



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DEL TIEMPO EN EL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN  
DE MINERÍA SUBTERRANEA EN LA EMPRESA EPIROC PERÚ  
S.A.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR**

**FREDY FALCÓN CISNEROS**

**ASESOR**

**MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, 2021**

## DEDICATORIA

Dedicó este trabajo de suficiencia profesional al Divino creador por inspirarme para culminar el desarrollo con éxito, a mi Madre y Esposa por mostrarme el camino a la victoria y brindarme su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Dedicó este trabajo de suficiencia profesional a toda mi familia, mi madre, mi querida esposa y amigos por apoyarme en todos los momentos cuando los necesitaba y también por sus contribuciones hacia mi éxito profesional para hacer mis sueños realidad.

## INTRODUCCIÓN

La evolución de mantenimiento es primordial en las organizaciones mineras ya que acontece con mayor producción. La gestión del tiempo en el proceso de mantenimiento es un fenómeno dinámico y no estático ya que está sumergido en cambios prematuros, basta con conocer los procesos, los equipos son discontinuados y reemplazados de manera frecuente en área de mantenimiento.

La gestión del tiempo es muy importante para el control óptimo iniciando desde nuestra vida diaria, por ende, se va a elaborar un plan de mejora de la gestión del tiempo en el mantenimiento preventivo de equipos de mediana y gran minería, cabe mencionar que, para desarrollar cualquier actividad, se requiere un tiempo definido, pero este varía según la habilidad de los técnicos a desarrollar los trabajos. Es precisamente que la gestión del tiempo, se va a analizar las tareas cortas y largas de un modo que resultaría beneficioso el cual mejoraría cuantiosas pérdidas las compañías mineras. Un plan de mejora en la gestión del tiempo en mantenimiento de equipos de perforación y bajo perfil, además las herramientas modernas, personal capacitado y nuevas técnicas de trabajo acortaría los tiempos de ejecución en mantenimiento preventivo. Sí comprende la filosofía del mantenimiento es posible lograr una mayor fiabilidad, obtener un costo de mantenimiento de la máquina eficiente, garantizar la disponibilidad de las piezas y evitar la reducción de las horas de vida de las piezas de repuesto. Los indicadores de mantenimiento van a determinar el tiempo de ejecución y el tiempo de inactividad estimados de una máquina durante su mantenimiento programado. Es precisamente que se aplicará un plan de la gestión del tiempo para mejorar en área mantenimiento en el contrato de la unidad minera San Rafael - MINSUR S.A.

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional, tienen como objetivo presentar un plan de mejora de la gestión del tiempo en el proceso de planificación de mantenimiento preventivo de equipos de perforación de minería subterránea en la empresa Epiroc Perú S.A. La empresa cuenta con el área de Ingeniero Planner, quien es responsable de garantizar la continuidad en las operaciones de los equipos como Simbas S7D, Jumbo Boomer T1D y Simba Raptor 44 a un 85% de disponibilidad mecánica; sin embargo no estaría cumpliendo a cabalidad con los intervalos del tiempo programado toda vez que el “Ingeniero Planner” al realizar la inspección y el control de los componentes, debe estimar el tiempo adecuado que corresponde a cada equipo según el trabajo a realizar ya que a veces no corresponde mantenimiento preventivo sino correctivo ello conlleva a tomar mayor tiempo de lo programado. En este sentido se presenta la propuesta de la mejora de la gestión del tiempo que consiste en implementar herramientas de gestión. En segundo lugar, se debe realizar órdenes de trabajo Específico en primera instancia registrando fecha de inicio y fin del trabajo. Implementar Check List de Inspección Técnica esto permitirá verificar el estado de operatividad del equipo simba y un registro como base de datos lo cual permitirá la inspección visual rápida y eficiente, también es necesario contar con una cartilla de mantenimiento preventivo aquí se describe las actividades a ejecutar durante el mantenimiento preventivo. Finalmente es necesario la capacitación e inducción a los Técnicos del “Ingeniero Planner”. La implementación de todo lo consignado mejorará la gestión del tiempo en el mantenimiento preventivo.

## ABSTRACT

The present work of professional sufficiency aims to present a plan to improve time management in the preventive maintenance of underground mining drilling equipment in the organization Epiroc Peru S.A. The company has the Planer Engineer area, who is responsible for ensuring continuity in the operations of equipment such as Simbas S7D, Jumbo Boomer T1D and Simba Raptor 44 at 85% mechanical availability; However, it would not be fully complying with the programmed time intervals since the "Planner Engineer" when carrying out the inspection and control of the components, must estimate the appropriate time that corresponds to each team according to the work to be carried out since Sometimes preventive but corrective maintenance does not correspond to it, this leads to taking longer than scheduled. In this sense, the proposal for the improvement of time management is presented, which consists of implementing Management Tools. Second, Specific work orders must be carried out in the first instance, recording the start and end date of the work. Implement Technical Inspection Check List, this will allow verifying the operational status of the simba equipment and a record as a database which will allow a quick and efficient visual inspection, it is also necessary to have a preventive maintenance booklet, here the activities to be executed are described during preventive maintenance. Finally, it is necessary to train and induce the Technicians of the "Planer Engineer". The implementation of everything consigned will improve time management in preventive maintenance.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1.	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	1
1.2.	PERFIL DE LA EMPRESA.....	5
1.3.	ACTIVIDADES DE LA EMPRESA .....	6
1.3.1.	Mantenimiento Programados de Equipos de Mina .....	6
1.3.2.	Área de Equipo de Minería y Tonelería (Overhaul de Equipos de Perforación). .....	7
1.3.3.	Área de Equipos de Acarreo y Carguío (Overhaul de Equipos Mineros de Bajo Perfil).....	7
1.3.4.	Misión .....	8
1.3.5.	Visión.....	8
1.3.6.	Objetivo .....	8
1.4.	ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	8
1.4.1.	Organigrama de la Empresa.....	10
1.5.	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	11
1.5.1.	Análisis Externo.....	11
1.5.2.	Análisis Interno.....	12
1.5.3.	Cadena de Valor.....	14
2.	CAPÍTULO II REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	15
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	16
2.2.1.	Objetivo General.....	16
2.2.2.	Objetivos específicos:.....	16
3.	CAPÍTULO III DESARROLLO DEL PROYECTO.....	17
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	17
3.1.1.	Análisis e Identificación de Causas del Problema .....	17

3.1.1.1.	Desarrollo de Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto).....	18
3.1.2.	Resultados de Análisis de las Causas Raíz .....	21
3.1.3.	Determinación de la mejora.....	21
3.1.4.	Mejora de los Procesos de Planificación de Mantenimiento Preventivo. 21	
3.1.5.	Proceso de la Planificación de Mantenimiento Preventivo. ....	22
3.1.5.1.	Planificador de Mantenimiento. ....	23
3.1.5.2.	Técnico de Mantenimiento: .....	23
3.1.5.3.	Supervisor de Mantenimiento:.....	23
3.1.6.	Análisis del Proceso de Planificación de Mantenimiento .....	24
3.1.6.1.	Mantenimiento Correctivo Planificado .....	25
3.2.	ELABORACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	28
3.2.1.	La Descripción de Tiempos del Mantenimiento .....	28
3.2.2.	Mantenimiento Preventivo - Basado en el Tiempo .....	29
3.2.3.	Mantenimiento Preventivo – Intervalos de Servicio. ....	29
3.2.4.	Mejora de la Programación Semanal de Mantenimiento Preventivo. ...	33
3.2.5.	Se Realiza la Implementación de Sigüientes Formatos Como: .....	36
3.2.5.1.	Orden de Trabajo Específico. ....	36
3.2.5.2.	Herramienta de Gestión IPERC.....	36
3.2.5.3.	Check list de Inspección Técnica .....	36
3.2.5.4.	Cartilla de Mantenimiento Preventivo.....	36
3.3.	CAPACITACIÓN E INDUCCIÓN A LOS TÉCNICOS DEL “INGENIERO PLANNER” .....	37
3.4.	CONCLUSIONES .....	42

3.5. RECOMENDACIONES .....	43
4. CAPÍTULO IV GLOSARIOS Y DEFINICIONES .....	44
4.1. DESARROLLO.....	44
5. CAPÍTULO V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
6. CAPITULO VI ANEXOS.....	46
6.1. ANEXO 1 DE FORMATO DE IPERC.....	46
6.2. ANEXO 2 FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO .....	47
6.3. ANEXO 3 CHECK LIST DE INPECCIÓN TÉCNICO.....	48
6.4. ANEXO 4 CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	49
6.5. ANEXO 5 LISTA DE REPUESTOS CONSUMIBLES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	50

**INDICE DE GRÁFICOS**

Figura 1 Mapa de Ubicación de Contratos de Servicios.....	3
Figura 2 Equipos de Perforación y Equipos de Bajo Perfil.....	4
Figura 3 La Estructura de la Organizacional. ....	10
Figura 4 Gestión de Mantenimiento .....	11
Figura 5 Cadena de Valor del Gestión de Mantenimiento.....	14
Figura 6 Diagrama de Ishikawa Análisis de Causa-Efecto.....	18
Figura 7 Proceso de Planificación Actual.....	26
Figura 8 Proceso de Planificación de Mantenimiento Mejorado.....	27
Figura 9 Intervalo de Mantenimiento Según Sistema Funcional. ....	31
Figura 10 Programa de Mantenimiento de Equipos de Perforación Actual. ....	34

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 <i>Disponibilidad Mecánica de Flota de Equipos</i> .....	13
Tabla 2 Historial de la Disponibilidad Mecánica de los Equipos de Perforación. ....	13
Tabla 3 Resultados del Análisis Diagrama Ishikawa.....	20
Tabla 4 Diferencia Análisis de Mantenimiento Correctivo .....	25
Tabla 5 Intervalo de Servicio de Mantenimiento Preventivo.....	29
Tabla 6 Intervalo de Mantenimiento de Sistema de Transmisión.....	32
Tabla 7 Programa de Mantenimiento Preventivo Mejorado .....	35
Tabla 8 Lista de Personal Para Capacitación. ....	37
Tabla 9 Programa de Capacitación Mes de Noviembre 2020.....	38
Tabla 10 Seguimiento del Cumplimiento de Capacitación Nov - 20.....	39
Tabla 11 Control de Horas - Hombre de Capacitación Programada y Ejecutada. ...	40
Tabla 12 Costos y Presupuesto Para la Capacitación. ....	41
Tabla 13 Lista de Repuestos por Sistema Funcional y Frecuencia.....	50

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La empresa Epiroc Perú, viene a ser la historia del Grupo Atlas Copco desde el 28 de junio de 1950, cuando bajo la razón social de Atlas Diésel, se fundó en la ciudad de Lima, siendo la primera sucursal de Atlas Copco en operar en América Latina, iniciando sus actividades en la primera sede, que estuvo instalado en la Av. Wilson, Lima – Cercado.

Gracias al acelerado crecimiento que venía desarrollándose en el mercado local, con una visión de expandirse al mercado nacional, la sede inicial se transfirió a un nuevo local actual, que está ubicado en el distrito de la Victoria. Inicialmente, Atlas Copco, comercializó en el Perú equipos compresores para la industria en general, años más tarde, comenzaron a llegar los primeros equipos para las actividades de minería.

En el transcurso de la comercialización de equipos para la industria en general, la organización fue adquiriendo aliados estratégicos en la industria de la minería y construcción, y es a partir del 1 de diciembre de 2017, donde viene a darse una división en cuanto a la comercialización de equipos industriales.

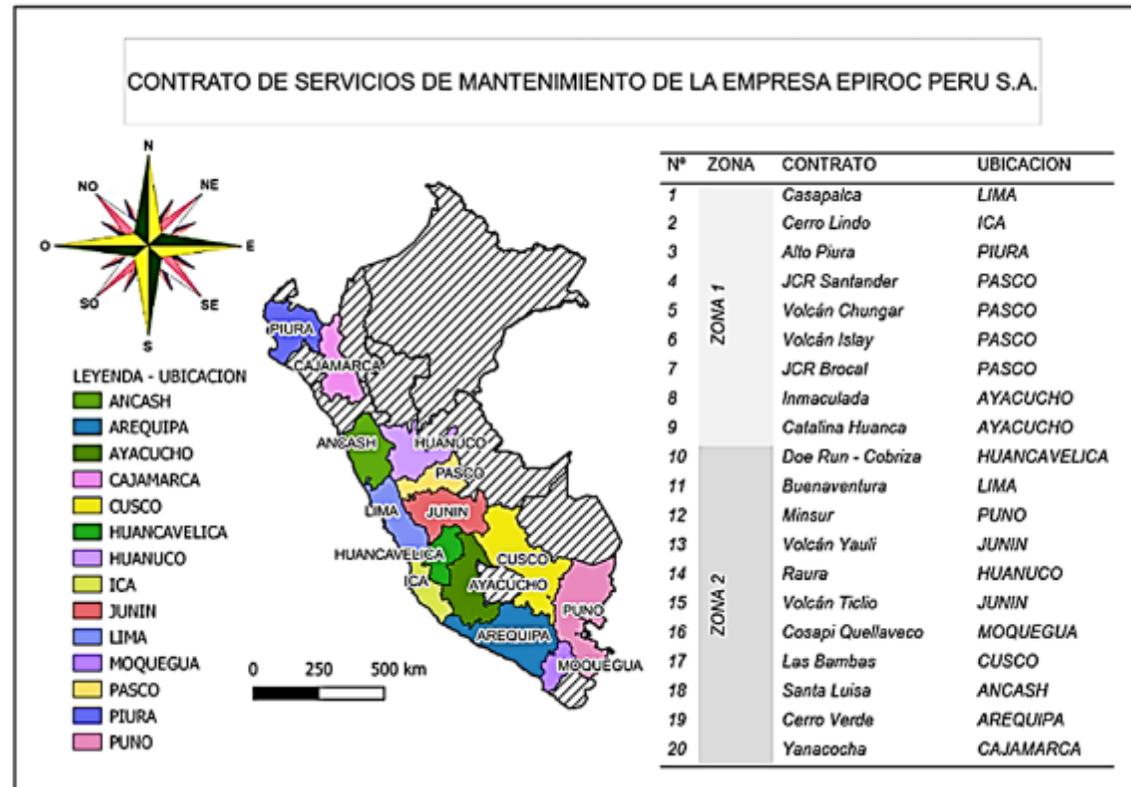
Siendo la empresa Atlas Copco Peruana S.A., como la dirección comercial de equipos compresores industriales, y la empresa Epiroc Perú S.A., direccionándose hacia la comercialización, servicio de mantenimiento, calibración de equipos en la actividad minera., tales como; equipos de perforación (jumbos Boomer, Simbas, Boltec, Scaletec), equipos de bajo perfil o equipos de acarreo y carga; (Scooptrams y camión minero).

Sin embargo, tanto la empresa Atlas Copco Peruana S.A., y Epiroc Perú S.A., tienen la misma misión y visión de negocio dentro del mercado tanto nacional como internacional, con un slogan “primeros en la mente y primeros en elección”. “Esto significa ser la primera empresa en la que piensa y la que elije”. (Epiroc-Perú, 2020)

Las sedes como referencia de negocio en la actualidad se encuentran en dos ciudades del país, donde la actividad minera es permanente, como son las localidades de Cajamarca y Arequipa. Hoy en día somos más de 521 colaboradores y tiene 20 contratos de servicios de mantenimiento en zona 1 y zona 2 según la (Figura 1).

Figura 1

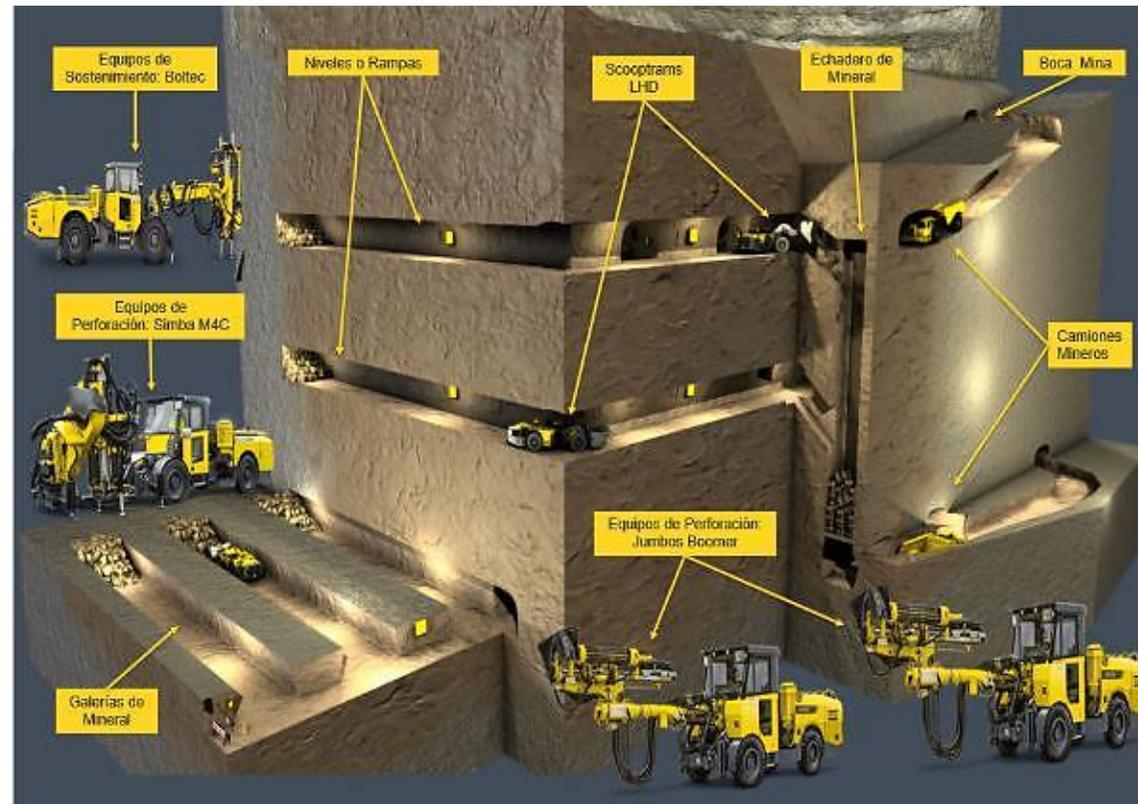
## Mapa de Ubicación de Contratos de Servicios



**Nota:** Se contempla en la Figura 1, los contratos de servicios por zonas. Epiroc Perú S.A. cuenta con 20 contratos de servicio de mantenimiento en operaciones mineras. (Epiroc, 2020)

**Figura 2**

*Equipos de Perforación y Equipos de Bajo Perfil.*



**Nota:** Se contempla en la Figura 2, los equipos de perforación más usadas en la minería subterránea como; Jumbos Boomer, Simbas, Boltec; cuya función es perforar galerías, rampas y túneles. (Epiroc-Perú, 2020)

## 1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

La empresa Epiroc Perú S.A., se dedica a la importación y comercialización de equipos de perforación subterránea para excavaciones de túneles y minería, equipos de perforación de superficie, equipos de carga, equipos de construcción y equipos de perforación para exploración; todos ellos pertenecen a la línea de “Construcción y Minería” los equipos de construcción y minería se dividen de la siguiente manera:

- ✓ Underground Rock Excavation (URE) / (Excavación subterránea de rocas).
- ✓ Surface Drilling Equipment (SDE) / (Equipos de perforación de superficie).
- ✓ Drilling Solutions (ADS) / (Solución de perforación).
- ✓ Secoroc / Especialidad en Aceros.
- ✓ Construction Tools (CT) / (Herramientas de construcción).
- ✓ Road Construction Equipment (RDE) / (Equipos de construcción de carreteras).
- ✓ Geotechnical Drilling and Exploration (GDE) / (Perforación y exploración geotécnica).

En el mercado peruano la división que más participa es URE representados por la línea: Load Haul y Dump (LHD) y Tunnelling and Mining Equipment (TME). (Epiroc-Perú, 2020).

La empresa Epiroc Perú S.A. tiene por finalidad importar los equipos de perforación (TME) y equipos de bajo perfil (LHD), desde la sede principal (Epiroc Suecia) a sede Epiroc Perú para abastecer según la necesidad de clientes de mediana minería y gran minería.

También brinda el soporte de servicios técnico, calibración, monitoreo y mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento proactivo; dentro de las zonas de operación como son en plantas y socavones mineras. (Ver Figura 2).

### **1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA**

La actividad principal de la empresa Epiroc Perú S.A. está enfocada a la importación y comercialización de maquinarias hidráulicas y neumáticas; post venta de equipos, repuestos y prestación de servicio técnico en equipos de perforación y equipos de bajo perfil a las Compañías Mineras y a la actividad secundaria de equipos para la construcción, con el compromiso de garantizar un sistema de gestión de mantenimiento óptimo, considerando la mayor relevancia de equipos disponibles con la finalidad de satisfacer necesidades, requisitos de cualquier organización en rubro minero y construcción que ejercen dentro del mercado nacional. (Epiroc-Perú, 2020).

#### **1.3.1. Mantenimiento Programados de Equipos de Mina**

El proceso de mantenimiento preventivo de equipos pesados comienza con la llegada de los equipos de perforación al taller de mantenimiento, según el cronograma de mantenimiento debido a la acumulación de horas trabajadas, así como: mantenimiento de 125 horas, mantenimiento de 250 horas, mantenimiento de 500 horas, mantenimiento de 1000 horas, mantenimiento de 2000 horas, mantenimiento de 5000 horas, mantenimiento de 10000 horas u Overhaul total.

La empresa titular Minera Minsur genera orden de trabajo, para Epiroc Perú S.A. quien presta servicios con técnicos especialistas y los técnicos asignados ejecutan con lavado del equipo, evaluación externa e interna,

desmontaje del protector de mangueras, se evalúa mangueras dañadas, se procede con el cambio. Se realiza mantenimiento de compresor, bomba chat, limpieza de filtros, mantenimiento de la perforadora, engrase general, realizar pruebas de correcto funcionamiento, y luego se entrega los equipos al operador. En un plazo de 6 horas como mínimo y 24 horas máximo. El tiempo influye según el tipo de mantenimiento, por ende, se realiza el trabajo por ambas guardias de noche y día.

### **1.3.2. Área de Equipo de Minería y Tonelería (Overhaul de Equipos de Perforación).**

Se realiza ensamblajes, reparaciones Overhaul de equipos con servicio especializado en componentes mayores y menores como; chasis, cabinas, motor Diésel, sistema hidráulico, sistema eléctrico, tren de potencia, sistema de enfriamiento, frenos. Etc.

### **1.3.3. Área de Equipos de Acarreo y Carguío (Overhaul de Equipos Mineros de Bajo Perfil).**

Overhaul o mantenimiento cero horas, en dicho proceso el objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca algún fallo, o cuando la fiabilidad de maquinaria ha disminuido considerablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad de producción.

- ✓ Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.
- ✓ En estas evaluaciones se sustituyen y se reparan todos los repuestos sometidos a desgaste prematuro o por horas acumuladas.

Se pretende afirmar, con gran posibilidad un tiempo de buen funcionamiento durante su actividad.

El negocio principal de la compañía es la importación y comercialización de maquinarias hidráulicas y neumáticas para el sector construcción y minería, así como la prestación de servicio técnico para la maquinaria que vende.

#### **1.3.4. Misión**

Agregar valor productivo sobre la base de la confiabilidad del mantenimiento preventivo, reduciendo costos y generando un compromiso de optimización, garantía y continuidad en la operación de los equipos de nuestros clientes.

#### **1.3.5. Visión**

La visión de Atlas Copco es llegar a ser y mantenerse como la primera opción y elección, First in Mind - First in Choice® de sus clientes y otros grupos de interés importantes. (Epiroc-Perú, 2020)

#### **1.3.6. Objetivo**

Ser el número uno en todos los segmentos donde competimos, nos inspira a hacer de este cambio un reto constante y un compromiso de proporcionar los mejores productos, equipos y valor agregado a través de la innovación y los servicios profesionales. (Epiroc-Perú, 2020)

### **1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

La estructura organizacional de la empresa Epiroc Perú S.A., referente al organigrama que se muestra en la (Figura 3) el área de mantenimiento tiene una estructura vertical según manual de funciones y descripción de puestos. Cuenta

con jefe de contratos de servicios, Ingeniero Residente, Ingeniero Asistente, Técnicos supervisores y Técnicos.

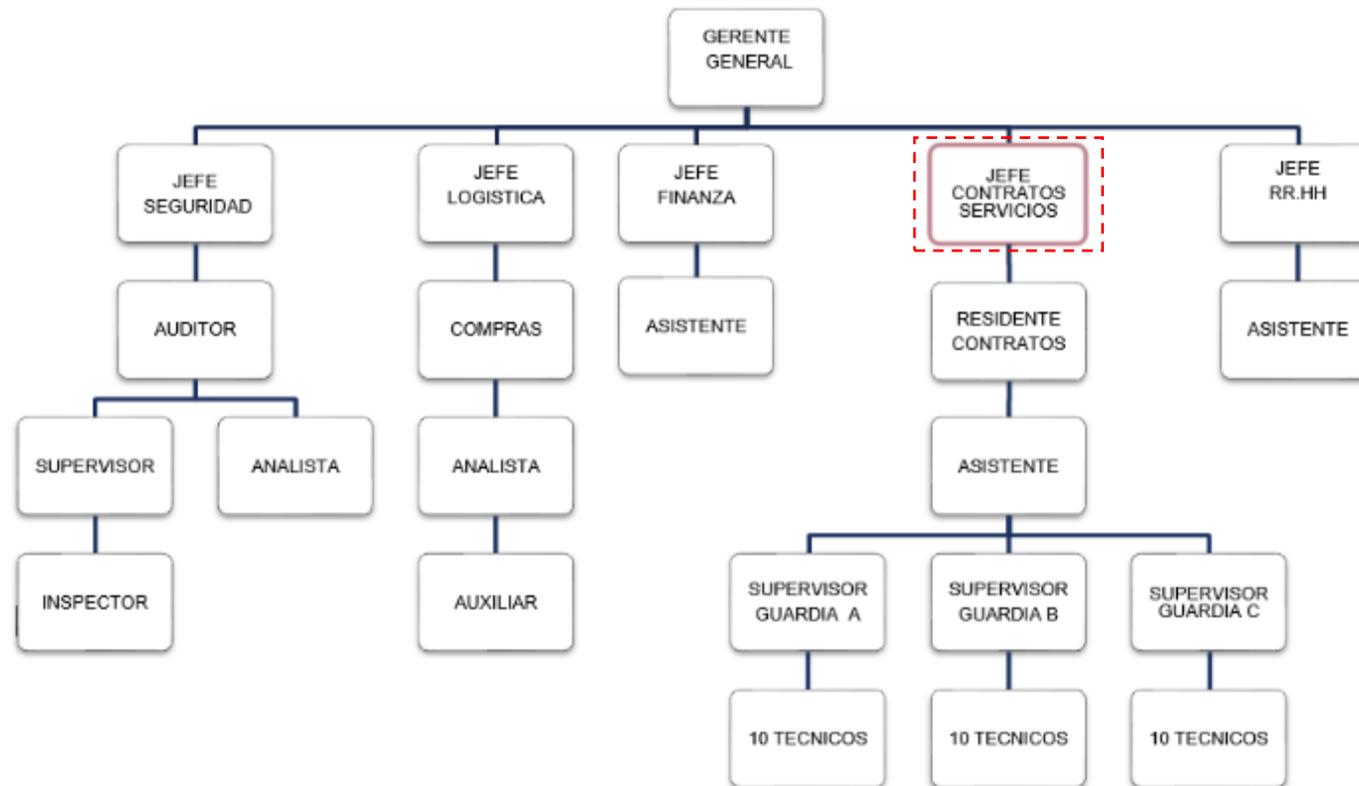
- ✓ Grupo A: trabaja de día.
- ✓ Grupo B trabaja de noche.
- ✓ Grupo C: Sale de días libres.

De esa forma está organizado en los contratos de servicios de Perú.

### 1.4.1. Organigrama de la Empresa

**Figura 3**

*La Estructura de la Organizacional.*



**Nota:** El organigrama tiene carácter vectorial, pero si no existe una mayor relevancia de la Gerencia para determinar los planes de trabajo, los 5 jefes de cada área tienen independencia de gestión. (Epiroc-Perù, 2019)

## 1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

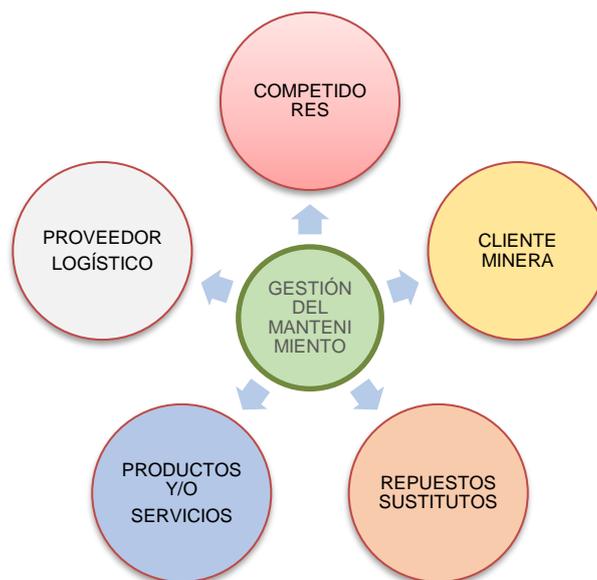
### 1.5.1. Análisis Externo.

El análisis del departamento de mantenimiento en rubro minero revela que existe una oferta a menor precio la venta y servicio de mantenimiento incluido por compra de equipos de perforación y bajo perfil, por entrar en nichos de mercado donde no tenían presencia, impresionando a diferentes carteras del cliente.

La empresa Epiroc Perú S.A. ha sobre vivido gracias a la fidelidad de las empresas, así como también a la innovación de maquinarias, convirtiéndose en una barrera de entrada para las empresas competidoras o terceros. La minera San Rafael parece confiar excesivamente en la gestión de mantenimiento y ejecución de actividades. Es precisamente ello, lo que genera la diferenciación de su servicio de mantenimiento.

**Figura 4**

#### *Gestión de Mantenimiento*



(Falcón Cisneros, 2020)

Toda competencia depende de las cinco fuerzas competitivas que se interaccionan en el mundo empresarial:

- ✓ Amenaza de nuevos entrantes. Como la empresa Resemin es una empresa de producto peruano.
- ✓ Rivalidad entre competidores. Ferreyros, Sandvik, Resemin.
- ✓ Poder de negociación con los proveedores de Ramsa y la Minera.
- ✓ Poder de negociación con los clientes. Por falta de satisfacción a los clientes de construcción y minería.
- ✓ Amenaza el ingreso de productos y servicios sustitutos. Producto peruano (Resemin).

La acción conjunta de estas cinco fuerzas competitivas es la que va a determinar la sobre vivencia en el sector minero.

### **1.5.2. Análisis Interno.**

El análisis interno, revela que las áreas internas de la empresa aún tienen por mejorar en la gestión del tiempo en planificación de mantenimiento preventivo, donde se muestra la disponibilidad mecánica de flota de equipos de perforación en la (Tabla 1) y se hace evidenciar los indicadores mensuales de los equipos de perforación en la (Tabla2) como; Simba S7D, Jumbo Boomer T1D y Simba Raptor 44. Estaría incumpliendo con la entrega de equipos durante la ejecución de mantenimiento.

**Tabla 1***Disponibilidad Mecánica de Flota de Equipos.*

Ítem	Equipos de Operaciones	Año 2018	Año 2019	Target	Led
01	Flota de Perforación Simbas	85.6%	<b>84.2%</b>	85.0%	
02	Flota de Acarreo Scooptrams	85.2%	<b>92.1%</b>	85.0%	
03	Flota de Extracción Volquetes	92.6%	<b>95.1%</b>	85.0%	
04	Flota de Rompe Banco Móvil	94.4%	<b>97.2%</b>	85.0%	
05	Flota de Scooptrams Servicios	95.0%	<b>96.4%</b>	85.0%	
06	Flota Cargador Frontal	93.1%	<b>91.4%</b>	85.0%	
07	Flota de Tractor Oruga	87.9%	<b>91.2%</b>	85.0%	

**Nota:** Se contempla en la, los indicadores de flota de equipos pesados del año 2019 de la Unidad Minera San Rafael – Minsur S.A. donde, el Target es de 85% de disponibilidad como mínimo para cumplir los objetivos de la empresa. (Falcón Cisneros, 2020)

**Tabla 2***Historial de la Disponibilidad Mecánica de los Equipos de Perforación.*

Modelo de Equipo	Disponibilidad de Equipos de Perforación en Año 2019												Led	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic		X
S7D-01	89%	86%	<b>83%</b>	90%	90%	92%	92%	<b>83%</b>	94%	91%	90%	<b>85%</b>	89%	
S7D-02	86%	86%	87%	<b>26%</b>	85%	87%	86%	88%	<b>69%</b>	86%	88%	86%	<b>80%</b>	
S7D-03	<b>77%</b>	92%	<b>79%</b>	<b>78%</b>	87%	81%	88%	<b>74%</b>	88%	<b>83%</b>	87%	<b>85%</b>	<b>83%</b>	
T1D-01	87%	<b>78%</b>	<b>85%</b>	88%	90%	94%	89%	<b>74%</b>	88%	91%	88%	90%	87%	
T1D-02	<b>83%</b>	92%	<b>83%</b>	89%	87%	92%	90%	92%	<b>80%</b>	92%	90%	<b>82%</b>	88%	
RAPTOR	93%	86%	87%	90%	87%	93%	87%	90%	93%	95%	89%	86%	90%	
S7C-04	<b>81%</b>	<b>82%</b>	99%	96%	92%	<b>71%</b>	<b>58%</b>	89%	88%	91%	88%	86%	<b>85%</b>	

**Nota:** Se contempla en la tabla 2, el historial de tiempo medio entre fallas (MTBF) es de 85% de disponibilidad mínima como el objetivo de la empresa. (Falcón Cisneros, 2020)

### 1.5.3. Cadena de Valor.

Los factores cruciales en la competencia de una compañía se pueden representar, según Porter, de la siguiente manera:

**Figura 5**

*Cadena de Valor del Gestión de Mantenimiento*



**Nota:** Se contempla en la *Figura 5*, la cadena de valor una descripción general de las actividades de soporte y actividades primaria de mantenimiento en la gestión de taller Lima y contrato de servicios. (Falcón Cisneros, 2020)

## **CAPÍTULO II**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

La empresa Epiroc Perú, actualmente al tener un contrato de servicio de mantenimiento de equipos de perforación con la minera Minsur S.A. en la Unidad San Rafael; donde el servicio que brinda al estar enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo, la organización de acuerdo a sus cláusulas internas de mantenimiento vendría a ofrecer una disponibilidad mecánica del 85% operativas de las máquinas de perforación tales como la Simba S7D, Simba S7C, Jumbo Boomer T1D y Raptor 44 al departamento de mantenimiento de la minera Minsur S.A.

El área de “Ingeniero Planner” al ser responsable de la programación del cronograma de los tipos de mantenimiento según el intervalo funcional sea del sistema de perforación y sistema de Diésel, donde vendría a establecerse “intervalo tiempo” desde el mantenimiento preventivo de ciento veinticinco (125); doscientos cincuenta (250); quinientas (500); mil (1000) y dos mil (2000) horas respectivamente.

El trabajo de mantenimiento preventivo, que vendría a conllevar como es de evaluar y ejecutar calibraciones menores, el “Ingeniero Planner” tendría que realizar la inspección y el control de forma adecuada de los componentes; que podría permitir estimar el tiempo o planificar inadecuadamente el mantenimiento preventivo; por ello, la importancia de llegar a realizar las actividades en los tiempos programados evitaría incurrir en retrasos sobre las entregas de los equipos de perforación a la minera Minsur S.A.

La empresa Epiroc Perú, ante la probabilidad del surgimiento de realizar un mantenimiento preventivo, implicaría el arribo de equipos para mantenimiento con características preventivas, donde se podría incluir probables fallas que requieran una reparación que demande un mayor tiempo, cambio de componente indispensable, y por ende, un desencadenamiento de un tipo de mantenimiento no programado con características de mantenimiento correctivo; estos eventos por lo general, en cualquier empresa que se relaciona con clientes que tienen procesos productivos establecidos, el cumplimiento de los tiempos de entrega del equipo de acuerdo al contrato establecido, evitaría el pago sobre penalidades y por otra parte con la imagen institucional de Epiroc Perú.

## **2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.**

El área de “Ingeniero Planner” de la empresa Epiroc Perú, al ser responsable de la programación del cronograma de los tipos de mantenimiento según el intervalo funcional sea del sistema de perforación o sistema de diésel. ¿La gestión de tiempo mejoraría la planificación sobre mantenimiento preventivo de los equipos de perforación de la minería subterránea Minsur S.A.?

### **2.2.1. Objetivo General**

Planificar la gestión de tiempo para el mantenimiento preventivo de los equipos de perforación de la minería subterránea Minsur S.A.

### **2.2.2. Objetivos específicos:**

- ✓ Analizar y diagnosticar el proceso de planificación del “Ingeniero Planner”.
- ✓ Elaborar el nuevo proceso de planificación del mantenimiento preventivo.
- ✓ Capacitar e inducir a los técnicos del “Ingeniero Planner”.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

##### **3.1.1. Análisis e Identificación de Causas del Problema**

Para realizar el análisis y diagnóstico del proceso de planificación del “Ingeniero Planner” se aplicará diagrama de Ishikawa (causa – efecto). Análisis del proceso de planificación del “Ingeniero Planner”.

Los procesos de planificación se enlistarán, luego se mostrará sus fases correspondientes a cada usuario, así como:

- ✓ Fase 1 Ingeniero Planner.
- ✓ Fase 2 Técnico.
- ✓ Fase 3 Operador.
- ✓ Fase 4 Supervisor.

Posteriormente se relacionarán según sus funciones con el objetivo de encontrar falencias en la planificación de mantenimiento preventivo.

### 3.1.1.1. Desarrollo de Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)

**Figura 6**

*Diagrama de Ishikawa Análisis de Causa-Efecto.*



**Nota:** Se contempla en la figura 6, la identificación de causa y efecto del problema usando las 4 M. (Falcón Cisneros, 2020).

Después de haber elaborado el diagrama de Ishikawa (causa - efecto), por el cual se concluye según el diagnóstico del proceso de planificación del “Ingeniero Planner” es deficiente y requiere reestructuración integral del proceso de planificación de acuerdo sus funciones, se valida que la principal causa es falta de un proceso de planificación integral donde facilitaría a los planificadores que pueden tomar decisiones correctas durante la programación, utilizando las herramientas de gestión así como: mantener programas de mantenimiento actualizado, registros de reportes, informes técnicos, solicitud de repuestos (backlog) y hacer inspección técnica antes de la planificación. Además, se propone mejorar el proceso de planificación, implementar los formatos, capacitaciones para el personal. Se realiza el cuadro de análisis por criterios y valores de (1 al 3) para priorizar causas de gran impacto ver (Tabla 3).

**Tabla 3**  
*Resultados del Análisis Diagrama Ishikawa*

CAUSAS	SOLUCIÓN	CRITERIOS (1-3)					
		FACTOR	CAUSA	FACTIBLE	MEDIBLE	COSTO	TOTAL
<b>EQUIPO</b>							
Falla de equipos de perforación	Diagnosticar el equipo en general durante la operación	2	1	2	1	2	<b>7</b>
Deficiente plan de mantenimiento	Verificar y análisis de plan de mantenimiento	3	2	2	3	3	<b>13</b>
<b>MÉTODO</b>							
Ausencia de control de check list, reportes, etc.	Implementar y controlar las herramientas de gestión	3	3	3	3	2	<b>14</b>
Planificación de tiempo insuficiente	Realizar lista de tareas y estimar tiempo según el procedimiento	2	3	2	1	1	<b>9</b>
Planificación inadecuada	Verificar y mejorar el proceso de planificación	2	2	3	2	1	<b>10</b>
<b>PERSONAS</b>							
Personal desmotivado	Planificar capacitaciones de motivación	1	2	2	2	1	<b>8</b>
Personal sin experiencia	Planificar entrenamiento en taller de Lima.	1	2	1	1	2	<b>7</b>
Falta de capacitación	Elaborar un plan de capacitación	2	3	3	3	2	<b>13</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>							
Programa de mantenimiento desactualizado	Mejorar el programa de mantenimiento según el sistema funcional	3	3	2	2	3	<b>13</b>
Acumulación de actividades	Verificar y seguimiento del backlog	1	3	2	2	1	<b>9</b>
Incumplimiento de intervalos de servicio	Auditoría las cartillas de mantenimiento	2	3	2	1	1	<b>9</b>

**Nota:** Se contempla en la tabla 3, la evaluación por defectos que consiste identificar las causas, que tiene mayor incidencia en el proceso de planificación deficiente. (Falcón Cisneros, 2020)

### **3.1.2. Resultados de Análisis de las Causas Raíz**

Se desarrolló el análisis de causa raíz utilizando los criterios, así como: factor, causa, factible, medible, costo y con valores de (1 al 3).

Una de las causas raíz identificadas a fin de realizar la adecuada gestión del tiempo y planificación del proyecto, lo que tiene mayor incidencia son de mayor resultado la causa de procesos de planificación inadecuado.

- ✓ La empresa Epiroc carece el uso de formatos de check list de inspección técnica, registros de horómetros, cartillas de mantenimiento Etc.
- ✓ La organización no tiene actualizado los programas de mantenimiento preventivo.
- ✓ La compañía no cuenta con proceso de planificación adecuado de mantenimiento preventivo.
- ✓ En la empresa no hay registros de programa de capacitación continua del personal técnico e ingeniero Planner.

### **3.1.3. Determinación de la mejora**

Siendo la causa principal como: programa de mantenimiento desactualizado, carencia de control de check list y/o reporte para la planificación inadecuada de los equipos de perforación durante su mantenimiento preventivo.

Las mejoras que se realizarán nos permitirán tener una adecuada gestión de mantenimiento de equipos de perforación.

### **3.1.4. Mejora de los Procesos de Planificación de Mantenimiento Preventivo.**

De acuerdo con el análisis realizado en diagrama de Ishikawa (causa – efecto) existe la causa principal programa de mantenimiento desactualizado, carencia de control de check list y/o registro de reporte para la planificación

Inadecuada de los equipos de perforación durante su programación, la mejora de proceso de planificación será enfocado en el uso y control de check list, reportes donde serán herramientas que nos ayuden a tomar decisión correcta, además son informaciones que se almacena en la base de datos y se podrá utilizar en momentos que se requiere.

Se establecerá un nuevo proceso de la planificación de mantenimiento según los intervalos de mantenimiento preventivo, por lo tanto, será necesario la recopilación de reportes diarios del técnico, reportes del operador, informes técnicos presentados, trabajos pendientes; antes de programación del mantenimiento para considerar el tiempo óptimo de cada actividad a ejecutarse como:

- ✓ Se implementa el proceso de planificación de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se registra los intervalos de servicio de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se realizó la implementación de siguientes formatos como: (orden de trabajo, IPERC, checklist de inspección técnica, cartilla de mantenimiento preventivo).
- ✓ Se implementa lista de repuestos por sistema funcional y frecuencia respectiva.
- ✓ Se mejora el programa de mantenimiento semanal.
- ✓ Se programará las capacitaciones a técnicos y planificador.

### **3.1.5. Proceso de la Planificación de Mantenimiento Preventivo.**

El proceso de la planificación de mantenimiento preventivo se debe involucrar de los siguientes participantes, así como: el planificador de mantenimiento, el técnico de mantenimiento y el supervisor de mantenimiento;

quienes realizan una serie de tareas para completar una orden de mantenimiento preventivo. Se debe ejecutar la planificación en 5 niveles o pasos.

#### **3.1.5.1. Planificador de Mantenimiento.**

- ✓ Paso 01. Lista de tareas. (La lista de tareas define aquellos pasos del proceso que no dependen de la máquina y que se deben realizar).
- ✓ Paso 02. Plan de Mantenimiento. (Se crea el plan de mantenimiento para la máquina y sirve para generar órdenes automáticamente).
- ✓ Pasos 03. Programa de mantenimiento. (Esta programación se utiliza para órdenes, notificaciones y hojas de entrada de servicio de uso regular, como también para volver a calcular las fechas planificadas)

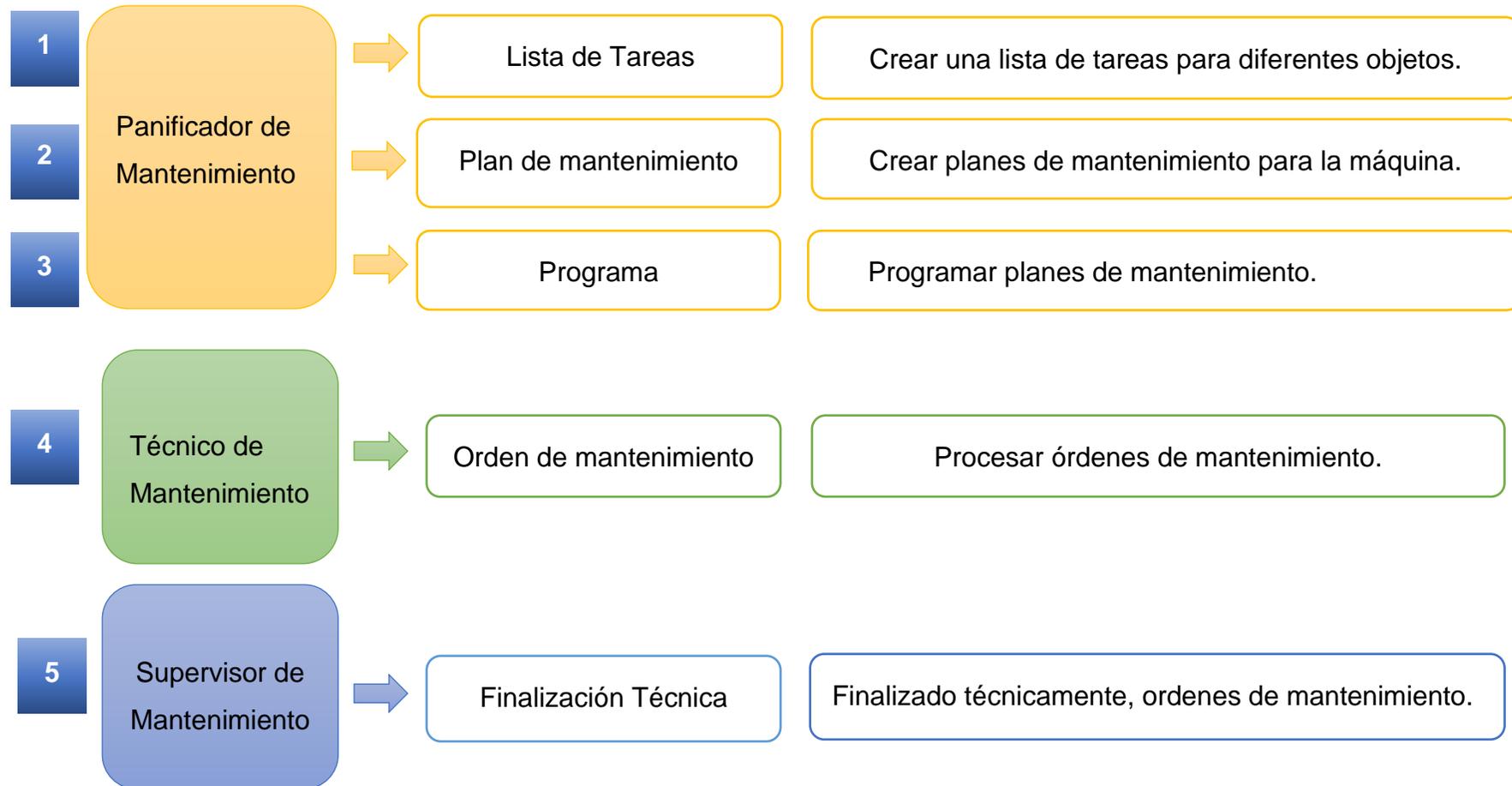
#### **3.1.5.2. Técnico de Mantenimiento:**

- ✓ Paso 04. Orden de Mantenimiento. (La orden de mantenimiento ingresa automáticamente en la lista de órdenes de trabajo).

#### **3.1.5.3. Supervisor de Mantenimiento:**

- ✓ Paso 05. Finalización Técnica (La fecha de la finalización se utiliza en el plan de mantenimiento para calcular la fecha de planificación).

### 3.1.6. Análisis del Proceso de Planificación de Mantenimiento



### 3.1.6.1. Mantenimiento Correctivo Planificado

Es programado por el planificador cuando el personal, las piezas de repuesto, las herramientas y los documentos técnicos están disponibles. La programación de este mantenimiento es aprobada por el gerente de operaciones de minas.

**Tabla 4**

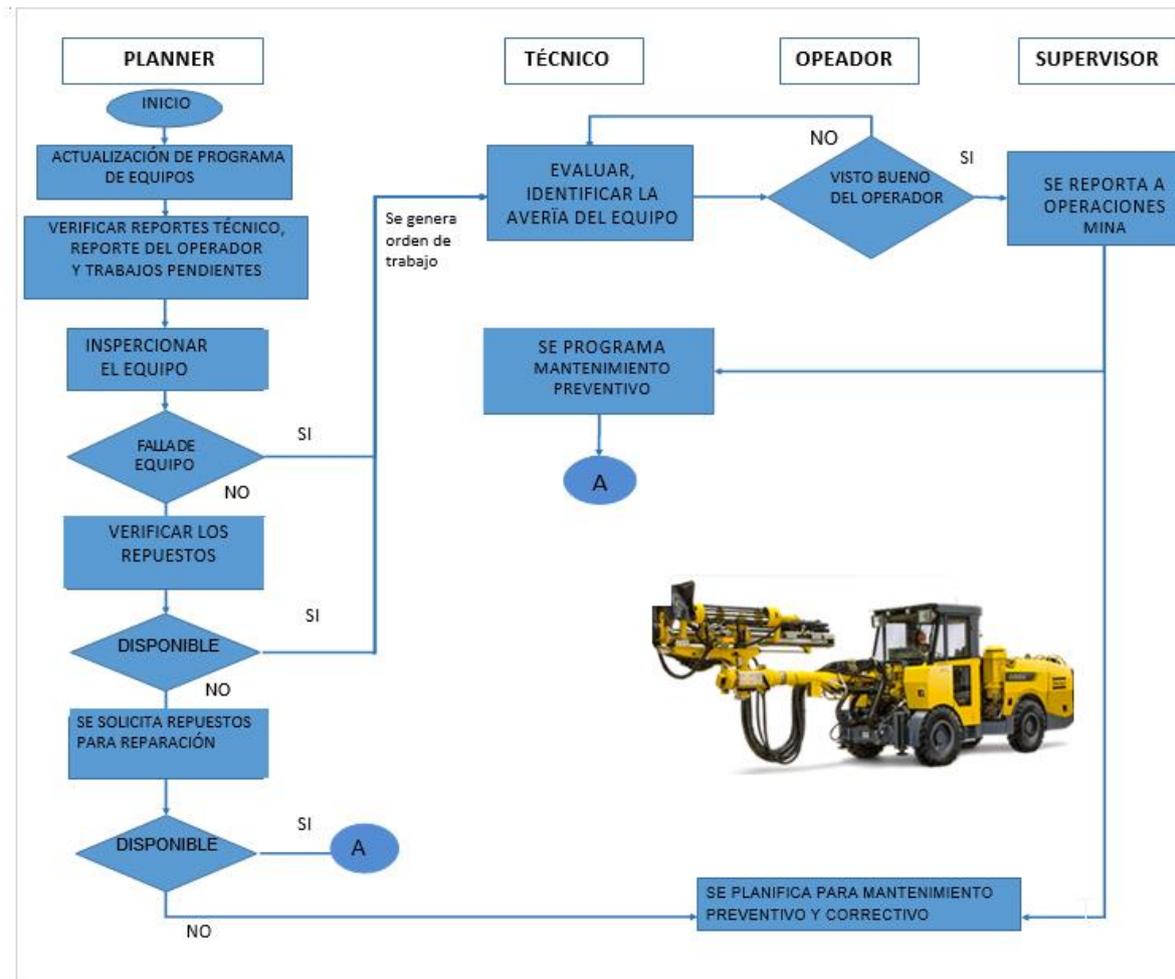
*Diferencia Análisis de Mantenimiento Correctivo*

<b>Análisis de Mantenimiento</b>	
<b>Programación.</b> Se basa en:	<b>Planificación.</b> Se realiza en función de:
Trabajos pendientes revisados de: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inspección y servicio diarios.</li> <li>✓ Auditoría planificada.</li> <li>✓ Mantenimiento no planificado.</li> </ul>	La disponibilidad de las piezas de repuesto.
Reserva y plazo de las piezas.	La disponibilidad de los técnicos con habilidades adecuadas.
Horas de vida estimadas.	La disponibilidad de las herramientas especiales necesarias.
Horas de funcionamiento promedio reales.	El procedimiento de reparación del componente o la máquina.
Reserva y plazo de los componentes.	Las operaciones de la lista de tareas del componente o de la máquina

**Nota:** Se contempla en la *Tabla 4*, la diferencia de programación y planificación del mantenimiento correctivo. (Epiroc-Perú, 2020).

**Figura 7**

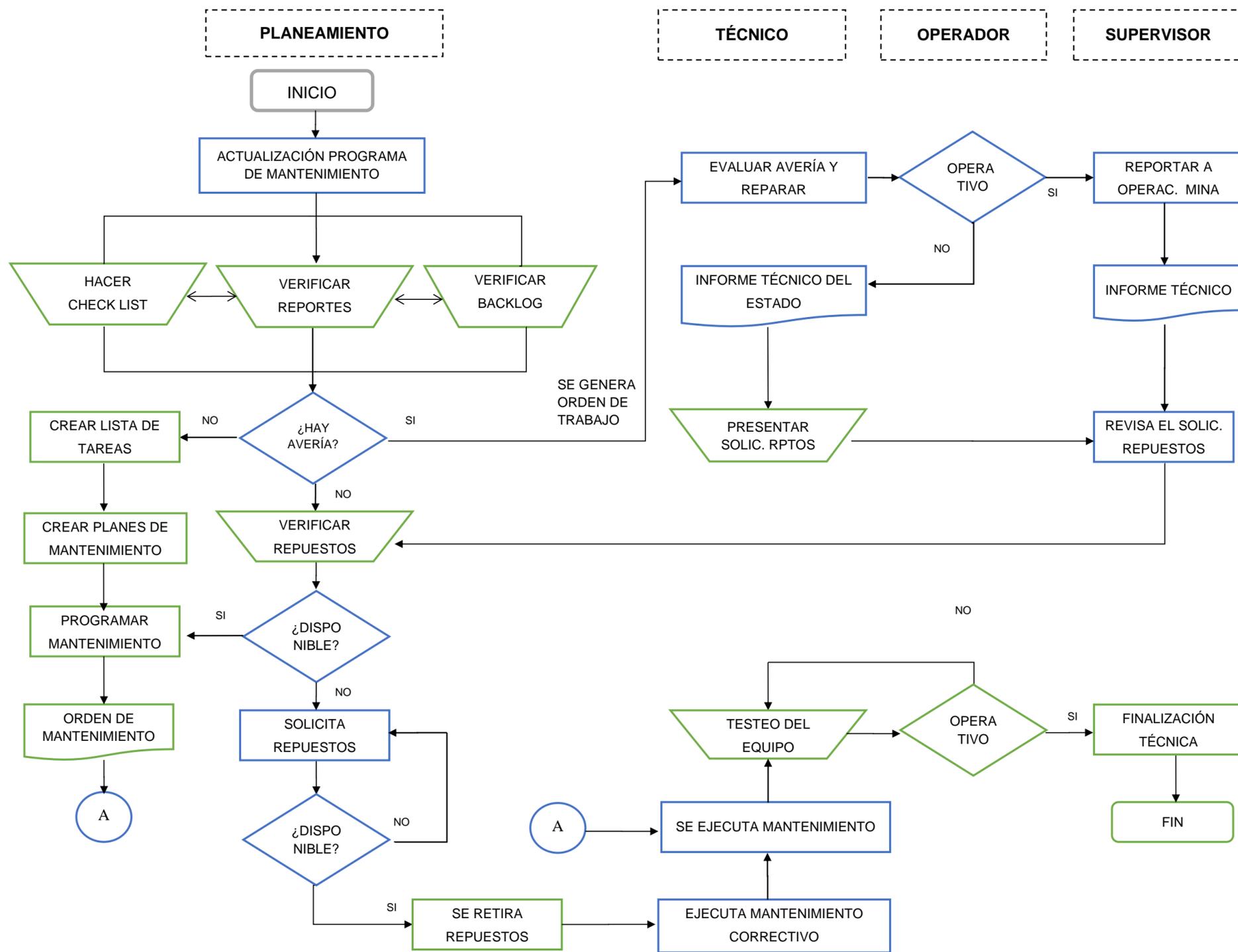
*Proceso Actual de la Planificación del Mantenimiento*



**Nota:** Se contempla en la *Figura 7*, el proceso de planificación actual debería considerar ciertos criterio o secuencias de planificación. (Falcón Cisneros, 2020).

Figura 8

Elaboración del Nuevo Proceso de la Planificación del Mantenimiento Preventivo

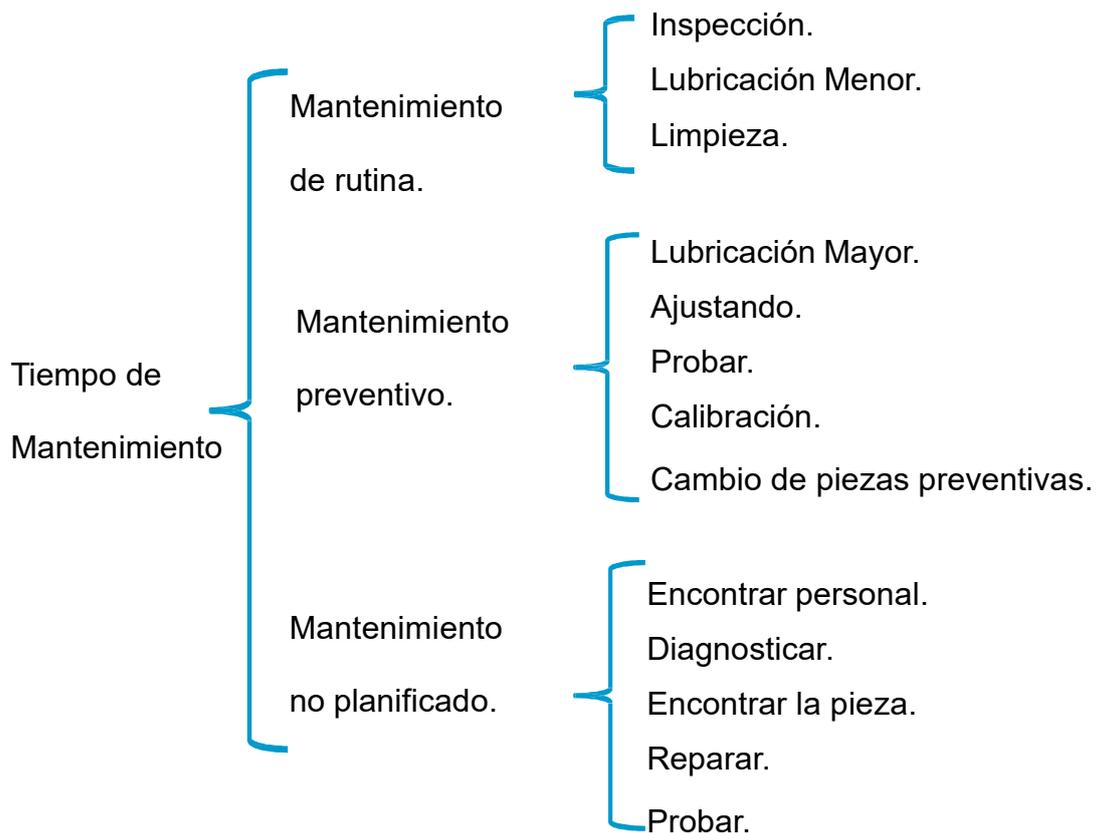


**Nota:** Se contempla en la Figura 8, el proceso mejorado de planificación del mantenimiento preventivo de acuerdo a la secuencia de actividades, también considerando el manual del fabricante para los intervalos de mantenimiento y tomar decisiones cada usuario de acuerdo a sus funciones. (Falcón Cisneros, 2020)

### 3.2. ELABORACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La elaboración del nuevo proceso de mantenimiento de equipos de perforación se elabora teniendo en cuenta la descripción de mantenimiento preventivo (basado en el tiempo y los intervalos de servicio). Donde el mantenimiento correctivo planificado se encarga de reparar defectos importantes durante el servicio diario, la inspección diaria y la auditoría planificada para verificar el cumplimiento. Ver la (Figura 8)

#### 3.2.1. La Descripción de Tiempos del Mantenimiento



### 3.2.2. Mantenimiento Preventivo - Basado en el Tiempo

El objetivo de un enfoque de mantenimiento preventivo es minimizar la degradación del sistema y los componentes, y de esta forma mantener o extender la vida útil de la máquina.

- ✓ El mantenimiento preventivo basado en el tiempo hace referencia a una serie de acciones que se realizan en función de una programación basada en las horas de uso de la máquina.
- ✓ Estas acciones están pensadas para detectar, evitar o mitigar la degradación de un sistema.

### 3.2.3. Mantenimiento Preventivo – Intervalos de Servicio.

Los intervalos de servicio indican el periodo de tiempo en horas después de las cuales se debe realizar el mantenimiento de los componentes.

**Tabla 5**

*Intervalo de Servicio de Mantenimiento Preventivo*

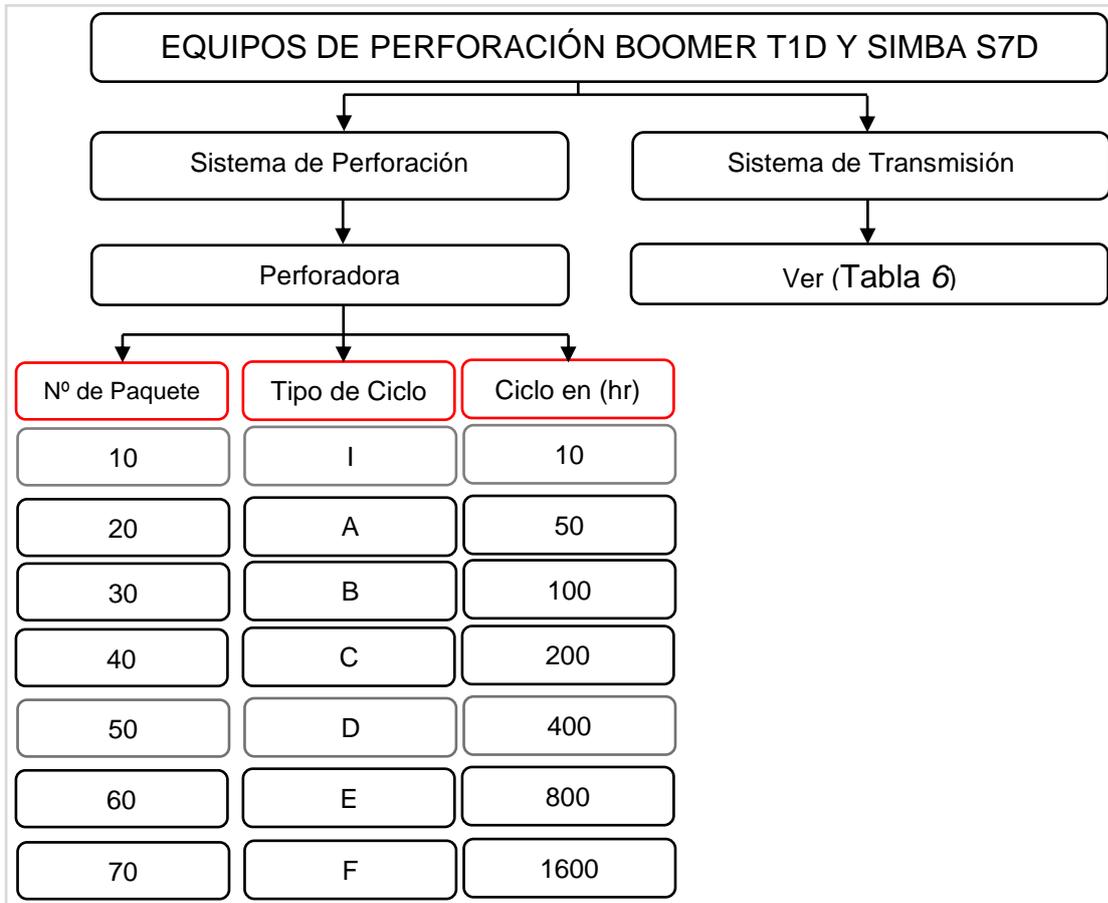
<b>MÁQUINA DE PERFORACIÓN TME</b>	
Simba S7D, Simba S7C, Boomer T1D, Raptor 44	
Sistema de perforación	Sistema de transmisión
Horómetro 1	Horómetro 2
Horas de impacto	Horas de motor diésel
<b>Componentes</b>	<b>Componentes</b>
Perforadora de roca	Motor Diésel
Avance	Transmisión
Sistema de Posicionamiento	Frenos y dirección
Brazo	Chasis
Sistema de perforación	Ejes
Sistema de agua	Sistema eléctrico de 24 voltios
Sistema de aire	
Sistema Eléctrico de 440 voltios	

Sistema de Lubricación			
Intervalo de Mantenimiento Preventivo de Perforación		Intervalo de Mantenimiento Preventivo de Diésel	
Mantenimiento - A	50	Mantenimiento - A	125
Mantenimiento - B	100	Mantenimiento - B	250
Mantenimiento - C	200	Mantenimiento - C	500
Mantenimiento - D	400	Mantenimiento - D	1000
Mantenimiento - E	800	Mantenimiento - E	2000
Mantenimiento - F	1600		

**Nota:** Se contempla en la (tabla 4), los intervalos de mantenimiento preventivo de sistema funcional de perforación y traslado donde indican el período de tiempo en horas y se debe realizar el mantenimiento según los componentes. (Falcón Cisneros, 2020).

**Figura 9**

*Intervalo de Mantenimiento Según Sistema Funcional.*

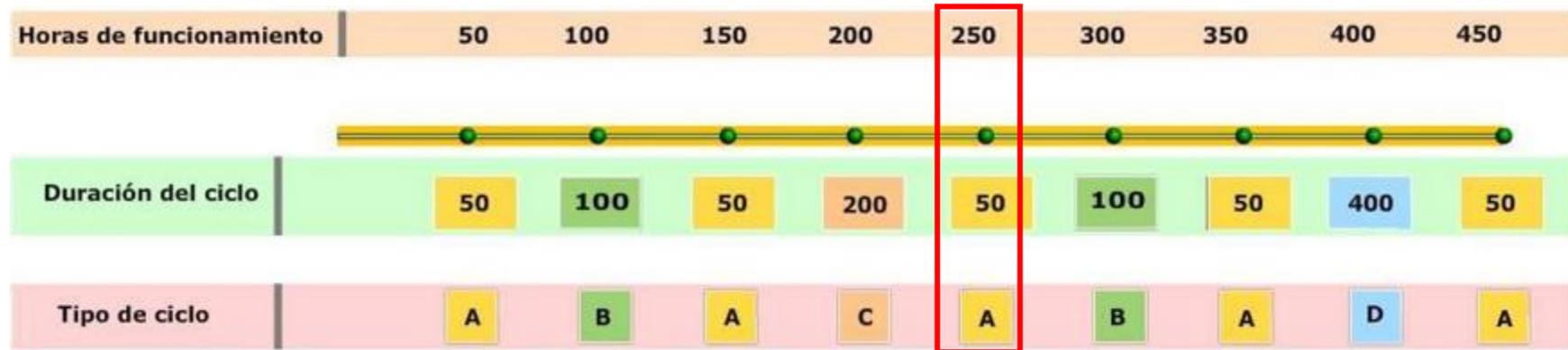


(Falcón Cisneros, 2020)

Tabla 6

*Intervalo de Mantenimiento de Sistema de Transmisión*

Duración del ciclo	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Tipo de ciclo	A	B	A	C	A	B	A	D	A	B	A	C	A	B	A	E	A	B	A	F



**Nota:** Se contempla en la tabla 5, los intervalos de mantenimiento según la acumulación de horas de funcionamiento de un motor diésel, debe programarse.

Ejemplo: Mantenimiento preventivo tipo "A" con frecuencia de 250 horas. (Falcón Cisneros, 2020).

#### **3.2.4. Mejora de la Programación Semanal de Mantenimiento Preventivo.**

Es una herramienta de gestión que se mejora para identificar la fecha, estimar tiempo según el tipo de mantenimiento preventivo a la vez considerar horas adicionales para el mantenimiento correctivo que se realizará durante la semana, se utilizará para el requerimiento de repuestos e insumos para mantenimiento preventivo.

Figura 10

Programa de Mantenimiento de Equipos de Perforación Actual.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
TIPO: SEMANAL										SEMANA: 01						
De 2020 - 09 - 07 a 2020 - 09 - 13																
Nº TRABAJO	CODIGO DE LOCAL	EQUIPO	SECCION	AREA DE TRABAJO	SISTEMA FUNCIONAL	PROYECCION	HOROMETRO			MANTENIMIENTO PROGRAMADO	INICIO		FIN			
							ACTUAL	PROGRAMADO	DIFF		FECHA	HORA	FECHA	HORA		
MPV-10-00204	MIN-203	SIMBA S7D1	SECCION A	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	4489	4475	-14	A	125	h	7/09/2020	10:00	7/09/2020	11:00
MPV-10-00205	MIN-203	SIMBA S7D2	SECCION B	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	4177	4107	-70	A	125	h	7/09/2020	08:00	7/09/2020	09:00
MPV-10-00206	MIN-203	SIMBA S7D3	SECCION A	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	3885	3888	3	A	125	h	8/09/2020	08:00	8/09/2020	09:00
MPV-10-00207	MIN-203	BOOMER T1D1	SECCION A	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	3424	3481	57	B	250	h	9/09/2020	07:00	9/09/2020	15:00
MPV-10-00208	MIN-203	BOOMER T1D2	SECCION A	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	2394	2459	65	B	500	h	10/09/2020	07:00	10/09/2020	15:00
MPV-10-00209	MIN-203	BOOMER T1D3	SECCION A	A	SISTEMA DE POTENCIA	1	3825	3926	101	B	500	h	11/09/2020	07:00	11/09/2020	09:00
MPV-10-00210	MIN-203	RAPTOR 44	SECCION A	A	SISTEMA DE PERF.	1	2878	2955	77	A	125	h	11/09/2020	08:00	11/09/2020	15:00
MPV-10-00211	MIN-203	SIMBA S7C1	SECCION A	A	SISTEMA DE PERF.	1	4100	4225	125	B	250	h	11/09/2020	07:00	11/09/2020	09:00
MPV-10-00212	MIN-203	SIMBA S7C2	SECCION A	A	SISTEMA DE PERF.	1	2816	2941	125	A	125	h	12/09/2020	08:00	12/09/2020	09:00
MPV-10-00213	MIN-203	SIMBA S7C3	SECCION A	A	SISTEMA DE PERF.	1	1134	1270	136	B	250	h	13/09/2020	08:00	13/09/2020	15:00

PLANER DE EPIROC	RESIDENTE DE EPIROC	JEFE DE MANTENIMIENTO
------------------	---------------------	-----------------------

**Nota:** Se contempla en la figura 10, se evidencia la estimación de horas programadas para el trabajo no refleja de acuerdo el manual de mantenimiento preventivo de equipos de perforación como; modelos Simba S7D, modelo Boomer T1D. (Epiroc, 2020)

**Tabla 7**  
*Programa de Mantenimiento Preventivo Mejorado*

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																					
MP = Mantenimiento Programado						TIPO: SEMANAL						SEMANA: 00									
CPRO = Mantenimiento Programado Correctivo						De 2020 - 09 - 01 a 2020 - 09 - 15															
N°	Equipo	Código	Tipo PM	Sistema	Tipo	Fecha PM	HORAS				VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN
							MP	CPRO	LLAN TA	TOTAL	1-Set	2-Set	3-Set	4-Set	5-Set	6-Set	7-Set	8-Set	9-Set	10-Set	11-Set
1	SIMBA	S7D-1	C - 500.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	1/09/2020	10			10											
2	SIMBA	S7D-2	A - 125.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	2/09/2020	10			10											
3	SIMBA	S7D-3	C - 500.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	3/09/2020	10	12		22											
4	SIMBA	T1D-1	C - 500.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	04-06/09/2020	8	40		48											
5	BOOMER	T1D-2	A - 40.00	PERFORADORA	PREVENTIVO	7/09/2020	4														
	BOOMER	T1D-2	C - 500.00	POSICIONAMIENTO	PREVENTIVO	7/09/2020	4	4		14											
	BOOMER	T1D-2	B - 250.00	COMPRESOR	PREVENTIVO	7/09/2020	2														
7	BOOMER	T1D-3	A - 40.00	PERFORADORA	PREVENTIVO	8/09/2020	4														
	BOOMER	T1D-3	C - 500.00	POSICIONAMIENTO	PREVENTIVO	8/09/2020	4	4		12											
	BOOMER	T1D-3	D - 1000.00	COMPRESOR	PREVENTIVO	8/09/2020	2														
8	SIMBA	S7C-1	A - 40.00	PERFORADORA	PREVENTIVO	9/09/2020	2														
	SIMBA	S7C-1	A - 125.00	POSICIONAMIENTO	PREVENTIVO	9/09/2020	2	4		18											
	SIMBA	S7C-1	A - 125.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	9/09/2020	6														
9	SIMBA	S7C-2	A - 125.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	10/09/2020	8			8											
10	SIMBA	S7C-3	A - 125.00	TRANSPORTE	PREVENTIVO	11/09/2020	8	2		10											

**Nota:** Se contempla en la Tabla 7 , el programa de mantenimiento preventivo (MP) de equipos por sistema funcional y mantenimiento correctivo (CPRO).  
Ejemplo: Boomer T1D #3 mantenimiento preventivo de perforadora 4 horas, posicionamiento 4 horas, compresor 2 horas y correctivo programado 4 horas siendo 14 horas totales. (Falcón Cisneros, 2020).

### **3.2.5. Se Realiza la Implementación de Sigüientes Formatos Como:**

#### **3.2.5.1. Orden de Trabajo Específico.**

En la empresa Epiroc, órdenes de trabajo específico no había por ello se implementa para dar cumplimiento y siendo una herramienta de gestión primordial. Ver (Anexo 6.2).

#### **3.2.5.2. Herramienta de Gestión IPERC.**

Es una herramienta de gestión para Identificar Peligro, Evaluar Riesgo y Aplicar Control de Riesgo. Durante la ejecución de cualquier actividad es primordial el uso de herramienta de gestión de seguridad y salud ocupacional. Ver (Anexo 6.1).

#### **3.2.5.3. Check list de Inspección Técnica**

Siendo una herramienta importante para verificar el estado de operatividad del equipo Simba y un registro para como base de datos lo cual permite inspección visual rápido y eficiente. Ver (Anexo 6.3).

#### **3.2.5.4. Cartilla de Mantenimiento Preventivo**

La cartilla de mantenimiento es de suma importancia donde describe las actividades a ejecutar durante el mantenimiento preventivo ya que posterior sirva como registros para la auditoria y si ocurriera cualquier incidente o accidente. Ver (Anexo 6.4).

### 3.3. CAPACITACIÓN E INDUCCIÓN A LOS TÉCNICOS DEL “INGENIERO PLANNER”

Para mejorar la competencia técnica dentro de la organización, se efectúa la programación tentativa para la capacitación e inducción de todo el personal técnico y supervisores de mantenimiento. Por ello, la empresa no será afectada por la ausencia del personal durante su jornada laboral por que se llevará a cabo la capacitación en sus días libres.

**Tabla 8**

*Lista de Personal Para Capacitación.*

ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	NIVEL	MES: NOVIEMBRE 2020				
				8	9	10	11	12
1	HUARICALLO COLQUE, Alberto	Ing. Planer.	Trainne	8	9	10	11	12
2	COCHACHIN GAMARRA, Linder.	Téc. Elec.	Elec. I	15	19	20	21	22
3	FERNANDEZ SOSA, Rubén	Téc. TME	Méc. II	15	19	20	21	22
4	ÑAUPA CONDORI, Abad.	Digitador	Junior	15	19	20	21	22
5	PARDAVE MENDOZA, Renzo E.	Téc. TME	Méc. I	15	19	20	21	22
6	SAEZ CHUQUIVILCA, Jonatan.	Supervisor	Méc. III	15	19	20	21	22
7	SANCHEZ QUISPE, Emerson.	Téc. TME	Méc. I	15	19	20	21	22
8	CHIRAPO MAMANI, Víctor V.	Téc. Elec.	Elec. II	22	23	24	25	26
9	DE LA CRUZ OSORES, Juan C.	Téc. TME	Méc. I	22	23	24	25	26
10	FALCON CISNEROS, Fredy	Supervisor	Méc. III	22	23	24	25	26
11	MELENDEZ AMAYA, Richard D.	Téc. Elec.	Elec. I	22	23	24	25	26
12	QUIZA RIVERA, José A.	Téc. TME	Junior	22	23	24	25	26
13	SULLCARAY UNOCC, Juan C.	Téc. TME	Méc. II	22	23	24	25	26
14	TAFUR RAFAEL, Juan C.	Téc. TME	Méc. I	22	23	24	25	26
15	AQUINO APAZA, Henry.	Téc. TME	Méc. I	8	9	10	11	12
16	CALSINA MAMANI, Sergio C.	Téc. TME	Junior	8	9	10	11	12
17	CAMPOS QUISPE, Frank.	Téc. Elec.	Elec. I	8	9	10	11	12
18	JIMENEZ LOPEZ, Jony M.	Supervisor	Méc. III	8	9	10	11	12
19	MENDOZA BONIFACIO, Alberto.	Téc. Mot	Méc II	8	9	10	11	12
20	SULLCA CONDORI, Julio C.	Téc. TME	Méc. I	8	9	10	11	12

**Nota:** Se contempla en la *Tabla 8*, Una lista del personal para la capacitación con posibles fechas tentativas en tres grupos. (Falcón Cisneros, 2020).

Tabla 9

## Programa de Capacitación Mes de Noviembre 2020

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN MENSUAL 2020				Nov-20															
Categoría	Capacitaciones	Dirigido a:	Objetivo	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		DURACIÓN (Horas por Curso)	TOTAL		% AVANCE TOTAL				
				P	E	P	E	P	E	P	E		P	E					
Filosofía de Mantenimiento	Introducción de Filosofía de mantenimiento.	Técnicos .	La evolución y la importancia de mantenimiento	0	0	1	1	1	0	1	0	8	3	1	0.3				
	Tipos de Mantenimiento	Técnicos	Lograr la máxima confiabilidad	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
	Planificación de Mantenimiento	Técnicos e Ingeniero planer.	Garantizar la disponibilidad de piezas de repuesto	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
	Elaboración de análisis de falla.	Técnicos	Comprender porqué falla el componente de una máquina.	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
	Llenado correcto de reportes y elaboración de informes técnicos	Técnicos	Concientizar el llenado de reportes e presentar informes a tiempo.	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
Gestión de mantenimiento	Datos maestros de Mantenimiento	Ingeniero Planer y Supervisor	Desarrollar y practicar datos maestros de mantenimiento.	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
	Estrategia de Mantenimiento	Ingeniero Planer y Supervisor	Elaboración de registros de mantenimiento de equipo.	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
	Indicador de Mantenimiento	Ingeniero Planer y Supervisor	Desarrollar, practicar los indicadores de mantenimiento.	0	0	1	0	1	0	1	0	8	3	0	0.0				
P: Programado / E: Ejecutado				TOTAL				0	0	8	1	8	0	8	0	64	24	1	0.333

Nota: Se contempla en la Tabla 9, el programa de capacitación con temas específicas para el desarrollo. (Falcón Cisneros, 2020).

Tabla 10

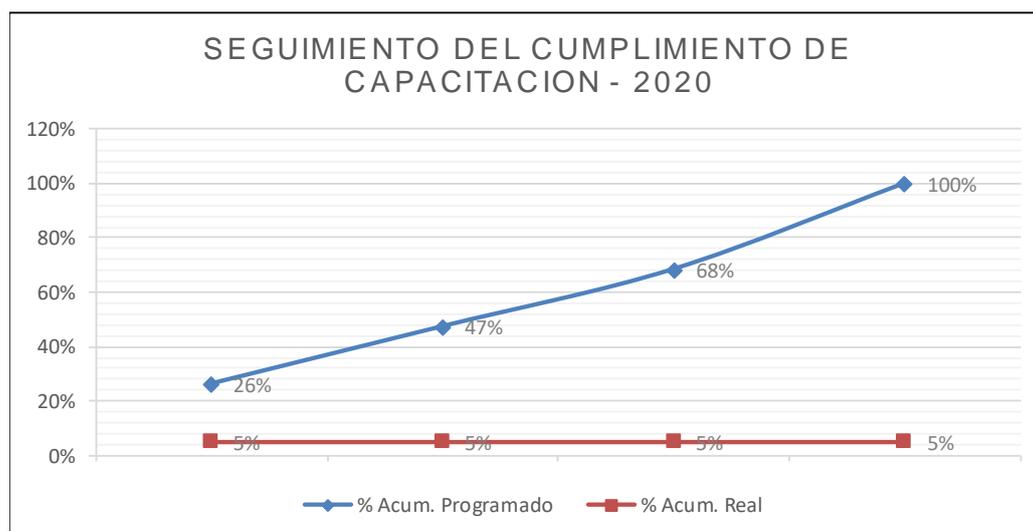
## Seguimiento del Cumplimiento de Capacitación Nov - 20

PROGRAMADO			EJECUTADO			POR CENTAJE (%)		
CAPACITACIÓN	PERSONAS PROGRAMADAS	HHC PROGRAMADO	CAPACITACIÓN	ASISTENCIA	HHC EJECUTADAS	CAPACITACIONES	ASISTENCIAS	HHC
3	6	48	1	5	40	SEMANA 1	5	0%
3	6	48	0	0	0	SEMANA 2	0	13%
3	7	56	0	0	0	SEMANA 3	0	0%
3	6	48	0	0	0	SEMANA 4	0	0%
3	6	48	0	0	0		4.17%	14%
3	2	16	0	0	0			14%
3	2	16	0	0	0			
3	2	16	0	0	0			
24	37	296	1	5	40			

LEYENDA:  
HHC: Horas Hombre de Capacitación.

PROGRAMADO			EJECUTADO			COSTO		
CAP	PERSONAS	HHC	CAP	PERSONAS	HHC	CAP	PERSONA	HHC
24	37	296	1	5	40	1	S/ 290.84	S/ 36

Mes	Prog / Mes	Prog / Acum	% Acum. Programado	Real / Mes	Real / Acum	% Acum. Real
SEMANA 1	5	5	26%	1	1	5%
SEMANA 2	4	9	47%	0	1	5%
SEMANA 3	4	13	68%	0	1	5%
SEMANA 4	6	19	100%	0	1	5%
	19	46				

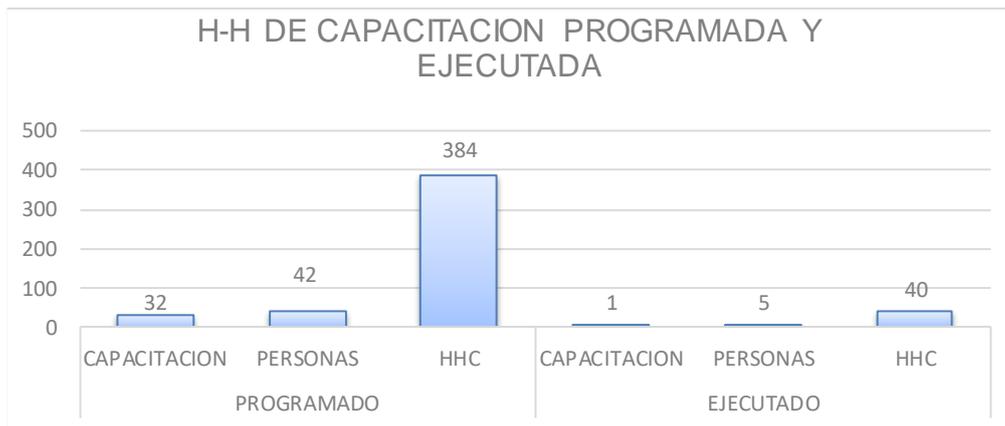


(Falcón Cisneros, 2020)

**Tabla 11**

*Control de Horas - Hombre de Capacitación Programada y Ejecutada.*

PROGRAMADO			EJECUTADO		
CAPACITACION	PERSONAS	HHC	CAPACITACION	PERSONAS	HHC
32	42	384	1	5	40



(Falcón Cisneros, 2020).

**Tabla 12**  
*Costos y Presupuesto Para la Capacitación.*

Recursos	Descripción	Cantidad	Frecuencia Mensual	Costo por Unidad	Costo Total
Material	Manual del Estudiante	37	1	S/ 30.00	S/ 1,110.00
	Plumón	37	1	S/ 1.50	S/ 55.50
	Regla	37	1	S/ 2.50	S/ 92.50
	Lapicero	37	1	S/ 0.50	S/ 18.50
	Borrador	37	1	S/ 1.00	S/ 37.00
<b>Total</b>					<b>S/ 1,313.50</b>
Ambiente	Hospedaje por 5 días (8)	40	1	S/ 60.00	S/ 2,400.00
	Refrigerio por 5 días (20)	100	1	S/ 6.00	S/ 600.00
	Pasajes ida y vuelta (8)	16	1	S/ 60.00	S/ 960.00
<b>Total</b>					<b>S/ 3,960.00</b>
Personal Técnico	Curso de Filosofía de Mantenimiento	3	1	S/875.00	S/ 2,625.00
<b>Total</b>					<b>S/ 2,625.00</b>
Planer y Supervisor	Curso de Gestión de Mantenimiento.	3	1	S/875.00	S/ 2,625.00
<b>Total</b>					<b>S/ 2,625.00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>					<b>S/ 10,523.50</b>

(Falcón Cisneros, 2020).

### 3.4. CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar el diagnóstico del proceso de planificación del “Ingeniero Planner”, se concluye que no se están realizando inspecciones sobre el estado del equipo de perforación antes de la planificación de mantenimiento. Asimismo, no se cuentan con informes técnicos, solicitudes de repuestos (Backlog), sobre registros de estado de equipos luego de la intervención o asistencia técnica del equipo.
- ✓ Se concluye que la elaboración de la propuesta sobre proceso de planificación del mantenimiento preventivo mejorará el cumplimiento de los intervalos del tiempo según el sistema funcional en cada tipo de mantenimiento, y de esta forma se podrá mantener y extender la vida útil de la máquina. Asimismo, parte de la propuesta es contar con un Check List de Inspección Técnica el cual ayudará a la verificación del estado de operatividad de los equipos Simba. Otra herramienta para implementar será la cartilla de mantenimiento preventivo, en ella se consigna las actividades a ejecutar durante el mantenimiento preventivo.
- ✓ Finalmente se concluye que se ha creído conveniente dentro de la propuesta considerar la capacitación al área de “Ingeniero Planner” ya que no se están realizando actualmente capacitaciones por lo que es necesario la inducción a todo el personal involucrado dentro del área de mantenimiento, esto les permitirá concientizarse sobre la importancia de planificar, programar las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos, y de esa manera lograr un control del tiempo de la funcionabilidad, así mismo la disponibilidad de los equipos, evitando posibles fallas y paradas en el sistema funcional.

### 3.5. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar inspecciones técnicas previas a la programación del mantenimiento preventivo y poner mayor énfasis en los reportes como: informes técnicos, solicitudes de repuestos (backlog), check list de inspección técnica sobre el estado del equipo, cartillas de mantenimiento en cada intervención del equipo el cual se contará con registros actualizados para una planificación eficiente.
  
- ✓ Se propone implementar la propuesta sobre el proceso de planificación del mantenimiento preventivo porque ayudará a mejorar la gestión del tiempo y de esta forma se podrá dar cumplimiento a los intervalos de mantenimiento según el sistema funcional. Se recomienda monitorear el cumplimiento del proceso de planificación de mantenimiento y cumplir las recomendaciones técnicas del manual de fabricante.
  
- ✓ Finalmente se recomienda realizar capacitaciones continuas al personal técnico e ingeniero Planner en gestión de mantenimiento preventivo a fin de cumplir con los tiempos programados y mejorar la competencia técnica dentro de la organización.

## CAPÍTULO IV

### GLOSARIOS Y DEFINICIONES

#### 4.1. DESARROLLO

**Intervalo:** Es el periodo de tiempo en horas después de las cuales se debe realizar el mantenimiento de los componentes.

**Disponibilidad:** Es la probabilidad de que un elemento esté disponible para realizar la función requerida durante un periodo de tiempo determinado.

**MTBF:** Tiempo medio entre falla.

**LHD:** Load Haul Dump (Carga Acarreo y Descarga).

**TME:** Tunnelling Mining Equipmet (Equipo de Minería y Tonelería)

**M.P:** Mantenimiento Preventivo.

**M.C.P:** Mantenimiento Preventivo Correctivo.

**Servicio diario:** Son actividades de mantenimiento donde realizan en una máquina antes de comenzar su funcionamiento durante el turno de día/noche.

**Auditoría planificada:** Se realiza cada intervalo regular mediante el formulario de auditoría

**Mantenimiento correctivo no planificado:** Es cuando se realiza ningún tipo de mantenimiento ni intento por conservar en buen estado del equipo como lo pensó originalmente el fabricante.

**Mantenimiento preventivo:** El planificador de mantenimiento, el técnico de mantenimiento y el supervisor de mantenimiento realizan una serie de tareas para completar una orden de mantenimiento.

**Mantenimiento correctivo planificado:** Se delega a reparar defectos significativos durante el servicio diario, la inspección diaria, la auditoría planificada, el mantenimiento preventivo o el mantenimiento predictivo.

**CAPÍTULO V**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Epiroc. (2020). *Contrato de Servicios*. Lima: S/E (Documento Interno).

Epiroc-Perù. (Julio de 2019). *Organigrama Estructural de la Empresa*. Lima: S/E . Obtenido de <https://www.fondoverde.org/institucional/mision-vision>

Epiroc-Perù. (Agosto de 2020). *Epiroc Perú*. Obtenido de Epiroc Perú:  
<https://www.epiroc.com/es-pe/products>

Falcón Cisneros, F. (2020). TSP Ingenieria Industrial. *Herramientas de Calidad*. Lima:  
Digital Propio.

## CAPÍTULO VI ANEXOS

### 6.1. ANEXO 1 DE FORMATO DE IPERC

	EPIROC PERÚ S.A.				Código:			
	<b>FORMATO IPERC CONTINUO</b>				Versión: 00			
					Fecha: 17-09-20			
								Página 1 de 1
<b>FECHA, LUGAR Y DATOS DE TRABAJADORES:</b>								
FECHA	HORA	NIVEL/ÁREA	NOMBRES			FIRMA		
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
<b>SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO.</b>								
1.-								
2.-								
3.-								
<b>DATOS DE LOS SUPERVISORES</b>								
HORA	NOMBRE SUPERVISOR	MEDIDA CORRECTIVA			FIRMA			

## 6.2. ANEXO 2 FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO

**Figura 11**

*Formato de Orden de Trabajo*

 <b>ORDEN DE TRABAJO</b>		
<b>RPO-001-SER</b>		
<b>RESPONSABLE :</b>	<b>LUGAR/UNIDAD MINERA:</b>	
<b>FECHA :</b>		
<b>TURNO:</b>		
<b>ZONA :</b>		
<b>DISPOSICIONES DE SEGURIDAD</b>		
1.- REALIZAR IPERC ANTES DE EJECUTAR EL TRABAJO		
2.- USAR EN TODO MOMENTO LOS EPP Y HERRAMIENTAS EN BUEN ESTADO		
3.- REALIZAR ORDEN Y LIMPIEZA ANTES, DURANTE Y DESPUES DE REALIZAR EL TRABAJO		
4.- SEGUIR EL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO PARA LA ACTIVIDAD		
5.-		
6.-		
7.-		
LABOR	HORA	ACTIVIDAD
<b>COLABORADORES</b>		<b>FIRMA</b>
_____		
<b>RESPONSABLE</b>		

(Falcón Cisneros, 2020)

## 6.3. ANEXO 3 CHECK LIST DE INPECCIÓN TÉCNICO

Figura 12

Formato de Check List Inspección de Equipos

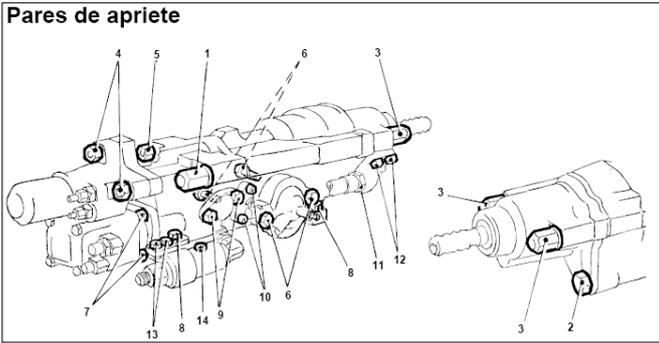
<u>CHECK LIST DE INSPECCION TECNICO</u>			
FECHA: _____			
HOROMETRO: D _____ P _____			
TECNICO: _____			
COMPONENTES	ESTADO		OBSERVACIONES
	BIEN	MAL	
<b>Viga de Avance</b>			
Motor de avance (Sprocket y cadena)			
Meza cop (sliding-piece)			
Cables de acero (sujecion de mangueras)			
Sliding - Bar			
Dowell y Soporte			
Conjunto Carrusel			
Conjunto de Mangueras			
Mordaza (piston, pasadores, amortiguador)			
<b>But 29 (Brazo)</b>			
Piston de basculacion			
Protector Tubo extension			
Soporte de Mangueras			
Tubo de extension			
Conjunto de Mangueras			
Estado de protector de mangueras			
<b>Perforadora 1838 HD+</b>			
Precarga Acumulador			
Amortiguacion Dampin (40 bar)			
Sistema de Lubricacion (Aceite torcula-100)			
Condicion de Aceros			
Conjunto de Mangueras			
<b>Compresora</b>			
Verificar valvula de seguridad (8 bar)			
Drenar agua del tanque de aire			
Verificar nivel de aceite			
Verificar el filtro de aire			
<b>Motor Diésel</b>			
Verificar nivel de aceite			
Verificar filtro de aire			
Fajas de trasmision			
<b>Sistema de transmisión</b>			
Verificar nivel de aceite			
Verificar el enfriador de aceite			
<b>Tablero de Mando</b>			
Verificar parametros de perforacion			
Verificar parametros sistema Boltec			
Estado de los Manómetros			
Limpieza general de todo el equipo			
_____		_____	
Vº Bº Cliente		Tec: Epiroc Perú S.A.	

(Falcón Cisneros, 2020)

6.4. ANEXO 4 CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Figura 13

Formato de Cartilla de Mantenimiento Preventivo

CARTILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																																																						
			COMPONENTE: PERFORADORA COP-1838																																																																																			
			FRECUENCIA DE MANTTO: 40 Horas																																																																																			
Contrato de Servicios Minsur S.A.																																																																																						
Fecha:	_____	Instal. en Equipo:	_____	Fecha Ult. Mantto. Perf.:	_____																																																																																	
Personal:	_____	N° Serie Perf.:	_____	Hor. Perc. Ult. Mantto.:	_____																																																																																	
	_____	Hor. Perc. Actual:	_____	Hrs. Acum. Ult. Mantto. Perf.:	_____																																																																																	
GENERAL					VºBº																																																																																	
A.-	ASPECTOS DE SEGURIDAD	Asegurese de contar y use adecuadamente todos los EPP previstos para el trabajo																																																																																				
		Realice y cumpla con el reporte del sistema de seguridad de cinco puntos																																																																																				
		Asegurese de contar con las herramientas y equipos previstos, en buen estado y condicion																																																																																				
		Ponga la tarjeta y/o candado de seguridad en el panel de control del equipo																																																																																				
		Asegurese de tener a mano y cumpla con el procedimiento de trabajo específico (PETS)																																																																																				
PERFORADORA																																																																																						
B.-	TAREAS DE CONTROL DIARIO	Verifique y/o regule la dosificación correcta del aceite de lubricación (30 a 40 pulsaciones/min.)																																																																																				
		Verifique y/o regule la presión de aire de lubricación en la perforadora (2 a 3 bar)																																																																																				
		Compruebe que salga aire y aceite de lubricacion entre el adaptador de culata y la guia delantera																																																																																				
		Compruebe por fugas en la Perf. Si los hay por el agujero de reboso en el cabezal, cambiar sellos y O'ring																																																																																				
		Observar las mangueras hidraulicas. Si hay demasiada vibracion verificar los acumuladores																																																																																				
		Compruebe y/o recargue los acumuladores (90-110 bar Max."1/2 Pres. Perc." Usar solamente N <sub>2</sub> )																																																																																				
		Compruebe que las roscas del adaptador de culata (Shank) no esten dañados o desgastados																																																																																				
		Controle la temperatura de funcionamiento de la Perf. (-20 a 150 °C)																																																																																				
C.-	TAREAS DE MANTTO.	Ubique el equipo y/o la perforadora en el lugar y posicion de trabajo adecuados																																																																																				
		Apague el motor electrico y/o diesel luego de haberlo posicionado																																																																																				
		Active el freno de parqueo del equipo																																																																																				
		Verifique y/o reajuste torque de tuercas y pernos de perforadora como se indica lineas abajo:																																																																																				
		<b>Pares de apriete</b> 																																																																																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ref.</th> <th rowspan="2">Cant.</th> <th colspan="2">Par</th> <th rowspan="2">Punto de Control</th> <th rowspan="2">Instrucciones</th> </tr> <tr> <th>Nm</th> <th>lb.ft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>300</td> <td>220</td> <td>Pernos laterales</td> <td>Apretar las tuercas traseras</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>220</td> <td>Perno delantero</td> <td>Apretar el perno delantero</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>350</td> <td>260</td> <td>Pernos laterales</td> <td>Apretar las tuercas delanteras</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>220</td> <td>160</td> <td>Cuerpo trasero</td> <td>Apretar las tuercas alternativamente a par completo (terminar con la tuerca más alta)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>60</td> <td>Tapon regulador</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>220</td> <td>160</td> <td>Acumuladores</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>65</td> <td>48</td> <td>Motor hidraulico</td> <td>Apretar las tuercas alternativamente</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>4</td> <td>250</td> <td>185</td> <td>Montaje de la perforadora</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>4</td> <td>145</td> <td>105</td> <td>Tapa de valvulas</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2</td> <td>120</td> <td>90</td> <td>Placa de conexiones</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>1</td> <td>300</td> <td>220</td> <td>Conexion de barrido</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>4</td> <td>90</td> <td>65</td> <td>Entrada, medio de barrido</td> <td>Apretar los tornillos alternativamente a par completo</td> </tr> </tbody> </table>				Ref.	Cant.	Par		Punto de Control	Instrucciones	Nm	lb.ft	1	2	300	220	Pernos laterales	Apretar las tuercas traseras	2	1	300	220	Perno delantero	Apretar el perno delantero	3	2	350	260	Pernos laterales	Apretar las tuercas delanteras	4	3	220	160	Cuerpo trasero	Apretar las tuercas alternativamente a par completo (terminar con la tuerca más alta)	5	1	80	60	Tapon regulador		6	4	220	160	Acumuladores	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	7	4	65	48	Motor hidraulico	Apretar las tuercas alternativamente	8	4	250	185	Montaje de la perforadora	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	9	4	145	105	Tapa de valvulas	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	10	2	120	90	Placa de conexiones	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	11	1	300	220	Conexion de barrido	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	12	4	90	65	Entrada, medio de barrido	Apretar los tornillos alternativamente a par completo	VºBº
Ref.	Cant.	Par		Punto de Control	Instrucciones																																																																																	
		Nm	lb.ft																																																																																			
1	2	300	220	Pernos laterales	Apretar las tuercas traseras																																																																																	
2	1	300	220	Perno delantero	Apretar el perno delantero																																																																																	
3	2	350	260	Pernos laterales	Apretar las tuercas delanteras																																																																																	
4	3	220	160	Cuerpo trasero	Apretar las tuercas alternativamente a par completo (terminar con la tuerca más alta)																																																																																	
5	1	80	60	Tapon regulador																																																																																		
6	4	220	160	Acumuladores	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
7	4	65	48	Motor hidraulico	Apretar las tuercas alternativamente																																																																																	
8	4	250	185	Montaje de la perforadora	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
9	4	145	105	Tapa de valvulas	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
10	2	120	90	Placa de conexiones	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
11	1	300	220	Conexion de barrido	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
12	4	90	65	Entrada, medio de barrido	Apretar los tornillos alternativamente a par completo																																																																																	
Observaciones: _____																																																																																						
_____																																																																																						
_____																																																																																						
VºBº _____		Supervisor Epiroc Perú S.A.																																																																																				
		Mecánico Epiroc Perú S.A.																																																																																				

(Falcón Cisneros, 2020)

## 6.5. ANEXO 5 LISTA DE REPUESTOS CONSUMIBLES EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**Tabla 13**

*Lista de Repuestos por Sistema Funcional y Frecuencia.*

Ítems	Sistema Funcional	Componente	Número de Parte Epiroc	Descripción (Según Manual de Partes)	Cantidad Instalada	Unidad	Frecuencia (horas)					
							40	600	125	250	500	1,000
1	Horas de Motor Diesel	Modulo de Boom	5112305242	FILTER ELEMENT	1.0	EA			✓	✓	✓	✓
2			5112305243	SAFETY CARTR.	1.0	EA			✓	✓	✓	✓
3			1202849600	OIL FILTER	1.0	EA			✓	✓	✓	✓
4			5580004128	FUEL FILTER	1.0	EA			✓	✓	✓	✓
5			5112322616	FILTER	1.0	EA			✓	✓	✓	✓
6			6060006878	FILTER INSERT	1.0	EA					✓	✓
7			3216921101	V-BELT	1.0	EA						✓
8			6060002894	FAN BELT	1.0	EA						✓
9			5112287855	SEAL KIT	1.0	EA					✓	✓
10			Horas de Unidad de Potencia	Power Middle	8231045410	FILTER INSERT	1.0	EA				✓
11	8231085419	BREATHER FILTER			1.0	EA					✓	
12	Rear Modulo	9111406193		SPARE PARTS SET	1.0	EA					✓	
13		1613921500		FILTER ELEMENT	1.0	EA			✓	✓	✓	
14	Compresor	1202804002		OIL FILTER	1.0	EA			✓	✓	✓	
15		1613750201		OIL SEPARATOR ELEMEN	1.0	EA			✓	✓	✓	
16		0663716200		O-RING	2.0	EA				✓	✓	
17		0663312900		O-RING	1.0	EA				✓	✓	
18		0147140103	SCREW, HEX HEAD	4.0	EA	✓						
19	Horas de Impacto	Modulo de Boom	3315019508	LOCK WASHER	4.0	EA	✓					
20			3115238600	CUP SEAL	2.0	EA	✓					
21		Perforadora de Roca	3115269300	CUP SEAL	1.0	EA	✓					
22			0665100012	SEAL	1.0	EA	✓					
23			3115324500	SEAL RING	1.0	EA	✓					
24			0663214300	O-RING	1.0	EA	✓					
25			0663214501	O-RING	3.0	EA	✓					
26			3115923895	OVERHAUL KIT	1.0	EA		✓				

(Falcón Cisneros, 2020)