

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO EN EL DRENAJE MINERO A TAJO ABIERTO Y SU RELACIÓN CON COSTOS GLOBALES”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Antenor Ramos Correa

Heylli Noemi Villar Saldaña de Ramos

Asesor:

MBA. Ing. Mylena Karen Vílchez Torres

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

Con amor y cariño a nuestra amada hija Ariadna, pues ella fue la principal motivación de superación personal y profesional. A nuestros padres y a todas las personas que nos apoyaron en el camino para lograr nuestra meta de ser Ingenieros Industriales.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la bendición y protección que nos da para seguir adelante, y cumplir con nuestros planes de vida. Agradecemos a nuestros padres y hermanos por el apoyo brindado y por cuidar a nuestra amada hija y a nuestra asesora por toda la paciencia y los conocimientos compartidos para poder realizar esta investigación.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
TABLA DE CONTENIDO	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	7
1.1. Realidad problemática	7
1.2. Formulación del problema	8
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo General	9
1.3.2. Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	10
2.1. Tipo de Investigación	10
2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos	10
2.3. Procedimiento	19
2.4. Aspectos Éticos	21
2.5. Matriz de Consistencia	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS	23
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS	40
REFERENCIAS	40
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Técnicas e Instrumentos	11
Tabla 2. Lista de Verificación de Técnicas e Instrumentos.....	12
Tabla 3. Procedimiento de recolección y análisis de datos.....	19
Tabla 4. Matriz de Consistencia	22
Tabla 5. Top Ten de las pozas de agua con mayores gastos operativos	24
Tabla 6. Clasificación de los Equipos Críticos del Sistema de Drenaje Mina 2018	26
Tabla 7. Actividades y Costos de a Implementación.....	34
Tabla 8. Gastos de Implementación Mensual.....	35
Tabla 9. Gastos de Materiales de Trabajo	35
Tabla 10. Constos Mensuales de Mantenimiento Programado	36
Tabla 11. Cálculo de VAN y TIR.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Pareto	13
Figura 2. Cómo Seleccionar la Estrategia de Mantenimiento Adecuada	14
Figura 3. Matriz de criticidad de equipos	15
Figura 4. Categorización del costo global anual del 2018 por tipo de bomba	23
Figura 5. Disponibilidad Inherente de Equipos de Bombeo del Drenaje Mina 2018.....	26
Figura 6. Matriz de Prioridad de Equipos según los Costos Globales e Impacto en Disponibilidad	27
Figura 7. Matriz de Prioridad de Pozas según los Costos Globales e Impacto en Disponibilidad.	29
Figura 8. Propuesta de Estrategias de Mantenimiento	31
Figura 9. Disponibilidad luego de Aplicar la Estrategia	32

RESUMEN

En la presente investigación diseñamos estrategias de mantenimiento para equipos de bombeo utilizados en el drenaje minero a tajo abierto y determinamos su relación con los costos globales, las cuales están enfocadas en optimizar el costo de operación y mantenimiento. Para lograr ello, nos enfocamos en tres aspectos: el análisis de costos globales, el diseño de las estrategias de mantenimiento y el método analítico; obteniendo así, que los costos globales están concentrados en un 50% en dos tipos de bombas, las electrobombas sumergibles “Flygt BS 2400.402 HT” con \$652,86 K y las bombas tipo turbina “Hidrostral B14C-7STG” con \$443,03 K. Para las electrobombas Flygt, se ha definido el cambio de componentes a seis meses mediante el mantenimiento preventivo, mientras que para las bombas tipo turbina B14C se define el cambio luego de doce meses de operación y un plan de lubricación mensual y cambio del sistema de sellado trimestral. De este modo se demostró los beneficios de la implementación de las estrategias y de como permiten reducir los costos globales hasta en un 20% y aumentar la disponibilidad inherente del sistema de drenaje en un 3%, obteniendo un VAN de \$1,591,870.14 y un TIR del 61.03%, justificando la viabilidad de la tesis.

PALABRAS CLAVES: Drenaje mina, estrategias de mantenimiento, costos globales, equipos de bombeo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde el punto de vista de la optimización del proceso de producción de una empresa, las estrategias de mantenimiento cumplen un rol importante, así se definen estrategias específicas para solucionar el modo de falla predominante pudiendo ser desde un mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo o reparación total u overhaul (Torres, 2015). Es importante el análisis de los distintos modos de falla a lo largo del ciclo de vida para implementar las estrategias y asegurar su operatividad para optimizar los costos operativos totales (Rodríguez, 2014).

Los equipos de drenaje de una mina a tajo abierto son muy importantes para avanzar con las labores de minado, pues al ir extrayendo el mineral se va profundizando el terreno, así el nivel freático estará más cerca a la superficie relativa, y si no se cumple el plan de bombeo de agua retrasará el minado, pudiendo generar importantes pérdidas en la producción del mineral. En función a ello las empresas mineras en Cajamarca destinan importantes esfuerzos y recursos para mantener una adecuada disponibilidad de equipos de bombeo, con soporte de confiabilidad y ejecución, aunque no tan sólida estrategia de mantenimiento. Esto se refleja en elevados costos globales de los equipos de bombeo, afectando el presupuesto elaborado anualmente.

Para ello la importancia de llevar a cabo investigación recopilando datos históricos de operación y mantenimiento de los equipos de bombeo del drenaje de los tajos en una mina a tajo abierto, con la finalidad de identificar aquellos equipos con mayor costo global y baja disponibilidad operativa.

Según los registros de parada de equipos por falla, se puede apreciar que los equipos que mayor impactan en los costos globales son las electrobombas sumergibles Flygt 2400.402 y las bombas turbina Hidrostral B14C. La identificación de estos equipos y su criticidad según los modos de falla se realiza utilizando herramientas de gestión de mantenimiento tales como: matriz de prioridades de eventos, matriz de prioridad de criticidad y el análisis causa-raíz, todo ello para identificar estrategias de mantenimiento que sean sostenibles en el tiempo y que permitan reducir el impacto de cada modo de falla, aumentando la disponibilidad inherente y confiabilidad y reduciendo los costos globales (Pistarelli , 2017) en dichos equipos de bombeo.

Por tanto, es necesario implementar estrategias de mantenimiento que reduzcan los gastos globales de los equipos de bombeo del drenaje mina, considerando también que cualquier acción preventiva y proactiva puede mejorar el desempeño de los equipos luego de evaluar su factibilidad técnica y económica (Moubray, 2004), incrementando la disponibilidad.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida las estrategias de mantenimiento de equipos de bombeo del drenaje minero a tajo abierto se relacionan con los costos globales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la relación entre las estrategias de mantenimiento de equipos de bombeo en el drenaje minero a tajo abierto y sus costos globales.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del área de mantenimiento de los equipos de bombeo del drenaje mina en el año 2018.
- Analizar las relaciones entre estrategias de mantenimiento y los costos globales de los equipos de bombeo del drenaje mina.
- Evaluar la viabilidad económica de la implementación de las estrategias propuestas.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

Según su Propósito: Aplicada

Pues la investigación se centró en encontrar estrategias para lograr un objetivo específico, aplicado a un ámbito bien definido, teniendo base en conocimiento existente (gestión de activos y mantenimiento, análisis de falla, indicadores de costos y disponibilidad, entre otros)

Según su profundidad: Correlacional

Porque se define la relación que existe entre dos o más variables.

Según la Naturaleza de Datos: Cuantitativa

Pues analizamos la realidad con procedimientos basados en la medición, arrojando datos numéricos.

Según su manipulación de variable: No experimental

2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos

2.2.1. Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Laptop con sistema operativo 64 bits; memoria RAM 6Gb; tarjeta de video incorporada; core i5; 7ma generación.
- Útiles de escritorio: papel bond, lapiceros, libreta de apuntes, Folder, perforador.
- USB y disco portátil para el almacenamiento de información electrónica.
- Impresora Epson 4160 y cartuchos.

2.2.2. Instrumentos

En la Tabla 1, se muestran las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de información para la presente investigación, cada uno asociado a los indicadores de cada uno de los objetivos específicos.

Tabla 1. *Matriz de Técnicas e Instrumentos*

Objetivo Específico	Indicador	Técnica	Instrumento	Fuente bibliográfica de la técnica.
Hacer un diagnóstico de la gestión de mantenimiento de los sistemas de bombeo del drenaje mina en el año 2018.	Costo Global: $C_g = C_i + C_f + C_a + C_{si}$ Cg: Costo general Ci: Costo de intervenciones Cf: Costo de fallas Ca: Costo de almacenamiento Csi: Costo sobre inversiones	Revisión de base de datos.	Registro de datos según observaciones y bases existentes.	El arte de mantener (Pascual, 2008)

Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de la información se encontró en base históricas almacenadas en SAP y hojas de cálculo en Excel, donde se tienen detallados los modos de falla y tiempos de paradas, permitiendo así calcular los indicadores de disponibilidad.

Tabla 2. *Lista de Verificación de Técnicas e Instrumentos*

Preguntas Generales	Sí/No	Acciones por tomar
¿Se cuenta con acceso a la información?	Sí	
¿Contamos con la información de los gastos operativos anuales de los sistemas de bombeo del drenaje mina?	Sí	
¿La información para el cálculo de la indicadores de disponibilidad está ordenada en la base de datos Excel?	No	Sólo se tiene la información de tiempos de parada, así que fue necesario procesar la información y mostrar resultados en hojas de cálculo
¿La información que se encuentra en los registros es significativa y útil para el desarrollo del trabajo?	Sí	

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 2, nos permitió verificar si contamos con los medios necesarios para recopilar los datos y poder procesarlos posteriormente para el análisis y la propuesta de las estrategias de mantenimiento.

2.2.3. Métodos

Utilizamos tres métodos de trabajo:

A. Análisis del Costo Global los Activos Físicos

Los costos globales de los equipos están conformados por los costos de intervención, los costos de fallas, los costos de almacenamiento y los costos de sobre inversión (Pascual, 2009). En base a ello se procedió a revisar el sistema SAP dentro del módulo IW38 de la gestión de mantenimiento, donde encontramos el histórico de tareas realizadas a lo largo del tiempo de vida del activo, además revisamos las bases de datos en Excel y estudiamos las paradas de los equipos de bombeo registradas; así determinamos los costos globales de los equipos y los categorizamos por sistemas buscando oportunidades de mejora para reducir estos costos globales (Jimenez N, 2012).

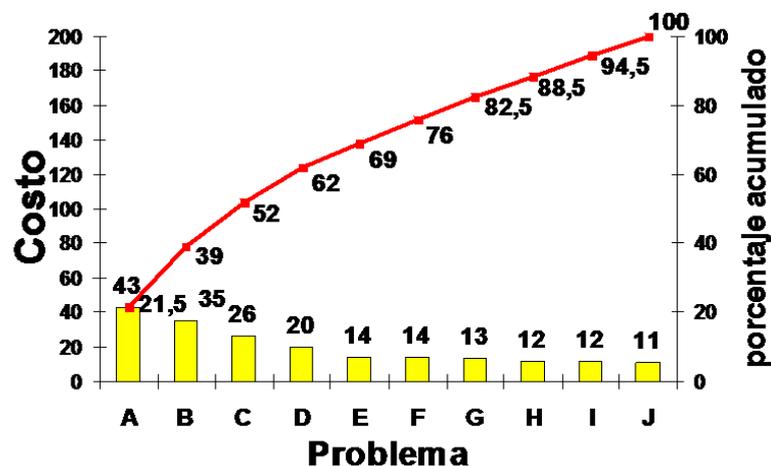


Figura 1. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma nos basamos en la funcionalidad del diagrama de Pareto (Figura 1) para determinar los sistemas que generan mayores costos operativos y las fallas más frecuentes, y las definimos como las más críticas.

Al momento de utilizar este método es preciso categorizar los gastos de forma adecuada principalmente los gastos de capital (CAPEX, capital expenditure) y los gastos operacionales (OPEX, operational expenditure) a lo largo del ciclo de vida de los activos (García Garrido, 2003).

B. Fases para implementar las Estrategias de Mantenimiento

Los equipos de bombeo en el drenaje mina son distintos a los equipos que puedan encontrarse en una línea de ensamblado automotor, planta de procesos o en el sector de alimentos, etc. Así que nos basamos en las cinco estrategia planteadas por (Johnston, 2018) para equipos de bombeo:

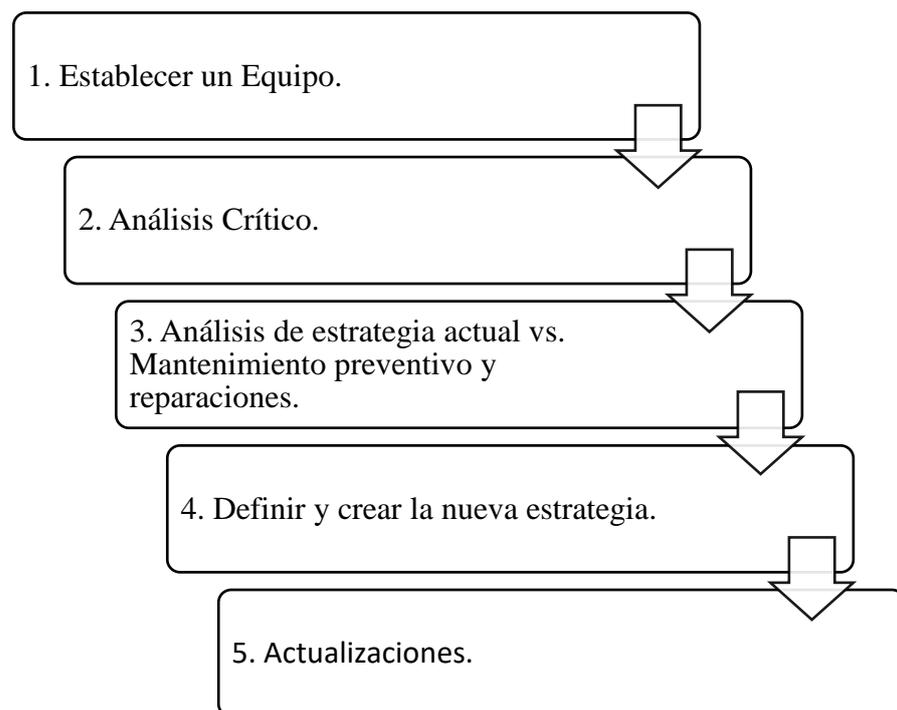


Figura 2. Cómo Seleccionar la Estrategia de Mantenimiento Adecuada

Fuente: Elaboración Propia

Fase 1. Establecer un Equipo de trabajo: Conformado con profesionales multidisciplinarios, comprometidos con su rol en el plan de acción de mantenimiento y con autonomía de toma de decisiones.

Fase 2. Análisis Crítico: En esta fase se determina la criticidad de los equipos en estudio, definiendo tres niveles: crítico, vital o secundario. El análisis se basó en los costos globales históricos y los tiempos medios para falla y reparación (MTBF y MTTR). El método en general incluye los criterios de seguridad, producción, y medioambiente.

Así definimos la criticidad con la matriz mostrada en la Figura 3. En el cuadrante de la zona de color rojo, están ubicados los equipos críticos.

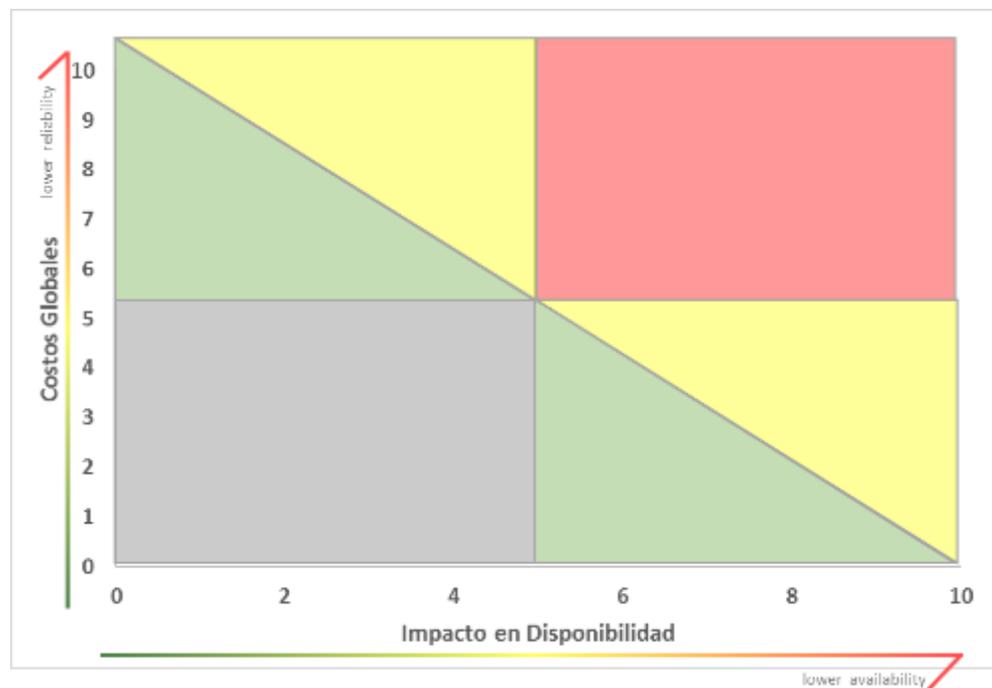


Figura 3. Matriz de criticidad de equipos

Fuente: Elaboración Propia

Fase 3. Análisis de la estrategia actual vs Mantenimiento Preventivo y reparaciones: Analizamos los modos de falla registrados en las base de datos en Excel y con un diagrama de Pareto identificamos los más recurrentes, así determinamos las acciones sobre estas.

Fase 4. Definir y crear la nueva estrategia: Aquí se decidió qué actividades específicas pueden aumentar la confiabilidad, la disponibilidad, la productividad, la efectividad global de los equipos (OEE) y qué actividades pueden reducir las fallas. Para esto de acuerdo al mantenimiento centrado en la confiabilidad existen cinco estrategias principales para definir una estrategia adecuada de mantenimiento

1. Mantenimiento Preventivo (PM).
2. Mantenimiento Predictivo (PdM).
3. Mantenimiento Proactivo.
4. Rediseño y/o mejora.
5. Operar hasta que falle.

Fase 4. Actualizaciones: En base a los indicadores claves desempeño se irá comparando el progreso de la implementación de estrategias, antes y después. Con el ciclo de mejora de Deming se garantizará el uso de un enfoque dinámico en el tiempo, con el fin de extender la vida útil del activo.

C. Método Analítico

Nos permitió descomponer el objeto de estudio separando cada una de sus partes para estudiarlas de manera individual (Lopera Echavarría, Ramírez Gomez, Zuluaga Aristizábal, & Ortiz Vanegas, 2010).

Este método nos permitió observar las causas, naturaleza y efectos de las fallas de los equipos de bombeo, analizando los datos recolectados para mejorar las condiciones de trabajo en que se encuentran los equipos y proponer estrategias de mantenimiento que permitan aumentar la disponibilidad inherente y reducir los costos de mantenimiento correctivo.

D. Para el análisis del comportamiento de la disponibilidad inherente de los equipos de bombeo del drenaje mina

La disponibilidad inherente es de utilidad en el control de los mantenimientos correctivos (Mora, 2009). Una vez analizadas las diferentes paradas no programadas y los tiempos de reparación, se calcularon los indicadores de mantenimiento mostrados en las ecuaciones 1,

2 y 3.

- MTBF (Tiempo Promedio Entre Fallas):

$$MTBF = \frac{\sum(N^{\circ} \text{ de horas de operación})}{\sum(N^{\circ} \text{ de paradas correctivas})}$$

Ecuación 1

- MTTR (Tiempo Promedio Para Reparar):

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{N^{\circ} \text{ de reparaciones correctivas}}$$

Ecuación 2

- Disponibilidad inherente:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Ecuación 3

E. Evaluación económica de la propuesta

Se realizó mediante los indicadores financieros WACC (Costo promedio de capital), VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno).

- **WACC:** Para determinar la ponderación de los costos de cada una de las fuentes de capital

$$WACC = K_c \frac{C}{(C + D)} + K_d(1 - T) \frac{D}{(C + D)}$$

Ecuación 4

Donde:

K_c: Coste de fondos propios

K_d: Coste de deuda financiera

C: Fondos propios

D: Deuda financiera

T: Tasa impositiva

- **VAN:** Para determinar la rentabilidad del proyecto después de recuperar la inversión inicial.

$$VAN = \frac{BN_1}{(1 + i)^1} + \frac{BN_2}{(1 + i)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1 + i)^n} - I$$

Ecuación 5

Donde:

BN_i: Beneficio neto (ingresos menos egresos) del periodo.

I: Inversión inicial

i: Tasa de descuento (costo de oportunidad de capital)

- **TIR:** Para definir la rentabilidad del proyecto en términos porcentuales. Es aquella tasa de descuento que hace el VAN igual a cero.

$$VAN = \frac{BN_1}{(1+i)^1} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n} - I = 0$$

$$\frac{BN_1}{(1+i)^1} + \frac{BN_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{BN_n}{(1+i)^n} = I$$

Ecuación 6

2.3. Procedimiento

Realizamos el análisis de datos obtenidos de los equipos de bombeo del drenaje mina del año 2018 según la matriz de las técnicas e instrumentos indicados en la Tabla 1, considerando además la lista de verificación de la Tabla 2.

Tabla 3. *Procedimiento de recolección y análisis de datos*

Pasos	Detalle
Trabajo de gabinete previo	<p>Definimos nuestra población y muestra:</p> <p>Población: 188 equipos de bombeo presupuestados en el drenaje mina para el año 2018 de una empresa minera a tajo abierto. Ver Anexo 1, donde se detalla todas las bombas presupuestadas por tipo de bomba y estructura.</p> <p>Muestra: 63 equipos de bombeo, 32 bombas tipo turbina Hidrostral B14C-7STG y 31 Electrobombas sumergibles Flygt BS 2400.402 HT.</p>
Trabajo de Campo	<p>Se levantó información de la bases de datos que administra el ERP de la empresa minera, y datos de fichas técnicas del equipo para la elaboración de la ficha resumen, los datos levantados fueron:</p>

- Trabajo de
Gabinete Final
- a) Costos globales de todos los equipos de bombeo del drenaje mina en el año 2018.
 - b) Tiempos de trabajo de los equipos de bombeo de todo el sistema de drenaje mina.
 - c) Se discriminó las paradas correctivas de todos los equipos de bombeo del drenaje mina en el año 2018.
 - d) Se consideró la cantidad de paradas correctivas, tiempos de reparación y cantidad de reparaciones de los equipos de bombeo Hidrostral B14C-7STG y Flygt BS 2400.402 HT en el año 2018.
- Con la información en a), determinamos la criticidad de equipos de bombeo, determinando que las bombas Hidrostral B14C-7STG y Flygt BS 2400.402 HT son críticas por representar el 50% del costo global anual.
 - Con la información en b, c y d analizamos la disponibilidad de los equipos de bombeo en el año 2018.
 - Utilizando el método descrito en la Figura 2, definimos la Estrategia de Mantenimiento Adecuada para los equipos de bombeo Hidrostral B14C-7STG y Flygt BS 2400.402 HT.
 - Calculamos la viabilidad de la investigación con la Ecuación 6.
-

2.4. Aspectos Éticos

Los datos, tablas, imágenes y conceptos en el presente trabajo de investigación, cuentan con referencias bibliográficas, citadas textualmente en el parafraseo; así, se manifiesta que se está respetando los derechos de autoría, para no perjudicar cada investigación citada.

Autonomía: Esta investigación se realizó por voluntad propia sin ser presionados por terceros, ni personas ni entidades.

Privacidad: Se respetará el anonimato de los participantes de esta investigación, desde el inicio de la investigación, hasta el final.

Confidencialidad: La información obtenida de fuentes de la empresa minera, sólo será usada con fines de investigación y sólo cuando se requiera.

Responsabilidad: Se cumplirán con los tiempos de ejecución programados para el desarrollo del presente trabajo.

2.5. Matriz de Consistencia

Tabla 4. Matriz de Consistencia

Titulo	Formulación del problema	Objetivo	Hipotesis	Variable y= f(x)	Indicadores	Diseño de la investigación
<p>"ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO EN EL DRENAJE MINERO A TAJO ABIERTO Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS GLOBALES".</p>	<p>¿En qué medida las estrategias de mantenimiento de equipos de bombeo del drenaje minero a tajo abierto se relacionan con los costos globales?</p>	<p>1. Objetivo General</p>	<p>Determinar estrategias de mantenimiento de equipos de bombeo en el drenaje minero a tajo abierto y su relación con los costos globales.</p>	<p>Costos de mantenimiento de equipos de bombeo y costos globales de Mantenimiento.</p>	<p>- Se analizó los Costos de Intervenciones e inversiones.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada, Correlacional, cuantitativa y No experimental.</p>
		<p>Determinar la relación entre las estrategias de mantenimiento de equipos de bombeo en el drenaje minero a tajo abierto y sus costos globales.</p>			<p>- Estandarización de costos de fallas y costos de almacenamiento.</p>	
		<p>2. Objetivos Específicos:</p>		<p>Implementación de Estrategias de Mantenimiento.</p>	<p>- Tiempo promedio para reparar (MTTR). - Tiempo medio entre fallas (MTBF) - Disponibilidad Inherente (Ai) - Comparación de disponibilidades.</p>	<p>Instrumentos: - Ficha resumen</p>
		<p>a) Realizar un diagnóstico del área de mantenimiento de los equipos de bombeo del drenaje mina en el año 2018.</p>			<p>Estrategias de sustentación cíclica - Reemplazo.</p>	<p>Métodos: - Revisión documental</p>
<p>b) Analizar las relaciones entre estrategias de mantenimiento y los costos globales de los equipos de bombeo del drenaje mina.</p>	<p>Estrategias de restauración cíclica- Overhaul</p>					
<p>c) Evaluar la viabilidad económica de la implementación de las estrategias propuestas.</p>	<p>Estrategia Condicional o de mantenimiento predictivo, y cambio de componentes por PCR.</p>					
					<p>Estrategia de Operar hasta la falla</p>	

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del área de Mantenimiento de los equipos de bombeo del drenaje mina en el año 2018.

Con los datos de las paradas correctivas, analizamos los indicadores de mantenimiento para hacer el diagnóstico del desempeño de los equipos de bombeo del drenaje mina respecto a sus gastos operativos y su disponibilidad inherente durante el año 2018 y los relacionamos con el tiempo de vida útil de cada equipo (Boero, 2009).

3.1.1. Costos Globales Anuales.

Realizamos la categorización por tipo de equipo de bombeo a través del diagrama de Pareto en la figura 2, donde identificamos los tres equipos críticos en función de los costos globales del año 2018; estos equipos son: Flygt 2400.402 HT, Hidrostral B14C e Hydroflo 9HL. Los cuales representan cerca del 80% del costo total global que fue calculada en \$ 2.15 millones.

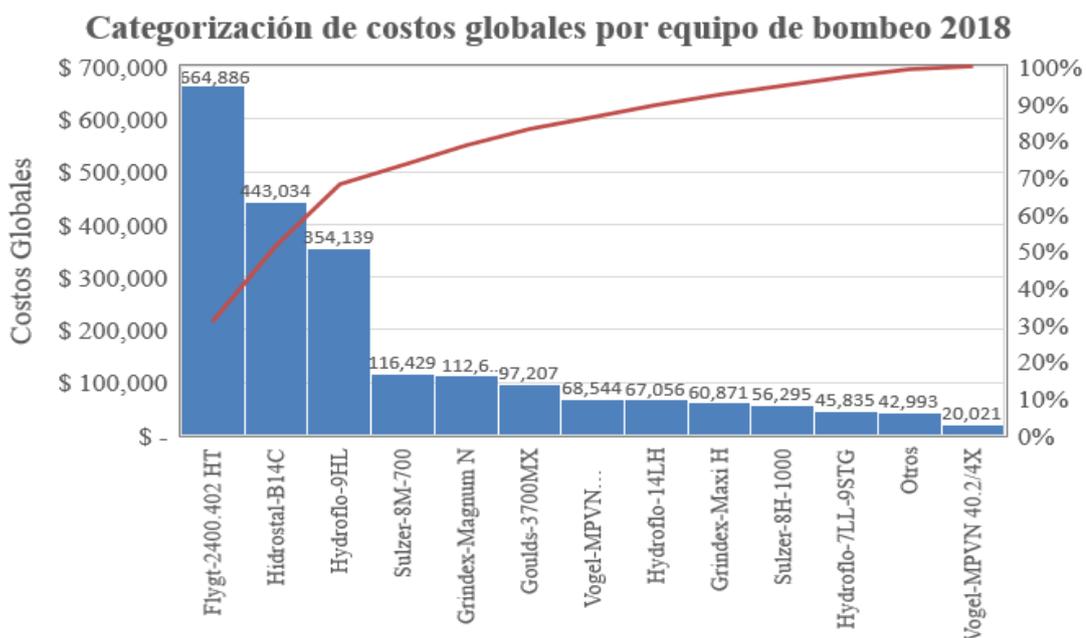


Figura 4. Categorización del costo global anual del 2018 por tipo de bomba

Fuente: Elaboración Propia

Así definimos que los 2 primeros, Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C, es en donde debemos implementar las estrategias de mantenimiento para optimizar los costos globales anuales.

A continuación realizamos un estudio más detallado de las pozas en donde los equipos Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C han fallado más y elevan los costos globales. Éste análisis nos ha permitido identificar las pozas críticas en los que es necesario un plan de mantenimiento para tratar de disminuir los gastos operativos (*Osarenren, 2015*).

Considerando que las pozas de agua con equipos de bombeo Flygt 2400.402 HT y/o Hidrostral B14C son un total de 27 unidades, se realizó el análisis de las diez principales pozas con alto costo operativo con la finalidad de categorizarlos y determinar las críticas.

En la Tabla 4, categorizamos las pozas de agua y observamos que el 50% de los gastos operativos se concentran en estas diez pozas considerando los equipos de bombeo Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C, con un total de \$ 1.03 millones.

Esto nos indica que los planes estratégicos deben estar orientados hacia estas pozas de agua para lograr mejoras significativas en la reducción de los costos globales del drenaje mina.

Tabla 5. *Top Ten de las pozas de agua con mayores gastos operativos*

Estructura	Costo Real (\$)
Sump Chaquicocha	\$ 311,167.60
Poza Chino Dewatering	\$ 155,392.02
Poza Mancora	\$ 144,838.62
Poza Lagartija	\$ 73,221.50

Pumping System	\$	70,732.31
Poza Rebombeo CHQ	\$	67,389.14
Sump TO	\$	58,639.63
Rebombeo Chaquicocha	\$	55,542.30
Poza Yessenia	\$	51,346.80
Almacenamiento Sur	\$	45,196.80
TOTAL	\$	1,033,466.72

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia que la poza Sump Chaquicocha ha obtenido mayores costos operativos en el 2018.

3.1.2. Diagnóstico de la disponibilidad inherente

Se realizó el análisis de la disponibilidad inherente, pues este indicador afecta directamente a los costos globales al disponer mano de obra calificada para la reparación, además de equipos, herramientas e insumos.

Como dice (Torres, 2015), existe relación directa entre disponibilidad y confiabilidad, así con un adecuado desempeño de la disponibilidad será resultado de una alta confiabilidad de los equipos durante el proceso de producción.

Observamos en la Figura 5, que la disponibilidad se encuentra por debajo de la disponibilidad presupuestada en seis meses del año, lo cual está afectando los costos globales.

Según los tiempos de parada se tienen 18,664 días de equipos parados, lo que representa el 28% de la disponibilidad anual para el sistema de drenaje. Podemos asumir un costo por hora de parada en \$1.20 por equipo, lo que resulta en \$537,523.00 del costo global anual.

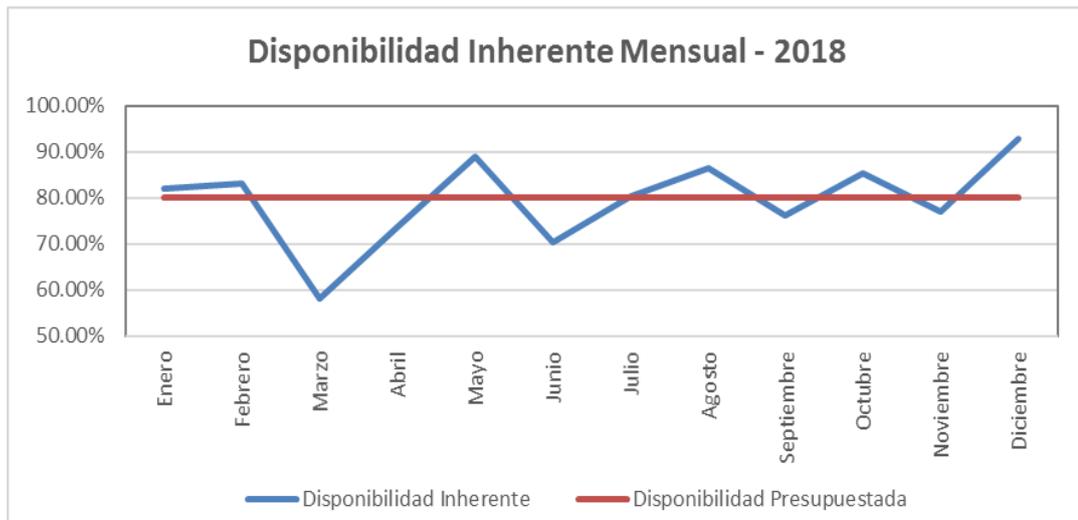


Figura 5. Disponibilidad Inherente de Equipos de Bombeo del Drenaje Mina 2018

Fuente: Elaboración Propia

Según la Tabla 5, los equipos de bombeo Flygt 2400.402 han tenido 4,237 días de parada durante el año 2018, lo que refleja el alto impacto en la disponibilidad inherente.

Tabla 6. Clasificación de los Equipos Críticos del Sistema de Drenaje Mina 2018

Equipo de Bombeo	Días de Parada
FLYGT 2400.402	4,237
HYDROFLO/9HL-8STG	3,108
HIDROSTAL-B14C	2,229
SULZER/8M-700/200HP	2,190
GOULDS 3700 MX	1,429
VOGEL-125.2/6X	1,286
GRINDEX/MAGNUM N	989
GRINDEX-MAXI-H	615
HYDROFLO/14LH-6STG	613
SULZER/8H-1000/200HP	552
HYDROFLO/7LL-9STG	470
VOGEL-40.2/4X	377
GRINDEX/MASTER-H	330

GRUNDFOS/ LAPICERO	120
DURCO-MK3-STD	95
TSURUMI-2HP	24
Total general	18,664

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Matriz de Prioridad para determinar los Equipos Críticos del Sistema de Bombeo del Drenaje Mina

Con la matriz de prioridad definimos los equipos críticos. Para ello categorizamos en orden descendente los equipos con mayores costos operativos (eje Y) y los equipos según su impacto en la disponibilidad por los días de parada no programadas (eje X).

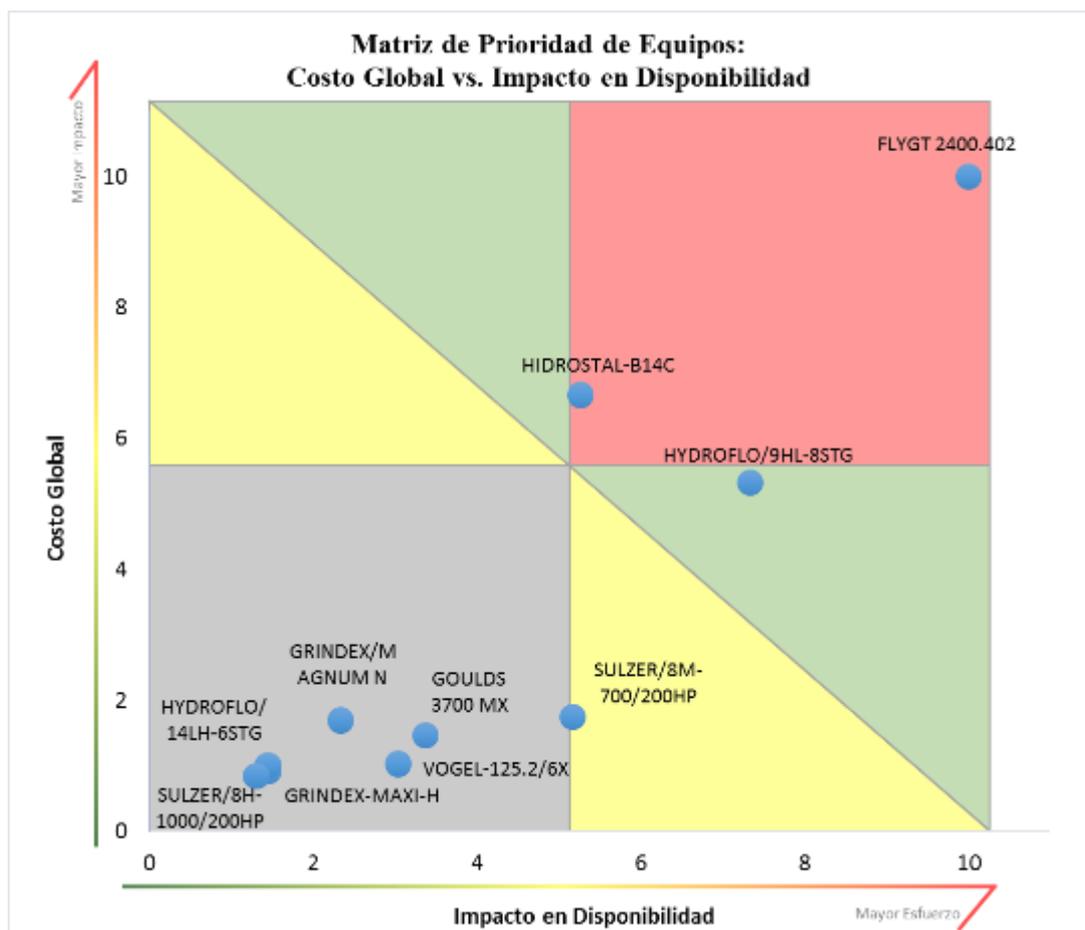


Figura 6. Matriz de Prioridad de Equipos según los Costos Globales e Impacto en Disponibilidad

Fuente: Elaboración Propia

Los equipos de bombeo críticos según la Figura 6 se ubican en el cuadrante superior derecho. De acuerdo a los resultados, definimos tres equipos críticos:

- Flygt 2400.402 HT
- Hidrostral B14C
- Hydroflo 9HL

Siguiendo nuestro enfoque de estudio, trabajamos con los equipos Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C para diseñar un plan estratégico de mantenimiento efectivo para optimizar los costos globales y la disponibilidad.

3.1.4. Matriz de Prioridad para determinar los Pozas de Agua Críticas del Sistema de Bombeo del Drenaje Mina

Desde el punto de vista económico y operativo, no es posible aplicar las estrategias de mantenimiento en todos los equipos de bombeo ni en todas las pozas de agua del Drenaje Mina. Es por ello que también realizamos el análisis de matriz de prioridades para identificar las pozas críticas.

De acuerdo a la Figura 7, se aprecia que en las pozas donde debe aplicarse la estrategia de mantenimiento son:

- Sump Chaquicocha
- Poza Chino Dewatering
- Poza Máncora
- Poza Lagartija
- Pumping System

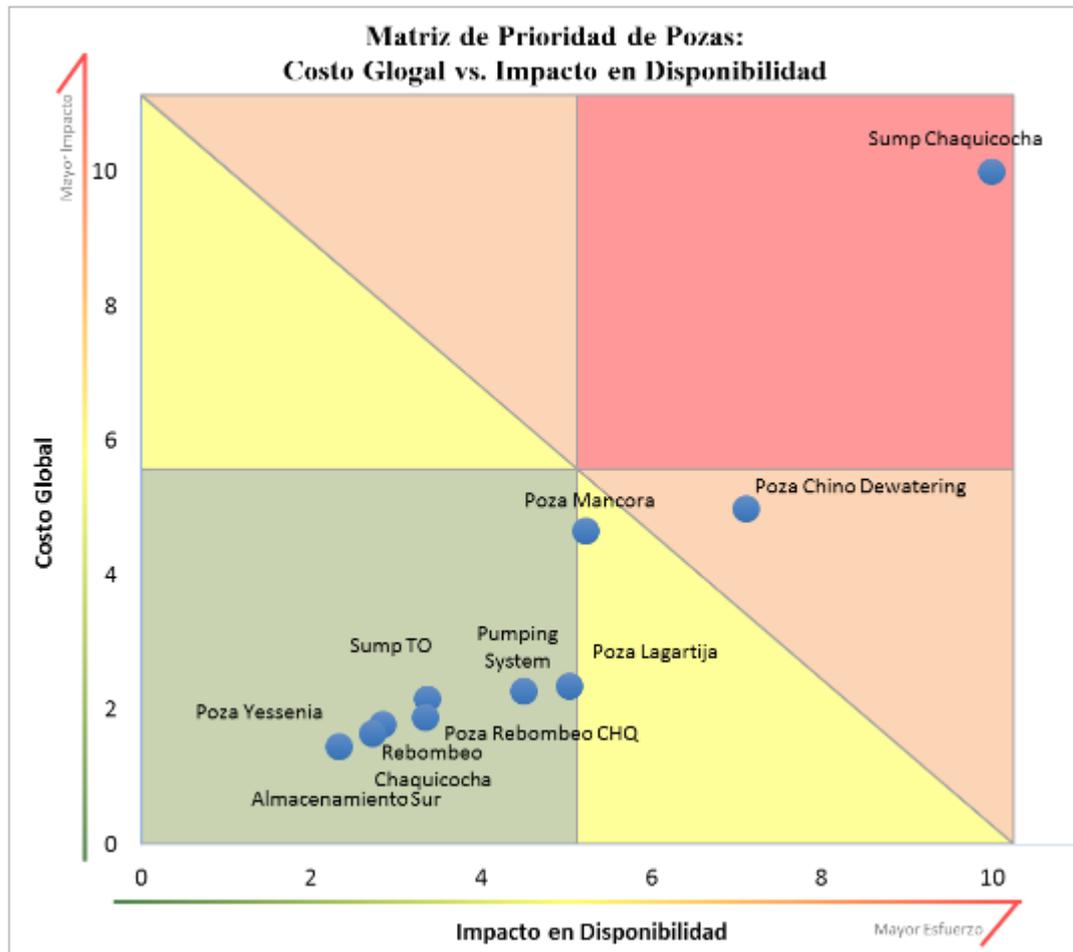


Figura 7. Matriz de Prioridad de Pozas según los Costos Globales e Impacto en Disponibilidad.

Fuente: Elaboración Propia

Se eligen estas pozas, pues los equipos están sometidos a condiciones de trabajo más agresivas, principalmente por la presencia de sedimentos y sólidos en suspensión, lo que acorta la vida de los equipos. Este análisis se fundamenta en el mantenimiento proactivo, pues tratamos de prevenir fallas en el corto y mediano plazo debido a desgastes (García Palencia, 2017).

3.2. Propuesta de Estrategia de Mantenimiento

Basados en el análisis realizado en la sección anterior, la Estrategia de Mantenimiento se enfocó en dos equipos de bombeo en particular (Martín, 2017), pues

no es factible realizar mejoras en todos los equipos debido a altos recursos que demanda y al impacto en la disponibilidad inherente.

3.2.1. Propuesta de Estrategia de Mantenimiento

Según el análisis anterior, elegimos dos equipos de bombeo en los cuales se va a aplicar la Estrategia de Mantenimiento. Con esta selección estamos aplicando el concepto modular, pues se considera el cambio de componentes de un sistema en particular.

Según el concepto modular se considera que los componentes de un sistema son módulos del mismo, así planteamos tres estrategias de mantenimiento: compra de nuevos componentes, reparaciones mayores o parciales.

Específicamente para las bombas Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C planteamos las siguientes estrategias:

Estrategia 1: Operar hasta fallar (Run to Failure)

Estrategia 2: Cambio de Sistema de sellado (Preventivo)

Estrategia 3: Cambio de Parte Hidráulica y bobinado (Overhaul)

Estrategia 4: Cambio de Equipo de Bombeo (Reemplazo Preventivo)

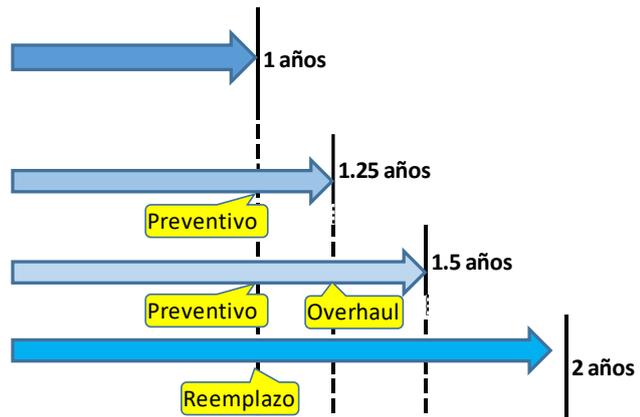
En la Figura 8 representamos las cuatro estrategias considerando el tiempo de operación al que pueden llegar a trabajar.

Estrategia 1: Operar hasta fallar (Run to Failure)

Estrategia 2: Cambio de sistema de sellado (Preventivo)

Estrategia 3: Cambio Parte Hidráulica y Bobinado (Overhaul)

Estrategia 4: Cambio de Equipo de Bombeo (Reemplazo Preventivo)



Bomba Hidrostral B14C

Electrobomba Flygt 2400.402 HT

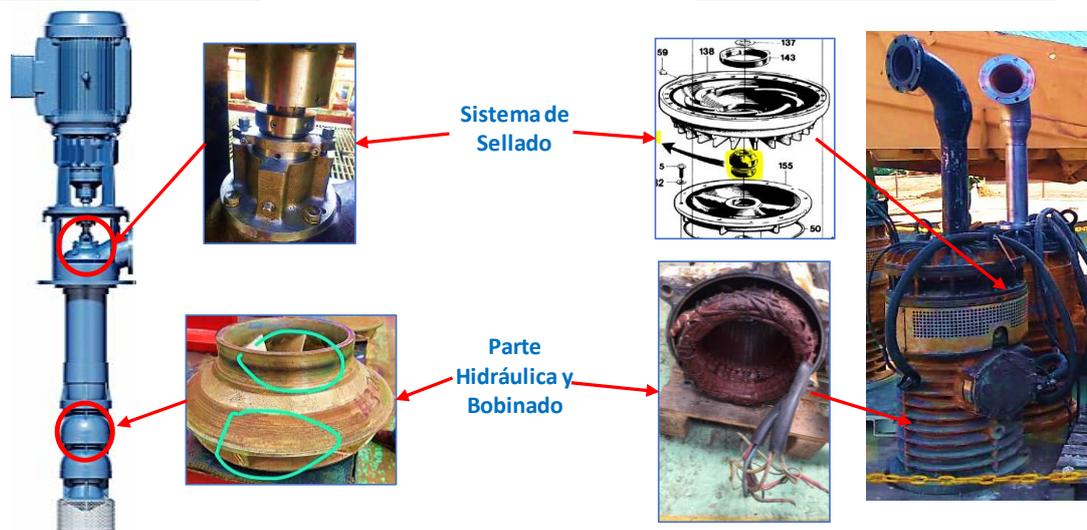


Figura 8. Propuesta de Estrategias de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

De las cuatro estrategias planteadas seleccionamos la Estrategia 4 “Cambio de Equipo de Bombeo”, por las siguiente explicación:

- Se asegura la disponibilidad.
- Reducción de paradas por engrases y cambio de sellos.
- Menor interacción del personal del área de mantenimiento, pues la maniobra de cambio de componente lo hace el área de operaciones.
- Aseguramos el plan de bombeo operativo, para cumplir con compromisos sociales de abastecer con agua tratada a las comunidades aledañas.

3.2.2. Evaluación y Selección de Estrategia de Mantenimiento

Se comparó las cuatro estrategias con los criterios de seguridad, confiabilidad, plan de minado de la compañía y costos.

La Estrategia 4, presenta ventajas pues extiende la vida de los componentes, además que se reducen las paradas no programadas.

3.3. Desempeño de la Disponibilidad aplicando la Estrategia de Mantenimiento

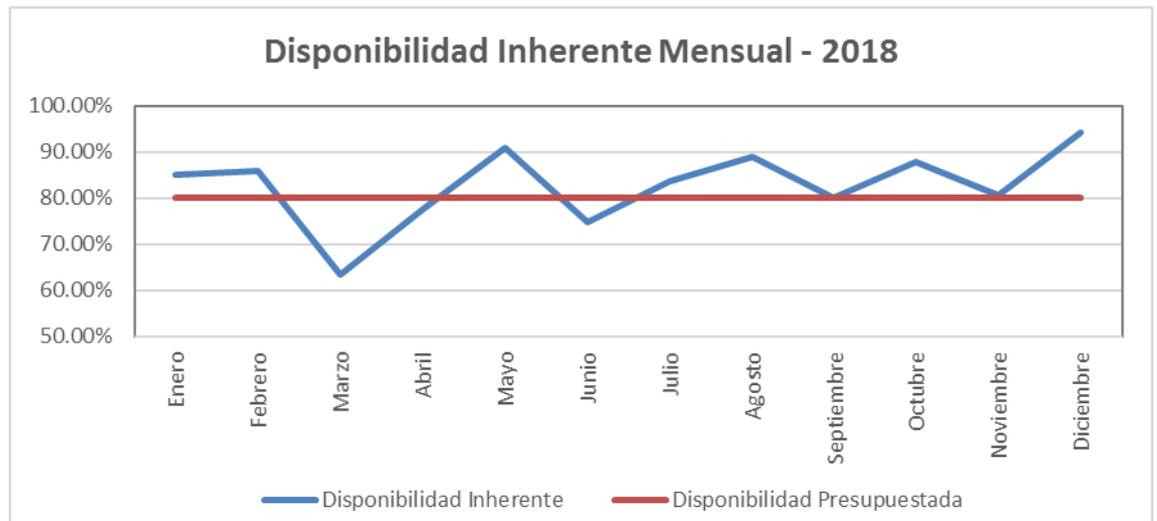


Figura 9. Disponibilidad luego de Aplicar la Estrategia

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Evaluación Financiera de la implementación de la estrategia propuesta

Técnicamente se comprueba que la estrategia seleccionada es favorable para reducir costos globales y aumentar la disponibilidad por la reducción paradas no programadas.

Cálculo del WACC:

Consideramos un monto de Inversión de \$1.10Millones. El 50% puede ser cubierto con capital de la empresa y el otro 50% con endeudamiento financiero. Según el Instituto de Ingenieros de Minas de Perú (IIMP), el costo promedio de fondos propios del sector minero es del 15% y el costo de deuda financiera es del 13%, considerando

una tasa impositiva por la SUNAT del 29.5%, según el acuerdo al Impuesto a la Renta del año 2018.

Aplicando la Ecuación 4, tenemos que:

$$WACC = Kc \frac{C}{(C + D)} + Kd(1 - T) \frac{D}{(C + D)}$$

$$Kc = 15\%$$

$$Kd = 13\%$$

$$T = 29.5\%$$

$$C = \$547,925$$

$$D = \$547,925$$

$$WACC = 15\% \frac{534,273}{(534,273 + 534,273)} + 13\%(1 - 0.295) \frac{534,273}{(534,273 + 534,273)}$$

$$\mathbf{WACC = 12.08\%}$$

El valor encontrado del WACC, será comparado con los resultados del VAN y TIR. Así, determinamos el flujo de caja con los siguientes conceptos.

En la Tabla 8, observamos las actividades necesarias para implementar la estrategia de mantenimiento, con tiempos, recursos necesarios y costos.

Tabla 7. *Actividades y Costos de a Implementación*

Actividades	Duración (Días)	Recursos	Costo S/.	Costo \$
1 Evaluación de proceso de drenaje mina.	15	1 Ingeniero	S/4,000.00	\$1,176.47
2 Análisis del actual proceso de mantenimiento.	10	1 Ingeniero	S/5,333.33	\$1,568.63
3 Creación de órdenes de trabajo en ERP y actualización de fechas de instalación.	3	1 Ingeniero	S/800.00	\$235.29
4 Transporte de equipo de bombeo de almacén a la Poza específica	63	1 Operador + camión grúa	S/63,000.00	\$18,529.41
5 Cambio de Equipo de bombeo en cada poza de agua, pruebas de funcionamiento.	63	2 Técnicos mecánicos+ 1 grúa Grove+ 1 operador de bombas	S/113,400.00	\$33,352.94
6 Reparación de componentes en taller especializado	63	2 Técnicos mecánicos+ 1 supervisor+ 1 taller	S/2,855,790.00	\$839,938.24
7 Transporte de equipo de bombeo de almacén a taller especializado de reparaciones	63	1 Operador camión+ 1 supervisor+ 1 Almacén	S/36,540.00	\$10,747.06
Costo Total:			S/ 3,078,863.33	\$ 905,548.04
		IGV 18%	S/ 554,195.40	\$ 162,998.65
		TOTAL INCLUIDO IGV	S/ 3,633,058.73	\$1,068,546.69

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. *Gastos de Implementación Mensual*

Item	Cant.	DESCRIPCIÓN	UND	P. UNIT	TOTAL S/.	TOTAL \$
1	20	Procesamiento de retiro de equipos de bombeo de almacén	Unid	S/ 6.25	S/ 125.00	\$ 36.76
2	20	Reportes de parada en cada equipo de bombeo para cambio	Unid	S/ 6.25	S/ 125.00	\$ 36.76
5	1	Miselaneos (trapo industrial, solventes)	Unid	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	\$ 735.29
6	1	Alojamiento	Unid	S/ 15,000.00	S/ 15,000.00	\$ 4,411.76
7	1	Alquiler de camioneta para servicio de operaciones	Unid	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00	\$ 1,764.71
8	1	Combustible	Unid	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00	\$ 1,323.53
9	1	Alimentación	Unid	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	\$ 1,176.47
10	10	Equipo de protección personal (EPP)	Kit	S/ 500.00	S/ 5,000.00	\$ 1,470.59
11	1	Prevencionista a tiempo completo	Unid	S/ 7,000.00	S/ 7,000.00	\$ 2,058.82
Total					S/ 44,250.00	\$ 13,014.71
IGV 18%					S/ 7,965.00	\$ 2,342.65
TOTAL INCLUIDO IGV					S/ 52,215.00	\$ 15,357.35

* Gastos Mensuales de Implementación (tres meses)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. *Gastos de Materiales de Trabajo*

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	UND	P. UNIT	TOTAL S/.	TOTAL \$
1	1	Laptop.	unid	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00	\$ 882.35
2	1	Útiles de escritorio: papel bond, lapiceros, libreta de apuntes, Folder, perforador, papel bond A4.	Unid	S/ 750.00	S/ 750.00	\$ 220.59
3	1	USB y disco portátil.		S/ 350.00	S/ 350.00	\$ 102.94
4	1	Impresora Epson 4160 y cartuchos.	unid	S/ 1,100.00	S/ 1,100.00	\$ 323.53
Total					S/ 5,200.00	\$ 1,529.41
IGV 18%					S/ 936.00	\$ 275.29
TOTAL INCLUIDO IGV					S/ 6,136.00	\$ 1,804.71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. *Constos Mensuales de Mantenimiento Programado*

Concepto	Cantidad	P. UNIT	TOTAL S/.	TOTAL \$
Cambio de stopas	32	S/ 60.00	S/ 1,920.00	\$ 564.71
Lubricación	32	S/ 100.00	S/ 1,440.00	\$ 423.53
Inspección de parámetros	63	S/ 200.00	S/ 5,166.00	\$ 1,519.41
Miselaños (trapo industrial, solventes)	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	\$ 735.29
TOTAL			S/ 11,026.00	\$ 3,242.94
IGV 18%			S/ 1,984.68	\$ 583.73
TOTAL INCLUIDO IGV			S/ 13,010.68	\$ 3,826.67

Fuente: Elaboración Propia

Con la aplicación de la estrategia a implementar, se seguirá cumpliendo con el plan de mantenimiento programados, descrito en la Tabla 9. Además en la tarea de Inspección de parámetros, incluye métodos predictivos como termografía, vibraciones, corrientes; estos parámetros nos van a permitir identificar identificar a tiempo condiciones para evitar fallos inesperados.

Para calcular los ingresos mensuales, dividimos el costo global anual del 2018 (\$ 2,149,970.73) en doce meses, siendo un monto trimestral de \$ 537,492.68.

La disponibilidad inherente también se ve beneficiada, pues eliminamos las paradas correctivas mensuales de ambos tipos de equipos de bombeo Flygt 2400.402 HT e Hidrosta B14C.

Tabla 11. *Cálculo de VAN y TIR*

	Año 0	Año 1	Año 2						
	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Inversión y									
Mantto	\$845,526.69	\$19,184.02	\$3,826.67	\$3,826.67	\$3,826.67	\$3,826.67	\$3,826.67	\$3,826.67	\$3,826.67
Ahorro en Costos		\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68	\$537,492.68
SALDOS (\$)	-\$845,526.69	\$518,308.66	\$533,666.01	\$533,666.01	\$533,666.01	\$533,666.01	\$533,666.01	\$533,666.01	\$533,666.01

Fuente: Elaboración Propia

PARÁMETRO	VALOR
TIR	61.03%
VAN	\$1,591,870.14
WACC	12.08%

Observamos un TIR del 61% en el periodo de 2 años con un VAN de \$1.5Millones. el TIR representa 5 veces el WACC en el periodo de 2 años, es así que la estrategia de mantenimiento implementada es viable económicamente.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Las empresas privadas son formadas y desarrolladas con el fin de generar utilidades a los accionistas, así es necesario optimizar los costos operativos para obtener un crecimiento sostenible.

Después del análisis realizado a los datos obtenidos de bases de datos, identificamos aquellos equipos de bombeo que representan mayores costos globales para el área de mantenimiento (Pisterelli, 2010), además tomando en cuenta lo manifestado por Ramirez J. & Moreno H. en su investigación denominada “Elaboración de un análisis de Criticidad y disponibilidad de máquinas referenciado en las normas SAE JA1011 y SAE JA1012” identificamos los equipos de bombeo de mayor criticidad con la finalidad de generar los las estrategias de mantenimiento más adecuadas, que mejoren la disponibilidad de los equipos de bombeo disminuyendo el tiempo entre fallas y como efecto positivo la reducción de costos operativos de los equipos. Los resultados nos indican que se podrían reducir obteniendo una utilidad en relación de 5 a 1, con un TIR de 61.03% frente a un WACC de 12.08%, y un VAN de \$1,591,870.14 a lo largo de 2 años de operación de los equipos de bombeo.

En lo correspondiente a “Identificar y seleccionar la estrategia de mantenimiento de acuerdo al sistema crítico”, se procedió a determinar que actividades estratégicas de mantenimiento se pueden aplicar considerando las horas de operación de los equipos de bombeo y su criticidad según los costos globales, tomando en cuenta lo manifiesta C. Boero en “La selección adecuada de las estrategias de mantenimiento asegurando el desempeño de los equipos” es conveniente conocer las estrategias mas actuales de mantenimiento, además del desempeño obtenido durante el proceso de gestión de mantenimiento.

4.2. Conclusiones

- El diagnóstico nos permitió identificar los principales factores que afectan el área de mantenimiento del drenaje mina, esto permitió analizar los principales costos globales y disponibilidad inherente asociados a las horas de parada por eventos no programados o correctivos, identificando que estos costos globales ascendían a \$2.15Millones en el año 2018 y las paradas sumaban 18,664 días, con un impacto del 20% en la disponibilidad total.
- La selección de la estrategia de mantenimiento más adecuada para los equipos de bombeo, se realizó con la categorización de todos los equipos y pozas de agua, para identificar aquellos equipos críticos. Se identificaron cuatro estrategias de mantenimiento, y mediante la herramienta de análisis de métodos ponderados, se seleccionó la estrategia de “Cambio de Equipo de Bombeo (Reemplazo Preventivo)”.

Sin embargo no es posible aplicar la estrategia a los 188 equipos de bombeo, así que mediante la matriz de prioridades se identificó a dos tipos de equipos en los cuales se aplicó la estrategia de mantenimiento: Flygt 2400.402 HT e Hidrostral B14C.

- Se determina que la estrategia de mantenimiento propuesta es viable económicamente y factible técnicamente, pues se calculó un TIR del 61.03% y un VAN de \$1,591,870.14 a lo largo de 2 años de operación de los equipos de bombeo, frente a un WACC de 12.08% asumiendo un 50% de inversión propia y de financiamiento.

REFERENCIAS

- Boero, C. (2009). *Mantenimiento industrial*. Argentina: Jorge Sarmiento Editor.
- García Garrido, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- García Palencia, O. (17 de Octubre de 2017). *Reliability Web*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-integral-de-mantenimiento-basada-en-confiabilidad/>
- Jimenez N, A. J. (9 de Abril de 2012). *Mantenimiento LA*. Obtenido de Mantenimiento Latino Americano: <https://maintenancela.blogspot.com/2012/04/costo-del-ciclo-de-vida-de-un-activo.html>
- Johnston, M. (11 de Junio de 2018). *Reliability Web*. Obtenido de Como seleccionar la estrategia de mantenimiento adecuada: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/selecting-the-correct-maintenance-strategy>
- Lopera Echavarría, J. D., Ramírez Gomez, C. A., Zuluaga Aristizábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (2010). El Método Analítico como Método Natural. *Nómadas*, 28.
- Martín, D. (30 de Abril de 2017). *Estrategia Practica*. Obtenido de Matriz de prioridades – Guía práctica y ejemplo: <https://www.estrategiapractica.com/matriz-prioridades-guia-practica/>
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. North Carolina: Edwards Brothers.
- Osarenren, J. (2015). *Integrated Reliability: Condition Monitoring and Maintenance Equipment*. USA: CRC Press.
- Pascual, R. (2009). *EL Arte de Mantener*. Santiago: Universidad de Chile.
- Pistarelli , A. J. (2017). *Manual de Mantenimiento. Ingeniería, Gestión y Organización*. AJ Pistarelli.
- Torres, L. (2015). *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. Córdoba: Alfaomega.

ANEXOS

ANEXO 1. Lista de Equipos de Bombeo Presupuestados en el año 2018

Tipo de Equipo de Bombeo	Cantidad Presupuestada
Hidrostral B14C-7STG	32
Flygt BS 2400.402 HT	31
Turbina B12H	11
Lapicero Grundfos	11
Tsurumi	9
9HL	9
Magnum N	9
Gould 3700	8
9ML	7
8M700	7
Magnum L	5
Grunfos NK80	5
Maxi N	4
Vogel 125.2	4
Master H	4
Magnum H	4
Durco	3
7LL	3
Maxi H	3
F06K	2
Diamante	2
Vertical	2
Vogel 40.2	2
Turbina Aurora	2
Weir Centrifuga	2
Hidrostral	1
14LH 5 Etapas	1
Master SH	1
6M250	1
Magnum H	1
Flygt MT	1
Sulzer / 10L 200	1
Total general	188

ANEXO 2. Historial de Fallas de Equipos de Bombeo

# Serie	Tipo-Marca-Modelo	Fecha	Motivo Desinstalación
1512DP4292	Bomba-Hydroflo-9HL	1-Jan-18	Fuga glicol
EBBA.FLY.2400-004	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	1-Jan-18	Bajo Aislamiento de Motor
1027230011	Bomba-Hidrostral-B14C	1-Jan-18	Consecuencia falla bomba
1556004	Electrobomba-Grindex-Master H	1-Jan-18	Falla de contactor de arranque
2015035423	Bomba-Hidrostral-B14C	1-Jan-18	Bomba Trabada
1231199	Electrobomba-Grindex-Magnum N	4-Jan-18	Bajo Flujo
MG73137	Bomba-Goulds-3700MX	5-Jan-18	Bajo Flujo
1230036SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	6-Jan-18	Bajo Aislamiento de Motor
1209DP3067	Bomba-Sulzer-8M-700	6-Jan-18	Bajo Flujo
1027317339	Bomba-Hidrostral-B14C	8-Jan-18	Fuga grasa sello rodamiento
SS201600217-1	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	9-Jan-18	Bomba Trabada
1211DP3147	Bomba-Hydroflo-9HL	12-Jan-18	Trabada
B-10706515	Electrobomba-Tsurumi-2HP	14-Jan-18	Exceso de sedimentos
2.75039E+13	Electrobomba-Flygt-2201.011	17-Jan-18	Bajo Aislamiento de Motor
MG73138	Bomba-Goulds-3700MX	19-Jan-18	Bajo Flujo
B-10957063	Electrobomba-Tsurumi-2HP	20-Jan-18	Bomba Trabada
B-10401938	Electrobomba-Tsurumi-2HP	21-Jan-18	Bomba Trabada
201700263	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	23-Jan-18	Trabada
1230063SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	29-Jan-18	Bajo Aislamiento de Motor
1230052SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	29-Jan-18	Bajo Aislamiento de Motor
2016048144	Bomba-Hidrostral-B14C	31-Jan-18	Bomba Trabada
T087531747-0001R0003	Bomba-Goulds-3700MX	2-Feb-18	Mantenimiento Preventivo
T087532297-0002R0002	Bomba-Goulds-3700MX	2-Feb-18	Mantenimiento Preventivo
226461	Electrobomba-Grindex-Magnum N	5-Feb-18	Ruido anormal
2015035418	Bomba-Hidrostral-B14C	6-Feb-18	Bomba Trabada
1024382172	Bomba-Hidrostral-B14C	7-Feb-18	Altas horas
2015035426	Bomba-Hidrostral-B14C	8-Feb-18	Bomba Trabada
1230053SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	13-Feb-18	Bomba Trabada
212563	Electrobomba-Grindex-Magnum N	16-Feb-18	Bomba Trabada
201701051-2-SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	20-Feb-18	Bajo Aislamiento de Motor
TX2141	Bomba-Hydroflo-14LH	20-Feb-18	Juego axial incorrecto
201501133	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	24-Feb-18	Bajo Aislamiento de Motor
1436014	Electrobomba-Tsurumi-2HP	1-Mar-18	Se Apaga
TX16801-1	Bomba-Hydroflo-9HL	1-Mar-18	Bomba Trabada
U087566774-0006R0001	Bomba-Hydroflo-14LH	2-Mar-18	Falla en caja de bornera
U08201306430001R0001	Bomba-Hydroflo-14LH	2-Mar-18	Consecuencia bba trabada

TX6673	Bomba-Hydroflo-14LH	6-Mar-18	Bomba Trabada
42448101-1	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	6-Mar-18	Bomba trabada
1211DP3160	Bomba-Sulzer-8M-700	8-Mar-18	Bomba Trabada
BOCRCQ-2017-01	Bomba-Sulzer-8M-700	8-Mar-18	Bomba Trabada
15M7202-00025A	Bomba-Sulzer-8H-1000	10-Mar-18	Alta temperatura
1030546556	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Mar-18	Transmision Trabada
2016016007	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Mar-18	Brida amarrada
1041346168	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Mar-18	Consecuencia
2017111187	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Mar-18	Fuga agua por estopas
MG73133	Bomba-Goulds-3700MX	14-Mar-18	Baja corriente
1640873	Electrobomba-Grindex- Magnum N	15-Mar-18	Robo de Cable
201701051-1-SS	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	16-Mar-18	Bajo Aislamiento de Motor
366636	Bomba-Sulzer-8M-700	16-Mar-18	Bomba Trabada
1211DP3157	Bomba-Sulzer-8H-1000	16-Mar-18	Bomba Trabada
BOCRRH012	Bomba-Sulzer-8H-1000	16-Mar-18	Bomba Trabada
1006DP2155	Bomba-Sulzer-8M-700	16-Mar-18	Trabada X Consecuencia
1230067SS	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	18-Mar-18	Bajo Aislamiento de Motor
SS201600015-1	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	26-Mar-18	Bajo Aislamiento de Motor
1420017SS	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	26-Mar-18	Bomba Trabada
1211DP3146	Bomba-Hydroflo-9HL	30-Mar-18	Trabada por voladura
TX16961-1	Bomba-Hydroflo-9HL	30-Mar-18	Bomba Trabada
BOCRRH010	Bomba-Sulzer-8H-1000	30-Mar-18	Rozamiento interno
1505DP4159	Bomba-Hydroflo-9HL	31-Mar-18	Bomba Trabada
CA7696-2	Bomba-Hydroflo-9HL	31-Mar-18	Bomba Trabada
12364074001	Electrobomba-Tsurumi-2HP	2-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
1556005	Electrobomba-Tsurumi-2HP	3-Apr-18	Bajo Aislamiento de Motor
SS201600217-3	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	6-Apr-18	Bajo Aislamiento de Motor
100151675	Bomba-Sulzer-8M-700	10-Apr-18	Bomba Trabada
167053	Electrobomba-Grindex- Maxi H	10-Apr-18	Bajo Flujo
1730337	Electrobomba-Grindex- Maxi H	10-Apr-18	Mantenimiento Preventivo

1730338	Electrobomba-Grindex-Maxi H	10-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
111303	Electrobomba-Grindex-Maxi H	13-Apr-18	Mala selección de bba
T087531747-0001R0004	Bomba-Goulds-3700MX	14-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
SS201500987-1	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	16-Apr-18	Bajo Aislamiento de Motor
201701051-2-SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	16-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
1230063SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	18-Apr-18	Trabada
1530086	Electrobomba-Tsurumi-2HP	23-Apr-18	Corriente elevada
SS201500987-2	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	24-Apr-18	Bajo Aislamiento de Motor
1027342CHP001B	Bomba-Durco-MK3STD	25-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
S037489723-0002R0001	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	25-Apr-18	Mantenimiento Preventivo
SS201500987-2	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	25-Apr-18	Bajo Aislamiento de Motor
U0220121950-0001R0002	Bomba-Hydroflo-14LH	29-Apr-18	Bajo Flujo
TX2142	Bomba-Hydroflo-14LH	29-Apr-18	Bajo Flujo
1230052SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	30-Apr-18	Trabada
1570554	Electrobomba-Grindex-Magnum N	30-Apr-18	Robo cable
0840005	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	5-May-18	Bajo Aislamiento de Motor
1230065SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	11-May-18	Bajo Aislamiento de Motor
SS201600734	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	17-May-18	Bomba Trabada
1027342CHP001C	Bomba-Durco-MK3STD	18-May-18	Mantenimiento Preventivo
S037489723-0002R0002	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	18-May-18	Mantenimiento Preventivo
X067646883-0001R0001	Bomba-Goulds-3700MX	26-May-18	Alta vibracion
GM02A046-1	Bomba-Goulds-3700MX	26-May-18	Alta vibracion
T087532297-0002R0004	Bomba-Goulds-3700MX	26-May-18	Alta vibracion
MG73135	Bomba-Goulds-3700MX	26-May-18	Alta vibracion
SS201600015-2	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	28-May-18	Bajo Aislamiento de Motor
SS201600337	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	30-May-18	Bajo Aislamiento de Motor
1027230008	Bomba-Hidrostal-B14C	1-Jun-18	Consecuencia Traba bomba
TX16961-3	Bomba-Hydroflo-9HL	1-Jun-18	Trabada
1230036SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	2-Jun-18	Limpieza de poza
1230068SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	2-Jun-18	Limpieza de poza

212135	Electrobomba-Grindex-Magnum N	2-Jun-18	Limpieza de poza
TX4779-2	Bomba-Hydroflo-9HL	3-Jun-18	Por voladura
1512DP4289	Bomba-Hydroflo-9HL	3-Jun-18	Por voladura
1111DP2676	Bomba-Sulzer-8M-700	5-Jun-18	Alta temperatura motor
386705	Bomba-Sulzer-8M-700	5-Jun-18	Alta temperatura motor
2014086100	Bomba-Hidrostral-B14C	5-Jun-18	Bajo corriente
1230063SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	9-Jun-18	Robo cable
1307DP3475	Bomba-Hydroflo-9HL	12-Jun-18	Bomba trabada
TX13721-2	Bomba-Hydroflo-9HL	12-Jun-18	Bomba Trabada
1305DP3337	Bomba-Hydroflo-9HL	15-Jun-18	Trabada por voladura
S037489723-0002R0003	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	22-Jun-18	Mantenimiento Preventivo
1027342CHP001A	Bomba-Durco-MK3STD	22-Jun-18	Mantenimiento Preventivo
1211DP3137	Bomba-Hydroflo-9HL	24-Jun-18	Fuga de glicol
TX4779-2	Bomba-Hydroflo-9HL	24-Jun-18	Bomba Trabada
201701051-2-SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	26-Jun-18	Bajo Aislamiento de Motor
TX4779-1	Bomba-Hydroflo-9HL	26-Jun-18	Trabada
201600646-1	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	30-Jun-18	Bajo aislamiento
68599801	Bomba-Vogel-MPVN 40.2/4X	1-Jul-18	Fuga Agua x Sello
1206DP2957	Bomba-Sulzer-8H-1000	4-Jul-18	Alta temperatura motor
100151675	Bomba-Sulzer-8M-700	4-Jul-18	Alta temperatura motor
1302DP3260	Bomba-Sulzer-8M-700	4-Jul-18	Consecuencia
1071165	Electrobomba-Grindex-Magnum N	8-Jul-18	Sonido interno
42448101-8	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	14-Jul-18	Fuga Agua x Sello
212133	Electrobomba-Grindex-Magnum N	15-Jul-18	Equipo devuelto de procesos
CA7696-2	Bomba-Hydroflo-9HL	15-Jul-18	Rozamiento interno
42448101-6	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	15-Jul-18	Rotura esparrago
2016027219	Bomba-Hidrostral-B14C	18-Jul-18	consecuencia
1030546554	Bomba-Hidrostral-B14C	18-Jul-18	Disminucion de corriente
20795-2	Bomba-Hydroflo-9HL	21-Jul-18	Consecuencia falla motor
1307DP3474	Bomba-Hydroflo-9HL	21-Jul-18	Alta temperatura
TX6773-1	Bomba-Hydroflo-9HL	21-Jul-18	Rozamiento Interno
37474402-2	Bomba-Vogel-MPVN 40.2/4X	24-Jul-18	Fuga agua tazones
182324	Electrobomba-Grindex-Magnum N	24-Jul-18	Stand by
MG73136	Bomba-Goulds-3700MX	27-Jul-18	Alta vibracion y fuga por sello
TX2140	Bomba-Hydroflo-14LH	28-Jul-18	Bomba trabada
1420016SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	31-Jul-18	Bajo aislamiento motor
1530087	Electrobomba-Tsurumi-2HP	1-Aug-18	Poza sin agua
1180049SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	3-Aug-18	Bajo Aislamiento de Motor
T087532297-0002R0003	Bomba-Goulds-3700MX	4-Aug-18	Alta temperatura

MG73137	Bomba-Goulds-3700MX	4-Aug-18	Fuga aceite caja rodamiento
704588750Y00002	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	4-Aug-18	Fuga Agua x Sello
0840005	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	6-Aug-18	Bajo Aislamiento de Motor
1230036SS	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	9-Aug-18	Bajo Aislamiento de Motor
1030529345	Bomba-Hidrostral-B14C	15-Aug-18	Ruido anormal
2015035424	Bomba-Hidrostral-B14C	18-Aug-18	Bajo Flujo
U0220121950-0001R0001	Bomba-Hydroflo-14LH	20-Aug-18	Baja corriente
TX6226-2	Bomba-Hydroflo-14LH	20-Aug-18	Bajo Flujo
2017111054	Bomba-Hidrostral-B14C	25-Aug-18	Reubicacion equipo
1033870738	Bomba-Hidrostral-B14C	25-Aug-18	Reubicacion equipo
1211DP3149	Bomba-Hydroflo-9HL	2-Sep-18	Trabada voladura
1230061SS	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	2-Sep-18	Bajo aislamiento
TX1832	Bomba-Hydroflo-9HL	2-Sep-18	Trabada por voladura
201500915	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	2-Sep-18	Bajo aislamiento
42448102-1	Bomba-Vogel-MPVN 125.2/6X	2-Sep-18	Bomba Trabada
SS201600360-2	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	6-Sep-18	Presencia agua camara aceite
1028622143	Bomba-Hidrostral-B14C	6-Sep-18	Alta Vibración
SS201600015-1	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	8-Sep-18	Temperatura termocontacto
SS201600646-2	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	10-Sep-18	Falla termocontacto
S201500086	Electrobomba-Flygt- 2201.011	10-Sep-18	Mantenimiento Preventivo
2016016008	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Sep-18	Mantenimiento Preventivo
1024382170	Bomba-Hidrostral-B14C	11-Sep-18	Mantenimiento Preventivo
16E19-23-080028	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	16-Sep-18	Bajo Aislamiento
CA6676-1	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	16-Sep-18	Consecuencia falla motor
10E19-04-800268	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	17-Sep-18	Bajo aislamiento
TX6676-2	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	17-Sep-18	Consecuencia falla motor
1211DP3140	Bomba-Hydroflo-9HL	19-Sep-18	Fuga de glicol
20795-1	Bomba-Hydroflo-9HL	19-Sep-18	Consecuencia falla motor
1024382167	Bomba-Hidrostral-B14C	21-Sep-18	Alta vibracion
2015035418	Bomba-Hidrostral-B14C	21-Sep-18	Alta vibracion
2015035419	Bomba-Hidrostral-B14C	21-Sep-18	Alta vibracion
1206DP2955	Bomba-Hydroflo-9HL	25-Sep-18	Consecuencia Bomba
TX2123	Bomba-Hydroflo-9HL	25-Sep-18	Bomba Trabada
TX16961-2	Bomba-Hydroflo-9HL	26-Sep-18	Giro duro
386708	Bomba-Sulzer-8M-700	1-Oct-18	Exceso de lodo
15M19-08-080188	Bomba-Sulzer-8H-1000	1-Oct-18	Trabada
BOCRQ022	Bomba-Sulzer-8M-700	1-Oct-18	Bomba Trabada
1211DP3145	Bomba-Hydroflo-9HL	3-Oct-18	Consecuencia falla bomba
TX2118	Bomba-Hydroflo-9HL	3-Oct-18	Bomba Trabada
TX2124	Bomba-Hydroflo-9HL	3-Oct-18	Rozamiento interno
2015035426	Bomba-Hidrostral-B14C	13-Oct-18	Falla tablero electrico
SS201600217-1	Electrobomba-Flygt- 2400.402 HT	13-Oct-18	Sobre temperatura estator

167053-A	Electrobomba-Grindex-Maxi H	16-Oct-18	Bajo aislamiento
2015035430	Bomba-Hidrostral-B14C	22-Oct-18	Traslado mancora 1
1027230008	Bomba-Hidrostral-B14C	23-Oct-18	Consecuencia Traba bomba
2016016010	Bomba-Hidrostral-B14C	23-Oct-18	Bomba Trabada
1230068SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	25-Oct-18	Bajo Aislamiento de Motor
X067646883-0001R0001	Bomba-Goulds-3700MX	28-Oct-18	Alta vibracion
100151677	Bomba-Sulzer-8M-700	1-Nov-18	Bomba Trabada
1211DP3160	Bomba-Sulzer-8M-700	1-Nov-18	Bomba Trabada
TX18694	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	1-Nov-18	
TX6674-3	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	7-Nov-18	Consecuencia motor
13G19-09-080078	Bomba-Hydroflo-7LL-9STG	7-Nov-18	Bajo Aislamiento
1505DP4100	Bomba-Hydroflo-9HL	12-Nov-18	Bajo aislamiento
CA7696-1	Bomba-Hydroflo-9HL	12-Nov-18	Consecuencia
1404DP3715	Bomba-Hydroflo-9HL	13-Nov-18	Trabada X Consecuencia
TX6775-4	Bomba-Hydroflo-9HL	13-Nov-18	Bomba Trabada
TX6775-1	Bomba-Hydroflo-9HL	18-Nov-18	Minado de area
1202DP2810	Bomba-Hydroflo-9HL	18-Nov-18	Minado de area
167053	Electrobomba-Grindex-Maxi H	18-Nov-18	Fuga carcaza
1730313	Electrobomba-Grindex-Maxi H	19-Nov-18	Reubicacion
142030	Electrobomba-Grindex-Maxi H	20-Nov-18	Bajo Flujo
1180049SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	26-Nov-18	Bajo Aislamiento de Motor
1030546557	Bomba-Hidrostral-B14C	27-Nov-18	Consecuencia bomba
2014086094	Bomba-Hidrostral-B14C	30-Nov-18	Consecuencia motor
1027230010	Bomba-Hidrostral-B14C	30-Nov-18	Ruido anormal motor
2015035428	Bomba-Hidrostral-B14C	30-Nov-18	Bocina amarrada
212134	Electrobomba-Grindex-Magnum N	1-Dec-18	Baja corriente
1230059SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	8-Dec-18	Bomba Trabada
1180050SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	28-Dec-18	Bajo Aislamiento de Motor
1230058SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	30-Dec-18	Bajo Aislamiento de Motor
1230064SS	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	31-Dec-18	Sonido
201600360-1	Electrobomba-Flygt-2400.402 HT	30-Jun-18	Alta temperatura

ANEXO 3. Tiempo de Parada por Falla de Equipos de Bombeo

TIPO/ MODELO	N° SERIE	OBSERVACIONES DE FALLA	Tiempo
FLYGT 2400.402	1230065SS	Bajo aislamiento	28
FLYGT 2400.402	1420016SS	Bajo aislamiento; 65MOH	17
HYDROFLO/9HL-8STG	TX16961-1	evaluar traer al taller	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1211DP3137	Falla por sedimentos	173
GRINDEX/MAGNUM N	1640873	llega a taller por robo de cable	38
GRINDEX-MAXI-H	1430713	Robo de cble, Bomba STB	10
HYDROFLO/7LL-9STG	CA6676-1	Desmontado por cambio del pozo LQS-05 a LQS-04	2
HYDROFLO/9HL-8STG	1307DP3475	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1202DP2810	Falla por sedimentos	60
HIDROSTAL-B14C	1027317339	El 08 Dic reporta falla, sin embargo esta operativo. Era falla de tablero.	1
FLYGT 2400.402	EBBA.FLY.2400-004	Falla por sedimentos	60
FLYGT 2400.402	1230036SS	Bajo Aislamiento	68
GRINDEX/MAGNUM N	1231199	Baja eficiencia hidráulica x nivel muy bajo de Reservoirio	60
GRINDEX/MAGNUM N	212133	Bomba prestada por 518 días a PROCESOS	60
GRINDEX/MAGNUM N	212133	llega a taller por robo de cable	38
YASKAWA/VARIADOR-350HP	TAB-103	Falla por sedimentos	2
FLYGT 2400.402	SS201600217-1	Sobrecorriente con TAB-190/ Bomba Trabada, queda 1 MΩ	177
HIDROSTAL-B14C	1027230011	Rodamiento de motor trabado; streiner de bomba lleno de lodo	60
SULZER/8M-700/200HP	403480-1C	Falla por sedimentos	60
HIDROSTAL-B14C	2015035423	Rodamiento de motor trabado; streiner de bomba lleno de lodo	60
GOULDS 3700 MX	MG-73138	Baja corriente 126amp a 52Hz, 135Amp a 53Hz; 240Mohm	102
HIDROSTAL-B14C	2016048144	Bomba Trabada	60
HIDROSTAL-B14C	2015035418	Bomba trabada	60
GOULDS 3700 MX	T087531747-0001R0003	MP; por Tiempo de Trabajo	30
GOULDS 3700 MX	T087532297-0002R0002	MP; por Tiempo de Trabajo	149
FLYGT 2400.402	1230053SS	Lodo en todo el contorno + bolsa; 400kohm	77
HIDROSTAL-B14C	1027317338	OPERATIVO, Ligerro rozamiento en bomba	60
TSURUMI-2HP	B-10786525	Falla por sedimentos	2
TSURUMI-2HP	10706515	cubierto por sedimento	1
TSURUMI-2HP	B-10957063	Bajo Flujo, Mantto Preventivo	1
FLYGT 2400.402	1230063SS	Robo de cable, bajo aislamiento, se reparará en Ceyca	42
FLYGT 2400.402	1230052SS	Robo de cable, bajo aislamiento, se reparará en Ceyca	48
GRINDEX/MASTER-H	1536008	Falla por sedimentos	20
DURCO-MK3-STD	B543820-010 L001MM	PM	7
GRINDEX/MAGNUM N	212563	Sobrecorriente, por aparente falla mecánica: trabada; Cambiar a Impulsor en Inox 316	60
FLYGT 2400.402	201700263	WA; bomba trabada; sobrecorriente	60
FLYGT 2400.402	201701051-2-SS	Aislamiento de 60MOhm; trabada	60

FLYGT 2400.402	201701051-2-SS	Aislamiento de 60MOhm; trabada, se identifica Estator Recalentado, requiere rebobinado	53
HIDROSTAL-B14C	1024382172	Altas horas	75
GRINDEX/MAGNUM N	197527	OPERATIVO, se la llevan x equivocación a Quecher.	60
GRINDEX/MAGNUM N	197527	OPERATIVO, se la llevan x equivocación a Quecher.	60
SULZER/8H-1000/200HP	BOSZ8H-004	OPERATIVO, se la llevan x equivocación a Quecher.	60
SULZER/8H-1000/200HP	BOSZ8H-003	OPERATIVO, se la llevan x equivocación a Quecher.	60
HYDROFLO/14LH-6STG	U0820130643-0001R0001	OPERATIVO, se desmonta por falla de bomba trabada.	1
HYDROFLO/14LH-6STG	TX2141	Garantía, mal armado: eje con juego axxial incorrecto.	60
VOGEL-125.2/6X	42448101-1	Bomba Trabada	654
SULZER/8M-700/200HP	BOCRQ-2017-1	Bomba Trabada	45
SULZER/8M-700/200HP	1211DP3160	Fuga de Glicol	56
HYDROFLO/14LH-6STG	U087566774-0006R0001	Fogonazo en caja de bornes	121
FLYGT 2400.402	SS201501133	Bajo aislamiento, 0.0 Kohm	60
FLYGT 2400.402	SS201501133	Bajo aislamiento, 0.0 Kohm	280
HYDROFLO/14LH-6STG	TX6673	Eje de bomba Trabado.	131
SULZER/8M-700/200HP	15M72-02-00025A	ALTA T°	60
SULZER/8H-1000/200HP	431779	Bomba Trabada	60
HIDROSTAL-B14C	1030546556	Transmisión de Motor trabado	82
HIDROSTAL-B14C	2016016007	Brida de acople amarrada	82
FLYGT 2400.402	1230067SS	Bajo aislamiento, 0.0 Kohm; bobinas operativas	150
FLYGT 2400.402	201701051-1-SS	Bajo aislamiento; bobinas operativas.	60
GOULDS 3700 MX	MG-73133	Bomba Trabada	123
TSURUMI-2HP	B-10786523	Falla por sedimentos	16
FLYGT 2400.402	1420017SS	Bomba trabada	13
HYDROFLO/9HL-8STG	TX6773-1	Dar tolerancias en carrera, coupling y colocar descarga y platinas	24
HYDROFLO/9HL-8STG	CA7696-2B	Dar tolerancias en carrera, coupling y colocar descarga y platinas	60
SULZER/8M-700/200HP	474440	Dar tolerancias en carrera, coupling y colocar descarga y platinas	23
GOULDS 3700 MX	T087531747-0001R0004	PM, altas horas	15
DURCO-MK3-STD	1027342CHP001B	PM	11
VOGEL-125.2/6X	S037489723-0002R0001	PM; trabaja desde Ene-15. POS-02 (TR WOX)	3
FLYGT 2400.402	SS201500987-2	Falla por sedimentos	36
FLYGT 2400.402	0840005	PM	9
FLYGT 2400.402	0840005	Falla por sedimentos	60
FLYGT 2400.402	1230052SS	Falla por sedimentos	22
GRINDEX/MASTER-H	1556005	Falla por sedimentos	64
GRINDEX/MASTER-H	1556004	Falla por sedimentos	120
GRINDEX/MASTER-H	1436014	Falla por sedimentos	66
FLYGT 2400.402	1180050SS	Falla por sedimentos	403
FLYGT 2400.402	SS201600217-3	Bajo aislamiento 0.00 MΩ	131
GRINDEX-MAXI-H	167053	bajo aislamiento 5 kilo ohmios	225

GRINDEX-MAXI-H	190281	Bomba se Trasladó de Serpentin 2 a Almac.Sur.	60
FLYGT 2400.402	SS201500987-1	Falla por sedimentos	421
FLYGT 2400.402	SS201600015-1	Bajo aislamiento, 0.0 Ohm. Solicitar la fabricación de placa de identificación.	121
SULZER/8M-700/200HP	100151675	bomba trabaja y por bajo aislamiento, se desconecto los cables del motor en el tablero TAB 144.	71
SULZER/8M-700/200HP	16B19-11-080048	bajo aislamiento 0.0 mega ohmios,	60
HIDROSTAL-B14C	2015035426	Sonido por roce interno, se desmonta por WA	106
HYDROFLO/14LH-6STG	U0220121950-0001R0002	Sonido en Rodamientos, altas horas de trabajo	60
HYDROFLO/14LH-6STG	TX2142	Baja eficiencia hidráulica, altas horas de trabajo	60
FLYGT 2400.402	SS201600337	Bajo aislamiento	20
SULZER/8M-700/200HP	1201DP2798	Falla por sedimentos	148
SULZER/8M-700/200HP	386707	Falla por sedimentos	148
SULZER/8M-700/200HP	386705	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	1111DP2676	Falla por sedimentos	197
SULZER/8M-700/200HP	366636	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	1211DP3157	Falla por sedimentos	60
GOULDS 3700 MX	GM02A046-1	más de 500 días de trabajo y presentar alta vibración.	60
GOULDS 3700 MX	GM02A046-2	Falla por sedimentos	48
GOULDS 3700 MX	T087532297-0002R0004	Altas horas	202
GOULDS 3700 MX	MG-73135	Alta vibración y sonido anormal, posible desbalanceo interno, pues se realineó varias veces	126
GOULDS 3700 MX	X067646883-0001R0001	Altas horas	65
GOULDS 3700 MX	X067646883-0001R0001	No se puede alinear Horizontalmente, necesita Hacer ojo chino, Se trae a Taller	371
GRINDEX/MAGNUM N	1570554	Impulsor y streiner en inox	191
SULZER/8M-700/200HP	BOCRQ-026	Colocar descarga en acople rápido 6"	60
SULZER/8M-700/200HP	16H19-17-080188	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	1201DP2799	Falla por sedimentos	60
SULZER/8H-1000/200HP	BOCRRH-010	Falla por sedimentos	312
SULZER/8M-700/200HP	16E19-05-080368	Colocar Sensor RTD	60
DURCO-MK3-STD	1027342CHP001C	PM; trabaja desde Ene-15. POS-03 (TR WOX)	17
FLYGT 2400.402	1230036SS	Falla por sedimentos	33
FLYGT 2400.402	1230036SS	Trabaja 03 Hrs. Quemada	77
VOGEL-125.2/6X	S037489723-0002R0002	PM; trabaja desde Ene-15. POS-03 (TR WOX)	31
FLYGT 2400.402	SS201500987-2	PM en Ceyca, pero falla al sumergirla 0.0 kOhm	355
FLYGT 2400.402	1230063SS	NO FALLA, Desmontado por limpieza de Máncora	32
FLYGT 2400.402	1230068SS	NO FALLA, Desmontado por limpieza de Máncora	25
FLYGT 2400.402	1230068SS	lecturas de 0.0MOhm ; Presenta alta T°	11
FLYGT 2400.402	SS201600734	Falla por sedimentos	34
DURCO-MK3-STD	1027342CHP001A	PM	60
VOGEL-125.2/6X	S037489723-0002R0003	PM	23
FLYGT 2400.402	SS201600646-1	Falla por sedimentos	39
FLYGT 2400.402	201701051-2-SS	Falla por sedimentos	31

TSURUMI-2HP	B-10786525	Falla por sedimentos	4
HYDROFLO/9HL-8STG	1305DP3337	Caida de rocas por voladura y minado	473
SULZER/8M-700/200HP	100151675	WA Bomba trabaja; CASING C0217 F-008	16
SULZER/8M-700/200HP	1206DP2957	Buen aislamiento, falla bomba 8M-700; CASING C0217 F-008	16
FLYGT 2400.402	SS201600360-1	Falla por sedimentos	60
HIDROSTAL-B14C	2016016010	Bomba con baja eficiencia de bombeo	126
HIDROSTAL-B14C	2014086100	baja corriente", en el tablero TAB 063	55
HIDROSTAL-B14C	1027230008	PM	92
VOGEL-40.2/4X	68599801	Fuga excesiva, tiempo de trabajo	317
VOGEL-125.2/6X	42448101-6	NO fue instalada porque un templador de los tazones llevo roto.	60
VOGEL-125.2/6X	42448101-8	Fuga excesiva, tiempo de trabajo	250
GRINDEX/MAGNUM N	1071165	Sonido extraño	60
FLYGT 2400.402	SS201600360-1	Se envía a Xylem para Overhaul	185
HIDROSTAL-B14C	2016027219	Bomba trabada	127
HIDROSTAL-B14C	1030546554	tiempo de trabajo, necesita PM	129
GRINDEX/MAGNUM N	182324	NO trabaja, MA ya no la Necesita	60
GRINDEX/MAGNUM N	212133	NO trabajó	122
GRINDEX/MAGNUM N	1520942	WA Sonido extraño y baja corriente 46A	60
SULZER/8H-1000/200HP	BOCRRH-012	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	1006DP2155	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	386705	CC 12372 y el elemento de gastos es 436500	60
SULZER/8M-700/200HP	1111DP2676	CC 12372 y el elemento de gastos es 436500	30
SULZER/8M-700/200HP	386704	Sobrecorriente y T°, Bomba Trabada	60
SULZER/8M-700/200HP	1302DP3260	Sobrecorriente y T°, Bomba Trabada	60
GOULDS 3700 MX	T087532297- 0002R0003	Alta Vibración y T° se eleva.	9
HYDROFLO/9HL-8STG	1307DP3474	Bajo aislamiento, a tierra. VOLADURA	70
HYDROFLO/9HL-8STG	20795-2	Falla por sedimentos	55
GOULDS 3700 MX	MG-73137	Fuga de aceite por improseal. Enviar por WA	60
VOGEL-125.2/6X	704588750Y00002	Presentar fuga de agua por el sello mecánico	60
FLYGT 2400.402	1180049SS	Bajo aislamiento, se desmonta para llevar a Tallewr PM	4
FLYGT 2400.402	1180049SS	Falla externa y falla en el termocontacto (alta T°),	109
GOULDS 3700 MX	MG-73136	Falla por sedimentos	9
HYDROFLO/14LH-6STG	U0220121950- 0001R0001	Para PM, por tiempo de trabajo. Mayor a 1GOhm, sin RTD	60
HYDROFLO/14LH-6STG	TX6226-2	Streiner saturado, consedimento. (BAJO FLUJO)	60
HIDROSTAL-B14C	2017111054	OPERATIVO; Se traslada TALLERES para limpiar	30
HIDROSTAL-B14C	1033870738	OPERATIVO, se traslada; 5GOHM	45
FLYGT 2400.402	SS201500915	Fue desinstalada por bajo aislamiento (0.00hm).	60
FLYGT 2400.402	1230061SS	Operaciones reporto que el equipo no bombeaba.	60
VOGEL-40.2/4X	37474402-2	Fuga por tazones	60
HIDROSTAL-B14C	2015035424	Baja eficiencia hidráulica, SE ENCUANTRA bolsas y sedimento en Streiner	195
VOGEL-125.2/6X	42448102-1	BOMBA TRABADA	145
HIDROSTAL-B14C	1028622143	Falla de sobrecarga, 92°C; y sonido fuerte en rodamientos	176
FLYGT 2400.402	SS201600360-2	Presencia de agua en cámara de aceite	117
HYDROFLO/14LH-6STG	TX2140	Trabada	60

HYDROFLO/9HL-8STG	TX13721-2	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX16801-1	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX16961-3	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX1832	Falla de motor por Voladura	59
HYDROFLO/9HL-8STG	1211DP3149	Falla de motor por Voladura	91
FLYGT 2400.402	SS201600646-2	02 veces consecutivas, se reporta falla de termocontacto: recalentamiento en estator	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1505DP4159	Falla como consecuencia de bomba trabada. Motor con 4.8GoHm (ok);; 3 sensores operativos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1211DP3146	motor con 4.5GohM; 2 sensores operativos. Rotura de diafragma y fuga de glicol	124
HYDROFLO/9HL-8STG	1512DP4289	Motor y bomba desinstalados por voladura. Motor para PM	7
HYDROFLO/9HL-8STG	TX4779-2	Motor y bomba desinstalados por voladura. Motor para PM	8
HIDROSTAL-B14C	1024382170	Equipo desmontado por tiempo de trabajo	81
HIDROSTAL-B14C	2016016008	Bomba con excesiva fuga por stopas, eje desgastado y baja eficiencia (SIN PLACA DE IDENTIFICACIÓN: SE NECESITA FABRICAR NUEVA PLACA CON SERIE)	60
HYDROFLO/7LL-9STG	16E19-23-080028	Desmontado por cambio del pozo LQS-05 a LQS-04	2
HYDROFLO/7LL-9STG	CA6676-1	Desmontado por cambio del pozo LQS-05 a LQS-04	2
HYDROFLO/7LL-9STG	16E19-23-080028	Pozo LqS-04 sin agua, equipo para PM	148
HYDROFLO/7LL-9STG	CA6676-1	Pozo LqS-04 sin agua, equipo para PM	45
HYDROFLO/7LL-9STG	CA6676-2	Mantto Preventivo	1
HIDROSTAL-B14C	1024382167	Motor acoplado a Bomba, con alta vibración	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX2123	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	CA7696-2	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX4779-1	Falla por sedimentos	158
HYDROFLO/9HL-8STG	1501DP4058	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1512DP4292	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX6773-1	Bba no Falla, desmontada por falla de motor, por voladura	144
SULZER/8M-700/200HP	15M19-08-080188	falla por sobre corriente 245Amp. Bajo aislamiento 0.0KOhm.	60
SULZER/8M-700/200HP	BOCRCQ-022	Bomba tRabada	60
HYDROFLO/7LL-9STG	10E19-04-800268	Demontado por bajo aislamiento (SE REUSA LA BOMBA)	150
HYDROFLO/9HL-8STG	1211DP3140	Bomba en falla: Trabada	48
HYDROFLO/9HL-8STG	20795-1	WA Bomba Trabada	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX2118	Bomba Trabada	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1211DP3145	Consecuencia por Falla de bomba	21
FLYGT 2400.402	SS201600015-1	Termocontacto Averiado; Sumergida en lodo, y asentada	45
HIDROSTAL-B14C	2015035426	Bajo flujo, inicialmente reportaron TRABADO	28
HIDROSTAL-B14C	2015035419	Excesiva fuga de agua, y vibración	60
GRINDEX-MAXI-H	167053-A	bajo aislamiento 0.01 mega ohmios, resistencia bobina de motor 0.1 ohmios. Bomba quedo desconectada.	60
GRINDEX/MAGNUM N	212135	resistencia de bobinas (0,0 Ohm) y megado (mayor a 1,0 GOhm) en seco y se mego en húmedo (200 Mohm).	60
HIDROSTAL-B14C	2016016010	Bomba trabada	71
GOULDS 3700 MX	GM02A046-2	Falla el 02.Set (Alta T° y vibración)	60

HIDROSTAL-B14C	1027230008	Falla por sedimentos	1
HIDROSTAL-B14C	1027230008	Falla por sedimentos	1
FLYGT 2400.402	SS201600217-1	WA, alta temperatura en PT100, lega a 119°C	111
SULZER/8M-700/200HP	1211DP3160	Giro con rozamiento	60
SULZER/8M-700/200HP	100151677	Motor con bajo aislamiento	60
SULZER/8M-700/200HP	403480-1C	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP	1111DP2676	Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP		Falla por sedimentos	60
SULZER/8M-700/200HP		Falla por sedimentos	60
GRINDEX-MAXI-H	167053	ruido y fuga de agua entre la carcasa y cabezal de la electrobomba y en la unión del estrainer con la carcasa se verificó que el ORing se encontraba mordido y fuera de su posición.	10
GRINDEX-MAXI-H	142030	Falla por sedimentos	60
HYDROFLO/9HL-8STG	CA7696-1	Motor con bajo aislamiento, giro libre, carrera OK	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1505DP4100	Motor con bajo aislamiento, giro libre, carrera OK	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1202DP2810	Colocar serie con punzon ó tipo.	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX6775-1	Desmontados por voladura, no falla	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX1297	Se recomienda No instalar por giro duro	60
HYDROFLO/9HL-8STG	TX6775-4	Eje Trabado, falla a tierra, se intentó lanzar obteniendo falla de sobre tensión de bus. Se desconectó y megó el motor obteniendo lecturas de 0MOhm.	127
HYDROFLO/9HL-8STG	1404DP3715	falla a tierra, se intentó lanzar obteniendo falla de sobre tensión de bus. Se desconectó y megó el motor obteniendo lecturas de 0MOhm	60
HYDROFLO/7LL-9STG	13G19-09-080078	Bomba trabada	60
HYDROFLO/7LL-9STG	TX6674-3	Bomba trabada	60
HIDROSTAL-B14C	2014086094	sin estrainer y con sedimentos adheridos a su contorno.. Se aprecia ligero desgaste de eje en el acople	32
HIDROSTAL-B14C	1027230010	Presenta sonido fuerte en la transmisión (rodamientos)	32
HIDROSTAL-B14C	2015035428	Bajo flujo, bocina en caja stopas amarrada a eje.	91
HIDROSTAL-B14C	1030546557	>1,06 Gohm; sensores OK	91
GRINDEX/MASTER-H	1671139	Bajo flujo, no se obtiene datos Megado ni resistencia pr el SMART	60
FLYGT 2400.402	1230059SS	Sonido fuerte, posible falla mecánica	61
FLYGT 2400.402	1230064SS	Fuerte ruido, posible falla mecánica	60
FLYGT 2400.402	1230058SS	Bajo Aislamiento	90
FLYGT 2400.402	1180051SS	Falla por sedimentos	41
GRINDEX/MAGNUM N	212134	Baja corriente y baja eficiencia	60
SULZER/8M-700/200HP	TX0007730	Bajo Flujo, alta T° en motor. Se aprecia sedimento recubriendo toda la succión	60
SULZER/8M-700/200HP	1307DP3473	Bajo Flujo, alta T° en motor. Se aprecia sedimento recubriendo toda la succión	60
HYDROFLO/9HL-8STG	1206DP2909	Falla por sedimentos	60
Flygt-2201.011	1460-PU-130048	Bajo Flujo	60
Flygt-2201.011	79195612	Bajo Flujo	60
FLYGT 2400.402	1230053SS	Falla por sedimentos	61
HYDROFLO/9HL-8STG	TX4779-2	Motor y bomba desinstalados por voladura. Motor para PM	206
HYDROFLO/9HL-8STG	TX2124	Falla por sedimentos	60

GRINDEX-MAXI-H	2003060057	Procesos Manifiesta que nunca us la Ebba/ Se identifica sólo 1 m de cable	190
VOGEL-125.2/6X	P117389108-0006M0003		60
SULZER/8M-700/200HP	386705	POZA MARGOT	
SULZER/8M-700/200HP	1111DP2676	Poza Margot	
Poza Chino	MASTER H		

ANEXO 4. Tiempo de Parada por Falla de Equipos de Bombeo

**Disponibilidad
inherente mensual**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días de operación	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640	5,640
N° paradas correctivas	21	11	28	21	11	22	19	13	24	14	19	5
Tiempo Total para reparar	1,226	1,147	4,080	2,027	698	2,374	1,384	882	1,757	965	1,692	432
N° de reparaciones	21	11	28	21	11	22	19	13	24	14	19	5
MTBF	268.57	512.73	201.43	268.57	512.73	256.36	296.84	433.85	235.00	402.86	296.84	1,128.00
MTTR	58.38	104.27	145.71	96.52	63.45	107.91	72.84	67.85	73.21	68.93	89.05	86.40
Disponibilidad Inherente	82.14%	83.10%	58.02%	73.56%	88.99%	70.38%	80.30%	86.48%	76.25%	85.39%	76.92%	92.89%