las labores de mantenimiento de los tanques de combustible debe de realizarse por la Empresa de Mantenimiento que designe el propietario, para la cual deberá adoptar las medidas de seguridad en su personal (Uso de Equipos de Protección Personal), y si es necesario se tendrá que aislar el tanque de combustible de los circuitos eléctricos, y conexiones a tuberías y puesta a tierra. Se considera un periodo para el mantenimiento preventivo de 06 meses, y un mantenimiento predictivo de 1 año.

Las labores de mantenimiento si se realizan en la misma estación de servicios, éstas deberán ser desarrolladas en una zona que no interfiera el libre funcionamiento del servicio. Si las labores de mantenimiento tienen que realizarse trabajos de soldadura, deberá de tomarse las precauciones en cuanto a la generación de chispas y que éstas no alcancen vapores ni líquidos inflamables.

Luego de las labores de mantenimiento y posterior puesta en servicio se debe seguir el protocolo establecido, y solicitar el permiso respectivo.

3.2.4. Procedimiento de la Limpieza del Tanque.

Al limpiar los tanques para repararlos hay que actuar con sumo cuidado. Se deben adoptar medidas de seguridad para evitar la inflamación de vapores o impedir que el personal pueda inhalar vapores tóxicos y tengan una deficiencia de oxígeno en el lugar de trabajo.

Se trata de una limpieza exhaustiva, entrando en el interior de los tanques y extrayendo todo el residuo que tienen acumulado. Se extrae los residuos de los fondos del tanque acumulados en cortos periodos de tiempo (03 meses), o para subsanar problemas puntuales y localizados. Se utilizará equipos de bombeo, a toda seguridad y a prueba de explosión. Los lodos y residuos resultantes del proceso deben ser certificados en su disposición final, dado su carácter de residuo peligroso.

Los trabajos de limpieza no deben traer como consecuencia afectación a los sistemas de succión de combustible y de venteo. Además se debe tener en cuenta que éstos trabajos no deben reducir los procesos corrosivos en los tanques de acero, igualmente se reducen los riesgos de separación de fases en la gasolina con etanol.

El procedimiento es por desplazamiento con agua. Si se sabe que el líquido inflamable contenido con anterioridad puede desplazarse fácilmente mediante agua, o es soluble en ella, es posible eliminarlo por completo llenando y vaciando varias veces el tanque con agua. Hay que repetir las maniobras varias veces hasta que las pruebas con un exposímetro indiquen que han desaparecido los vapores.

- **PROTECCION CATODICA.**

La protección catódica (CP) es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica. El método más sencillo de aplicar la CP es mediante la conexión del metal a proteger con otro metal más fácilmente corrosible al actuar como ánodo de una celda electroquímica.

Los sistemas de protección catódica son los que se usan más comúnmente para proteger acero, el agua o de combustible el transporte por tuberías y tanques de almacenamiento, etc. La protección catódica (CP) puede, en bastantes casos, impedir la corrosión galvánica. Para que la protección catódica pueda funcionar, el ánodo debe tener un potencial menor (es decir, más negativo) que el potencial del cátodo (la estructura a proteger)

3.3. Seleccionar los mecanismos para el proceso de arenado, en función a la capacidad de limpieza, determinando las dimensiones de los sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos.

Para determinar la capacidad de la máquina arenadora para tanques de combustible, se ha analizado teniendo en cuenta los siguientes parámetros, denominados parámetros de diseño; para lo cual se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) La presión de diseño de la máquina arenadora, tendrá un valor de 7 bares en la entrada de la boquilla de la proyección de la arena. Esta presión de bar garantiza el arenado con la fuerza necesaria para “arrancar” los sólidos de la corrosión en el tanque de combustible.
- b) En cuanto al consumo específico de la máquina arenadora, es el consumo de aire en un determinado tiempo de trabajo a la presión de 7 bares o 700 KPa.

Para la determinación del consumo de aire que se requiere, que se mide o bien en m³/min o en m³/hora, lo cual se determina en función al diámetro de la boquilla en donde se proyecta el chorro de arena, en consecuencia se evalúa con el caudal de aire o también denominado consumo libre de aire.

Por consiguiente, el consumo de aire será proporcional al área de la boquilla, y el área es proporcional al cuadrado del diámetro. Inicialmente se asume un diámetro de 7 mm de la boquilla de proyección del chorro de arena.

- c) Para que los parámetros estén cercanos a la realidad, es necesario adicionar ciertos factores que incrementan los parámetros iniciales,

éstos son el factor de carga, el factor de pérdidas y las futuras adiciones.

- d) Para un diseño eficiente, las pérdidas de presión no deben ser mayores al 2% de la presión del compresor de aire.
- e) El factor de carga, está dado por la relación del consumo real de aire y el consumo continuo máximo de aire a plena carga, es decir:

$$F_c = \frac{C_r}{C_c} * 100\%$$

- f) Por lo general, existe la probabilidad de fugas de aire, por factores propias de operación, desgastes en la misma boquilla, entre otros, se considera que el consumo de aire se agrega en promedio 20% de la capacidad total del compresor.
- g) Los trabajos de arenado se realizan dentro de un espacio denominado, zona de acción de la máquina arenadora, y el área debe tener una circulación de aire como máximo para facilitar las labores de operación de 30 m/min.

3.4. Diseño Del Sistema

3.4.1. Dimensiones de la Tolva de almacenamiento de arena.

La arena que se utiliza para el arenado tiene características físicas que definen el volumen de la tolva, y está dada por la densidad del material:

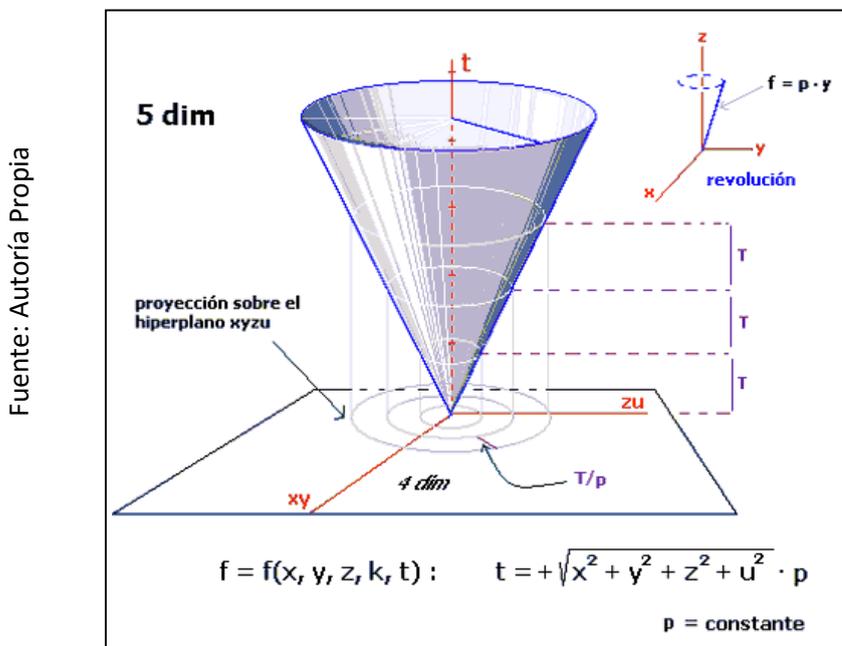
Tabla 9

Propiedades físicas de las partículas de arena.

Material	Peso Específico (Kg/m3)	Tamaño (en pulg)	Angulo de reposo (grados)	Abrasividad
Arena sílica	1140 - 1600	Fino malla menor de 1/8"	30°	Muy abrasivo

La tolva a diseñar tendrá forma troncocónica, con un ángulo de reposo de material de 30°. El material confinado en la tolva podrá almacenarse con un ángulo superior a los 30 °, y podrá ser entre 5 y 10 °. Por lo tanto el ángulo será de 35°.

Figura 4



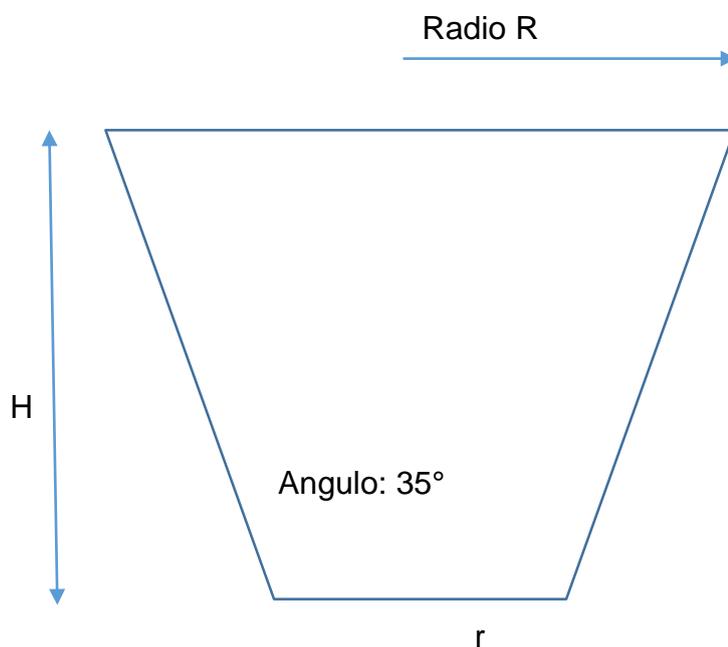
Forma de tolva de almacenamiento de arena.

El volumen del troncocónico, en la base mayor superior tendrá un radio R, y en la base menor inferior tendrá un radio r, una altura h, el volumen queda determinado por la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen} = \frac{h \cdot \pi}{3} \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r)$$

Para un radio R de 1.00m, un r de 0.25m y una altura h que se determina:

Figura 5



La altura h , se expresa:

$$h = \frac{(R - r)}{\tan 35}$$

Reemplazando valores, se tiene:

$$h = \frac{(0.5 - 0.125)}{0.47} = 0.79 \text{ m}$$

El volumen de almacenamiento de la tolva será:

$$V = \left(\frac{0.79 * 3.14}{3}\right) * (0.5^2 + 0.125^2 + 0.5 * 0.125) = 0.274 \text{ m}^3$$

Este volumen, es el que ocupa la arena en la tolva del proceso de arenado de los tanques de combustible, y de acuerdo a lo recomendado, se requiere de 0.1 m³ de arena para tratar la superficie de 10 metros cuadrados.

En la tabla 10, se muestra las áreas laterales de la superficie de los tanques de combustibles existentes.

Tabla 10

Fuente: Autoría Propia

Volumen (Galones)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Área Lateral (m ²)
500	1.8	0.74	9.29
1000	1.8	1.49	13.49
1500	1.8	2.23	17.69
3000	1.8	4.46	30.29
5000	1.8	7.43	47.09
8000	2.4	6.68	59.45
9000	2.4	7.52	65.75
10000	2.4	8.36	72.05
11000	2.4	9.19	78.35

Volumen, diámetro, longitud y área lateral de tanques de combustible.

Por lo tanto, para realizar el proceso de arenado de los tanques de combustible, se requiere la siguiente cantidad de arena.

Tabla 11

Volumen (Galones)	Área Lateral (m ²)	Número de veces de llenar tolva
500	9.29	0.34
1000	13.49	0.50
1500	17.69	0.65
3000	30.29	1.12

5000	47.09	1.73
8000	59.45	2.19
9000	65.75	2.42
10000	72.05	2.65
11000	78.35	2.89

Número de veces de llenar tolva.

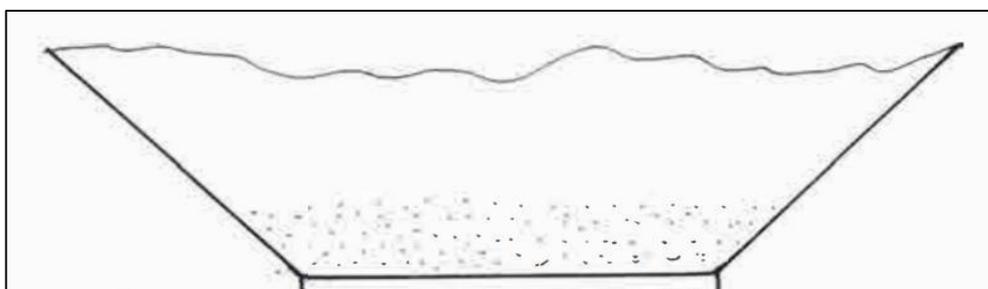
La tabla 6, muestra el número de veces que se requiere llenar la tolva para poder arenar los tanques de diferentes volúmenes, para realizar la limpieza de la superficie lateral de los tanque, teniendo en cuenta que 0.1 m3 de arena, se requieren para 10 m2 de área lateral del tanque.

3.4.2. Diseño del dosificador de arena a la línea de aire

El dispositivo que determina la cantidad de arena que ingresa a la boquilla del proceso, es el dosificar de arena, o también llamado el dosificador de abrasivos, es aquí donde se inicia la carrera del abrasivo para la combinación de la succión y la presión del aire que se ejerce sobre la arena que impactará en la superficie del tanque a una presión de 7 bar.

La característica principal del proceso de dosificación del abrasivo, en este caso de la arena, a la línea del transporte neumático es de que no obstruya a la línea, éste conducto se ha diseñado con una geometría de defensa y con una tapa de acrílico transparente de 1/2" de espesor, que de alguna manera permita que siempre contenga material.

Figura 6



Dosificador de la arena en tolva

3.4.3. Requerimiento de aire comprimido en el arenado de los tanques de combustible.

El aire comprimido para éste proceso, es la fuente de energía que se requiere, para la succión y la presión de arenado, a un determinado flujo de la partícula de arena como material abrasivo.

La operación del arenado, se da por el impacto o choque de la partícula de arena contra la superficie lateral del tanque de combustible, por lo tanto cuando la partícula adquiera mayor energía cinética, que es tomada de la presión del sistema de aire comprimido.

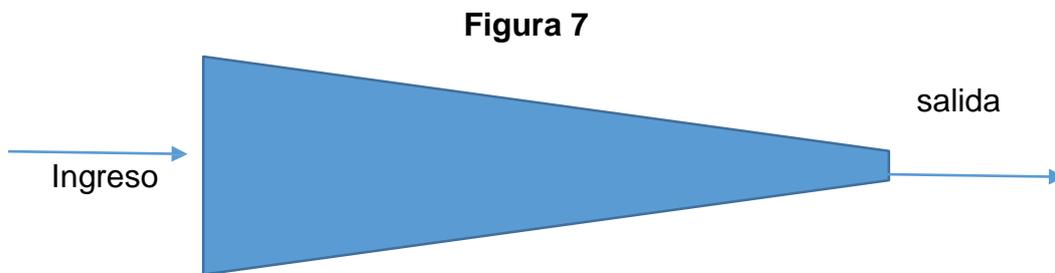
3.4.4. Cálculo del caudal de succión y abastecimiento de aire.

Los valores de los parámetros de funcionamiento del sistema de arenado son

- Pb: Presión de ingreso a la boquilla del sistema, que es de 7 bar (700 KPa).
- Ti: Temperatura de ingreso a la boquilla, será a temperatura ambiente 23 °C (300 Kelvin).

- A_i : Area de la sección de ingreso de la boquilla, para éste caso se utiliza de un diámetro de 42 mm (1 5/8" aprox). $A_i = 1385 \text{ mm}^2$.
- V_i : Velocidad a la cual se transporta la arena dentro del aire. El manual del Ingeniero Mecánico Marks, recomienda una velocidad de 35 m/s.
- A_s . Area de salida de la boquilla, 7mm, por lo cual el área será de 38.48 mm^2 .
- V_s : Velocidad a la salida de la boquilla.
- Q : Consumo específico de la arena.

Para la determinación de la velocidad de la salida, se aplica la ecuación de la continuidad:



Geometría de la Boquilla de proyección de aire – arena.

Caudal de ingreso = Caudal de salida.

$$Q_i = Q_s.$$

$$V_i * A_i = V_s * A_s$$

Despejando, se obtiene:

$$\begin{aligned}
 V_s &= V_i * \left(\frac{A_i}{A_s}\right), \text{ reemplazando datos, } V_s \\
 &= 1260 \frac{m}{s}, \text{ o su equivalente a } 75,6 \text{ m/min}
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$Q = A_s * V_s$$

Se tiene que el caudal será de 2.93 metros cúbicos por minuto. A este valor se incrementa por el denominado factor de carga (20%), por tanto el caudal de ingreso será de $1.2 * 2.93 = 3.49$ metros cúbicos por minuto.

3.4.5. Potencia del Compresor de aire.

Para la determinación de la potencia del aire, se determina con la expresión:

$$Pot = \frac{k * \pi * Q}{k - 1} * \left(\frac{Ps}{Pi}\right)^{0.286}$$

Dónde:

- Pot: Potencia necesaria del compresor de aire (HP).
- K: Constante del aire, 1.4
- Pi: Presión atmosférica, 1 bar.
- Ps: Presión en la boquilla del sistema de arenado, 7 bar.
- Q: Caudal en la boquilla, 3.49 m³/Min

Reemplazando valores, la potencia del compresor será de 20.4 HP, pero si se considera una eficiencia del compresor de un 85%, la potencia que se requiere para activar al compresor de aire será de $20.4 / 0.85 = 24$ HP.

De la tabla 12, se selecciona el tipo de compresor.

Tabla 12

Altura (m)	Una Etapa	Dos Etapas
------------	-----------	------------

Fuente: Manual HITACHI
de compresorede aire

	Presión de Descarga (KPa)			Presión de Descarga (KPa)		
	400	550	700	400	550	700
0	4.29	5.14	5.82	3.87	4.5	5.03
600	4.19	4.98	5.61	3.77	4.35	4.85
1200	4.06	4.79	5.43	3.64	4.16	4.66
1800	3.95	4.64	5.27	3.5	4	4.48

Parámetros de funcionamiento de compresor de aire

Se selecciona un compresor de aire de una etapa de 5.82 m³/min a 7 bar de presión de aire.

De igual forma de la tabla 13, se muestran las características de la boquilla de proyección del chorro de arena, para la selección de lamas apropiada.

Tabla 13

Diámetro de la boquilla	Consumos de aire, arena y HP del compresor	Presiones de trabajo en la boquilla		
		5 Kg/cm ²	6 Kg/cm ²	7 Kg/cm ²
6mm	Aire: m ³ /min	1.4	1.6	1.8
	Arena: Kg/h.	88	97	119
	HP Requeridos	8.6	11	12.3
7mm	Aire: m ³ /min	1.9	2.3	2.6
	Arena: Kg/h.	159	183	220
	HP Requeridos	12.4	15.8	17.5
8mm	Aire: m ³ /min	2.7	3.1	3.5
	Arena: Kg/h.	225	285	392
	HP Requeridos	17	21.5	23.9
9mm	Aire: m ³ /min	4.3	4.9	5.8
	Arena: Kg/h.	389	432	518
	HP Requeridos	27.8	35.5	39.5
10mm	Aire: m ³ /min	5.4	6.4	7.2
	Arena: Kg/h.	520	580	670
	HP Requeridos	34.3	43.7	48.7
12mm	Aire: m ³ /min	7.6	8.8	10.2
	Arena: Kg/h.	680	756	910
	HP Requeridos	49.5	63	70

Fuente: Manual KMX de boquillas
de arenadora

Se selecciona, la boquilla de proyección de aire – arena de 7 mm, que presenta los valores estipulados en la tabla 7.

3.5. Evaluación Económica de la Propuesta

El Proyecto está enmarcado como iniciativa de inversión. Se analiza la rentabilidad económica de la inversión, para lo cual se realizó previamente un estudio del Mercado, el cual consistió en determinar las necesidades del proceso de arenado para los tanques de combustible que están ya instalados en los establecimientos de venta de combustible, y para aquellos tanques que son fabricados en los talleres autorizados dentro del ámbito del departamento de Lambayeque.

3.5.1. Inversión Inicial del Proyecto.

Tabla 14

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S./.)	Precio Total (S/)
1	Estructura metálica de arenadora, con perfil angulas de 1 x 1 x 1/8".	Unidad	1	950	950
2	Compresor de aire de 24 HP, de una etapa, con tanque de aire comprimido.	Unidad	1	2850	2850
3	Tolva troncocónica para arena, de 0.25m3, de plancha de 1/8" soldadura eléctrica, con dosificador de arena.	Unidad	1	1100	1100
4	Mangueras flexibles de 1", forrada con material de fibra de vidrio	Metros	40	45	1800
5	Ruedas de acero de 6", direccionales	Unidad	4	320	1280
6	Tablero de control, incluye interruptor temomagnético	Unidad	1	840	840
7	Cable de alimentación flexible 8 AWG	Metros	15	25	375
8	Material accesorios	Unidad	1	450	450
Total					9645

Inversión inicial del proyecto.

3.5.2. Ingresos

Los ingresos que genera el proyecto de inversión, serán por los servicios de arenado que se realizan en el periodo de evaluación del Proyecto.

La escala de ingresos en los 24 meses de evaluación del proyecto, se proyectan de la forma siguiente:

- a) Al implementar el Proyecto, en los primeros tres meses, al no ser aún conocido dentro del ámbito del sector hidrocarburos, se tendrá 03 servicios al mes.
- b) En los siguientes 15 meses, se estabiliza los servicios a 6 mensuales.
- c) En los 6 meses restantes, los servicios se incrementan a 9 mensuales.

Los costos de los servicios, están en función al área lateral de los tanques de almacenamiento de combustible, en la tabla 9

Tabla 15

Meses	Tanque de Combustible. (Galones)	Area Lateral (m2)	Cantidad	Costo de Servicio de arenado por m2	Costo por tanque (S/.)	Costo total (S/.)	Total al mes (S/.)
1	500	9.29	1	50	464.5	464.5	2653.5
	1000	13.49	1	50	674.5	674.5	
	3000	30.29	1	50	1514.5	1514.5	
2	500	9.29	1	50	464.5	464.5	2653.5
	1000	13.49	1	50	674.5	674.5	
	3000	30.29	1	50	1514.5	1514.5	
3	500	9.29	1	50	464.5	464.5	2653.5
	1000	13.49	1	50	674.5	674.5	
	3000	30.29	1	50	1514.5	1514.5	
4	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
5	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	

Fuente: Autoría Propia

6	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
7	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
8	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
9	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
10	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
11	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
12	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
13	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
14	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
15	1500	17.69	2	30	530.7	1061.4	5704.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
16	1000	13.49	2	30	404.7	809.4	5452.2
	3000	30.29	2	30	908.7	1817.4	
	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	
17	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	10337.4
	8000	59.45	2	30	1783.5	3567	
	9000	65.75	2	30	1972.5	3945	
18	5000	47.09	2	30	1412.7	2825.4	10337.4
	8000	59.45	2	30	1783.5	3567	
	9000	65.75	2	30	1972.5	3945	
19	5000	47.09	3	30	1412.7	4238.1	15506.1
	8000	59.45	3	30	1783.5	5350.5	

	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	
20	5000	47.09	3	30	1412.7	4238.1	15506.1
	8000	59.45	3	30	1783.5	5350.5	
	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	
21	5000	47.09	3	30	1412.7	4238.1	15506.1
	8000	59.45	3	30	1783.5	5350.5	
	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	
22	5000	47.09	3	30	1412.7	4238.1	15506.1
	8000	59.45	3	30	1783.5	5350.5	
	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	
23	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	19453.5
	10000	72.05	3	30	2161.5	6484.5	
	11000	78.35	3	30	2350.5	7051.5	
24	9000	65.75	3	30	1972.5	5917.5	19453.5
	10000	72.05	3	30	2161.5	6484.5	
	11000	78.35	3	30	2350.5	7051.5	

Proyección de Ingresos por servicios de arenado en 24 meses

3.5.3. Egresos

Los egresos de la evaluación económica, se realizan en función a los costos fijos y a los costos operativos.

En la tabla 10, se realiza la proyección de los egresos, en los 24 años de análisis de la propuesta.

Tabla 16

Meses	Tanque de Combustible. (Galones)	Area Lateral (m2)	Cantidad	Mano de obra por arenado m2	Costo de mano de obra por tanque (S/.)	Costo total de mano de obra (S/.)	Costo de arena (S/.)	Total al mes (S/.)
1	500	9.29	1	8	74.32	74.32	18.58	530.7
	1000	13.49	1	8	107.92	107.92	26.98	
	3000	30.29	1	8	242.32	242.32	60.58	
2	500	9.29	1	8	74.32	74.32	18.58	530.7
	1000	13.49	1	8	107.92	107.92	26.98	
	3000	30.29	1	8	242.32	242.32	60.58	
3	500	9.29	1	8	74.32	74.32	18.58	530.7
	1000	13.49	1	8	107.92	107.92	26.98	
	3000	30.29	1	8	242.32	242.32	60.58	
4	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66

Fuente: Autoría Propia

	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
5	1500	17.69	2	8	141.52	283.04	35.38	1711.26
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
6	1500	17.69	2	8	141.52	283.04	35.38	1711.26
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
7	1500	17.69	2	8	141.52	283.04	35.38	1711.26
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
8	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
9	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
10	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
11	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
12	1000	13.49	2	8	107.92	215.84	26.98	1635.66
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
13	1500	17.69	2	8	141.52	283.04	35.38	1711.26
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
14	1500	17.69	2	8	141.52	283.04	35.38	1711.26
	3000	30.29	2	8	242.32	484.64	60.58	
	5000	47.09	2	8	376.72	753.44	94.18	
15	1500	17.69	2	10	176.9	353.8	35.38	2091.54
	3000	30.29	2	10	302.9	605.8	60.58	
	5000	47.09	2	10	470.9	941.8	94.18	
16	1000	13.49	2	10	134.9	269.8	26.98	1999.14
	3000	30.29	2	10	302.9	605.8	60.58	
	5000	47.09	2	10	470.9	941.8	94.18	
17	5000	47.09	2	10	470.9	941.8	94.18	3790.38
	8000	59.45	2	10	594.5	1189	118.9	
	9000	65.75	2	10	657.5	1315	131.5	
18	5000	47.09	2	10	470.9	941.8	94.18	3790.38
	8000	59.45	2	10	594.5	1189	118.9	
	9000	65.75	2	10	657.5	1315	131.5	
19	5000	47.09	3	10	470.9	1412.7	94.18	5513.28

	8000	59.45	3	10	594.5	1783.5	118.9	
	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	
20	5000	47.09	3	10	470.9	1412.7	94.18	5513.28
	8000	59.45	3	10	594.5	1783.5	118.9	
	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	
21	5000	47.09	3	10	470.9	1412.7	94.18	5513.28
	8000	59.45	3	10	594.5	1783.5	118.9	
	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	
22	5000	47.09	3	10	470.9	1412.7	94.18	5513.28
	8000	59.45	3	10	594.5	1783.5	118.9	
	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	
23	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	6916.8
	10000	72.05	3	10	720.5	2161.5	144.1	
	11000	78.35	3	10	783.5	2350.5	156.7	
24	9000	65.75	3	10	657.5	1972.5	131.5	6916.8
	10000	72.05	3	10	720.5	2161.5	144.1	
	11000	78.35	3	10	783.5	2350.5	156.7	

Proyección de Egresos por servicios de arenado en 24 meses

3.5.4. Flujo de caja

El flujo de caja del proyecto se plantea una inversión en 2 años (24meses)

Tabla 17

Meses	Ingresos por servicio de arenado (S/.)	Egresos por mano de obra e insumos(S/.)	Costos fijos (S/.)	Transporte de equipo (S/.)	Utilidad mensual (S/.)
1	2653.5	530.7	700	450	972.8
2	2653.5	530.7	700	450	972.8
3	2653.5	530.7	700	450	972.8
4	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
5	5704.2	1711.26	700	1250	2042.94
6	5704.2	1711.26	700	1250	2042.94

Fuente: Autoría Propia

7	5704.2	1711.26	700	1250	2042.94
8	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
9	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
10	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
11	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
12	5452.2	1635.66	700	1250	1866.54
13	5704.2	1711.26	700	1250	2042.94
14	5704.2	1711.26	700	1250	2042.94
15	5704.2	2091.54	700	1250	1662.66
16	5452.2	1999.14	700	1250	1503.06
17	10337.4	3790.38	700	1250	4597.02
18	10337.4	3790.38	700	1250	4597.02
19	15506.1	5513.28	700	3250	6042.82
20	15506.1	5513.28	700	3250	6042.82
21	15506.1	5513.28	700	3250	6042.82

22	15506.1	5513.28	700	3250	6042.82
23	19453.5	6916.8	700	3250	8586.7
24	19453.5	6916.8	700	3250	8586.7

Proyección Flujo de Caja

3.5.5. Valor actual neto

Se calculara el proyecto con una tasa de 3.5% mensual, en base a los datos de la banca financiera, para un periodo de 24 meses, la fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^{24} \frac{Flujo\ de\ caja_t}{(1 + 3.5\%)^t} - 9645 = 0$$

Mediante el uso de una hoja de cálculo se puedo calcular el resultado del VAN para cada año del periodo, los cuales se muestran a continuación.

$$VAN = S/. 45,029.85 - 9645 = S/. 35,384.85 \text{ Nuevos Soles.}$$

3.5.6. Tasa interna de retorno

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, la fórmula para cálculo del Tasa Interna de Retorno es:

$$\sum_{t=1}^{24} \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + TIR)^t} = 9645$$

$$\underline{\underline{TIR_{24 \text{ meses}} = 18.00\%}}$$

La tasa de rendimiento es mayor a la tas utilizada en el cálculo del VAN (18%), el cual indica que es rentable el proyecto.

IV. DISCUSIÓN.

Saldarriaga (2006), La propuesta de implementación de los diferentes equipos que hacen posible el uso de chorros de agua a ultra-alta presión, no son más que la aplicación de la tecnología e instrumentación usada actualmente a nivel mundial. Y es precisamente esta propuesta de preparación de superficie para el Servicio Industrial de la Marina, la que ofrece ventajas tanto para el proceso de mantenimiento de las diferentes embarcaciones navales y particulares que ingresan al dique seco de la mencionada organización; así como para la conservación socio-ambiental. La coincidencia en el presente Proyecto de investigación, radica en el uso de tecnología moderna, en la cual las eficiencias de los diferentes equipos son por encima de lo estipulado por el Ministerio de Energía y Minas, en cuanto a la eficiencia energética de cada dispositivo.

Así mismo, plantea la capacitación constante en cuanto a las labores de mantenimiento que se debe efectuar a la máquina, para que tenga un valor de disponibilidad casi al 100%, para lo cual, se plantea la reposición de dispositivos que sufren desgaste constante

Torres (2013), en sus objetivos fue innovar los equipos de sandblasting incorporando una cabina de granallado que trabaje en conjunto con un equipo de succión, para limpiar y preparar las superficies metálicas. Concluyendo con la reducción de la tercera parte del tiempo empleado que la aplicación de limpieza manual.

El tiempo que se requiere para la operación de arenado de tanques, es lo mas significativo en cuanto a ésta operación de mantenimiento. Los tiempos que se emplean si la operación se hiciera manual, es significativo. Manualmente la preparación de la superficie del tanque del combustible, está en función al área, siendo aproximadamente de 1 día por cada 1000 galones de volumen. Con el proceso de arenado, el tiempo que se emplea es de entre 40 y 50 minutos por cada 1000 galones de volumen del tanque de combustible.

V. CONCLUSIONES

- Se hizo un diagnóstico de la situación actual, y se pudo comprobar que las labores manuales de limpieza de la superficie del tanque, tienen una serie de dificultades, siendo entre ellas, el tiempo de largo de ejecución (5 días), poca accesibilidad a lugar confinados del tanque. Con una calidad de lijado que no garantiza la expulsión completa del material corrosivo.
- Se hizo la propuesta de la forma de limpieza y mantenimiento de los tanques, y en lo que respecta a los niveles de corrosión, se estableció que si los requerimientos de soldado no pueden ser logrados, las áreas corroídas o dañadas deberán ser reparadas o reducir el nivel de líquido permitido para el estanque o bien retirar el estanque. A los cálculos por esfuerzos en las planchas de los tanques se tiene que adicionar un valor de 5/32" de espesor, para los efectos de la corrosión.
- Se realizó el cálculo y la selección de los componentes del Sistema, en función a los parámetros de funcionamiento, utilizando las ecuaciones de la mecánica de fluidos en cuanto al transporte de los sólidos (arena), por la acción de la presión del aire (7bar), llegando a determinar que la potencia que se requiere es de 24 HP, así como las dimensiones de la tolva, y el número de veces de llenado, en función al tamaño de cada tanque de almacenamiento de combustible.
- Así mismo se hizo la evaluación económica, y se determinó que el valor anual neto asciende a 35,384.85 Nuevos Soles, y una tasa interna de retorno de 18% mensual, en el periodo de 24 meses, lo cual hace atractivo la inversión.

VI. RECOMENDACIONES.

- Los tanques estacionarios deben de tener un Sistema de protección con corriente impresa para disminuir los índices de corrosión, para lo cual es necesario determinar los componentes del Sistema y los riesgos y peligros existentes para dicha implementación.
- Se recomienda ampliar el estudio para la red de tuberías de succión. De descarga, de venteo, de recuperación de vapores, para que se pueda arenar dichos elementos.
- Los polvos que se levantan producto del proceso de arenado, deberían ser absorbidos por una campana extractora de sólidos, que minimice los efectos de la contaminación del aire.
- Incrementar el nivel de capacitación al personal encargado de realizar éstas operaciones, a fin de optimizar el consumo de arena, así como también los tiempos para el arenado por metro cuadrado de limpieza de superficie del tanque estacionario.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CYM 2015 preparación de superficie – norma SSPC, recuperado el 30 de septiembre 2016, www.cymmateriales.com.ar/intranet/frm_productosarchivos/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymmateriales-shotblasting.pdf
- BLASTRAC TORRES. “Diseño y construcción de un prototipo de una estación de limpieza mecánica, mediante el proceso de sandblasting, utilizando granalla mineral en ciclo continuo para una unidad de mantenimiento y transporte”. Tesis (ingeniería mecánica). Sangolquí – Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas, Facultad de Ingeniería Mecánica.2013.338 pp.
- BELLOSO. “Diseño y construcción de un sistema semiautomático de granallado para uso didáctico”. Tesis (ingeniería mecánica). San Salvador – Centroamérica. Universidad del salvador, Facultad de Ingeniería Mecánica.2014.113 pp.
- AVILÉS. “Estudio del proceso del montaje de válvulas en el mantenimiento preventivo de tanques de GLP de uso doméstico para optimizar su ensamblaje en la empresa Congas Envasadora Salcedo”. Tesis (ingeniería mecánica). Ambato – Ecuador. Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Mecánica.2011.189 pp.
- CAJAHUAMÁN. “Diseño de un sistema de extracción de polvo para una cabina de granallado semiautomática en la empresa Prometal Roca Hermanos E.I.R.L”. Tesis (ingeniería mecánica). Lima – Perú. Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima, Facultad de Ingeniería Mecánica.2014.101 pp.
- METAL ACTUAL 2015 limpieza rápida y eficiente, recuperado 25 de setiembre 2016 <http://slideshowes.com/doc/1067891/granalladoras----revista-metal-actual>
- CEPESA 2016 manual de instalaciones de GLP, recuperado el 30 de octubre, 2016. <http://trendigas.com/Manual-de-Uso-de-Gas-L.P.pdf>
- CLEMCO 2016 catálogo general, recuperado el 02 de noviembre, 2016. <http://www.clemco.es/wp-content/uploads/2016/08/CLEMCO-2016.pdf>
- SHNEIDER, sf, compensación de la energía reactiva, recuperado el 28 de octubre, 2016

http://www3.fi.mdp.edu.ar/instalaciones/Correccion%20de%20Factor%20de%20Potencia/Tomo_E%20correcci%C3%B3n%20de%20factor%20de%20potencia%20schneider%20completo.pdf

- CIMN 2011 Normas en ISO 8501, recuperado el 25 de octubre, 2016._
<http://www.cin-protective.com/portal/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=A9838080808480GC&CLASSTOKEN=scpdescriaocategoria&ATTRIBUTEID=ficheiro>
- CENGEL, Yunes y BOLES, Michael; "Termodinámica"; cap.1; pág. 2; séptima edición; Interamericana Editores, S.A. de C.V, México .2012.
- "SANTIAGO García. (2015, Diciembre, 30). Análisis de vibraciones (archivo de video). Recuperado de <http://www.renovetec.com.irim>"
- M, Sanmarti; A Malet; G Fargas. Influencia del granallado en los aceros inoxidables austeníticos Meta estables, Barcelona. 2013. Pp. 106. ISBN: 978-84-695-922-8

VIII. ANEXOS.

8.1. GUÍA DE OBSERVACIÓN

TESIS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

AUTOR: AGUILAR HERRERA EDILBERTO.

INSTRUCCIONES: REALICE EL LLENADO DE LOS CAMPOS SOLICITADOS DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN TÉCNICA.

Volumen (Galones)	Diámetro (m)	Longitud (m)	Area Lateral (m ²)
500	1.8	0.74	9.29
1000	1.8	1.49	13.49
1500	1.8	2.23	17.69
3000	1.8	4.46	30.29
5000	1.8	7.43	47.09
8000	2.4	6.68	59.45
9000	2.4	7.52	65.75
10000	2.4	8.36	72.05
11000	2.4	9.19	78.35

8.2. GUÍA DE OBSERVACIÓN

TESIS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

AUTOR: AGUILAR HERRERA EDILBERTO.

INSTRUCCIONES: REALICE EL LLENADO DE LOS CAMPOS SOLICITADOS DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN TÉCNICA.

Volumen (Galones)	Area Lateral (m2)	Area Lateral afectada por corrosión (%)	Area lateral afectada por corrosión en m2
500	9.29	23	2.14
1000	13.49	26	3.51
1500	17.69	17	3.01
3000	30.29	26	7.88
5000	47.09	17	8.01
8000	59.45	18	10.70
9000	65.75	21	13.81
10000	72.05	19	13.69
11000	78.35	22	17.24

TESIS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"

AUTOR: AGUILAR HERRERA EDILBERTO.

INSTRUCCIONES: REALICE EL LLENADO DE LOS CAMPOS SOLICITADOS DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN TÉCNICA.

Volumen (Galones)	Area Lateral (m2)	Prueba de Presión (PSI)	Disminución de Presión (%)	Lectura de Manómetro en Primeras 12 horas	Lectura de Manómetro entre 12 y 24 horas
500	9.29	15	8	14.4	14.08
1000	13.49	15	5	14.625	14.425
1500	17.69	15	12	14.1	13.62
3000	30.29	15	10	14.25	13.85
5000	47.09	20	9	19.1	18.74
8000	59.45	20	7	19.3	19.02
9000	65.75	20	8	18.9	18.58
10000	72.05	20	8	19.2	18.88
11000	78.35	20	6	19.4	19.16

8.4. FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

- Profesión: _____

- Grado académico: _____

- Actividad laboral actual:

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un la entrevista, cuyo objetivo **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”**

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: ___ Poco pertinente: ___ No es pertinente: ___

Por favor, indique las razones:

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: ___ Insuficientes: ___

Por favor, indique las razones:

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: ___ Poco adecuadas: ___ Inadecuadas: ___

Por favor, indique las razones:

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

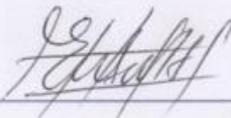
Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

Firma del Experto

8.5. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Edilberto Aguilar Herrera, identificado con DNI N° 44823501 egresado de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017" ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.



FIRMA

DNI: 44823501

FECHA: Martes 15 de enero del 2019

Elaboró	Dirección de investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

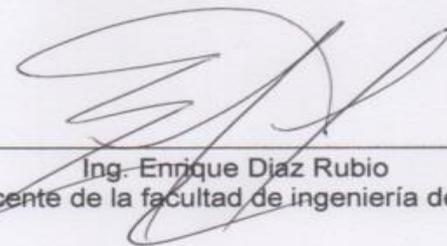
RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

Yo, Ing.Enrique Diaz Rubio , docente de la Facultad de Ingeniería de UCV – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARENADO PARA MEJORAR EL ACABADO SUPERFICIAL DE TANQUES ESTACIONARIOS DE COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017"** del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

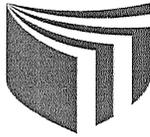
AGUILAR HERRERA EDILBERTO

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 19%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 18 de diciembre de 2018



Ing. Enrique Diaz Rubio
Docente de la facultad de ingeniería de Ucv



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

AGUILAR HERRERA EDILBERTO

INFORME TÍTULADO:

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE TIENDAS EFELLA CURACAO REGIÓN NORTE 3, PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD EN SUS VENTAS, TRUJILLO- 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 24/05/2018

NOTA O MENCIÓN: TRECE (13)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
