UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCION "REY BALDUINO DE BELGICA"

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMENTO

PREVENTIVO A SEPARADOR GRAVITACIONAL

TERMINAL CONCEPCION OTC

JOSE GABRIEL SEREÑO HERRERA

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN "REY BALDUÍNO DE BÉLGICA"

CONCEPCION

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMENTO PREVENTIVO A SEPARADOR GRAVITACIONAL TERMINAL CONCEPCION OTC

Trabajo para optar al Título Profesional de Ingeniero de

Ejecución en Mantenimiento Industrial

Alumno: Jose Gabriel Sereño Herrera

Profesor Guía: Marcelo Quiroz Neira

2019

RESUMEN

En la presente memoria se analizará un equipo perteneciente al terminal de recepción de crudo de Oleoducto Trasandino Chile S.A. empresa que se formó hace más de 20 años con el propósito de transportar petróleo crudo desde Argentina a Chile, hoy en día ese proceso ha cambiado debido al termino del contrato con el país vecino, en cambio se formó una nueva alianza con ENAP firmando un contrato de transporte y almacenamiento de petróleo crudo desde el terminal San Vicente de la Refinería Bio Bio hasta el terminal, donde posteriormente se le entregara de acuerdo a sus necesidades. El mantenimiento que se ha venido realizando en todas las instalaciones y áreas de la empresa debido a este cambio, no es el óptimo llegando a esperar que ocurran las fallas para intervenir con el arrastre del deterioro de los equipos, esto debido a la nueva política de la empresa de ahorro en todas las áreas de la misma.

Por esta razón este estudio está orientado a realizar un análisis de la situación actual de la empresa basado en un equipo de ella que a juicio propio es importante para el proceso, posteriormente se ponderara la criticidad del equipo, se dividirá en subsistema hasta llegar a los componentes y se analizaran las posibles fallas y sus modos, considerando la confiabilidad y un análisis de un histograma de sus fallas, se propondrán actividades preventivas y de monitoreo del equipo.

Finalmente se analizaran los costos de esta propuesta y de la manera actual de mantener los equipos contrastando ambos para obtener las conclusiones de este trabajo.

INDICE

RESUMEN 2

INDICE 3

INTRODUCCIÓN 6

CAPITULO I 7

PLANTEAMIENTO DEL TEMA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 7

1.1 Historia de la empresa 7

1.2 Planteamiento del estudio 8

1.2.1 Descripción del equipo. 9

Sistema General 9

Subsistema N°1 Bomba de retorno de crudo a almacenamiento. 10

Subsistema N°2 Bomba de Envío de agua a Refinería. 11

Diagrama de líneas de proceso. 13

1.2.2 Alcances y limitaciones 16

1.2.3 Objetivo general 17

1.2.4 Objetivos específicos 17

CAPITULO II 18

DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA 18

2.1 Situación Operacional actual..... 18

2.1.1 Diagrama de flujo de Operación. 19

2.2 Mantenimiento actual..... 20

2.2.1 Mantenimiento Preventivo 20

2.2.2 Mantenimiento Correctivo 22

Historial fallas Bomba J-6060 envío de agua a piscinas..... 22

Historial de fallas Bomba J-6050 retorno de crudo a almacenamiento 23

2.3 Análisis de Pareto para las fallas..... 25

2.3.1 Análisis 80/20 29

2.4 Confiabilidad y disponibilidad actual. 30

2.5 Análisis causa raíz..... 34

2.6 Costos del mantenimiento actual. 40

CAPITULO III 45

PLAN DE MANTENIMIENTO. 45

3.1 Determinación de criticidad. 45

Frecuencia de fallas..... 46

Factor de criticidad..... 46

3.1.1 Matriz de Criticidad 48

3.1.2 Evaluación de criticidad..... 49

3.2 AMEF 51

3.3 Plan de actividades 56

3.4 Procedimientos de mantenimiento. 60

3.5 Control del plan de mantenimiento 60

3.5.1 Indicadores de Mantenimiento. 63

3.6 Modificaciones sugeridas 64

3.7 Stock de repuestos. 65

CAPITULO IV 68

ESTUDIO DE COSTOS 68

4.1 Costos de la propuesta de mantenimiento. 68

4.2 Contraste entre el mantenimiento propuesto y el sistema actual. 72

CONCLUSIONES 75

ANEXOS 76

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el Mantenimiento ha tomado un rol clave en la competitividad de una empresa, pasando a formar un sistema de recursos organizacionales y técnicos que busca mantener la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las instalaciones productivas de la organización, donde la prioridad de toda empresa es la optimización de sus procesos, la productividad, la calidad y el servicio al cliente, es para esto imprescindible establecer estrategias que nos ayuden a mantenernos dentro del mercado.

El mantenimiento preventivo es también denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Este tipo de mantenimiento debe realizarse siempre en combinación con el predictivo, el cual consiste en la determinación del estado de la máquina en operación, esta dará un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones; de esta manera se concreta la eficiencia del sistema.

En la presente investigación se diseñara un plan de mantenimiento Preventivo, basado en el predictivo, lo que nos indica un mayor grado de confiabilidad en los resultados obtenidos. Está destinada a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL TEMA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Historia de la empresa

Oleoducto trasandino chile S.A. (OTC), es una empresa de capitales chileno por parte de ENAP, Argentino por parte de YPF y Chevron de Estados Unidos, fue inaugurada el 15 de Febrero de 1994, surgió debido a un acuerdo entre los estados de Chile y Argentina, donde esta última se comprometió al suministro de petróleo y gas hacia chile. Para esto se creó Oleoducto Trasandino Argentina y Oleoducto Trasandino Chile, que consisten en, un Oleoducto de 16” y 428 km desde Neuquén en Argentina hasta Hualpén en Chile, de tres estaciones de bombeo antes de cruzar la cordillera, una estación reductora para controlar la columna y un terminal de recepción.

El terminal Concepción de OTC consiste en una estación de reducción de presión, una estación de filtrado y medición, tres estanques de almacenamiento de capacidad 47.000 (m^3) y de otro Oleoducto de 30” y 7,4 km desde el terminal hasta el terminal San Vicente de ERBB para carga y descarga de Buques Tanques.

En funcionamiento el Oleoducto transportaba crudo “Rincón de los Sauces” de manera ininterrumpida llegando a bombear 18.000 (m^3) día.

El proceso operativo consistía en controlar el flujo en la entrega de crudo a la refinería, y regular la presión del flujo que estaba destinado hacia almacenamiento en los estanques.

1.2 Planteamiento del estudio

El departamento de mantenimiento del Oleoducto Trasandino Chile S.A. ha establecido una rutina de mantenimiento Preventivo constituido por un conjunto de acciones destinadas a mantener la condición de los equipos y prevenir las fallas potenciales antes de que se conviertan en fallas funcionales que puedan poner en riesgo la seguridad de las personas, de las instalaciones, del medio ambiente y la imagen de confiabilidad frente a la Refinería Bío Bío, empresa con la cual se estableció un contrato de servicio.

La elaboración del plan del mantenimiento preventivo se realiza por la necesidad que existe hoy en día en la empresa de contar con herramientas que predigan la presencia de una falla en un determinado momento antes de que esta ocurra. En primer lugar porque el programa de Mantenimiento actual, fue creado sin considerar el contexto operacional actual ni la jerarquía de los equipos que los conforman, generando sólo acciones repetitivas que se traducen en una baja eficiencia de la gestión interna del Departamento de Mantención y de la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las instalaciones.

Motivado por lo anterior, es que a continuación se describirá una propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo para un equipo en específico de la planta que a juicio personal y bajo el proceso actual cumple una función importante, con el fin de mejorar las operaciones preventivas para asegurar una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad del proceso. De este modo, se busca promover la mejora

continua dentro del Departamento de Mantención, para disminuir los costos asociados a fallas.

1.2.1 Descripción del equipo.

Sistema General

Imagen de Equipo separador gravitacional, fuente propia

El separador gravitacional se identifica con el TAG GS-6010, es un equipo que recibe los drenajes de fondo y de los techos de los estanques de almacenamiento, además de los retornos desde las válvulas relief o de sobrepresión y las piletas de las trampas de scraper y bombas de carga, y su función es separar el agua del petróleo crudo.

Consiste de un estanque cilíndrico horizontal enterrado que por efecto de diferencia de densidades a través de bafles separa el agua del crudo y dirige el agua hacia otro estanque subterráneo más pequeño, para posteriormente por medio de bombas centrifugas verticales enviar el crudo devuelta a los estanques de almacenamiento y el agua a las piscinas de tratamiento en la refinería.

Debido a que las fallas asociadas a este equipo son únicamente relacionadas a sus bombas, es que se ha decidido separar el equipo en subsistemas para acotar el estudio de las fallas.

Subsistema N°1 Bomba de retorno de crudo a almacenamiento.

Imágenes de bomba J-6050 retorno de crudo, fuente propia y catálogo.

Bomba centrifuga vertical para pozo profundo marca Goulds modelo 3171S, se identifica con el TAG J-6050, consiste en un eje vertical guiado por 2 bujes instalados en soportes bridados a una tubería que asegura el paralelismo con el eje y la concentricidad entre el eje y los bujes, el impulsor es abierto de 6” de diámetro y se acuña al eje, a su vez es fijado a él por un perno de rosca especial para evitar soltarse, la carcasa es de descarga tangencial tiene un collarín instalado atrás del impulsor para disminuir la recirculación del fluido devuelta al sumidero y aumentar la eficiencia hidráulica, va apernada al tubo y en la tapa de succión posee un colador para evitar el ingreso de sólidos, la bomba tiene sello de empaquetadura trenzada para evitar

contaminación, y usa un rodamiento de doble hilera y contacto angular para soportar las cargas axiales, la bomba va acoplada directamente al motor a través de un acople de goma y un soporte rígido de hierro fundido.

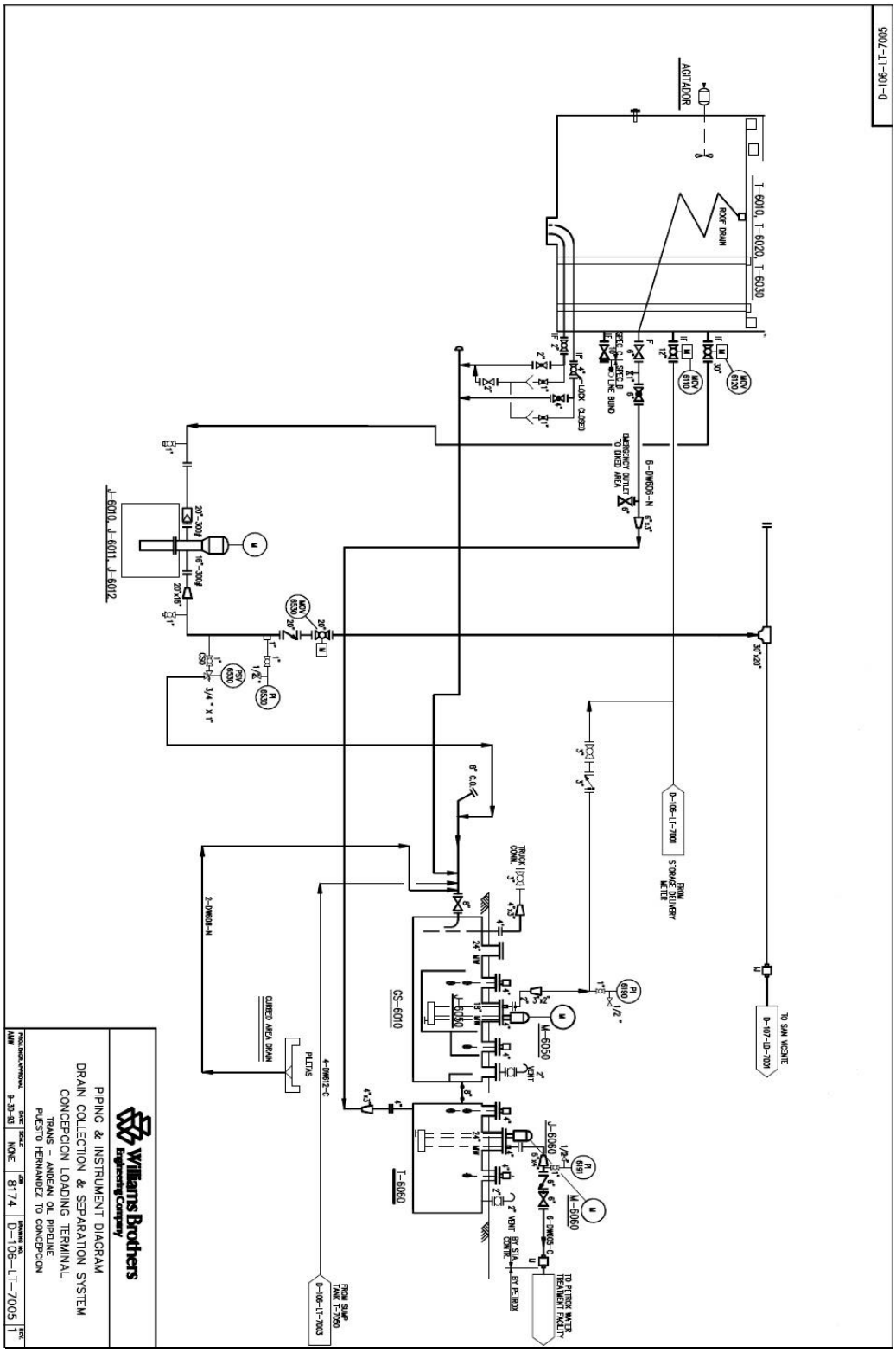
Subsistema N°2 Bomba de Envío de agua a Refinería.

Bomba J-6060 del Sump tank colector de agua. Fuente propia y catálogo.

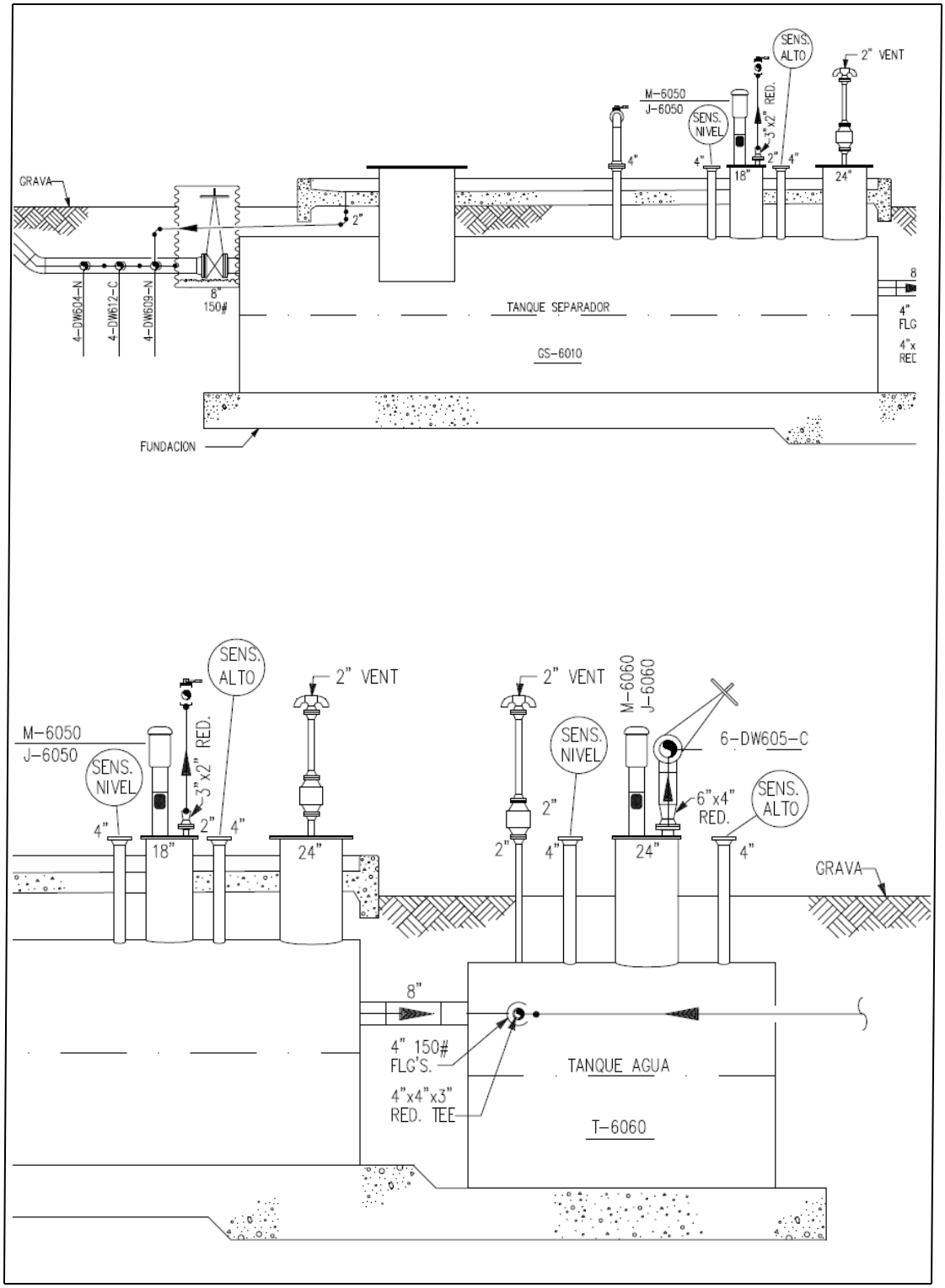
Bomba centrifuga vertical de pozo profundo marca Goulds modelo 3171S, se identifica con el TAG J-6060, consiste en un eje vertical guiado por 3 bujes instalados en soportes bridados a una tubería que asegura el paralelismo con el eje y la concentricidad entre el eje y los bujes, el impulsor es semi cerrado de 8,125” de diámetro y se acuña al eje, a su vez es fijado a él por un perno de rosca especial para evitar soltarse, la carcasa es de descarga tangencial tiene un collarín instalado atrás del impulsor para disminuir la recirculación del fluido devuelta al sumidero y aumentar la eficiencia hidráulica, va apernada al tubo y en la tapa de succión posee un colador para evitar el ingreso de sólidos, la bomba tiene sello de empaquetadura

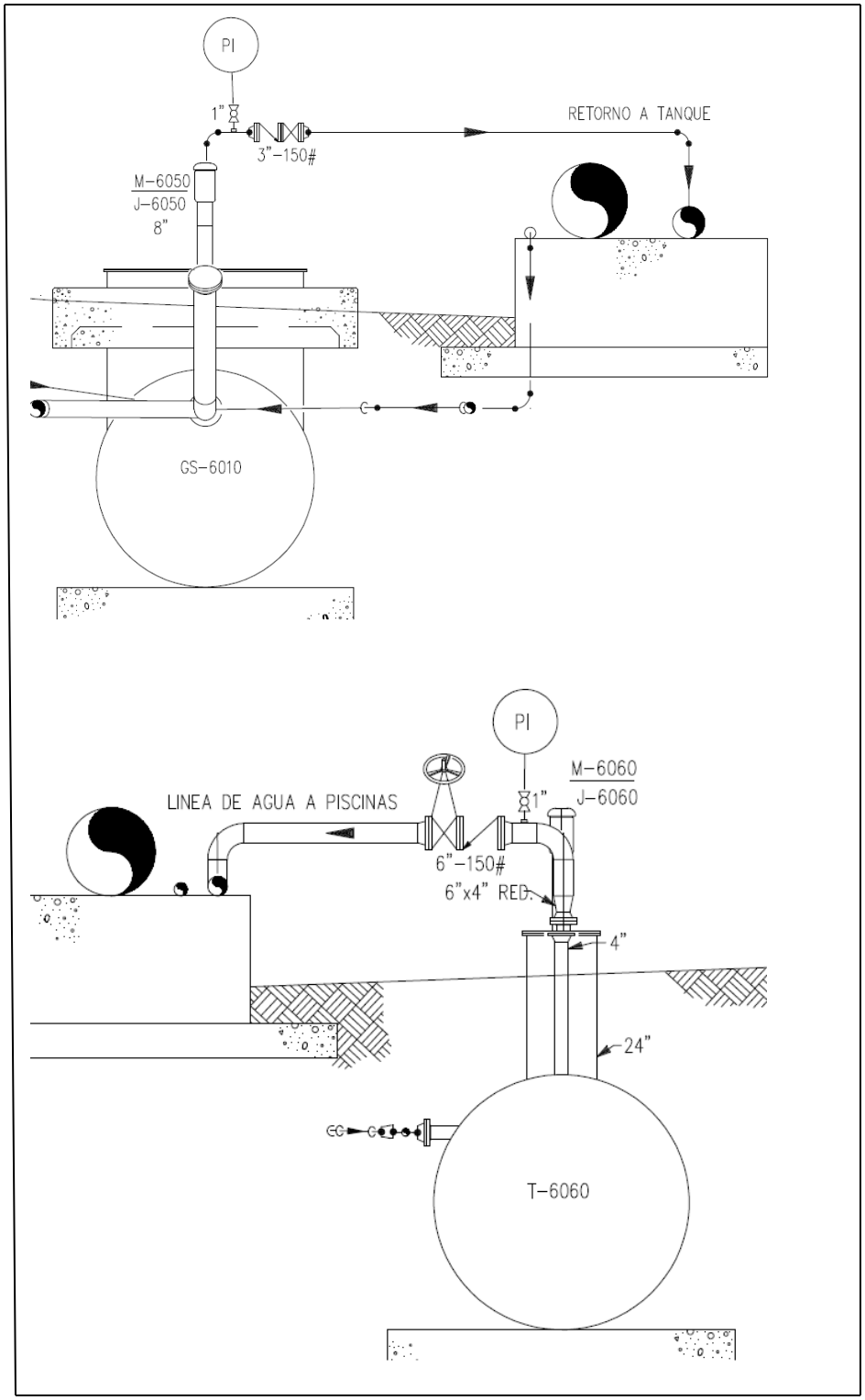
trenzada para evitar contaminación, y usa un rodamiento de doble hilera y contacto angular para soportar las cargas axiales. La bomba va acoplada directamente al motor a través de un acople de goma y un soporte rígido de hierro fundido.

Diagrama de líneas e instrumentación.



Vistas de sección y detalles del equipo.





Dibujo de sección y detalle del equipo, elaboración propia.

1.2.2 Alcances y limitaciones.

El presente estudio comprenderá la propuesta de un programa para el Mantenimiento Preventivo de un equipo en particular, el separador gravitacional, excluyendo su implementación. Por lo tanto, involucrará el diagnóstico de la situación actual de la Planificación del Mantenimiento Preventivo del Departamento de Mantención de Oleoducto Trasandino Chile S.A., el diseño de una nueva propuesta en base a los resultados arrojados por el diagnóstico y el análisis del equipo en el proceso, para finalmente sugerir las nuevas pautas hacia el equipo de acuerdo a su criticidad.

Para este proyecto se analizaran los datos de fallas registrados en el historial de las Órdenes de trabajo de un periodo de 6 años (2010 – 2016).

Actualmente la empresa tiene por política disminuir al máximo los costos incluyendo el mantenimiento, además de encontrarse en un proceso de venta de la empresa, por lo que este estudio no se implementará y será exclusivamente para el desarrollo de esta memoria.

1.2.3 Objetivo general

Presentar un Plan de Mantenimiento Preventivo con el propósito de mejorar la confiabilidad y disponibilidad actual del equipo o sistema, para llevarlo a un nivel de competitividad operacional.

1.2.4 Objetivos específicos

1- Ponderar la confiabilidad y disponibilidad actual del equipo, analizando registros de fallas y calculando costos del mantenimiento.

2- Descubrir y analizar las causas que generan el mayor número de fallas, para definir la nueva estrategia de Mantenimiento.

3- Programar el Plan de Mantenimiento Preventivo óptimo para cumplir con el porcentaje de disponibilidad y confiabilidad.

4- Definir las recomendaciones que permitan mejorar el control del plan de mantenimiento preventivo.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Situación Operacional actual

En Enero del 2006 el Oleoducto de 16” dejó de transportar crudo desde Argentina, el contrato de suministro del Hidrocarburo de manera ininterrumpida por 10 años, había caducado ya el 2004, y desde ese año el flujo fue decreciendo hasta que finalmente el país trasandino decidió no continuar con el acuerdo y reservar su producción para el mercado nacional.

Con este difícil panorama la empresa estuvo cerca del cierre, hasta que finalmente se logró firmar un contrato de arriendo con la Refinería Bio Bio, donde OTC dispondría de sus estanques y el Oleoducto de 30” para el uso por parte de la Refinería, pero la operación de las instalaciones seguirían en manos de Oleoducto Trasandino Chile, con este nuevo proceso operacional que significaba transportar el crudo desde el terminal San Vicente hasta el terminal Concepción de OTC y almacenarlo en los estanques para el posterior suministro de este a la refinería, o entregarlo inmediatamente a la misma Refinería, se redujo a menos de la mitad el personal de planta y también dejaron de usarse muchos equipos y líneas, de tal modo que el mantenimiento y los recursos para este, también se fueron limitando.

2.1.1 Diagrama de flujo de Operación.

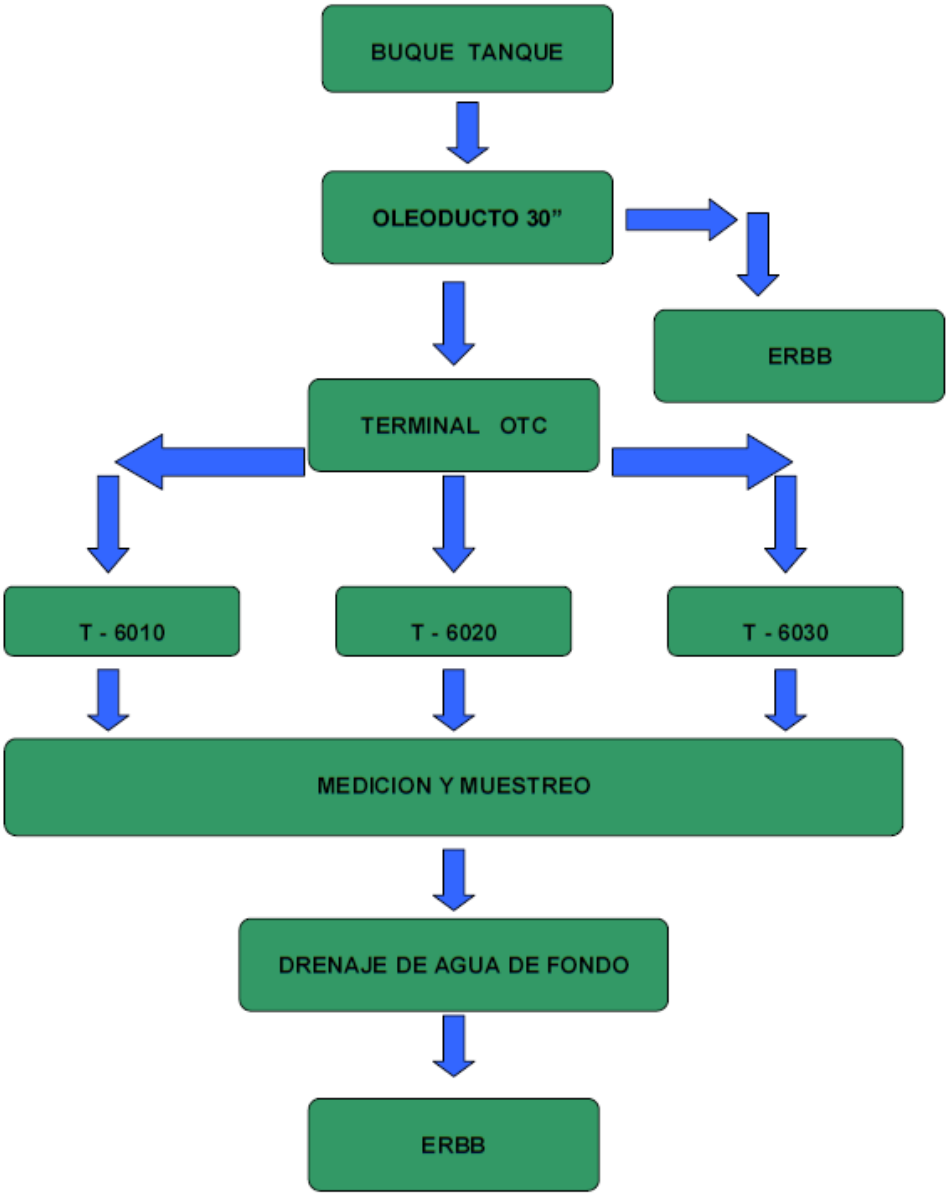


Diagrama de operación actual, elaboración propia.

2.2 Mantenimiento actual

Como ya se ha dicho anteriormente, en la empresa existe un plan de mantenimiento el cual permite que OTC opere en general de modo suficiente. Se puede decir que en la mantención de OTC hay dos actores, eléctrico y mecánico, quienes atienden los asuntos correspondientes a su especialidad, como las fallas que más adelante se listarán, las que corresponden a las relacionadas con el equipo que será objeto de estudio para esta memoria.

Dentro de toda la mantención podemos realizar la siguiente clasificación que además resume la forma en que se realiza el mantenimiento actualmente en OTC.

2.2.1 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantención se realiza de acuerdo a lo programado por el jefe de mantenimiento, existe para cada equipo un programa de mantención. El software de mantenimiento que usa OTC es MP2 Professional 5.0, en donde para cada trabajo de mantención es necesario emitir previamente una solicitud de trabajo (ST) y posteriormente el Jefe de mantenimiento la acepta y transforma en orden de trabajo (OT) en la cual se indica una descripción de los trabajos realizados. Esta forma de mantención es muy importante dentro de cualquier empresa y en ésta se usa cumpliendo siempre con lo programado, sin embargo aún persisten fallas lo que hace necesario mejorar el sistema actual. En el desarrollo de este capítulo e informe se muestra en detalle cuales son las averías y ocurrencia, aunque perfectamente se puede decir que los equipos que más errores presentan son: Agitadores y bombas de tanques

subterráneos, y por esto mismo se decidió hacer el estudio del separador gravitacional.

A continuación se muestran los planes de mantenimiento para el equipo objeto del estudio, con sus respectivas frecuencias.

Plan de mantenimiento preventivo actual

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Motor Bombas centrifugas	Revisión control eléctrico, medición aislación, revisión general eléctrica, informe	Anual	Personal mantenimiento
Bombas centrifugas	Medición vibraciones, análisis vibraciones, realizar informe	6 meses	Personal mantenimiento
Estanques pozo Bombas	Limpieza de fondo, remover residuos acumulados, verificar fugas por uniones.	Anual	Personal mantenimiento
Arresto de llamas	Desmontar, revisar y limpiar	Anual	Personal mantenimiento
Piletas y drenajes	Limpieza	Anual	Personal mantenimiento

Tabla mantenimiento preventivo para Separador Gravitacional GS-6010, fuente plan mantenimiento preventivo OTC

2.2.2 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantención se realiza como su nombre lo indica cuando ocurre una falla y debe corregirse. Cuando se detecta algún problema se prepara a través de MP2 una Solicitud de trabajo en donde los operadores deben indicar el problema y la prioridad. No existe un procedimiento formal para identificar estos posibles problemas, por lo que se puede decir que éstos se identifican cuando un operador nota la irregularidad o informándose a través del libro de novedades.

En el sistema actual no hay inspección por parte de los operadores, por lo que se puede decir que el problema busca al operador y no él al problema.

A continuación se listan las fallas donde se ha necesitado ejecutar mantenimiento correctivo, en los equipos relacionados al Separador Gravitacional.

Historial fallas Bomba J-6060 envío de agua a piscinas.

Fecha	Tipo de falla
29/06/10	Falla eléctrica, terminal de una fase cortado
20/06/11	Falla mecánica, Rodamiento en mal estado y bujes con desgaste
30/08/11	Falla eléctrica, relé térmico en mal estado, Contactor en 2 fases.
27/04/12	Falla mecánica, bujes quebrados eje con desgaste (se mecaniza)
21/01/13	Falla mecánica, eje con desgaste rodamiento malo.
11/05/13	Falla mecánica, Acoplamiento de Goma roto.
03/09/13	Falla mecánica, bujes con desgaste
05/09/13	Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango.

Fecha	Tipo de falla
06/03/14	Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango
25/03/14	Falla mecánica, línea de entrada a manómetro tapada.
01/04/15	Falla mecánica, rodamiento malo bujes quebrados.
22/10/15	Falla mecánica, eje con desgaste bujes quebrados.
03/11/16	Falla mecánica, rodamiento en mal estado.
20/12/16	Falla mecánica, válvula check con desgaste en asiento.

Historial de fallas Bomba J-6050 retorno de crudo a almacenamiento

Fecha	Tipo de falla
28/12/09	Falla mecánica, sensor de parada fuera de rango
10/01/10	Falla eléctrica, Contactor malo.
05/02/10	Falla mecánica, succión obstruida.
31/05/10	Falla mecánica, succión obstruida.
21/07/10	Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.
20/08/10	Falla mecánica, succión obstruida.
17/02/11	Falla mecánica, succión obstruida.
17/03/11	Falla mecánica, succión obstruida.
20/06/11	Falla mecánica, rodamiento con desgaste en pista de rodadura.
19/10/11	Falla eléctrica, Contactor en 2 fases.
25/01/12	Falla mecánica, succión obstruida.

Fecha	Tipo de falla
18/07/12	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje roto.
06/08/12	Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.
21/01/13	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y bujes rotos.
04/04/13	Falla eléctrica, Relé térmico en rango bajo.
12/07/13	Falla eléctrica, terminal cortado en caja de conexiones.
05/08/13	Falla mecánica, succión obstruida.
05/09/13	Falla mecánica, tuerca de fijación de eje con pérdida de rosca.
04/10/13	Falla mecánica, paleta de vva check de descarga, obstruida.
06/03/14	Falla mecánica, succión obstruida.
20/10/14	Falla mecánica, succión obstruida.
13/01/15	Falla mecánica, succión obstruida.
23/04/15	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje deformado.
19/10/15	Falla mecánica, succión obstruida.
27/07/16	Falla mecánica, succión obstruida.
14/12/16	Falla mecánica, rodamiento con canastillo roto, buje inferior roto.

Tablas historial de fallas bombas de agua y crudo del Separador gravitacional, elaboración propia, fuente historial MP2 de Oleoducto Trasandino Chile.

2.3 Análisis de Pareto para las fallas.

Con el historial de fallas que se han listado en las tablas anteriores, podemos analizar cuál de estas o cual tipo de fallas son las más frecuentes, lo que será de utilidad para enfocar en ellas nuestro programa de mantenimiento.

6060	Tipo Causa
Falla eléctrica, terminal de una fase cortado	Falla en cable o conector
Falla mecánica, Rodamiento en mal estado y bujes con desgaste	Rodamiento o buje deteriorado
Falla eléctrica, relé térmico en mal estado, Contactor en 2 fases	Falla en componente eléctrico
Falla mecánica, bujes quebrados eje con desgaste (se mecaniza)	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, eje con desgaste rodamiento malo.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, Acoplamiento de Goma roto.	Acoplamiento deteriorado
Falla mecánica, bujes con desgaste	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango	Sensores fuera de rango
Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango	Sensores fuera de rango
Falla mecánica, línea de entrada a manómetro tapada.	Líneas secundarias obstruidas
Falla mecánica, rodamiento malo bujes quebrados.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, eje con desgaste bujes quebrados.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, rodamiento en mal estado.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, válvula check con desgaste en asiento.	Desgaste de Válvulas
6050	Tipo
Falla mecánica, sensor de parada fuera de rango	Sensores fuera de rango
Falla eléctrica, Contactor malo.	Falla en componente eléctrico
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.	Sensores fuera de rango
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida

6050	Tipo
Falla mecánica, rodamiento con desgaste en pista de rodadura.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla eléctrica, Contactor en 2 fases.	Falla en componente eléctrico
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje roto.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.	Sensores fuera de rango
Falla mecánica, rodamiento con desgaste y bujes rotos.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla eléctrica, Relé térmico en rango bajo.	Falla en componente eléctrico
Falla eléctrica, terminal cortado en caja de conexiones.	Falla en cable o conector
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, tuerca de fijación de eje con pérdida de rosca.	Falla en fijaciones mecánicas
Falla mecánica, paleta de vva check de descarga, obstruida.	Falla en retención descarga
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje deformado.	Rodamiento o buje deteriorado
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, succión obstruida.	Succión obstruida
Falla mecánica, rodamiento con canastillo roto, buje inferior roto	Rodamiento o buje deteriorado

Tipo de causa	Causa	J-6060	J-6050
Succión obstruida	C1	0	12
Rodamiento o buje deteriorado	C2	7	5
Sensores fuera de rango	C3	2	3
Falla en componente eléctrico	C4	1	3
Falla en cable o conector	C5	1	1
Acoplamiento deteriorado	C6	1	0
Líneas secundarias obstruidas	C7	1	0
Desgaste de Válvulas	C8	1	0
Falla en fijaciones mecánicas	C9	0	1
Falla en retención descarga	C10	0	1

Tabla para Pareto J-6060				
Causa	N° Fallas	Fallas acum.	% Total	% Total acu.
C2	7	7	50,00%	50,00%
C3	2	9	14,29%	64,29%
C4	1	10	7,14%	71,43%
C5	1	11	7,14%	78,57%
C6	1	12	7,14%	85,71%
C7	1	13	7,14%	92,86%
C8	1	14	7,14%	100,00%

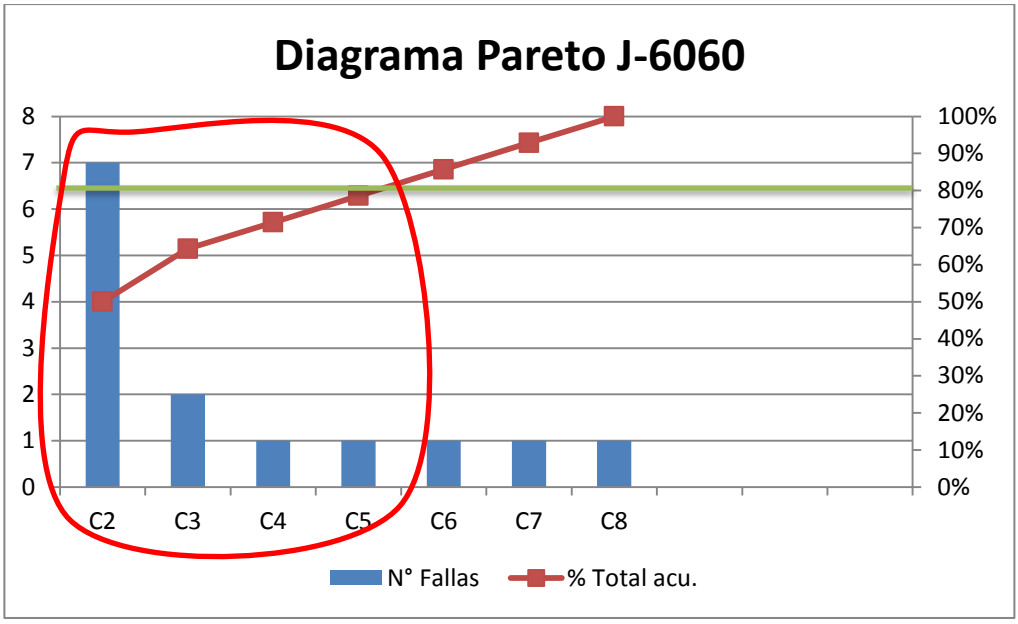
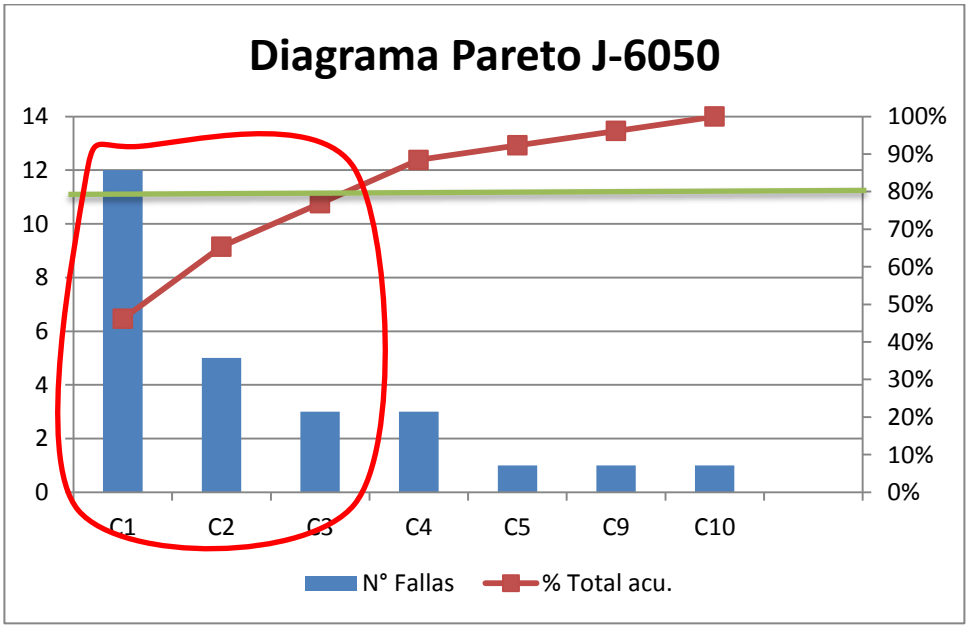


Tabla para Pareto J-6050				
Causa	N° Fallas	Fallas acum.	% Total	% Total acu.
C1	12	12	46,15%	46,15%
C2	5	17	19,23%	65,38%
C3	3	20	11,54%	76,92%
C4	3	23	11,54%	88,46%
C5	1	24	3,85%	92,31%
C9	1	25	3,85%	96,15%
C10	1	26	3,85%	100,00%



2.3.1 Análisis 80/20

El diagrama de Pareto refleja que un pequeño número de fallas nos provoca los mayores problemas o indisponibilidad del equipo, por ende es en estas donde tenemos que enfocar nuestro plan para que sea efectivo.

Otro punto importante del análisis de Pareto es el orden de las causas criticas ya que no siempre tendremos que el 20% de las causas generaran el 80% de los problemas aunque los valores tienden a esta razón, por lo tanto podemos trabajar con el 80% de los problemas trazando una línea en el grafico sobre el valor acumulado del 80% tendremos las fallas que nos causan este porcentaje.

La otra manera es definir que el 20% de nuestras fallas ordenadas obviamente de manera descendiente, son críticas y calculamos cuantas fallas conforman este 20%, en nuestro caso nos enfocaremos en el 80% de nuestros problemas.

De tal manera para la bomba de crudo J-6050 las causas a prevenir son:

Succión obstruida	C1
Rodamiento o buje deteriorado	C2
Sensores fuera de rango	C3

Y para la bomba de agua J-6060 las causas a prevenir son:

Rodamiento o buje deteriorado	C2
Sensores fuera de rango	C3
Falla en componente eléctrico	C4
Falla en cable o conector	C5

2.4 Confiabilidad y disponibilidad actual.

Para el mantenimiento la confiabilidad no es otra cosa que la probabilidad que un equipo funcione satisfactoriamente en un tiempo determinado y bajo condiciones operativas concretas. Estadísticamente la confiabilidad tiene relación con la función acumulada de falla ya que los equipos durante su vida se alternan entre dos estados, en funcionamiento y en falla, de tal manera si la definición de la confiabilidad es la probabilidad de no fallar en un intervalo de tiempo inversamente la función acumulada de falla es la probabilidad que el equipo falle en el mismo intervalo de tiempo. Al aumentar el número de fallas en un intervalo aumenta también la función acumulada y como la confiabilidad es función solamente del tiempo, esta se expresa como el complemento de la función acumulada para llegar a 1.

Para calcular la confiabilidad actual de nuestros equipos trabajaremos con un histograma de las fallas previamente expuestas.

Fecha	6060	Tiempo parado (hrs.)
29-06-2010	Falla eléctrica, terminal de una fase cortado	8
20-06-2011	Falla mecánica, Rodamiento en mal estado y bujes con desgaste	38
30-08-2011	Falla eléctrica, relé térmico en mal estado, Contactor en 2 fases	16
27-04-2012	Falla mecánica, bujes quebrados eje con desgaste (se mecaniza)	82
21-01-2013	Falla mecánica, eje con desgaste rodamiento malo.	16
11-05-2013	Falla mecánica, Acoplamiento de Goma roto.	32
03-09-2013	Falla mecánica, bujes con desgaste	192
05-09-2013	Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango	12
06-03-2014	Falla mecánica, sensores de partida y parada fuera de rango	12
25-03-2014	Falla mecánica, línea de entrada a manómetro tapada.	8
01-04-2015	Falla mecánica, rodamiento malo bujes quebrados.	18

Fecha	6060	Tiempo parado (hrs)
22-10-2015	Falla mecánica, eje con desgaste bujes quebrados.	26
03-11-2016	Falla mecánica, rodamiento en mal estado.	16
20-12-2016	Falla mecánica, válvula check con desgaste en asiento.	48
Fecha	6050	Tiempo parado (hrs)
28-12-2009	Falla mecánica, sensor de parada fuera de rango	12
10-01-2010	Falla eléctrica, Contactor malo.	16
05-02-2010	Falla mecánica, succión obstruida.	12
31-05-2010	Falla mecánica, succión obstruida.	12
21-07-2010	Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.	12
20-08-2010	Falla mecánica, succión obstruida.	36
17-02-2011	Falla mecánica, succión obstruida.	36
17-03-2011	Falla mecánica, succión obstruida.	36
20-06-2011	Falla mecánica, rodamiento con desgaste en pista de rodadura.	16
19-10-2011	Falla eléctrica, Contactor en 2 fases.	16
25-01-2012	Falla mecánica, succión obstruida.	12
18-07-2012	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje roto.	72
06-08-2012	Falla mecánica, sensores partida y parada fuera de rango.	12
21-01-2013	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y bujes rotos.	36
04-04-2013	Falla eléctrica, Relé térmico en rango bajo.	36
12-07-2013	Falla eléctrica, terminal cortado en caja de conexiones.	8
05-08-2013	Falla mecánica, succión obstruida.	36
05-09-2013	Falla mecánica, tuerca de fijación de eje con pérdida de rosca.	56
04-10-2013	Falla mecánica, paleta de vva check de descarga, obstruida.	8
06-03-2014	Falla mecánica, succión obstruida.	12
20-10-2014	Falla mecánica, succión obstruida.	12
13-01-2015	Falla mecánica, succión obstruida.	36
23-04-2015	Falla mecánica, rodamiento con desgaste y buje deformado.	36
19-10-2015	Falla mecánica, succión obstruida.	36
27-07-2016	Falla mecánica, succión obstruida.	12
14-12-2016	Falla mecánica, rodamiento con canastillo roto, buje inferior roto	36

Tabla de historial de fallas y tiempos de detención, elaboración propia.

Con el dato de los tiempos de detención y de operación realizaremos primero la distribución de intervalos y luego la tabla de frecuencias para definir la densidad de falla f(t), la función acumulada de falla F(t), confiabilidad R(t) y tasa de falla λ(t).

J-6060	
Tiempo operativo	Tiempo parado
18564	524

J-6050	
Tiempo operativo	Tiempo parado
1554	660

Tabla de frecuencia		
Elementos	J-6060	J-6050
Rango	18564	1554
Intervalos	15,09	11,53
Amplitud	1237,60	129,50
ajuste intervalo	15	12
ajuste amplitud	1238	130

N°	Intervalo (horas)		N° Fallas	f(t)	F(t)	R(t)	λ(t)
1	0	130	5	19%	19%	81%	0,192
2	131	261	2	8%	27%	73%	0,095
3	262	392	2	8%	35%	65%	0,105
4	393	523	2	8%	42%	58%	0,118
5	524	654	2	8%	50%	50%	0,133
6	655	785	2	8%	58%	42%	0,154
7	786	916	4	15%	73%	27%	0,364
8	917	1047	1	4%	77%	23%	0,143
9	1048	1178	2	8%	85%	15%	0,333
10	1179	1309	2	8%	92%	8%	0,500
11	1310	1440	0	0%	92%	8%	0,000
12	1441	1571	2	8%	100%	0%	1,000
Total y promedio			26	8%		38%	0,261

Tabla de cálculo de confiabilidad y tasa de falla para bomba J-6050, elaboración propia

N°	Intervalo (horas)		N° Fallas	f(t)	F(t)	R(t)	λ(t)
1	0	1238	1	7%	7%	93%	0,07
2	1239	2477	0	0%	7%	93%	0,00
3	2478	3716	1	7%	14%	86%	0,08
4	3717	4955	1	7%	21%	79%	0,08
5	4956	6194	1	7%	29%	71%	0,09
6	6195	7433	0	0%	29%	71%	0,00
7	7434	8672	2	14%	43%	57%	0,20
8	8673	9911	2	14%	57%	43%	0,25
9	9912	11150	2	14%	71%	29%	0,33
10	11151	12389	0	0%	71%	29%	0,00
11	12390	13628	0	0%	71%	29%	0,00
12	13629	14867	1	7%	79%	21%	0,25
13	14868	16106	1	7%	86%	14%	0,33
14	16107	17345	0	0%	86%	14%	0,00
15	17346	18584	2	14%	100%	0%	1,00
Total y promedio			14	7%		49%	0,179

Tabla de cálculo de confiabilidad y tasa de falla para bomba J-6060, elaboración propia

Luego calculamos el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio entre reparación para obtener la disponibilidad del equipo.

Calculo de Disponibilidad			
Equipo	MTBF	MTTR	**Disponibilidad**
J-6060	1326,0	37,4	97,25%
J-6050	59,8	25,4	70,19%

2.5 Análisis causa raíz

De acuerdo a lo obtenido anteriormente con los diagramas de Pareto para cada subsistema debemos solucionar 3 o 4 modos de falla para disminuir considerablemente el número de fallas, sin embargo observando en detalle para ambos equipos hay modos de falla en común por lo que analizaremos los más comunes o que tienen mayor recurrencia, estos son Rodamiento o buje deteriorado, sensores fuera de rango y succión obstruida.

Definición del problema		
Que	Problema(s)	Perdida de eficiencia y detención de Bombas
Cuando	Fecha/tiempo	2010 - 2016
	Relevancia	Durante operación
Donde	Ubicación	Terminal concepción
	Especificación de la localidad	Separador gravitacional GS-6010
Relevancia	Medio ambiental	No tiene efectos medio ambientales ni a la seguridad
	Seguridad personal/salud	
	Vigilancia	
	Frecuencia	A producido gasto significativo debido a su repetitividad

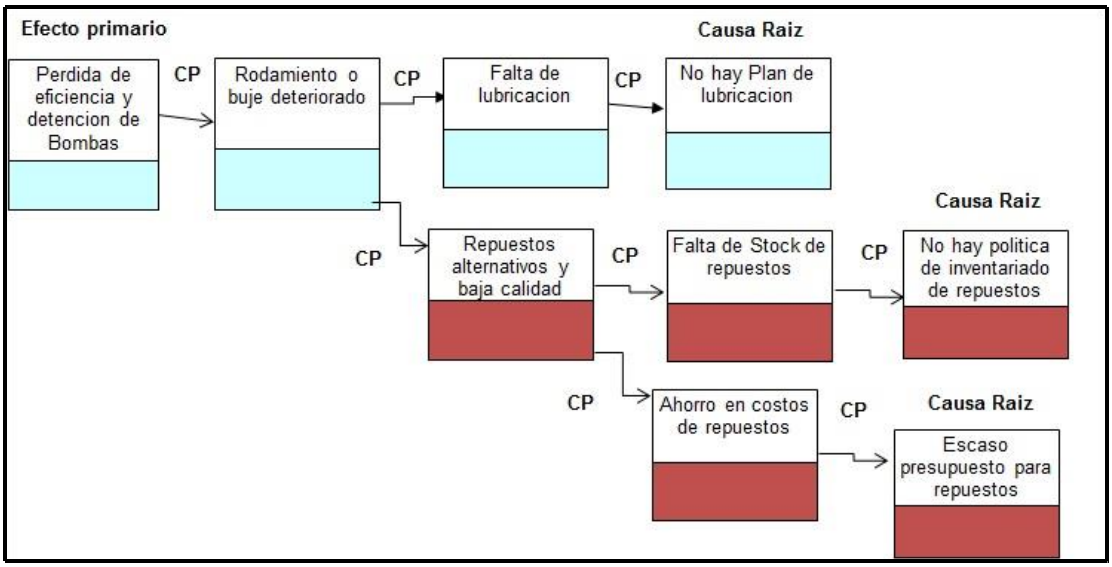


Diagrama causa efecto, elaboración propia.

Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha	11-Jun-18
Nº Reporte	01-08

Descripción de evento:

Fallas reiteradas de bujes y rodamiento, provocando perdida de eficiencia e incluso detencion de las Bombas

Tipo de evento

Prob. Operac.		Funcionario Operaciones		Calidad
Prob. Mant.	x	Funcionario Mantenimeinto		
Incidente proceso				
Trabajo rehecho				
Seguridad				

Sumario del evento

1- Se detecta perdida de eficiencia, ruidos y en algunos casos detencion de las Bombas durante su operación.
2- Personal de mantenimiento revisa y repara equipo encontrando bujes rotos o desgaste de rodamiento, y en varios casos ambos problemas.
3- Se recolecto informacion relevante de las fallas, y se plantearon las posibles causas.
4- Se acotaron las causas posibles y se realizo el analisis de causa raiz.
5- Con el analisis se determinaron las mejoras pertinentes para evitar que se vuelva a presentar la falla.

Causas raices

1.- No hay plan de Lubricacion
2.- No hay politica de inventariado de repuestos
3.- Escaso presupuesto para repuestos
4.-

Plan de acción (mejoras)		**Persona responsable**
1.-	Fijar en el Plan de mantenimiento preventivo la frecuencia de lubricacion para las Bombas	Jefe de Mantenimiento
2.-	Realizar un inventario del stock de repuestos y solicitar los necesarios.	Jefe de Mantenimiento
3.-	Definir el stock minimo de repuestos para incluirlo en el presupuesto anual	Jefe de Mantenimiento
4.-		
5.-		
6.-		
7.-		

Ficha de reporte de análisis causa raíz, elaboración propia. Fuente material guía de la universidad

Definición del problema		
Que	Problema(s)	Perdida de caudal y presión
Cuando	Fecha/tiempo	2010 - 2016
	Relevancia	Durante operación
Donde	Ubicación	Terminal concepción
	Especificación de la localidad	Separador gravitacional GS-6010
Relevancia	Medio ambiental	No tiene efectos medio ambientales ni a la seguridad
	Seguridad personal/salud	
	Vigilancia	
	Frecuencia	Esta falla es la más recurrente en este equipo

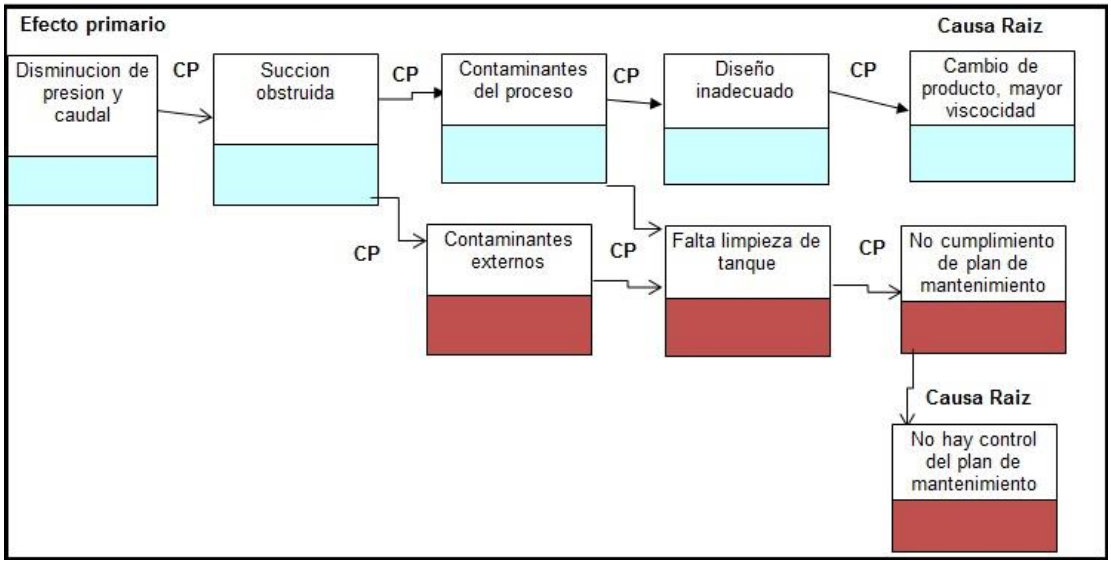


Diagrama causa efecto, elaboración propia.

Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha	11-Jun-18
Nº Reporte	02-08

Descripción de evento:

Frecuentemente cuando se necesita realizar un drenaje de fondo de algun Tanque, se debe detener porque el caudal de entrada al separador gravitacional es mayor que el de salida, esto debido a la obstrucción de la succion de la bomba de crudo por exceso de solidos.

Tipo de evento

Prob. Operac.	x	Funcionario Operaciones		Calidad	
Prob. Mant.	x	Funcionario Mantenimeinto			
Incidente proceso					
Trabajo rehecho					
Seguridad					

Sumario del evento

1- Al poner a drenar el agua de un Tanque, la Bomba de crudo pierde caudal y presion
2- Personal de mantenimiento revisa y repara equipo encontrando succion obstruida con solidos del proceso o en alguna ocasión contaminante externo
3- Se recolecto informacion relevante de las fallas, y se plantearon las posibles causas.
4- Se acotaron las causas posibles y se realizo el analisis de causa raiz.
5- Con el analisis se determinaron las mejoras pertinentes para evitar que se vuelva a presentar la falla.

Causas raices

1.- Se cambio el proceso y con ello el producto de diseño de la bomba
2.- No se realiza seguimiento al plan de mantenimiento
3.-
4.-

Plan de acción (mejoras)	Persona responsable
1.- Confeccionar planilla para controlar el cumplimiento del plan de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento
2.- Implantar reunion anual con evaluacion de indicadores de mantenimiento	Jefe de Mantenimiento
3.- Se sugiere el cambio de la bomba por otra de caracteristicas idoneas para el nuevo producto	
4.-	
5.-	
6.-	
7.-	

Ficha de reporte análisis causa raíz, elaboración propia. Fuente, guía de la universidad

Definición del problema		
Que	Problema(s)	Perdida de parámetros de partida de bomba
Cuando	Fecha/tiempo	2010 - 2016
	Relevancia	Durante operación
Donde	Ubicación	Terminal concepción
	Especificación de la localidad	Separador gravitacional GS-6010
Relevancia	Medio ambiental	No tiene efectos medio ambientales ni a la seguridad
	Seguridad personal/salud	
	Vigilancia	
	Frecuencia	Si bien solo se presenta ocasionalmente, es fundamental para la operación.

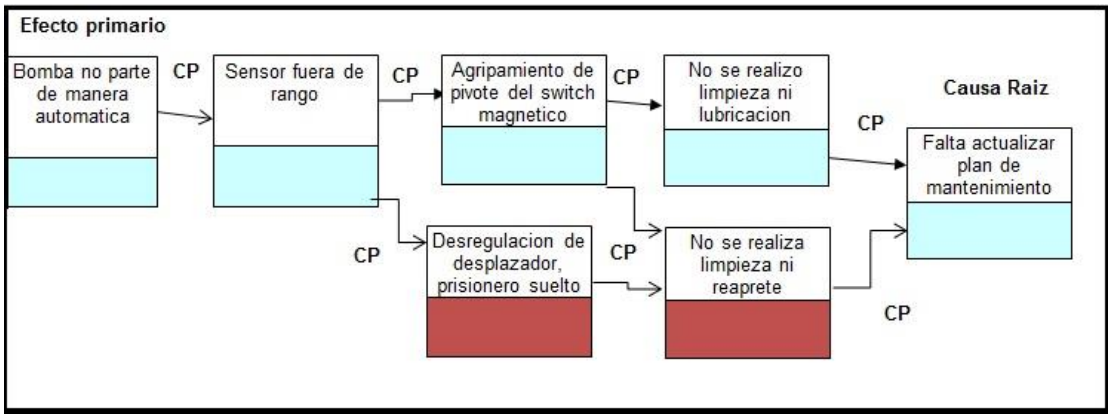


Diagrama causa efecto, elaboración propia.

Universidad Técnica Federico Santa María

Fecha	11-Jun-18
Nº Reporte	03-08

Descripción de evento:

Se a presentado en ocasiones que al enviar producto al separador gravitacional alguna de sus bombas no a partido y se ha tenido que bloquear el drenado de fondo, pero esta falla presenta vital importancia cuando estamos en temporada de lluvias y es la bomba de agua la que tiene el problema, al revisar se detecto que el switch de nivel había perdido su calibración.

Tipo de evento

Prob. Operac.					
Prob. Mant.	x	Funcionario Operaciones		Calidad	
Incidente proceso		Funcionario Mantenimiento			
Trabajo rehecho					
Seguridad					

Sumario del evento

1- Al poner a drenar el agua de un Tanque, o cuando los techos y piletas drenan aguas lluvias la Bomba no parte automaticamente.
2- Personal de mantenimiento revisa y repara equipo encontrando, perdida de regulacion de nivel de partida o agripamiento en el switch
3- Se recolecto informacion relevante de las fallas, y se plantearon las posibles causas.
4- Se acotaron las causas posibles y se realizo el analisis de causa raiz.
5- Con el analisis se determinaron las mejoras pertinentes para evitar que se vuelva a presentar la falla.

Causas raices

1.- No hay actividad de mantenimiento preventivo para el componente
2.- Falta actualizar el plan de mantenimiento
3.-
4.-

Plan de acción (mejoras)	Persona responsable
1.- Realizar nuevo plan de mantenimiento preventivo, fijando la frecuencia de mantenimiento para este componente	Jefe de Mantenimiento
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	
6.-	
7.-	

Ficha de reporte análisis causa raíz, elaboración propia. Fuente, guía de la universidad

2.6 Costos del mantenimiento actual.

Cuando fallan las bombas de agua y crudo del separador gravitacional se reemplazan generalmente los bujes de alineación del eje, el rodamiento de carga, y el anillo de la carcasa, además para esta actividad es necesario un camión grúa que apoya en la extracción y montaje de las bombas al tanque subterráneo, y también debemos considerar el personal involucrado aunque pertenezca a la empresa.

Valor de recursos para reparación de bomba J-6050				
ITEM	**CANTIDAD**	**V. UNITARIO**	**V. TOTAL**	**DESCRIPCION**
1	1	$ 46.000	$ 46.000	Anillo de carcasa (carbón y teflón)
2	2	$ 88.500	$ 177.000	Bujes de alineación eje (carbón)
3	1	$ 55.000	$ 55.000	Rodamiento de bola 5305
4	1	$ 81.000	$ 81.000	Set empaquetaduras
5	1	$ 25.000	$ 25.000	Acoplamiento elastómero
6	1	$ 650.000	$ 650.000	Eje de bomba
7	2	$ 12.000	$ 24.000	Reten (Nitrilo)
8	1	$ 5.600	$ 5.600	Hora Hombre
9	1	$ 30.000	$ 30.000	Relé térmico
10	1	$ 75.000	$ 75.000	Contactor Bobina 110V
11	4	$ 24.000	$ 96.000	Hora de arriendo de camión grúa
12	1	$ 150.000	$ 150.000	Mecanizado de eje
Valor de recursos para reparación de bomba J-6060				
ITEM	**CANTIDAD**	**V. UNITARIO**	**V. TOTAL**	**DESCRIPCION**
1	1	$ 46.000	$ 46.000	Anillo de carcasa (carbón y teflón)
2	3	$ 88.500	$ 265.500	Bujes de alineación eje (carbón)
3	1	$ 55.000	$ 55.000	Rodamiento de bola 5305
4	1	$ 81.000	$ 81.000	Set empaquetaduras
5	1	$ 25.000	$ 25.000	Acoplamiento elastómero
6	1	$ 780.000	$ 780.000	Eje de bomba
7	2	$ 12.000	$ 24.000	Reten (Nitrilo)
8	1	$ 5.600	$ 5.600	Hora Hombre
9	1	$ 30.000	$ 30.000	Relé térmico
10	1	$ 75.000	$ 75.000	Contactor Bobina 110V
11	4	$ 24.000	$ 96.000	Hora de arriendo de camión grúa

Tablas de costos de recursos hasta ahora usados de cada bomba, elaboración propia

Costo por tipos de Fallas de bomba J-6060 desde 2010 - 2016						
ITEM	Año	FALLA	CANT.	RECURSO	TIEMPO (h)	COSTO
1	2010	Terminal o cable cortado	1	Eléctrico	1	$ 5.600
2	2011	Rodamientos y bujes	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	6	$ 144.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			3	Bujes		$ 265.500
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
3	2011	Relé térmico y Contactor en mal estado	1	Eléctrico	2	$ 11.200
			1	Relé térmico		$ 30.000
			1	Contactor		$ 75.000
4	2012	Bujes rotos, eje con desgaste	1	Mecánico	6	$ 33.600
			3	Bujes		$ 265.500
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Mecanizado de eje		$ 150.000
			2	Reten		$ 24.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			1	camión grúa	8	$ 192.000
5	2013	Rodamientos y bujes, eje con desgaste	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	8	$ 192.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			3	Bujes		$ 265.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
			1	Mecanizado de eje		$ 150.000
6	2013	Acoplamiento roto	1	Mecánico	2	$ 11.200
			1	Acoplamiento		$ 25.000
7	2013	bujes con desgaste	1	Mecánico	4	$ 22.400
			1	camión grúa	4	$ 96.000
			3	Bujes		$ 265.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
8	2013	Sensores partida y parada fuera de rango	1	Eléctrico	3	$ 16.800
9	2014	Sensores partida y parada fuera de rango	1	Eléctrico	3	$ 16.800
10	2014	Línea hacia manómetro tapada	1	Mecánico	2	$ 11.200

Costo por tipos de Fallas de bomba J-6060 desde 2010 - 2016						
ITEM	Año	FALLA	CANT.	RECURSO	TIEMPO (h)	COSTO
11	2015	Rodamiento en mal estado bujes quebrados	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	6	$ 144.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			3	Bujes		$ 265.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
12	2015	Eje desgastado bujes quebrados	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	8	$ 192.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			3	Bujes		$ 265.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
			1	Eje de bomba		$ 780.000
13	2016	Rodamiento en mal estado	1	Mecánico	4	$ 22.400
			1	camión grúa	4	$ 96.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			2	Reten		$ 24.000

Costo por tipos de Fallas de bomba J-6060 desde 2010 - 2016						
ITEM	Año	FALLA	CANT.	RECURSO	TIEMPO (h)	COSTO
1	2010	Sensores partida y parada fuera de rango	1	Eléctrico	3	$ 16.800
2	2010	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
3	2011	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
4	2011	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
5	2011	Rodamiento con desgaste	1	Mecánico	4	$ 22.400
			1	camión grúa	4	$ 96.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			2	Reten		$ 24.000
6	2011	Contactor en 2 fases	1	Eléctrico	2	$ 11.200
			1	Contactor		$ 75.000
7	2012	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000

Costo por tipos de Fallas de bomba J-6060 desde 2010 - 2016						
ITEM	Año	FALLA	CANT.	RECURSO	TIEMPO (h)	COSTO
8	2012	Rodamiento en mal estado bujes quebrados	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	6	$ 144.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			2	Bujes		$ 177.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
9	2012	Sensores partida y parada fuera de rango	1	Eléctrico	3	$ 16.800
10	2013	Rodamiento en mal estado bujes quebrados	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	6	$ 144.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			2	Bujes		$ 177.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
11	2013	Relé térmico en rango bajo	1	Eléctrico	1	$ 5.600
12	2013	Terminal o cable cortado	1	Eléctrico	1	$ 5.600
13	2013	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
14	2013	Válvula Check obstruida	1	Mecánico	2	$ 11.200
15	2014	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
16	2014	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
17	2015	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
18	2015	Rodamientos y bujes	1	Mecánico	6	$ 33.600
			1	camión grúa	6	$ 144.000
			1	Rodamiento		$ 55.000
			2	Bujes		$ 177.000
			1	Anillo de carcasa		$ 46.000
			1	Set empaquetaduras		$ 81.000
			2	Reten		$ 24.000
19	2015	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000
20	2016	Succión obstruida	1	Mecánico	3	$ 16.800
			1	camión grúa	4	$ 96.000

Tablas de costos por falla para las bombas J-6050 y J-6060, elaboración propia

TOTAL DE COSTOS ANUALES POR BOMBA							
AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
J-6060	$ 5.600	$ 765.300	$ 792.100	$ 1.410.000	$ 28.000	$ 2.125.200	$ 197.400
J-6050	$ 129.600	$ 509.200	$ 690.200	$ 695.800	$ 225.600	$ 786.200	$ 112.800

Tabla de costos anuales por Bomba, elaboración propia.

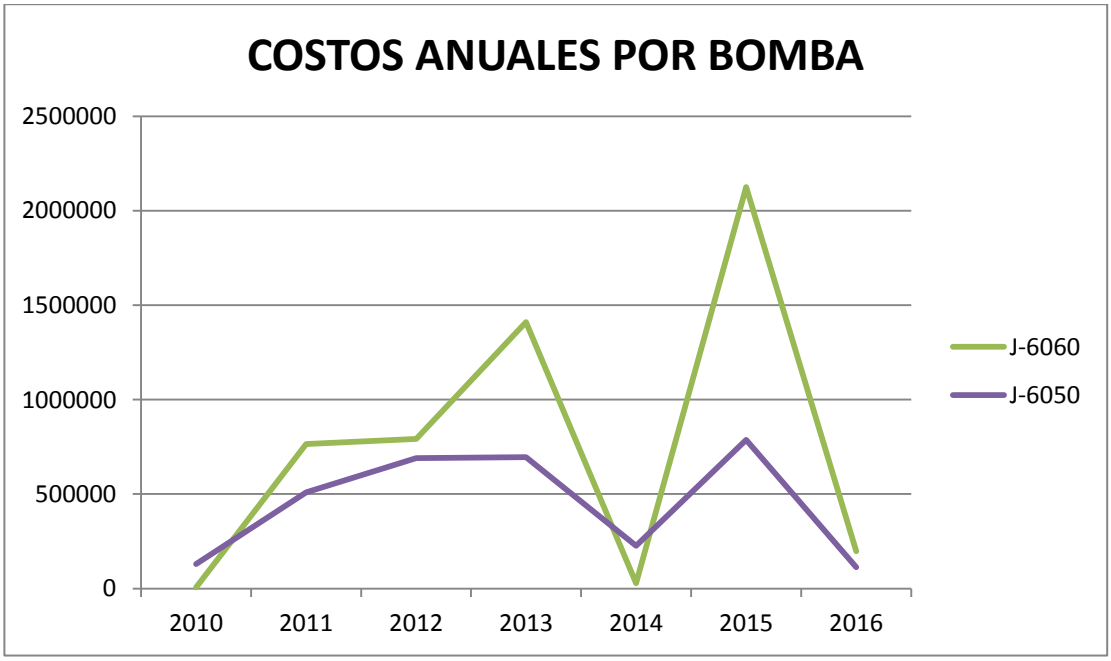


Gráfico de costos anuales de mantenimiento por Bomba, elaboración propia

Observando el grafico podemos entender que no hay un claro patrón de mantenimiento para el equipo sino que se espera a que este falle para intervenir, lo que claramente no es ni rentable ni aceptable para presentarnos de manera confiable para nuestro socio comercial, es por esto que ordenar el sistema de mantenimiento preventivo y mejorar el control sobre los equipos resulta tan atractivo para generar esta memoria.

CAPITULO III

PLAN DE MANTENIMIENTO.

3.1 Determinación de criticidad.

Es muy importante conocer la importancia de cada uno de los equipos. La criticidad se refiere precisamente a eso, a la incidencia de cada equipo en el proceso productivo. Tradicionalmente las empresas analizan la criticidad considerando solo la incidencia en la producción. Sin embargo hay muchos otros factores que son importantes y necesarios tener en cuenta, los cuales se utilizarán en este caso, tales como seguridad, mantenimiento e implícitamente los costos.

Para continuar con este análisis es necesario dar las siguientes definiciones:

Equipo crítico: Es aquel que mayoritariamente presenta riesgos para la seguridad y medio ambiente, afecta directamente el proceso de producción en caso de dificultades o en su no funcionamiento. Los costos de mantenerlo son altos y registra las más altas tasas de fallas.

Equipo semicrítico: Es aquel que posee una tasa de fallas regular y tiene un mantenimiento con un nivel normal de complejidad. Dependiendo el caso, una falla en él puede afectar al proceso. En ocasiones afecta directamente la seguridad.

Equipo no crítico: Es aquel que posee una tasa de fallas prácticamente nula y bajo costo de mantenimiento. Una falla en él o su normal funcionamiento no inciden directamente en el proceso ni la seguridad.

No se puede clasificar a cada equipo directamente en alguna de las definiciones anteriores para saber su nivel de criticidad. Hay que hacerlo a través de una serie de preguntas o parámetros que se desprenden de estas definiciones y que logran una mejor representación del funcionamiento del equipo. Es por esto que se utiliza el siguiente método que consiste en considerar para cada equipo la "criticidad", que está dada por la siguiente expresión:

Criticidad = Frecuencia de fallas x Factor de criticidad
C = FF x (IP + IS + IM + CM)

De donde:

Frecuencia de fallas: N° de fallas en un tiempo determinado.

Factor de criticidad: Suma de la valoración del impacto en el proceso productivo, del impacto en seguridad, del impacto en el mantenimiento y el impacto en el costo del mantenimiento.

La valoración de la frecuencia de fallas se obtiene de una estimación de la tasa de fallas, para este estudio vamos a definir un plazo de 7 años como se señaló en los alcances de esta memoria.

Frecuencia de fallas (FF)	Valor
¿Cuán frecuente falló el equipo?	
Menos de 5 veces en 7 años	**1**
Entre 5 y 10 veces en 7 años	**2**
Entre 10 y 20 veces en 7 años	**3**
Más de 20 veces en 7 años	**4**

Impacto en el proceso (IP)	Valor
Detiene el Proceso / no hay equipo alternativo	**4**
Si el equipo para repercute en otros	**3**
Detiene parte del proceso pero hay otra alternativa	**2**
No afecta al proceso	**1**

Impacto en la seguridad (IS)	Valor
¿Cuál es el riesgo al operar el equipo?	
No hay riesgo para su operación	**1**
Riesgos normales y previsibles	**2**
Lesiones leves	**3**
Peligro de contacto directo con alto voltaje o gases	**4**

Impacto en el costo del mantenimiento	Valor
¿Cuál es el costo anual de mantenimiento?	
Menor a 500.000 pesos	**1**
Entre 500.000 y 1.500.000 pesos	**2**
Entre 1.500.000 y 5.000.000 pesos	**3**
Mayor a 5.000.000 pesos	**4**

Impacto en el mantenimiento (IM)	Valor
Equipo de alta tecnología o debe repararse lo antes posible	**4**
Se requiere gran cantidad de recursos HH o maquinas	**3**
Mantenimiento de complejidad técnica normal	**2**
Sin complejidad técnica o puede repararse cuando sea	**1**

Los rangos que se definieron para clasificar el nivel de criticidad de los equipos son los siguientes:

Si el puntaje de criticidad está en el rango [4-15], el equipo es NO CRÍTICO.

Si el puntaje de criticidad está en el rango [16-35], el equipo es SEMICRÍTICO.

Si el puntaje de criticidad está en el rango [36-64], el equipo es CRÍTICO.

3.1.1 Matriz de Criticidad

Frecuencia de falla													
1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
3	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
4	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**

Factor de criticidad

NO CRÍTICO

SEMI CRÍTICO

CRITICO

Por lo tanto el funcionamiento de esta matriz consiste en considerar un equipo, evaluarlo en los parámetros de frecuencia de fallas y obtener su puntuación única. Posteriormente evaluarlo en cada uno de los parámetros de factores de criticidad,

obteniendo un único puntaje para cada tabla, los cuales deben sumarse. Con estos dos puntajes finales se ingresa a la matriz, se busca la intercepción y se puede determinar la criticidad. A continuación se evaluaran los equipos pertenecientes al subsistema que es objeto de la presente memoria.

3.1.2 Evaluación de criticidad

Equipo: Bomba J-6050, retorno de crudo.

Frecuencia de falla	**Valor**
Más de 20 veces en 7 años	4

Factores de criticidad	**Valor**
Impacto en seguridad	1
Impacto en el proceso	4
Impacto en Mantenimiento	3
Costo de mantenimiento	1
TOTAL	9

Evaluando en la matriz con los valores de 4 y 9, podemos observar que es un equipo CRITICO.

Equipo: Bomba J-6060, Transporte agua a piscinas.

Frecuencia de falla	**Valor**
Entre 10 y 20 veces en 7 años	3

Factores de criticidad	**Valor**
Impacto en seguridad	1
Impacto en el proceso	4
Impacto en Mantenimiento	3
Costo de mantenimiento	2
TOTAL	10

Evaluando en la matriz con los valores de 3 y 9, podemos observar que es un equipo SEMI CRITICO.

Equipo: Separador Gravitacional GS-6010

Frecuencia de falla	**Valor**
Menos de 5 veces en 7 años	**1**

Factores de criticidad	Valor
Impacto en seguridad	2
Impacto en el proceso	4
Impacto en Mantenimiento	4
Costo de mantenimiento	1
TOTAL	11

Evaluando en la matriz con los valores de 1 y 11, podemos observar que es un equipo NO CRITICO.

3.2 AMEF

Al evaluar la criticidad de las bombas pertenecientes al sistema de separación gravitacional de petróleo y agua, y siendo estas crítica y semi critica, nos podemos hacer la idea de la importancia del separador en conjunto, es por esto que a continuación se describirá la descomposición del equipo en subsistemas e ítems mantenibles.

Primero se ordenaran en base a la norma ISO14224 según su función y aplicación.

CLASE EQUIPO	FUNCION	TIPO DE EQUIPO	APLICACIÓN
Separador Gravitacional	Separar fases	Tanque subterráneo	Separar el agua del crudo
Bomba	Impulsar líquidos	Bomba centrifuga vertical	Impulsar agua contaminada hacia piscinas
Bomba	Impulsar líquidos	Bomba centrifuga vertical	Retornar crudo a estanques

Tabla Identificación función tipo y aplicación, elaboración propia

DATOS ESPECIFICOS BOMBA J-6050	
NOMBRE	DESCRIPCION
Accionador	M-6050
Tipo de accionador	Motor eléctrico
Fluido manipulado	Petróleo crudo
Corrosividad del fluido	Moderado
Aplicación	Retorno de crudo a estanques
Diseño	Centrifuga vertical
Presión descarga	2,8 (Bar)
Orientación eje	Vertical
Sello de Eje	Empaquetado
Acoplamiento	Flexible

Tabla de datos Bomba J-6050, elaboración propia

DATOS ESPECIFICOS BOMBA J-6060	
NOMBRE	DESCRIPCION
Accionador	M-6060
Tipo de accionador	Motor eléctrico
Fluido manipulado	Agua
Corrosividad del fluido	Moderado
Aplicación	Envío de agua a piscinas
Diseño	Centrifuga vertical
Presión descarga	1,2 (Bar)
Orientación eje	Vertical
Sello de Eje	Empaquetado
Acoplamiento	Flexible

Tabla de datos Bomba J-6060, elaboración propia

DATOS ESPECIFICOS GS-6010	
NOMBRE	DESCRIPCION
Tipo de estanque	Cilíndrico Horizontal
Dimensiones	2,2 (m) diámetro ; 9 (m) largo
Capacidad	34 (m^3)

Tabla características GS-6010, elaboración propia

El siguiente paso es el ordenamiento en subsistemas y componente

CLASE	SEPARADOR GRAVITACIONAL	
SUBSISTEMA / COMPONENTE	ALMACENAMIENTO	MISCELANEOS
1	TANQUE SEPARADOR	VENTEO
2	TANQUE INTERNO CRUDO	DEFLECTORES
3	TANQUE SUMIDERO AGUA	ENTRADAS Y ARRANQUES

Tabla detalle de subsistema separador gravitacional, elaboración propia

CLASE	BOMBAS			
SUBSISTEMA / COMPONENTE	ACCIONADOR	SISTEMA BOMBEO	CONTROL Y ALIMENTACION	MISCELANEOS
1	ROTOR	VOLUTA	SENSORES PARTIDA Y PARADA	BRIDAS
2	BOBINADO	IMPULSOR	SENSOR DE ALTO NIVEL	MANOMETROS
3	RODAMIENTOS	EJE	ACTUACION MANUAL	VALVULAS
4	VENTILADOR	BUJES GUIA	DISYUNTOR	
5	CAJA CONEXIONES	COLLARIN DE CARCAZA	CONTACTOR	

CLASE	BOMBAS			
SUBSISTEMA COMPONENTE	ACCIONADOR	SISTEMA BOMBEO	CONTROL Y ALIMENTACION	MISCELANEOS
6	ACOPLAMIENTO	RODAMIENTO ANGULAR	RELE TERMICO	
7		TUERCA FIJACION DE EJE	CONTROL	
8		CAJA DE RODAMIENTO	ALIMENTACION	
9		RETENES		
10		PRENSA DE EMPAQUE		
11		CAÑERIAS DESCARGA		
12		TUBOS DE LUBRICACION		

Tabla detalle de subsistema bombas, elaboración propia

A continuación se realiza un análisis de los modos de falla, enfocándonos en la función que debe realizar nuestro equipo, ya que nos interesa cumplir con esta función, no mantener el equipo libre de todo síntoma.

SUBSISTEMA	FUNCION DEL SUBSISTEMA	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	COMPONENTE AFECTADO	CAUSA DE FALLA
Bomba J-6050	Bombear crudo desde gravitacional a estanques de almacenamiento, a 2,8 bar y 13m³/h	No bombear a 2,8 bar y 13m³/h	Alta presión de salida	impulsor	Crudo con API bajo
				cañería de descarga	obstrucción
			Baja presión de salida	impulsor	Rejilla de succión tapada
					sensor descontrolado
					impulsor deteriorado
			Bajo flujo	impulsor	Crudo de API bajo
					impulsor deteriorado
				cañeria de descarga	obstrucción
				Bujes guía	bujes deteriorados
				rodamiento	rodamiento deteriorado
		No bombear	No arranca al alcanzar nivel	sensor de partida y parada	sensor descontrolado
					sensor con exceso de borra
			no arranca	relé térmico	deficiente aislación
					obstrucción en impeler
					agripamiento en bujes
				motor eléctrico	Rotor en corto
					Bobina en corto
		Funcionamiento fuera de parámetros	vibración excesiva	rodamiento	desgaste
					desalineamiento
				Bujes guía	desgaste
					deterioro
				impulsor	cavitación
				eje	deformación
			sobre calentamiento	impulsor	obstrucción
				rodamiento	desalineamiento
					falta de lubricación
				Bujes guía	falta de lubricación

SUBSISTEMA	FUNCION DEL SUBSISTEMA	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	COMPONENTE AFECTADO	CAUSA DE FALLA
Bomba J-6060	Impulsar agua contaminada hacia piscinas de tratamiento, a 1,2 bar y 95m³/h	No bombear a 1,2 bar y 95m³/h	Alta presión de salida	cañeria de descarga	obstrucción
			Baja presión de salida	impulsor	Rejilla de succión tapada
					sensor descontrolado
					impulsor deteriorado
			Bajo flujo	impulsor	impulsor deteriorado
				cañeria de descarga	obstrucción
				Bujes guía	bujes deteriorados
				rodamiento	rodamiento deteriorado
		No bombear	No arranca al alcanzar nivel	sensor de partida y parada	sensor descontrolado
					sensor con exceso de borra
			no arranca	relé térmico	deficiente aislación
					obstrucción en impeler
					agripamiento en bujes
				motor eléctrico	Rotor en corto
					Bobina en corto
		Funcionamiento fuera de parámetros	vibración excesiva	rodamiento	desgaste
					agripamiento
				Bujes guía	desgaste
					deterioro
				impulsor	cavitación
				eje	deformación
			sobre calentamiento	impulsor	obstrucción
				rodamiento	falta de lubricación
				Bujes guía	falta de lubricación
Separador gravitacional GS-6010	separar el agua del crudo por medio de diferencia de densidades	no separar agua de crudo	envío de crudo a tanque de agua	bafles	alto flujo de entrada
			deficiencia estructural	tanques subterráneos	rotura en el tanque
			atascamiento	líneas internas	obstrucción

3.3 Plan de actividades

Finalmente después de los análisis de criticidad y de modos de fallas continuaremos con el listado de actividades de mantenimiento sugeridas para el equipo en estudio, para definir las tareas vamos a listar primero los componentes, que son los que en

definitiva presentan las fallas y propondremos ya sea una inspección o un control de sus parámetros de funcionamiento.

Para definir la frecuencia de las actividades se tomó en consideración diversos aspectos que tienen relación con la prevención de las fallas, así como también se tendrán que usar otros para reajustar eventualmente las frecuencias, los criterios son los siguientes:

- Historial de fallas (análisis de Pareto)
- Análisis causa raíz
- Recomendaciones del fabricante
- Consideración de diseño y operación

Y posteriormente durante la implementación del plan de mantenimiento deberán considerarse:

- Las actividades de monitoreo predictivo
- Control del plan de mantenimiento.

Con la implementación de este plan se espera no tener que realizar cambios de componentes en al menos 3 años, periodo después del cual debiese realizarse un cambio de bujes según catálogo.

A continuación se muestran las tablas con las actividades de mantenimiento propuestas con su respectiva frecuencia de realización, el personal responsable de ejecutarlas y en algunos casos los parámetros de aceptación del componente.

CLASE	SEPARADOR GRAVITACIONAL			
SUBSISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
ALMACENAMIENTO	Tanque separador	Limpieza interna	Anual	Jefe mtto.
		Inspeccionar roturas	Trienal	Jefe mtto.
	Tanque interno crudo	Limpieza interna	Semestral	Jefe mtto.
		Inspeccionar roturas	Trienal	Jefe mtto.
	Tanque agua	Inspeccionar roturas	Trienal	Jefe mtto.

Tabla de actividades preventivas para el separador gravitacional, elaboración propia.

CLASE	BOMBAS				
SUBSISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	OBSERVACION
MOTOR	Bobinado	Medir aislación	Anual	Eléctrico mtto.	< 0,5 MΩ, Bobinar
	Rodamientos	Medir Vibraciones	Trimestral	Mecánico mtto.	> 3,5 mm/s, Cambiar
		Lubricar	Trimestral	Mecánico mtto.	
	Caja de conexiones	Inspección y reaprete	Semestral	Eléctrico mtto.	
	Acoplamiento	Inspeccionar	Anual	Mecánico mtto.	
SISTEMA BOMBEO	Carcaza	Inspeccionar	Anual	Mecánico mtto.	Desgaste o corrosión > 3,2mm reparar
	Impulsor	Inspeccionar	Anual	Mecánico mtto.	Desgaste > 1,6mm cambiar
	Eje	Verificar por deflexión	Anual	Mecánico mtto.	
	Bujes	Lubricar	Trimestral	Mecánico mtto.	
		Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico mtto.	> 0,005" , cambiar
	Collarín de carcaza	Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico mtto.	> 0,03", cambiar
	Rodamiento	Lubricar	Trimestral	Mecánico mtto.	

CLASE	BOMBAS				
SUBSISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	OBSERVACION
SISTEMA BOMBEO	Rodamiento	Medir Vibraciones	Trimestral	Mecánico mtto.	> 3,5 mm/s, Cambiar
		Inspeccionar	Anual	Mecánico mtto.	A juicio de técnico cambiar
	Cañeria Descarga	Verificar presión de trabajo	Diario	Operador turno	
		Inspeccionar obstrucción	Anual	Mecánico mtto.	
CONTROL Y ALIMENTA CION	Sensores de nivel	Verificar funcionamiento	Semestral	Mecánico mtto.	
	Disyuntor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico mtto.	
	Contactor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico mtto.	
	Relé Térmico	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico mtto.	
		Medir consumo	Mensual	Eléctrico mtto.	
	Alimentación	Medir aislación	Anual	Eléctrico mtto.	< 0,5 MΩ, Cambiar cable

Tabla de actividades preventivas para las Bombas, elaboración propia

El programa de mantenimiento como documento se encuentra anexo al final de la memoria.

3.4 Procedimientos de mantenimiento.

Los procedimientos son parte fundamental de un programa de mantenimiento, ya que aseguran que el personal involucrado en las reparaciones conozca la manera efectiva y segura en que debe realizarse el mantenimiento para cada equipo.

Para este programa se crearon los procedimientos de manera que su entendimiento sea fácil, que sean breves y precisos, estos procedimientos deben revisarse anualmente para actualizarlos y que sean una herramienta de aporte para el mantenedor.

Los Procedimientos están anexos al final de esta memoria.

3.5 Control del plan de mantenimiento

Para que el programa de mantenimiento sea realmente efectivo en el tiempo, es necesario asegurar que se adapte a las variaciones, de manera que se mantenga vigente y actualizado, para esto se propone la creación de una hoja de vida para los equipos, además de llevar un control y seguimiento a las tareas de mantenimiento por medio de planillas de control de mantenimiento correctivo y preventivo, las cuales se apreciaran en las siguientes imágenes.

OT Oleoducto Trasandino Chile	HOJA DE VIDA DEL EQUIPO

EQUIPO	UBICACION

FECHA		N° OT	DESCRIPCION	TIPO MTTO.		RESPONSABLE
INICIO	TERMINO			PREV	CORR.	

Imagen de Planilla de hoja de vida para los equipos, elaboración propia.

OT Oleoducto Trasandino Chile	**REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Fecha inicio Fecha termino	Realizado por:	HH:
N° OT	Equipo:	

Naturaleza de la falla

Mecanica ☐	Electrica ☐	Operacional ☐

Tipo de falla

Evidente ☐	Progresiva ☐	Parcial ☐
Oculta ☐	Repentina ☐	Total ☐

Descripcion y Diagnostico	Repuestos e insumos utilizados

Actividades realizadas

Imagen de Planilla de control de mantenimiento correctivo, elaboración propia.

OT Oleoducto Trasandino Chile	**REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**	
Fecha inicio Fecha termino	Realizado por:	HH:
N° OT	Equipo:	

¿Se encontraron anomalias?
No ☐ Si (especifique) _____

EVALUACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

☐	DEFICIENTE	La condicion del equipo es de deterioro en su funcionamiento es necesario intervenir inmediatamente, debe evaluarse reducir la frecuencia de mantenimiento
☐	FUNCIONAL	La condicion del equipo es adecuada para realizar su funcion, la degradacion es la esperada, la frecuencia de mantenimiento es la correcta
☐	OPTIMO	La condicion del equipo es similar a la que tenia finalizado el mantenimiento preventivo anterior, evaluar el aumento en la frecuencia de mantenimiento

¿Se necesita realizar cambios en las actividades del plan de mantenimiento?
No ☐ Si (especifique) _____

Imagen de Planilla de hoja de vida para los equipos, elaboración propia.

3.5.1 Indicadores de Mantenimiento.

Finalmente también se sugieren indicadores de mantenimiento para de alguna manera mostrar el desempeño de la gestión del mantenimiento en los equipos.

Indicador de mantenimiento por Fallas y mantenimiento programado

$$\textbf{HFP} = \frac{\textbf{Horas de mantenimiento por falla}}{\textbf{Horas de mantenimiento programado}}$$

Permite conocer cuan confiables son los equipos a los que se aplica el plan de mantenimiento, es la relación entre fallas atendidas y el programa de mantenimiento.

Indicador de la eficiencia en la ejecución del plan de mantenimiento

$$\textbf{EEP} = \frac{\textbf{Cantidad de actividades programadas ejecutadas}}{\textbf{Cantidad total de actividades programadas}}$$

Este indicador nos muestra la eficiencia del grupo de mantenimiento o la eficiencia del programador, ya que establece la relación entre las actividades programadas que se han ejecutado y las actividades que se han programado en total.

3.6 Modificaciones sugeridas

Como último punto en este programa de mantenimiento se sugerirán actividades para disminuir los costos en intervenciones y solucionar eventualmente una posible falla en el equipo, las sugerencias son las siguientes.

- Traslado de un brazo grúa que se utilizaba en una etapa del proceso original de la empresa, pero que hoy en día se encuentra en desuso y nos facilitaría la tarea de retiro de las bombas, sin depender de un camión grúa ni el costo que este implica.
- Instalación de línea de lavado para la rejilla de succión, línea que el fabricante instala en algunos modelos, pero que no existen en las bombas actualmente, lo que solucionaría la obstrucción de la bomba al menos por el problema de borras debido a crudos de API bajos.

3.7 Stock de repuestos.

Es necesario mantener un stock de repuestos en bodega para no tener demoras en las reparaciones.

Este stock debe actualizarse periódicamente para asegurar que se dispone de la mínima cantidad de repuestos para no tener tiempos excesivos fuera de servicio al intervenir los equipos, para esta revisión es recomendable realizar una lista de los repuestos necesarios que se tienen en la bodega, y realizar la solicitud de compra de repuestos cuando se alcance el número mínimo necesario y no quedar con stock cero de algún repuesto crítico.

A continuación se listaran los repuestos existentes relacionados con el equipo en estudio.

REPUESTO	DESCRIPCION	N° PARTE	CANT.
HSG STDY BRG RDSN	Caja porta buje	C00801B01 1000	2
CVR SUCT 1x1,5 -8 RDSN	Cubierta de succión Bba crudo	C00769B 1000	2
COLLAR CSG TEF ST/S WP ENCL	Buje corto guía de impulsor	B00590B01 0000	4
BEARING STDY CARB ST/S GP RDSN	Buje de alineación	B00266B01 0000	3
PACKING SB ST/S GP 4 RING	Kit empaquetadura trenzada	B01042B01-5026	6
GASKET CVR .0064TK FLG ST GP 006	Kit empaquetaduras bomba	B00003B04-5136	1
CVR BRG DR ST/S GP RBR	Sello de laberinto	B00177B 0000	1

Para que un repuesto sea considerado como critico debe pertenecer a una maquina critica, y además debido a su costo o plazo de entrega es necesario disponer de al menos una unidad en stock de manera permanente.

Para cumplir con lo anterior se realizó una tabla con los repuestos mínimos que son necesarios mantener en stock, esto se determinó con ayuda del inventario e investigación de costos de los repuestos y plazos de entrega con los proveedores.

REPUESTO	DESCRIPCION	N° PARTE	CANT.
IMPLR 1x1,5 -8 6in	Impulsor Bba crudo	C00773B25	1
CVR SUCT 1x1,5 -8 RDSN	Cubierta de succión Bba crudo	C00769B 1000	1
IMPLR 4x4 -8 8.12in	Impulsor Bba agua	78-223 42 1102	1
CVR SUCT 4x4 -8	Cubierta de succión Bba agua	80-230 1000	1
PUMPSHAFT S GP RDSN W/USB	Eje de Bba crudo	D00247B38 2205	1
PUMPSHAFT ST GP RDSN W/SB	Eje de Bba agua	D00617B30 2205	1
HSG STDY BRG RDSN	Caja porta buje	C00801B01 1000	1
COLLAR CSG TEF ST/S WP ENCL	Buje corto guía de impulsor	B00590B01 0000	1
BEARING STDY CARB ST/S GP RDSN	Buje de alineación	B00266B01 0000	3
PACKING SB ST/S GP 4 RING	Kit empaquetadura trenzada	B01042B01-5026	1
GASKET CVR .0064TK FLG ST GP 006	Kit empaquetaduras bomba	B00003B04-5136	1
CVR BRG DR ST/S GP RBR	Sello de laberinto	B00177B 0000	1
HS DPDT	Switch magnético	3160-096	1
316SS 2-1/2 x 7-1/2	Desplazador de nivel	3130-097	1

Finalmente con este Stock de repuestos seleccionado se asegura una respuesta rápida ante cualquier falla eventual, lo que se traduce en una mayor disponibilidad, pero no debemos olvidar el costo que significa en inversión inicial el adquirir este stock, por lo que se realizó una tabla calculando los costos de los repuestos y finalmente se sumaron los costos de los repuestos que no se encuentran en bodega actualmente.

DESCRIPCION	N° PARTE	CANT.	VALOR
Impulsor Bba crudo	C00773B25	1	$ 245.000
Cubierta de succión Bba crudo	C00769B 1000	1	$ 165.000
Impulsor Bba agua	78-223 42 1102	1	$ 556.000
Cubierta de succión Bba agua	80-230 1000	1	$ 347.000
Eje de Bba crudo	D00247B38 2205	1	$ 650.000

DESCRIPCION	N° PARTE	CANT.	VALOR
Eje de Bba agua	D00617B30 2205	1	$ 780.000
Caja porta buje	C00801B01 1000	1	$ 215.000
Buje corto guía de impulsor	B00590B01 0000	1	$ 46.000
Buje de alineación	B00266B01 0000	3	$ 88.500
Kit empaquetadura trenzada	B01042B01-5026	1	$ 18.720
Kit empaquetaduras bomba	B00003B04-5136	1	$ 81.000
Sello de laberinto	B00177B 0000	1	$ 26.200
Switch magnético	3160-096	1	$ 196.500
Desplazador de nivel	3130-097	1	$ 65.500
		TOTAL	$ 2.840.000

En Naranja se seleccionaron los repuestos con los que ya se dispone y se sumaron los costos de los faltantes.

CAPITULO IV

ESTUDIO DE COSTOS

Para demostrar o concluir la rentabilidad de un proyecto debemos realizar un análisis de costos asociados a nuestra propuesta, en donde se deben incluir todos los recursos que van a ser variables a la hora del presupuesto para nuestro plan de mantenimiento.

Posteriormente se debe contrarrestar nuestro costo de mantenimiento preventivo contra el sistema actual en operación del mantenimiento, es decir los costos asociados al mantenimiento correctivo que se aplica hoy en nuestra empresa en cuestión, finalmente podremos concluir si nuestra propuesta es factible o solamente ideológica.

4.1 Costos de la propuesta de mantenimiento.

Las siguientes tablas muestran el costo del mantenimiento preventivo propuesto ordenando por clase de sistema hasta componente, sus actividades programadas y los costos de HH para esas tareas.

Luego se mostraran las tablas de costos por trabajos externalizados, tabla de insumos para el mantenimiento propuesto y finalmente el costo del Stock de repuestos que se planea sean necesarios para cuatro años.

CLASE	BOMBAS COSTO ANUAL DE HH PARA MANTENIMIENTO					
SUBSISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	Frec. Anual	HH	Valor HH	Costo Anual
ACCIONADOR	Bobinado	Medir aislación	1	1	$ 5.600	$ 5.600
	Rodamientos	Medir Vibraciones	4	1	$ 5.600	$ 22.400
		Lubricar	4	0,5	$ 2.800	$ 11.200
	Caja de conexiones	Inspección y reaprete	2	0,5	$ 2.800	$ 5.600
	Acoplamiento	Inspeccionar	1	0,25	$ 1.400	$ 1.400
SISTEMA BOMBEO	Carcaza	Inspeccionar	1	0,25	$ 1.400	$ 1.400
	Impulsor	Inspeccionar	1	0,25	$ 1.400	$ 1.400
	Eje	Verificar por deflexión	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Bujes	Lubricar	4	0,5	$ 2.800	$ 11.200
		Inspeccionar desgaste	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Collarín de carcaza	Inspeccionar desgaste	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Rodamiento	Lubricar	4	0,5	$ 2.800	$ 11.200
		Medir Vibraciones	4	1	$ 5.600	$ 22.400
		Inspeccionar	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Cañeria Descarga	Verificar presión de trabajo	1	0,08	$ 616	$ 67.760
		Inspeccionar obstrucción	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
CONTROL Y ALIMENTACION	Sensores de nivel	Verificar funcionamiento	2	2	$ 11.200	$ 22.400
	Disyuntor	Limpieza y reaprete	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Contactor	Limpieza y reaprete	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
	Relé Térmico	Limpieza y reaprete	1	0,5	$ 2.800	$ 2.800
		Medir consumo	2	0,5	$ 2.800	$ 5.600
	Alimentación	Medir aislación	1	1	$ 5.600	$ 5.600
					TOTAL	$ 217.560

CLASE	SEPARADOR GRAVITACIONAL COSTO ANUAL DE HH PARA MANTENIMIENTO					
SUBSISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	Frec. Anual	HH	Valor HH	Costo Anual
ALMACENAMIENTO	Tanque separador	Limpieza interna	1	4	$ 22.400	$ 22.400
		Inspeccionar roturas	0,33	16	$ 89.600	$ 29.568
	Tanque interno crudo	Limpieza interna	2	4	$ 22.400	$ 44.800
		Inspeccionar roturas	0,33	16	$ 89.600	$ 29.568
	Tanque agua	Inspeccionar roturas	0,33	16	$ 89.600	$ 29.568
					TOTAL	$ 155.904

COSTO TOTAL DE HH	$ 373.464

COSTO ANUAL DE ACTIVIDADES EXTERNALIZADAS						
COMPONENTE	ACTIVIDAD	Frec. Anual	Descripción	Cantidad	V. Unitario	V. total
Tanque separador	Limpieza interna	1	Hora arriendo camión Vacío	4	$ 25.000	$ 100.000
	Inspeccionar roturas	0,33	Inspección contratista	1	$ 600.000	$ 198.000
Tanque interno crudo	Limpieza interna	2	Hora arriendo camión Vacío	4	$ 25.000	$ 200.000
	Inspeccionar roturas	0,33	Inspección contratista	1	$ 600.000	$ 198.000
Tanque agua	Inspeccionar roturas	0,33	Inspección contratista	1	$ 600.000	$ 198.000
					TOTAL	$ 894.000

INSUMOS PARA MANTENIMIENTO ANUAL				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Lata de limpia contactos	1	$ 16.000	$ 16.000
2	Tineta desengrasante, WRD Spartan	1	$ 65.000	$ 65.000
3	Tineta grasa Mobil, mobilith AW2	0,5	$ 120.000	$ 60.000
			TOTAL	$ 141.000

STOCK DE REPUESTOS CADA 4 AÑOS				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	V.UNITARIO	V. TOTAL
1	Anillo de carcaza (Carbón y teflón)	2	$ 46.000	$ 92.000
2	Bujes de alineación eje (Carbón)	5	$ 88.500	$ 442.500
3	Rodamiento contacto angular	2	$ 55.000	$ 110.000
4	Reten (Nitrilo)	2	$ 12.000	$ 24.000
5	Kit empaquetaduras	8	$ 81.000	$ 648.000
			TOTAL	$ 1.316.500
			VALOR POR AÑO	$ 329.125

TRABAJOS SUGERIDOS PARA MEJORA		
ITEM	ACTIVIDAD	COSTO
1	Arriendo de camión grúa para traslado de brazo	$ 96.000
2	Construcción de base de soporte de brazo	$ 250.000
3	materiales para fabricación de línea de lavado	$ 60.000
4	HH para instalación y armado de línea de lavado	$ 89.600
	TOTAL	$ 495.600

COSTO ANUAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	Costo de HH para plan anual	$ 373.464
2	Costo anual de actividades externas	$ 894.000
3	Costo de insumos para plan anual	$ 141.000
4	Costo de Stock de repuestos por año	$ 329.125
5	Costo Inicial de Stock de repuestos	$ 2.840.000
	TOTAL	$ 4.577.589

4.2 Contraste entre el mantenimiento propuesto y el sistema actual.

En este punto ya hemos presentado nuestra propuesta para el mantenimiento preventivo, sin embargo es necesario llevar a cabo una comparación entre los costos que proponemos para mejorar nuestra confiabilidad frente a nuestro cliente y el costo que hasta ahora se ha desembolsado en el mantenimiento correctivo del equipo en cuestión, es por esto que retomaremos los costos presentados en el segundo capítulo de este estudio y profundizaremos añadiendo a los costos asociados a las fallas propiamente tales, los costos o mas bien las multas que se han debido pagar por no cumplir con nuestro contrato debido a indisponibilidades mayores a 48 horas de las instalaciones, a continuación se detallaran los costos antes mencionados y finalmente se realizará la comparativa entre los costos para ambos sistemas de mantenimiento.

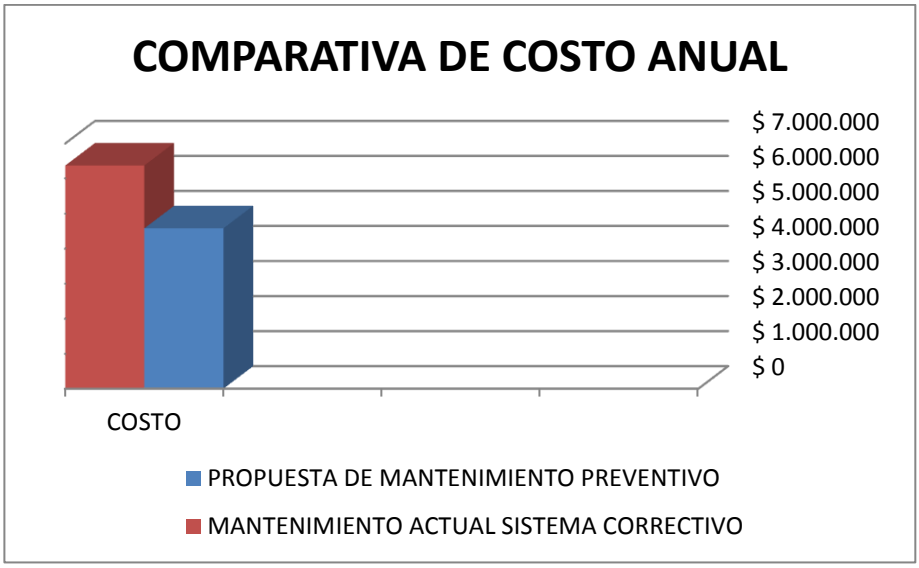
TOTAL DE COSTOS ANUALES POR BOMBA							
AÑO	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
J-6060	$ 5.600	$ 765.300	$ 792.100	$ 1.410.000	$ 28.000	$ 2.125.200	$ 197.400
J-6050	$ 129.600	$ 509.200	$ 690.200	$ 695.800	$ 225.600	$ 786.200	$ 112.800

COSTO EN 7 AÑOS	
TOTAL	PROMEDIO
$ 5.323.600	$ 760.514
$ 3.149.400	$ 449.914
$ 8.473.000	$ 1.210.429

MULTAS CURSADAS POR ENAP POR CONCEPTO DE INDISPONIBILIDAD DE INSTALACIONES 2010 - 2016		
AÑO	MULTA EN US$	VALOR EN CL$
2012	$ 19.200	$ 11.673.600
2013	$ 31.200	$ 18.969.600
2015	$ 9.000	$ 5.472.000
	TOTAL PERIODO ESTUDIO	$ 36.115.200

COSTO TOTAL DE MODELO ACTUAL DE MANTENIMIENTO		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO
1	COSTO MTTO. CORRECTIVO	$ 8.473.000
2	MULTAS POR INDISPONIBILIDAD	$ 36.115.200
	TOTAL	$ 44.588.200
	COSTO ANUAL	$ 6.369.743

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO	COSTO
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$ 4.577.589
MANTENIMIENTO ACTUAL SISTEMA CORRECTIVO	$ 6.369.743



CONCLUSIONES

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo y más aún, el cumplimiento y seguimiento del mismo a conciencia trae grandes beneficios económicos a largo plazo y en este caso nos ayuda a presentarnos como una empresa confiable.

Si se trata de analizar el costo de intervenir un equipo cuando este presenta una falla versus el costo de adelantarse a la falla y prevenirla generalmente el gasto de recursos es menor en el mantenimiento correctivo pues solo cambiamos el componente que presenta la falla, pero oculto se encuentran otros costos como en nuestro caso el presentar una condición de indisponibilidad frente a un socio comercial, y a largo plazo nos generara perdidas mayores a la inversión de establecer un plan preventivo.

Ahora hablando de pleno sobre el sistema de mantenimiento, primero debemos definir que función cumplimos en el proceso, y posteriormente definir qué estrategia de mantenimiento llevaremos a cabo, sin dejar de lado la mejora continua que significa adaptarse a las nuevas condiciones que se puedan generar y llevar un control de nuestra gestión en el mantenimiento, tarea fundamental para mantener la confiabilidad y disponibilidad de nuestros componentes, equipos e instalaciones.

Para finalizar, se espera con este trabajo demostrar frente a la gerencia de la empresa que generando una inversión menor y cambiando la mirada hacia el concepto del mantenimiento, se pueda considerar esta propuesta para llevarla a cabo y proyectarla hacia el resto de los equipos de la planta.

ANEXOS

A continuación se adjuntan el Plan de Mantenimiento Preventivo y los procedimientos de mantención que se necesitaran para desarrollar el plan de mantenimiento.

- Procedimiento de Mantención para Bombas centrifugas verticales.
- Procedimiento de Mantención de motores Bombas centrifugas verticales.
- Procedimiento de mantención limpieza, lubricación y reaprete de sensores de nivel.
- Procedimiento de mantención limpieza de Tanques sumideros.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO SEPARADOR GRAVITACIONAL GS-6010

Propósito

Este documento tiene por propósito definir las actividades, roles, responsabilidades y reglas bajo las cuales debe realizarse el mantenimiento preventivo al separador gravitacional del terminal Concepción.

Descripción

En él se identifican las principales tareas asociadas a cada subsistema que compone al equipo, la frecuencia de realización de dichas tareas y las variables a monitorear que permitan una observación de la condición de la máquina en funcionamiento.

Responsabilidades

- Es responsabilidad del Jefe de mantenimiento garantizar el cumplimiento de este plan y velar porque las modificaciones hechas a este documento garanticen la integridad mecánica de la máquina.
- Es responsabilidad del Jefe de mantenimiento producir la lista priorizada de tareas que permita el cumplimiento de este plan.
- Es responsabilidad del planificador, garantizar la secuencia de actividades y recursos que permitan implementar el plan.
- Es responsabilidad del personal de mantenimiento realizar las tareas emanadas de este documento, así como de registrar en el informe de mantención las tareas realizadas, con el fin de actualizar el archivo histórico de cada subsistema.

Subsistema 1: Bomba de retorno de crudo J-6050

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Bobinado	Medir aislación	Anual	Eléctrico Mtto.
Rodamientos del motor	Medir vibraciones	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamientos del motor	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Caja de conexiones motor	Inspeccionar y reapretar	Semestral	Eléctrico Mtto.

Subsistema 1: Bomba de retorno de crudo J-6050

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Acoplamiento	Inspeccionar y limpiar	Anual	Mecánico Mtto.
Carcaza	Inspeccionar desgaste o corrosión	Anual	Mecánico Mtto.
Impulsor	Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico Mtto.
Eje de Bomba	Inspeccionar por deflexión	Anual	Mecánico Mtto.
Bujes guía de Eje	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Bujes guía de Eje	Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico Mtto.
Rodamiento de bomba	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamiento de Bomba	Medir Vibraciones	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamiento de Bomba	Inspeccionar	Anual	Mecánico Mtto
Cañeria de descarga	Controlar presión de trabajo	Diario	Operador turno
Cañeria de descarga	Inspeccionar por obstrucción y limpiar	Anual	Mecánico Mtto.
Sensor de nivel	Verificar funcionamiento	Semestral	Mecánico Mtto.
Sensor de nivel	Limpieza, lubricación y reaprete	Anual	Mecánico Mtto.

Subsistema 1: Bomba de retorno de crudo J-6050

Disyuntor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Contactor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Relé térmico	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Líneas de alimentación	Medir consumo	Mensual	Eléctrico Mtto.
Líneas de alimentación	Medir aislación	Anual	Eléctrico Mtto.

Comentarios :

Subsistema 2: Bomba de envío de agua a tratamiento J-6060

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Bobinado	Medir aislación	Anual	Eléctrico Mtto.
Rodamientos del motor	Medir vibraciones	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamientos del motor	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Caja de conexiones motor	Inspeccionar y reapretar	Semestral	Eléctrico Mtto.
Acoplamiento	Inspeccionar y limpiar	Anual	Mecánico Mtto.
Carcaza	Inspeccionar desgaste o corrosión	Anual	Mecánico Mtto.
Impulsor	Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico Mtto.

Subsistema 2: Bomba de envío de agua a tratamiento J-6060

Eje de Bomba	Inspeccionar por deflexión	Anual	Mecánico Mtto.
Bujes guía de Eje	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Bujes guía de Eje	Inspeccionar desgaste	Anual	Mecánico Mtto.
Rodamiento de bomba	Lubricar	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamiento de Bomba	Medir Vibraciones	Trimestral	Mecánico Mtto.
Rodamiento de Bomba	Inspeccionar	Anual	Mecánico Mtto
Cañería de descarga	Controlar presión de trabajo	Diario	Operador turno
Cañería de descarga	Inspeccionar por obstrucción y limpiar	Anual	Mecánico Mtto.
Sensor de nivel	Verificar funcionamiento	Semestral	Mecánico Mtto.
Sensor de nivel	Limpieza, lubricación y reaprete	Anual	Mecánico Mtto.
Disyuntor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Contactor	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Relé térmico	Limpieza y reaprete	Anual	Eléctrico Mtto.
Líneas de alimentación	Medir consumo	Mensual	Eléctrico Mtto.
Líneas de alimentación	Medir aislación	Anual	Eléctrico Mtto.

Comentarios :

Subsistema 3: Tanques colectores

Componente	Tarea	Frecuencia	Responsable
Tanque Separador	Limpieza interna	Anual	Jefe Mantenimiento
Tanque Separador	Inspeccionar por roturas	Trienal	Jefe Mantenimiento
Tanque interno de crudo	Limpieza interna	Anual	Jefe Mantenimiento
Tanque interno de crudo	Inspeccionar por roturas	Trienal	Jefe Mantenimiento
Tanque de agua	Inspeccionar por roturas	Trienal	Jefe Mantenimiento

Comentarios :

PROCEDIMIENTO DE MANTENCION DE BOMBAS CENTRIFUGAS VERTICALES
PR-MTT-OTC-001

0	Mayo 2018	Procedimiento de mantención	JGSH		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	PREPARO	REVISO	APROBO

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

Objetivo

Realizar un procedimiento que describa detalladamente las actividades cronológicas para que se desarrolle la mantención preventiva o correctiva de las bombas centrifugas verticales instaladas en los estanques subterráneos, de manera segura y efectiva.

Alcance

Este procedimiento aplica a todas las actividades de mantenimiento que se realicen a las bombas, debe ser aplicado por técnicos calificados y con conocimientos en bombas centrifugas.

Herramientas

Para intervenir el equipo se requerirán las siguientes herramientas:

Herramienta	Aplicación
Llaves P/C 7/16”- ½”- 5/8”- 11/16”- 9/16”	Desarme y desbridar la bomba
3 Eslinga 1 mt y grillete 1000 Kg	Izaje de la bomba
Extractor mecánico	Retirar rodamiento
Llave Allen 3/16”	Soltar acoplamiento
Galgas o Feeler	Ajustar altura del impulsor
Llave de gancho	Tuerca fijación de rodamiento
Micrómetro	Inspección de bujes y eje
Pinzas para anillos de seguridad	Seguros de bujes y rodamiento
Caballetes	Posicionar horizontalmente.

Previo a intervenir

Antes de ejecutar la actividad debe haberse leído y entendido este procedimiento y disponer de los recursos para su aplicación.

- Debe estar breaker en Off con candado y tarjeta “No Operar”
- Debe estar la Válvula de descarga cerrada
- Disponer de repuestos: Rodamiento, Bujes, empaquetaduras
- Debe revisar previamente el estado del equipo de Izaje: brazo grúa con tecle, Camión grúa.

Prevención

Para realizar un trabajo seguro debe conocer los riesgos asociados a la tarea y tomar las medidas preventivas para controlarlos, a continuación se listan una serie de riesgos y su dispositivo de control.

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

Riesgo	Medio de control
Golpes o atrapamiento de manos	Uso de EPP, herramientas adecuadas
Caída de equipo en altura	Revisar equipo de levante.
Contacto con gases o vapores	Usar EPP, portar detector de gases y mascarilla de escape.

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
1	Retirar acoplamiento motor – bomba
2	Quitar pernos de fijación de motor a soporte rígido
3	Retirar motor y entregar a Mantenimiento Eléctrico.
4	Quitar pernos de brida de descarga
5	Quitar pernos de fijación de placa soporte a escotilla del tanque.
6	Instalar la eslinga y los grilletes en los cáncamos de la placa soporte.
7	Levantar la bomba con el brazo grúa y tecle o camión grúa sin retirarla del área de la escotilla.
8	Lavar la bomba para retirar el crudo y evitar contaminación, cuando corresponda.
9	Poner la bomba en posición Horizontal sobre los caballetes.
10	Quitar el filtro y la tapa de succión Retirar la empaquetadura entre la tapa de succión y la carcasa.
11	Quitar los pernos para desacoplar el codo de descarga y la carcasa, retirar empaquetadura.
12	Desconectar las líneas de lubricación hacia bujes de alineamiento.
13	Quitar perno y arandela de fijación del impulsor.

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
14	Aflojar tuercas y pernos de fijación de caja porta rodamiento, luego apretar pernos de extracción de la caja para correr el eje hasta que salga el impulsor.
15	Quitar pernos de fijación de la carcasa a la tubería guía, retirar la carcasa.
16	Quitar pernos de fijación de la tubería guía y la caja porta buje de alineación y removerlas, manteniendo el eje soportado para evitar deformaciones.
17	Soltar tuercas de prensa de estopa del sello de vapores, y remover empaquetadura trenzada.
18	Terminar de apretar los pernos de extracción de la caja porta rodamiento hasta que salga del soporte rígido, y retirar el eje con la caja para continuar el desarme fuera de la estructura.
19	Retirar el sello de laberinto de la caja porta rodamientos, con ayuda de un destornillador de paleta.(deberá ser reemplazado)
20	Retirar el anillo de seguridad que retiene el rodamiento en la caja, y deslizar la caja fuera del eje.
21	Con la llave de gancho soltar la tuerca de fijación, y quitarla junto con la golilla de presión.
22	Sacar el rodamiento con el extractor mecánico, e inspeccionar daños o contaminación.
23	Medir diámetro interior de los bujes de alineación, para evaluar si deben cambiarse, Di = 28,8mm + 0,08 mm
24	Si en paso anterior se detectó que los bujes deben reemplazarse, quitar anillo de seguridad y llevar a taller, retirar con prensa hidráulica.
25	Instalar nuevos bujes en carcasa y caja con prensa hidráulica, y los anillos de seguridad.

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Ítem	Rutina
26	Inspeccionar carcasa y tapa de succión por desgaste, mayor a 3,2 mm si es factible reparar de lo contrario cambiar.
27	Inspeccionar irregularidades en las caras de carcasa y tapa de succión, donde sellara la nueva empaquetadura.
28	Inspeccionar el impulsor, si hay ranuras mayores a 1,6 mm o desgaste uniforme mayor a 0,8 mm, reemplazar.
29	Inspeccionar eje por desgaste mayor a 0,05mm en área de ajuste del rodamiento y 0,12 mm en el área de ajuste del impulsor.
30	Calentar el rodamiento para instalarlo en el eje, no exceder los 100°C
31	Instalar la golilla de seguridad y la tuerca de fijación hasta topar, doble alguna de las pestañas de la golilla en las muescas de la tuerca.
32	Deslice la caja porta rodamiento desde el extremo del eje sobre el rodamiento.
33	Instalar el anillo de seguridad para asegurar el rodamiento dentro de la caja.
34	Instalar un nuevo sello de laberinto deslizándolo en el eje hasta quedar parejo dentro de la caja del rodamiento.
35	Instalar el eje a través del soporte rígido y la placa soporte, sujetando adecuadamente el extremo del eje para evitar deformación
36	Instalar las tuberías guías y la caja porta buje alineador
38	Instalar la carcasa a la tubería guía y al codo de descarga utilizando empaquetaduras nuevas.
39	Soltar los pernos de extracción y apretar los de fijación de la caja de rodamiento hasta que acople dentro del soporte rígido.

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Ítem	Rutina
40	Aplicar una película de aceite e instalar la chaveta y el impulsor en el eje.
41	Instalar arandela y perno de fijación del impulsor, al apretar el impulsor se asentara, apretar a 500 (lb in)
42	Instalar la nueva empaquetadura, la tapa y el filtro de succión, y apretar el conjunto.
43	Apretar los pernos de fijación de la caja de rodamiento hasta que el impulsor tope con la tapa de succión.
44	Aflojar los pernos de fijación y apretar los de extracción hasta que pueda insertar la galga de 0,15” entre la pestaña de la caja rodamiento y el cabezal de los pernos en el soporte rígido.
45	Apretar los pernos de fijación y sus contratuercas, verificar que el eje gire libre, de esta forma queda ajustado el claro de succión.
46	Instalar la tubería de lubricación, y lubricar los bujes
47	Instalar un nuevo sello de empaquetadura trenzada, y apretar la prensa estopa, verificar que el eje gire libre.
48	Levantar la bomba e instalarla en la escotilla del tanque, se deberá reemplazar la empaquetadura entre la placa soporte y la escotilla cada vez que se realice el mantenimiento.
49	Instale una nueva empaquetadura y aperne la brida de descarga.
50	Instalar el motor y el acoplamiento motor – bomba.
51	Conectar motor y comprobar sentido de giro.
52	Entregar equipo a Operaciones.

Este documento no es oficial, fue creado sólo para uso en memoria de Titulo

PROCEDIMIENTO DE MANTENCION DE MOTORES ELECTRICOS BBAS. DE POZO

PR-MTT-OTC-002

0	Mayo 2018	Procedimiento de mantención	JGSH		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	PREPARO	REVISO	APROBO

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Objetivo

Realizar un procedimiento que describa detalladamente las actividades cronológicas para que se desarrolle la mantención preventiva o correctiva a los motores pertenecientes a las bombas de los tanques pozos.

Alcance

Este procedimiento aplica a todas las actividades de mantenimiento que se realicen en los motores, y debe ser aplicado por técnicos calificados y con conocimientos en motores eléctricos trifásicos.

Herramientas

Para intervenir el equipo se requerirán las siguientes herramientas:

Herramienta	Aplicación
Llaves P/C 7/16”- 9/16”	Quitar pernos de cubiertas y tapas
Meghometro	Medición de aislación
Prensa hidráulica	Retirar rodamientos
Calentador de inducción	Instalación de rodamientos
Micrómetro de interiores y exteriores	Inspección de diámetros para alojamiento de rodamientos
Reloj comparador	Medir paralelismo de eje
Termómetro laser	Medición de temperatura de funcionamiento

Previo a intervenir

Antes de ejecutar la actividad debe haberse leído y entendido este procedimiento y disponer de los recursos para su aplicación.

- Disponer de repuestos: Rodamientos.

Prevención

Para realizar un trabajo seguro debe conocer los riesgos asociados a la tarea y tomar las medidas preventivas para controlarlos, a continuación se listan una serie de riesgos y su dispositivo de control.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Riesgo	Medio de control
Golpes o atrapamiento de manos	Uso de EPP, herramientas adecuadas
Shock eléctrico	No energizar equipo sin protecciones.
Sobrecarga física	No levantar carga superior a 25 kg.

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
1	Retirar cubierta de protección
2	Retirar cubierta del ventilador
3	Quitar ventilador
4	Realizar marca de posición de tapas Frontal y trasera
5	Quitar pernos de fijación de tapas
6	Retirar las tapas
7	Sacar el rotor hacia el frente (lado acople)
8	Medir aislación a estator, debe ser mayor a 1MΩ
9	Realizar limpieza y aplicar barniz si se requiere.
10	Con prensa hidráulica sacar los rodamientos del rotor.
11	Medir paralelismo en eje del rotor.
12	Medir diámetro externo del eje en sección donde alojan los rodamientos. Si se requiere, solicitar externalizar para recuperar los diámetros.
13	Medir diámetros internos de las tapas donde alojan los rodamientos. Si se requiere, solicitar externalizar para embocinar.
14	Realizar inspección visual en la jaula de ardilla.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
15	Instalar tapa interior del rodamiento.
16	Calentar rodamientos e instalar en eje de rotor, no exceder los 100°C
17	Proteger entrada del estator e instalar el rotor dentro.
18	Instalar ambas tapas asegurando que coincidan las marcas.
19	Apretar pernos de las tapas, debe seguirse un apriete parejo y siguiendo una secuencia cruzada.
20	Instalar el ventilador.
21	Instalar cubierta del ventilador.
22	Instalar cubierta de protección
23	Lubricar rodamientos.
24	Conectar en banco de pruebas, y probar en vacío.
25	Luego de 20 minutos medir: Consumo, aislación, vibraciones, temperatura en rodamientos y en estator.
26	Entregar motor a mecánico para instalación en bomba, o guardar en bodega.
27	Realizar informe.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

PROCEDIMIENTO DE MANTENCION A SENSORES DE NIVEL BBAS. DE POZO

PR-MTT-OTC-003

0	Mayo 2018	Procedimiento de mantención	JGSH		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	PREPARO	REVISO	APROBO

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Objetivo

Realizar un procedimiento que describa detalladamente las actividades cronológicas para que se desarrolle la mantención preventiva o correctiva a los equipos sensores de nivel pertenecientes a las bombas de los tanques pozos.

Alcance

Este procedimiento aplica a todas las actividades de mantenimiento que se realicen en los posos sumideros pertenecientes al Terminal Concepción, y debe ser aplicado por técnicos Instruidos en los equipos sensores con desplazador y switch magnético.

Herramientas

Para intervenir el equipo se requerirán las siguientes herramientas:

Herramienta	Aplicación
Llaves P/C 15/16”	Soltar brida de cabezal
Llave Allen 3/16”	Apretar prisionero de desplazador y switch magnético.

Previo a intervenir

Antes de ejecutar la actividad debe haberse leído y entendido este procedimiento y disponer de los recursos para su aplicación.

Prevención

Para realizar un trabajo seguro debe conocer los riesgos asociados a la tarea y tomar las medidas preventivas para controlarlos, a continuación se listan una serie de riesgos y su dispositivo de control.

Riesgo	Medio de control
Golpes o atrapamiento de manos	Uso de EPP, herramientas adecuadas

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
1	Equipo debe estar con selector en modo Off
2	Girar tapa del cabezal en sentido anti horario para acceder al switch de control magnético.
3	Reapretar prisionero del switch magnético.
4	Cerrar tapa de cabezal
5	Quitar pernos de fijación de brida del cabezal a tubería porta desplazador.
6	Retirar el cabezal y cable con desplazador.
7	Limpiar desplazador, retirar residuos adheridos.
8	Reapretar prisionero de desplazador.
9	Instalar desplazador y cabezal.
10	Solicitar a operador, poner selector en automático y probar funcionamiento.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE TANQUES SUMIDEROS

PR-MTT-OTC-004

0	Mayo 2018	Procedimiento de mantención	JGSH		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	PREPARO	REVISO	APROBO

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Objetivo

Realizar un procedimiento que describa detalladamente las actividades cronológicas para que se desarrolle la mantención preventiva o correctiva a los tanques sumideros de crudo.

Alcance

Este procedimiento aplica a todas las actividades de mantenimiento que se realicen en los posos sumideros pertenecientes al Terminal Concepción, y debe ser aplicado por personal Instruido en el presente procedimiento y en los riesgos asociados a la labor.

Herramientas

Para intervenir el equipo se requerirán las siguientes herramientas:

Herramienta	Aplicación
Espátula de bronce	Raspado interno del tanque.
Equipo de respiración autónoma	Ingreso al tanque.
Tambores y tinetas	Transporte y almacenamiento de borras.

Previo a intervenir

Antes de ejecutar la actividad debe haberse leído y entendido este procedimiento y disponer de los recursos para su aplicación.

- camión de vacío.

Prevención

Para realizar un trabajo seguro debe conocer los riesgos asociados a la tarea y tomar las medidas preventivas para controlarlos, a continuación se listan una serie de riesgos y su dispositivo de control.

Riesgo	Medio de control
Irritación ocular	Uso antiparras hermética, detector de gases
Asfixia	Uso de equipo de respiración autónoma, detector de gases.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo

Procedimiento El personal de mantenimiento deberá ejecutar la siguiente rutina.

Item	Rutina
1	El estanque debe estar con la Bomba desmontada y haber sido ventilado hasta no haber presencia de gases o vapores.
2	Se succionara con camión de vacío, los fondos del tanque.
3	Se instalara escalera de acceso.
4	Personal equipado con ropa adecuada y equipo de protección, ingresara al interior del tanque.
5	Desprender residuos adheridos en las paredes internas, con herramienta anti chispas, y raspando en sentido longitudinal. Queda prohibido golpear el tanque para realizar esta labor.
6	Se retiraran los residuos en Tineta de 20 (Lts.), con ayuda de tecle y trípode, o grúa.
7	Se almacenaran los residuos en tambores de 200(Lts.) con tapa y sello.
8	Se retira personal del interior del tanque, y se retira la escalera de acceso.
9	Los residuos deberán ser dispuestos en vertederos autorizados para estos fines.
10	Se entregará a operador de planta el tanque limpio.

Este documento no es oficial, fue creado solo para uso en memoria de titulo