

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Implementación de un plan de mantenimiento  
en la Empresa Flsmidth para mejorar las paradas  
de planta en una unidad minera**

Néstor Hugo Alva Perez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# TSP - ALVA PEREZ NESTOR HUGO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

34%

INDICE DE SIMILITUD

34%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	19%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
3	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%

10	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
11	docslide.us Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	ein.org.pl Fuente de Internet	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
17	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	uat.staging.upf.edu Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	www.uci.ac.cr Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad de Málaga - Tii Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad de San Martín de Porres Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to unipacifico Trabajo del estudiante	<1 %
26	www.leanconstructionmexico.com.mx Fuente de Internet	<1 %
27	A.I. Sukhorukov, Shuhong Guo, N.D. Koryagin, S. Yu Eroshkin. "Tendencies of Information Management Development in the Conditions of the Origin of a New Ecosystem of the Digital Economy", 2018 Eleventh International Conference "Management of large-scale system development" (MLSD, 2018 Publicación	<1 %
28	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

30

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

---

31

revistadigital.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

---

32

editorial.autonoma.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

---

33

repositorio.uasf.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

34

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

35

www.reesme.com

Fuente de Internet

<1 %

---

36

Submitted to Universidad de Oviedo

Trabajo del estudiante

<1 %

---

37

Submitted to Universidad de Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

---

38

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

39

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

---

40

Submitted to Caledonian College of  
Engineering

Trabajo del estudiante

<1 %

---

41	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
42	ebooks.pucrs.br Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.uan.edu.co Fuente de Internet	<1 %
44	editorialeidec.com Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	www.fipcaec.com Fuente de Internet	<1 %
47	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
49	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
50	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	www.chiletech.cl Fuente de Internet	<1 %

52

[www.lareferencia.info](http://www.lareferencia.info)

Fuente de Internet

&lt;1 %

53

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

54

Mario Solís-Meza, Roberto Torres-Rodríguez.  
"Contribuciones del TPM en la mejora de la  
gestión del mantenimiento", Revista Científica  
INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e  
Investigación, 2021

Publicación

&lt;1 %

55

Emilio Manuel Solórzano-Calero. "Mejora de  
la disponibilidad de los Volquetes Sinotruk del  
GADMEC", Revista Científica INGENIAR:  
Ingeniería, Tecnología e Investigación, 2022

Publicación

&lt;1 %

56

[automationkingz.com](http://automationkingz.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

57

[baixardoc.com](http://baixardoc.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

58

[gabrielacasamen-parasitologia.blogspot.com](http://gabrielacasamen-parasitologia.blogspot.com)

Fuente de Internet

&lt;1 %

59

[libroselectronicos.ilae.edu.co](http://libroselectronicos.ilae.edu.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %

60

[red.uao.edu.co](http://red.uao.edu.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %



61	"Advances in Social and Occupational Ergonomics", Springer Science and Business Media LLC, 2019 Publicación	<1 %
62	catalonica.bnc.cat Fuente de Internet	<1 %
63	centroazucar.uclv.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
64	cgpe.udg.mx Fuente de Internet	<1 %
65	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.usm.cl Fuente de Internet	<1 %
69	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	www.herbalorifa.nl Fuente de Internet	<1 %
71	www.vaneduc.edu.ar Fuente de Internet	<1 %

72

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

73

"Inter-American Yearbook on Human Rights /  
Anuario Interamericano de Derechos  
Humanos, Volume 5 (1989)", Brill, 1992

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

# TSP - ALVA PEREZ NESTOR HUGO

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

**/0**

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

## **DEDICATORIA**

Por su paciencia y apoyo incondicional, dedico esta tesis a mi esposa e hijas, ya que ellas son el motivo para que siga progresando.

Por su formación, disciplina y palabras de aliento a mi Madre, hermanas por alentarme a terminar lo que empiezo

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la Virgen, por darme vida, fuerza y salud para cumplir mis objetivos y metas.

A mi amigo, Enrique Huiman, por haberme orientado, apoyado e impulsado para terminar esta carrera.

A mis grandes amigos: Armida, Flor, Britsi, Brígido, Abelardo, que de una u otra forma me motivaron a culminar este reto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	2
1.2 ACTIVIDAD PRINCIPAL .....	2
1.3 RESEÑA HISTÓRICA .....	3
1.4 ORGANIGRAMA .....	6
1.5 VISIÓN Y MISIÓN .....	7
1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	7
1.7 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN.....	7
<b>CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES</b>	<b>10</b>
2.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL .....	10
2.1.1 Descripción del proceso.....	10
2.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES O NECESIDADES DEL ÁREA DE PROFESIÓN.....	14
2.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	14
2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	14
2.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	15
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS	16
3.1.1 Mantenimiento.....	16
3.1.2 Tipos de Mantenimiento.....	17
3.1.2.1 Mantenimiento correctivo .....	17
3.1.2.2 Mantenimiento preventivo .....	18
3.1.2.3 Mantenimiento preventivo correctivo .....	19

3.1.2.4	Mantenimiento predictivo .....	19
3.1.2.5	Mantenimiento proactivo .....	20
3.1.2.6	Mantenimiento centrado de confiabilidad RCM .....	20
3.1.2.7	Mantenimiento productivo total .....	22
3.1.3	Gestión de mantenimiento .....	29
3.1.3.1	Disponibilidad de Maquinaria (DM) .....	30
3.1.3.2	Confiabilidad (MTBF).....	31
3.1.3.3	Mantenibilidad (MTTR).....	32
3.1.3.4	Costos por reparaciones .....	32
3.1.3.5	Tiempos por reparaciones.....	32
<b>CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....</b>		<b>33</b>
4.1	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES .....	33
4.1.1	Enfoque de las actividades profesionales .....	33
4.1.2	Alcance de las actividades profesionales.....	33
4.1.3	Entregables de las actividades profesionales .....	34
4.2	ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	34
4.2.1	Metodología.....	34
4.2.2	Técnicas .....	52
4.2.3	Instrumentos.....	53
4.3	Ejecución de las actividades profesionales .....	54
4.3.1	Cronograma de actividades realizadas .....	54
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS .....</b>		<b>57</b>
5.1	RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	57
5.1.1	Resultados obtenidos.....	62
5.2	LOGROS ALCANZADOS.....	75
5.3	DIFICULTADES ENCONTRADAS.....	76
5.4	PLANTEAMIENTO DE MEJORAS .....	76
5.5	APORTE DEL TESISTA EN LA INSTITUCIÓN.....	79
CONCLUSIONES.....		84
RECOMENDACIONES .....		85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		86
ANEXOS.....		94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de paradas menores - personal.....	47
Tabla 2. Cuadro de paradas mayores— personal.....	47
Tabla 3. Matriz de capacitación .....	51
Tabla 4. Matriz de acreditación - Gantt de implementación de servicio .....	52
Tabla 5. Cronograma.....	54
Tabla 6. Equipos tomados en cuenta en las paradas .....	58
Tabla 7. Días y horas disponibles .....	59
Tabla 8. Horas de mantenimiento por equipo.....	60
Tabla 9. Horas disponibles por equipo .....	61
Tabla 10. Recurso humano necesario .....	63
Tabla 11. Herramientas de medición .....	64
Tabla 12. Herramientas de gestión .....	65
Tabla 13. Presupuesto .....	65
Tabla 14. Dimensionamiento de tiempo parada menor.....	67
Tabla 15. Dimensionamiento de tiempo parada menor – Distribución del personal .....	67
Tabla 16. Dimensionamiento de tiempo parada Mayor.....	68
Tabla 17. Dimensionamiento de tiempo parada Mayor - Distribución del personal .....	68
Tabla 18. Presupuesto económico de la parada menor.....	69
Tabla 19. Presupuesto económico de la parada Mayor .....	72
Tabla 20. Presupuesto Anual del Plan de Mejora de disponibilidad.....	75
Tabla 21. Plan de mejora – Paradas menores .....	77
Tabla 22. Plan de mejora – Paradas mayores .....	78
Tabla 23. Disminución de tiempos de mantenimiento.....	79
Tabla 24. Aumento de la disponibilidad.....	82



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de FLSMIDTH en Arequipa.....	5
Figura 2.	Organigrama de FLSMIDTH .....	6
Figura 3.	Proceso de la planta de cobre. ....	11
Figura 4.	Parada – Circuito de fajas transportadores. ....	12
Figura 5.	Parada – Circuito de molinos. ....	13
Figura 6.	Diseño metodológico.....	35
Figura 7.	Proceso de mantenimiento. ....	36
Figura 8.	Proceso operativo de paradas de planta. ....	39
Figura 9.	Proceso operativo de mantenimiento FLSMIDTH.....	41
Figura 10.	Días y horas disponibles. ....	59
Figura 11.	Disminución de tiempos .....	81
Figura 12.	Aumento de la disponibilidad .....	83

## RESUMEN

El trabajo de suficiencia presentado tuvo como objetivos dentro de la actividad profesional, el maximizar la disponibilidad de los equipos de la línea de chancado y de molienda en la unidad minera, Reducir los tiempos de mantenimiento y Mejorar la disponibilidad de repuestos y materiales necesarios al momento de realizar los mantenimientos.

FLSmidth proporciona soluciones, equipos y servicios de ingeniería innovadores a la industria mundial del cemento y la minería; ayudar a los clientes a mejorar el rendimiento, reducir los costos y reducir el impacto ambiental. La lista de máquinas y equipos que brindan servicios de mantenimiento requiere un soporte experto y confiable para administrar su negocio.

En el trabajo de suficiencia se tomó en cuenta la línea de molienda y chancado de una unidad minera, donde se puso en marcha un plan de mantenimiento para mejorar las paradas de planta, logrando con el trabajo realizado por el tesista una mejora significativa, ya que se aumentó la disponibilidad de los equipos en la línea de chancado y molienda y se disminuyeron los tiempos de mantenimientos en los equipos, al mismo tiempo, se mejoró la comunicación entre la empresa y la unidad minera.

**Palabras Claves:** Plan de mantenimiento, Paradas de planta, chancado y molienda.

## **ABSTRACT**

The sufficiency work presented had the objectives within the professional activity of maximizing the availability of the crushing and grinding line equipment in the mining unit, reducing maintenance times and improving the availability of spare parts and materials necessary at the time of carry out maintenance.

The FLSmidth Company provides innovative engineering solutions, equipment and services to the global mining and cement industries. Providing its customers with improved performance, reducing costs and minimizing environmental impact. Offering maintenance and relationship services for machinery and equipment that need reliable expert support to successfully manage your business.

In the sufficiency work, the grinding and crushing line of a mining unit was taken into account, where a maintenance plan was implemented to improve plant shutdowns in a mining unit, achieving a significant improvement with the work carried out by the thesis student, since that the availability of the equipment in the crushing and grinding line was increased and the maintenance times of the equipment were reduced, at the same time the communication between the company and the mining unit was improved.

Key words: Maintenance plan, Plant stoppages, crushing and grinding.

# INTRODUCCIÓN

En el mundo, el Perú ocupa un lugar importante dentro de los países que se encargan de explotar el cobre, y este mineral es explotado en yacimientos, compañías o unidades mineras que se encargan de la explotación de este mineral.

Entre las principales unidades mineras se encuentran la Sociedad Minera de Cerro Verde (Arequipa), Unidad Minera de Quellaveco (Moquegua), Unidad Minera de Toquepala-Cuajone (Moquegua), Unidad Minera de las Bambas (Apurímac), Unidad Minera de Antapaccay (Espinar-Cusco), Unidad Minera de Hudbay (Cusco), entre otras.

FLSmidth ofrece novedosas soluciones de ingeniería, prestación de servicios y suministro a los sectores de cemento y minería. También, apoya a los usuarios en la optimización de sus niveles de desempeño, achicamiento del efecto ambiental, y en la reducción de costos. Brinda asistencias garantizadas a las plantas, brindando asistencias de administración y vínculo entre las maquinarias y los equipos que requieren de soporte técnico experto para administrarse con éxito en la industria.

El trabajo de suficiencia se realizó en el área de molienda y chancado, donde se enfocó el mantenimiento de plantas preventivas del plan anual de mantenimiento; buscando implementar un plan de mantenimiento en el área de molienda y chancado, a fin de que los equipos tengan mayor disponibilidad dentro de la planta concentradora de cobre, y aumentar la disponibilidad de estos.

El estudio se integra por cinco capítulos: en el capítulo I, se relatan las tareas que ejecuta la empresa; en el capítulo II, se detallan las actividades generales de las tareas realizadas por el tesista; en el capítulo III, se presenta el marco teórico; en el capítulo IV, se manifiestan las actividades a nivel personal que se realizaron para alcanzar los objetivos de estudio; en el capítulo V, se expusieron los resultados logrados. Finalmente, se presentaron las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

### **1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA**

Razón social:	FLSMIDTH S.A.C.
RUC:	20505675836
Jefe supervisor:	Cesar Augusto Miranda Montes
Cargo:	Supervisor Mecánico
Dirección:	Variante de Uchumayo km 5
Provincia y distrito:	Sachaca – Arequipa, Perú

### **1.2 ACTIVIDAD PRINCIPAL**

FLSmidth ofrece soluciones innovadoras de los servicios, equipamiento e ingeniería a las industrias de cemento y minería a nivel global. Esta empresa brinda apoyo a los clientes para optimizar los niveles de rendimiento, aminorar el impacto ambiental, así como los costos.

Brinda servicios confiables a las plantas, ofreciendo servicios de mantenimiento y relación de maquinarias y equipos que necesiten de soporte

FLSmidth es una empresa experta y confiable para administrar con éxito su negocio. Para alcanzar sus objetivos de calidad, productividad, eficiencia y sustentabilidad, cada componente debe funcionar de manera eficiente, como parte integral de su planta.

Nuestros servicios lo respaldan en cada etapa, para que pueda optimizar las operaciones de la planta y lograr sus objetivos.

### **1.3 RESEÑA HISTÓRICA**

FLSmidth, también denominada FLS, es un grupo multinacional fundada en 1882 por Frederik L. Smidth dedicado a fabricar equipos para unidades mineras y plantas cementeras. En la industria cementera, esta empresa es líder con 136 años de experiencia; mientras que, en la industria minera, tiene poco más de 100 años de experiencia.

Hoy en día, FLS integra 10 234 colaboradores, y sus oficinas principales se encuentra en Copenhague, Dinamarca; mientras que, otras oficinas relevantes se ubican en EE. UU., Pensilvania, Bethlehem y Perú.

En esencia, la FLS orienta sus actividades a la fabricación de máquinas y equipos para industrias cementeras, tales como compuertas, válvulas, transportadores de material, ventiladores, molinos de carbón, molinos de crudo, hornos, molinos de cemento, quemadores y equipos para calcinación. Asimismo, esta empresa se encarga de suministrar servicios y equipamiento asociados con optimización de procesos, medición de emisiones, sistemas de control de calidad, entre otros.

A partir del 2002, FLS ha integrado una estrategia innovadora que se concentra en la construcción y desarrollo de maquinaria y sistemas que puedan aplicarse, de manera específica, en plantas mineras o cementeras. Conforme a esta estrategia, esta empresa vendió, en el 2004, su planta de cemento ubicada en Dinamarca: Aalborg Portland Cement.

Dentro de las empresas que conforman el grupo FLS se encuentran las siguientes:

- FLSmidth Airtech, que se dedica a sistemas de colectores de polvos.

- FLSmidth Automation, que se dedica a sistemas de control automático y automatización.
- FLSmidth Materials Handling, que se dedica a transporte de materiales.
- FLS Airlog, que se dedica a sistema de monitoreo de emisiones.
- Kovaco Materials Handling, ubicada en Noruega y dedicada al transporte de materiales.
- FEE Minerals, dedicada a fabricar equipos para unidades mineras.
- Ventomatic, ubicada en Italia y dedicada a equipamiento para plantas envasadoras.
- MAAG Gear, ubicada en Suiza, y se dedica a cajas de transmisión industrial.
- Pfister, ubicado en Alemania, se dedica a sistemas dosificadores.
- MVT Materials, ubicada en Alemania, y se dedica al transporte de materiales.

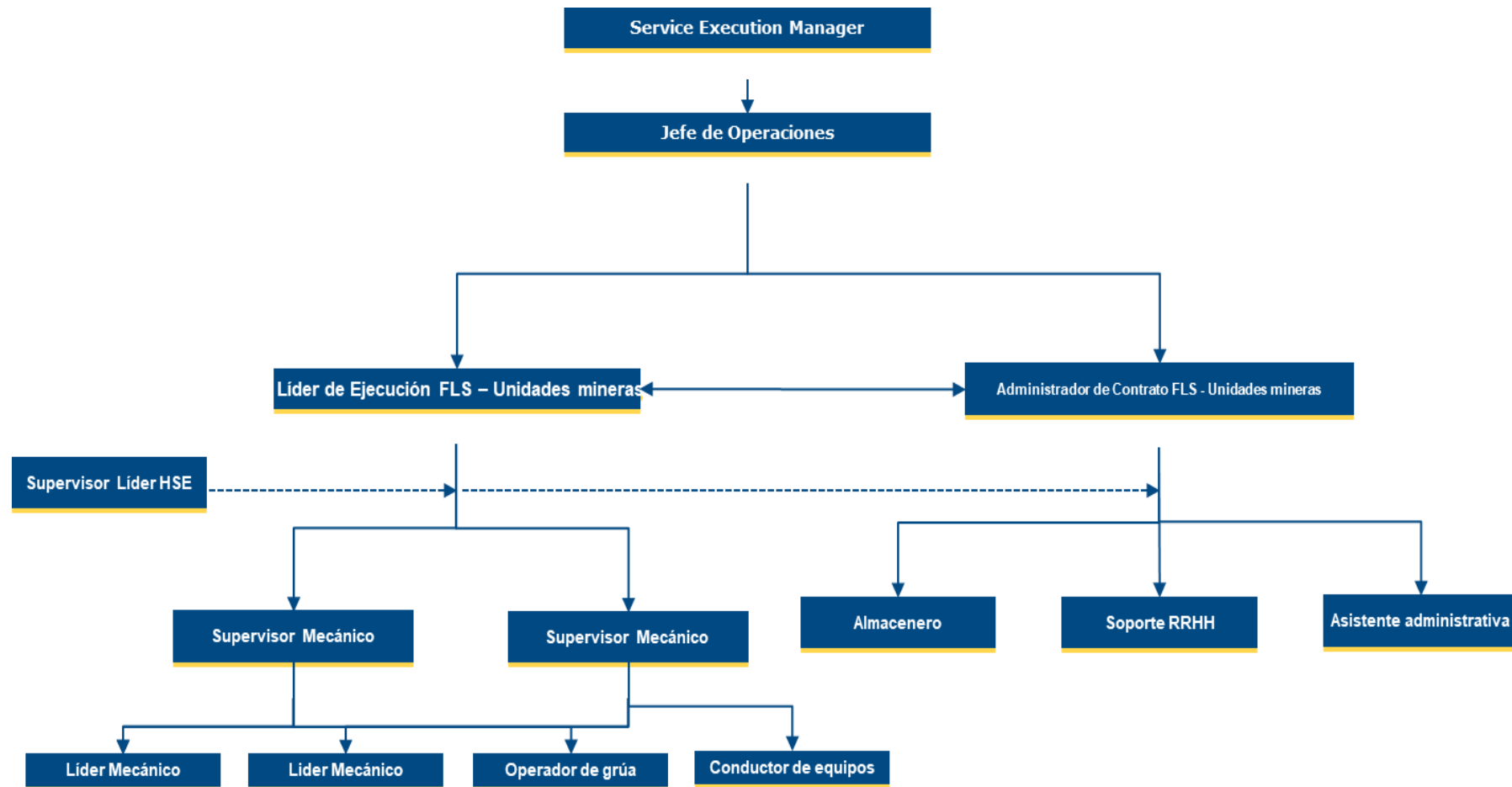
FLSmidth es una empresa líder proveedora de soluciones para mejorar la productividad en las plantas mineras y cementeras a nivel global. Estas soluciones combinan servicios, productos e ingeniería que sirven de apoyo al cliente para incrementar la producción, aminorar el impacto ambiental o reducir costos de operación. En efecto, es líder en el sector minero, siendo una de las entidades más amplias y fuertes, que tiene altos índices de fiabilidad y calidad.



**Figura 1.** Ubicación de FLSMIDTH en Arequipa.  
**Nota:** Google map.



## 1.4 ORGANIGRAMA



**Figura 2.** Organigrama de FLSMIDTH  
**Nota:** Información suministrada por la empresa

## **1.5 VISIÓN Y MISIÓN**

### Visión

Mantenernos competitivos en este complejo mercado, minimizando el uso de recursos, optimizando la producción y maximizando la inversión.

### Misión

Impulsamos el éxito a través de la mejora de la productividad sostenible.

Esta es nuestra visión, nuestro objetivo a largo plazo y nuestra aspiración, inspiración y motivación.

## **1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

Área de servicios de mantenimiento (Service Execution), en unidades mineras de la zona sur del Perú, en la Empresa FLSmidth S.A.C.

## **1.7 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN**

El cargo integra las siguientes responsabilidades inherentes:

- Cumplir y hacer cumplir las políticas de FLSmidth, además de las políticas promovidas en las instalaciones de los clientes.
- Responsable de los servicios de ejecución de parada de planta por especialidad.
- Realizar los procedimientos escritos de trabajo (PETS) que se relacionen a la actividad a efectuar, así como las matrices IPERC y permisos especiales.

- Lidera la reparación (parcial o total), mantenimiento y montaje/desmontaje de los equipos y maquinarias a utilizar para el mantenimiento mecánico, y brinda servicios de acuerdo al tiempo y alcance en campo.
- Seguir con los programas del servicio (diagramas de Gantt), además de realizar la revisión de los recursos antes de iniciar el servicio, en coordinación con el supervisor líder.
- Responsable de la seguridad del equipo y/o personal encontrado a su cargo.
- Supervisar al personal que tiene a su cargo, a fin de cerciorarse que este realice sus actividades en función a los lineamientos de calidad, seguridad y medioambiente que brinda FLSmith, además de considerar los lineamientos brindados por el cliente.
- Monitorear la adecuada utilización de los equipos, EPP y herramientas, además de la devolución completa al almacén, dando indicaciones de las pérdidas ocurridas, desgastes y toda incidencia de cambio y/o reparación.
- Participar en el seguimiento o difusión de los planes de acciones determinados en materia de seguridad y salud ocupacional, así como del sistema de gestión.
- Comunicar al jefe operativo o supervisor senior, de manera inmediata, todo evento no deseado, en relación con temas de calidad, medioambiente, salud o seguridad. Asimismo, este debe comunicar, de forma escrita, verbal u otro medio formal, al jefe inmediato sobre el evento.
- Realizar el cierre del servicio operativo, para ello se deben completar las tareas del personal a cargo, además de cumplir con la entrega oportuna de las mismas.
- Comunicar a los mecánicos líderes a cargo respecto a los cambios posibles en el alcance de los trabajos previos, al iniciar o durante la realización de estos, a fin de evaluar los peligros, tiempos, desviaciones y riesgos.

- Participar en la investigación de los incidentes que ocurran al efectuar los trabajos a su cargo.
- Realizar el cierre de almacén junto al administrador, además de revisar las herramientas o equipos utilizados en el servicio, y señalar las desviaciones por uso o pérdidas de los mismos, así como encontrar a los responsables de estas pérdidas.
- Promover la mejora continua del proceso de mantenimiento con visión de negocio en su equipo de trabajo.
- Responsable de consolidar el Tareo del personal a cargo y entregarlos a Supervisor Senior.

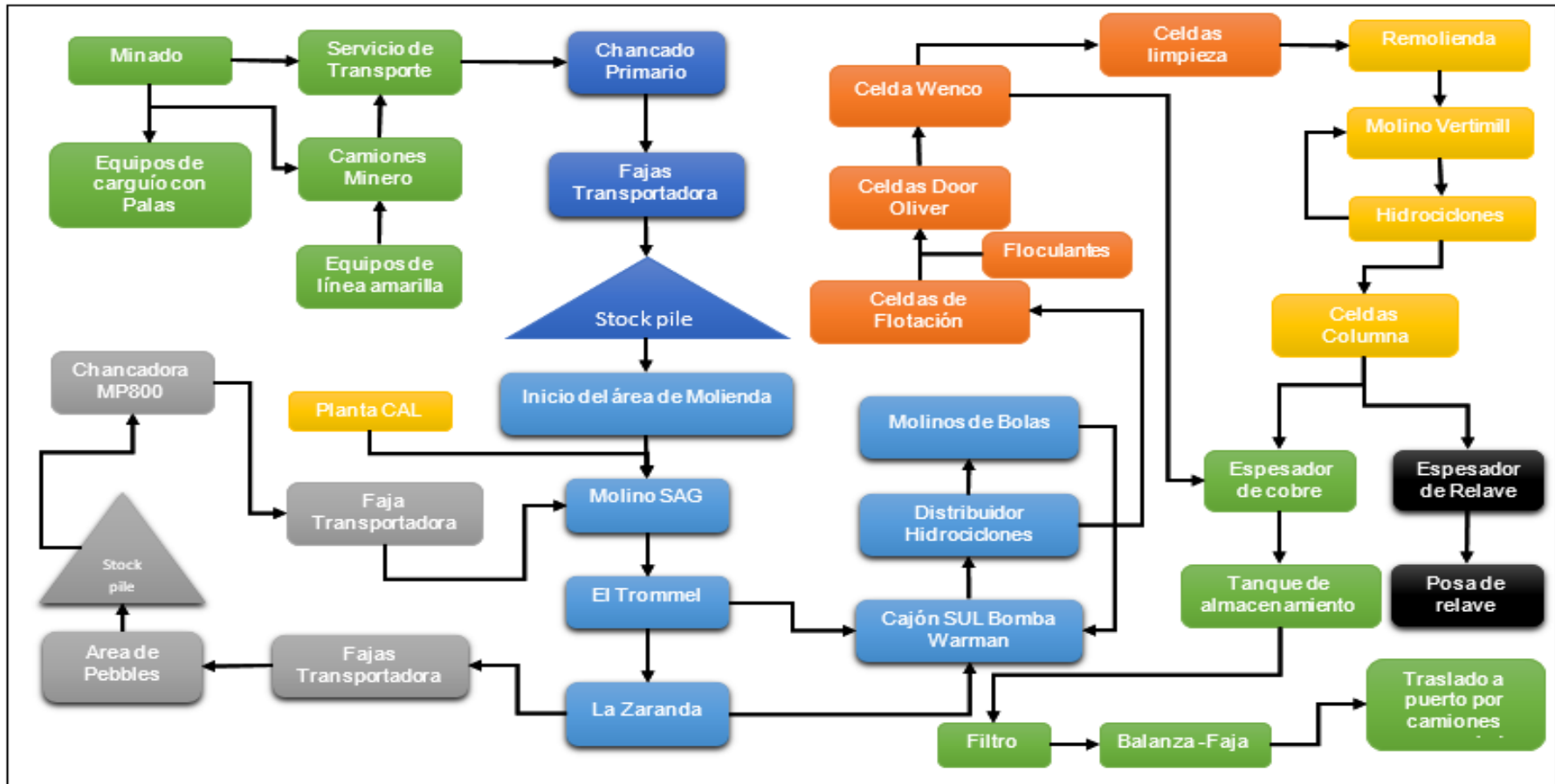
## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

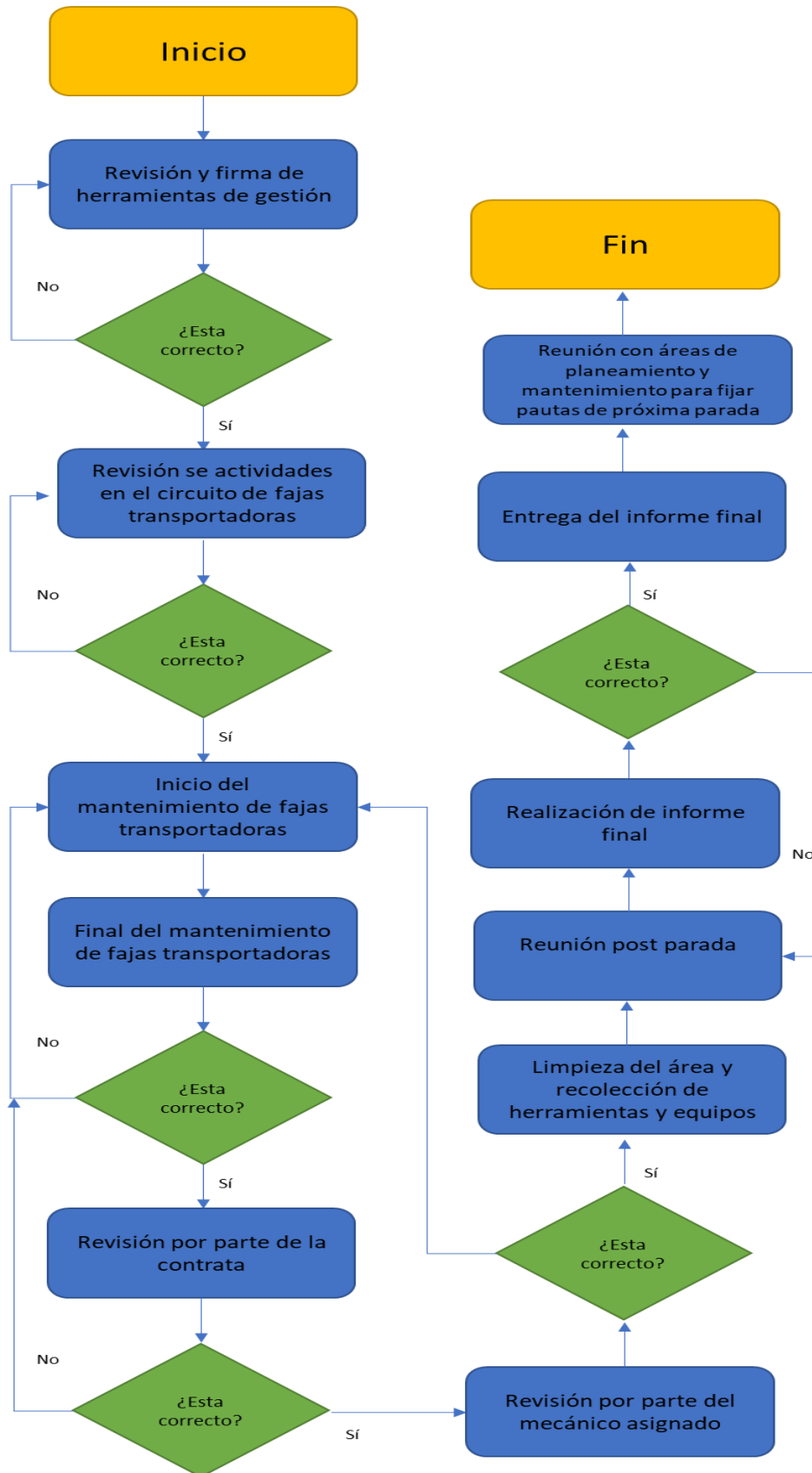
#### **2.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

##### **2.1.1 Descripción del proceso**

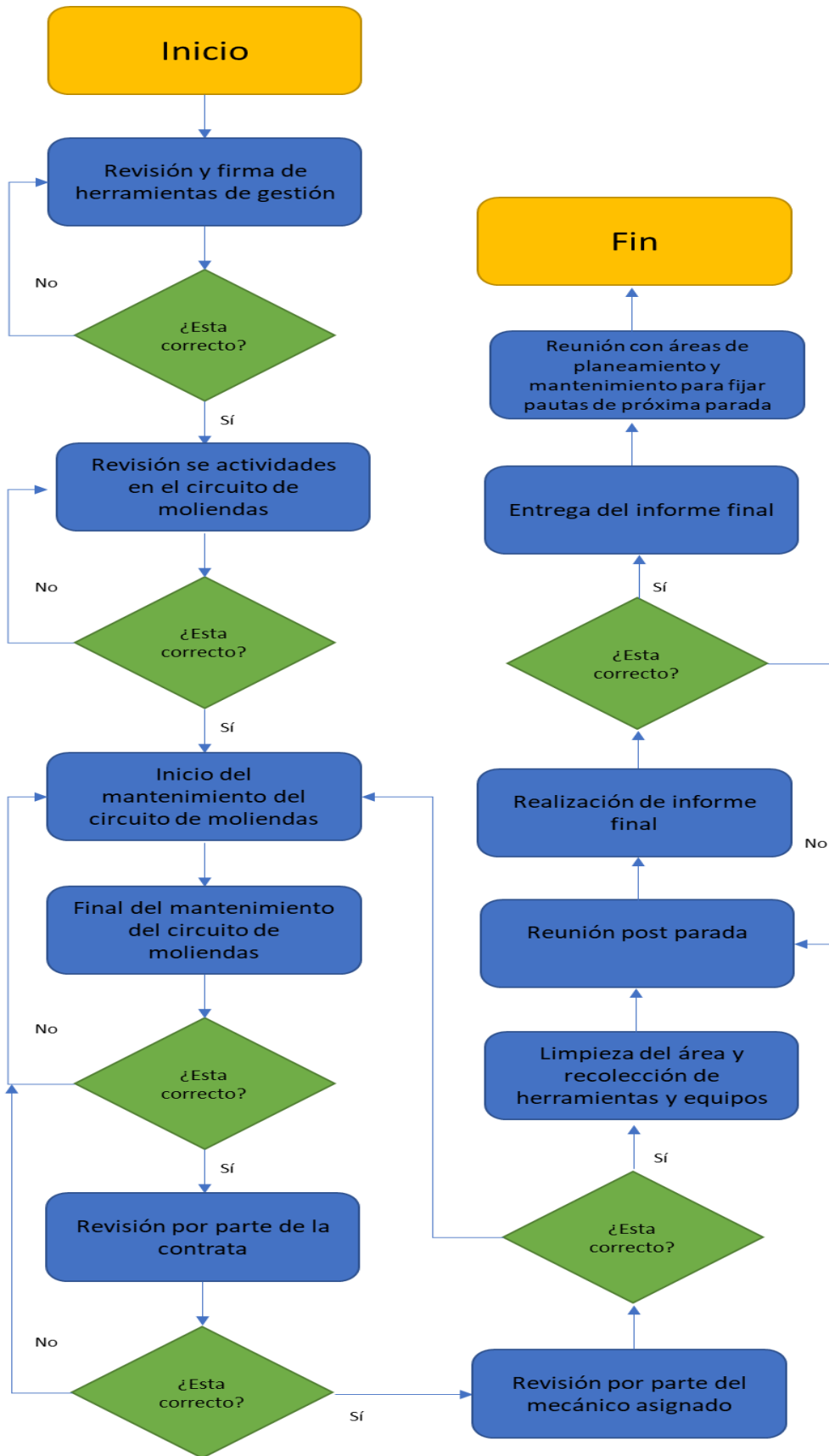
Para implementar un plan de mantenimiento en la FLSmith que permita mejorar las paradas de planta en una unidad minera, se tomará en cuenta el proceso de captación de cobre. Para esto, se describirá el proceso que involucra la extracción del mineral en las plantas concentradoras, que tienen como objetivo extraer la mejor calidad del mineral y la mayor cantidad, donde se tomarán en cuenta los tiempos de molienda, disponibilidad de equipos, entre otros factores importantes dentro de la gestión de mantenimiento, en una mina a tajo abierto.



**Figura 3.** Proceso de la planta de cobre.  
**Nota:** Información suministrada por la empresa.



**Figura 4.** Parada – Circuito de fajas transportadores.  
**Nota:** Información suministrada por la empresa.



**Figura 5.** Parada – Circuito de molinos.  
**Nota:** Información suministrada por la empresa.



## **2.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES O NECESIDADES DEL ÁREA DE PROFESIÓN**

FLSmidth es una empresa que ofrece el servicio de realizar mantenimiento mecánico a las organizaciones que soliciten sus servicios, al mismo tiempo brinda servicio posventa a los que adquieren sus maquinarias y equipos.

Para realizar estos planes de mantenimiento, se planifican paradas de mantenimiento, la duración de estas varía dependiendo si son paradas mayores o menores. La finalidad de estas paradas, es aumentar al máximo la disponibilidad de equipos que se encuentren bajo el mantenimiento de la empresa, que pueden ser de la línea de chancado o de molienda.

Se ha evidenciado que cuando se realizan las paradas, previa conversación con la unidad minera, se realiza trabajos que no estaban planificados y se deben realizar otras actividades fuera del cronograma de mantenimiento que se tiene estipulado, en ocasiones ocurre que no se cuenta con los repuestos necesarios para realizar las reparaciones, lo que genera un retraso al momento de realizar los trabajo.

## **2.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

- Maximizar la disponibilidad de los equipos utilizados en la línea de chancado y molienda en la unidad minera.
- Reducir los tiempos de mantenimiento.
- Mejorar la disponibilidad de materiales y repuestos necesarios al momento de realizar los mantenimientos.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

Toda unidad minera o empresa, busca que sus maquinarias y equipos tengan la mayor disponibilidad y el menor tiempo en mantenimiento, ya que esto genera pérdida de dinero y tiempo.

Se pretende que la unidad minera alcance su máxima productividad, lo que se traduce en mayores ganancias económicas o rentabilidad, ya que los equipos tendrán un mayor tiempo de uso con el diseño de un plan de gestión de mantenimiento aplicado en las paradas de la planta.

## **2.5 RESULTADOS ESPERADOS**

Se espera que:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos en la línea de chancado y molienda en un 1 %.
- Disminuir en un 5 % las horas de mantenimiento de los equipos.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS**

##### **3.1.1 Mantenimiento**

En términos generales, puede describirse como la serie de acciones que se necesitan para garantizar el funcionamiento adecuado de las instalaciones, maquinarias y equipos, como de los distintos entornos de trabajo (Fuentes, 2019).

El mantenimiento engloba un conjunto de prácticas que se diseñan para mantener instalaciones y equipos que se encuentran en funcionamiento durante el mayor tiempo posible, a fin de conseguir niveles mayores de disponibilidad, y obtener el mayor rendimiento posible (Castro y Vílchez, 2020).

El mantenimiento representa un servicio que agrupa distintas actividades, cuya realización posibilita el alcance de niveles mayores de confiabilidad en las instalaciones, construcciones civiles, máquinas y equipos. Asimismo, el mantenimiento permite que se eliminen condiciones inseguras que podrían repercutir en la vida y salud de las personas (Julca, 2018).

Entonces, el mantenimiento industrial es entendido como un conjunto de acciones orientadas a garantizar el funcionamiento adecuado de las instalaciones y equipos integrados en un proceso de fabricación, permitiéndole operar con la máxima eficiencia. Esto incluye realizar servicios, reinstalaciones, reemplazos, ajustes, inspecciones, pruebas, reparaciones y reconstrucciones, con base en el desarrollo de técnicas, criterios y conceptos que se requieran para el mantenimiento, para lo cual se brinda una guía de criterios y políticas para la toma de decisiones en la aplicación y administración de los programas de mantenimiento, así como el desarrollo de técnicas, criterios y conceptos que se requieran para el mantenimiento (De la Cruz e Yparraguirre, 2021).

Por tanto, el mantenimiento industrial es entendido como el conjunto de procedimientos y actividades efectuados con la finalidad de conservar en condiciones adecuadas de servicio las instalaciones, maquinarias y equipos de una organización o planta que preste determinado servicio, y que permita asegurar el óptimo funcionamiento del equipamiento, y el desarrollo eficiente de los servicios o procesos industriales (Olmedo, 2019).

Un manejo adecuado y oportuno de los recursos de mantenimiento, conlleva a una eficiente administración de las reparaciones de los equipos/maquinarias que ingresan al taller, y que conduce a obtener mejoras en los programas de mantenimiento, y una mayor disponibilidad de los equipos para garantizar las operaciones de producción (Aguilar, 2021).

### **3.1.2 Tipos de Mantenimiento**

#### **3.1.2.1 Mantenimiento correctivo**

De corta duración y rápida subsanación del problema. Los operadores de equipos/máquinas son quienes se encargan de reportar la ocurrencia de fallas, y las

personas encargadas de efectuar las reparaciones son los miembros del personal de mantenimiento (Mora, 2009).

Este tipo de mantenimiento es el menos deseado, se considera propio de la primera generación, implica un nivel alto de responsabilidad, y el área de mantenimiento tiene como objetivos que el mantenimiento correctivo represente un porcentaje menor del total de actividades de mantenimiento que se realizan en determinada área (Reynoso, 2021).

Por tanto, el mantenimiento correctivo es entendido como un conjunto de tareas que se destinan a la corrección de defectos que se presenten en los diferentes equipos, siendo los usuarios quienes los comunican al departamento de mantenimiento. (Cardozo y Cornejo, 2021).

### **3.1.2.2 Mantenimiento preventivo**

Implica ejecutar un sistema de inspecciones periódicas que se programan lógicamente al equipo o maquinaria en cuestión. El mantenimiento preventivo tiene como finalidad la identificación de estados o condiciones insuficientes de estos componentes que puedan causar el cese de la producción o una degradación sustancial del equipo o maquinaria, se realiza una inspección visual (Mora, 2009).

La programación del mantenimiento preventivo es una actividad esencial y fundamental en el sector del mantenimiento, tanto desde la perspectiva operativa como funcional, que incluye la ejecución de planes de mantenimiento y la reparación correctiva planificada, que es consecuencia de las observaciones. en relación con el trabajo completado anteriormente (Reynoso, 2021).

Un aspecto particular del mantenimiento preventivo es que este es aplicado en equipos que se encuentran trabajando normalmente, mientras que aquel de tipo preventivo, generalmente, implica la reparación de aquel equipo que paró por alguna falla o por la

presencia de averías o daños. Entonces, el mantenimiento preventivo se orienta a evitar que surjan fallas en el equipo previo a su ocurrencia (Aguilar 2021).

En efecto, el mantenimiento preventivo hace referencia a la totalidad de actividades realizadas previo a la ocurrencia de la falla, siendo actividades que se planifican con la finalidad de mantener un funcionamiento adecuado de los equipos/máquinas (Cardozo y Cornejo 2021).

### **3.1.2.3 Mantenimiento preventivo correctivo**

A través de acciones preventivas y correctivas se pretende anticipar o prevenir el fallo o daño de equipos. Dichas acciones no se orientan a la planificación justificada de actividades, sino que hace referencia a la programación de las mismas y asignación de recursos. Cabe recalcar que también las actividades correctivas se realizan cuando existe un desequilibrio de la capacidad de funcionamiento de los equipos. (Olmedo 2019).

### **3.1.2.4 Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo implica el análisis de la evolución temporal de determinados parámetros para relacionarlos con la ocurrencia de averías, con la finalidad de establecer en qué periodo de tiempo esta situación conllevará escenarios fuera de lo estándar. Esto se realiza con el objetivo de planificar la totalidad de tareas proactivas con tiempo suficiente y para que la avería del equipo no provoque consecuencias graves ni conlleve a paradas inesperadas del equipamiento (Mora 2009).

La adquisición de instrumentos de medición de parámetros en el área de mantenimiento es fundamental para implementar el mantenimiento predictivo en el área de mantenimiento, ya que estas herramientas pueden ser utilizadas para evaluar si los equipos tienen las condiciones óptimas durante su operación (Reynoso 2021).

El mantenimiento predictivo se asocia a nociones de conocimiento continuo de la operatividad y estado de los equipos, lo que se logra a través de la medición de diversos factores. La aplicación del modelo predictivo viene determinada por la gestión de estos factores (Mora 2009).

### **3.1.2.5 Mantenimiento proactivo**

Es una estrategia de mantenimiento preventivo que se ocupa principalmente de identificar y resolver los factores que contribuyen al desgaste y, en última instancia, a la falla del equipo. Una vez que se han identificado las fuentes de desgaste, no se debe permitir que permanezcan en el equipo porque, si lo hacen, el rendimiento de la maquinaria y la vida útil se verán significativamente disminuidos (Mora 2009).

Cuando se trata de aquellos involucrados en la gestión del mantenimiento, el área de mantenimiento considera más cuestiones, puesto que representa un área fundamental para que las actividades de mantenimiento sean desempeñadas exitosamente. Cabe señalar que el área de logística proporciona solicitudes oportunas de materiales y suministros para apoyar mantenimiento proactivo. Esto reduce los costos de mantenimiento, puesto que no implica la configuración de eficiencia respecto al mantenimiento de un equipo a costa de incrementar los costos. En esencia, se deben programar las compras, donde las compras consideradas urgentes representan un porcentaje menor de las compras efectuadas, lo cual conllevará a aminorar los costos de mantenimiento, puesto que no configura cuán eficiente resulta el mantenimiento de un equipo a expensas del incremento de costos (Reynoso 2021).

### **3.1.2.6 Mantenimiento centrado de confiabilidad RCM**

Proceso de carácter sistemático que implica el desarrollo de planes para mejorar la confiabilidad operativa de las máquinas, mientras se incurre en la menor cantidad de gastos y riesgos. Esto se logra mediante actividades que se justifican económica y técnicamente.

El propósito del RCM es garantizar que los activos continúen funcionando para los fines para los que fueron construidos e instalados originalmente (Fuentes, 2019).

En el contexto de los activos físicos, el mantenimiento RCM hace referencia al proceso de establecer aquello que debe realizarse para asegurar que cualquier activo físico continúe funcionando tal como los usuarios del mismo esperan que lo haga en el actual contexto operativo (Moubray, 2004).

Mantener los activos de manera confiable, es el objetivo del mantenimiento fundamentado en la confiabilidad, que es el proceso de establecer aquello que debe hacerse para la continuidad de funcionamiento de los activos, tal como los usuarios esperan que se realicen en el actual contexto operativo (Fuentes, 2019).

La necesidad del mantenimiento RCM permite garantizar que los activos físicos realicen las funciones que requieren los usuarios a lo largo del tiempo. Las organizaciones en las que se han llevado a cabo proyectos abarcan todas las actividades principales del quehacer humano organizado, y el alcance de su trabajo es extenso, entre ellas se tienen petroquímica, minería, manufactura, servicios de agua, gas y electricidad, transporte masivo diferenciado en trenes, edificaciones y empresas militares son algunas de las industrias incluidas en esta categoría (De La Cruz y Yparraguirre 2021).

### **Siete preguntas básicas del proceso RCM**

La Norma SAE-JA 1011 señala que el programa RCM debe garantizar respuestas satisfactorias a la siguiente secuencia de preguntas: (Fuentes, 2019)

- ¿Cuáles son las funciones y parámetros de funcionamiento que se relacionan al activo en su contexto operativo actual?
- ¿De qué manera falla en la satisfacción de estas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede ante la ocurrencia de cada falla?



- ¿En qué sentido resulta importante cada falla?
- ¿Qué se puede hacer para predecir o prevenir cada falla?
- ¿Qué debería hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

### **3.1.2.7 Mantenimiento productivo total**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) representa un sistema de Gestión de Mantenimiento, que tiene como finalidad la mejora continua de los equipos y asegurar, mediante la participación de todos los colaboradores de la empresa, un 100% de eficiencia en el proceso productivo.

El TPM es considerado como una propuesta de cambio estructural en la cultura organizacional de determinada entidad, que implica unir la gestión de mantenimiento y producción, con el propósito de obtener una alta rentabilidad en el proceso de producción, así como en la calidad de bienes o servicios prestados, según sea el caso de la organización en cuestión (García, 2018).

De manera independiente a las mejoras realizadas en el área de mantenimiento de la organización, las ventajas repercuten en la instalación en general, según la corporación. Son fácilmente evidentes en tres escenarios.

En primer lugar, se debe maximizar la disponibilidad del equipo, costos de ajuste/preparación, cero averías y demás pérdidas resultantes de las paradas. En segundo lugar, al disminuir las pérdidas de velocidad, las pequeñas pausas y el tiempo de inactividad, se puede mejorar el rendimiento del equipo.

Finalmente, mejora la calidad general del producto en el que se utiliza la máquina al eliminar las fallas que ocurren a lo largo del proceso de fabricación (García, 2018). El TPM representa un método para optimizar y aumentar los niveles de productividad de fabricación, y consiste en aplicar de forma práctica los datos respecto a calidad del producto, cumplimiento del programa y disponibilidad. A partir de estas mediciones, será

posible obtener la eficiencia global del equipamiento, y el TPM permite indicar la óptima utilización de recursos (Aguilar, 2021).

## **Procesos Fundamentales del TPM (PILARES)**

El TPM se fundamenta sobre ocho pilares:

### **1) Primer Pilar: Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)**

Las mejoras enfocadas hacen referencia a las actividades que se desarrollan con la finalidad de optimizar la eficiencia global de las operaciones, equipos y sistema en general. Estas mejoras, sostenibles e incrementables, se realizan mediante una metodología específica que se orienta al mantenimiento y eliminación de las limitaciones de los equipos.

La dirección de mantenimiento es quien se encarga de plantear los objetivos de mejora, así como los indicadores de rendimiento que correspondan, los cuales se ejecutan de manera colectiva e individual, en función a la criticidad y complejidad del planteamiento.

La naturaleza sostenible e incremental de las mejoras enfocadas conlleva a la adopción de ciclos de mejora continua como el PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), así como aquellos modelos transversales de la metodología de mejora que sean adoptados por la empresa (Julca, 2018).

Como metodología específica, se proponen dos procedimientos exitosos:

- Método de las ocho fases (8D):
  - Formación del grupo de mejora.
  - Determinación del problema.
  - Implementación de soluciones de contención.
  - Medición a análisis, que implica identificar las causas raíz.
  - Evaluación de soluciones para las causas raíz.
  - Escoger e implementar las soluciones raíz (comprobación).

- Prevención de recurrencias de la problemática y causas raíz.
- Reconocimiento del equipo de mejora enfocada.
  
- Método de los siete pasos:
  - Elegir el tema de estudio
  - Establecer la estructura del proyecto.
  - Determinar la situación actual, así como los objetivos de mejora.
  - Diagnosticar el problema de estudio.
  - Formular un plan de acción.
  - Implementar mejoras.
  - Evaluar los resultados.

## **2) Segundo Pilar: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)**

El mantenimiento autónomo se realiza a partir de la colaboración de los operarios del proceso, y consiste en efectuar actividades diarias no especializadas, como análisis de fallas, estudios de mejoras, ajustes menores, lubricación, limpieza, inspecciones, entre otras.

Es esencial que los operarios sean polivalentes y se encuentren capacitados para la ejecución de funcional, a fin de que tengan el dominio total de los equipos que operan, así como de las instalaciones encontradas en su entorno (Julca, 2018).

El mantenimiento autónomo tiene objetivos claros, los cuales favorecen la preservación de los equipos a partir de la prevención. En este marco, este mantenimiento permite lo siguiente:

- Generan aprendizaje y conocimiento a partir del análisis del equipo.

- Desarrollar habilidades para analizar y resolver problemas. La cultura organizacional debe estar orientada hacia la gestión colaborativa y mejora continua.
- Optimizar las funciones del equipo.
- Optimizar las condiciones de eficiencia, en materia de energía y productividad, y condiciones de seguridad del equipamiento.

### **3) Tercer Pilar: Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen)**

El mantenimiento planificado, también denominado mantenimiento preventivo o programado, implica la mejora sostenible e incremental de las instalaciones, equipamiento y sistema en general, con la finalidad de alcanzar el propósito de “cero averías”.

Como pilar del TPM, el enfoque de mantenimiento planificado tiene diferencias con el mantenimiento preventivo tradicional, y aporta una metodología que sienta sus bases en los siguientes aspectos:

- Actividades de prevención y corrección de averías en instalaciones y equipos mediante rutinas diarias, predictivas o periódicas.
- Evento kaizen, con duración de cuatro a ocho días, los cuales se enfocan en la mejora de aspectos particulares de los equipos para erradicar acciones de mantenimiento, actualizar listado de repuestos, actualizar órdenes de trabajo, a fin de establecer un análisis de confiabilidad (AMEF).
- Eventos kaizen para mejorar las técnicas de mantenimiento y mejorar la gestión administrativa.

El aporte principal del enfoque TPM implica la priorización de la información histórica que se necesita para determinar las acciones específicas que requiere el equipo, a fin de establecer tiempo óptimo de mantenimiento, acciones específicas de prevención

de equipos con un deterioro alto, actividades específicas de alistamiento (almacén de repuestos/almacenamiento), definir rutas precisas de mantenimiento preventivo, para lo cual deben considerarse la complejidad y criticidad de mantenimiento, en donde se determinen las condiciones específicas de mantenimiento, herramientas, registro, seguridad, calidad, y otros factores fundamentales para las actividades de inspección.

Este pilar considera que la aplicación de estrategias TPM, la gestión colaborativa y cultura organizacional son aspectos claves para que funcione adecuadamente el mantenimiento planificado. Cabe señalar que las empresas multinacionales que implementen sistemas de gestión del mantenimiento también pueden presentar limitaciones en el enfoque de mantenimiento tradicional:

- Rutinas comunes de mantenimiento a los equipos que presente diferentes niveles de deterioro.
- Listado de repuesto según el equipo, y que consideren órdenes de trabajo respectivos, y que estén desactualizados.
- Imprecisión en las instrucciones de mantenimiento, sin que estos sean detallados.

#### **4) Cuarto Pilar: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)**

Para que se apliquen correctamente las estrategias establecidas mediante el TPM, que presentan un aporte importante al desarrollo de mantenimiento planificado, es esencial involucrar a la totalidad de actores de una empresa al formular acciones específicas de mantenimiento y mejora de instalaciones y equipos.

Este pilar del TPM tiene como finalidad mantener y optimizar las condiciones de las instalaciones y equipos en un punto donde sea posible lograr la meta de “cero no conformidades de calidad”, también denominada “cero defectos” (Julca, 2018).

El principio de mantenimiento de calidad se fundamenta a partir de un conjunto de principios de carácter sistemático:

- Clasificación de los efectos y determinación de los efectos, causas, frecuencia, contexto, así como de las relaciones en las condiciones del equipamiento.
- Análisis de mantenimiento preventivo para la identificación de factores del equipo que puede conducir a la presencia de defectos de calidad.
- Determinar rangos estándar para los factores del equipo que puedan conducir a la presencia de defectos de calidad, y establecer procesos de medición respectivos.
- Instaurar un programa periódico de inspección de los factores críticos.
- Elaborar matrices de mejora y mantenimiento, así como la valoración periódica de los estándares.

En este pilar resulta esencial tener tecnologías y herramientas adecuadas, es decir, aplicar técnicas de control de calidad e instrumentos predictivos y de medición que se caractericen por su precisión.

## **5) Quinto Pilar: Educación y Entrenamiento**

La metodología TPM requiere que el personal en general participe activamente, el cual debe ser polivalente y estar debidamente capacitado. El quinto pilar se orienta a asegurar que se desarrollen las competencias de los colaboradores, considerando los objetivos organizacionales.

En este marco, el pilar de educación y entrenamiento considera los siguientes objetivos prioritarios:

- Desarrollar personal competente en aspectos de equipamiento, es decir, que conozca actividades analíticas avanzadas de mantenimiento, promoción de

especialistas, establecimiento de centros de entrenamiento en aspectos de mantenimiento.

- Desarrollar personal competente en gestión, es decir, que sean líderes de programas mantenimiento autónomo, prevención, predicción, alistamiento, TPM.
- Desarrollar personal con habilidades y participación, que implica crear una cultura colaborativa asociada al TPM, matriz de habilidades, reportes de fugas, lección de un punto determinado.

## **6) Sexto Pilar: Seguridad y Medio Ambiente**

Para lograr los objetivos planteados, es fundamental que se plantee una estrategia enmarcada en el uso, transferencia, creación, adquisición y conservación del conocimiento. La seguridad y el medio ambiente representan un pilar transversal en el marco del TPM, siendo esencial la preservación de integridad de las personas, y reducir el impacto ambiental en cada instalación, equipo u operación de la empresa.

Este pilar tiene como finalidad la creación de un sistema de gestión integral de seguridad y medio ambiente, con el propósito de conseguir “cero contaminaciones” y “cero accidentes”, por lo que estos principios que involucra tienen alcance en la totalidad de niveles. El impacto ambiental e integridad de los individuos representan objetivos que favorecen el incremento de los índices de productividad, un entorno saludable y un área segura de trabajo, los cuales son escenarios ideales para buscar la eficiencia operativa.

Este pilar se encuentra fundamentado por los siguientes principios:

- Equipos con defectos y deterioros, que representan una fuente de riesgos.
- Las 5S y la aplicación del mantenimiento autónomo representan la base de la determinación de condiciones seguras.

- La metodología que se utiliza para lograr mejoras orientadas en el procedimiento para erradicar riesgos en el equipamiento, además de encontrar medidas de contención.
- El personal, polivalente y debidamente capacitado, es quien debe asumir una actitud crítica respecto a las condiciones de seguridad del entorno.

#### **7) Séptimo Pilar: Control inicial**

Esta actividad se debe ejecutar durante la fase de diseño del plan de mantenimiento, teniendo como finalidad de reducir los costos de mantenimiento.

#### **8) Octavo Pilar: Departamento de apoyo**

Este departamento es quien se encuentra a cargo de buscar la eficiencia, tomando en cuenta lo planificado, el desarrollo y la parte administrativa, el cual debe estar encargado de ofrecer todo el apoyo que se necesite, para generar un menor costo en las reparaciones y que estén sean atendidas en el menor tiempo posible y con la mayor calidad.

### **3.1.3 Gestión de mantenimiento**

Entre otras cosas, la gestión moderna del mantenimiento industrial garantiza una asistencia técnica eficaz, lo cual se logra mediante una adecuada formación y gestión de competencias en el mantenimiento y utilización de los sistemas de producción durante el ciclo estimado de vida, esto permite obtener la mayor disponibilidad de los equipos, además de costos menores. Entonces, la gestión de mantenimiento permite asegurar la disponibilidad planificada dentro del período de garantía y siguiendo las prácticas recomendadas para usar y mantener el equipo. (Castro y Vílchez, 2020).

Un buen plan de mantenimiento es aquel que se ha desarrollado después de considerar todas las fallas probables y con medidas implementadas para prevenirlas. Dicho



de otra manera, para construir un plan de mantenimiento integral, es de vital importancia analizar exhaustivamente las fallas de los sistemas que integran la instalación (Cárcel, 2014).

Es posible definir la gestión del mantenimiento una un conjunto de operaciones que asegura la continuidad de toda la actividad operativa, evitando retrasos causados por fallas en los equipos o maquinarias disponibles. La importancia de la gestión de mantenimiento radica en que, a partir de la utilización adecuada y optimización de los recursos asociados al proceso, permite aminorar los costos (Marca, 2021).

En una planta, un plan de mantenimiento es entendido como un documento que brinda una lista de todas las operaciones planificadas de mantenimiento, que deben completarse para mantener los niveles de disponibilidad que se han especificado. En el sentido de que es un documento vivo, está sujeto a revisión como consecuencia de la investigación y análisis de los eventos que ocurren en la planta, así como de la investigación y análisis de otros indicadores de gestión (Reynoso, 2021).

### **3.1.3.1 Disponibilidad de Maquinaria (DM)**

Es la realidad de que una persona o entidad es física y mentalmente capaz de cumplir con sus deberes cuando se le solicita. En ese sentido, podríamos afirmar que este recurso tiene la capacidad de realizar un trabajo de acuerdo con sus capacidades, por lo tanto, satisfacer una necesidad.

La disponibilidad de equipo está representada por la relación o porcentaje de tiempo que esta maquinaria está disponible para ser utilizada en el proceso de producción. Es en este punto donde se consideran los indicadores, los cuales brindan una idea respecto a la gestión de mantenimiento que se realiza. Cuando los valores obtenidos se comparan con los objetivos establecidos, puede realizarse un análisis para establecer si los procesos deben cambiarse o mejorarse o no. También podemos argumentar que para cumplir con

todas estas funciones se requiere contar con suficientes recursos humanos disponibles; en mantenimiento, cada proceso depende de un grupo de profesionales para completar el trabajo que se ha planificado. En este caso, el personal es crítico y, en función a los equipos que integran la flota, se considera un número determinado de especialistas disponibles para atenderlos. (Marca, 2021).

Como indicadores esenciales para optimizar la adecuada toma de decisiones gerenciales se considera la utilización efectiva y disponibilidad mecánica. Respecto a este último indicador, este se apoya en otros dos indicadores determinantes, tales como el tiempo medio para la reparación, así como el tiempo medio entre fallas (Aguilar, 2021).

La posibilidad de que el equipo funcione adecuadamente cuando se necesite se define como la disponibilidad del equipo (Moubray, 2004). La disponibilidad expone de manera clara la noción de disponibilidad, el cual va más allá de la mantenibilidad y fiabilidad, destacando que representa la aptitud de determinado sistema, máquina o producto para el cumplimiento de su función, o este debe tener las condiciones óptimas para realizar sus funciones en el momento que se requiera (Cardozo y Cornejo, 2021).

La fórmula es la siguiente:

$$\frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

### 3.1.3.2 Confiabilidad (MTBF)

Hace referencia a la probabilidad de que un equipo funcione en las condiciones de trabajo normales sin presentar fallas durante un determinado tiempo. (Julca, 2018).

$$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{No. de fallas}}$$

### 3.1.3.3 Mantenibilidad (MTTR)

Facilidad y/o probabilidad para que un equipo tenga el estado de referencia o condiciones operativas en determinado tiempo, para lo cual se hace uso de procedimientos prescritos, al nivel de confianza deseado con el personal específico (Julca 2018).

$$\frac{\textit{Tiempo total de reparaciones}}{\textit{No. de fallas}}$$

### 3.1.3.4 Costos por reparaciones

Es un indicador de referencia importante en la manufactura, porque el objetivo de cualquier negocio es generar utilidades, las utilidades se obtienen por la diferencia entre la facturación y los costos de generación de producción o servicios.

El proceso vinculado con lo que se desea lograr, es un componente fundamental de la gestión del área para garantizar que todos los recursos gastados proporcionen los resultados deseados. Gastos de personal, materiales en general (que incluye repuestos), equipos de apoyo, contratación con proveedores, depreciaciones y lucro cesante son algunas de las áreas particulares donde se imputan los costos de mantenimiento. (Marca, 2021).

$$\textit{Facturación} - \textit{Costos de Generación de Producción}$$

### 3.1.3.5 Tiempos por reparaciones

Son los tiempos que se demora entre una reparación hasta su mantenimiento. (Aguilar, 2021).

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Actualmente, en la empresa, desarrollo la actividad profesional de supervisor mecánico. Entre mis responsabilidades a cargo se encuentran que soy responsable de los servicios de ejecución de parada de planta por especialidad, montaje/desmontaje de equipos/máquinas para mantenimiento mecánico, reparación total o parcial, liderar el mantenimiento, y brindar servicios en función al tiempo y alcance de campo.

##### **4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales**

Las paradas son entendidas como aquellas actividades realizadas en cualquier industria. En la actividad minera es fundamental la realización de estas paradas, entre las actividades que realizo en la empresa es ser el responsable de las paradas que se realizan en una unidad minera, teniendo como responsabilidades el control del personal, cumplimiento de cronograma, entre otros.

##### **4.1.2 Alcance de las actividades profesionales**

Las actividades efectuadas por mi persona en la empresa se limitan a la planificación de paradas, organización de los mantenimientos a realizar en los diferentes

equipos del área de chancado y de molienda, indicando todos los cambios realizados, así como la realización de informes que se entregan al final de las paradas, donde se detalla todas las actividades realizadas y se dan recomendaciones a las futuras paradas de mantenimiento.

Las unidades mineras donde se realizan las actividades son: Minera las Bambas, Minera Antapaccay, Minera Constancia (Hudbay) y Minera Quellaveco.

### **4.1.3 Entregables de las actividades profesionales**

Luego de realizar las actividades durante las paradas, se debe entregar diversos entregables que las unidades mineras soliciten, entre las que se encuentran:

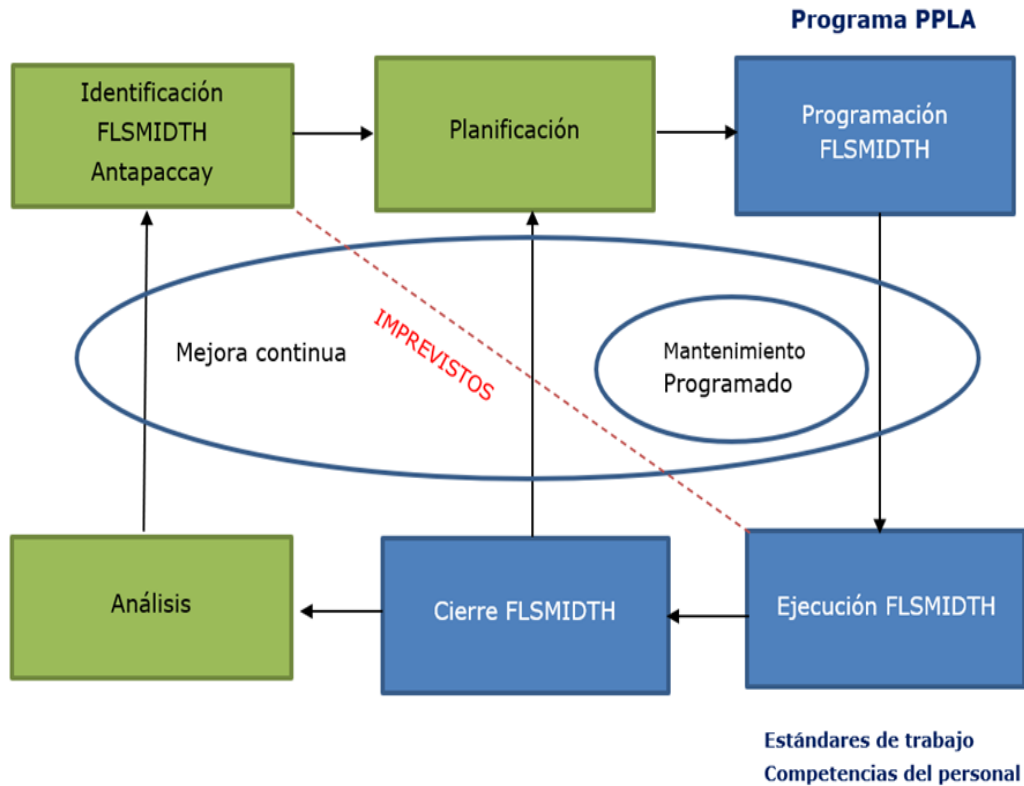
- Reporte Diario de los trabajos durante los días de parada realizados.
- Reporte Post Parada de paradas, incluyendo análisis causa raíz de fallas, así como el análisis de los cumplimientos de los mantenimientos programados.
- Identificación de oportunidades de mejora aplicadas a mejoras operacionales, eficiencia y reducción de costos.
- Presentación de propuestas de mejoras, incluida factibilidad de implementación de mejora.

## **4.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

### **4.2.1 Metodología**

La metodología que se aplicó en la implementación de un plan de mantenimiento fue diseñada por el tesista, ya que FLSmidth brinda el servicio de paradas de planta, que incluye planificar, programar, ejecutar, analizar y el cierre del mantenimiento de los equipos. Ha planteado en su propuesta técnica – comercial, realizar los servicios en paradas de planta programadas cada mes, con una base de 95 personas especializadas en paradas menores y picos altos a 120 personas para las detenciones menores y las

detenciones mayores, todo ello en función al requerimiento inicial por parte de las unidades mineras a las que se les brinda el servicio. Finalmente, de requerirse personal adicional para actividades de paradas de planta, FLSmidth proporcionará personal a la tarifa indicada en una propuesta económica.



**Figura 6.** Diseño metodológico.  
**Nota:** Diseño del tesista para la investigación.

Abarcando el mantenimiento en sus diversas etapas y aspectos:

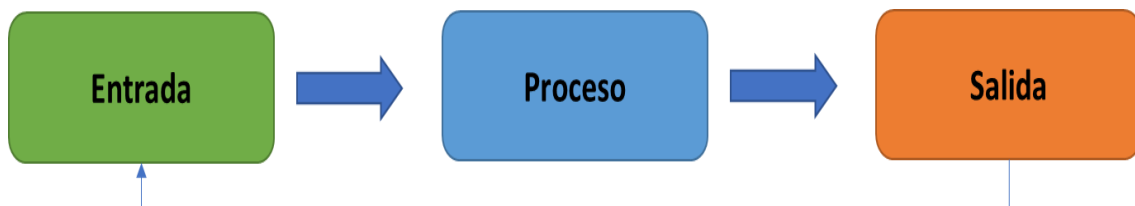
- Gestión del mantenimiento programado, planificado y contenido en el programa anual de paradas de planta mensual o anual.
- Gestión de imprevistos, debido a hallazgos encontrados durante las paradas no programadas que se generan a consecuencia de fallas operacionales, baja eficiencia, averías en proceso, etc.

Estas actividades comprenden el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo básico y correctivo durante paradas de planta programadas en planta concentradora en la Molienda.

Estas actividades de apoyo son en campo durante los días de parada, así como los días previos y post a las paradas, incluye el servicio de soldadura para el mantenimiento del equipamiento encontrado en la planta concentradora actual. Realizando varios procesos bien definidos en el proceso de mantenimiento.

- **Proceso del mantenimiento en paradas de planta (externo):**

El servicio de mantenimiento de los equipos es un proceso que se da forma conjunta entre las unidades mineras y empresa FLSMIDTH, que no pueden ser ejecutados en operación y requieren una planificación y programación detallada que se ajuste a las horas de detención de los equipos antes mencionados.



**Figura 7.** Proceso de mantenimiento.

**Nota:** Diseño del tesista para la investigación.

El proceso tiene como inicio las solicitudes de servicio de parte de la unidad minera que pueden ser por causas:

- Operacionales, disminución de rendimiento/eficiencia de los equipos en operación, fallas en operación, etc.

- Servicios de mantenimiento preventivo considerado en el programa anual, tales como inspecciones programadas, cumplimiento de horas de operación, cambio de lubricantes y componentes de desgaste, etc.
- Debido a hallazgos durante inspecciones programadas o no programadas que requieran levantamiento de observaciones en seguridad, medioambiente u operacionales.

Esta primera etapa se seleccionará aquellas actividades que no se pueden realizar durante la operación de la planta.

La siguiente etapa (Planificación/Programación) es donde se generan las órdenes de trabajo (OT's) que se deban de incluir en el programa de parada de planta.

En esta etapa se debe de establecer la línea de tiempos, secuencia de detención de equipos, duración de equipo parado, establecer la línea crítica que determinará el arranque de la planta y que requiera mayor seguimiento. Asimismo, la interrelación entre actividades en secuencia o en paralelo, la identificación de recursos necesarios e indispensables para el desarrollo de la actividad, incluido las fechas límites que en estos deben de estar disponibles en la operación para continuar en el programa.

La siguiente etapa es la EJECUCIÓN, que comprenden actividades desde preparativos o preparada, los días de parada de planta y los días de post parada que pueden contemplar término de actividades retrasadas o que pueden ejecutarse con planta en arranque parcial. Aquí se generan los reportes de cumplimiento de las OT's, en esta etapa FLS participa de forma activa:

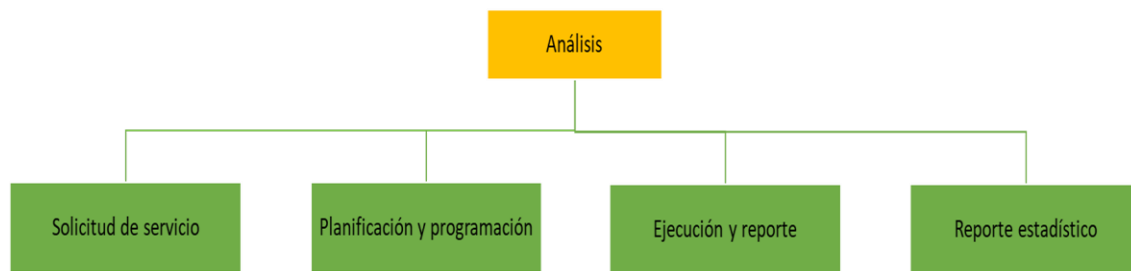
- Designando personal según las características del servicio a atender, priorizando personal que tenga experiencia en la actividad particular, verificando que el mismo se encuentre con todos los cursos y autorizaciones necesarios por lo menos 01 día antes del día de parada.



- Verificando que el EPP básico y específico para cada actividad se encuentre en la unidad minera, entregando el mismo al personal por lo menos el día anterior a la parada, según las características del servicio.
- Supervisando el cumplimiento del servicio de acuerdo con la línea de tiempos, hora de detención e intervención, coordinando con las unidades mineras la liberación de los equipos para poder intervenir de forma segura y cumpliendo las especificaciones técnicas del equipo o procedimiento. De existir un retraso en alguna actividad crítica coordinando con las unidades mineras para tomar medidas que permitan remontar los tiempos perdidos y culminar según el programa de parada.
- Elaborando el reporte de cumplimiento del programa de parada de planta.
- Identificando oportunidades de mejora que permitan mejorar los procesos de mantenimiento en general, ya sea en parada de planta o durante operación, disminuir tiempos de reparación, mejorar condiciones de seguridad en las instalaciones, entre otros.

La última etapa es el reporte estadístico de FLSmidth donde se analizarán las etapas anteriores y se realizará un *feedback* de todo lo anterior, especialmente aquellas que tuvieron dificultades debido a los recursos necesarios (personal, materiales, herramientas, etc.) que pusieron en riesgo los objetivos de la parada de planta, tiempo de detención, hora de arranque de planta, calidad del servicio, seguridad personal, etc.

Durante todas las etapas deberá de haber un análisis de las actividades realizadas, tanto operativas como de gestión, que permitan incluir mejoras posteriores o inmediatas en busca de un mejor desempeño de cada una de las áreas.



**Figura 8.** Proceso operativo de paradas de planta.

**Nota:** Diseño del tesista para la investigación.

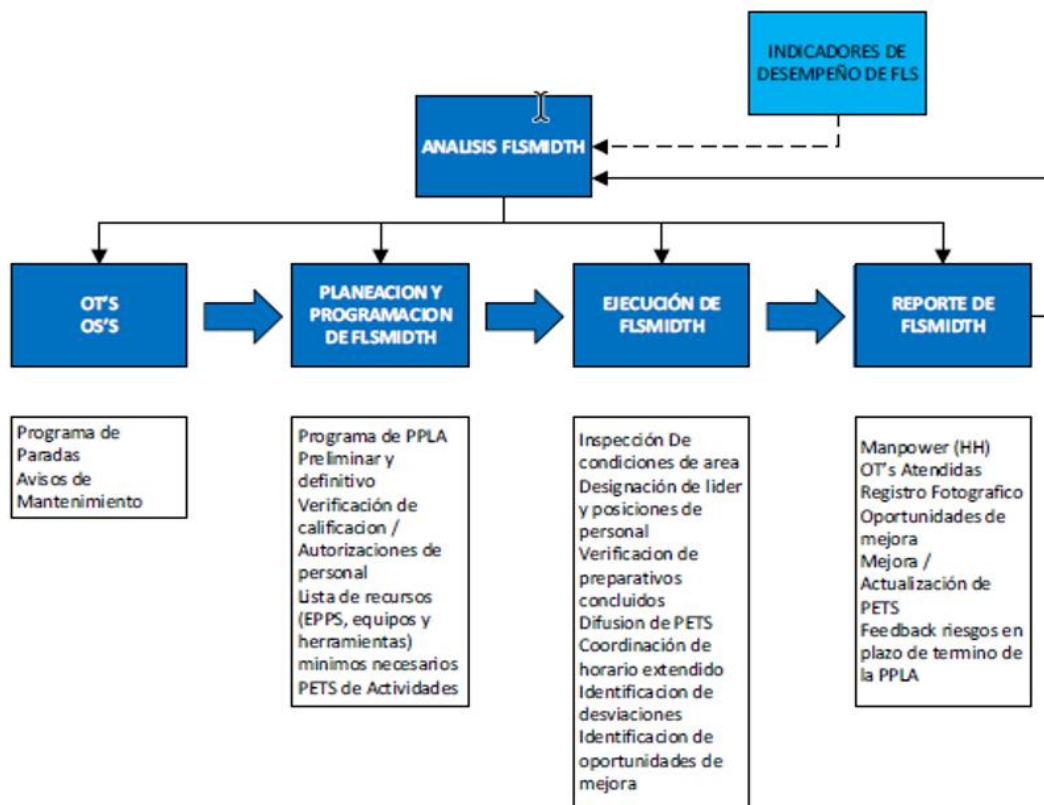
- **Proceso operativo de mantenimiento FLSMIDTH (INTERNO)**

FLSMIDTH cuenta con un proceso de mantenimiento propio que se adecua al proceso de las unidades mineras, nuestro proceso de mantenimiento para paradas de planta comprende varias etapas que buscan prestar un servicio confiable, el cual es como sigue:

- Comienza al recibir el programa de parada de planta que es entregado a FLSmidth 20 días antes de la parada. Se asignarán recursos necesarios para ejecución. Se actualizará y modificará los programas según condiciones operativas, logísticas, etc., coordinando con las unidades mineras el programa definitivo de parada al menos 15 días antes de la fecha de detención de planta.
- La planificación y programación FLSmidth comprende actividades a tomar desde el mismo día que se tenga el programa preliminar de parada, comprendiendo:
  - Revisión y actualización de base de datos de personal disponible y habilitado en las unidades mineras.
  - Revisión y verificación de aptitud de personal, con relación a cursos específicos y autorizaciones para trabajos a realizar (bloqueo, altura, caliente, etc.).
  - Comunicación y coordinación con trabajadores de servicios de parada de planta, incluido las movilidades para transporte interno, especialmente para las actividades de preparada.

- Verificación de EPP y herramientas necesarias para servicios a realizar.
- Verificación de PETS de actividades y difusión de estos.
- En la ejecución de los servicios en parada de planta, se contemplan que las actividades de campo se ejecuten dentro del plazo establecido y se identifiquen las oportunidades de mejora.
- Inspección de condiciones de área antes de comenzar actividades.
- Designación de líder de actividad y posiciones durante el servicio.
- Verificación de preparativos en planta, culminación de estos antes de la fecha de detención.
- Difusión de PETS (caso sea necesario).
- Coordinaciones en caso haya horario extendido.
- Identificación de desviaciones al procedimiento estándar.
- Oportunidades de mejora para una mejora continua.
- Se culmina con la elaboración y presentación del reporte de parada de planta, el cual tiene información sobre:
  - Manpower de actividad, personal utilizado en el servicio.
  - Relación de OT's atendidas contenidas en programadas de parada de planta.
  - Registro fotográfico de actividades realizadas.
  - Feed back de dificultades presentadas debido a recursos y tiempos en etapa de preparativos de parada que incidieron en la ejecución, y pusieron en riesgo el tiempo de entrega de equipos de planta.
  - Oportunidades de mejora identificadas, con propuestas técnicas para implementación.
  - Inclusión de mejoras en PETS (caso sea necesario).

En cada una de las etapas se busca, valorar y considerar parte fundamental el aporte del personal operativo, para una mejora continua a nivel de organización.



**Figura 9.** Proceso operativo de mantenimiento FLSMIDTH.

**Nota:** Diseño del tesista para la investigación.

- **Plan de ejecución**

En este plan de ejecución tomamos como referencia a la empresa especializada en mantención de equipos de una planta concentradora lo siguiente:

- **Fases de servicio**

**Políticas**

Las cuales serán lideradas por la Gerencia General, aquí se definirán:

- Visión corporativa y Planeamiento Estratégico de la compañía.
- Las metas y objetivos del programa de paradas de planta.
- El cumplimiento de los procedimientos, estándares de las unidades mineras y especificaciones técnicas durante el servicio de paradas de planta.

- Tener un plan anual de mantenimiento durante paradas, con una visión sistémica y multidisciplinaria que busque disminuir el número de paradas y las horas de detención de los equipos.
- Orientar el mantenimiento a paradas por línea o equipos en lugar a paradas de planta completa para incrementar disponibilidad general de la planta.
- Elaboración de las actividades que se realizarán en los mantenimientos.
- Adiestramiento y Capacitación del personal por etapas según necesidades.

### **Comité de Mantenimiento**

El comité de paradas de planta es un equipo multidisciplinario que tendrá la función de:

- Participar en la planificación de mantenimiento durante las paradas en plantas mineras.
- Revisar las actividades a realizarse durante la parada.
- Realizar el seguimiento del avance de planificación y programación de las paradas, especialmente la culminación de previos antes de parada.
- Coordinar y definir los entregables (reclutamiento de personal, compras, fabricaciones, recuperaciones). Revisión del Backlog
- Negociar con Operaciones las actividades a incluir en el programa de paradas de planta y las condiciones de entrega de equipos.
- Adicionar guías y procedimientos según necesidad.
- Definir el congelamiento de recepción de trabajos adicionales a la planificación y programación de paradas de planta.
- Seguimiento de los días previos y desarrollo de parada de planta, implementando planes de acción caso sea necesario.
- Evaluar el desarrollo de las actividades durante la parada de planta.

- Realizar el cierre de los programas de paradas de planta mediante los entregables de cada área involucrada.

El comité de mantenimiento estará conformado por las siguientes posiciones:

- Residente de mantenimiento.
- Supervisor senior SE.
- Planificador de mantenimiento.
- Supervisor mecánico.
- Ingeniero senior SOMA
- Responsable de Logística
- Supervisor de RR. HH.-SE.

- **Planificación de parada de planta**

Esta fase es la clave para el éxito de los mantenimientos durante las paradas de planta, conocida como la planificación de las actividades, aquí se realizarán las siguientes actividades:

- Identificación de equipos críticos:

La criticidad de los equipos de las unidades mineras, está basada en su política y valores, debido a que el buen estado y confiabilidad de los equipos están directamente relacionados con la producción, cuidado medioambiental y seguridad. Asimismo, la valoración de la criticidad de los equipos, está en relación con el impacto que la falla de los equipos pueda tener, especialmente, en la producción, medioambiente y seguridad.

- Definición de las actividades por cada trabajo: Aquí se realizará el desglose o WBS (Work break Down structure) que viene a ser la descomposición jerárquica de cada actividad.
- Relación entre actividades: Es identificar qué actividades se realizarán en paralelo o de forma secuencial, con el propósito de optimizar los recursos, y

que estos sean más eficientemente, para garantizar que se culminen las actividades en equipos de la ruta crítica de parada de planta dentro del plazo establecido.

- Lista de materiales: Es la identificación de materiales, partes, piezas, insumos y/o consumibles que se necesitará en cada actividad a realizar. Se incluye que estén disponibles en campo antes de la parada.
- Lista de equipos: Identificación de los equipos mayores como vehículos, grúas, Manlift, que se necesitará y que deben de estar disponibles en área de trabajo en etapa de previos de parada.
- Lista de herramientas: Es la identificación de las herramientas puntuales que el personal necesitará para realizar la labor durante parada de planta y que estén en cantidades suficientes en área de trabajo.
- Personal: Es identificar y tener el personal idóneo que será asignado a cada actividad, que cumpla con las habilidades y competencias necesarias para el buen desarrollo del trabajo, así como también la cantidad de personas (H-H) que irán en cada actividad.
- Programación de las actividades: Es la elaboración de un calendario o diagrama Gantt, donde indicará las actividades a realizar. Se puede usar programas como Excel, primavera P6, Project MS, S10 o cualquier otro software.
- Preparación de documentos: Es elaboración de formatos, instructivos y procedimiento que darán guía de cómo realizar las actividades, se identificarán los riesgos de la actividad y especificaciones técnicas.
- Plan de QA/QC:

Es la forma de cómo se medirá si las actividades han sido realizadas con calidad y de una forma estandarizada.

- Plan de Seguridad, Higiene y Ambiente: Identificación de actividades críticas y cuáles podrían poner en riesgo al medioambiente, equipos e individuos, para eso es necesario tener un plan de contingencia, mapas de riesgo y Rutas de evacuación.

- Ejecución planificada

Esta fase es el desarrollo y ejecución del mantenimiento integral del circuito de flotación en la unidad minera.

- Trabajos de preparada, son actividades previas a la intervención directa en los equipos a mantener, comprenden actividades orientadas a preparar los materiales, componentes, repuestos, herramientas y demás facilidades antes de detener el equipo a intervenir, para disminuir el tiempo de reparación (tiempo de equipo detenido).
- Movilización de material, equipos, repuestos y personal, FLSmith ha planteado en su propuesta realizar la preparada un día antes de la fecha programada de mantenimiento, identificar accesos, posiciones y ubicaciones de equipos a intervenir, así como ayudar en la detención de la planta.
- Se realizará un resumen de mantenimiento planificado, como afectaría a cada una de las líneas, disponibilidad física y duración de total del mantenimiento.
- Se explicará cuál será la actividad que determinará la disponibilidad de arranque o llamada también “ruta crítica” y se mostrará las actividades a realizar al personal, área de Operaciones y áreas de soporte.
- Se coordinará y trabajará en conjunto al área de Seguridad para el soporte, revisión, elaboración y validación de procedimientos de las actividades a realizar.



- Trabajos durante la parada, son las actividades directas de intervención en los equipos, después de que la unidad minera entregue el equipo bloqueado y liberado.
- Se verificará que la unidad minera bloquee energías peligrosas en equipo a intervenir.
- Se verificará que el personal de seguridad monitoree espacios confinados y entregue área liberada.
- Se verificará que se realice la charla de seguridad, la cual debe ser impartida por el ingeniero de seguridad y supervisor de mantenimiento.
- Reporte de horas, se debe emitir las presentaciones de avance diario, a las partes interesadas, donde se indique el avance, la curva "S", actividades de seguridad relevantes, restricciones en los trabajos, actualización de Diagrama Gantt, desviaciones, etc.
- Ejecución de trabajos según programa, los trabajos deben ser realizados dentro de los tiempos que fueron planificados y programados, bajo el seguimiento de la supervisión designada para identificar desvíos y sirva de retroalimentación para futuras actividades similares.
- Cumplimiento de Normas y Estándares de la unidad minera, durante el desarrollo de los mantenimientos se debe de asegurar que el personal cumple los procedimientos y Normas de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, con el propósito de evitar accidentes o daños a la propiedad y el medio ambiente.
- Cumplimiento de Especificaciones Técnicas, previo a intervenir los equipos, FLSmith revisará y difundirá al personal operativo las especificaciones técnicas a cumplir en el mantenimiento del equipo a intervenir, los mismos que se debería de verificar que se cumplan durante el mantenimiento.

Por tal motivo, FLSmith plantea dos escenarios:

**Parada de emergencia, según alcance, es el siguiente:**

**Tabla 1.**

*Cuadro de paradas menores - personal*

PRE-PAR	PARADA	POST
11	11	11
operativos	operativos	operativos

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

- Se considera 01 día previo, 01 día de preparada, 01 día de parada y 01 día de post parada.
- Se considera 02 camionetas pick-up 4 x 4.
- Se considera 02 buses y 01 VAN para traslado interno de personal respetando los protocolos COVID-19.
- Se considera 01 camión grúa con su operador y Rigger debidamente certificados.
- Se considera 08 mecánicos certificados en operación de equipos de izaje.
- Se considera 10 mecánicos certificados en armado de andamios Layher.

**Paradas menores y paradas mayores (2), según cronograma de la unidad minera:**

**Tabla 2.**

*Cuadro de paradas mayores— personal*

Cantidad de personal en paradas de planta mayor (Escenario 1)					
PREV	PRE- PARA	PARADA	PARADA	PARADA	POST
25	95	95	95	95	25
Operativos	operativos	operativos	operativos	operativos	Operativos
Cantidad de personal en paradas de planta mayor (Escenario 2)					
PREV	PRE- PARA	PARADA	PARADA	PARADA	POST
25	25	120	120	120	40
Operativos	operativos	Operativos	operativos	operativos	operativos

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

- **Trabajos post parada:**

Una vez concluida las actividades programadas, el personal del servicio deberá brindar el soporte necesario en las pruebas de los equipos, verificar los seteos, que los equipos trabajen con normalidad, estas actividades son de pre-arranque. Una vez que se cerciore que todo está dentro de los parámetros, se procederá al arranque final, es decir, se iniciará los servicios de operación normal y con carga de forma ascendente, hasta que el equipo se encuentre operando a condiciones normales.

Los trabajos de post parada, FLSmidth ha planteado realizarlos en un día, para lo cual contará con personal que participará de los arranques y pruebas y personal para las labores de orden y limpieza de las áreas de trabajo.

- **Cierre de trabajos de parada de planta**

Esta fase es la parte final del servicio de mantenimiento, el cual servirá para:

- Reunión de Cierre, culminado el mantenimiento, se convocará a una reunión con Mantenimiento, Seguridad, en donde se analizará las desviaciones identificadas para corregirlas en futuras situaciones.
- Plan de Acción y Mejora Continua, En todo mantenimiento surgen actividades que no se pudieron realizar por diversos motivos como:
  - o Falta de tiempo, mala estimación de recursos o salieron otras actividades no identificadas o de último momento, por lo que es necesario realizar un Plan de Acción para ver cómo se puede resolver ante una situación similar, esto servirá como Mejora Continua y ser más eficientes en el futuro.
- Post Parada, se emitirá el avance final del Diagrama Gantt.
- Se realizará una reunión con el cliente interno para mostrar lo realizado, hallazgos y desviaciones.

- Se elaborará un informe después de haber culminado el programa de parada, el cual mostrará los resultados en cuanto a actividades realizadas, hallazgos, trabajos pendientes, oportunidades de mejora y lecciones aprendidas para que no vuelva a ocurrir en otra oportunidad.

- **Plan de implementación de servicio**

Una vez que el cliente comunica la decisión de contar con nuestros servicios, se activan en FLSmidth las siguientes actividades:

**Recopilación de antecedentes servicio saliente:**

Esta información permite prever cualquier contingencia que se pudiera encontrar durante la ejecución del mantenimiento, planificar los recursos y acciones a realizar en caso se presenten inconvenientes. Dentro de la información que se solicitará al cliente están:

- Listado de requerimientos y acceso a instalaciones.
- Plan Matriz y back log del área a intervenir.
- Informes de intervención de equipos críticos
- Informes de incidentes.

**Gestión de Riesgos:**

Se analiza las diferentes actividades a ejecutar en la parada de planta y se preparan los siguientes documentos:

- Confección de Matriz de Riesgos (Tareas y Equipos)
- Lecciones aprendidas de accidentes / incidentes.
- Recopilación, confección de procedimientos de trabajo.

### **Acercamiento con el cliente**

- Definición de procesos internos (comunicaciones y registros).

### **Reclutamiento y Selección**

- Base de datos (BD FLSmith).
- Proceso de evaluación de candidatos.
- Capacitación e inducción pre - inicio (SSO, Procesos, Áreas, Equipos, FLSmith, CMMS, Matriz de habilidades, etc.)
- La etapa de selección de personal es crítica, debido a que el personal es base para nuestro sistema de gestión, donde la confiabilidad humana es pilar fundamental para el buen funcionamiento de nuestro sistema de gestión.

### **Programa de capacitación**

- Se contará con personal técnico capacitado según las necesidades de la unidad minera, realizando una evaluación continua al desempeño operativo, técnico y de seguridad, para programar capacitaciones al personal de FLS y de ser factible al personal de Antapaccay. Esto con la finalidad de mejorar de manera continua la confiabilidad de las actividades de mantenimiento.
- Fortalecimiento de la Gestión del Desempeño Global para el mejoramiento del contrato.
- Coaching a la Supervisión, con seguimiento y Monitoreo de los Planes de Acción.
- Campañas de Seguridad.

### **Acreditación de personal y unidades**

FLSmith cuenta con personal capacitado y con experiencia en los distintos procesos de acreditación y habilitación del personal y vehículos, para lo cual se contempla:

- Acreditación, con programación de examen médico según el perfil + prueba COVID-19.
- Programación de cursos obligatorios por perfil.

**Tabla 3.**

*Matriz de capacitación*

Curso	Inducción	Sustancias Químicas	Riesgo eléctrico	Bloqueo	Altura	Caliente	Confirma	Izaje	H. Rotativas	Total
Mecánico líder	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Operador de equipos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Operador de montacarga	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Rigger	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Soldador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Andamiero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Supervisor mecánico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Supervisor HSE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Mecánico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Ayudante mecánico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.

### **Tiempo de implementación total de servicio**

En tiempo de implementación total del servicio es de 8 días hábiles, es el tiempo que se tiene como objetivo, es el tiempo que se estaría demorando en poder tener acreditado al personal para realizar actividades dentro de la unidad minera.

Con el soporte de contar con personal en gestión de recursos y gestión de acreditación, nuestra área esta soportada para que pueda responder de manera eficiente y calificada en la captación, acreditación, habilitación del recurso humano, unidades

móviles y equipos operativos, recurso este en el tiempo necesario para poder afrontar en una parada de planta preventiva.

**Tabla 4.**

*Matriz de acreditación - Gantt de implementación de servicio*

Actividades	Día 01	Día 02	Día 03	Día 04	Día 05	Día 06	Día 07	Día 08
Recopilación de personal	■							
Gestión de riesgos	■	■			■			
Acercamiento con el cliente	■				■			
Reclutamiento y selección del personal	■							
Capacitación FLSmith				■				
Acreditación de personal					■			
Examen médico prueba COVID-19					■			
Levantamiento de observaciones						■		
Inducción general							■	
Cursos específicos								■
Acreditaciones de Unidades de transporte				■				

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.

#### 4.2.2 Técnicas

Para el informe se utilizó como técnica:

- La observación: El supervisor debe realizar esta actividad:
  - Observa al personal bajo su cargo verificando que cuente con todo el equipo necesario para realizar su trabajo.
  - Evaluar y verificar los peligros a los cuales se encuentren expuestos los trabajadores, minimizando los riesgos, accidentes y/o incidentes
  - Señalar el área de trabajo

- Monitoreo presencial del mantenimiento que se esté realizando en todos los equipos.
- Revisión documental: Se debe realizar una revisión documental y registrar las actividades ejecutadas.

### **4.2.3 Instrumentos**

Entre los instrumentos de los que se hizo uso para realizar las actividades se encontraron:

- Lista de verificación de EPP'S.
- Procedimientos de trabajo.
- Programación diaria y semanal.
- Diagrama de Gantt de actividades.
- Protocolo de recepción de materiales.
- Lista de verificación de materiales y equipos.



### 4.3 Ejecución de las actividades profesionales

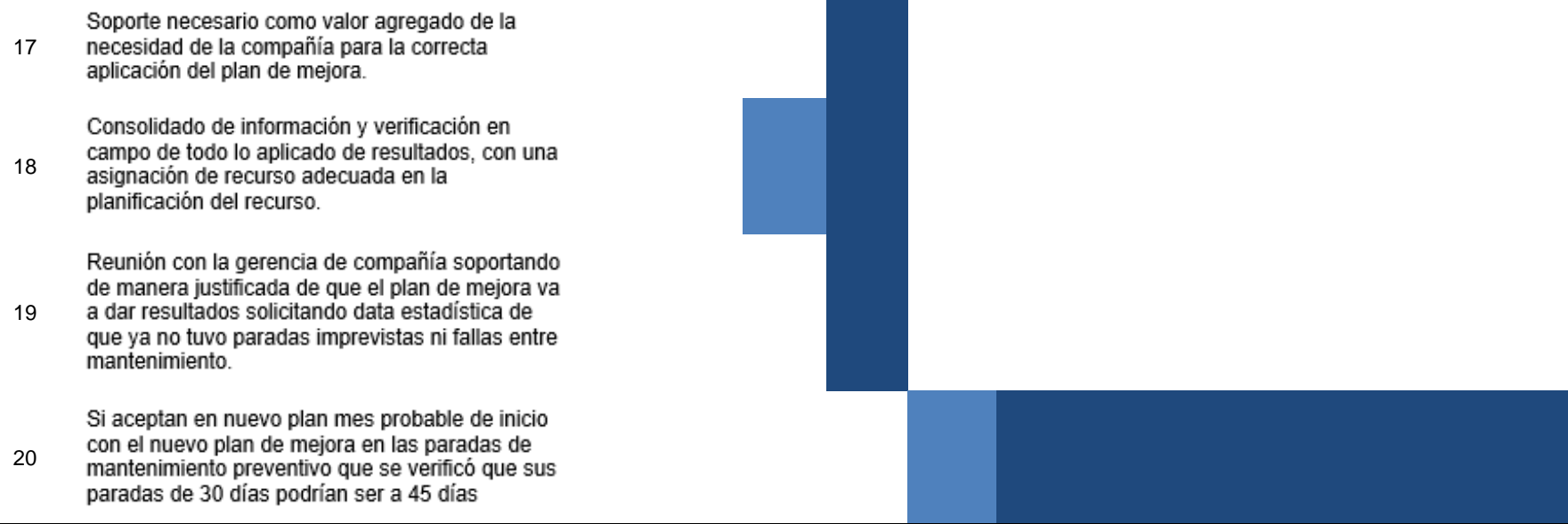
#### 4.3.1 Cronograma de actividades realizadas

Tabla 5.

Cronograma

Ítem	Descripción	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	Presentación de plan de mejora.	■											
2	Exposición del nuevo plan de mejora.	■											
3	Levantamiento de data estadística del área de molinos.	■	■										
4	Aceptación de propuesta y planificación del nuevo plan para su ejecución.	■	■										
5	Coordinación con el área de planificación y mantenimiento, exposición de la ejecución del nuevo plan de mejora para la ejecución del servicio de mantenimiento de planta en el área de molinos.	■	■										
6	Ejecución del plan de mejora conjuntamente con el equipo de mantenimiento.			■									
7	Levantamiento de información de los repuestos y equipos críticos en el área.			■									

8	Levantamiento de información por el área de planeamiento de los repuestos y materiales consumibles con más rotación y uso en la parada de planta.		
9	Reuniones con el área de mantenimiento y planeamiento previo a la ejecución del servicio de prueba con la simulación de plan de mejora.		
10	Ejecución de la parada de planta se pone a prueba el plan de mejora en el área.		
11	Se realiza las actividades de seguimiento y de control de los trabajos asignados con recurso suficiente o con recurso faltante en el área de molinos		
12	Consolidado de información una vez culminada la parada de planta.		
13	Entrega de información conjuntamente con el informe técnico.		
14	Exposición del plan de mejora y recomendaciones a ejecutar para poder aplicar en el siguiente mantenimiento.		
15	Resultados de la ejecución del plan de mejora, se verifica la aplicación de todo lo recomendado en el siguiente mantenimiento con la aplicación del plan de mejora.		
16	Seguimiento de lo recomendado, poner en práctica en el siguiente mantenimiento.		



**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1 RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

El plan de paradas que lleva a cabo la empresa FLSmith, por unidad minera, considera que esta será a largo plazo, y estará acoplado y propuesto al plan de paradas de planta anual:

- Paradas menores: tienen una duración en promedio de 12 a 36 horas, y esta considera días previos en cada servicio, días en que se realiza el servicio de mantenimiento, post servicio, donde al finalizar cada actividad laboral es realizada la entrega de data obtenida con planos de mejora de cada componente de los circuitos, además de realizar los preparativos para ejecutar la totalidad de mejoras en las paradas mayores. En el año son ocho aproximadamente.
- Paradas mayores: tienen una duración en promedio desde 48 horas hasta 96 horas, allí se realizan cambio de componentes mayores; además, se realizan cambios totales y mejoras de los elementos de desgaste, enfatizando en obtener óptimos resultados operativos del circuito de molienda. Son aproximadamente dos al año.

A continuación, se presentan los equipos considerados en el estudio:

**Tabla 6.**

*Equipos tomados en cuenta en las paradas*

---

Chancadora Primaria  
Apron Feeder  
Faja de Sacrificio  
Faja Overland

**LÍNEA DE CHANCADO**

Apron Feeder 05  
Apron Feeder 06  
Apron Feeder 07  
Apron Feeder 08  
Faja 5  
Molino SAG  
Molino de Bolas 01  
Bomba Warman 01  
Molino de Bolas 02  
Bomba Warman 02  
Bomba Warman 03  
Zaranda  
Faja 11  
Faja 12

**LÍNEA MOLIENDA**

Chancador Pebbles 01  
Chancador Pebbles 02  
Remolienda IsaMill 01  
Remolienda IsaMill 02  
Filtro Prensa  
Espesador de Cu TKF 05  
Espesador de Cu TKF 06  
Espesador de Relaves 60  
Espesador de Relaves 61

---

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

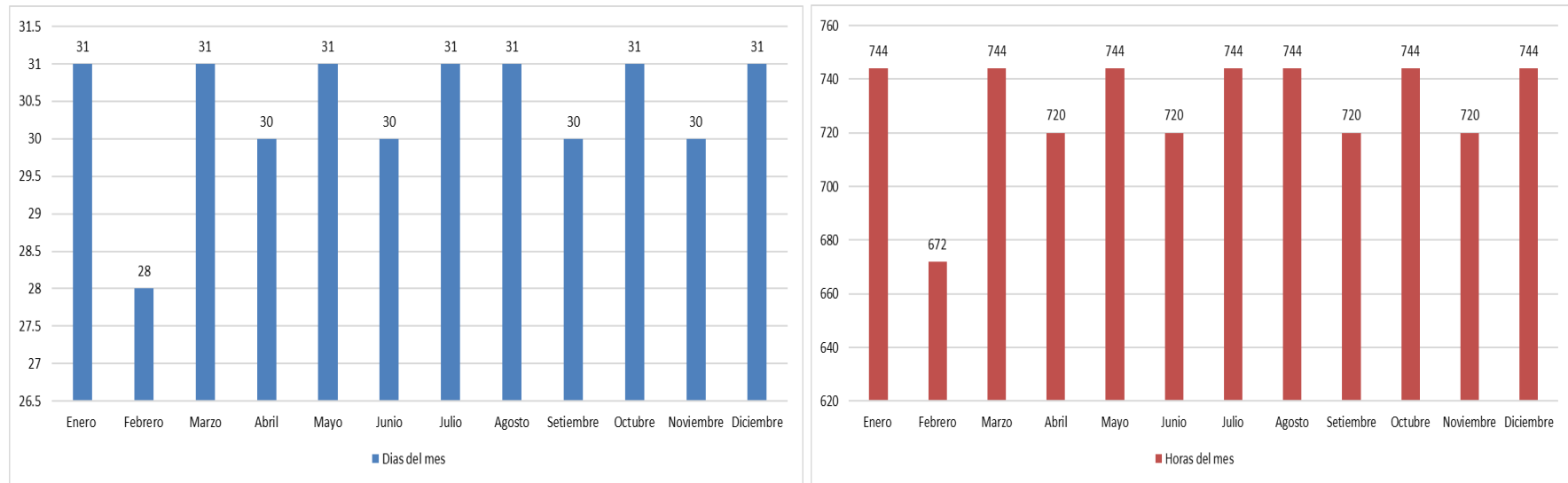
Al analizar los días y horas disponibles en el año 2020.

**Tabla 7.**

*Días y horas disponibles*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Horas del mes	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8760

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.



**Figura 10.** Días y horas disponibles.

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

**Tabla 8.**

*Horas de mantenimiento por equipo*

EQUIPO	Horas de mantenimiento (hr)												Forecast 2020
	Enero TM	Febrero TM	Marzo TM	Abril TM	Mayo TM	Junio TM	Julio TM	Agosto TM	Septiembre TM	Octubre TM	Noviembre TM	Diciembre TM	
Chancadora Primaria	24.00	0.00	60.00	20.00	52.00	0.00	12.00	20.00	24.00	0.00	16.00	0.00	228.00
Apron Feeder	24.00	12.00	24.00	24.00	28.00	12.00	36.00	16.00	36.00	12.00	24.00	12.00	260.00
Faja de Sacrificio	24.00	12.00	24.00	24.00	24.00	12.00	36.00	16.00	36.00	12.00	24.00	12.00	256.00
<b>Faja Overland</b>	<b>16.00</b>	<b>16.00</b>	<b>60.00</b>	<b>36.00</b>	<b>40.00</b>	<b>16.00</b>	<b>48.00</b>	<b>16.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>16.00</b>	<b>408.00</b>
<b>LÍNEA DE CHANCADO</b>	<b>24.00</b>	<b>16.00</b>	<b>60.00</b>	<b>36.00</b>	<b>52.00</b>	<b>16.00</b>	<b>48.00</b>	<b>20.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>16.00</b>	<b>432.00</b>
Apron Feeder 05	14.00	0.00	14.00	78.00	15.00	0.00	15.00	0.00	15.00	16.00	15.00	0.00	182.00
Apron Feeder 06	14.00	0.00	14.00	60.00	15.00	0.00	15.00	0.00	15.00	16.00	15.00	0.00	164.00
Apron Feeder 07	14.00	0.00	14.00	60.00	15.00	0.00	15.00	0.00	15.00	16.00	15.00	0.00	164.00
Apron Feeder 08	14.00	0.00	14.00	60.00	15.00	0.00	15.00	0.00	15.00	78.00	15.00	0.00	226.00
Faja 5	6.00	14.00	6.00	60.00	6.00	16.00	6.00	16.00	0.00	60.00	6.00	16.00	212.00
<b>Molino SAG</b>	<b>14.00</b>	<b>14.00</b>	<b>14.00</b>	<b>90.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>26.00</b>	<b>18.00</b>	<b>98.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>364.00</b>
Molino de Bolas 01	14.00	0.00	14.00	40.00	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	48.00	18.00	0.00	188.00
Bomba Warman 01	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	84.00
Molino de Bolas 02	0.00	40.00	0.00	24.00	0.00	18.00	0.00	26.00	0.00	58.00	0.00	18.00	184.00
Bomba Warman 02	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	14.00	0.00	84.00
Bomba Warman 03	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00	0.00	108.00
Zaranda	14.00	0.00	14.00	24.00	16.00	0.00	16.00	0.00	16.00	24.00	16.00	0.00	140.00
Faja 11	0.00	14.00	0.00	36.00	0.00	16.00	0.00	16.00	0.00	36.00	0.00	16.00	134.00
Faja 12	0.00	14.00	0.00	36.00	0.00	16.00	0.00	16.00	0.00	36.00	0.00	16.00	134.00
<b>LÍNEA MOLIENDA</b>	<b>14.00</b>	<b>26.22</b>	<b>14.00</b>	<b>90.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>26.00</b>	<b>18.00</b>	<b>98.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>376.22</b>
<b>Chancador Pebbles 01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>102.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>102.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>84.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>84.00</b>	<b>372.00</b>
<b>Chancador Pebbles 02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>102.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>120.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>102.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>324.00</b>
Remolienda IsaMill 01	24.00	24.00	0.00	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	24.00	24.00	24.00	24.00	240.00
Remolienda IsaMill 02	24.00	24.00	24.00	0.00	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00	24.00	24.00	24.00	240.00
Filtro Prensa	0.00	60.00	12.00	60.00	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	60.00	0.00	12.00	228.00
Espesador de Cu TKF 05	12.00	12.00	12.00	36.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	60.00	12.00	12.00	216.00
Espesador de Cu TKF 06	12.00	12.00	12.00	60.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	36.00	12.00	12.00	216.00
Espesador de Relaves 60	12.00	12.00	12.00	36.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	60.00	12.00	12.00	216.00
Espesador de Relaves 61	12.00	12.00	12.00	60.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	36.00	12.00	12.00	216.00

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

Se observa que el equipo que tuvo más tiempo fue la Faja Overland con 408 horas, luego Chancador Pebbles 01 con 372 horas, el Molino SAG con 364 horas y la que menos horas estuvo detenida por mantenimiento fue Bomba Warman 01 con 84 horas.

**Tabla 9.**

*Horas disponibles por equipo*

Equipo	DISPONIBILIDAD 2021 Forecast 00												Forecast 2020
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Chancadora Primaria	96.77%	100.00%	91.94%	97.22%	93.01%	100.00%	98.39%	97.31%	96.67%	100.00%	97.78%	100.00%	97.40%
Apron Feeder	96.77%	98.21%	96.77%	96.67%	96.24%	98.33%	95.16%	97.85%	95.00%	98.39%	96.67%	98.39%	97.03%
Faja de Sacrificio	96.77%	98.21%	96.77%	96.67%	96.77%	98.33%	95.16%	97.85%	95.00%	98.39%	96.67%	98.39%	97.08%
Faja Overland	97.85%	97.62%	91.94%	95.00%	94.62%	97.78%	93.55%	97.85%	93.33%	93.55%	93.33%	97.85%	95.34%
LÍNEA DE CHANCADO	<b>96.77%</b>	<b>97.62%</b>	<b>91.94%</b>	<b>95.00%</b>	<b>93.01%</b>	<b>97.78%</b>	<b>93.55%</b>	<b>97.31%</b>	<b>93.33%</b>	<b>93.55%</b>	<b>93.33%</b>	<b>97.85%</b>	<b>95.07%</b>
Apron Feeder 05	98.12%	100.00%	98.12%	89.17%	97.98%	100.00%	97.98%	100.00%	97.92%	97.85%	97.92%	100.00%	97.92%
Apron Feeder 06	98.12%	100.00%	98.12%	91.67%	97.98%	100.00%	97.98%	100.00%	97.92%	97.85%	97.92%	100.00%	98.13%
Apron Feeder 07	98.12%	100.00%	98.12%	91.67%	97.98%	100.00%	97.98%	100.00%	97.92%	97.85%	97.92%	100.00%	98.13%
Apron Feeder 08	98.12%	100.00%	98.12%	91.67%	97.98%	100.00%	97.98%	100.00%	97.92%	89.52%	97.92%	100.00%	97.42%
Faja 5	99.19%	97.92%	99.19%	91.67%	99.19%	97.78%	99.19%	97.85%	100.00%	91.94%	99.17%	97.85%	97.58%
Molino SAG	98.12%	97.92%	98.12%	87.50%	97.58%	97.50%	97.58%	96.51%	97.50%	86.83%	97.50%	97.58%	95.84%
Molino de Bolas 01	98.12%	100.00%	98.12%	94.44%	97.58%	100.00%	97.58%	100.00%	97.50%	93.55%	97.50%	100.00%	97.85%
Bomba Warman 01	100.00%	97.92%	100.00%	98.06%	100.00%	98.06%	100.00%	98.12%	100.00%	98.12%	100.00%	98.12%	99.04%
Molino de Bolas 02	100.00%	94.05%	100.00%	96.67%	100.00%	97.50%	100.00%	96.51%	100.00%	92.20%	100.00%	97.58%	97.90%
Bomba Warman 02	98.12%	100.00%	98.12%	100.00%	98.12%	100.00%	98.12%	100.00%	98.06%	100.00%	98.06%	100.00%	99.04%
Bomba Warman 03	97.58%	100.00%	97.58%	100.00%	97.58%	100.00%	97.58%	100.00%	97.50%	100.00%	97.50%	100.00%	98.77%
Zaranda	98.12%	100.00%	98.12%	96.67%	97.85%	100.00%	97.85%	100.00%	97.78%	96.77%	97.78%	100.00%	98.40%
Faja 11	100.00%	97.92%	100.00%	95.00%	100.00%	97.78%	100.00%	97.85%	100.00%	95.16%	100.00%	97.85%	98.47%
Faja 12	100.00%	97.92%	100.00%	95.00%	100.00%	97.78%	100.00%	97.85%	100.00%	95.16%	100.00%	97.85%	98.47%
LÍNEA MOLIENDA	<b>98.12%</b>	<b>96.10%</b>	<b>98.12%</b>	<b>87.50%</b>	<b>97.58%</b>	<b>97.50%</b>	<b>97.58%</b>	<b>96.51%</b>	<b>97.50%</b>	<b>86.83%</b>	<b>97.50%</b>	<b>97.58%</b>	<b>95.71%</b>
Chancador Pebbles 01	100.00%	100.00%	86.29%	100.00%	100.00%	85.83%	100.00%	100.00%	88.33%	100.00%	100.00%	88.71%	95.75%
Chancador Pebbles 02	100.00%	100.00%	86.29%	100.00%	100.00%	100.00%	83.87%	100.00%	100.00%	86.29%	100.00%	100.00%	96.30%
Remolienda IsaMill 01	96.77%	96.43%	100.00%	96.67%	96.77%	96.67%	96.77%	100.00%	96.67%	96.77%	96.67%	96.77%	97.26%
Remolienda IsaMill 02	96.77%	96.43%	96.77%	100.00%	96.77%	96.67%	96.77%	96.77%	100.00%	96.77%	96.67%	96.77%	97.26%
Filtro Prensa	100.00%	91.07%	98.39%	91.67%	100.00%	98.33%	100.00%	98.39%	100.00%	91.94%	100.00%	98.39%	97.40%
Espesador de Cu TKF 05	98.39%	98.21%	98.39%	95.00%	98.39%	98.33%	98.39%	98.39%	98.33%	91.94%	98.33%	98.39%	97.53%
Espesador de Cu TKF 06	98.39%	98.21%	98.39%	91.67%	98.39%	98.33%	98.39%	98.39%	98.33%	95.16%	98.33%	98.39%	97.53%
Espesador de Relaves 60	98.39%	98.21%	98.39%	95.00%	98.39%	98.33%	98.39%	98.39%	98.33%	91.94%	98.33%	98.39%	97.53%
Espesador de Relaves 61	98.39%	98.21%	98.39%	91.67%	98.39%	98.33%	98.39%	98.39%	98.33%	95.16%	98.33%	98.39%	97.53%

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.



El equipo que tiene mayor disponibilidad es la Bomba Warman 02 con un 99.04, siguiendo la Bomba Warman 01 con el mismo porcentaje y las más bajas las tienen el Chancador Pebbles 01 con 95.71 %.

### **5.1.1 Resultados obtenidos**

Para alcanzar los objetivos planteados, resultó esencial la fase de implementación, conformado por un plan de mantenimiento orientado a los siguientes aspectos:

- **Recurso humano**

Aquí se detallan los cargo, cantidad y sueldos de personal necesario.

**Tabla 10.***Recurso humano necesario*

Personal	Cantidad	Sueldo por días de trabajo (S/)	Meses de paradas de planta												Cantidad de presupuesto anual
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Ingeniero de control de calidad</b>	1.00	S/. 5 500.00	X		X		X		X		X		X		S/ 33 000.00
<b>Mecánico preventivo</b>	2.00	S/. 3 000.00	X		X		X		X		X		X		S/ 36 000.00
<b>Cadista</b>	1.00	S/.2 800.00	X		X		X		X		X		X		S/ 33 600.00
<b>Total</b>	4.00	S/. 11 300.00	Presupuesto anual												S/ 102 600.00

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

- Herramientas de medición

Aquí se detallan los equipos, cantidad y costos de las herramientas de medición.

**Tabla 11.**

*Herramientas de medición*

Equipos	Cantidad	Características	Meses de paradas de planta												Cantidad de presupuesto anual
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Medidor de ultrasonido</b>	1.00	Medición de espesores	X		X		X		X		X		X		S/. 2 500.00
<b>Alineador laser</b>	1.00	Verificación de alineamientos	X		X		X		X		X		X		S/. 1 600.00
<b>Equipo de calibración (vernier, micrómetros, Fuller gauge)</b>	1.00	Kit de equipos para medición de componentes	X		X		X		X		X		X		S/. 4 500.00
<b>Total</b>	3.00		Total de gasto en comprar los equipos para poder realizar el plan de mejora												S/. 8 600.00

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

- Herramientas de gestión

Aquí se detallan los equipos, cantidad y costos de las herramientas de medición.

**Tabla 12.**

*Herramientas de gestión*

Descripción	Cantidad	Precio
Laptop	3.00	S/. 10 500.00
Impresora	1.00	S/. 750.00
Programa de AutoCAD	1.00	S/. 845.00
Radios de comunicación	2.00	S/. 900.00
Útiles de escritorio	10.00	S/. 250.00
teléfonos corporativos	4.00	S/. 1 500.00
<b>Total</b>		<b>S/. 14 745.00</b>

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

**Tabla 13.**

*Presupuesto*

Recursos Humano	S/. 102 600.00
Herramientas de Medición	S/. 8 600.00
Herramientas de gestión	S/. 14 745.00
Total de presupuesto anual	S/. 125 945.00

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

- **Presupuesto parada menor**

El presupuesto sentará sus bases por días de trabajo antes de cada servicio de parada de planta, así como días después de la parada de planta, enfocándose en los intervalos mensuales. Este presupuesto brindará un reporte esencial para ejecutar el servicio de mantenimiento preventivo, para ello tomará un plan inicial de presupuesto anual, que considere cada intervención en las paradas de planta. Para lograr mejoras en la disponibilidad del equipamiento del área de molienda se consideran los siguientes aspectos:

- Dimensionamiento de servicio por paradas de planta menores considerando la cantidad de personal en los días establecidos.
- Dimensionamiento de servicio por paradas de planta mayores considerando una cantidad similar al de las paradas menores.
- En ambos presupuestos se hará uso de equipos de planta semejantes, con variación en la cantidad de días de ejecución.
- Se valorizará en presupuestos por ocho intervenciones anuales de paradas menores, y dos presupuestos de paradas mayores, ambos presupuestos deben considerarse en el presupuesto anual de mantenimiento.

**Tabla 14.***Dimensionamiento de tiempo parada menor*

GRUPO	ACTIVIDAD	TURN O	PERSONAL	CANT	Actividades								
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA		7	Movilización	Trabajo Previos.	Trabajo Previos	Trabajo Previos.					
GRUPO B	Previos del servicio	DÍA		7					Pre Parada	Servicio	Trabajo. Post.	Móvil	
APOYO	Ejecución y soporte del servicio	DÍA		2	Trabajo Previos	Trabajo Previos	Trabajo Previos	Trabajo Previos					
TOTAL, DÍAS SERVICIO (INCLUIDA MOVILIZACIÓN)		2	TOTAL, PERSONAS	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

Para la parada menor se dispondrá de in total de 72 personas en diferentes áreas, en un toral de 9 días de trabajado, dividido en 2 grupos el A y el B.

**Tabla 15.***Dimensionamiento de tiempo parada menor – Distribución del personal*

GRUPO	ACTIVIDAD	TURN O	PERSONAL	CANT	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	SUPERVISOR DE CAMPO	1	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas				
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	MECÁNICO LÍDER	4	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas				
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	CADISTA	2	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas				
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	SUPERVISOR DE CAMPO	1					12 horas	16 horas	8 horas	8 horas
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	MECÁNICO LÍDER	4					12 horas	16 horas	8 horas	8 horas
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	MECÁNICO LÍDER	2					12 horas	16 horas	8 horas	8 horas
APOYO	Soporte de servicio	DÍA	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	1	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas
APOYO	soporte de servicio	DÍA	PROGRAMADOR	1	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

En la tabla 15 se detalla el personal por grupo y horas de trabajo por día, así como las actividades a realizar.

**Tabla 16.**

*Dimensionamiento de tiempo parada Mayor*

GRUPO	ACTIVIDAD	TURN O	PERSONAL	CAN T	Actividades										
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA		7	Móvil.	Trabajo Previos.	Trabajo Previos								
GRUPO B	Previos del servicio	DÍA		7				Pre Parada	Servicio	Servicio	Servicio	Trabajo Post.	Trabajo Post.	Móvil .	
APOYO	Ejecución y soporte del servicio	DÍA		2	Trabajo Previos	Trabajo Previos	Trabajo Previos								
TOTAL, DÍAS SERVICIO (INCLUIDA MOVILIZACIÓN)		2	TOTAL, PERSONAS	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

Para la parada mayor se dispondrá de in total de 99 personal en diferentes áreas, en un toral de 9 días de trabajado, dividido en 2 grupos el A y el B.

**Tabla 17.**

*Dimensionamiento de tiempo parada Mayor - Distribución del personal*

GRUPO	ACTIVIDAD	TURN O	PERSONAL	CANT	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	Supervisor de campo	1	8 horas	8 horas	8 horas							
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	Mecánico líder	4	8 horas	8 horas	8 horas							
GRUPO A	Inicio de soporte del servicio	DÍA	Cadista	2	8 horas	8 horas	8 horas							
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	Supervisor de campo	1				12 horas	12 horas	12 horas	12 horas	8 horas	8 horas	8 horas
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	Mecánico líder	4				12 horas	12 horas	12 horas	12 horas	8 horas	8 horas	8 horas
GRUPO B	Ejecución y soporte del servicio	DÍA	Mecánico líder	2				12 horas	12 horas	12 horas	12 horas	8 horas	8 horas	8 horas
APOYO	Soporte de servicio	DÍA	Asistente administrativo	1	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas
APOYO	Soporte de servicio	DÍA	Programador	1	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas	8 horas

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

En la tabla 17 se detalla el personal por grupo y horas de trabajo por día, así como las actividades a realizar.

**Tabla 18.**

*Presupuesto económico de la parada menor*

		<b>OFERTA ECONOMICA</b>								N°: 10000001	
Cliente :	Compañía Minera										
Atención:	Contratos										
Trabajo:	Soporte de parada de Planta equipo predictivo										
Nº Pedido:	AREA DE MOLIENDA EQUIPO DE PREDICTIVO INCLUIDO AL SERVICIO DE PARADAS DE PLANTA MENORES EN EL AREA DE MOLIENDA										
Fecha :	21-Set-21					Elaborado por: Área Propuesta por Deyvi Zegarra					
<b>1. ESTRUCTURA DE PRECIO DE MANO DE OBRA</b>											
PERSONAL	CANTIDAD	PLAN			PRECIOS				PRECIO EN (\$)		
		Cant DIAS	HORAS FLAT	HORAS EXTRA	HH FLAT	Nº HN	Nº HE				
<b>TRABAJOS PREVIOS AL MANTENIMIENTO 1</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	3	8		\$13.96	\$335.03					\$335.03
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1	4	3	8		\$8.73	\$838.01					\$838.01
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista	2	3	8		\$8.73	\$419.00					\$419.00
	<b>7.00</b>										
<b>TRABAJOS PRE PARADA DIA</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	1	12		\$13.96	\$167.52					\$167.52
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1	4	1	12		\$8.73	\$419.00					\$419.00
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista	2	1	2		\$8.73	\$34.92					\$34.92
	<b>7.00</b>										
<b>TRABAJOS EN MANTENIMIENTO (Turno Dia)</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	1	16	4	\$13.96	\$223.36	\$75.38				\$298.74
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1	4	1	16	4	\$8.73	\$558.67	\$188.55				\$747.22
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista	2	1	16	4	\$8.73	\$279.34	\$94.28				\$373.61
	<b>7.00</b>										
<b>TRABAJOS EN MANTENIMIENTO (Turno Noche)</b>											
Supervisor Mantenimiento					\$13.96						
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1					\$8.73						
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista					\$8.73						
	<b>-</b>										
<b>TRABAJOS POST AL MANTENIMIENTO</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	1	8		\$13.96	\$111.68					\$111.68
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1	4	1	8		\$8.73	\$279.34					\$279.34
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista	2	1	8		\$8.73	\$139.67					\$139.67
	<b>7.00</b>										
<b>MOVILIZACIÓN</b>											
											% zona
Supervisor Mantenimiento	1	1	8		\$13.96	\$111.68					\$111.68
Supervisor Seguridad					\$13.96						
Técnico Mecánico 1	4	1	8		\$8.73	\$279.34					\$279.34
Técnico Mecánico 2					\$5.77						
Cadista	2	1	8		\$8.73	\$139.67					\$139.67
	<b>7.00</b>										
<b>TOTAL MANO DE OBRA EN SERVICIO:</b>										<b>\$4,694.42</b>	



EXÁMENES MÉDICOS Y ACREDITACIONES										
Supervisor Mantenimiento	1	7	8			\$13.96	\$781.74			\$781.74
Supervisor Seguridad						\$13.96				
Técnico Mecánico 1	4	7	8			\$8.73	\$1,955.35			\$1,955.35
Técnico Mecánico 2						\$5.77				
Soldador 3G						\$9.26				
Operador camión grúa/Puente grúa						\$8.73				
Operador montacarga/Manlift						\$8.73				
Rigger						\$8.73				
Cadista	2	7	8			\$8.73	\$977.68			\$977.68
	7.00									
<b>TOTAL MANO DE OBRA HABILITACIÓN (12 meses):</b>										<b>\$265.34</b>

2. UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD	CANT.	VIDA UTIL (DIAS)	PRECIO UNIT. (\$)	DIAS A USAR	PRECIO DIA. (\$)	PRECIO EN (\$)
ANTEOJOS DE SEGURIDAD MSA, ECO LIGHT, LUNA CLARA (ANTI SCRATCH)	7	5	\$1.82	6	2.55	\$15.32
BARBIQUEJO CON MENTONERA	7	30	\$0.38	6	0.09	\$0.53
CAMISA MANGA LARGA TALLA L, COLOR GRIS	7	180	\$10.83	6	0.42	\$2.53
CANDADOS DE BLOQUEO COLOR ROJO TIPO DIELECTRICO	7	90	\$13.07	6	1.02	\$6.10
CARTUCHO CONTRA VAPORES ORGANICOS Y GASES ACIDOS 6003/07047	7	15	\$9.88	6	4.61	\$27.67
CASCO MSA V-GARD JOCKEY C/SLOT FAS-TRACK MARRON, LOGO FLSMIDT	7	180	\$9.08	6	0.35	\$2.12
CHALECO DRILL NARANJA CON CINTAS REFLECTIVAS TALLA L	7	180	\$14.88	6	0.58	\$3.47
CORTAVIENTO CON FORRO POLAR	7	180	\$4.35	6	0.17	\$1.02
FILTRO 3M 2097 P100 PARA PARTICULAS Y VAPORES ORGANICOS	7	15	\$7.66	6	3.57	\$21.44
GUANTE DE NITRIL TOUGH N TUFF 9.5" TALLA 7-S	7	1	\$0.18	6	1.26	\$7.58
GUANTE PROTECCION MECANICA Y ANTICORTE, TALLA 7	7	10	\$7.34	6	5.14	\$30.84
OVEROL EN DRILL AZUL, TALLA L	7	180	\$60.70	6	2.36	\$14.16
PINZAS DE BLOQUEO METALICA DOBLE MORDAZA DE 6 AGUJEROS	1	90	\$8.96	1	0.10	\$0.10
PROTECTOR AUDITIVO PARA CASCO (TIPO OREJERA)	7	180	\$19.97	6	0.78	\$4.66
RESPIRADOR MEDIA CARA REUTILIZABLE 7502/37082 - MEDIUM	7	180	\$23.47	6	0.91	\$5.48
SUSPENSION / TAFILETE FAS-TRAC III PARA CASCOS V-GARD, 4 PUNTOS	7	180	\$5.81	6	0.23	\$1.36
TAPONES REUTILIZABLES 1271 - 24DB	7	15	\$1.27	6	0.59	\$3.56
TRAJE DE PROTECCION TYVEK DESCARTABLE BLANCO, TALLA M	7	2	\$9.37	1	32.79	\$32.79
ZAPATOS DE SEGURIDAD CON PUNTA DE ACERO TALLA 41 (PPLA)	7	180	\$19.81	6	0.77	\$4.62
RESPIRADOR CONTRA MATERIAL PARTICULADO N95-8516	7	3	\$7.25	6	16.91	\$101.43
<b>TOTAL UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD:</b>						<b>\$286.79</b>

3. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL SERVICIO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DEPRECIACION (DIAS)	PRECIO EN (\$)	TIEMPO USO		PRECIO EN (\$)
				Nº DIA	H/DIA	
Medidor de espesores ULTRASONIDO	2	365.00	\$2,678.06	2		\$29.35
ELCOMETER MEDIDOR DE ESPESORES	2	365.00	\$800.00	2		\$8.77
LAPTOP	3	366.00	\$1,500.00	2		\$24.59
ESCANER	1	367.00	\$3,500.00	2		\$19.07
ARNES DE SEGURIDAD, CAPACIDAD 140 KG	7	180.00	\$37.76	2		\$2.94
LINEA DE VIDA DOBLE DE SEGURIDAD P/ARNES	7	180.00	\$56.58	2		\$4.40
BLOQUE RETRACTIL DE 15 PIES	7	180.00	\$303.01	2		\$23.57
CALBRADOR DE GALGAS 0.0015" A 0.040" 25 BLD X 12"	1	180.00	\$54.68	2		\$0.61
CALBRADOR PIE DE REY 8", MITUTOYO	1	181.00	\$69.56	2		\$0.77
MICROMETRO DE INTERIORES 50 - 1000 MM, MITUTOYO	1	182.00	\$531.72	2		\$5.84
<b>TOTAL EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS:</b>						<b>\$119.90</b>

4. ALQUILERES DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN (\$)	DIAS USO	PRECIO EN (\$)		
					\$26.88		
<b>TOTAL MATERIALES E INSUMOS</b>					<b>\$0.00</b>		
5. RELACION DE MATERIALES E INSUMOS PARA EL SERVICIO							
DESCRIPCIÓN	MARCA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
					\$0.00		
<b>TOTAL MATERIALES E INSUMOS</b>					<b>\$0.00</b>		
6. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	CAPAC. CARG (Kg.)	MARCA	AÑO FABRICA.	CANTIDAD	PRECIO		PRECIO EN (\$)
					Nº DIA	\$/DIA	
<b>TRASLADO INTERNO</b>							
Mini Van				1	2	\$206.00	\$412.00
Camioneta 4x4				1	6	\$165.00	\$990.00
Coaster						\$258.00	\$0.00
<b>TRASLADO EXTERNO</b>							
Mini Bus				1	2	\$361.00	\$722.00
<b>TRASLADO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
Camioneta 4x4						\$165.00	\$0.00
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>						<b>\$2,124.00</b>	
7. DIVERSOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD PERSONAS	UNIDAD	CANTIDAD VECES	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
Alojamiento		EA	1	\$12.89	\$0.00		
Desayunos		EA	1	\$4.13	\$0.00		
Almuerzos		EA	1	\$4.13	\$0.00		
Cenas		EA	1	\$4.13	\$0.00		
Hidratación	7	EA	6	\$1.03	\$43.26		
Alojamiento en Acreditaciones		EA	1	\$12.89	\$0.00		
Alimentación en Acreditaciones		EA	2	\$4.13	\$0.00		
Inducción hombre nuevo	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción riesgo crítico	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción LOTOTO	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción Seguridad 14B	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Exámen médico perfil general, riesgo altura Staff	7	EA	1	\$206.25	\$103.13		
Exámen médico perfil conductor, riesgo altura		EA	1	\$206.25	\$0.00		
Exámen médico (riesgo altura, espacio confinado, meta	7	EA	1	\$257.81	\$128.91		
Exámen médico salida		EA	1	\$30.94	\$0.00		
<b>TOTAL DIVERSOS</b>					<b>\$329.05</b>		
8. GASTOS GENERALES DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD PERSONAS	UNIDAD	CANTIDAD DIAS	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
Residente		EA		\$395.60	\$0.00		
Asistente Administrativo	2	EA	2	\$75.00	\$300.00		
Conductor	0	EA		\$83.11	\$0.00		
Almacenero		EA		\$72.53	\$0.00		
Equipos de Computo		EA		\$5.16	\$0.00		
Equipos de Comunicación (Celulares)	3	EA	2	\$5.16	\$30.94		
Economato		EA		\$93.75	\$0.00		
Trámites Administrativos RRHH	7	EA	2	\$8.25	\$115.50		
Limpieza y Mantto de EPP's	7	EA	2	\$5.16	\$72.19		
					\$0.00		
<b>TOTAL DIVERSOS</b>					<b>\$518.63</b>		
9. RESUMEN (Todos los costos no incluyen I.G.V.)							
RUBRO					PRECIO		
1. MANO DE OBRA					\$4,959.76		
2. EQUIPO DE PROTECCION DE SEGURIDAD					\$286.79		
3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					\$119.90		
4. MATERIALES E INSUMOS					\$0.00		
5. TRANSPORTE					\$2,124.00		
6. GASTOS POR PROTOCOLOS COVID19					\$329.05		
7. COSTOS DEL SERVICIO					\$7,819.50		
8. GASTOS ADM. Y GASTOS. GENE. 7%					\$518.63		
COSTO DE OPERACIÓN					\$8,338.13		
9. UTILIDAD 12%					\$938.34		
<b>PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/OBRA</b>					<b>\$9,276.47</b>		
<b>CANTIDAD DE PARADAS DE PLANTA MENORES 8</b>					<b>\$74,211.76</b>		
<b>PRESUPUESTO ANUAL DEL SERVICIO POR PARADAS MENORES</b>					<b>\$74,211.76</b>		
PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO (DIAS CALENDARIOS)					15		
DISPONIBILIDAD PARA INICIAR LAS OPERACIONES (DIAS CALENDARIO)					15		

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación.

**Tabla 19.**

*Presupuesto económico de la parada Mayor*

		<b>OFERTA ECONOMICA</b>								N°: 10000002	
Ciente :	Compañía Minera										
Atención:	Contratos										
Trabajo:	Soporte de parada de Planta equipo predictivo										
N° Pedido:	AREA DE MOLIENDA EQUIPO DE PREDICTIVO INCLUIDO AL SERVICIO DE PARADAS DE PLANTA MAYORES EN EL AREA DE MOLIENDA										
Fecha :	30-Nov-21					Elaborado por: Área Propuesta por Deyvi Zegarra					
<b>1. ESTRUCTURA DE PRECIO DE MANO DE OBRA</b>											
PERSONAL	CANTIDAD		PLAN			PRECIOS				PRECIO EN (\$)	
		Cant DIAS	HORAS FLAT	HORAS EXTRA	HH FLAT	N° HN	N° HE				
<b>TRABAJOS PREVIOS AL MANTENIMIENTO 1</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	2	8			\$13.96	\$223.36				\$223.36
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1	4	2	8			\$8.73	\$558.67				\$558.67
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista	2	2	8			\$8.73	\$279.34				\$279.34
		<b>7.00</b>									
<b>TRABAJOS PRE PARADA DIA</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	1	12			\$13.96	\$167.52				\$167.52
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1	4	1	12			\$8.73	\$419.00				\$419.00
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista	2	1	2			\$8.73	\$34.92				\$34.92
		<b>7.00</b>									
<b>TRABAJOS EN MANTENIMIENTO (Turno Dia)</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	3	12	4		\$13.96	\$502.55	\$226.15			\$728.70
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1	4	3	12	4		\$8.73	\$1,257.01	\$565.66			\$1,822.67
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista	2	3	12	4		\$8.73	\$628.51	\$282.83			\$911.33
		<b>7.00</b>									
<b>TRABAJOS EN MANTENIMIENTO (Turno Noche)</b>											
Supervisor Mantenimiento						\$13.96					
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1						\$8.73					
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista						\$8.73					
		-									
<b>TRABAJOS POST AL MANTENIMIENTO</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	2	8			\$13.96	\$223.36				\$223.36
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1	4	2	8			\$8.73	\$558.67				\$558.67
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista	2	2	8			\$8.73	\$279.34				\$279.34
		<b>7.00</b>									
<b>MOVILIZACIÓN % zona</b>											
Supervisor Mantenimiento	1	1	8			\$13.96	\$111.68				\$111.68
Supervisor Seguridad						\$13.96					
Técnico Mecánico 1	4	1	8			\$8.73	\$279.34				\$279.34
Técnico Mecánico 2						\$5.77					
Cadista	2	1	8			\$8.73	\$139.67				\$139.67
		<b>7.00</b>									
										<b>TOTAL MANO DE OBRA EN SERVICIO:</b>	<b>\$6,737.54</b>

EXÁMENES MÉDICOS Y ACREDITACIONES										
Supervisor Mantenimiento	1	7	8			\$13.96	\$781.74			\$781.74
Supervisor Seguridad						\$13.96				
Técnico Mecánico 1	4	7	8			\$8.73	\$1,955.35			\$1,955.35
Técnico Mecánico 2						\$5.77				
Cadista	2	7	8			\$8.73	\$977.68			\$977.68
	7.00									
<b>TOTAL MANO DE OBRA HABILITACIÓN (12 meses):</b>										<b>\$265.34</b>

## 2. UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD	CANT.	VIDA UTIL (DIAS)	PRECIO UNIT. (\$)	DIAS A USAR	PRECIO DIA. (\$)	PRECIO EN (\$)
ANTEOJOS DE SEGURIDAD MSA, ECO LIGHT, LUNA CLARA (ANTI SCRATCH)	7	5	\$1.82	8	2.55	\$20.43
BARBIQUEJO CON MENTONERA	7	30	\$0.38	8	0.09	\$0.70
CAMISA MANGA LARGA TALLA L, COLOR GRIS	7	180	\$10.83	8	0.42	\$3.37
CANDADOS DE BLOQUEO COLOR ROJO TIPO DIELECTRICO	7	90	\$13.07	8	1.02	\$8.13
CARTUCHO CONTRA VAPORES ORGANICOS Y GASES ACIDOS 6003/07047	7	15	\$9.88	8	4.61	\$36.90
CASCO MSA V-GARD JOCKEY C/SLOT FAS-TRACK MARRON, LOGO FLSMIDT	7	180	\$9.08	8	0.35	\$2.82
CHALECO DRILL NARANJA CON CINTAS REFLECTIVAS TALLA L	7	180	\$14.88	8	0.58	\$4.63
CORTAVIENTO CON FORRO POLAR	7	180	\$4.35	8	0.17	\$1.35
FILTRO 3M 2097 P100 PARA PARTICULAS Y VAPORES ORGANICOS	7	15	\$7.66	8	3.57	\$28.59
GUANTE DE NITRILO TOUCH N TUFF 9.5" TALLA 7-S	7	1	\$0.18	8	1.26	\$10.11
GUANTE PROTECCION MECANICA Y ANTICORTE, TALLA 7	7	10	\$7.34	8	5.14	\$41.12
OVEROL EN DRILL AZUL, TALLA L	7	180	\$60.70	8	2.36	\$18.89
PINZAS DE BLOQUEO METALICA DOBLE MORDAZA DE 6 AGUJEROS	1	90	\$8.96	8	0.10	\$0.80
PROTECTOR AUDITIVO PARA CASCO (TIPO OREJERA)	7	180	\$19.97	8	0.78	\$6.21
RESPIRADOR MEDIA CARA REUTILIZABLE 7502/37082 - MEDIUM	7	180	\$23.47	8	0.91	\$7.30
SUSPENSION / TAFILETE FAS-TRAC III PARA CASCOS V-GARD, 4 PUNTOS	7	180	\$5.81	8	0.23	\$1.81
TAPONES REUTILIZABLES 1271 - 24DB	7	15	\$1.27	8	0.59	\$4.75
TRAJE DE PROTECCION TYVEK DESCARTABLE BLANCO, TALLA M	7	4	\$9.37	2	16.40	\$32.79
ZAPATOS DE SEGURIDAD CON PUNTA DE ACERO TALLA 41 (PPLA)	7	180	\$19.81	8	0.77	\$6.16
RESPIRADOR CONTRA MATERIAL PARTICULADO N95-8516	7	3	\$7.25	8	16.91	\$135.24
<b>TOTAL UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD:</b>						<b>\$372.12</b>

## 3. EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL SERVICIO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DEPRECIACION (DIAS)	PRECIO EN (\$)	TIEMPO USO		PRECIO EN (\$)
				Nº DIA	H/DIA	
Medidor de espesores ULTRASONIDO	2	365.00	\$2,678.06	4		\$58.70
ELCOMETER MEDIDOR DE ESPESORES	2	365.00	\$800.00	4		\$17.53
LAPTOP	3	366.00	\$1,500.00	4		\$49.18
ESCANER	1	367.00	\$3,500.00	4		\$38.15
ARNES DE SEGURIDAD, CAPACIDAD 140 KG	7	180.00	\$37.76	4		\$5.87
LINEA DE VIDA DOBLE DE SEGURIDAD P/ARNES	7	180.00	\$56.58	4		\$8.80
BLOQUE RETRACTIL DE 15 PIES	7	180.00	\$303.01	4		\$47.13
CALIBRADOR DE GALGAS 0.0015" A 0.040" 25 BLD X 12"	1	180.00	\$54.68	4		\$1.22
CALIBRADOR PIE DE REY 8", MITUTOYO	1	181.00	\$69.56	4		\$1.54
MICROMETRO DE INTERIORES 50 - 1000 MM, MITUTOYO	1	182.00	\$531.72	4		\$11.69
<b>TOTAL EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS:</b>						<b>\$239.81</b>

4. ALQUILERES DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN (\$)	DIAS USO	PRECIO EN (\$)		
<b>TOTAL MATERIALES E INSUMOS</b>							
5. RELACION DE MATERIALES E INSUMOS PARA EL SERVICIO							
DESCRIPCIÓN	MARCA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
<b>TOTAL MATERIALES E INSUMOS</b>							
6. TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	CAPAC. CARG (Kg.)	MARCA	AÑO FABRICA.	CANTIDAD	PRECIO		PRECIO EN (\$)
					Nº DIA	\$/DIA	
<b>TRASLADO INTERNO</b>							
Mini Van				1	2	\$206.00	\$412.00
Camioneta 4x4				1	6	\$165.00	\$990.00
Coaster						\$258.00	
<b>TRASLADO EXTERNO</b>							
Mini Bus				1	2	\$361.00	\$722.00
<b>TRASLADO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>							
Camioneta 4x4						\$165.00	
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>							<b>\$2,124.00</b>
7. DIVERSOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD PERSONAS	UNIDAD	CANTIDAD VECES	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
Alojamiento		EA		\$12.89			
Desayunos		EA		\$4.13			
Almuerzos		EA		\$4.13			
Cenas		EA		\$4.13			
Hidratación	7	EA	8	\$1.03	\$57.68		
Alojamiento en Acreditaciones		EA		\$12.89			
Alimentación en Acreditaciones		EA	2	\$4.13			
Inducción hombre nuevo	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción riesgo crítico	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción LOTOTO	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Inducción Seguridad 14B	7	EA	1	\$26.88	\$13.44		
Exámen médico perfil general, riesgo altura Staff	7	EA	1	\$206.25	\$103.13		
Exámen médico perfil conductor, riesgo altura		EA		\$206.25			
Exámen médico (riesgo altura, espacio confinado, meta	7	EA	1	\$257.81	\$128.91		
Exámen médico salida	7	EA	1	\$30.94	\$15.47		
<b>TOTAL DIVERSOS</b>					<b>\$358.94</b>		
8. GASTOS GENERALES DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD PERSONAS	UNIDAD	CANTIDAD DIAS	PRECIO UNITARIO EN (\$)	PRECIO EN (\$)		
Residente		EA		\$395.60			
Asistente Administrativo	2	EA	4	\$75.00	\$600.00		
Conductor		EA		\$83.11			
Almacenero		EA		\$72.53			
Equipos de Computo		EA		\$5.16			
Equipos de Comunicación (Celulares)	3	EA	4	\$5.16	\$61.88		
Economato		EA		\$93.75			
Trámites Administrativos RRHH	7	EA	4	\$8.25	\$231.00		
Limpieza y Mantto de EPP's	7	EA	4	\$5.16	\$144.38		
<b>TOTAL DIVERSOS</b>					<b>\$1,037.25</b>		
9. RESUMEN (Todos los costos no incluyen I.G.V.)							
RUBRO					PRECIO		
1. MANO DE OBRA					\$7,002.8		
2. EQUIPO DE PROTECCION DE SEGURIDAD					\$372.1		
3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					\$239.8		
4. MATERIALES E INSUMOS							
5. TRANSPORTE					\$2,124.0		
6. GASTOS POR PROTOCOLOS COVID19					\$358.9		
7. COSTOS DEL SERVICIO					\$10,097.7		
8. GASTOS ADM. Y GASTOS. GENE. 10%					\$1,037.2		
COSTO DE OPERACIÓN					\$11,135.0		
9. UTILIDAD 12%					\$1,211.7		
<b>PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/OBRA</b>					<b>\$12,346.7</b>		
<b>CANTIDAD DE PARADAS DE PLANTA MAYORES 2</b>					<b>\$24,693.4</b>		
<b>PRESUPUESTO ANUAL DEL SERVICIO POR PARADAS MAYORES</b>					<b>\$24,693.4</b>		
PLAZO DE ENTREGA DEL SERVICIO (DIAS CALENDARIOS)					15		
DISPONIBILIDAD PARA INICIAR LAS OPERACIONES (DIAS CALENDARIO)					15		

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

**Tabla 20.**

*Presupuesto Anual del Plan de Mejora de disponibilidad*

IMPLEMENTACION DE LA MEJORA DE DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS						
DATOS						
Costo por parada Mayor	12 346.731	\$	de 0.7 % a un 2%			Incremento
Costo por parada Menor	9 276.47	\$				propuesto de
Cantidad de intervenciones parada menores	10.00	Cantidad				disponibilidad de
Cantidad de intervenciones parada mayores	2.00	Cantidad				equipo
CARGOS POR DEPRECIACION						
	0	1	2	3	4	Total
BIENES PARA EL MANTENIMIENTO						
Inversión para recuperar en los cuatro años de contrato de mantenimiento						
Equipos de Metrología	\$ 11 112.08	\$ 3 889.23	\$ 3 889.23	\$ 3 889.23	\$ 3 889.23	\$ 15 556.92
Equipos electrónicos	\$ 5 800.00	\$ 2 030.00	\$ 2 030.00	\$ 2 030.00	\$ 2 030.00	\$ 8 120.00
Herramientas	\$ 3 500.00	\$ 1 225.00	\$ 1 225.00	\$ 1 225.00	\$ 1 225.00	\$ 4 900.00
Gastos Administrativos (acreditación exámenes medico)	\$ 4 082.42	\$ 1 428.85	\$ 1 428.85	\$ 1 428.85	\$ 1 428.85	\$ 5 715.38
Otros Gastos	\$ 5 000.00	\$ 1 750.00	\$ 1 750.00	\$ 1 750.00	\$ 1 750.00	\$ 7 000.00
Total, de bienes Inversión a 01 Año	\$ 29 494.50	10 323.08	Gasto total a 4 años			41 292.30
Total, gasto adicional de bienes con 10% de depreciación por año	\$ 10 323.08	Gasto Invertido por año, pero es financiado a 4 años en la compra de equipos				
Total, de gasto por inversión de compra de equipos	\$ 41 292.30	Gasto total del financiamiento por los 4 años a una tasa de 10% anual				
Total, de gasto por intervención anual por paradas menores	\$ 92 764.70					
Total, de gasto por intervención anual por paradas mayores	\$ 24 693.46					
<b>TOTAL, DE LA INVERSION</b>	\$ 168 750.47					
Gastos Administrativos 10%	\$ 15 875.05					
Utilidad 12%	\$ 19 050.06					
IGV 18%	\$ 28 575.08					
Total, de gastos de la mejora en disponibilidad de equipos	\$ 222 250.66	Gasto por 12 paradas de planta				
DETALLE DE LA INVERSION						
Costo del Precio del Cobre x Kilo	\$ 9.6					
Costo del Precio del Cobre x Tonelada	\$ 9,629					
Proceso de cobre en TM x Día	25000	TM	Tonelada métrica			
Costo de producción por día de concentrado de cobre	\$ 240 725,000	93 % de disponibilidad				
<b>BENEFICIOS DEL AUMENTO DE DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE MOLINOS</b>	más el 0.072 % en su proceso	resultado de aumento por día al 94%	aumento de rentabilidad del 94% de disponibilidad de eficiencia de los equipos de mollienda aportando en un 0.33 % de mejora			
Producción al 93% de disponibilidad x día	\$ 240 725,000	18.0	25018.0	\$ 240 895,322		
Producción al 95% de disponibilidad x día	\$ 240 895,322	con el crecimiento del 2% de aumento de disponibilidad				
Diferencia favorable del aumento de la disponibilidad al 95%	\$ 173,322	por mes \$ 6 022 458,050				
Porcentaje e otros gastos adicionales	\$ 4 302,719	99.3% designado a demás gastos y beneficios				
Porcentaje asignado al Mantenimiento	\$ 30,331	0.7% asignado a la inversión de mejora del mantenimiento				
Inversión x parada de planta	\$ 18,521	Inversión dividida a 12 paradas de planta anuales				
Rentable aplicar la inversión de la mejora continua en aumento de la disponibilidad de los equipos del área de mollienda	\$ 11 810	Monto restante para mejoras de nuevas innovas para la planta				

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

## 5.2 LOGROS ALCANZADOS

Luego de realizar la implementación se logró:

- Maximizar la disponibilidad de los equipos de la línea de mollienda y chancado en la unidad minera.
- Reducir los tiempos de mantenimiento.
- Mejorar la disponibilidad de materiales y repuestos necesarios al momento de realizar los mantenimientos.

### **5.3 DIFICULTADES ENCONTRADAS**

- Adaptación a nuevos métodos de trabajo.
- Incumplimientos de tiempos y cronograma de actividades.
- Comunicación entre la empresa y la unidad minera.

### **5.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS**

- Con la realización de la investigación, se logró una mejora significativa en la planificación de las paradas menores y mayores en la unidad minera.
- Se logró un uso adecuado de los procedimientos de trabajo, ya que al estandarizar las actividades a realizar se logró una mayor disponibilidad de los equipos, menores tiempos en las correcciones, entre otros.
- Se diseñó un plan de capacitaciones a los trabajadores, en la cual contiene temas asociados a las necesidades de los trabajadores, así como, actualizaciones.
- Se lleva un registro de datos estadísticos, el cual tiene información importante, de hechos ocurridos en las paradas. El registro contendrá información sobre tiempos muertos, búsqueda de materiales y repuestos, entre otros.

A continuación, se presentan los nuevos planes de mejora en las paradas mayores y mejores:

**Tabla 21.**

*Plan de mejora – Paradas menores*

Grupo	Actividad	Turno	Personal	Cant	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Grupo de Trabajo	Inicio de soporte del servicio	DÍA	Equipos de trabajo adicional reforzando al equipo mantenimiento con actividades involucradas de manera conjunta en la ejecución de la parada de planta preventivo	7	Consolidado de información anteriores mantenimiento y evaluación de frentes críticos	Consolidación de repuestos y materiales y confirmación de personal para la ejecución	Activación del plan de mejora con la difusión de tareas al personal asignado a la tarea	Reunión previa de coordinación total del servicio de mantenimiento con las áreas involucradas de Planificación. Mantenimiento contrata ejecutoras del servicio	Ejecución del servicio, verificación de que los cambios se concreten al 100 % y también con equipos parados levantar información para el próximo mantenimiento, también levantamiento de información de cambio con más rotación	Entrega de toda la información recolectada y brindada para poder realizar de una manera más enfocada al próximo mantenimiento, en la siguiente parada de planta aportando a poder brindar información a los indicadores de gestión de mantenimiento ya aplicados en la compañía sumando al no tener no fallas esto suma y aumenta la disposición del equipo a la producción esperada

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación



**Tabla 22.**

*Plan de mejora – Paradas mayores*

Grupo	Actividad	Turno	Personal	Cant	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Grupo de Trabajo	Inicio de soporte del servicio	DÍA	Equipos de trabajo adicional reforzando al equipo mantenimiento con actividades involucradas de manera conjunta en la ejecución de la parada de planta preventivo	7	Revisión del informe anterior, revisión del plan de trabajo, revisión de recurso humano solicitado, revisión de los repuestos solicitados, revisión de materiales consumibles	Consolidado de la información recopilada, recopilación y consolidado de toda la información anterior y se plasma en acotar y adecuarse con el recurso para la ejecución del servicio a realizar	Inicio de Parada de planta, Verificación y levantamiento de actividades realizadas recomendando cualquier actividad necesaria para que la mantención sea más eficiente en coordinación con la supervisión y líderes de ejecución en cada frente de trabajo	Consolidado del primer día anterior plasmándolo en una línea de tiempo y un seguimiento a la carga Gantt actualizando y levantando información necesaria para que el informe técnico del servicio de mantenimiento sea más sólido en brindar información necesaria para la ejecución de mantención en el área de molinos evitando las fallas posteriores	Se mantiene y se prosigue en este 3er día de parada de planta con lo planificado inicialmente, consolidando y reportando diariamente durante la ejecución de la mantención de equipos y circuitos en el área de molinos, representando lo inspeccionado y las actividades realizadas reflejadas en la carta Gantt, cada seis horas se estará actualizando y reportando al cliente del avance y del estado del mantenimiento desde el inicio a fin de las actividades	Consolidado la información y entrega de informes técnico fusionado al reporte de mantenimiento, reporte consolidado de los repuestos utilizados, reporte de los materiales consumibles utilizados, reporte consolidado de tareas completadas y tareas faltantes consolidado de reporte en carta Gantt cerrado y el timeline de la misma manera	Reporte revisado en reunión y exposición de lo realizado con reporte ya culminado de lo realizado en la parada de planta validado por el cliente, las actividades realizadas si son las esperadas con este grupo adicionado con exclusividad a la verificación del cambio de componentes y de control y mejora de los de más rotación en todos los equipos y circuitos del área de molinos	Planificación y aporte al próximo plan de trabajo en la parada de planta, mejoras en los planes a los preparativos de planta con mejoras solicitadas a los proveedores de Liners, proveedores de polines, raspadores, dueños de los equipos como los molinos, Feeder, etc., con la finalidad de ahorrar y mejorar el tiempo de paradas preventivas, sumando a la mejora continua y teniendo resultados en el reporte mensual y trimestral de aumento de disponibilidad de equipos no teniendo paradas o fallas imprevistas siendo los equipos más confiables

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

## 5.5 APOORTE DEL TESISISTA EN LA INSTITUCIÓN

El aporte del tesista a la empresa fue muy significativo, ya que el plan de mantenimiento se realiza de manera más efectiva, ya sea en las paradas menores o mayores, aportando:

- Una mejor planificación del mantenimiento por equipo.
- Se logró disminuir las horas de mantenimiento.
- Incrementar la disponibilidad del equipamiento.

Los aportes se pueden apreciar según los siguientes cuadros:

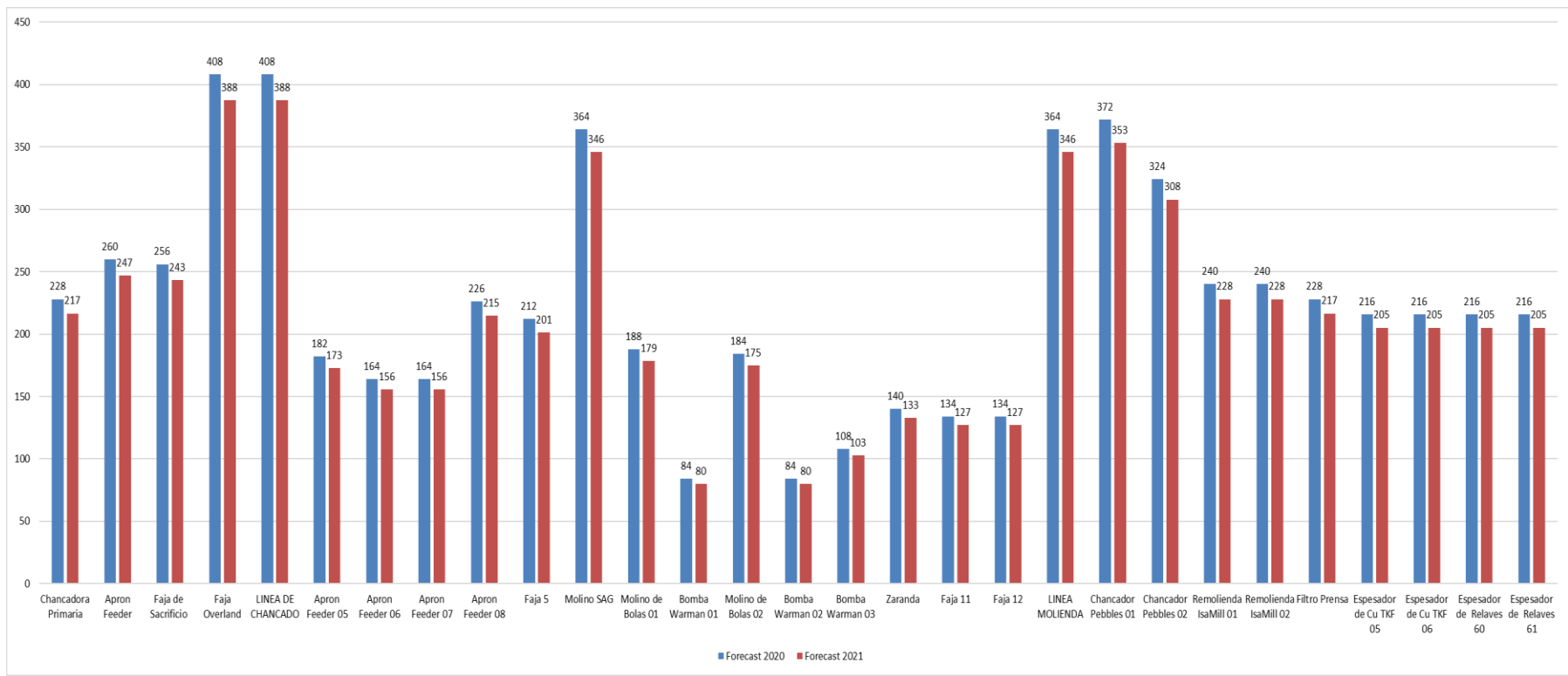
**Tabla 23.**

*Disminución de tiempos de mantenimiento*

<b>EQUIPO</b>	<b>Forecast 2020</b>	<b>Forecast 2021</b>
<b>Chancadora Primaria</b>	228	217
<b>Apron Feeder</b>	260	247
<b>Faja de Sacrificio</b>	256	243
<b>Faja Overland</b>	408	388
<b>LÍNEA DE CHANCADO</b>	408	388
<b>Apron Feeder 05</b>	182	173
<b>Apron Feeder 06</b>	164	156
<b>Apron Feeder 07</b>	164	156
<b>Apron Feeder 08</b>	226	215
<b>Faja 5</b>	212	201
<b>Molino SAG</b>	364	346
<b>Molino de Bolas 01</b>	188	179
<b>Bomba Warman 01</b>	84	80
<b>Molino de Bolas 02</b>	184	175
<b>Bomba Warman 02</b>	84	80
<b>Bomba Warman 03</b>	108	103
<b>Zaranda</b>	140	133
<b>Faja 11</b>	134	127
<b>Faja 12</b>	134	127

<b>LÍNEA MOLIENDA</b>	<b>364</b>	<b>346</b>
<b>Chancador Pebbles 01</b>	<b>372</b>	<b>353</b>
<b>Chancador Pebbles 02</b>	<b>324</b>	<b>308</b>
<b>Remolienda IsaMill 01</b>	<b>240</b>	<b>228</b>
<b>Remolienda IsaMill 02</b>	<b>240</b>	<b>228</b>
<b>Filtro Prensa</b>	<b>228</b>	<b>217</b>
<b>Espesador de Cu TKF 05</b>	<b>216</b>	<b>205</b>
<b>Espesador de Cu TKF 06</b>	<b>216</b>	<b>205</b>
<b>Espesador de Relaves 60</b>	<b>216</b>	<b>205</b>
<b>Espesador de Relaves 61</b>	<b>216</b>	<b>205</b>
<b>Promedio</b>	<b>226</b>	<b>215</b>

**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

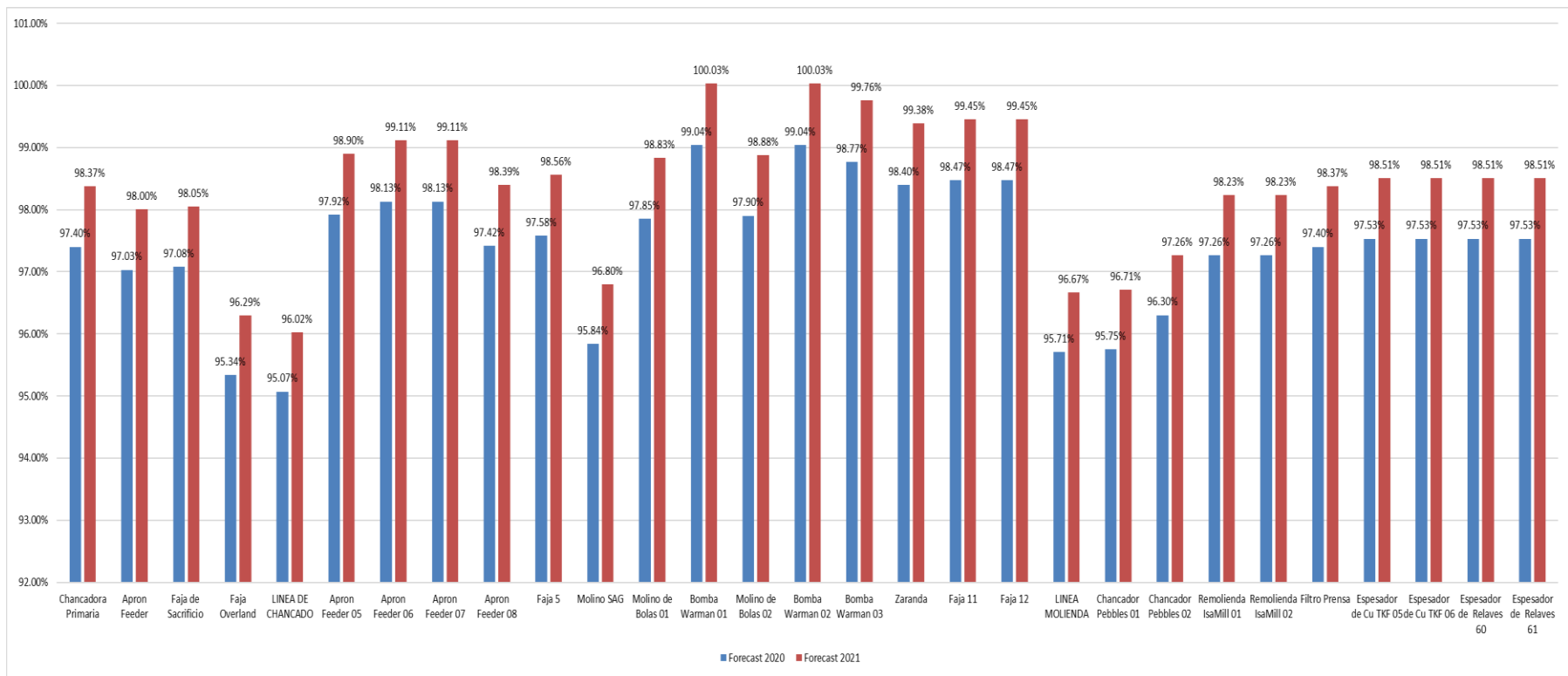


**Figura 11.** Disminución de tiempos  
**Nota:** Realizado por el testista para investigación

**Tabla 24.***Aumento de la disponibilidad*

<b>EQUIPO</b>	<b>Forecast 2020</b>	<b>Forecast 2021</b>
<b>Chancadora Primaria</b>	97.40 %	98.37 %
<b>Apron Feeder</b>	97.03 %	98.00 %
<b>Faja de Sacrificio</b>	97.08 %	98.05 %
<b>Faja Overland</b>	95.34 %	96.29 %
<b>LÍNEA DE CHANCADO</b>	95.07 %	96.02 %
<b>Apron Feeder 05</b>	97.92 %	98.90 %
<b>Apron Feeder 06</b>	98.13 %	99.11 %
<b>Apron Feeder 07</b>	98.13 %	99.11 %
<b>Apron Feeder 08</b>	97.42 %	98.39 %
<b>Faja 5</b>	97.58 %	98.56 %
<b>Molino SAG</b>	95.84 %	96.80 %
<b>Molino de Bolas 01</b>	97.85 %	98.83 %
<b>Bomba Warman 01</b>	99.04 %	100.03 %
<b>Molino de Bolas 02</b>	97.90 %	98.88 %
<b>Bomba Warman 02</b>	99.04 %	100.03 %
<b>Bomba Warman 03</b>	98.77 %	99.76 %
<b>Zaranda</b>	98.40 %	99.38 %
<b>Faja 11</b>	98.47 %	99.45 %
<b>Faja 12</b>	98.47 %	99.45 %
<b>LÍNEA MOLIENDA</b>	95.71 %	96.67 %
<b>Chancador Pebbles 01</b>	95.75 %	96.71 %
<b>Chancador Pebbles 02</b>	96.30 %	97.26 %
<b>Remolienda IsaMill 01</b>	97.26 %	98.23 %
<b>Remolienda IsaMill 02</b>	97.40 %	98.37 %
<b>Filtro Prensa</b>	97.03 %	98.00 %
<b>Espesador de Cu TKF 05</b>	97.08 %	98.05 %
<b>Espesador de Cu TKF 06</b>	95.34 %	96.29 %
<b>Espesador de Relaves 60</b>	95.07 %	96.02 %
<b>Espesador de Relaves 61</b>	97.92 %	98.90 %
<b>Promedio</b>	<b>98.13 %</b>	<b>99.11 %</b>

*Nota:* Realizado por el tesista para investigación



**Figura 12.** Aumento de la disponibilidad  
**Nota:** Realizado por el tesista para investigación

## CONCLUSIONES

Se alcanzó aumentar la disponibilidad de los equipos, debido a que, de forma previa, se obtuvo un 98.13%, pero luego de implementar el plan de mantenimiento se obtuvo un 99.11 %, lo que indica un aumento de un 0.99 % en la disponibilidad de equipo, lo que se traduce en un beneficio de carácter económico para la unidad minera. Esto debido a las mejoras implantadas durante la ejecución de las actividades en el momento de las paradas de planta, tanto con el de las fajas transportadoras como en el circuito de moliendas.

Los tiempos de mantenimiento fueron reducidos, ya que antes de la implementación se encontraban en promedio en 226 horas y disminuyeron a 215 horas, lo que indica una disminución del 5.26 %. Demostrando de esta manera, que la implementación de la propuesta da buenos resultados a la empresa, lo que se traduce en rentabilidad.

Al mejorar la comunicación entre la empresa y la unidad minera, se mejoró la disponibilidad de repuestos y también se disminuyeron los tiempos de búsqueda. Demostrando así que la comunicación, entre los involucrados, mejora el proceso de las paradas, ya que se mantiene al día las ocurrencias o situaciones anormales que se presentan, logrando de esta forma una mejor planificación y mejorar las actividades de forma adecuada, de esta manera disminuyendo los tiempos, aumentando la disponibilidad y equipos y aumentando la rentabilidad.

## RECOMENDACIONES

A la empresa, invertir en capacitaciones y actualizaciones asociadas a la relación y mantenimiento de maquinaria pesada utilizada en minería, de todos los trabajadores en temas específicos en cuanto a la reparación y mantenimiento de maquinarias y equipos.

Realizar revisiones periódicas al plan de mantenimiento, con el propósito de tenerlo actualizado según las necesidades de diferentes los clientes, de manera que todo este actualizado a las necesidades de los clientes, y a los requerimientos de las áreas a realizar los mantenimientos.

Realizar reunión al menos con 3 días de antelación antes de realizar la búsqueda y adquisición de los diferentes repuestos que se necesitarán para realizar los mantenimientos. Buscando con esto mejorar las paradas programadas, según las fallas de las maquinarias y tener al personal disponible, que tenga los conocimientos necesarios para realizar las reparaciones en el tiempo programado.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAMIRANO, M. Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de los equipos de línea amarilla en obras civiles para la empresa Oslo S. A. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, 2021. 108 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29312>
- ALVA, R. Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos de la Empresa Mur Wy SAC. en el Proyecto Cerro Corona. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 154 pp. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/14694>
- AGUILAR, S., 2021. Gestión de mantenimiento de equipos y productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en período 2019-2020. S.I.: Universidad César Vallejo.
- AMAMBAL, F. & HUATAY, C. Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. - Arequipa, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. 150 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14562>
- AMARTYA, S. La Calidad de Vida. México: Fondo de Cultura Económica. 1998.
- ASENCIOS, J. Calidad de vida en salud y molestias musculo esqueléticas en trabajadores de una empresa del sector textil de Lima Metropolitana. Tesis (Maestro en Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente). Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/3758>
- ATELIER, L. Prevención de Transtornos Musculo esqueléticos en el Lugar de Trabajo. En L. Atelier, & D. I. Nelson (Ed.), Protección de la Salud de los Trabajadores. Berlín: Jos C.M. Mossink. 2004
- BAZÁN, Y. (2019). Relación de la Calidad de vida en Salud y Molestias Musculo Esqueléticas en Trabajadores. Tesis de Maestría, Universidad Peruano Cayetano Heredia, Lima.
- BERNAL, C. Metodología de la Investigación. 3ra ed. Bogotá: Pearson. 2010
- BLANCO, E. Molienda. Universidad de Cantabria, 2017. 1-55.
- BOTERO, B. & PICO, M. Calidad de Vida Relacionada con la Salud en Adultos Mayores de 60 años. Hacia la Promoción de la Salud, 2007. 12(1), pp.11-24. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-75772007000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772007000100002&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0121-7577.

- BUENAÑO, L.; VILLAGRÁN, W. & SANTILLÁN, C. Utilización de la auditoría de mantenimiento y el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) como herramientas para la identificación de problemas en la gestión de mantenimiento de locomotoras en empresas de ferrocarriles. Revista Científica FIPCAEC, 2019. 4(4), 171-198. Disponible en: <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/129>
- BUSTAMANTE, J. Neuroanatomía Funcional, 2da. ed. Colombia: Librería Medical Celsus. 1996
- CAMPOS, O., TOLENTINO, G. & TOLENTINO, R. Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 2019. 23(1), 51-59.
- CAMPOS, I. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la Empresa de Transporte Sayvan E.I.R.L. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018. 136 pp. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1751>
- CASTRO, E. y VÍLCHEZ, L., 2020. Plan de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del taller de creaciones "Shello" Chiclayo-2020. S.I.: Universidad Señor de Sipán.
- CÁRCEL, J., 2014. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial. S.I.: OmniaScience. ISBN 8494187279.
- CARRERA, E. & VIVANCO, H. Anatomía, 1ra. ed. Guayaquil-Ecuador: Editores Grupo Compas 2018.
- CARRIE, L. Ejercicio Terapéutico Recuperación Funcional, 1ra. ed. Barcelona - España: Paidotribo Les Guixeres. 2006
- CARDOZO, G. y CORNEJO, A., 2021. Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de una empresa constructora, Chiclayo-2020. S.I.: Universidad Señor de Sipán.
- GUANILO, R. Nivel de Practicas Preventivas de Lesión Musculoesquelético en Internos de Terapia Física y rehabilitación. Hogar clínica San Juan de Dios, 2018. Tesis (Título de Tecnólogo Médico). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. 77 pp. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10518>

- CMMS. Los objetivos de la Gestión del Mantenimiento. 2021. Disponible en: <https://cmms.pe/objetivos-de-la-gestion-de-mantenimiento-2/>
- DE LA CRUZ, A. e YPARRAGUIRRE, M., 2021. Propuesta de mejora para reducir costos operacionales en la gestión de mantenimiento y servicios de maquinaria agrícola de la empresa Cartavio SAA. S.I.: Universidad Privada del Norte.
- DE LA ROSA, C. & TORRES, S. Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera. Tesis: (Título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2020, 99 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24370>
- DONALD, P., & PENNIFER, E. Calidad de Vida en la Evaluación y Asignación de Recursos de la Atención Médica. En P. Donald, & E. Pennifer, Estado de Salud y Política de Salud, 1993. pág. 478. Nueva York: Oxford University Press.
- ESPINOSA, J. et al. Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipos consumidores de energía eléctrica. Centro Azúcar, 2020. 47(1), 22-32
- ESPINOZA, J. Plan de gestión de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada para incrementar la disponibilidad de equipos en la Empresa Cenfomin Educación SAC, Cajamarca - 2018. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú - Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. 90 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30040>
- FUENTES, L., 2019. Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la productividad en el área de fabricación de productos cosméticos de la Empresa Yobel SCM SA Los Olivos, 2019. S.I.: Universidad César Vallejo.
- GARCÍA, G., 2018. Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM). S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- GARCÍA-ASTILLERO, A. Qué es impacto ambiental negativo y positivo con ejemplos. Ecologiaverde.com. 2019. [fecha de consulta: 16 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-impacto-ambiental-negativo-y-positivo-con-ejemplos-1512.html>
- GARCÍA, J., CÁRCEL, J. & MENDOZA, J. Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. 3C Tecnología, 2019. 8(2), 50-67.
- GÓMEZ, E. Dolor. Definición. Diaginterdisciplinar. Ciclo Formativo. UCPD Segovia. 2014

- GONDRES, I., LAJES, S. & DEL CASTILLO, A. Gestión del mantenimiento a interruptores de potencia. Estado del arte. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2018. 26(2), 192-202.
- GONZÁLES, J. et al. Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE. *Revista Ingeniería Industrial*, 2018. 17(3), 209-225.
- GONZÁLES, M., LACASTA, M., & ORDÓÑEZ, A. Valoración Clínica en el Paciente con Cáncer. España: Editorial Medica Panamericana. 2006
- GUERRA, E. & MONTES DE OCA, R. Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 2019. 45, 14-21.
- HEALTH, O. Costitution of the World. 2009
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. 6ª ed. McGraw Hill. 2014
- HERNÁNDEZ, E., MURILLO, S., & SOLANO, A. Riesgo de Alteraciones Musculoesqueléticas en Cuidadores Informales. *Psicología del Deporte*, 2017. 26(2).
- HURTATIS, H. Matriz de Vester: Metodología. Lima – Perú, 2016  
<https://polpublicas.files.wordpress.com/2016/08/matriz-vester-y-recomendaciones-pdf.pdf>.
- IMÁN, M., & REQUE, J. Gestión de mantenimiento para incrementar la eficiencia global de los equipos de la empresa Tablenorte S.A.C. La Victoria-Sede Principal. Tesis (Ingeniero Industrial). Pimentel - Perú: Universidad Señor de Sipán, 2020, Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7814>
- IVANCEVICH, J., LORENZI, P. & SKINNER, S. Gestión: Calidad y Competitividad. Madrid: McGraw- Hill Interamericana. 1997
- JULCA, L., 2018. Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa Fabricaciones Metálicas Carranza SAC. S.I.: Universidad Privada del Norte.
- JURAN, J., & GODFREY, B. Manual de Calidad, 5ª ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 2001
- LAGOS, C. et al. Intelligent management of the energy in copper mining, using predictive supervision systems. 7th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC), 2018, pp. 70-75, doi: 10.1109/ICCCC.2018.8390439.

- LEMUS, N., PARRADO, R. & QUINTANA, G. Calidad de Vida en el Sistema de Salud. Revista Colombiana de Reumatología, 2014. 21(1).
- Linares, V. UF2238: Diagnósis de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial. IC Editorial. 2015. ISBN: 978-84-9198-337-8
- MACEDO, D. & LÓPEZ, F. Modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad en equipos subterráneos en una empresa de mediana minería en Ayacucho-Perú, utilizando RCM. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020 190 pp. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653812>
- MANEJO Ambiental a los componentes de la CP. (10 de septiembre de 2013). Manejo de los componentes del computador: [fecha de consulta 10 de abril de 2021 8]. Disponible en: <http://manejodecomponentesdelpc.blogspot.com/2013/09/man1ejoambiental-se-denominaplan-de.html>
- MARCA, L., 2021. Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad en una empresa minera del sur. S.I.: Universidad Señor de Sipán.
- MENDOZA, A. Proyecto de Implementación de una Planta de Óxidos de Cobre de 220 TMPD en el distrito de Yarabamba. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. 73 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8689>
- MORA, L., 2009. Mantenimiento-planeación, ejecución y control. México: Alfaomega Grupo Editor. ISBN 607707344X
- MOSCOSO, C. et al Integral Model of Maintenance Management Based on TPM and RCM Principles to Increase Machine Availability in a Manufacturing Company. International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies. (1018), 2020. 878-884.
- MOUBRAY, J., 2004. *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Gran Bretaña: Aladon Ltda. ISBN 09539603-2-3.
- NAVARRO, C. Calidad de Vida, Trabajo y Salud en los Profesionales Sanitarios: un estudio en el Hospital General Universitaria de Alicante. Tesis (Grado de Doctora). Alicante: Universidad de Alicante, 2015. 546 pp. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/53705/1/tesis\\_peydrro\\_navarro.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/53705/1/tesis_peydrro_navarro.pdf)
- ÑAUPAS, H. et al. Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2018

- OBESO, A., YAYA, J. & CHUCUYA, R. Implementación del mantenimiento productivo total en la mejora de la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado. *lignosis*, 2020. 5(2), 126-138.
- OBREERAS, S. Manual de Transtornos Musculoesqueléticos. España, Madrid: secretaria de Salud Laboral, Castilla y León. 2015
- OKWUOBI, S. et al. A Reliability-Centered Maintenance Study for an Individual Section-Forming Machine. *Machines*, 2018, 6(50), 1-17.
- OLMEDO, C., 2019. Evaluación de la gestión del mantenimiento en generadores eléctricos para las agencias críticas de BANECUADOR BP, y propuesta del sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad y costos del ciclo de vida, bajo la norma ISO 55001 AE 16646, para el p. S.I.: Universidad Internacional del Ecuador.
- ORTEGA, E. 1. Handling and Processing of Food Powders and Particulars. En C. Onwulata, *Encapsulated and Powdered Foods 2005* (págs. 75-144). Taylor & Francis Group.
- PALOMINO, A., et al. TPM Maintenance Management Model Focused on Reliability that Enables the Increase of the Availability of Heavy Equipment in the Construction Sector. *The 9th AIC 2019 on Sciences & Engineering*, 2020, 796, 2-11.
- PEÑA, E. Terminología Médica, 4ª ed. México: McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S.A. 2011
- PEREZ DE LA PLAZA, F. Cuidados y Auxiliares de Enfermería. *Centro de Enseñanza Online*, 5. 2015
- PÉREZ, L., CARDERO, Y. & GARCELL, L. Modelo matemático para describir la distribución granulométrica de la fase dispersa de las suspensiones de laterita. *Tecnología Química*, 2009, 24, 83-91.
- PINTO, K. Análisis de los factores de estimación de competencia del mineral para la predicción del comportamiento mineralógico durante la molienda. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2021. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13766>
- PRETELL, C., BACILIO, A. Gestión del mantenimiento del área de molienda de una minera aurífera aplicando el TPM para mejorar su eficacia. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2021, 98 pp. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16733>
- PUIGDESENS, A. La Calidad de Vida Relacionada con la Salud de los Niños con Parálisis. Tesis (Grado de Doctor). España: Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación. 2015

- RAMIREZ, S., & PAEZ, A. Movilización del Paciente, 1ª ed. Malaga: Editorial Vertice, 2008, ISBN: 8492578475
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la Lengua Española. Calidad. 2022 disponible en: <https://dle.rae.es/calidad?m=form>
- REINA, F. et al. El mantenimiento predictivo, eficaz para sistemas eléctricos de potencia. Polo del Conocimiento, 2017. 14(2), 134-144.
- REYNOSO, J., 2021. Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo y su influencia en la disponibilidad mecánica en la línea blanca y amarilla de la Empresa Multiservicios San Francisco de Asís Yarusyacán-Pasco-2019. S.l.: Universidad Continental
- ROJAS, M. Dolor Musculoesquelético en la Población Trabajadora de Centro América y su Relación con los factores psicosociales laborales de riesgo: I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud. Tesis (Grado de Doctor). Barcelona: Universidad Pompeu Fabra, 2016. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/456308#page=1>
- SALAZAR, A. M., & LOZADA, D. Optimización de una operación minera (geometalurgia) – caso de estudio Minereicis S.A. FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo, 2018, 1(1), 15-19.
- SALUD, O. M. Transtornos Musculoesqueléticos. 2021
- SOMOCURCIO, A., & LUQUE, F. Sobrecarga del Cuidador y la Aceptación de los Padres frente a la discapacidad de sus hijos. Tesis (grado de: Magister en Psicología Clínica y Educativa del Niño y del Adolescente). Arequipa: Universidad de San Agustín de Arequipa, 2017. 86 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5345>
- SOTO, F. La Calidad de Vida Relacionada con la Salud Como Medida de Resultados en Pacientes. Revistas de la Sociedad Española Del Dolor, 2004, 11(8).
- THAWKAR, A., TAMBE, P., & DESHPANDE, V. A reliability centred maintenance approach for assessing the impact of maintenance for availability improvement of carding machine. International Journal of Process Management and Benchmarking, 2018, 8(3), 318-339.
- TORRES, E., GUANIPA, A., & MIJARES, J. Mejoras en el Proceso de Molienda de Minerales No Metálicos. Semilleros, 2017. 4(7), 22-43.
- VARGAS, F. Influencia del Dolor Musculoesquelético en la Calidad de vida. 2018
- VELARDE, E., & AVILA, C. Evaluación de la Calidad de Vida. Salud Pública de México, 2022, 44(4). 349-361

- VISCAÍNO, M. et al. Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del instituto ecuatoriano de seguridad social de la zona 3 del Ecuador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 2019, (22), 59-71.
- WAKIRU, J. et al. Maintenance optimization: Application of remanufacturing and repair strategies. *Procedia CIRP*, 2018. 69, 899-904.
- WHOQLL, G. Calidad de Vida. Programa de Salud Mental 2005 (11).
- ZAMBRANO, J., & PÉREZ, J. Estudio de la aplicación del mantenimiento predictivo en motores diésel en la provincia de Manabí. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*, 2021. 4(8), 96-116.

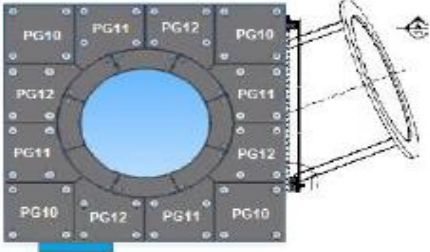


## **ANEXOS**

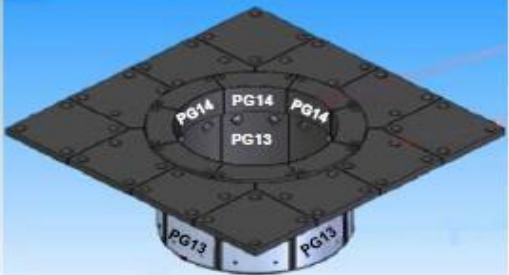
## Anexo 1. Formato de inspección de circuito de Molinos alimentación

PM CHUTE DE TRANSFERENCIA 0310-MLB-0001				
Equipo			OT	
Supervisor			Guardia	
Ejecutor			Fecha	



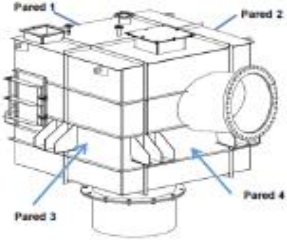
COLUMBIA  
A00050

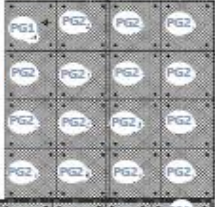


PISO CHUTE DE TRANSFERENCIA

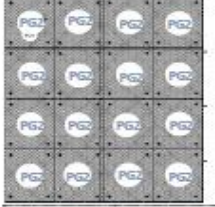
COMPONENTE	MANTENIMIENTO			CONDICION			COMENTARIO
	REVESTIMIENTOS	CAMBIO	REPARAC	ROTACION	NORMAL	SEMICRITIC	
	EJECUTADO	CANTIDAD					
PG-10							.....
PG-11							.....
PG-12							.....
PG-13							.....
PG-14 (BOQUILLA)							.....






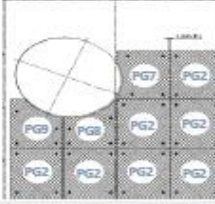
Pared 1



Pared 2



Pared 3



Pared 4

PAREDES DEL CHUTE

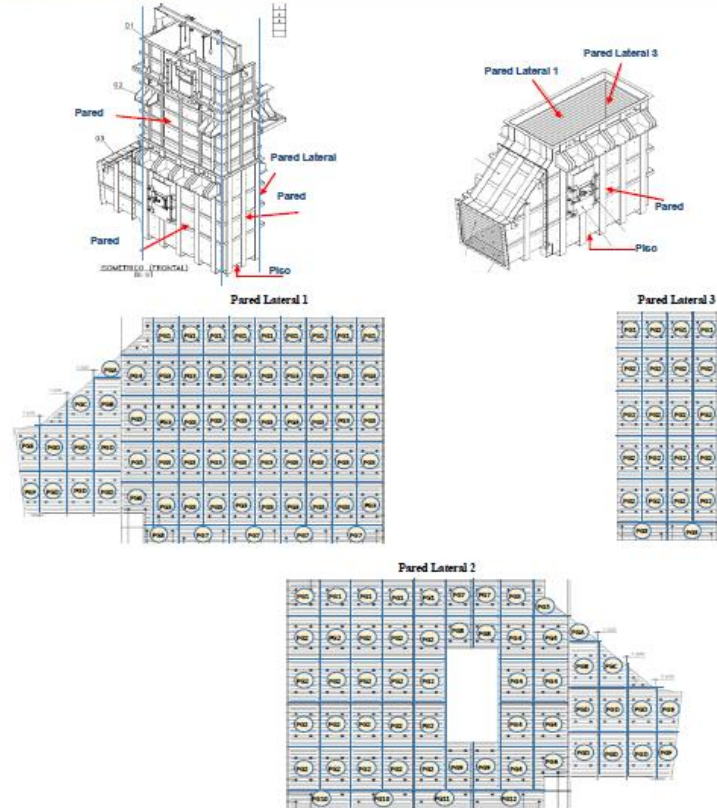
COMPONENTE	MANTENIMIENTO			CONDICION			COMENTARIO
	REVESTIMIENTOS	CAMBIO	REPARAC	ROTACION	NORMAL	SEMICRITIC	
	EJECUTADO	CANTIDAD					
PG-1							.....
PG-2							.....
PG-3							.....
PG-4							.....
PG-5							.....
PG-6							.....
PG-7							.....
PG-8							.....
PG-9							.....

## Anexo 2. Formato de inspección de circuito de Molinos descarga

### CHUTE DE DESCARGA MOLINO DE BOLAS 1

Equipo		OT	
Supervisor		Guardia	
Ejecutor		Fecha	

#### ARREGLO GENERAL CHUTE DE DESCARGA



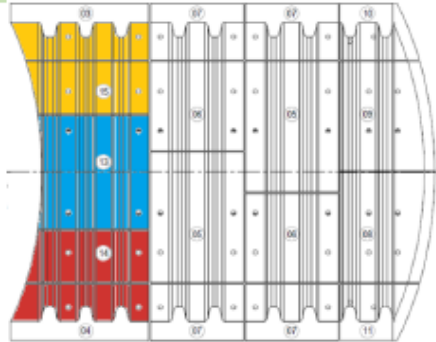
### Anexo 3. Formato de inspección de circuito de Molinos Canaletas

CANALETA DE DESCARGA MOLINO DE BOLAS 1				
Equipo			OT	
Supervisor			Guardia	
Ejecutor			Fecha	
ARREGLO GENERAL CANALETA DE DESCARGA				

## Anexo 4. Formato de inspección de circuito de Molino SAG chute de alimentación

PM CHUTE DE ALIMENTACION MOLINO SAG				
Equipo			OT	
Supervisor			Guardia	
Ejecutor			Fecha	

### RESBALON CHUTE DE ALIMENTACION

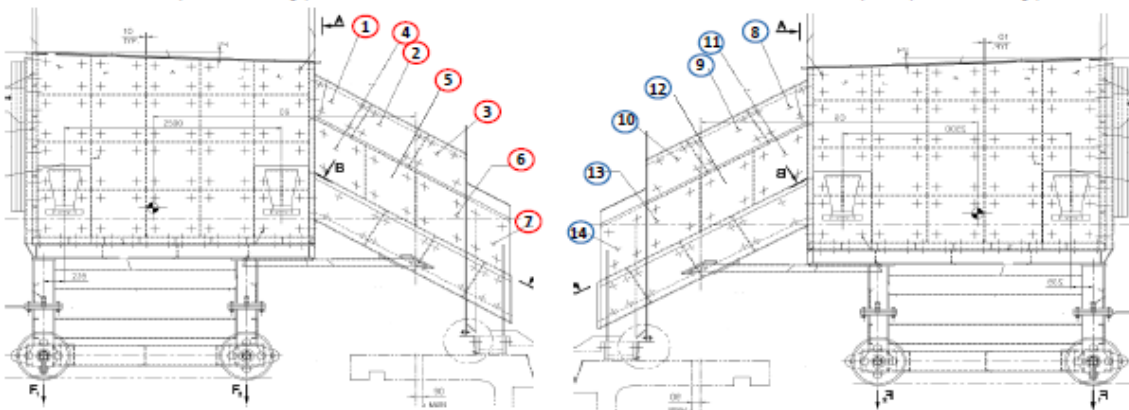


COMPONENTE	ANILLO	ITEM	MANTENIMIENTO			CONDICION			COMENTARIO
			CAMBIO		EN OBSERVACION	NORMAL	SEMICRITICA	CRITICA	
			SI	NO					
1ER ANILLO		03							
1ER ANILLO		16							
1ER ANILLO		13							
1ER ANILLO		14							
1ER ANILLO		04							
2DO ANILLO		07							
2DO ANILLO		06							
2DO ANILLO		07							
3ER ANILLO		07							
3ER ANILLO		06							
3ER ANILLO		06							
3ER ANILLO		07							
4TO ANILLO		10							
4TO ANILLO		08							
4TO ANILLO		08							
4TO ANILLO		11							

### PAREDES LATERALES CHUTE MOVIL

Pared Lateral Derecha (Sentido de la carga)

Pared Lateral Izquierda (Sentido de la carga)



### PAREDES DEL CHUTE

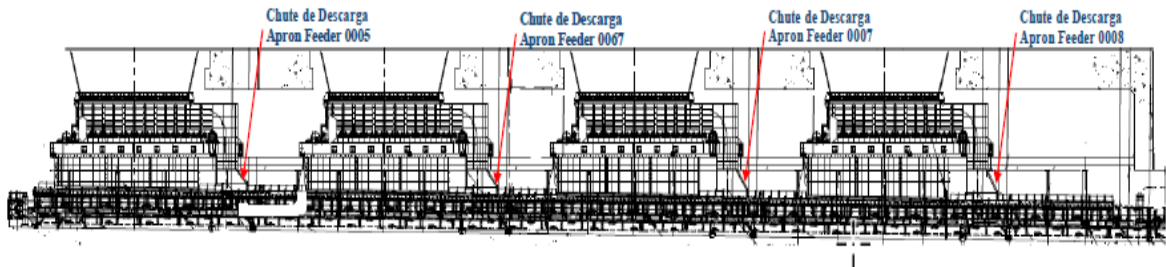
COMPONENTE	MANTENIMIENTO		COMPONENTE	MANTENIMIENTO		COMENTARIO
REVESTIMIENTOS	CAMBIO		REVESTIMIENTOS	CAMBIO		
PARED LATERAL DERECHA	SI	NO	PARED LATERAL IZQUIERA	SI	NO	
L-1			L-8			

## Anexo 5. Formato de inspección de los Apron Feeder

### CHUTE DE ARRASTRE FAJA CVB-0005

Equipo			OT	
Supervisor			Guardia	
Ejecutor			Fecha	

### ARREGLO GENERAL CHUTE DE ARRASTRE FAJA 5

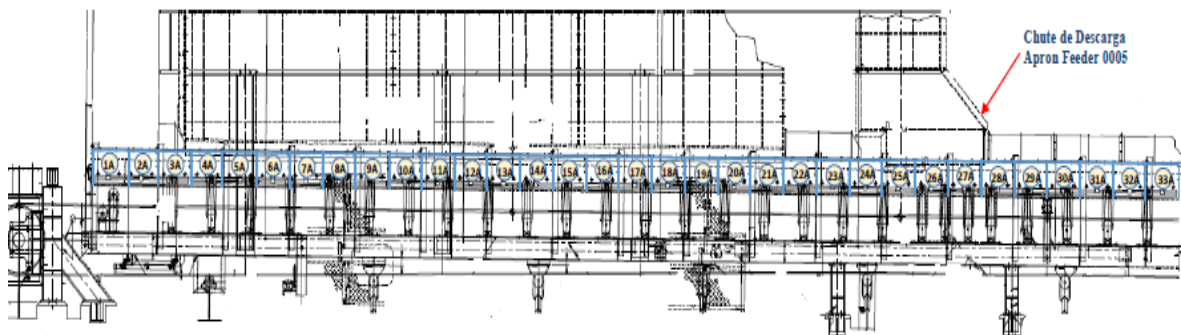


### CHUTE DE ARRASTRE (DESCARGA FEEDER FEA-005)

COMPONENTE CHUTE ARRASTRE	MANTENIMIENTO			COMPONENTE CHUTE ARRASTRE	MANTENIMIENTO			COMPONENTE CHUTE ARRASTRE	MANTENIMIENTO		
	CAMBIO		BUEN ESTADO		CAMBIO		BUEN ESTADO		CAMBIO		BUEN ESTADO
	A	B			A	B			A	B	
1				12				23			
2				13				24			
3				14				25			
4				15				26			
5				16				27			
6				17				28			
7				18				29			
8				19				30			
9				20				31			
10				21				32			
11				22				33			

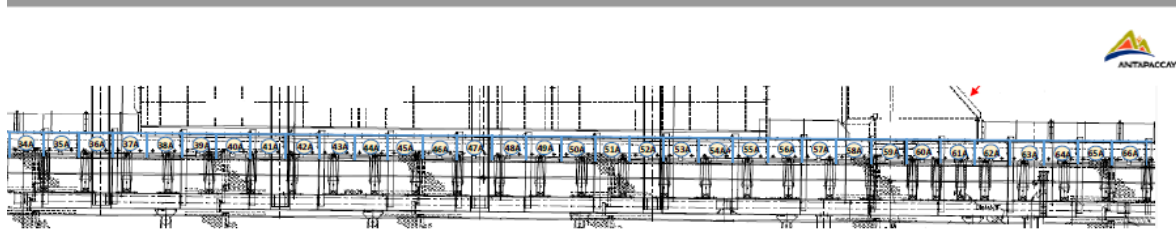
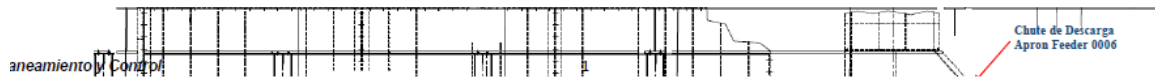
\* En los recuadros blancos indicar el liner cambiado: Liner A (Lado derecho en dirección de la carga), Liner B (lado izquierdo en dirección de la carga)

\* En el grafico marcar con una X los liners cambiados.



## Anexo 6. Formato de inspección y cambio de polines de las fajas transportadoras

COMPONENTE	MANTENIMIENTO			COMPONENTE	MANTENIMIENTO			COMPONENTE	MANTENIMIENTO		
	CAMBIO		BUEN ESTADO		CAMBIO		BUEN ESTADO		CAMBIO		BUEN ESTADO
	A	B			A	B			A	B	
34				45				56			
35				46				57			
36				47				58			
37				48				59			
38				49				60			
39				50				61			
40				51				62			
41				52				63			
42				53				64			
43				54				65			
44				55				66			



## Anexo 7. Formato de Inspección de las fajas transportadoras

CUADRO DEL CAMBIO DE POLINES									
ITEM	TIPO DE POLIN		N° DE BASTIDOR	MARCA DE POLIN	POSICION DE LOS POLINES			PROBLEMA	OBSERVACION
	B	B			I	C	D		
1	X		501	ULMA		X		2	incremento de ruido
3	X		563	ULMA	X			1	falla de rodamiento
4	X		663	ULMA	X		X	1	falla de rodamiento
5	X		698	ULMA	X			2	incremento de ruido
6	X		649	ULMA	X	X		2	incremento de ruido
7	X		858	ULMA		X		4	incremento de temperatura
8	X		859	ULMA		X	X	1	falla de rodamiento
9	X		884	ULMA	X			1	falla de rodamiento
10	X		914	ULMA	X	X		1	falla de rodamiento
11	X		955	ULMA	X			1	falla de rodamiento
12	X		956	ULMA	X	X		1	falla de rodamiento
13	X		1031	ULMA		X		1	falla de rodamiento
14	X		1038	ULMA		X		1	falla de rodamiento
15	X		1081	ULMA		X		2	incremento de ruido
16	X		1235	ULMA	X			2	incremento de ruido
17	X		1335	ULMA	X			2	incremento de ruido
18	X		1825	ULMA		X		1	falla de rodamiento
23	X		2567	ULMA	X			1	falla de rodamiento
24	X		2664	ULMA			X	1	falla de rodamiento
26	X		2673	ULMA			X	1	falla de rodamiento
34	X		1469	ULMA	X			1	falla de rodamiento
35	X		1470	ULMA			X	3	incremento de vibracion
36	X		1531	ULMA	X			2	incremento de ruido
37	X		1556	ULMA	X			1	falla de rodamiento
38	X		1590	ULMA		X		1	falla de rodamiento
39	X		1594	ULMA		X		1	falla de rodamiento
40	X		1602	ULMA		X	X	1	falla de rodamiento
41	X		1700	ULMA	X	X		1	falla de rodamiento
54	X		2079	ULMA	X			1	falla de rodamiento
55	X		2080	ULMA	X			1	falla de rodamiento
56	X		2246	ULMA	X			1	falla de rodamiento
57	X		2274	ULMA	X			1	falla de rodamiento
58	X		2425	ULMA	X			1	falla de rodamiento
59	X		2567	ULMA	X			1	falla de rodamiento
60	X		2664	ULMA			X	1	falla de rodamiento
61	X		2673	ULMA			X	1	falla de rodamiento
62	X		2748	ULMA	X			2	incremento de ruido
63	X		2762	ULMA			X	1	falla de rodamiento
64	X		2865	ULMA			X	1	falla de rodamiento
65	X		2905	ULMA			X	4	incremento de temperatura