



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

Br. Víctor Hugo Zapata Hidalgo (ORCID: 0000-0003-2930-4692)

**ASESORA:**

Mg. Ana María Guerrero Millones (ORCID: 0000-0001-7668-6684)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

Piura -Perú

2019

## Dedicatoria

La presente investigación se lo dedico a mi Señor Padre Víctor Raúl Zapata Serrato que desde el cielo sé que está orgulloso de mis logros, a mi madre Maritza Hidalgo Pasapera y a toda mi familia por estar siempre conmigo y en especial a mi enamorada Estefany Suley Acedo por su gran amor, brindándome su esfuerzo y apoyo incondicional en todo momento. A ellos le dedico y dedicaré todos mi logros, mis triunfos y con ello mi trabajo de investigación porque es gracias a ellos el desarrollo de la presente investigación.

## Agradecimientos

En primer lugar, agradezco al profesor asesor Ana María Millones Guerrero por dedicar su tiempo, esfuerzo y dedicación desde la primera etapa de la presente investigación hasta la etapa final de este trabajo.

También agradezco a los trabajadores de la Empresa Graña y Montero Petrolera en especial al Ing. Gian Carlo Garufi Reyes por haberme proporcionado la información relevante y necesaria que no estaba escrita en fuentes bibliográficas consultadas, para poder realizar este trabajo de investigación a ellos mis sinceros agradecimientos.

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : FC7-PP-PR-C2.C2
		Version : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

El Jurado en cargo de evaluar la tesis presentada por don (a)

*Vicior Hujo Zapata Hidalgo*

cuyo título es:

*Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Paríntas de Grana y Montero S.A., Talara, 2018.*

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante, otorgándole el calificativo de: 14 (número) CATORCE (letras).

Trujillo (o Filial) *Piura* 20 de Julio Del 2019

*MR. Seminario Atarama*  
MSc. Mario R. Seminario Atarama  
PRESIDENTE

*S. Falsbender*  
Mg. Swelin Falsbender Cespedes  
SECRETARIO

*N. J. Zapata Palacios*  
Mg. Nestor Janin Zapata Palacios  
VOGAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Víctor Hugo Zapata Hidalgo, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la escuela de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 47540429, con la tesis titulada “Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, dicha tesis no ha sido utilizada para obtener algún grado previo o título profesional.
4. Los datos presentados en la tesis son reales, no han sido falseados ni copiados, por lo tanto, los resultados obtenidos en la investigación se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse, la presencia de fraude, plagio, auto plagio o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad César Vallejo.

Piura, 16 de junio del 2019

Victor Hugo Zapata Hidalgo

DNI: 47540429

  
Firma

# Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de Tabla.....	vii
Índice de Figuras .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2. Variables, operacionalización .....	13
2.3. Población y muestra.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
2.5. Método de Análisis de información .....	17
2.6. Procedimiento .....	17
2.7. Aspectos Éticos .....	20
III. RESULTADOS.....	21
IV. DISCUSIÓN .....	27
V. CONCLUSIONES .....	30
VI. RECOMENDACIONES .....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS .....	37
Anexo A. Matriz de consistencia para investigación descriptiva propositiva.....	38
Anexo B. Instrumentos .....	40
Anexo C. Validación de Instrumentos.....	44
Anexo D. Determinar las causas de los mantenimientos correctivos.....	75
Anexo E .Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado.....	82
Anexo F. Registro de Análisis documental disciplina de procesos.....	85
Anexo G. Desarrollo de la disciplina de procesos.....	86

Anexo H. Acta de originalidad de Turnitin.....	96
Anexo I. Autorización de publicación de tesis.....	97
Anexo J. Pantallazo del porcentaje de turnitin.....	98
Anexo K. Autorización de versión Final.....	99

## Índice de Tabla

Tabla 1.Matriz Operacionalización de Variables .....	15
Tabla 2.Recursos Humanos .....	19
Tabla 3. Recursos Materiales.....	19
Tabla 4.Presupuesto.....	20
Tabla 5.Lista de materiales mecánicos .....	24
Tabla 6.lista de materiales instrumentación .....	26
Tabla 7.Resumen de Costos del Sistema de Lubricación.....	84
Tabla 8.Costo/Beneficio del proyecto. ....	84
Tabla 9.Velocidades típicas de diseño para líneas. ....	86
Tabla 10.Dimensiones de la tubería de succión de la bomba.....	88
Tabla 11.Dimensiones de la tubería de descarga de la bomba .....	88
Tabla 12.Características del aceite Klubber .....	91
Tabla 13.Rugosidad de accesorios.....	92

## Índice de Figuras

Figura 1.Resultado de análisis documental de los mantenimientos correctivos diferidos. .	21
Figura 2.Resultado del análisis documental de los mantenimientos inmediatos.....	22
Figura 3.Entrevista al jefe de Mantenimiento. ....	23
Figura 4.Diagrama de flujo de los mantenimientos correctivos.....	75
Figura 5.Esquema del sistema de reposición de aceite.....	88
Figura 6.Análisis de Balance de energía de la bomba .....	94

## RESUMEN

Este trabajo presenta la propuesta de diseño de un Sistema de lubricación centralizado para los compresores de propano C-5100 y C-5110, en el área de procesos 2, este sistema permitirá reducir los mantenimientos correctivos que se están presentando en la planta de gas Pariñas, como parte del desarrollo de investigación se determinaron las causas de los mantenimientos correctivos, además el diseño del sistema que se realizó en base a los alcances de una ingeniería de detalle mediante la aplicación de un sistema centralizado a presión, se utilizó un diseño experimental del tipo pre-experimental empleando como instrumentos el análisis documental y la entrevista donde la población fueron los 2 compresores de propano. Obteniéndose como resultado que la fallas de los equipos se debe más por desgastes mecánicos, el cual afectaron a los componentes que fueron el sello mecánico, cojinetes y rotor, con respecto al desarrollo del diseño del sistema de lubricación se obtuvo que en la disciplina de procesos el diámetro de la tubería del sistema será de 1”, en la disciplina de cañerías la clase de tubería será tipo B2A2, este según el estándar del piping class de la planta este permitió el desarrollo para los planos y la lista de materiales, en la disciplina de instrumentación la lista de materiales de acuerdo a las características del sistema y la especificaciones técnicas determinadas según las características del proceso, concluyendo que el diseño del sistema de lubricación centralizado cumple con todo lo establecido por el DS 051-93-EM es decir se adecua a las normas garantizando así un diseño eficaz y seguro.

**Palabras Claves:** Lubricación centralizada, mantenimiento correctivo, compresores de propano, normas, ingeniería de detalle.

## ABSTRACT

This work presents the design proposal for a centralized lubrication system for the C-5100 and C-5110 propane compressors, in process area 2, this system will reduce the corrective maintenance that is being presented in the gas plant Pariñas, as part of the research development, determined the causes of corrective maintenance, in addition to the design of the system that was carried out based on the scope of a detailed engineering through the application of a centralized pressure system. An experimental design of the pre- experimental type was used using documentary analysis and interviews where the population was the 2 propane compressors. Obtaining as a result that the failure of the equipment is due more by mechanical wear which affected the components that were the mechanical seal, bearings and rotor, with respect to the development of the design of the lubrication system was obtained than in the discipline process the diameter of the system pipe will be 1", in the pipe discipline the pipe class will be type B2H2 this according to the piping class standard of the plant this allowed the development for the plans and the bill of materials , in the instrumentation discipline the bill of materials according to the characteristics of the system and the technical specifications determined according to the characteristics of the process. Concluding that the design of the centralized lubrication system complies with all that established by the DS 051-93-EM, is mean. It conforms to the standards thus ensuring an efficient and safe design.

**Keywords:** Centralized lubrication, corrective maintenance, propane compressors, standards, detail engineerin.

## I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de lubricación centralizados son elementos fundamentales de cualquier equipo que utilice aceite como medio de lubricación o enfriamiento, la falla de estos sistemas produciría altas pérdidas operativas en los equipos, su aplicación es muy conocida a nivel mundial y ha ido innovándose, dando así mayores alternativas de solución.

La ausencia de estos sistemas produce el desgaste de componentes de un equipo llevándolo a un mantenimiento correctivo, por eso es necesario que estos dispongan de un sistema de lubricación eficaz para así evitar el desgaste prematuro de estas piezas, es por ello que se realizó esta investigación apoyándose en tesis que a continuación se mencionarán, primero en el ámbito internacional en el cual se seleccionaron los siguientes:

Morales (2014); en su tesis detalla los problemas de las chumaceras del tándem “A” que registran dificultades constantes debido a las altas temperaturas de operación poniendo en cuestión el sistema de lubricación automático ya existente, para esto se busca evaluar, analizar y monitorear dicho sistema además del plan de lubricación que realizan los operadores.

Gonzales (2009); en su tesis detalla que la unidad de craqueo catalítico que es una de las 5 unidades de proceso de la refinería de Puerto la Cruz, siendo además una de las unidades más críticas debido a las fallas constantes de sus equipos, estos presentan un sistema de lubricación por anillo de aceite con control no automatizado, dependiendo de su funcionamiento por el personal operativo de la planta, el cual debido a las malas prácticas del llenado o descuido en su reposición producen estos problemas técnicos operacionales.

Corrales y Lema (2015); el planteamiento del problema que se enmarca en esta tesis es con respecto a la máquina de papel el cual presenta un sistema de reposición de aceite que no llega a cubrir todos los puntos por lubricar de la máquina, además de dosificar la cantidad necesaria, para este caso se requiere optimizar este sistema dividiéndolo en

tres métodos de lubricación: en el sistema reductor, en las chumaceras Yankee y en el Reel MP5.

En el ámbito nacional se recurrieron a los siguientes trabajos de investigación:

Arango (2015); en su tesis detalla que uno de los problemas más frecuentes que se presenta en el sistema tratador de corona es el recalentamiento prematuro de los rodamientos en los rodillos y esto se debe a la falta de lubricación la cual hace que disminuya la vida útil de los rodamientos y aumente la frecuencia de reparaciones programadas.

Torres (2017); en su tesis detalla que los componentes que forman parte de la cuchara de la retroexcavadora (pines y bujes) de la pala Hydracrowd CAT Modelo 7495 HR2, sufren un desgaste considerable en una cantidad de tiempo reducido debido al hecho de estar en constante fricción metal-metal.

Núñez(2012); en su tesis detalla los constantes desgastes que presentan los rodamientos del molino denominados trunnions, para esto se requiere diseñar un sistema de lubricación de alta y baja presión para que así estos trabajen sobre una película de aceite permitiendo que el molino pueda girar y cumplir con el objetivo de moler el mineral.

Mientras que en el ámbito local mencionaremos la problemática presentada en la planta de Gas Pariñas de la empresa Graña y Montero Petrolera (GMP), ubicado en la zona industrial carretera Tumbes 1A KM 4.5 Piura-Talara, se construyó en el 2008 e inició sus operaciones en el 2009, tiene un volumen de procesamiento de hasta 44 millones de pies cúbicos de gas natural asociado por día (MMPCD) como resultado de este procesamiento, se obtiene gas natural seco (GNS), GLP, Condensados de Gas Natural o HASS (CGN) y productos como pentano, hexano y otros solventes especiales (Grupo GMP, 2018).

Actualmente los mantenimientos correctivos que se están presentando en el área de procesos 2 de la planta de gas están ocasionando que se generen cambios en la estructura del plan de mantenimiento preventivo y predictivo, que ya se tiene programado al año, estas fallas o averías imprevistas implican que se deba recurrir

a los operadores de planta, el cual ya tienen trabajos específicos y deben que tomar parte de ese tiempo para realizar el mantenimiento a estos equipos, este problema se debe a que los compresores de propano C-5100 y el C-5110 (compresores de tornillo de tipo giratorio de desplazamiento positivo), los cuales forman parte de los Skids 5 y 6 respectivamente, no son abastecidos a tiempo con el aceite klubber Summit PGI 100, ocasionando los desgastes de los componentes internos del compresor (rotores, sello mecánico y cojinetes), esto se debe a la falta de lubricante y su reposición de aceite a tiempo en los equipos .

“Cabe recalcar que estos compresores cuentan con un sistema de recirculación de aceite interno el cual tiene los siguientes fines” (Tipiel SA, 2008, p.7) que son: lubricación de los rotores, los cojinetes y el sello mecánico, sellar el espacio que hay entre el rotor y la carcasa, enfriamiento del gas comprimido y transmisión de la válvula corrediza de control de capacidad.

Este sistema de recirculación de aceite a presión con el que cuenta los compresores se presenta mediante el siguiente diagrama de flujo de proceso en la unidad de compresión de gas, el cual por efecto de la misma presión del gas propano el aceite es arrastrado en pequeñas cantidades a otro sistema ocasionando así pérdidas de lubricante ,el cual requiere su reposición, actualmente esto se realiza mediante una bomba manual y un juego de mangueras instaladas provisionalmente en los separadores de propano (D-5100 y D-5110) para el transporte del aceite lubricante desde un cilindro de almacenamiento hacia los compresores.

Esto afecta la cadena productiva, es decir que los períodos óptimos de los procesos se ven interrumpidos a la espera de la solución de la falla o avería en el o los compresores el cual el área de mantenimiento ante este caso ya lo tiene detectado según AMFE realizado por el supervisor, también se ven involucrados los costos por reparación y repuestos no presupuestados, ya que por falta de recursos económicos estos no se adquirirán en el momento deseado de seguir presentándose esta situación implicaría las paradas imprevistas, debido a esto, se ve la necesidad de diseñar un sistema de lubricación centralizado, este nuevo sistema deberá contemplar las facilidades para una línea dedicada al futuro compresor que se piensa instalar (C-5120).

En relación a los trabajos previos, la presente investigación está dividido en tesis de investigación a nivel internacional presentados a continuación:

Morales (2014), Propuesta de optimización del sistema de lubricación de chumaceras en los molinos del Tándem “A” del Ingenio Magdalena S.A. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad de San Carlos de Guatemala, el objetivo de la propuesta fue optimizar el sistema de lubricación de las chumaceras. En este trabajo se manejaron teorías sobre los lubricantes, sistemas de lubricación para esto el autor realizó una investigación de tipo descriptiva con un diseño no experimental teniendo como población a las chumaceras en el Tándem “A”, aplicando como instrumentos un análisis de operación del sistema (temperatura, diseño de chumaceras, consumo de lubricante), obteniendo como resultados que las chumaceras operan con temperaturas mayor a la de ambiente (28°c temperatura ambiente y 31° temperatura de la chumacera), la carga es excesiva siendo su diseño de molienda de 7 mil toneladas de caña al día sin embargo opera en 12 mil toneladas por día, concluyendo que el sistema ya instalado en las chumaceras es de doble línea, brindando una automatización en la inyección de aceite a los diferentes puntos de las chumaceras, y que el valor de temperatura es afectado frecuentemente por factores ambientales, además de la realización de los procedimientos de lubricación incorrectos e innecesarios por los operadores.

Gonzales (2009), Diseño para la instalación de un sistema centralizado de lubricación por neblina pura de aceite para equipos rotativos. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Oriente núcleo de Anzoátegui (Venezuela); para este trabajo de investigación el autor empleó teorías correspondientes al proceso de craqueo catalítico fluidizado, cojinetes, lubricación, sistema de lubricación por medio de anillos y el sistema de lubricación por neblina de aceite, para esto el autor realizó una investigación mixta (investigación documental y de campo), teniendo como población a los equipos rotativos de la unidad de craqueo catalítico, aplicando como instrumentos un análisis documental para determinar las normas de diseño del sistema, guía de observación directa para obtener información de los equipos y una guía de entrevista para el personal operario, obteniendo como resultados las lista de equipos el cual se

instalará al sistema, selección de los equipos a los que se adaptará este sistema, concluyendo que el diseño de lubricación por neblina pura de aceite propuesto para los equipos rotativos de la unidad de FCC cumple con los requerimientos exigidos por la empresa.

Corrales y Lema (2015); Rediseño y construcción de un sistema de supervisión y control de lubricación centralizada, para los sistemas reel, chumaceras y reductor yankee, en la máquina de papel 5 (mp5), perteneciente a la empresa productos familia del Ecuador”, Tesis para optar el título de Ingeniero Electromecánico, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, para este trabajo de investigación el autor empleó teorías las generalidades hidráulicas, diseño y selección, montaje del sistema de lubricación centralizada, elementos hidráulicos para esto el autor realizó una investigación experimental.

En el ámbito nacional se tuvieron en cuenta las siguientes tesis el cual aportaron al presente trabajo de investigación:

Arango (2015); “Diseño de un sistema de lubricación centralizado en el sistema tratador corona –Línea Coating”, tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, el objeto del proyecto es el diseño de un sistema de lubricación centralizado automático para disminuir paradas de las máquinas. En este trabajo se manejaron teorías sobre lubricación, tribología, lubricación básica de los mecanismos comúnmente utilizados en la Línea Coating, las grasas y sus propiedades y los sistema de lubricación centralizado para esto el autor realizó una investigación explicativa con diseño experimental aplicando como instrumentos de recolección de datos el análisis del modelo, herramientas y sistema obteniendo como resultados la condición de la máquina sin el sistema (estado no operativo) con el sistema ( estado operativo), horas de paro por re-lubricación de rodillos sin el sistema ( 4h) con el sistema (0 h) y las horas hombre por re-lubricación sin el sistema (8h) con el sistema (0.17h), concluyendo que el diseñar este sistema permite reducir el tiempo de paro de la máquina, el tiempo de horas hombre y reducir el consumo de grasa de 2 a 1 kg.

Torres (2017), Diseño de Sistema de lubricación de pines y bocinas de padlock de cucharón de palas eléctricas Cat Modelo 7495 HR2. Tesis (Ingeniero Mecánico), Universidad de San Agustín de Arequipa, el objetivo del proyecto es el diseñar un sistema de lubricación que pueda solucionar el desgaste prematuro en pines y bujes de padlock del cucharón de pala Cat 7495 HR2 que están sometidos a cargas extremas de operación. En este trabajo se manejaron teorías sobre el mantenimiento, palas eléctricas Hydracrowd, movimientos primarios, tribología CAT 7495 HR2, para esto el autor realizó una investigación explicativa con un diseño experimental aplicando como instrumentos un análisis de lubricantes, análisis de diseño del sistema obteniendo como resultados que el desgaste que se origina en los pines y bujes es directamente proporcional al peso y su cambio demora 8 horas en promedio como conclusión se determinó que un sistema de lubricación adecuado permitirá reducir los mantenimientos correctivos a su vez que generará un valor alto lo que implica que es rentable.

Núñez (2012); Diseño de un Sistema de lubricación para un molino SAG 32'x 32' de 621 DMTPH de capacidad. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista; Universidad Católica de Santa María, para este trabajo de investigación el autor utilizó teorías relacionadas a los molinos de proceso, investigación explicativa con un diseño experimental aplicando como instrumentos un análisis de lubricantes, análisis de diseño del sistema obteniendo como resultados los cálculos correspondientes al diseño, selección de bomba.

Como teorías relacionadas al tema, la investigación consta de una primera variable (fáctica) que es el mantenimiento correctivo el cual según UNE-EN 13306(2002), define que es aquel mantenimiento realizado luego del reconocimiento de una falla y con el fin de llevar el ítem a una etapa en el cual pueda realizar una función requerida, otro concepto es según lo definido por Carrasco (2014) ,el cual utiliza el término “mantenimiento reactivo” y lo define como aquel que sucede después de un fallo o avería es decir este mantenimiento se ejecuta una vez que se presenta un error en el sistema, de no producirse algún fallo este se considera nulo. Se tendrá que esperar hasta que se produzca la avería para así ejecutar la acción correctiva, de igual forma por su parte García (2009), lo define como la corrección de las averías o fallas, cuando éstas

se presentan, es decir la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Por último como señala Cuesta (2010) el mantenimiento correctivo trae consigo las siguientes consecuencias: afecta el período productivo, es decir, que los períodos posteriores se verán afectados a la espera de la corrección de la etapa anterior, se presentan costos por reparación y repuestos no presupuestados y la planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

Los tipos de mantenimiento correctivo según la UNE-EN 13306:2002 (Normalización Española) lo divide en diferido e inmediato, el diferido, es aquel que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas a diferencia del inmediato, que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.

Por su parte García (2009), divide al mantenimiento correctivo en dos formas: el programado y el no programado, el programado también llamado planificado es aquel donde se corrige la falla para ello se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios para que se ejecute este mantenimiento el cual se puede ajustar a las necesidades de la producción a comparación del no programado que es donde se supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, siendo una situación indeseable desde el punto de vista de producción.

Parte del proceso del mantenimiento correctivo consiste en localizar el o las averías para esto según UNE-EN 13306:2002, define las averías en el estado de un elemento el cual no puede desarrollar una función requerida excluyendo la incapacidad durante el mantenimiento preventivo o por otras acciones planificadas, o debido a la falta de recursos externos, estas averías implican un tiempo de mantenimiento el cual de acuerdo a la UNE- EN 13306:2002 define los tiempos relacionados al mantenimiento correctivo en tiempo de espera siendo este el intervalo de tiempo durante el cual un elemento se encuentra en un estado de espera y el tiempo de mantenimiento que es el intervalo de tiempo durante el cual el mantenimiento se ejecuta sobre un elemento bien manual o automáticamente, incluyendo los retrasos técnicos y logísticos.

La teoría en relación a la propuesta que es el diseño de un sistema de lubricación centralizado, según Luque (2014), lo define como el método más conocido y el encargado de mantener lubricadas todas las partes móviles de un equipo, este método ayuda a distribuir las cantidades correctas de lubricante especificadas por el fabricante de la máquina y todos los puntos de lubricación recibirán el abastecimiento óptimo de lubricante para reducir el deterioro, parte de estos sistemas son las de circulación de aceite o de presión el cual según Rivas (2017), lo define como el sistema más usado siendo además el más adecuado para conseguir una óptima lubricación, ya que proporciona la cantidad de lubricante adecuada entre las partes metálicas, su funcionamiento consta de una bomba el cual reparte el aceite a todos los elementos del compresor los elementos principales que forman parte de este sistema son: la bomba de lubricación que es el encargado de disponer aceite y en la cantidad necesaria para asegurar una perfecta lubricación, los manómetros que es el aparato encargado de medir en cada momento la presión del aceite en el interior del circuito de lubricación, la válvula limitadora de presión que regula la presión del aceite en caso esta sea excesiva, pudiendo deteriorar algún elemento de la instalación del sistema de lubricación y por último pero no menos importante está el filtro de aceite el cual limpia el lubricante de contaminantes e impurezas procedentes de partículas metálicas, debido al desgaste de las piezas y partículas residuales de la combustión.

La metodología que se empleó en esta propuesta es de acuerdo a los alcances de diseño de detalle o ingeniería de detalle el cual según el Centro Argentino de Ingenieros (2018), lo define como la documentación típica de la fase de ingeniería de detalle de un proyecto el cual se define por disciplinas o especialidades, de acuerdo al trabajo de investigación estas serán: disciplina de procesos, para el desarrollo de esta disciplina su alcance estará definido mediante una memoria de cálculo de la evaluación hidráulica del sistema de reposición de aceite lubricante además de los planos de proceso en donde se definirá el flujo de proceso del sistema, luego se tiene la disciplina de tuberías, que está definido por una memoria descriptiva que es un documento donde se detalla las normas de diseño, además de la selección de la tubería , luego se tienen los planos mecánicos que muestra la situación de los equipos con sus dimensiones, y su totalidad de los equipos, parte también de esta disciplina esta la lista de materiales que es un documento en el que se relacionan equipos y componentes, sus características

esenciales y datos fundamentales de igual forma se tienen los planos isométricos, en estos planos, se representa, en perspectiva isométrica, un tramo determinado de cada tubería, de tamaño, en el diámetro, salvo excepciones, de 3" y mayores. Los componentes de la tubería, tales como orificios, bridas, manguitos, válvulas, instrumentos, soportes, venteos, drenajes, purgadores, etc.

Luego por último tenemos la disciplina de Instrumentación definido por una memoria descriptiva y lista de materiales de instrumentación que es en donde se encuentra identificado cada instrumento y entrada al ordenador, su servicio, los datos fundamentales y las referencias correspondientes.

Como parte del desarrollo de investigación ha sido necesario evaluar los impactos ambientales que pueda generar este diseño como el manejo de suelos contaminados donde se pueden utilizar métodos ambientales aprobados, como también se instalarán estratégicamente válvulas de bloqueo para minimizar los derrames y fugas en caso de roturas u otras fallas en las tuberías, las soldaduras de unión de las tuberías serán inspeccionadas mediante métodos de ensayo no destructivos, antes de ser puesto los ductos en operación (D.S.-015-EM,2006)

En relación a la seguridad y salud ocupacional las áreas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, cualquier derrame de hidrocarburos y otros productos derivados de los hidrocarburos o producto químico deben limpiarse inmediatamente y anotarse en el registro de emergencias y donde puedan producirse derrames o fugas se deberá contar con lampas y cilindros con arena para su control, en el caso de manipuleo de productos químicos se deberá mantener equipos y productos para el control de derrames o fugas además de contar con la cartilla de seguridad de materiales peligrosos (CSMP) para el manejo adecuado de un derrame o fuga de los productos almacenados (D.S.-043-EM, 2007).

Para la gestión de riesgos y prevención de desastres, el sistema de lubricación centralizado no debería colapsar, causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio para esto la estructura del sistema debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el

sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños de límites aceptables.

Los sistemas de lubricación centralizado han ido innovándose proyectando así un gran abanico de montajes satisfactorios para el engrase y lubricación para todo tipo de industrias y aplicaciones nuevas” (Tribolution, 2019) dentro de estos nuevos sistemas se tiene: engrase por gravedad, engrase por aplicador brocha, lubricación por inyectores de gota, engrase por gota/gota, lubricación por barboteo y el engrase por pulverización.

El planteamiento de la formulación del problema está dada por una pregunta general que será la siguiente : ¿Qué se requiere para disminuir los mantenimientos correctivos de los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la planta de gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018?, parte de este objetivo general se derivan la siguiente formulación de los objetivos específicos: ¿Cómo determinar las causas de los múltiples mantenimientos correctivos en los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?, ¿Cómo se desarrollará la disciplina de proceso del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?, ¿Cómo se desarrollará la disciplina de tuberías del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?, ¿Cómo se desarrollará la disciplina de instrumentación del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas? y ¿Cuáles son las características técnicas de los componentes del sistema de lubricación centralizado para los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?.

La presente investigación tiene la siguiente justificación: teórica ya que busca mediante la aplicación de la teoría y los conceptos de diseño el poder reducir los mantenimientos correctivos mediante la propuesta de un diseño de lubricación centralizado a los compresores de propano, práctica siendo los objetivos de estudio su resultado que permite encontrar soluciones concretas tales como los mantenimientos correctivos que se presentan en la planta, metodológica ya que en base a este diseño de un sistema de lubricación centralizado permitirá tener una mejor sistematización de la reposición de aceite a estos compresores, el cual influirá en crear nuevas herramientas de control, social permitiendo que el personal operativo no esté tan involucrado en el proceso de reponer aceite a estos compresores de propano, poniendo así a buen resguardo su

seguridad y económica ya que reducirá los costos de mantenimiento esto debido a que disminuirá los mantenimientos correctivos.

Las hipótesis de la investigación está formulada por una general afirmando lo siguiente: el diseño de un Sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C-5110 disminuirá los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.

Luego se detallan las hipótesis específicas el cual afirman lo siguiente: las causas de los múltiples mantenimientos correctivos determina el estado actual de la problemática en los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018, el desarrollo de la disciplina de proceso permitirá el diseño de un sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018, el desarrollo de la disciplina de tuberías permitirá el diseño de un sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018, el desarrollo de la disciplina de instrumentación permitirá el diseño de un sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018 y el seleccionar las características técnicas de los componentes permitirá el diseño de un sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.

Los objetivos propuestos en la investigación están dados por un objetivo general el cual es: proponer el diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018, como también de objetivos específicos presentados a continuación: determinar las causas de los múltiples mantenimientos correctivos en los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas, desarrollar la disciplina de proceso del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas, desarrollar la disciplina de tuberías del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas, desarrollar la disciplina de instrumentación del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas y seleccionar las características técnicas de los componentes del sistema de lubricación centralizado para los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas.

Las restricciones del presente trabajo de investigación serán correspondiente a la disciplina civil y la disciplina eléctrica.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación según el tipo será descriptivo, para Hernández, Fernández y Baptista (2010), el interés investigativo del autor no es solo describir la incidencia de los recurrentes mantenimientos correctivos en los compresores de propano C-5100 y C-5110, sino elaborar una propuesta de mejora, por su finalidad la investigación es aplicada porque busca solucionar un problema en concreto que sería los recurrentes mantenimientos correctivos, ya adquiridos se pondrán en práctica en el objeto de estudio por su nivel o alcance es descriptiva porque se buscará la relación de las 2 variables estudiadas (mantenimiento correctivo y el diseño de un sistema de lubricación centralizado), y por la temporalidad transversal.

La investigación según el diseño se desarrolló metodológicamente mediante un diseño experimental del tipo pre-experimental en la cual el investigador manipula una o más variables de estudio, controlando el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas” (Hernández, Roberto, 2010, p. 122).

### 2.2. Variables, operacionalización

Variable fáctica siendo este el mantenimiento correctivo que es aquel se ejecuta después de presentarse una avería y que está consignado a colocar a un componente en un estado que pueda hacer una función requerida (UNE-EN 13306, 2002).

Variable propositiva que será el sistema de lubricación centralizado, el cual es el método más conocido y el encargado de mantener lubricadas todas las partes móviles de un equipo, este método ayuda a distribuir las cantidades correctas de lubricante especificadas por el fabricante de la máquina y todos los puntos de lubricación recibirán el abastecimiento óptimo de lubricante

para reducir el deterioro (Luque, 2014), para ello se cuenta con una matriz de consistencia detallado en el anexo A, como también la matriz de operacionalización de variables detallado en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DIFERIDO	AVERIAS	ROTORES	NÚMERO DE COMPONENTES DESGASTADOS POR MES	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
			COJINETES				
			SELLO MECÁNICO				
		TIEMPO POSTERIOR A LA FALLA	TIEMPO DE ESPERA	MENSUAL	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
	TIEMPO DE MANTENIMIENTO		MENSUAL	ENTREVISTA	GUIA DE ENTREVISTA		
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO	AVERIAS	ROTORES	NÚMERO DE COMPONENTES DESGASTADOS POR MES	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
			COJINETES				
			SELLO MECÁNICO				
TIEMPO POSTERIOR A LA FALLA		TIEMPO DE ESPERA	MENSUAL	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL		
	TIEMPO DE MANTENIMIENTO	MENSUAL	ENTREVISTA	GUIA DE ENTREVISTA			
SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA	SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA	A PRESIÓN	BOMBA DE LUBRICACIÓN	PRESIÓN / TEMPERATURA/CAUDAL/VISCOSIDAD	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
			MANÓMETRO	PRESIÓN / TEMPERATURA			
			VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN	PRESIÓN			
			FILTRO DE ACEITE	PRESIÓN			
	DISEÑO PARA UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA	DISCIPLINA DE PROCESO	MEMORIA DESCRIPTIVA	UND	ANÁLISIS DOCUMENTAL	GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	
			MEMORIA DE CÁLCULO	PSI / TEMPERATURA/ CAUDAL			
			PLANOS DE PROCESO	UND			
			LISTA DE MATERIALES	UND			
		DISCIPLINA DE TUBERÍA	PLANOS MECÁNICOS	UND			
			PLANOS ISOMÉTRICOS	UND			
		DISCIPLINA DE INSTRUMENTACIÓN	MEMORIA DESCRIPTIVA	UND			
			LISTA DE INSTRUMENTACIÓN	UND			

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Población y muestra

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó el estudio de la población de los compresores de propano, por consiguiente, la población de la presente investigación estuvo integrada por un grupo de dos (2) equipos, los cuales son los compresores de propano, que están ligados directamente con la problemática de estudio.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se aplicó las siguientes técnicas que es el análisis documental y la entrevista, con respecto al análisis de documental se tuvo en cuenta las siguientes guías: de un registro de mantenimiento correctivo diferido durante el periodo del 01 de enero del 2014 hasta el 31 de octubre del 2018, esta guía de análisis documental tiene la finalidad de examinar la cantidad de piezas que han sufrido desgaste además del tiempo de espera y de mantenimiento, todo esto solo por los mantenimientos correctivos diferidos, luego de un registro de mantenimiento correctivo inmediato durante el periodo del 01 de enero del 2014 hasta el 31 de octubre del 2018 el cual esta guía de análisis documental tiene la finalidad de examinar la cantidad de piezas que han sufrido desgaste además del tiempo de espera y de mantenimiento, todo esto solo por los mantenimientos correctivos inmediatos.

Para el desarrollo del sistema de lubricación el cual se ejecutó en base a disciplinas se realizó una guía de registro de Normas, estándares y documentos de referencia para la realización del diseño del sistema de lubricación centralizado de igual forma esta guía de análisis documental tiene la finalidad de conocer las normativas el cual fue la base para el diseño del sistema, además de los documentos de referencia para la realización de los planos y por último se realizó una guía de las especificaciones técnicas de los componentes del sistema que tuvo

como finalidad de conocer bajo qué condiciones trabajan los componentes del sistema de lubricación centralizado a presión, otra técnica que se utilizó fue la entrevista el cual estuvo dirigido a jefe de mantenimiento las preguntas se realizaron tuvieron como objetivo el de conocer a detalle de cómo se lleva la reposición de aceite a los compresores, su mantenimiento preventivo y el costo que implica para la planta si uno de estos compresores se encuentra inoperativo, estos instrumentos se detallan en el anexo B de igual forma su validación están constatados en el anexo C.

## 2.5. Método de Análisis de información

Se diagnosticó las múltiples causas de los mantenimientos correctivos en base a las averías y tiempos de espera y de los mantenimientos correctivos que se están presentando en la planta de Gas Pariñas entre los años 2014-2018 mediante el análisis documental y la entrevista y esquematizados para su interpretación mediante un diagrama de Pareto.

Para el desarrollo de las disciplinas de procesos, tuberías e instrumentación el diseño del sistema de lubricación centralizado está en base decretos supremos, normas, estándares y referencias de la planta de Gas recopilados mediante el análisis documental y cálculos matemáticos.

Por ultimo para conocer las características Técnicas de los componentes que conforman el sistema de lubricación se tuvo como base el desarrollo de la ingeniería mediante el análisis documental.

## 2.6. Procedimiento

Para diagnosticar las múltiples causas en base a las averías y tiempos de los mantenimientos correctivos que se están presentando en la planta de

Gas Pariñas entre los años 2014-2018, se determinó el estado inicial de los mantenimientos correctivos diferidos en la planta de Gas Pariñas, para esto se realizó mediante la recolección de datos de los reportes de falla y averías para luego consolidarse en el cuadro de análisis documental, permitiendo conocer la componentes que se desgastan por año, además del tiempo que implica tanto de espera como de mantenimiento en los compresores de propano, esta información se obtendrá del mismo reporte con el que cuenta el área de mantenimiento, además se realizará una entrevista al jefe de mantenimiento de la planta el cual mediante una guía de entrevista se conocerá como se lleva la reposición de aceite en la actualidad y del mantenimiento preventivo en los compresores de propano.

Por lo consiguiente para desarrollar las disciplinas de procesos, tuberías e instrumentación para el diseño del sistema de lubricación centralizado en base a normas, estándares y referencias de la planta de Gas, este se llevó a cabo mediante la recolección documental de decretos supremos, normas nacionales e internacionales que fueron la base para el desarrollo de estas disciplinas, además de los estándares y referencias de la planta que sirvieron para el diseño en planos en el software del Cadworx 2015 del sistema de lubricación centralizado por ultimo para seleccionar características técnicas de los componentes de un sistema de lubricación centralizado, este se realizó en base a lo que se desarrolló en las disciplinas de proceso (cálculo hidráulico), mecánica (lista de materiales) e instrumentación (data sheet) se determinó las características técnicas de los materiales además en base a normas se estandarizo la hoja de datos o data sheet de los componentes.

Recursos y Presupuestos

Recursos humanos. –

Tabla 2. Recursos Humanos

ITEMS	GASTOS PRESUPUESTARIOS	SERVICIOS PROFESIONALES Y TÉCNICOS	MONTO
2.3.2.7	Servicios profesionales y técnicos	Asesoría Técnica, Metodología y Ortografía	450.00
		Asesoría Estadística	750.00
		Capacitadores	250.00
Total			<b>1,450.00</b>

Fuente: (Clasificador de Gastos 2018.)

Recursos materiales.-

Tabla 3. Recursos Materiales

ITEMS	GASTO PRESUPUESTARIO	GASTOS POR LA COMPRA DE BIENES	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	S/. UNIDAD	CANTIDAD	S/. TOTAL
		Material de oficina	Cuaderno de apuntes	5	1	5.00
			Lapiceros	2.5	2	5.00
			Tintas para impresora	35	4	140.00
			Hojas A-4	0.03	500	15.00
			Folder manila con faster	0.8	4	3.20
			Perforador	6.5	1	6.50
		Equipos	Laptop	1,400.00	1	1,400.00
			Impresora	600	1	600.00
			USB 16 GB	34	1	34.00
			Calculadora científica	50	1	50.00
<b>TOTAL</b>						<b>2,258.70</b>

Fuente: Elaboración: (Clasificador de Gastos 2018.)

Presupuesto.-

Tabla 4.Presupuesto

<b>Descripción</b>	<b>Monto</b>
Recursos humanos	1,450.00
Recursos Materiales	2658.70
<b>Total</b>	<b>S/. 4,108.70</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Financiamiento

El financiamiento del presente trabajo de investigación será por recursos propios del investigador.

#### 2.7. Aspectos Éticos

El investigador se comprometió a respetar la veracidad de los resultados y la confidencialidad de los datos que se obtuvieron en la empresa Graña y Montero Petrolera. Así mismo, se dejó la constancia del absoluto compromiso del autor en la aplicación del proyecto con el único fin de contribuir en las mejoras futuras de la empresa, de igual forma se garantizó que los datos fueron tomados con honestidad y su procesamiento fue veraz e imparcial, siendo los resultados el fiel reflejo de los datos obtenidos en el campo.

### III. RESULTADOS

Para determinar las causas de los mantenimientos correctivos se realizó un análisis descriptivo que consistió en describir los datos más relevantes de la información que se consolidó en el cuadro de análisis documental (ver anexo F) y que a su vez se detalla en la figura 1, los puntos más importante a tomar en cuenta para conocer las causas de los mantenimientos correctivos diferidos que se han presentado en la planta de Gas Pariñas entre los años 2014-2018, se determinó que la mayor parte de estos resultaron por desgaste del sello mecánico, el cual conllevó a las fugas de aceite entre el eje del compresor y motor, siendo la cantidad de 4 sellos mecánicos del compresor C-5110 y 3 sellos mecánicos del C-5100, de acuerdo al tiempo de espera suman 39 horas y de mantenimiento 44 horas, teniendo en cuenta que su mantenimiento fue programado ya que no implicaba un estado crítico para el o los compresores, pero que si habría que darle una solución ese mismo día, ya que para el mantenimiento de estos equipos se requiere que el compresor este inoperativo para así poder realizar el cambio del componente.

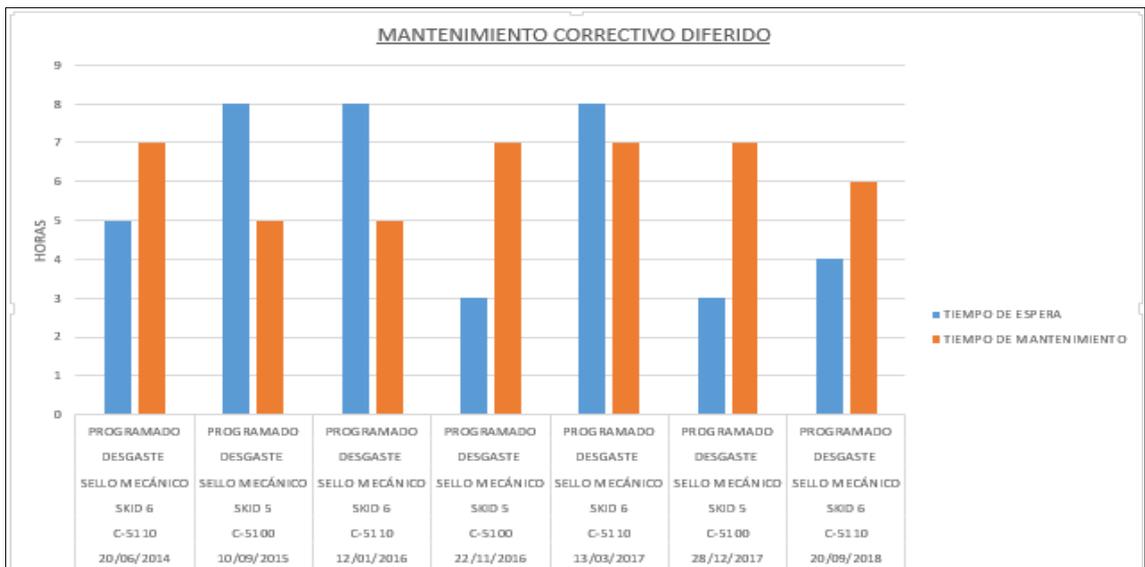


Figura 1. Resultado de análisis documental de los mantenimientos correctivos diferidos.

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma para determinar las causas de los mantenimientos correctivos inmediatos se realizó el análisis descriptivo consistió en describir los datos más relevantes de la información que se consolidó en el cuadro de análisis documental (ver anexo F) y que a su vez se detalla en la figura 2, dando a conocer los puntos más importante a tomar en cuenta para conocer las causas de los mantenimientos correctivos inmediatos que se han presentado en la planta de Gas Pariñas entre los años 2014-2018, se puede determinar que los componentes más críticos del compresor fueron los cojinetes y rotor, su desgaste se debió a la falta de lubricación lo que conllevó al desgaste de las piezas, ocasionando su inoperatividad y también su mantenimiento correctivo inmediato, el cual sus tiempo de espera y mantenimiento suman 10 horas y 60 horas respectivamente, la urgencia de estos mantenimientos son mayores a comparación del mantenimiento diferido al igual que los tiempos de espera y mantenimiento son mayores con respecto al anterior.

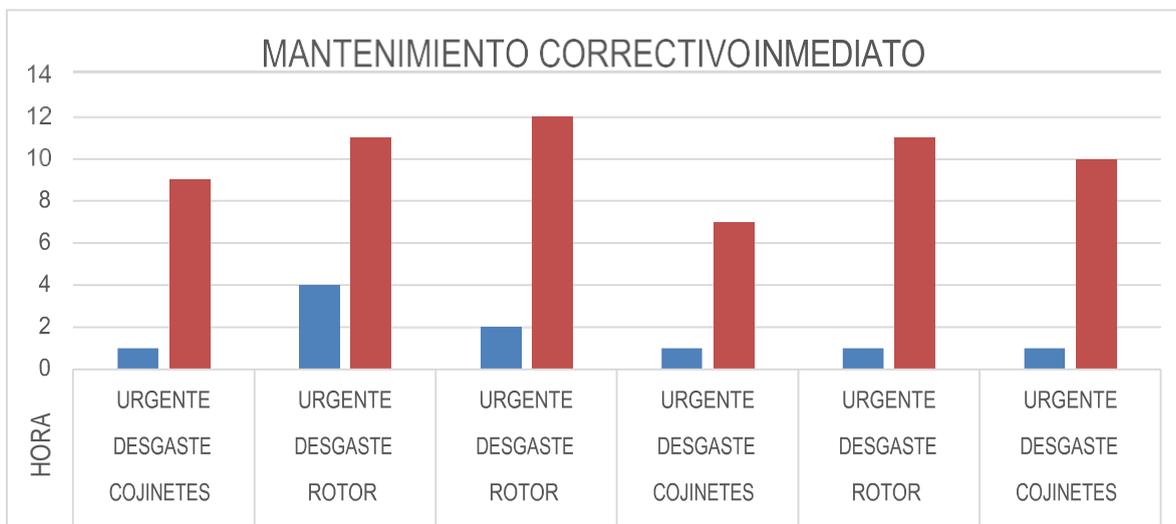


Figura 2. Resultado del análisis documental de los mantenimientos correctivos inmediatos.

Fuente: Elaboración propia

Por lo consiguiente los resultados obtenidos en la entrevista realizada al jefe de mantenimiento (ver anexo F), se determinó que los mantenimientos correctivos son mayores que los preventivos esto debido a que el preventivo de los compresores se realiza una vez al año a relación de los correctivos que presentan entre 2 a 3 veces al año, otro punto a tomar en cuenta es en el cambio de los componentes mecánicos debería realizarse cada 5 años el cual no se refleja en la realidad, ya que existe un desgaste prematuro de los componentes, cada vez que uno de estos compresores se encuentra inoperativo el costo de pérdida para la planta es de \$ 2,500 .



Figura 3. Entrevista al jefe de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de la disciplina de proceso se obtuvo el siguiente resultado el cual se realizó mediante una evaluación hidráulica del sistema de reposición de aceite lubricante de los compresores de propano donde se determinó mediante una memoria de cálculo y detalle de los planos de proceso ,desarrollados a partir del cuadro de análisis documental (Ver anexo I), donde el diámetro de la tubería de descarga deberá ser de 1",de igual forma el diámetro de succión, el TDH de la bomba será de 8.8 mts, la Potencia de la bomba será de 30 w, el NPSH disponible será de 0.3 mts = 2.9 ft ( donde el NSPH requerido debe ser menor),el HEAD será igual a 2.8 mts, en base a estos datos podemos definir las especificaciones técnicas de la bomba

centrifuga, con respecto a los planos se definió el flujo de proceso del sistema de lubricación centralizado como también los punto de conexión con los separadores de propano.

El desarrollo de la disciplina de tuberías del sistema de reposición de aceite lubricante a los compresores de propano se realizó mediante una memoria descriptiva y detalle de los planos mecánicos, isométricos en el software de dibujo Cadworx desarrollados a partir del cuadro de análisis documental (Ver anexo F), el cual se obtuvieron los siguientes resultados según piping Class de la planta se definió que la clase de tubería a utilizar será **B2A2**, en base a la definición de la clase de tubería se dibujó en Cadworx el diseño del sistema dando como resultado la siguientes lista de materiales (ver tabla 05), además de la lista de materiales, el software generó los isométricos donde se determinó que no hay interferencias con líneas existentes (tuberías) entre los Skid 5 y 6.

Tabla 5.Lista de materiales mecánicos

ÍTE M	CANTIDA D	DN(inc h)	DESCRIPCIÓN	LONGITU D (mm)	PESO (Kg)
1	1	1"	PIPE PE S-80 SMLS, ASTM A-106 GR.B, ASME B36.10.	36360	117,44
2	2	2"	ELL 90° LR BW S-80, ASTM A-234 GR.WPB, ASME B16.9		1,90
3	16	1"	NIPPLE PE S-XXS SMLS, ASTM A-106 GR.B, ASME B36.10	100	2,66
4	2	1/2"	NIPPLE PE S-XXS SMLS, ASTM A-106 GR.B, ASME B36.10	100	0,16
5	1	3/4"	NIPPLE PE S-XXS SMLS, ASTM A-106 GR., ASME B36.10	100	0,11
6	1	3/4"	NIPPLE PE xMTH S-XXS SMLS, ASTM A-106 GR.B, ASME B36.10	100	0,11
7	2	2"x1"	CONC. SWAGE BW xPE, ASTM A-234 GR.WPB BW-PE		1,76
8	3	1"	TEE SW 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		4,32
9	2	2"	FLG. WN 300LB RF, ASTM A-105, ASME B16.5		8,16
10	14	1"	FLG. SO 300LB RF, ASTM A-105, ASME B16.5		19,04
11	2	1"	FLG. BLIND 300LB RF, ASTM A-105		3,62
12	32	5/8"	STUD BOLTS W/2NUTS, ASTM A193 GR.B7/A194 GR.2H, ZINCATED	83	8,00
13	16	5/8"	STUD BOLTS W/2NUTS, ASTM A193 GR.B7/A194 GR.2H, ZINCATED	89	2,00
14	8	1"	SPIRAL WOUND/ GRAPHITE GASKET 300LB RF, AISI 304, ASME B16.20		8,00
			SPIRAL WOUND/ GRAPHITE GASKET 300LB RF, AISI 304,		

15	2	2"	ASME B16.20		2,00
16	17	1"	ELL 90° SW 6000LB, ASTM A-105		17,34
17	2	1"x1/2"	TEE RED. SW 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		3,02
18	1	1"x3/4"	TEE RED. SW 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		1,51
19	1	1/2"	COUPLING SW 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		0,23
20	1	3/4"	CAP FTH 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		0,20
21	1	1"	COUPLING SW x FTH 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		0,85
22	1	1/2"	COUPLING SW x FTH 6000LB, ASTM A-105, ASME B16.11		0,31
23	2	1/2"	BALL VALVE w/2NIP 6in A 106 GrB S-160, PE 800LB, ASTM A-105		0,46
24	2	1"	CHECK VALVE SW 800LB, ASTM A-105		5,48
25	2	1"	GATE VALVE SW 800LB, ASTM A-105		7,52
26	1	3/4"	GATE VALVE SW 800LB, ASTM A-105		2,22
27	2	1"	GLOBE VALVE NEEDLE SW 800LB, ASTM A-105		7,92
28	1	-	L 2"x2x1/4" ,ASTM A-36	4500	21,15
29	1	-	PLANCHA METALICA 1/4" , ASTM A-36	150 x 150	1,12
30	4	-	U- BOLT PARA TUBERIA DE Ø1"		0,18
31	4	-	U- BOLT PARA TUBERIA DE Ø2"		0,60
32	1	-	U- BOLT PARA TUBERIA DE Ø2"		1,04
				<b>Total</b>	250,425

Fuente: elaboración propia.

El desarrollo de la disciplina de instrumentación del sistema de reposición de aceite lubricante a los compresores de propano se realizó mediante una memoria descriptiva, desarrollado a partir del cuadro de análisis documental (ver anexo U), obteniendo los siguientes resultados detallados en la siguiente tabla de lista de materiales (ver tabla 6).

Tabla 6.lista de materiales instrumentación

LIST													
ITEM	TAG	SERVICE	LINE OF SUCTION	Fluid	State	Op. Press. [psig]	Max. Pressure. [psig]	Op. Temp. [°F]	Max. Temp. [°F]	Specific Gravity	Viscosity	Instrument Range [psig]	Notes
1	PI-1180A	Suction pressure P-1180	1"-LBL-004101-003-A2B2-V	ACEITE KLUBBER PGI-100	Liquid	5	50	60 - 95	30	0.958	18	0 a 60	
2	PI-1180B	Discharge Pressure P- 1180	1"-LBL-004101-001-A2B2-V	ACEITE KLUBBER PGI-100	Liquid	250	300	60 - 95	300	0.958	18	0 a 600	

Fuente: elaboración propia.

La selección de las especificaciones técnicas, se realizó de acuerdo al formulario presentado en las normas como estándar para la realización del data sheet u hoja de datos, por lo que la información que se ingreso es de acuerdo al desarrollo de la disciplinas resueltas anteriormente (ver anexo W), el resultado de la selección de las especificaciones técnicas de los componentes del sistema se determinó que los componentes seleccionados (bomba centrifuga, válvula de alivio, filtro, manómetros) bajo esta especificación podrán ser utilizados bajos las condiciones de trabajo y de operación del fluido, la selección de la válvula limitadora de presión se realizó con respecto al 10% de su presión admisible, los manómetros se seleccionaron según las presiones tanto en succión como descarga (succión: 0-50 psi, descarga :0-600 psi), el strainer tipo Y (filtro) seleccionado tendrá un mesh de 40 con conexión de 1" NPT y la bomba centrifuga sus especificaciones se seleccionaron en base al desarrollo de proceso.

#### IV. DISCUSIÓN

Según lo definido por la UNE-EN 13306(2002), los mantenimientos correctivos consisten en reponer la falla o avería una vez detectada, el cual según Cuesta (2014), está trae consigo consecuencias que afectan el período productivo, es decir, que los períodos posteriores se verán afectados a la espera de la corrección de la etapa anterior además se presentan costos por reparación y repuestos no presupuestados y la planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible. Asimismo, los resultados de la presente investigación concuerdan con lo mencionado por estos autores, ya que las horas de parada de los equipos 104 h durante los 5 años implicaron un costo de \$ 260000 sin contar los costos de mantenimiento que implicaron para estos equipos.

Según Torres (2017); en su investigación presentada determina que los componentes que forman parte de la cuchara de la retroexcavadora (pines y bujes) de la pala Hydracrowd CAT Modelo 7495 HR2, sufren un desgaste considerable en una cantidad de tiempo reducido, unos de sus objetivos de investigación es realizar un estudio de las causas de los desgastes en los pines y bujes del padlock además de los tiempos en la que se encontraba el equipo en inoperatividad y los costos por mantenimiento concluyendo que la falta de lubricación en estos componentes estaba originando su desgaste, de la misma manera se evaluaron las causas de los mantenimientos correctivos en los compresores como también los costos que estos generaban.

Según la API RP 14E(1991), indica como determinar la presión en cualquier lugar dentro de un sistema de bombeo, de igual forma los criterios de tamaños generales para determinar el diámetro de la tubería que se utilizará en los sistemas de tuberías considerando tanto el flujo como la caída de presión las secciones 2.3,2.4 y 2.5 presenta ecuaciones para calcular el diámetro de la tubería para líneas líquidas, líneas de gas monofásicas, líneas de dos fases de gas / líquido respectivamente, dicha norma también contempla los criterios de cálculo de velocidad del fluido, ambos criterios seleccionados de acuerdo a la succión y descarga de la bomba el cual también hay cálculos para

determinar los criterios de selección de la bomba y las características que se debería tener en cuenta al momento de adquirir el equipo API 610-2010, todos estos cálculos están dentro del desarrollo de la disciplina de proceso el que a su vez de acuerdo a la metodología de diseño de ingeniería de detalle esta descrito mediante una memoria de cálculo, Gonzales (2009), en su diseño de instalación de un sistema centralizado de lubricación por neblina pura de aceite para equipos rotativos, en su desarrollo del diseño del sistema realiza una ingeniería básica donde se realizó como primera etapa el cálculo de flujo de neblina total por cada equipo rotativo, el cálculo de pérdidas mayores y menores en los tramos de tubería principal que determinaron la selección de la características de la bomba tal de la misma manera en el presente trabajo de investigación se realizó una evaluación hidráulico como parte del desarrollo de la disciplina de procesos el cual es la base para el diseño del sistema de lubricación centralizada.

Según el estándar de la Planta Gas que es Piping Class desarrollado por la empresa TIPIEL S.A el cual tiene como base las normas de la ASME/ANSI (American Society of Mechanical Engineers / American National Standard Institute), API (American Petroleum Institute), MSS (Manufacturer's Standardization Society), BS (British Standard), ASTM (American Society for Testing and Materials) y AWWA (American Water Works Association), Este estándar determinó la clase de tubería, es decir el Schedule (espesor de la tubería), definido de acuerdo al servicio y presión con el cual se trabajó el diseño de lubricación centralizado, según Gonzales (2009), en su diseño de instalación de un sistema centralizado de lubricación por neblina pura de aceite para equipos rotativos, parte del desarrollo de la ingeniería básica consistió en la elaboración de planos mecánico e isométricos el cual determinaron la ubicación del diseño de la red de tubería una vez definido se procedió con la elaboración de los isométricos, utilizando el programa de AUTOCAD 2007, de igual forma en el presente trabajo de investigación, parte del desarrollo de la ingeniería de detalle consistió mediante la disciplina de tubería, la elaboración de los planos mecánicos e isométricos el cual definieron la ubicación del sistema de lubricación centralizado.

Según la norma API –RP-614 (Sistemas de lubricación, sellado de eje y aceite

de control y auxiliares para servicios de petróleo, química e industria del gas y API-RP-551 (Instrumentación de medición de proceso), determinan la ubicación de los instrumentos teniendo en cuenta que estos deben estar ubicados y dispuestos para permitir la visibilidad de los operadores, así como accesibilidad para pruebas, complementos y mantenimiento, además a menos que se especifique lo contrario, todos los instrumentos y controles que no sean dispositivos de detección de apagado deben instalarse con válvulas suficientes para permitir su reemplazo mientras el sistema está en funcionamiento. Cuando se especifican válvulas de cierre para dispositivos de detección de cierre, el vendedor debe proporcionar un medio para bloquear las válvulas en la posición, en el caso de los indicadores de presión la norma específica lo siguiente que estos se deben suministrar con tubos tipo bourdon de acero inoxidable tipo estándar 3161 y movimientos ( acero inoxidable), 110 mm (4 1/2 "in), diales [150 mm (6 in), diales para el alcance más de 55 bar (800 psi) y NPS 1/2 "en conexiones macho de acero inoxidable. La impresión en negro sobre un fondo blanco es estándar para los medidores, estas referencias se tomaron en cuenta en el trabajo de investigación descritas en la memoria descriptiva de instrumentación.

Según la API 620(2010), Centrifugal Pumps for Petroleum Petrochemical and Natural Gas Industries, en la norma se especifica el estándar de la hoja de datos o datasheet para uso del comprador y proveedor el cual en base al desarrollo de la disciplina de procesos del presente trabajo se definieron las especificaciones técnicas que tendrá la bomba como también la ISA-S20(1981), Formas de especificación para instrumentos de medición y control, elementos primarios y válvulas de control para procesos esta norma define el estándar para las especificaciones técnicas de los instrumentos, tanto en el contenido como la forma en base a este estándar, se realizó las especificaciones técnicas de los manómetros tanto en la succión como la descarga de la bomba de igual forma la API- 520(2000), Sizing, selection, and installation of pressure-Relieving of pressure-Relieving, esta norma define el estándar para las especificaciones técnicas de los de la PSV o válvula de alivio, tanto en el contenido la información se detalló en base a las características del sistema.

## V. CONCLUSIONES

1. La propuesta de diseño del sistema de lubricación centralizado cumple con todo lo establecido por el DS 051-93-EM es decir se adecua a las normas garantizando así un diseño eficaz y seguro.
2. De acuerdo a los resultados de la investigación se puede afirmar que los factores que determinaron la causa de los mantenimientos correctivos fueron fallas mecánicas las cuales afectaron a los componentes que fueron los sellos mecánicos, cojinete y rotor.
3. La norma API RP 14E (1991), permite el desarrollo de la evaluación hidráulica dentro de un diseño de detalle, siendo fundamental para el desarrollo de las demás disciplinas.
4. El piping Class que debe tener cada planta o Refinería es esencial para el selección de la clase de tubería a emplear en un sistema además permite la elaboración de los planos mecánicos e isométricos en la disciplina de tuberías dentro de los alcances de un diseño de detalle.
5. La norma API –RP-614(1999) y API-RP-551(1993), permite el desarrollo de la disciplina de instrumentación (selección de los manómetros e instalación) dentro de los alcances de un diseño de detalle.
6. La norma API 620(2010), ISA-S20 (1981) y API-520(2000), fueron esenciales para estandarizar las hojas técnicas de los componentes que conforma el sistema de lubricación.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Cumplir con los parámetros establecidos en el diseño del sistema de lubricación del presente trabajo con la finalidad de evitar multas por parte del organismo fiscalizador Osinermig.
2. Mejorar la situación actual del nivel de lubricación en los compresores de propano C-5100 y C-5110, esto mientras se considera la presente investigación del diseño de un sistema de lubricación centralizado como una alternativa para reducir los mantenimientos correctivos en la Planta de Gas.
3. Al momento de seleccionar la bomba centrífuga se recomienda que el proveedor realice la entrega del equipo tal cual las características presentadas en la hoja de datos o data sheet.
4. Realizar la instalación del sistema de tuberías tal cual al plano de referencia ya que estos descansan en soportes existentes de las líneas principales de las tuberías de gas de la Planta.
5. Al momento de realizar la compra de los manómetros tanto de la succión como la descarga de la bomba centrífuga es necesario que el proveedor realice la entrega del equipo tal cual las características presentadas en la hoja de datos o data sheet que se realizó.
6. Al momento de realizar la compra de los componentes del sistema de lubricación centralizado estos deben ser conforme a las características descritas en la hoja datos o data sheet presentado en el presente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS

AMERICAN Petroleum Institute, API 64 Recommended practice 14E: Recommended practice for design and installation offshore production platform piping systems. Washington, 1991.61pp.

AMERICAN Petroleum Institute, API Standard 520: Sizing, Selection, and installation of pressure-relieving Devices in Refineries, 2000.92pp.

AMERICAN Petroleum Institute, API Standard 551: Process Measurement Instrumentation, 1993.67pp.

AMERICAN Petroleum Institute, API Standard 610: Centrifugal Pumps for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries, 2010.218pp.

AMERICAN Petroleum Institute, API Standard 614: Lubrication, Shaft-Sealing, and Control- Oil Systems and auxiliaries for petroleum, chemical and Gas industry service, 1999.206pp.

ARANGO Velasco, Adán; Diseño de un sistema de lubricación centralizado en el sistema tratador corona –Línea Catinga, tesis (Ingeniero Mecánico Electricista), Villa El Salvador ,Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2015.83pp.

CÁRCEL Carrasco, Javier; la gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial [en línea] 1<sup>er</sup> ed. España: Omina Publisher SL, 2014[fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018].

Disponible: [https://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/ar tickle/view](https://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/ar%20tickle/viewFile/197/75)

[File/197/75](https://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/ar%20tickle/viewFile/197/75).

ISBN: 978-84-941872-7-8

CHIROQUE, Sigfredo [et al.]. Investigación educativa: El proyecto de tesis.

Lambayeque: Fondo editorial FACHSE-UNPRG, 2006. 261 pp.

ÁREA DE PROCESOS GMP S.A., Codificación de Sistemas, Código: GMP-08-G- ET-106-0,2009.

ÁREA DE PROCESOS GMP S.A., Codificación de Sistemas, Código: GMP-08-G- ET-107-0,2009.

ÁREA DE PROCESOS GMP S.A., Codificación de Instrumentos, Código: GMP-08-G-ET-108-0,2009.

ÁREA DE PROCESOS GMP S.A., Codificación de Líneas, Código: GMP-08-G-ET-109-0,2009.

COMITÉ Técnico AEN/CTN, Norma UNE-EN 13306. Terminología del mantenimiento. Versión 2002.ed.AENOR ,2002.31pp.

CORRALES, Israel y LEMA Luis; Rediseño y construcción de un sistema de supervisión y control de lubricación centralizada, para los sistemas real, chumaceras y reductor yante, en la máquina de papel 5 (mp5), perteneciente a la empresa productos familia del Ecuador”. Tesis (Ingeniero en Electromecánica). Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ,2015.117pp.

CUESTA, F. (2010). Manual y contrato de mantenimiento de la infraestructura eléctrica de una fábrica. PFC. Universidad Carlos III. Madrid.

CHAURETTE, Jacques; pump system analysis and sizing, 5<sup>ta</sup> ed. Editorial Published by Fluid Design Inc., 2003.

DS.043-2007-EM, Reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos, Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 2007.

DS.051-93-EM, Aprueban el Reglamento de Normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos, Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 1993.

DS.015-2006-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, 2006.

GARCIA Garrido, Santiago; Mantenimiento correctivo: Organización y gestión de la reparación de averías [en línea] ,1<sup>er</sup> ed. Madrid: editorial removeite [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018].

Disponible:<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>

GONZALES Paraba cuto, Patricia; Diseño para la instalación de un sistema de centralizado de lubricación por neblina pura de aceite para equipos rotativos, Tesis (Ingeniero Mecánico). Barcelona: Universidad de Oriente núcleo de Anzoátegui, 2009.140pp.

GRUPO GMP. Nuestra Empresa [en línea]. Lima, 2018 [fecha de consulta: 18 de setiembre de 2018].

Disponible:  
[http://www.uca.es/dept/psicologia/bvsss/csalud/memoria/pdf/tecnologia/acogerá\\_fiaenap.pdf](http://www.uca.es/dept/psicologia/bvsss/csalud/memoria/pdf/tecnologia/acogerá_fiaenap.pdf).

HERNÁNDEZ, Carlos; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar; Metodología de la investigación [en línea] 5ta ed. México: McGraw-Hill / Interamericana editores, s.a. de C.V. [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018].

Disponible: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf).  
ISBN: 978-607-15-0291-9.

INSTITUTO Nacional Normalización (España): Norma UNE-EN 13306, Terminología del mantenimiento, 2002.29pp.

INSTITUTO Society Automation, ISA-S20: specification forms for process measurement and control instruments, primary and control valves, Washington, 1981.71pp.

MOUSALLI-KAYAT, Gloria. Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa. Mérida, 2015. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa](https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa).

MORALES Sitavi, Jorge. Propuesta de optimización del sistema de lubricación de chumaceras en los molinos del tándem “a” del ingenio magdalena s. a. Tesis (Ingeniero Mecánico).Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 216pp.

NÚÑEZ, Gustavo. Diseño de un Sistema de lubricación para un molino SAG 32´x 32´ de 621 DMTPH de capacidad. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista).Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2012.254pp.

REFRIGERATION COMPRESSOR 5100, Tipiel S.A, Revisión 3, Escala s/n. Pariñas, 2008, GMP-04-R-PL-415, plano A3.

PLANIMETRIA general Planta de Gas Pariñas, GMP S.A., Revisión A, Escala 1:1000, Pariñas, 2012, GMP-05-PL-302, plano A3.

REFRIGERATION COMPRESSOR 5110, Tipiel S.A, Revisión 3, Escala s/n. Pariñas, 2008, GMP-04-R-PL-416, plano A3.

REFRIGERATION COMPRESSOR 5120, Tipiel S.A, Revisión 3, Escala s/n. Pariñas, 2008, GMP-04-R-PL-417, plano A3.

REFRIGERATION UNIT, Chemical Process Do Brasil LTDA, Revisión D, Escala s/n. Pariñas, 2009, UN-040-200-001, plano A3.

RIVAS, Manuela, UF-1215 Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos [en línea]6 edición: Editorial Elearning [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018], disponible:  
<https://books.google.com.pe/books?id=O35XDwAAQBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&d>

q=mantenimiento+de+sistemas+de+refrigeraci%C3%B3n+y+lubricaci%C3%B3n+de+los+motores+t%C3%A9rminos+edicion+6&source=bl&ots=jaiwZlQ9Ax&sig=ACfU3U0dRTKVNynAW43E8GMX20ITi8aVGg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiT7KC1kPLhAhWrtVkKHffJA5MQ6AEwAnoECAgQAQ#v=onepage&q=mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20refrigeraci%C3%B3n%20y%20lubricaci%C3%B3n%20de%20los%20motores%20t%C3%A9rminos%20edicion%20&f=false

RIVERA, piping classes summary and piping classes, Tipiel S.A, 1224-00-JSD1300-01-1, 2007.105pp.

RIVERA, general design rules for painting, Tipiel S.A, 1224-00-JSD-2300-01-1, 2007.31pp.

TIPIEL S.A., manual de instrucciones, operación y mantenimiento, código MYCON: UN-040-500-001,2008.153pp.

TORRES, Fred, Diseño de sistema de lubricación de pines y bocinas de padlock de cucharón de palas eléctricas Cat Modelo 7495 HR2. Tesis (Ingeniero Mecánico), Universidad de San Agustín de Arequipa, 2107.167pp.

TRIBULATION. Advance Lubrication Systems [en línea]. Lima, 2019[fecha de consulta: 18 de setiembre de 2018].

Disponible: <https://tribolution.com/engrase-cadena/>

VILLETA Molineaux, Jesus, Diseño de proyectos de ingeniería [en línea], 1ª edición Santo Domingo: Editorial Buho [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018]Disponible:<https://books.google.com.pe/books?id=1uZ2XCFOok8C&pg=PA445&dq=dise%C3%B1o+grafico+de+ingenieria+por+H.+EARLE&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwixvPPakLjfAhWHrVkKHYC7DzUQ6AEILjAB#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20grafico%20de%20ingenieria%20por%20H.%20EARLE&f=false>. ISBN: 99934-25-13-3

# ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia para investigación descriptiva propositiva

	<b>PREGUNTA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>
<b>TÍTULO:</b> Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos	¿Qué se requiere para disminuir los mantenimientos correctivos de los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la planta de gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018?	Proponer el diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018	Diseño de un sistema de lubricación centralizado	Compresores de propano C- 5100 y C-5110.	Análisis  Documental  Entrevista
	<b>PREGUNTAS ESPECÍFICAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>			
	¿Cómo determinar las causas de los múltiples mantenimientos correctivos en los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?	Determinar las causas de los múltiples mantenimientos correctivos en los compresores de propano C-5100 y C- 5110 en la Planta de Gas Pariñas			
	¿Cómo se desarrollará la disciplina de proceso del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta	Desarrollar la disciplina de proceso del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C- 5100 y C-5110 en la	Mantenimiento		

en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018	de Gas Pariñas?	Planta de Gas Pariñas	correctivo		
	¿Cómo se desarrollará la disciplina de tuberías del Sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?,	Desarrollar la disciplina de tuberías del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C- 5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas			
	¿Cómo se desarrollará la disciplina de instrumentación del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?	Desarrollar la disciplina de instrumentación del sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C- 5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas			
	¿Cuáles son las características técnicas de los componentes del sistema de lubricación centralizado para los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas?	Seleccionar las características técnicas de los componentes del sistema de lubricación centralizado para los compresores de propano C-5100 y C-5110 en la Planta de Gas Pariñas.			

Anexo B. Instrumentos

Ficha de Análisis documental de registro del mantenimiento correctivo diferido entre 01 enero 2014 hasta 31 de 2018 diciembre 2018



Objetivo: Recoger información de los mantenimientos correctivos diferidos y los tiempos de espera y mantenimiento que se han presentado en los últimos 5 años en la planta de Gas Pariñas.

I. Datos informativos

Área: Procesos 2

Fecha: 15/04/19

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL DEL REGISTRO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DIFERIDO ENTRE 01 ENERO 2014 HASTA 31 DE DICIEMBRE 2018

ITEM	FECHA	COMPRESOR	SKID	COMPONENTE	ESTADO	PRIORIDAD	TIEMPO DE ESPERA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
						TOTAL		

Fuente: elaboración propia.

Ficha de Análisis documental de registro del mantenimiento correctivo inmediato entre 01 enero 2014 hasta 31 de 2018diciembre  
2018



Objetivo: Recoger información de los mantenimientos correctivos inmediatos y los tiempos de espera y mantenimiento que se han presentado en los últimos 5 años en la planta de Gas Pariñas.

I. Datos informativos

Área: Procesos 2

Fecha: 15/04/19

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL DEL REGISTRO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO ENTRE 01 ENERO 2014 HASTA 31 DE DICIEMBRE 2018

ITEM	FECHA	COMPRESOR	SKID	COMPONENTE	ESTADO	PRIORIDAD	TIEMPO DE ESPERA / HORAS	TIEMPO DE MANTENIMIENTO /HORA
1								
2								
3								
4								
5								
6								
						TOTAL		

Fuente: elaboración propia.

Ficha de análisis documental del Registro de normas, estándares y documentos de referencia para la realización del diseño del sistema de lubricación centralizado.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>							
<b>Ficha de análisis documental del Registro de Normas , estándares y documentos de referencia para la realización del diseño del sistema de lubricación centralizado</b>							
<b>Objetivo:</b> Recoger información de los estándares, normativas y los documentos de referencia para el diseño del sistema de lubricación centralizado en la planta de Gas Paríñas.							
<b>I. Datos informativos</b>							
AREA :							
Fecha:							
<b>II. Información específica</b>							
ITEI	DISCIPLIN	DECRETO SUPREMO	NORMATIVA	ESTÁNDAR	DOCUMENTO DE REFERENCIA	SOFTWARE	OBSERVACIONES
1	PROCESOS						
2	MECÁNICA						
3	INSTRUMENTACIÓN						

Fuente: elaboración propia.

Ficha de registro de especificaciones Técnicas

COMPONENTES DEL SISTEMA	DATOS RELEVANTES DEL SISTEMA	FORMULARIO SEGÚN NORMA
BOMBA DE LUBRICACIÓN		
MANÓMETRO		
VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN		
FILTRO DE ACEITE		

## Anexo C. Validación de Instrumentos.



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Olivero Cuzco Astivia con DNI N° 07845346 Magister  
 en Informática  
 N° ANR: ..... de profesión Ing. Industrial desempeñándome como Doc.  
Universidad César Vallejo en Proy. - Formación de

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Ficha de análisis documental
- Guía de entrevista

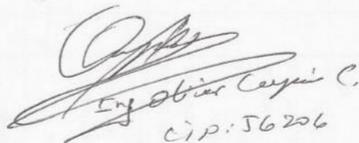
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad			/		
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia			/		
8. Coherencia			/		
9. Metodología			/		

GUÍA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			/		
2. Objetividad			/		
3. Actualidad			/		
4. Organización			/		
5. Suficiencia			/		
6. Intencionalidad			/		
7. Consistencia			/		
8. Coherencia			/		
9. Metodología			/		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Valencia a los 15 días del mes de Octubre del Dos mil dieciocho.

Mgtr. : Eng. Olivier Caspi Costumed  
DNI : 02841346  
Especialidad : Eng Industrial  
E-mail : ocsp@hotmail.com

  
Eng Olivier Caspi C.  
CIP: 56206

**“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos diferido.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos												✓									



“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos inmediato.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos												✓									



“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental por disciplinas.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y												✓									



“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Guía de entrevista al jefe de mantenimiento.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.												✓									
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.												✓									
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.												✓									
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.												✓									
5. Suficiencia	Comprende los aspectos												✓									





### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Gerardo Sosa Panto con DNI N° 03591940 Magister  
en DOCENCIA UNIVERSITARIA  
.....N° ANR: 67114, de profesión ING. INDUSTRIAL desempeñándome como DOCENTE  
.....en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Ficha de análisis documental
- Guía de entrevista

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

GUÍA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Salina a los 15 días del mes de Octubre del Dos mil dieciocho.

  
 Mg. Gerardo Sosa Panta  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP 67114

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta  
 DNI : 03591940  
 Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL  
 E-mail : gerardodolar@p421.com

“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos diferido.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																78					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																78					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																78					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																78					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos																78					



“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos inmediato.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																79					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																79					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																79					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																79					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos																79					



**“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental por disciplinas.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																78					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																78					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																78					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																78					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y																78					



“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Guía de entrevista al jefe de mantenimiento.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.																78					
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																78					
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.																78					
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.																78					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos																78					





### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, SABO PAOLA CHIPOQUE BARRA con DNI N° 44345003 Magister  
 en ADMINISTRACIÓN CON MENCIÓN EN GERENCIA EMPRESARIAL  
 N° ANR: 188735 de profesión SABO INDUSTRIAL desempeñándome como DOCENTE  
UNIVERSITARIA en UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Ficha de análisis documental
- Guía de entrevista

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia		X			
8. Coherencia		X			
9. Metodología		X			

GUÍA DE ENTREVISTA	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia		X			
8. Coherencia		X			
9. Metodología		X			

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Talara a los 15 días del mes de Octubre...  
del Dos mil... dieciocho.



Mgr. : SADY PAOLA CHIROQUE OCAÑA  
DNI : 44145003  
Especialidad : ING. INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS  
E-mail : SADY.CHIROQUE@HOTMAIL.COM

“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos diferido.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0 5	6 10	11 15	16 20	21 25	26 30	31 35	36 40	41 45	46 50	51 55	56 60	61 65	66 70	71 75	76 80	81 85	86 90	91 95	96 100	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN																						
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.										X											
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.										X											
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.										X											
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.										X											
5. Suficiencia	Comprende los aspectos										X											



**“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental mantenimiento correctivos inmediato.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
<b>ASPECTOS DE VALIDACIÓN</b>		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.										X											
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.										X											
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.										X											
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.										X											
5. Suficiencia	Comprende los aspectos																					



**“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Ficha de análisis documental por disciplinas.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES	
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96		100
<b>ASPECTOS DE VALIDACIÓN</b>		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.										X												
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.										X												
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.										X												
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.										X												
5. Suficiencia	Comprende los aspectos necesarios en cantidad y										X												



**“Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018.”**

**FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO: Guía de entrevista al jefe de mantenimiento.**

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 - 20				Regular 21 - 40				Bueno 41 - 60				Muy Bueno 61 - 80				Excelente 81 - 100				OBSERVACIONES
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
ASPECTOS DE VALIDACIÓN		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Está formulado con un lenguaje apropiado.											X										
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.											X										
3. Actualidad	Adecuado al enfoque teórico abordado en la investigación.											X										
4. Organización	Existe una organización lógica entre sus ítems.											X										
5. Suficiencia	Comprende los aspectos																					



Anexo D. Determinar las causas de los mantenimientos correctivos

Flujo del proceso de los mantenimientos correctivos

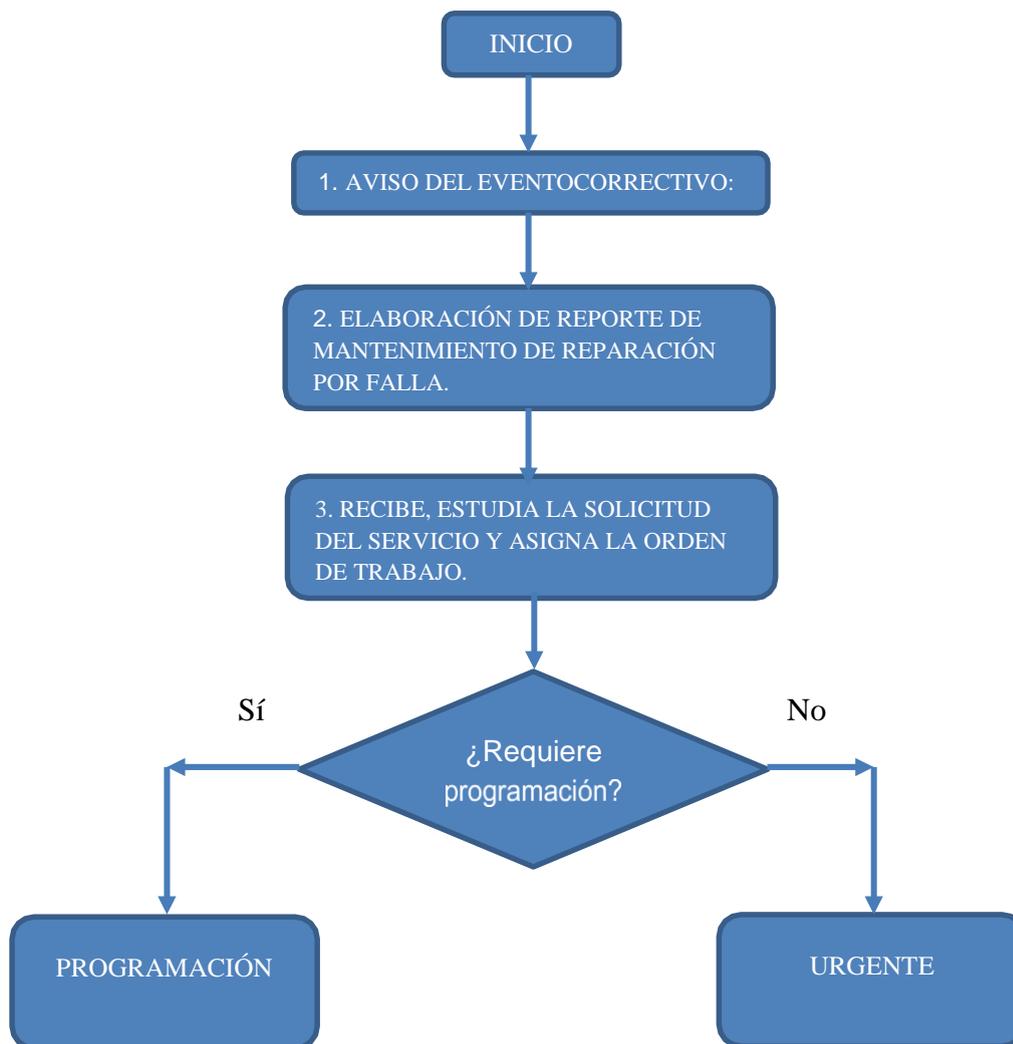


Figura 4. Diagrama de flujo de los mantenimientos correctivos.

Registro de Análisis documental de los mantenimientos correctivos diferidos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Objetivo: Recoger información de los mantenimientos correctivos diferidos y los tiempos de espera y mantenimiento que se han presentado en los últimos 5 años en la planta de Gas Pariñas.

I, Datos informativos

Area: Procesos 2

Fecha: 15/04/19

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL DEL REGISTRO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DIFERIDO ENTRE 01 ENERO 2014 HASTA 31 DE DICIEMBRE 2018

ITEM	FECHA	COMPRESOR	SKID	COMPONENTE	ESTADO	PRIORIDAD	TIEMPO DE ESPERA	TIEMPO DE MANTENIMIENTO
1	20/06/2014	C-5110	SKID 6	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	5	7
2	10/09/2015	C-5100	SKID 5	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	8	5
3	12/01/2016	C-5110	SKID 6	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	8	5
4	22/11/2016	C-5100	SKID 5	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	3	7
5	13/03/2017	C-5110	SKID 6	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	8	7
6	28/12/2017	C-5100	SKID 5	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	3	7
7	20/09/2018	C-5110	SKID 6	SELLO MECÁNICO	DESGASTE	PROGRAMADO	4	6

Fuente: Elaboración propia

Registro de Análisis documental de los mantenimientos correctivos inmediatos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Objetivo: Recoger información de los mantenimientos correctivos inmediatos y los tiempos de espera y mantenimiento que se han presentado en los últimos 5 años en la planta de Gas Pariñas.

I. Datos informativos

Área: \_Procesos 2\_\_\_\_\_

Fecha: 15/04/19

FICHA DE ANALISIS DOCUMENTAL DEL REGISTRO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO ENTRE 01 ENERO 2014 HASTA 31 DE DICIEMBRE 2018

ITEM	FECHA	COMPRESOR	SKID	COMPONENTE	ESTADO	PRIORIDAD	TIEMPO DE ESPERA / HORAS	TIEMPO DE MANTENIMIENTO /HORA
1	12/02/2014	C-5100	SKID 5	COJINETES	DESGASTE	URGENTE	1	9
2	01/12/2014	C-5100	SKID 5	ROTOR	DESGASTE	URGENTE	4	11
3	15/04/2015	C-5110	SKID 6	ROTOR	DESGASTE	URGENTE	2	12
4	25/05/2016	C-5100	SKID 5	COJINETES	DESGASTE	URGENTE	1	7
5	18/08/2017	C-5100	SKID 5	ROTOR	DESGASTE	URGENTE	1	11
6	28/04/2018	C-5110	SKID 6	COJINETES	DESGASTE	URGENTE	1	10
TOTAL							10	60

Fuente: Elaboración propia

## Entrevista al jefe de mantenimiento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

#### Guía de Entrevista al Supervisor de Mantenimiento

**Objetivo:** Esta guía de entrevista está destinado a recopilar información sobre el mantenimiento correctivo que se realiza en los compresores de propano en la Planta de gas Pariñas de Graña y Montero Petrolera, Talara.

#### Presentación

---

Buen Día, Gian Carlo Garufi Reyes, lo primero es agradecerte por tu colaboración en esta entrevista, Antes de comenzar me gustaría explicarte brevemente la finalidad de la misma.

Esta entrevista será utilizada para el trabajo de investigación que es el diseño de un sistema de lubricación centralizado en los compresores de propano C-5100 y C- 5110 para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas.

El objetivo es recoger información en este caso para conocer la realidad donde se está generando el problema en este caso en los compresores.

La duración estimada de esta entrevista es de unos 30 min .Como en todo proceso de investigación, tiene la garantía absoluta de que todas las opiniones expresadas serán totalmente confidenciales y bajo ningún concepto serán utilizados para otros fines que no sea de la propia investigación.

Si no te importa me gustaría grabar la entrevista para facilitarme el

analizar lo expuesto y poder prestar toda la atención a tus opiniones, por supuesto recordando de nuevo la total confidencialidad de lo que diga.

Inicio

---

Datos informativos

Empresa: Graña y Montero Petrolera

Persona entrevistada: Gian Carlo

Garufi Reyes Cargo: Jefe de  
Mantenimiento

Área: Mantenimiento

## **I. Información específica**

- a) ¿Qué tipo de compresor son los que están ubicados en el área de procesos 2, en el Skid 5 y 6 respectivamente?

Estos compresores son tipo tornillo.

- b) ¿Cuál es la vida útil de estos compresores propano?

Tiene una vida útil aproximadamente de 20 años, siendo estos equipos instalados en el 2007.

- c) ¿Cada que cierto tiempo se realiza su mantenimiento preventivo a estos compresores de propano?

Se realiza de acuerdo a las horas que opera el compresor 5000 horas (7 meses), el cual el mantenimiento consiste en la limpieza de filtros. 10000 horas (14 meses), el cual consiste en la limpieza de filtros y verificar el alineamiento entre el compresor y motos y por ultimo cada 5 años se realiza un overhaul que consiste en el cambio de las piezas mecánicas del compresor así estas estén en buenas condiciones.

d) ¿Cada que cierto tiempo se repone el aceite a los compresores de propano?

Se repone aceite cada mes, la cantidad de aceite es de 25 galones.

e) ¿Qué tiempo demora la reposición de aceite a los compresores con la bomba manual?

La reposición de aceite al compresor demora 40 min, dentro de este tiempo se está considerando la instalación mecánica (mangueras a la línea de purga del separador), la instalación eléctrica (de la bomba manual a utilizar).

f) ¿Cuál es el nivel de aceite adecuado que debe tener los compresores de propano?

En este caso ambos compresores presentan un nivel tipo regleta el cual se encuentra ubicados en su separador sus unidades están en cm, entonces el nivel máximo de aceite será de 25 y el minino de 15cm.

g) ¿Se cuenta de un plan de lubricación para estos compresores de propano?

Si, este plan consiste en el cambio de todo el aceite en ambos compresores, el cual se realiza cada 40000 horas (5 años) para estos trabajos se debe programar ya que estos se realizarán estando los equipos inoperativos.

h) ¿Cuál es el costo de pérdidas para la planta el que implique que este uno de estos compresores inoperativos?

Estos compresores son equipos críticos para la planta y el estar inoperativo uno de estos compresores genera pérdidas de \$ 2500 por hora.

i) ¿Conoces de los sistemas de lubricación centralizada?

Son sistema eficiente ya que contemplan lo siguiente:

➤ Disminuyen los tiempos de lubricación. en el compresor ( horas/hombre)

- Considerables ahorros en costes de reparaciones y piezas de repuesto.
- Mayor fiabilidad de la máquina.
- Menor impacto ambiental.
- Mayor seguridad para los trabajadores.

## Anexo E .Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado.

### a) Presentación

Actualmente la reposición de aceite lubricante a los compresores de propano se realiza mediante una bomba y un juego de mangueras instalados provisionalmente para el transporte del aceite lubricante desde un cilindro de almacenamiento hacia los compresores, debido a esto, se ve la necesidad de contar con un sistema de reposición de aceite lubricante permanente, el cual deberá contar con una nueva bomba y tuberías de acero al carbono. Este nuevo sistema deberá contemplar las facilidades para una línea dedicada al futuro compresor que se piensa instalar (c- 5120).

### b) Normativa

A menos que se haya especificado lo contrario, el diseño y construcción de todas las estructuras e instalaciones deberá basarse en la última versión de los siguientes códigos, especificaciones, estándares de la industria y sus regulaciones, según sea aplicable y requerido para la construcción, para este caso se nombrarán las normativas y legislación nacional el cual tenemos: el D.S.-043-2007-EM, “Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos”, el D.S.-015- 2006-EM.”Reglamento de Medio Ambiente para las Actividades de Hidrocarburos” y el DS.-051-2015-EM-"Aprueban el reglamento de normas para la refinación y procesamiento de hidrocarburos", luego como normas y estándares internacionales tenemos: la API RP 14E design and installation of offshore production platform piping systems, la ANSI/API STANDARD 610 centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries, la API 5L specification for line pipe, el ASME B16.5 pipe flanges and flanged fittings: NPS ½ through

NPS 24 metric/inch Standard, la ANSI/ASME B31.4 liquid transportation system for hydrocarbons, Petroleum Gas, anhydrous ammonia and alcohols, el ASTM A-53 standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped, zinc-coated, welded and seamless, el API-614-1999, lubrication, shaft-sealing, and control-oil systems and auxiliaries for petroleum, chemical and gas industry services, la API 551 especificaciones técnicas de montaje de instrumentos, ISA S20 specification forms for process measurement and control instruments, primary elements and control valves y la API Standard 520, Sizing, Selection, and installation of pressure-relieving Devices in Refineries.

c) Alcance

En la presente investigación se desarrollaron las siguientes disciplinas:

- ✓ Desarrollo de la disciplina de procesos.
- ✓ Desarrollo de la disciplina de Tuberías.
- ✓ Desarrollo de la disciplina de Instrumentación.

Restricciones:

- ✓ Desarrollo de la disciplina de civil.
- ✓ Desarrollo de la disciplina eléctrica.

d) Presupuesto del diseño del sistema de lubricación centralizado

Se realizó la evaluación económica del diseño de sistema de lubricación centralizado (ver tabla 7), y a su vez se evaluaron los costos tanto por mantenimiento como también por el costo de pérdida por hora de parada de uno de los compresores que tiene la planta de Gas.

El valor costo/beneficio se realizó con el último año 2018 obteniéndose un valor de 1.16, al ser este mayor que 1 es decir que el proyecto tendrá rentabilidad, además de reducir el valor de los mantenimientos correctivos que tiene los compresores de propano (ver tabla 8).

Tabla 7. Resumen de Costos del Sistema de Lubricación.

ITEM	ESPECIALIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO (US\$)
1	INGENIERÍA DE DETALLE	COSTO DIRECTOS POR DESARROLLO DE INGENIERIA DE DETALLE	\$ 4.520,00
2	INSTALACIÓN	COSTOS DIRECTOS DE INSTALACIÓN Y SUMINISTRO	\$ 26.651,89
3	MÉCANICA / TUBERÍA	COSTO DIRECTOS DE SUMINISTRO	\$ 13.854,22
4	ELECTRICIDAD	COSTO DIRECTOS DE SUMINISTRO	\$ 12.000,00
5	INSTRUMENTACIÓN	COSTO DIRECTOS DE SUMINISTRO	\$ 669,50
		METRADOS TOTALES (NO INCLUYE I.G.V.)	\$ 57.026,11

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Costo/Beneficio del proyecto.

	FECHA	DIFERIDOS	INMEDIATOS	TIEMPO INOPERATIVO X \$	
				2500X HORA	
2014	12/02/2014		14.070,00 \$	25.000,00 \$	
	20/06/2014	10.032,00 \$		17.500,00 \$	
	01/02/2014		22.340,00 \$	37.500,00 \$	
	TOTAL	10.032,00 \$	36.410,00 \$	80.000,00 \$	126.442,00 \$
2015	FECHA	DIFERIDOS	INMEDIATOS	TIEMPO INOPERATIVO X \$	
	15/04/2015		22.340,00 \$	35.000,00 \$	
	10/09/2015	10.032,00 \$		12.500,00 \$	
TOTAL	10.032,00 \$	22.340,00 \$	47.500,00 \$	79.872,00 \$	
2016	FECHA	DIFERIDOS	INMEDIATOS	TIEMPO INOPERATIVO X \$	
	12/01/2016	10.032,00 \$		12.500,00 \$	
	25/05/2016		14.070,00 \$	20.000,00 \$	
	22/11/2016	10.032,00 \$		17.500,00 \$	
TOTAL	20.064,00 \$	14.070,00 \$	50.000,00 \$	84.134,00 \$	
2017	FECHA	DIFERIDOS	INMEDIATOS	TIEMPO INOPERATIVO X \$	
	13/03/2017	10.032,00 \$		17.500,00 \$	
	18/08/2017		22.340,00 \$	30.000,00 \$	
	28/12/2017	10.032,00 \$		17.500,00 \$	
TOTAL	20.064,00 \$	22.340,00 \$	65.000,00 \$	107.404,00 \$	
2018	FECHA	DIFERIDOS	INMEDIATOS	TIEMPO INOPERATIVO X \$	
	28/04/2018		14.070,00 \$	27500	
	20/09/2018	10.032,00 \$		15000	
TOTAL	10.032,00 \$	14.070,00 \$	42500	66.602,00 \$	
				COSTO 2018	66.602,00 \$
				COSTO DEL PROYECTO	57.026,11 \$
				COSTO/BENEFICIO	1,16

Fuente: Elaboración propia

Anexo F. Registro de Análisis documental disciplina de procesos



Ficha de análisis documental del Registro de Normas , estándares y documentos de referencia para la realización del diseño del sistema de lubricación centralizado

Objetivo: Recoger información de los estándares, normativas y los documentos de referencia para el diseño del sistema de lubricación centralizado en la planta de Gas Pariñas.

I. Datos informativos

AREA : \_\_PROCESOS 2\_\_

Fecha: \_\_02/05/18\_\_

II. Información específica

ITEM	DISCIPLINA	DECRETO SUPREMO	NORMATIVA	ESTANDAR	DOCUMENTO DE REFERENCIA	SOFTWARE	OBSERVACIONES
1	PROCESOS	DS.-051-2015-EM- "APRUEBAN EL REGLAMENTO DE NORMAS PARA LA REFINACIÓN Y PROCESAMIENTO DE HIDROCARBUROS"	ART.41 : API RP 14 E-"RECOMMENDED PRACTICE FOR DESING AND INSTALLATION OF OFFSHORE PRODUCTION PLATFFORM PIPING SYSTEMS"	GMP-08-G-ET-106-0 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS	GMP-04-R-PL-415.	CADWORX 2015	
					GMP-04-R-PL-416.		
			ART. 41 : ANSI/API STANDARD 610 -" CENTRIFUGAL PUMPS FORPETROLEUM ,PETROCHEMICAL AND NATURAL GAS INDUSTRIES"	GMP-08-G-ET-107-0 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	GMP-04-R-PL-417.		
			PUMP SYSTEM ANALYSIS AND SIZING		UN-040-200-001		
		HOJA TÉCNICA DE ACEITE LUBRICANTE					

Fuente: elaboración propia.

## Anexo G. Desarrollo de la disciplina de procesos.

### Memoria de cálculo

#### Evaluación Hidráulica del Sistema de reposición de aceite lubricante

##### a. Cálculo de un sistema de Tuberías

Para esto se tiene en cuenta que la cantidad de aceite a reponer al compresor es de 250 galones se asume un tiempo estimado de 5 min entonces el cálculo de caudal será el siguiente :

##### Cálculo de caudal

$$Q = \text{Caudal} \qquad Q = V/T \text{ ( ecuación 1)}$$

$$V = \text{Volumen} \qquad Q = 250/5$$

$$T = \text{Tiempo} \qquad Q = 5 \text{ gpm} = 1.136 \text{ m}^3/\text{h} = 18 \text{ lt}/\text{min}$$

##### b. Cálculo de la tubería de descarga:

Velocidad recomendada:  $2.7 \text{ m/s} - 1.8 \text{ m/s} = 0.9 \text{ m/s}$ , se consideró la velocidad

Se sabe que el caudal se puede determinar con la siguiente formula:

$$Q = V \times A \text{ (ecuación 2)}$$

$$Q = \text{Caudal}$$

$$V = \text{Velocidad}$$

$$A = \text{área}$$

Tabla 9. Velocidades típicas de diseño para líneas.

Parámetro	Valor del parámetro máximo	Valor del parámetro mínimo	unidad
Velocidad de succión de diseño para bomba centrífugas.	2 (0.6 m/s)	3 (0.9 m/s)	Pies/s
Velocidad de descarga de diseño para bomba centrífugas.	6 (1.8 m/s)	9 (2.7 m/s)	Pies/s

Fuente: API RP 14E

Área de desplazamiento de la tubería:

$$A = \pi \times D^2/4 \text{ (ecuación 3)}$$

$$Q = V \times (\pi \times D^2/4)$$

$$D = [4 \times 3.16 \times 10^{-4} / (0.9 \times 3.1416)]^{0.5}$$

$$D = 0.021145 \text{ m} = 21.15 \text{ mm} \approx 1''$$

a. Cálculo de la tubería de succión:

Velocidad recomendada:  $0.9 \text{ m/s} - 0.6 \text{ m/s} = 0.3 \text{ m/s}$ , se consideró la velocidad  $V = 0.3 \text{ m/s}$

$$D = [4 \times Q / V \times \pi]^{0.5}$$

$$D = [4 \times Q / V \times \pi]^{0.5}$$

$$D = [4 \times 3,16 \times 10^{-4} / (0.5 \times 3.1416)]^{0.5}$$

$$D = 0,036 \text{ m} \approx 36 \text{ mm Tubería comercial de } 1'' = 25,4 \text{ mm}$$

Entonces se considerará la velocidad de succión de  $0.3 \text{ m/s}$ .

b. Cálculo del TDH de la bomba (altura dinámica total)

Determina que altura dinámica total debe garantizar la bomba. Ecuación para fluidos incompresibles de Bernoulli.

El teorema de Bernoulli establece que la suma de las presiones estáticas y dinámicas en un punto flujo arriba, es igual a la suma de las presiones estáticas y dinámicas más las pérdidas por fricción y dinámicas en un punto flujo abajo. El cálculo de un sistema de tuberías está basado en la determinación de las velocidades en los ramales, los diámetros y las pérdidas de presión del sistema.

$$\mathbf{H \text{ Bomba} = H \text{ Geodésica} + H \text{ pérdidas en tubería} \text{ (ecuación 4)}}$$

**H** geodésica = hace referencia a la diferencia física real en altura entre el nivel del líquido y el punto más elevado de la tubería.

Para este caso el punto más alto será según las medidas tomadas en campo para tener así la referencia del tendido de línea en los compresores para el sistema de lubricación centralizado. (Ver figura 5).

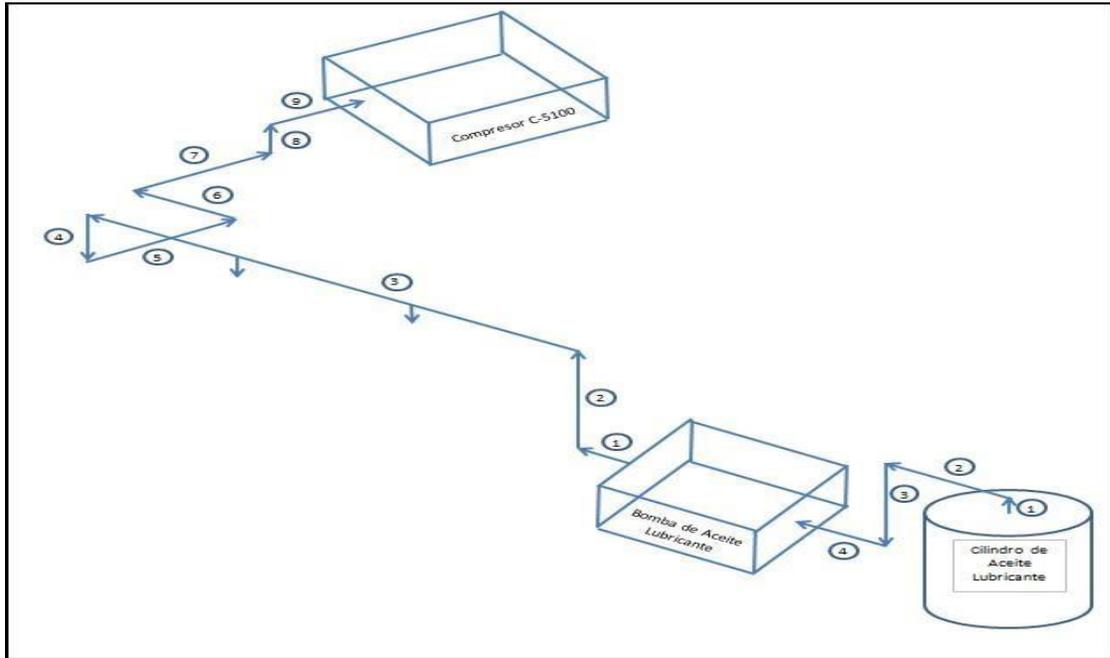


Figura 5. Esquema del sistema de reposición de aceite

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Dimensiones de la tubería de succión de la bomba.

Sección	Diámetro, inch	Longitud, mt	$\Delta H$ , mt
1	1	0.90	0.90
2	1	0.50	0.00
3	1	0.80	-0.80
4	1	0.30	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Dimensiones de la tubería de descarga de la bomba.

Sección	Diámetro, inch	Longitud, mt	Elevación, mt
1	1	0.58	0.00
2	1	3.22	3.22
3	1	17.03	0.00
4	1	0.31	-0.31
5	1	3.41	0.00

6	1	2.29	0.00
7	1	2.80	0.00
8	1	0.44	0.44
9	1	1.87	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Entonces la altura Geodésica será: 3.22 mts.

Donde las Pérdidas en tubería

$H = H \text{ primarias} + H \text{ Secundarias}$  (ecuación 7)

Ecuaciones de Pérdidas en las tuberías (perdidas primarias y secundarias)

Cuando el fluido se mueve en el interior de una tubería se producen pérdidas de carga las cuales: pueden ser primarias y secundarias. Las pérdidas son las pérdidas de superficie en el contacto con la tubería (Capa limite), rozamiento de unas capas de fluido con otras (régimen laminar) o de las partículas entre sí (régimen turbulento). Las Pérdidas secundarias son las pérdidas de forma, que tienen lugar en las transiciones (estrechamientos o expansiones de la corriente), codos válvulas y toda clase de accesorio. Para las pérdidas primarias se observa la ecuación de Darcy Weisbach (ver ecuación 8) y su homóloga de uso universal para pérdidas menores y para pérdidas menores (ver ecuación 9).

H pérdidas primarias:  $H_F = f \times L \times V^2 / 2 \times D \times g$  (ecuación 8)

Donde:

$H_F =$  Pérdida primarias (m)  $g =$  Aceleración de gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$f =$  factor de fricción  $V =$  Velocidad del fluido (m/s)  $L =$

Longitud dela tubería recta (m)

$D =$  Diámetro de la tubería (m)

H pérdidas secundarias:  $H_f = \Sigma k \times V^2 / 2 \times g$  (ecuación 9)

$H_f =$  Pérdida primarias (m)  $g =$  Aceleración de gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$V =$  Velocidad del fluido (m/s)

$K =$  Constante de pérdidas por accesorios.

Ecuación de Pouiseiulle para el cálculo del factor de fricción

El factor de fricción  $f$  no se posee sin dimensiones y tiene relación con respecto al material de la tubería (por ejemplo, PVC, Fe, acero inoxidable, concreto, etc.) y estará en función de  $(Re, D, \varepsilon)$ .

Dónde:  $f = F(Re, \varepsilon/D)$  ecuación 10  $f$

= factor de fricción

$Re$  = Reynolds

Si el régimen del fluido es totalmente turbulento utilizamos la ecuación de Newton- Raphson la cual indica que:

$$f = \frac{0.25}{\left( \log_{10} \left( \frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.74}{R^{0.9}} \right) \right)^2} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$\varepsilon$  = rugosidad del material, acero al carbono esta entre 0.03-0.09 promedio seria de 0.06

$D$  = diámetro de la tubería de descarga  $Re$

= # de Reynolds.

Número de Reynolds ( $Re$ )

El número de Reynolds es un parámetro adimensional utilizado en mecánica de fluidos, para caracterizar el movimiento de un fluido. En él se combinan tres parámetros en un solo parámetro conocido como el número de Reynolds ( $Re$ ), con el cual se puede predecir el régimen de flujo dentro de tuberías.

Si  $Re < 2000$  el flujo será laminar

Si  $2000 < Re < 4000$  el flujo se encontrará en transición Si

$Re > 4000$  el flujo será turbulento

$Re = D \times V \times \rho / u$  (ecuación 12)

Donde:

$Re$  = Numero de Reynolds.

$u$  = Viscosidad del fluido.



caso aplicaremos la ecuación 11.

$$f = \frac{0,25}{(\text{Log } 10 (0.06 / 3.7 \times 25.4) + (5.74 / 22631.4))^2} = 0.02$$

A continuación realizamos el cálculo de las pérdidas primarias de la ecuación 8 Determinamos la longitud total de la tubería recta del sistema.

$$L = 0,90 + 0,50 + 0,80 + 0,30 + 0,58 + 3,22 + 17,03 + 0,31 + 2(3,41 + 2,29 + 2,80 + 0,44 + 1,87) = 45,57 \text{ mts.}$$

Entonces:

$$HF = f \times L \times V^2 / 2 \times D \times g$$

$$HF = 0,02 \times 45,57 \times 0,9^2 / 2(9,81 \times 0,0254) = 1,48 \text{ mts.}$$

A continuación se realizó el cálculo de las pérdidas secundarias con la ecuación 9. Determinación de la cantidad de accesorios según el P&ID realizado como referencia para nuestro sistema de lubricación centralizado y su factor de rugosidad se seleccionó según tabla de rugosidad de accesorios.

Tabla 13. Rugosidad de accesorios

ACCESORIOS	CANT.	K	TOTAL
Codo de 1"	17	0,8	13,6
Codo de 2"	2	1,7	3,4
Tee de 1"	6	1,7	10,2
Válvula de bola 1/2"	2	4,9	9,8
Válvula de compuerta 3/4"	1	0,1	0,1
Válvula de bola 1"	1	8,2	8,2
Válvula check de 1"	2	2,1	4,2
Válvula de compuerta de 1"	2	0,2	0,4
TOTAL			49,9 mts

Fuente: Elaboración propia.

Entonces se reemplaza el valor obtenido en la ecuación 9 para obtener las pérdidas secundarias.

H pérdidas secundarias:  $H_f = \Sigma k \times (V^2 / 2 \times g)$

H pérdidas secundarias:  $H_f = 49.9 \times (0,9^2 / 9,8) = 4,12 \text{ mts.}$

Entonces se suman los valores obtenidos tanto de las pérdidas primarias como las secundarias (ecuación 7).

$H = 1,48 + 4,12 = 5,6 \text{ mts}$

Y de la misma forma este valor se reemplaza en la ecuación 4.

H Bomba = H Geodésica + H pérdidas en tubería

H Bomba = 3,2 + 5,6 = 8,8 mts.

Potencia de la bomba

Para el cálculo de potencia de la bomba se empleó la siguiente fórmula.  $P_b = H \text{ Bomba} \times \rho \times g \times Q / n$  (ecuación 13)

$\rho$  = Densidad del fluido.                       $g$  = Aceleración de gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)  
 $g$  = gravedad                                       $Q$  = Caudal.

$n$  = eficiencia (siendo una bomba nueva se considerara el 70 %).  $P$

Bomba =  $8,8 \times 990 \times 9,8 \times 3,15 \times 10^{-4} = 26.89 \text{ W}$

Se Determinó de igual forma la potencia del motor el cual estará definido mediante la siguiente fórmula:

$P_m = P \text{ Bomba} / 0.9$                       siendo 0,9 la eficiencia del motor  $P_m = 26.89 / 0,9 = 30 \text{ w}$

Cálculo del NPSH y Head de la bomba

El NSPH disponible es la energía total por unidad de peso, o cabezal en la brida de succión de la bomba menos el cabezal de presión de vapor del fluido. Su cálculo es muy importante para evitar la cavitación del fluido.

Para el análisis del Balance de Energía de la Bomba, se presenta el siguiente esquema:

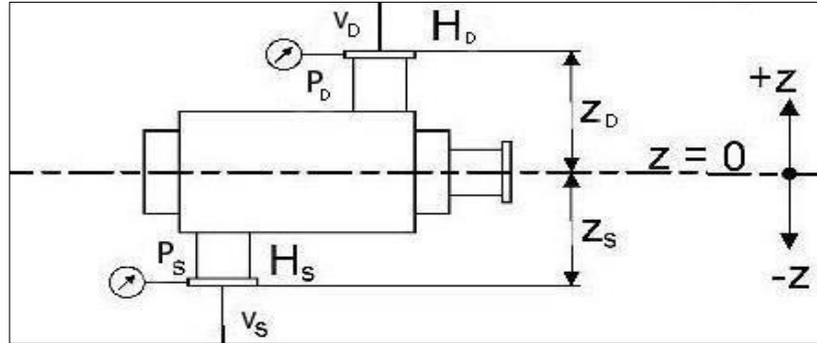


Figura 6. Análisis de Balance de energía de la bomba.

Donde:

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| PS = Presión en la Succión | VS = Velocidad de succión  |
| PD = Presión de Descarga   | VD = Velocidad de descarga |
| Hs = Head de succión       | ZS = Altura de succión     |
| HD = Head de descarga      | ZD = Altura de descarga    |

Del análisis del Balance de Energía de la Bomba se obtienen las siguientes relaciones:

$$NPSH_{Disponible} = \frac{(P_s - P_a)}{\rho g} + Z_s + \frac{V_s^2}{2g} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$Head = \frac{(P_d - P_s)}{\rho g} + Z_d - Z_s + \frac{V_d^2}{2g} - \frac{V_s^2}{2g} \quad \text{Ecuación 14}$$

Para este caso las presión de succión se determinará mediante siguiente cálculo el cual se seleccionó debido a que el recipiente de aceite es cerrado en caso este fuera abierto se toma como referencia la presión atmosférica.

$$P_s = \rho \times g \times h \text{ (ecuación 15)}$$

$\rho$  = Densidad del fluido

$g$  = gravedad

$h$  = altura entre el nivel del líquido y el eje de la bomba.

$$P_s = 990 \times 9,8 \times 0,85 = 8.246,7 \text{ pascal} = 1,19 \text{ psi}$$

Con respecto a la presión de descarga se consideró presión mayor a la presión de operación de los compresores (250 psig) el cual se encuentra según su Data Sheet (Ver anexo K).

Entonces resolviendo la ecuación 13 se obtiene lo siguiente:

$$\text{NSPH } \underline{D} = \frac{(1.19 - 300)}{990} + 0.6 + \frac{(0,3)^2}{2(9.8)} = 0.9 \text{ mts} \approx 2.9 \text{ ft}$$

Entonces el NSPH requerido del fabricante debe ser menor que el NSPH disponible calculado.

$$\text{HEAD } \underline{=} \frac{(300 - 1.19)}{990 \times 9.8} + 3.22 - 0.6 + \frac{(0.9)^2}{2(9.8)} + \frac{(0.3)^2}{2(9.8)} = 2.7 \text{ mts}$$

#### 6.1.1. Planos de Procesos

Los planos desarrollados una vez realizado el cálculo hidráulico se presenta a continuación:

P&ID lube oil make up pump and barrel.

P&ID lube oil make up pump and barrel.

Refrigeration compressor 5100.

Refrigeration compressor 5110.

Refrigeration compressor 5110.

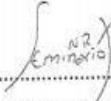
## Anexo H. Acta de originalidad de Turnitin

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **MARIO ROBERTO SEMINARIO ATARAMA**, docente revisor del trabajo Investigación de la Universidad César Vallejo Piura, de la tesis titulada "**Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110**", para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A, Talara, 2018", del estudiante **ZAPATA HIDALGO VÍCTOR HUGO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Piura, 28 de enero de 2020

  
-----  
**MG. MARIO ROBERTO SEMINARIO ATARAMA**

DNI: 02633043



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---



Anexo J. Pantallazo del porcentaje de turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/20+1244724155&rd=103&e=12&lang=es&u=1035712454

feedback studio | Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizada a los compresores de propano C-5100 y C-4110 | /0 | 480 de 480

**Resumen de coincidencias**

**20 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

Número	Fuente	Porcentaje
1	Entregado a Universidad... Título del estudiante	6 %
2	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	Entregado a Universidad... Título del estudiante	1 %
4	projectplant.wordpress... Fuente de Internet	1 %
5	en.scribd.com Fuente de Internet	1 %

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizada a los compresores de propano C-5100 y C-4110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Perfiles de Oroán y Montero S.A., Talara, 2018.

FORMA PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL (IR)  
Ingeniería Industrial

**AUTOR:**  
Mg. Víctor Hugo Zapata Huilaga (0801912-0000-0000-2400-0000)

**ASESORA:**  
Mg. Ana María Guzmán Milanes (0100102-0000-0000-7000-0000)

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PIUTA

NRT  
Jemiano

Página: 1 de 31 | Número de palabras: 9088 | Text-only Report | High Resolution | Activado

06:49 p. m.  
22/01/2020



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

Ingiería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Victor Hugo Zapata Hidalgo

INFORME TITULADO:

Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos correctivos en la planta de Gas Frías de Gracia y Montero S.A., Talara, 2018

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: - 20 de Julio 2019

NOTA O MENCIÓN: 14.

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

MSc. Ana María Guerrero Millones

