

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

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“MEJORA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA
LA OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EN EL ÁREA
DE MOLINO DEL CLIENTE SOCIEDAD MINERA CERRO
VERDE, DE LA EMPRESA IMCOSERVICIOS S.A.C.”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
VELASQUEZ APAZA CHRISTIAN DIEGO**

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

LIMA – PERÚ, MAYO 2022



DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Suficiencia Profesional a mi madre, quien siempre estuvo apoyándome y pese a las adversidades siguió junto a mi persona para poder obtener el título de Ingeniero Industrial.





AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi madre, padre, esposa y hermana por el apoyo constante, que me ha permitido lograr culminar con este Trabajo de investigación.





INTRODUCCIÓN

La gestión de mantenimiento ha ido evolucionando en las empresas a nivel del mundo; el sistema de trabajo consiste en establecer planes de mantenimiento eficientes mediante el uso de sistemas sofisticados, la misión de estos sistemas es evitar paradas no programadas y hacer una línea continua permanente entre la empresa y el área de mantenimiento, logrando que la vida útil de los activos o maquinaria que participa de sistema de producción, sea óptima y confiable.

La gestión de mantenimiento requiere del apoyo de otras áreas como soporte para garantizar el cumplimiento de los objetivos. En el caso del área logística se espera una selección adecuada de proveedores, homologarlos y tener la disponibilidad de los recursos en tiempo, calidad y precios competitivos. El manejo de los inventarios de repuestos es fundamental para contrarrestar los riesgos de ruptura de stock, mantenimiento no realiza actividad sino encuentra el material en almacén; por lo que, el impacto es determinante al quedarse una máquina inoperativa a la espera de recursos.

La herramienta de apoyo para mejorar la gestión de mantenimiento, es el ciclo de Deming.; esta metodología requiere del desarrollo de cuatro pasos fundamentales, inicia con la planificación, encontrando la causa raíz del problema y establecer oportunidades de mejora en el área productiva; sigue con el paso “hacer” que requiere establecer los parámetros de mantenimiento, tipo de equipo, costo y precio. Con el tercer paso se requiere de formatos administrativos para controlar las actividades de mantenimiento. Finalmente, con el cuarto paso que corresponde al “actuar” se generan el análisis de los reportes con la finalidad de estandarizarlos y hacer una costumbre en el desempeño como equipo de trabajo.





RESUMEN

El trabajo de suficiencia profesional titulado: “Mejora de la gestión del mantenimiento para la optimización de las operaciones en el área de molino del cliente sociedad minera cerro verde, de la empresa Imco Servicios S.A.C., tiene por objetivo general plan de mejora para la gestión de mantenimiento en el área de molino del cliente SMCV S.A., con la utilización de la metodología PHVA.

En el Capítulo I, se describe a la empresa análisis de estudio, se explica a qué se dedica la empresa, y cuáles son sus actividades empresariales, dejando constancia que tiene una organización que responde a niveles de autoridad.

En el Capítulo II, se hace la descripción de la realidad problemática, en el cual se explica que se presentan tiempos muertos en las actividades de mantenimiento, la existencia de cambio de prioridades y paradas de máquina por mala coordinación.

En el Capítulo III; se desarrolla el trabajo de suficiencia profesional, cada objetivo específico se va desarrollando. Al aplicar PHVA, se trabaja con cuatro pasos, el primero es planificar la gestión del mantenimiento, el segundo es hacer la gestión del mantenimiento, el tercero verifica si se cumple con los procedimientos en las actividades, si se compran los materiales a tiempo y con proveedores de calidad y finalmente los procesos se estandarizan logrando mejores tiempos de producción, mejores costos. El detalle del costo de la implementación asciende a un total anual de 172,586.0 soles. Como conclusiones, se logró realizar tres diagramas de causa efecto, para cada problema específico, que son: tiempos muertos en las actividades de mantenimiento, parada de los activos por una mala coordinación entre otras áreas y cambios en las prioridades de mantenimiento. Se determinó que el sobre costo promedio en la planificación del mantenimiento es de 623,253.73 soles anuales, lo que en promedio indica a un 31% superior al presupuesto planificado

Palabras claves: gestión de mantenimiento, molino, zaranda.





ABSTRACT

The professional sufficiency work entitled "Improvement of maintenance management for the optimization of operations in the mill area of the client mining company Cerro Verde, of the company Imco Services S.A.C., has as its general objective an improvement plan for maintenance management in the mill area of the client SMCV SA, with the use of the PHVA methodology.

In Chapter I, the study analysis company is described, it is explained what the company is dedicated to, and what its business activities are, stating that it has an organization that responds to levels of authority.

In Chapter II, the description of the problematic reality is made, in which it is explained that there are dead times in maintenance activities, the existence of change of priorities and machine stops due to poor coordination.

In Chapter III; the work of professional sufficiency is developed; each specific objective is developed. When applying PHVA, we work with four steps, the first is to plan maintenance management, the second is to carry out maintenance management, the third verifies if the procedures are followed in the activities, if the materials are purchased on time and with quality suppliers and finally the processes are standardized achieving better production times, better costs. The detail of the cost of the implementation amounts to an annual total of 172,586.0 soles. As conclusions, it was possible to make three diagrams of cause and effect, for each specific problem, which are: downtime in maintenance activities, stoppage of assets due to poor coordination between other areas and changes in maintenance priorities. It was determined that the average cost overrun in maintenance planning is 623,253.73 soles per year, which on average indicates 31% higher than the planned budget.

Keywords: maintenance management, mill, screen.

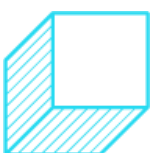




TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT.....	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	2
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.....	4
1.3.1. Misión.....	4
1.3.2. Visión	4
1.3.3. Objetivo estratégico	4
1.3.4. Valores.....	5
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
1.5. ANÁLISIS EXTERNO DE LA EMPRESA	8





1.5.1.	Las cinco fuerzas de Porter	8
1.5.2.	Análisis de la matriz FODA	9
1.5.3.	Análisis PESTEL	10
CAPÍTULO II	12
REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA	13
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	22
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	22
CAPÍTULO III	24
DESARROLLO DEL PROYECTO	24
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO	25
3.1.1.	Antecedentes de la investigación.....	25
3.1.2.	Bases teóricas	29
3.1.3.	Bases normativas.....	32
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO	32
3.2.1.	Planificación de la gestión del mantenimiento	32
3.2.2.	Hacer de la gestión del mantenimiento	43
3.2.3.	Verificar de la gestión de mantenimiento	59
3.2.4.	Actuar de la gestión del mantenimiento	62
3.3.	COSTOS DEL PROYECTO	64





3.4.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	67
3.5.	CONCLUSIONES	68
3.6.	RECOMENDACIONES	69
	CAPÍTULO IV.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	CAPÍTULO V.....	73
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	73
	CAPÍTULO VI.....	75
	ANEXOS	75





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Actividades de la Empresa en SMCV	3
Figura 2	Ubicación Geográfica de la Empresa	3
Figura 3	Organigrama de la Empresa	7
Figura 4	Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter	8
Figura 5	Análisis FODA de la Empresa	9
Figura 6	Proceso del Servicio de Mantenimiento	14
Figura 7	Actividad de Mantenimiento en el Molino	16
Figura 8	Zonas de Mantenimiento sin Señalización	17
Figura 9	Diagrama de Ishikawa del Servicio.....	20
Figura 10	Metodología de los Cinco Porqués.....	21
Figura 11	Vista de la Zaranda en SMCV	33
Figura 12	Diagrama Pareto Para la Problemática	34
Figura 13	Diagrama Causa Efecto	35
Figura 14	Diagrama Causa Efecto	36
Figura 15	Diagrama Causa Efecto	37
Figura 16	DOP Mantenimiento de Zarandas	38
Figura 17	Organización del Equipo de Mantenimiento	41
Figura 18	Cinta de Demarcación y Tarjetas de Ingreso	44
Figura 19	Diagrama de Flujo para las Compras	48
Figura 20	Diagrama de Flujo del Mtto. Preventivo.....	49





Figura 21	Diagrama de Flujo Mtto. Correctivo	50
Figura 22	Formato que Identifica Materiales Innecesarios	51
Figura 23	Zona de Trabajo con Equipos Necesarios.....	52
Figura 24	Herramientas y Materiales en su Ubicación Visible.....	53
Figura 25	Mapeo de la Zona de Limpieza	54
Figura 26	Zonas de Molino Completamente Limpio	55
Figura 27	Programa de Reconocimiento	56
Figura 28	Las 5'S en la Zona de Trabajo.....	57
Figura 29	DOP Mejorado de las Actividades de Mtto.	59
Figura 30	Variación del Presupuesto.....	62





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de Mantenimiento en el Molino.....	15
Tabla 2	Causas de Fallas en las Zarandas del Molino	34
Tabla 3	Resumen del DOP del Servicio de Mtto.....	39
Tabla 4	Costo Planificado y Ejecutado	40
Tabla 5	Equipo de Mejora Continua.....	41
Tabla 6	Plan de Capacitación para el Personal de Mtto.	42
Tabla 7	Segundo Objetivo "Hacer" en la Gestión de Mtto.....	47
Tabla 8	Programa de Capacitación 3ra. S	54
Tabla 9	Programa de Capacitación 4ta."S".....	56
Tabla 10	Programa de Reuniones del Equipo de Mtto.	58
Tabla 11	Comparación del DOP Actividades de Mtto.	60
Tabla 12	Costos de Mtto. Enero 2022	61
Tabla 13	Presupuesto Abril 2021 a Enero 2022	61
Tabla 14	Plan de Mantenimiento Preventivo.....	63
Tabla 15	Costos de la Implementación.....	64
Tabla 16	Sobrecostos de Mtto.	65
Tabla 17	Indicadores Económicos de la Mejora	66
Tabla 18	Cronograma del Proyecto	67

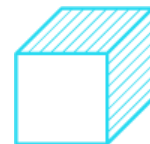




ÍNDICE DE ANEXOS

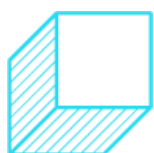
Anexo 1 Formato de Inspección.....	76
Anexo 2 Resultado de la Implementación de las 5'S.....	77
Anexo 3 Lista de Equipos y Herramientas.....	78





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA





1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La empresa Ingeniería Servicios Mantenimiento y Construcción S.A.C., (Imco Servicios S.A.C.) es una organización que brinda servicios desde el año 1986; que en sus inicios tuvo la razón social de Maquindustrias San Lorenzo, dedicados a la fabricación y recuperación de diferentes componentes de piezas, máquinas y equipos de uso industrial y minero, aplicando programas de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y productivo total (TPM) en beneficio de sus clientes.

En Imco Servicios S.A.C., se brindan los servicios de diseño y desarrollo, fabricación, recuperación de piezas por soldadura y montajes industriales, estructuras metálicas en general, obras civiles y alquiler de equipos. La empresa tiene activos como modernas máquinas y equipos, personal operador calificado para cumplir con las exigencias de las industrias en general.

1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

La empresa provee sus servicios a Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV), dicha unidad minera se encuentra en los distritos de Uchumayo y Yarabamba, provincia y departamento de Arequipa, región Arequipa, con altitudes que oscilan entre los 2 200 m.s.n.m. y 2 300 m.s.n.m., a una distancia de 30 km al SO de la ciudad de Arequipa, la propiedad incluye tres concesiones mineras que cubren aproximadamente 20825 ha. La ubicación de la empresa se observa en la figura 2.





Figura 1
Actividades de la Empresa en SMCV



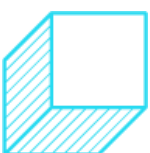
Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la figura 1, se observa actividades en el área de molino de la empresa para el cliente SMCV.

Figura 2
Ubicación Geográfica de la Empresa



Fuente: (Google, 2021)





1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

La empresa, Imco Servicios S.A.C., realizan actividades de mantenimiento especialmente en las actividades de planta para la empresa Minera Cerro Verde.

Asimismo, desarrolla actividades tales como:

- Mantenimiento en unidades mineras.
- Mantenimiento en empresas del ámbito industrial.
- Fabricación de estructuras para el sector privado y público.
- Elaboración y realización de proyectos.
- Montaje de equipos y estructuras.

1.3.1. Misión

Ser la empresa de servicios múltiples, líder en el Perú que contribuya al desarrollo de sus clientes del sector industrial, minero y construcción, con proyección internacional brindando productos de alta calidad con reconocimiento de los clientes y en beneficio a la comunidad.

1.3.2. Visión

Ofrecer a todos los clientes productos y servicios de alta calidad, que solucionen sus problemas y satisfagan sus necesidades, cumpliendo los estándares internacionales en todas las operaciones.

1.3.3. Objetivo estratégico

El objetivo de la empresa a un largo plazo, es buscar abastecer a empresas del sector público y privado a nivel nacional.





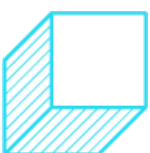
1.3.4. Valores

- **Responsabilidad:** es el compromiso del gerente general y los colaboradores de la empresa, en cumplir con sus actividades en las zonas de trabajo que les toque realizar.
- **Calidad:** lograr eficientemente las actividades para la satisfacción de los clientes, proveedores y accionistas de la empresa.
- **Comunicación:** informar oportunamente a todo nivel de las políticas de la empresa en seguridad y calidad.
- **Seguridad:** asegurar la zona de trabajo para el desarrollo de las actividades, protegiendo la salud y bienestar de todos.
- **Trabajo en equipo:** es la forma de trabajar en cada una de las actividades de la empresa, haciendo un trabajo bien a la primera vez para alcanzar el logro de los objetivos de la organización.

1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa Imco Servicios S.A.C., está organizada con una línea vertical caracterizada por la jerarquía de mando y responsabilidad.

- **Gerente:** En la empresa corresponde a la autoridad máxima, de quien depende el buen funcionamiento de la empresa y las jefaturas a su cargo. Es responsable de la rentabilidad de la empresa y las delegaciones a cada jefatura para que se realicen las actividades en los clientes cumpliendo los acuerdos contractuales.
- **Jefe de Planeamiento:** Tiene como función la planificación de la empresa y hacer la explosión del plan a cada una de las áreas de la empresa. Por ejemplo, con la Jefatura de Seguridad al recibir el plan, evalúan la cantidad de EPP's que va a demandar en cada





zona de trabajo y los correspondientes planes de acción de seguridad y control de actividades.

- **Jefe de Seguridad:** es responsable de hacer cumplir las políticas de seguridad y salud ocupacional a todo el personal de la empresa. Hace el seguimiento con los supervisores de seguridad en cada zona de trabajo contratada, hace cumplir los procedimientos establecidos en los planes y velar eficientemente los planes de seguridad y las normativas legales vigentes.
- **Supervisor de Operaciones:** Recibe el plan de actividades emitido por el Planner y aprobado por la gerencia. Responsable del personal en campo, previa coordinación con el cliente en las zonas en la cuáles se van a desarrollar las actividades en cada molino.
- **Supervisor de Campo:** Se encarga de ejecutar el plan elaborado para cumplir con las actividades en cada área contratada por el cliente. Dispone de personal a su cargo y que cada uno cuente con las herramientas y equipos para las actividades de mantenimiento y/o fabricación que se requiera.

En la figura 3, se observa el organigrama de la empresa; la empresa tiene un organigrama que rige el nivel de autoridad, está el gerente general; luego el residente que su función es visitar al cliente y evaluar las operaciones. Luego están las jefaturas de seguridad, de planeamiento y al mismo nivel el coordinador de las operaciones en mina.

El análisis para el desarrollo del TSP, se realizará en el área de mantenimiento, directamente desde la supervisión de mantenimiento en la zona de trabajo, área de Molino de la empresa SMVC S.A.

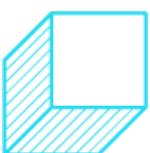
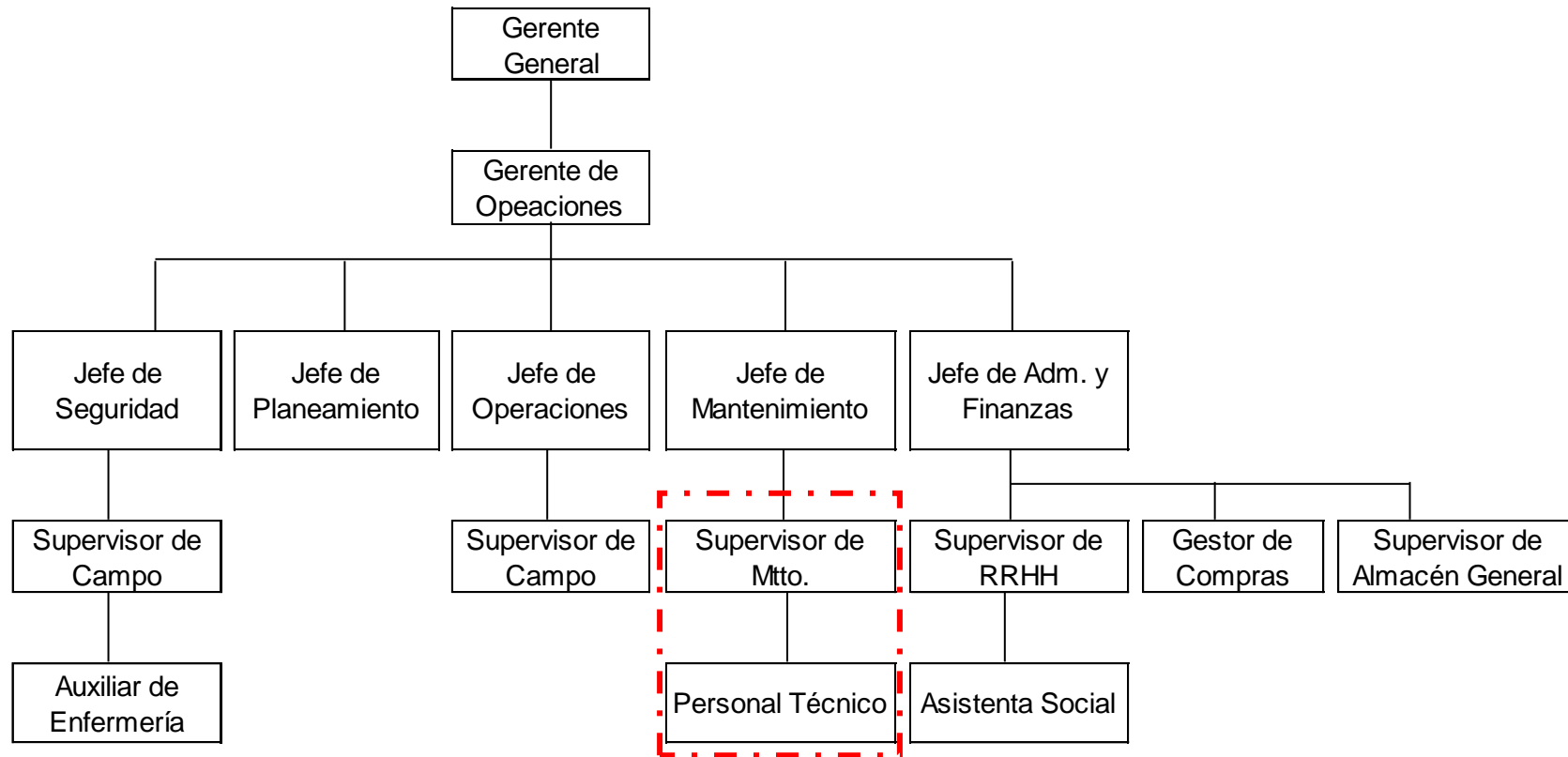




Figura 3
Organigrama de la Empresa



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)



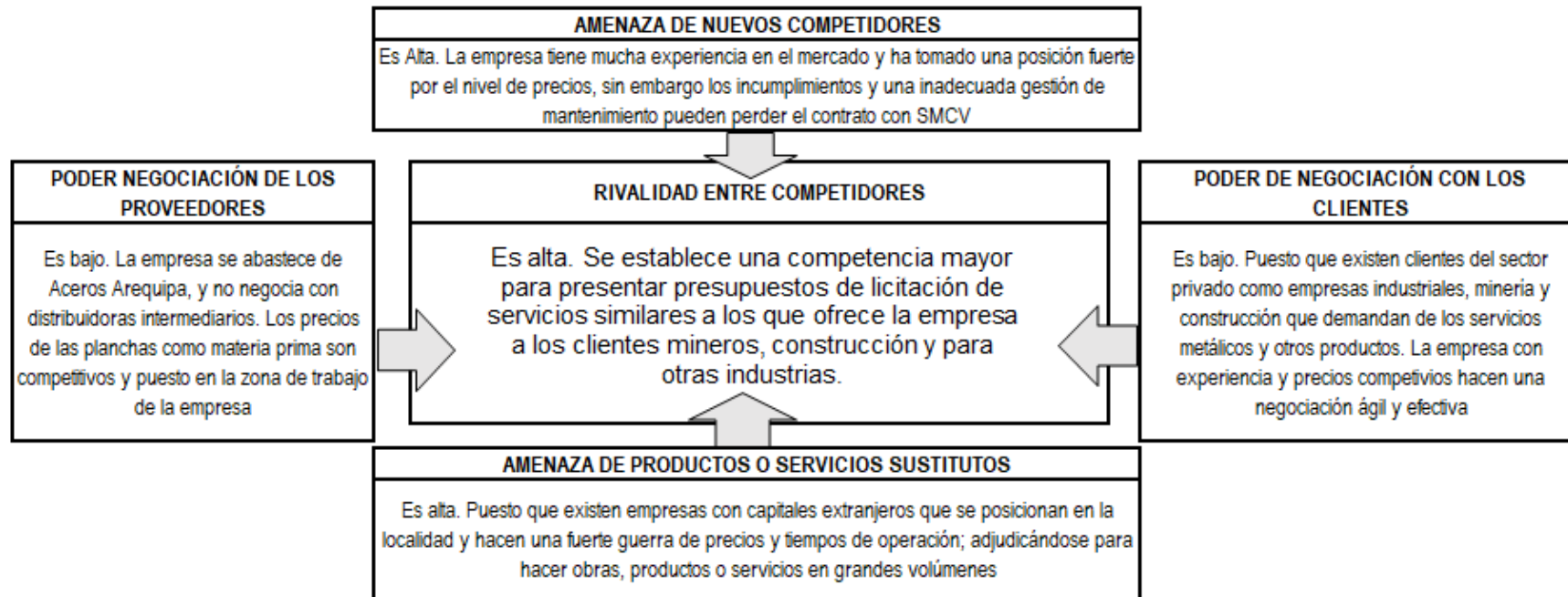


1.5. ANÁLISIS EXTERNO DE LA EMPRESA

1.5.1. Las cinco fuerzas de Porter

Figura 4

Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Del análisis de las cinco fuerzas de Porter, se deduce que la amenaza de nuevos competidores es alta. Asimismo, la rivalidad entre competidores es alta. La empresa al evidenciar competencia directa, debe plantear políticas que mejoren la calidad del servicio de mantenimiento, esto es de manera interna, realizar una mejora en la gestión del mantenimiento aplicado en las zonas indicadas mediante contrato con la SMCV.

En resumen, del análisis de la Matriz FODA; las estrategias que debe desarrollar la empresa para mejorar en su entorno interno y externo son:

- Incluir la Mejora Continua en sus procesos. Un proceso muy debilitado se relaciona con la gestión del mantenimiento en el área de molino de la empresa cliente SMCV.
- Implementar alianzas estratégicas con sus proveedores, con relación a disponer materiales a costos competitivos, entregas oportunas. Este es un factor importante, puesto que la empresa tiene dependencia de dos proveedores, Aceros Arequipa S.A., y otro proveedor que complementa abastecimiento de servicios y suministros con entregas parciales en la zona de trabajo de la empresa.
- Incrementar la cartera de clientes con servicios de mantenimiento a nivel internacional.
- Implementar políticas que midan la satisfacción del cliente y el clima organizacional.

1.5.3. Análisis PESTEL

- a. **Político:** son factores asociados a la clase política, en este caso la empresa se ve afectada por cambios en la regulación de empresas tercerizadoras de servicios, en la que se les puede permitir un porcentaje del costo de la empresa.





Afectaría a la empresa si el gobierno aplica un incremento en el sueldo mínimo a los trabajadores dependientes.

- b. **Económico:** El PBI del país se encuentra estable, con lo que la empresa puede mantenerse en el mercado y aspirar a participar de nuevos mercados
- c. **Social:** el impacto en lo social se evidencia si la empresa sería afectada por trabajos que desarrollan los contratistas, son terceros pero que por lo general cumplen básicamente con los derechos de los trabajadores.
- d. **Tecnológico:** en la actualidad la tendencia del crecimiento de los sistemas de información ha permitido el uso de aplicaciones que realizan pronósticos, que se trabarían con equipos de nueva generación para desarrollar las actividades con mejor costo y tiempo. El uso de las redes sociales, la página web y el uso de servidores inteligentes aseguran el cumplimiento de los proyectos.
- e. **Ecológico:** es importante, puesto que la empresa desarrolla actividades en empresas mineras y puede ser de mucho interés para planificar otras áreas.
- f. **Legales:** se refiere a que la empresa debe tener la documentación de los permisos para trabajar en altura, los protocolos por el Covid19, el cumplimiento del SCTR para cada trabajador.





CAPÍTULO II
REALIDAD PROBLEMÁTICA





2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA

La empresa Imco Servicios S.A.C., tiene como cliente principal a SMCV, con un 88% del total de sus ingresos lo cual representa un cliente importante, asimismo, con SMCV S.A., la empresa ha firmado contratos de mantenimiento en el área de molino para un periodo anual; asimismo, hay actividades frecuentes para la fabricación de zarandas, estructuras, labores de mantenimiento en otras áreas de la minera como son: chancado, hidrometalurgia, planta molibdeno, etc.

Proceso del servicio

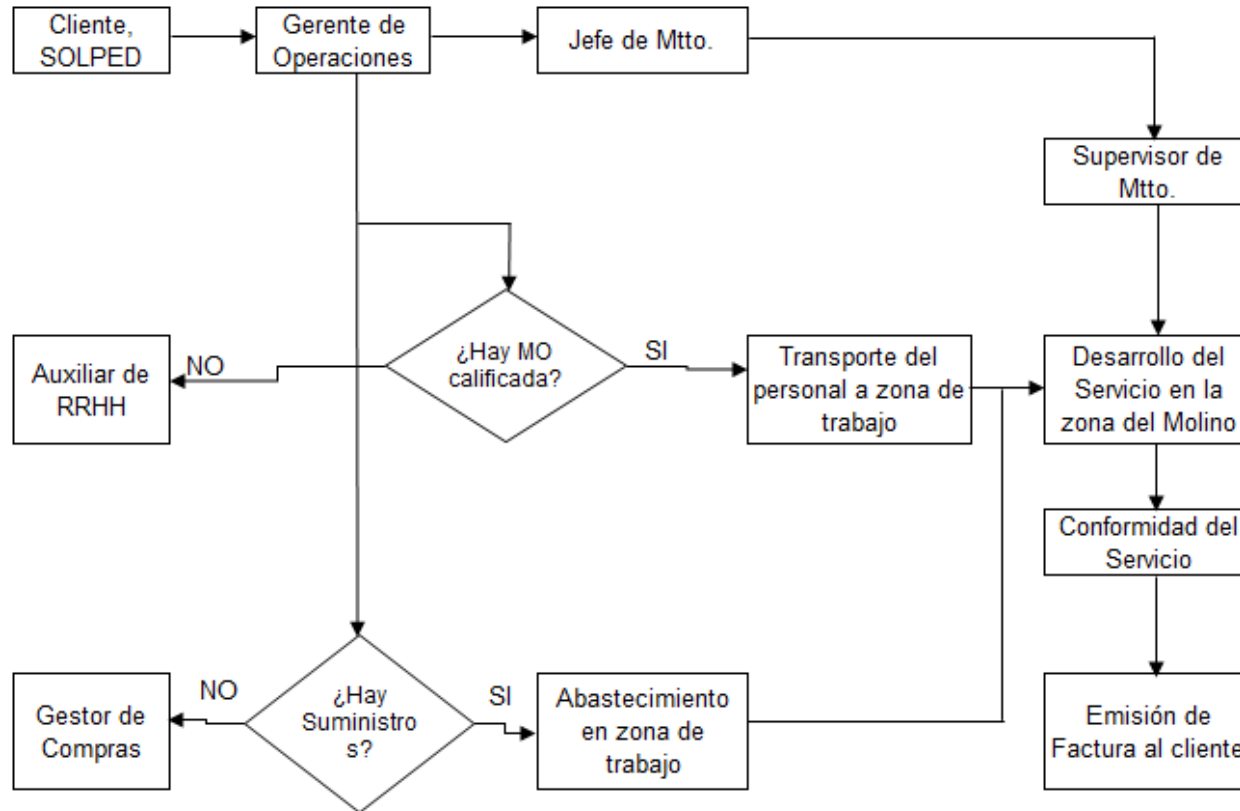
El servicio de mantenimiento en las instalaciones de la empresa Sociedad Minera Cerro Verde S.A., se desarrollan como indica en la figura 6.

El cliente emite una Solped (solicitud de perdido de servicio) que va dirigido al gerente de operaciones. La gestión del gerente de operaciones consiste en asegurar los suministros, la capacidad de mano de obra, equipos y financiamiento para la ejecución del servicio solicitado. Coordina con la jefatura de mantenimiento para organice un equipo para salir a la zona minera para realizar el servicio. Con la disposición de los materiales, mano de obra calificada, personal de apoyo y otros recursos logísticos, el supervisor de mantenimiento sale a la zona de trabajo para ejecutar el plan preparado para el cliente. El supervisor permanece en la zona de trabajo y está sujeto a las conformidades del cliente, que hace seguimiento al avance. El servicio concluye con la conformidad del cliente y procede con el pago de la factura emitida por contabilidad.





Figura 6
Proceso del Servicio de Mantenimiento



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





La actividad que será análisis del presente TSP, corresponde al área de Molino de la empresa SMCV (Sociedad Minera Cerro Verde), la actividad es hacer el mantenimiento preventivo y correctivo del molino.

Los tipos de mantenimiento que se hacen en el molino de SMCV S.A., son los que se indican en la tabla 1. Se han registrado cuatro tipos de mantenimiento, cada uno tiene un presupuesto planificado y se observa la variación (excedente) del 31.15% mensual; lo que generaría un problema de caja al cliente.

Tabla 1

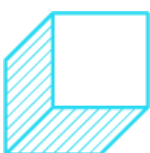
Tipos de Mantenimiento en el Molino

Tipo de Mantenimiento	Cantidad por mes	Planificado	Ejecutado	Variación
A condición	37	S/ 368,000.00	S/ 423,200.00	15.0%
Reacondicionamiento Cíclico	3	S/ 15,186.00	S/ 22,475.28	48.0%
Sustitución Cíclica	37	S/ 1,568,312.36	S/ 2,117,221.69	35.0%
Búsqueda de fallas	12	S/ 12,846.00	S/ 15,286.74	19.0%
Correctivo	9	S/ 23,598.00	S/ 29,025.54	23.0%
TOTAL		S/ 1,987,942.36	S/ 2,607,209.25	Exceso 31.15%

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Estas actividades presentan la problemática siguiente:

- Zonas con un alto grado de desorden, por la presencia de equipos que se quedan en la zona o dejan operarios de otras contratas.
- Durante el desarrollo de las actividades se muestran una falta de señalización en la zona, perjudicando el paso del personal y de equipos, lo cual demandan mayor tiempo de preparación para realizar las actividades.
- Falta de supervisión en la misma zona de actividades, el supervisor asignado, con frecuencia no se encuentra en la zona de actividades.





- Los procedimientos de mantenimiento de molino son manejados según el criterio de cada técnico. Generando muchas veces actividades duplicadas, mayor personal para hacer una operación en malla y/o mayor cantidad de suministros.
- No se cumple con el plan de mantenimiento básico descrito por el coordinador de mantenimiento de la empresa Imco Servicios S.A.C., el cliente SMCV con las inspecciones inopinadas, presenta reportes que contemplan el nivel de avance en el mantenimiento, observaciones y el reclamo correspondiente.

Figura 7

Actividad de Mantenimiento en el Molino



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la figura 7, se observa una zona congestionada, la cual no permitiría realizar la actividad de mantenimiento en el molino, esta congestión se presenta de manera recurrente, lo que genera atrasos en el inicio, o durante el mantenimiento en la zona. La supervisión hace esfuerzos por coordinar con otras empresas contratadas por SMCV, para que se organicen con el personal y permitan realizar las actividades de mantenimiento a la empresa Imco Servicios S.A.C.





Figura 8

Zonas de Mantenimiento sin Señalización



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la figura 8, se observa la falta de señalización y la zona congestionada con mallas de zarandas acumuladas alrededor del molino. El desorden presentado en la zona, no permitiría controlar las actividades de mantenimiento, ni controlar costos, ni cantidad de consumo de suministros, el desorden genera un descontrol.

Lluvia de ideas

Con la finalidad de determinar el problema a resolver, se hizo una lluvia de ideas con aportes del personal que trabaja en la zona del molino:

- Bajo nivel de experiencia en actividades de mantenimiento.





- Ausencia de personal por Covid19
- No hay plan de capacitación para el personal técnico
- Técnicos que no se adaptan trabajar en mina
- Demoras en el abastecimiento de suministros a mina
- No hay un plan de compras por lotes económicos
- El 20% de las compras no se utilizan
- Ingreso de material sin certificación
- No se lleva el control de las actividades
- Falta de procedimientos para realizar el servicio en la zona de molino
- Falta de indicador del consumo de suministros por servicio
- No hay estandarización de actividades
- No se lleva el control de las actividades
- No se hace inspección a la máquina para llevar un plan de mantenimiento.
- Poco registro de las fallas en la zona del molino
- No existe un plan de contingencia para evitar fallas
- Falta de señalización de las zonas para el mantenimiento.
- No hay zonas de almacenamiento temporal de equipos
- Zonas angostas para realizar actividades de soldadura
- Zonas aisladas por otras contratas, material por todo lado



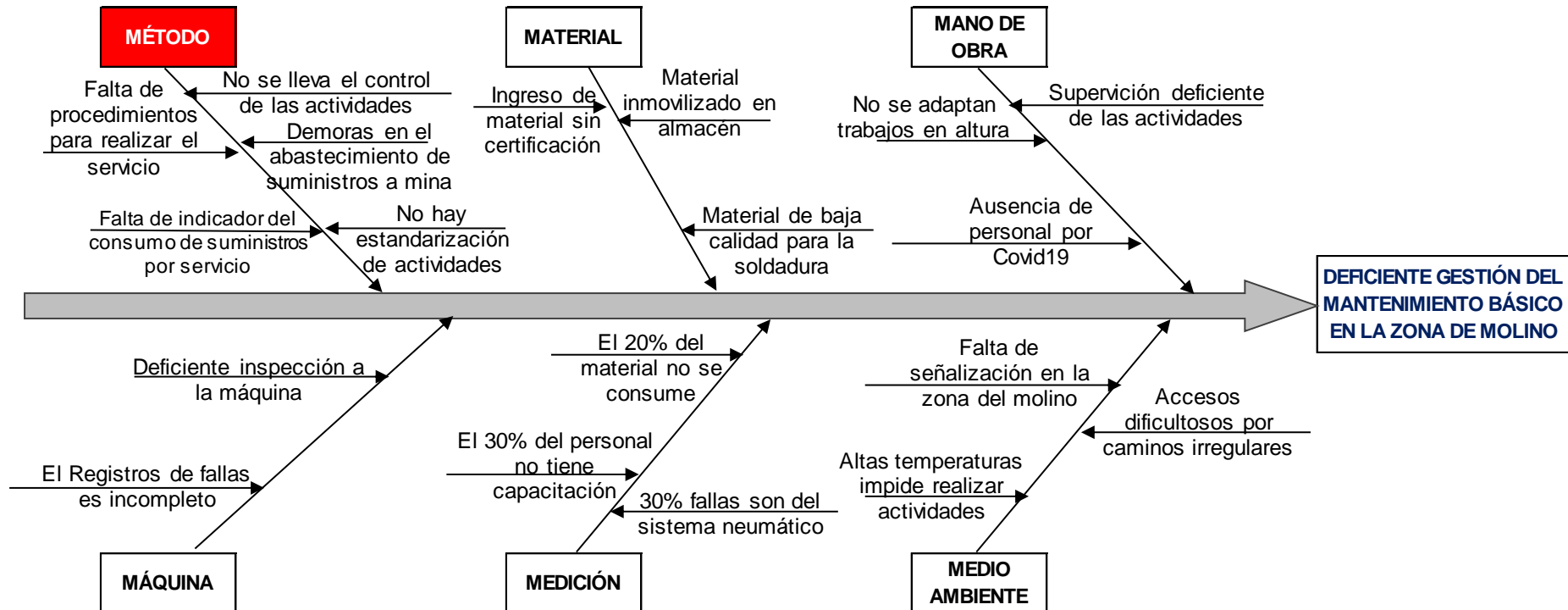


En la figura 8, se observa el diagrama causa efecto distribuida en seis criterios, encontrándose que la problemática a resolver es la deficiente gestión del mantenimiento básico de la empresa en las actividades de la zona del molino en el cliente SMV.





Figura 9
Diagrama de Ishikawa del Servicio



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Figura 10
Metodología de los Cinco Porqués

WHAT? ¿QUÉ?	WHY ¿POR QUÉ?	WHO ¿QUIÉN?	WHERE ¿DÓNDE?	WHEN ¿CUÁNDO?	HOW ¿CÓMO?
Deficiente gestión de mantenimiento en la zona de molino en la empresa Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV)	Tiempo excesivo de la entrega de servicios de mantenimiento	El plan de mejora estará implementado con la gestión del Supervisor de Operaciones	En la zona de molino de la empresa SMCV, cliente de Imcoservicios S.A.C.	Cronograma aprobado por gerencia: Diciembre 2021 - Marzo 2022	Se presentará un plan de mejora de la gestión de mantenimiento aplicando la metodología PHVA.

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Con la herramienta de los 5W1H, podemos identificar que la problemática se debe una deficiente gestión del mantenimiento básico en la zona de molino del cliente SMCV. El cual se pretender resolver con un plan de mejora aplicando la metodología del PHVA.





2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Considerando que la gestión del mantenimiento se explica cómo el mantenimiento de los activos en las zonas de trabajo de la empresa y que se deberían cumplir los objetivos un control de los costos de mantenimiento, los tiempos de entrega y el consumo de recursos y servicios, asegurando el cumplimiento contractual entre la empresa y el cliente SMCV.

De acuerdo a la descripción de la problemática, se plantea lo siguiente:

¿Con la aplicación del PHVA a la gestión del mantenimiento, se optimizarían las operaciones de mantenimiento en la zona de molino del cliente SMCV S.A.?

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la aplicación de la metodología del PHVA a la gestión del mantenimiento se lograría optimizar las operaciones de mantenimiento en la zona de molino del cliente SMCV S.A.

2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Plan de mejora para la gestión de mantenimiento en el área de molino del cliente SMCV S.A., con la utilización de la metodología PHVA.

2.4.2. Objetivos específicos

- Planificar la gestión del mantenimiento.
- Desarrollar el segundo objetivo “Hacer” en la gestión de mantenimiento en el molino.
- Desarrollar el tercer objetivo “Verificar” en la gestión de mantenimiento en el molino.





- Desarrollar el cuarto objetivo “Actuar” en la gestión de mantenimiento en el molino.
- Determinar los beneficios de la mejora de la gestión de mantenimiento en la zona del molino del cliente SMCV.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO





3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

3.1.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Según la tesis de (Viscaíno Cuzco & Villacrés Parra, 2019) titulada “Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la Zona 3 del Ecuador” manifiesta que:

Los fallos en la infraestructura hospitalaria tienen consecuencias inestimables debido a que involucra la vida humana, por lo que los riesgos potenciales que contribuyen al fallo de equipos médicos e infraestructura hospitalaria, tienen que ser identificados, reducidos o eliminados; para ello el mantenimiento y su gestión es una herramienta que se enfoca en asegurar el funcionamiento de un equipo

La encuesta realizada a los especialistas dio como resultado que los tres criterios más importantes son la contratación de servicios de mantenimiento (25 %), recursos humanos (18 %), manejo de inventarios para bodega (17 %); lo que indica que en la evaluación son los criterios que más peso tienen en la valoración.

En concordancia con el texto citado, es correcto que se mencione que el mantenimiento es una herramienta que asegura el funcionamiento de la máquina, el mantenimiento lo que hace es organizar los tiempos para programar la actividad de mantenimiento antes que se presente la falla, para ello debe contar con el apoyo de la gestión de compras y la gestión financiera. Con esto se pretende que los equipos que hacen producción cumplan la vida útil u optimizar la operatividad y confiabilidad de la máquina.





Antecedentes nacionales

Según (Gómez Gonzáles, 2017) en su tesis para obtener el título de ingeniero industrial, que lleva por título “Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento utilizando el sistema SAP para los equipos de chancado, molienda, flotación, filtrado y relaves de planta de beneficio de una empresa minero-metalúrgica. caso empresa minera Ares”, describe lo siguiente:

Las deficiencias en la gestión de mantenimiento se vieron reflejadas en el no cumplimiento de los indicadores de disponibilidad, MTBF y MTTR para los años 2014 y 2015, años en los que se tenía una alta utilización de la capacidad de producción de la planta de beneficio. Estos indicadores mejoraron para los años 2016 y 2017, sin embargo, se tuvieron varios días de paralización de la planta, por disminución en la producción de mineral en Operaciones Mina, en los que se aprovechó para realizar mantenimiento a los equipos sin afectar los indicadores ni la producción.

En relación al texto citado, es importante tener el registro de los tiempos de falla y los tiempos de operatividad de las máquinas; para determinar el nivel de disponibilidad. Hay mantenimientos programados, que paran la máquina para inspeccionar y realizar el mantenimiento, hay mantenimiento generado por fallas que se presentan de un momento a otro, por lo que se le aplica un mantenimiento correctivo. En los dos tipos de mantenimiento se deberían registrar todo lo relacionado a costos, tiempos de mantenimiento, usos de recursos y su valorización.

Según (Inga Sancasanampa, 2021) en su tesis para obtener el título de ingeniero mecánico, cuyo título es “Mejora de la disponibilidad mecánica del molino de bolas 9x13 ft para





incrementar la producción diaria en minera Sierra Antapite”, describe lo siguiente:

Con el análisis de criticidad de elementos del equipo fue más sencillo intervenir componente por componente, entre ellos como principales tenemos al contra eje catalina que al mejorar el contacto entre dientes se evita mayor vibración y desalineamiento, el cambio de reductor apoya una transmisión efectiva y adecuada, el cambio de forros de cilindro y tapa mejora el asentado del molino y el pasante de mineral.

La lubricación es de suma importancia en el equipo porque beneficia los puntos de engrase y no sufra un desgaste prematuro los componentes que son involucrados con aceite o grasa.

En concordancia con el texto citado, que indica que el mantenimiento se debe realizar por cada componente y que la lubricación para los equipos es determinante para el funcionamiento; entonces para el caso de la gestión de mantenimiento que se va a desarrollar en el TSP; se consideraría la actividad de lubricación en los componentes de la zaranda en el molino; asimismo, se deberían tener un registro de los componentes que requieren la lubricación y disponer en almacén para la utilización y los costos controlados de esa actividad.

Antecedentes locales

Según (Aguilar Bustamante, 2018) en tesis titulada “Análisis y mejoras de la gestión del área de mantenimiento mecánico molienda procesos C2 de la planta concentradora de cobre de SMCV Arequipa basado en la filosofía de mantenimiento productivo total” describe que:





El planteamiento del problema se da a partir de la necesidad de tener gestión eficiente de los recursos que maneja en el área de Mantenimiento del área de Molienda de la planta concentradora de cobre, por lo que se plantearán elementos para de encontrar e implementar las herramientas necesarias para identificar y eliminar los elementos que no aportan valor a los objetivos. La investigación se centra en la aplicación de la filosofía del TPM utilizando las herramientas como el diagrama de Ishikawa, la técnica de los 5 porque, el árbol de decisiones entre otras para definir las causas y proponer las soluciones óptimas, producto de ello también se consideró la filosofía del as 5 S para la implementación del TPM

En concordancia con el texto citado, la problemática será resuelta con la aplicación de las herramientas de la TPM, partiendo de la identificación del problema mediante el diagrama causa efecto, lo mismo se aplicará en el presente trabajo, asimismo, se proponen oportunidades de mejora, unido a la metodología de las 5'S. Con ello permitiría que los ambientes, procesos, procedimientos trabajen orientados a la estandarización.

Según la tesis de (Huisa Huaynaci, 2018) para obtener el título de ingeniero industrial, que lleva por título como "Sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de la central térmica de Independencia", indica lo siguiente:

El objetivo principal diseñar un sistema de gestión de mantenimiento que contribuya a mejorar la gestión de mantenimiento de los equipos de la Central Térmica de independencia. Se aplicó para el ello una evaluación de la situación actual de la gestión de mantenimiento. Los mantenimientos se realizan de





manera periódica, dichas mantenimientos involucran paradas de los motores que deben ser comunicadas al Comité de Operación Económica del Sistema – COES. El personal de mantenimiento está compuesto por un jefe de operaciones y mantenimiento, un supervisor de mantenimiento y 10 técnicos de mantenimiento. La jefatura de mantenimiento no tiene establecido rutas de mantenimiento preventivo para la ejecución de sus trabajos. Por lo que se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de la Central Térmica Independencia logrando identificar aquellas herramientas que permitan mejorar la gestión de mantenimiento de sus equipos.

Del texto citado, el diseño de la gestión de mantenimiento va a permitir tener el plan de los recursos que intervienen para poner en marcha a un equipo o activo durante su vida útil. En consecuencia, la aplicación de la metodología del PHVA, es importante, porque permitiría paso a paso realizar la mejora continua en la zona de molino. Se requiere de un equipo de trabajo sólido, motivado y con horas de capacitación con un líder para ejecutar los programas de mantenimiento en periodos establecidos en el plan.

3.1.2. Bases teóricas

Mantenimiento. Es una actividad realizada por un equipo de trabajo que lograr mantener la calidad del funcionamiento del activo o las máquinas para evitar interrumpir el flujo productivo.

Tipos de mantenimiento. Una vez que se disponga de la lista de equipos o máquinas se debe definir cómo debe mantenerse cada uno de éstos. Se pueden distinguir hasta cuatro tipos de mantenimiento: (García Garrido, 2003), el correctivo, el preventivo, el cero horas, y el mantenimiento en uso.





Mantenimiento correctivo. El cual responde a una demanda de trabajo o a una necesidad identificada, normalmente por producción y depende de medidas de respuesta rápida para ser eficaces. Este tipo de mantenimiento tiene como meta reducir el tiempo de respuesta además de reducir el tiempo de parada a un tiempo considerable.

Mantenimiento preventivo. Se conceptualiza con el mantenimiento cuya misión es optimizar el nivel de operatividad que tienen las máquinas; realizando actividades de mantenimiento programados y con disponibilidad de los recursos materiales, de mano de obra y financieros.

Mantenimiento predictivo. Hace referencia a un tipo de mantenimiento cuya misión es evitar que el activo falle en cualquier momento, se requiere un conocimiento de los componentes de la máquina, la calidad y cantidad de piezas que deberían considerarse para programar el cambio por desgaste. Asimismo, consideran ensayos que se pueden realizar por servicios terceros como:

- Evaluación de vibraciones de los componentes.
- Evaluación de la termografía en equipos.
- Medir espectrofotometría Infrarroja en aceites de servicio.

Mantenimiento cero horas. Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste.





Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano. (Logísticas S.A.C, 2019)

Mantenimiento en uso. Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

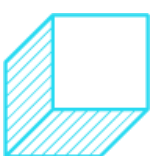
Ciclo de Deming

Planificar: Consiste en identificar las causas que determinan la problemática, para planificar los recursos como los materiales que van a intervenir en las actividades de mantenimiento. Si el personal está desmotivado; pues se planificará un programa de capacitación al personal técnico. Para la gestión de mantenimiento, se realizará el plan de mantenimiento ya sea, diario, semanal, mensual, según la cantidad de horas que indique el activo, de hecho, que se tiene que cumplir lo que indica el manual de la máquina.

Hacer: Consiste en hacer el plan de mantenimiento por periodos como lo sugiere el manual de la máquina. Los procesos y objetivos planteados en el paso anterior se deben implementar en la empresa y en eso consiste este paso.

Verificar: Consiste en realizar el seguimiento y control que se habló en el paso anterior, de modo que se cumplan con los objetivos y requerimientos planteados. Una vez se tengan los resultados se deben informar para tomar las medidas correctivas si es necesario o realizar el análisis respectivo.

Actuar: En este paso se considera estandarizar lo verificado en el paso tres, en la gestión del mantenimiento que va a depender de la





gestión de las compras, se hará un indicador de los tiempos de abastecimiento de los repuestos al área de mantenimiento, con ello se estaría actuando con implementar un indicador de mejora.

3.1.3. Bases normativas

- Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería - edición 2020.
- Resolución ministerial/R.M. N°159-2020-MINEM/DM que; “Modifican el Protocolo Sanitario para la implementación de medidas de prevención y respuesta frente al COVID – 19 en las actividades del Subsector Minería el Subsector Hidrocarburo”.

3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.2.1. Planificación de la gestión del mantenimiento

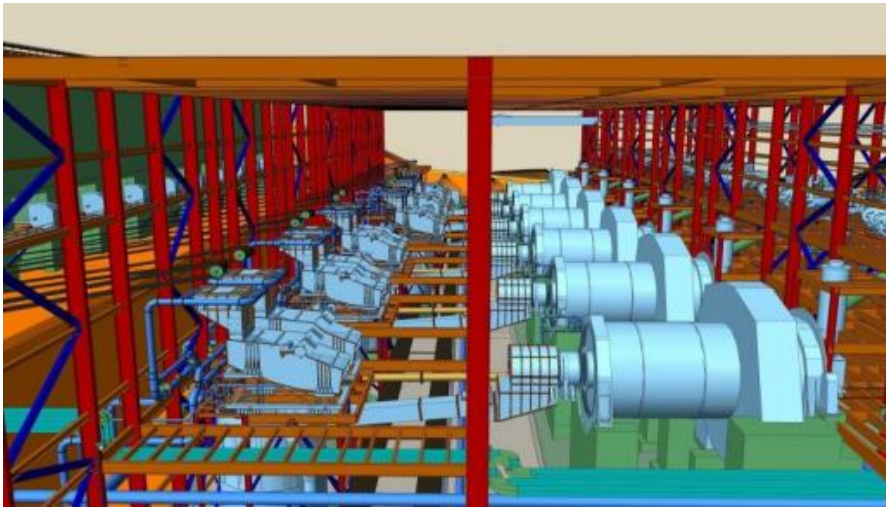
Las actividades que serían planificadas para la gestión del mantenimiento se desarrollaran en el área del molino de la empresa SMCV S.A., específicamente en las zarandas (ver figura 11); en la cual se presentan los desgastes prematuros correspondiente al revestimiento de chute y al desgaste adelantado del cajón alimentador a las zarandas.





Figura 11

Vista de la Zaranda en SMCV



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Del diagnóstico realizado, se han encontrado problemáticas en las zarandas del molino. Se elaboró una tabla de frecuencias, y el 80% corresponden principalmente:

- A tiempos muertos en las actividades de mantenimiento.
- Parada de la máquina por una mala coordinación entre las otras áreas de la empresa o actividades previas con otras contratas.
- Cambio en las prioridades de mantenimiento, se presentan prioridades y demanda tiempo tener a la mano los materiales, equipos y el personal para realizar la actividad.

Para cada una de estos problemas se realizan el diagrama de causa efecto, tal como se muestran en la tabla 2 y en las figuras 13, 14 y 15.



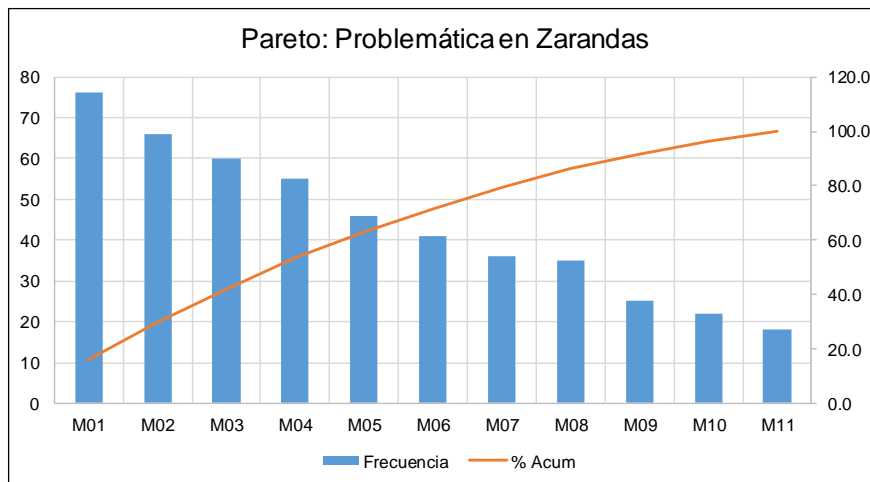


Tabla 2
Causas de Fallas en las Zarandas del Molino

Cód. Tipo de problemática en zaranda	Frecuencia	% Acum
M01 Tiempos muertos en actividad de mantenimiento	76	15.8
M02 Parada de máquina por inadecuada coordinación	66	29.6
M03 Cambio de prioridad en las actividades	60	42.1
M04 No hay disponibilidad de los manuales	55	53.5
M05 Inadecuado sellado en el chute de alimentación	46	63.1
M06 Trabajos previos con inadecuada planificación	41	71.7
M07 Las tareas realizadas no tienen retroalimentación	36	79.2
M08 Problemas para retirar pernos en el molino	35	86.5
M09 Desgaste adelantado del chute en las zarandas	25	91.7
M10 Reprogramación del mantenimiento en zarandas	22	96.3
M11 Ingreso de materiales nuevos por cambio de proveedor	18	100.0
Total	480	

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Figura 12
Diagrama Pareto Para la Problemática



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)



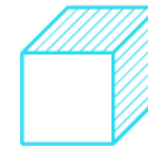
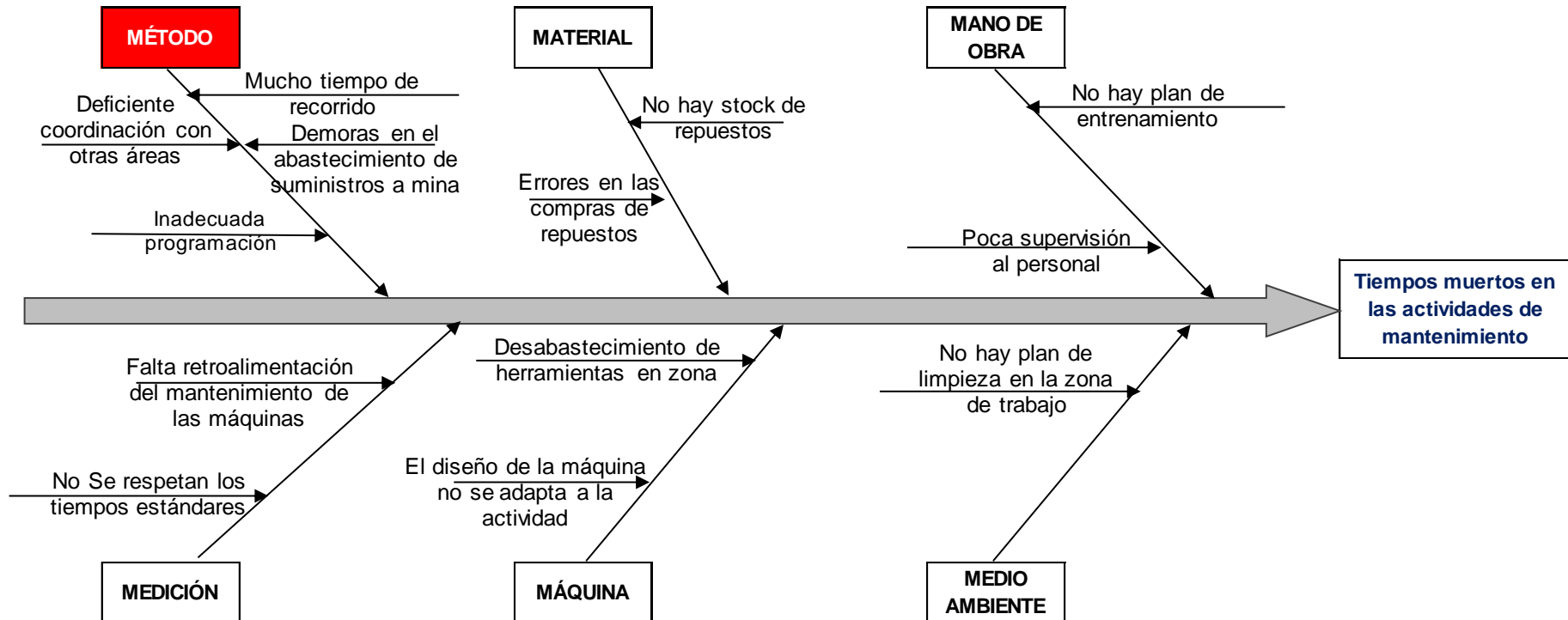


Figura 13
Diagrama Causa Efecto

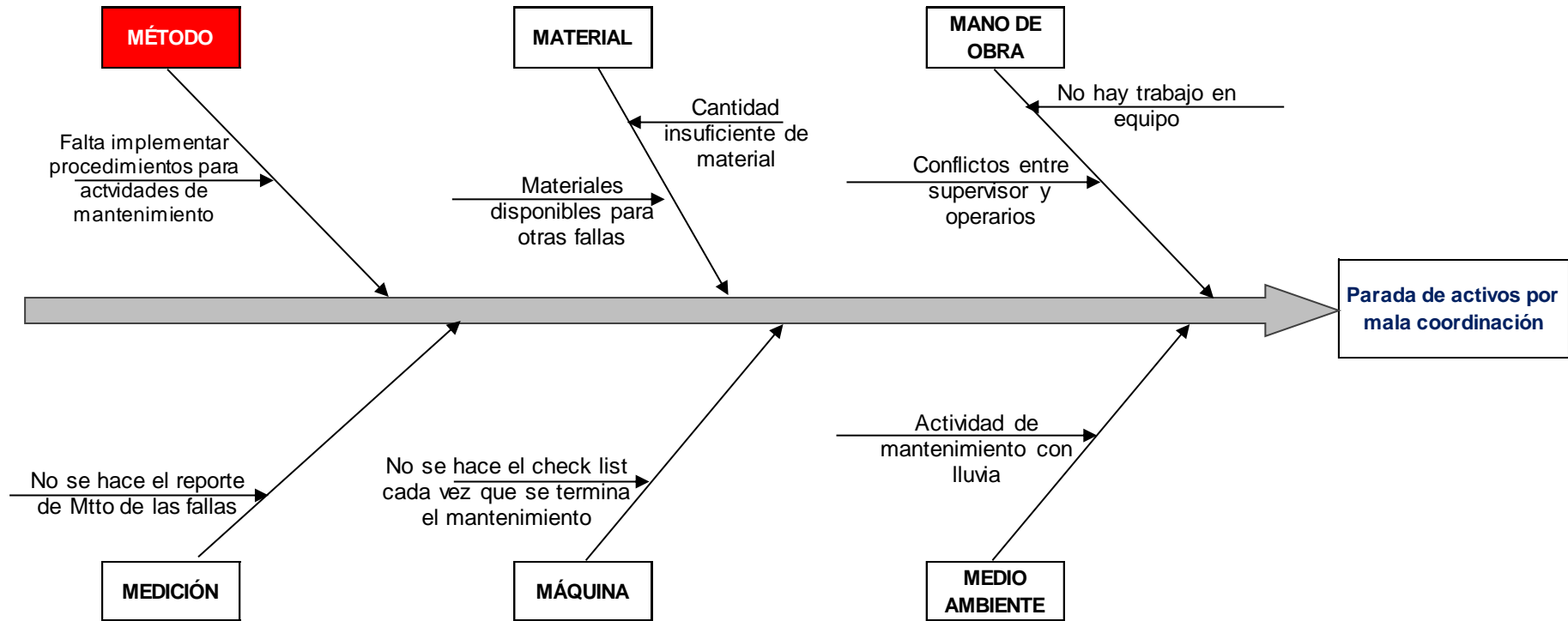


Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Figura 14
Diagrama Causa Efecto

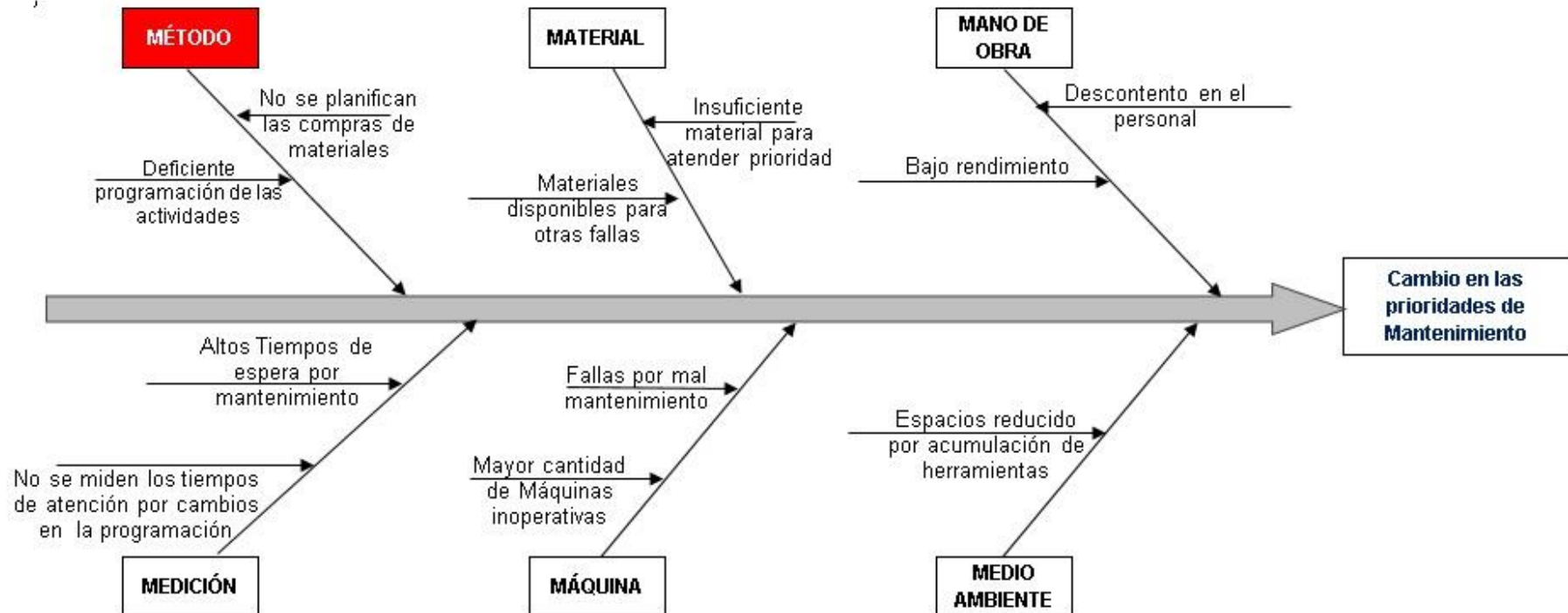


Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Figura 15
Diagrama Causa Efecto



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

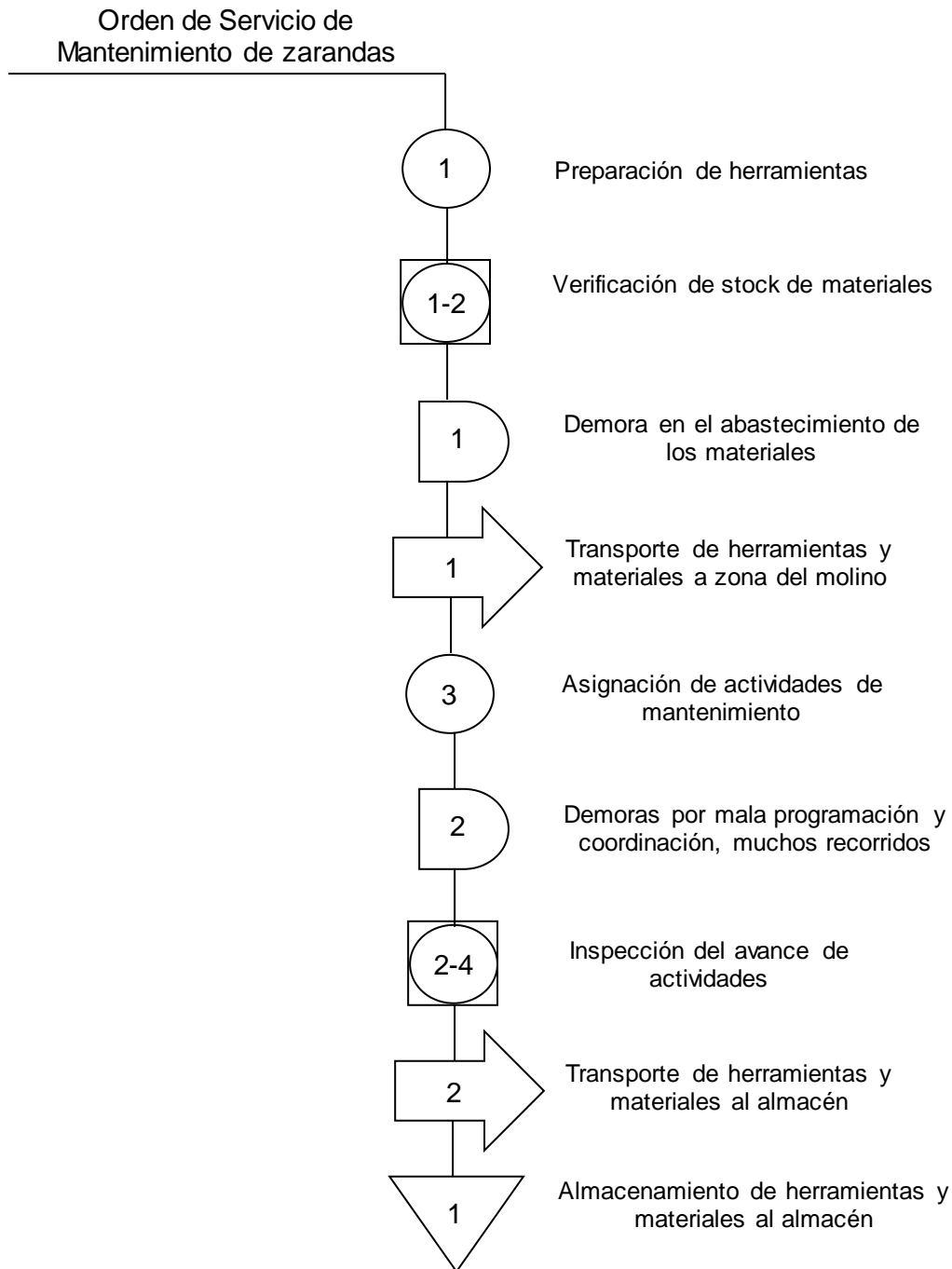




Diagrama de operaciones para realizar el servicio de mantenimiento

Figura 16

DOP Mantenimiento de Zarandas








Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Tabla 3
Resumen del DOP del Servicio de Mtto.

OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)
	4	380
	2	40
	2	140
	2	120
	1	20
TOTAL	11	700

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la tabla 3 se tiene el resumen del DOP, que consiste en once operaciones con un tiempo de 700 min., para el servicio de mantenimiento en las zarandas del molino.

Costo del servicio de mantenimiento actual

La empresa SMCV S.A., tiene un contrato con la empresa Imco Servicios S.A.C., para los servicios de mantenimiento en la zona de molino (zarandas). Los tipos de mantenimiento que se realizan son:

- A condición, en la cual la empresa organiza el mantenimiento de acuerdo a la necesidad del activo.
- Correctivo, si es que se presenta una falla y todo el activo para para ejecutar el servicio.
- Búsqueda de fallas, la empresa Imco Servicios S.A.C., y su equipo de técnicos hacen una inspección para el recambio de piezas, limpieza de activos y otras actividades.





Tabla 4
Costo Planificado y Ejecutado

Tipo de Mantenimiento	Cantidad por mes	Planificado	Ejecutado	Variación
A condición	37	S/ 36,800.00	S/ 42,320.00	15.0%
Reacondicionamiento Cíclico	3	S/ 1,518.60	S/ 2,247.53	48.0%
Sustitución Cíclica	37	S/ 156,831.24	S/ 211,722.17	35.0%
Búsqueda de fallas	12	S/ 1,284.60	S/ 1,528.67	19.0%
Correctivo	9	S/ 2,359.80	S/ 2,902.55	23.0%
TOTAL		S/ 198,794.24	S/ 260,720.92	
		Exceso	31.15%	
		Incremento promedio mensual	S/ 61,926.69	
		Incremento promedio anual	S/ 743,120.26	

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la tabla 4, se indica el costo excesivo del servicio de mantenimiento, la empresa SMCV S.A., planifica con su proveedor un costo del servicio mensual de 198,794.24 soles y se ejecuta un 31.15% mensual adicional; lo que perjudica a la empresa en un total promedio anual de 743,120.26 soles.

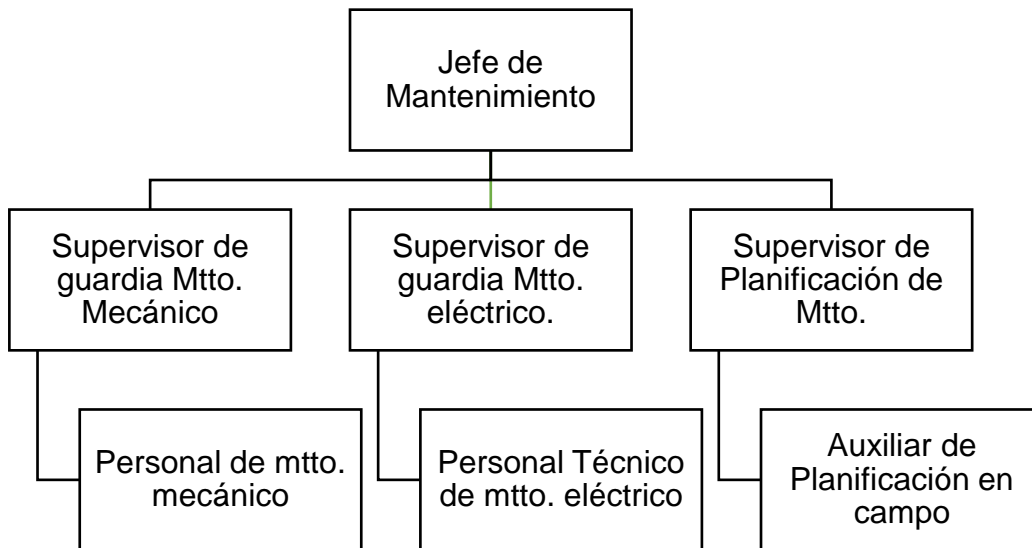
Organización del área de mantenimiento

La organización del área de mantenimiento debe tener una misión que consistiría en “mantener los equipos, máquinas o activos del cliente en condiciones evidentes de productividad y asegurando el cumplimiento de la vida útil de cada una”. La difusión del mensaje debe iniciar desde la jefatura de mantenimiento, tal como se indica en la figura 17.





Figura 17
Organización del Equipo de Mantenimiento



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

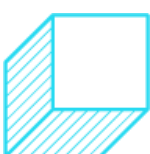
El área de mantenimiento se implementa con un supervisor con experiencia y conocimiento en mantenimiento eléctrico y un auxiliar de apoyo en la planificación de actividades de mantenimiento en campo, quien reportaría al supervisor de planificación.

Planificación del equipo de mejora continua

Tabla 5
Equipo de Mejora Continua

Equipo de Mejora cantinua	Cantidad
Gerente de operaciones	1
Jefe de Mantenimiento	1
Supervisores	2
Jefe de Logística	1
Auxiliares	2
Total	7

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)



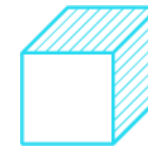


Tabla 6

Plan de Capacitación para el Personal de Mtto.

Temas de capacitación	7 días	15 días	30 días	90 días	180 días	360 días	Presupuesto
Funcionamiento de máquinas en el molino			X				S/ 2,863.0
Operación de la hunderbolt.				X			S/ 2,100.0
Funcionamiento mecánico e hidráulico en el molino		X					S/ 2,860.0
Tipos de lubricantes y procedimiento de cambios				X			S/ 1,600.0
Procedimiento para el cambio de linner			X				S/ 2,900.0
Estructura, manejo y cambio de mallas					X		S/ 1,450.0
Procedimiento de cambio de paneles				X			S/ 1,650.0
Conocimientos en seguridad y trabajos de altura			X				S/ 2,200.0
Funcionamiento y manejo de excitadores					X		S/ 1,800.0
Implementación de las 5'S				X			S/ 2,900.0
TOTAL PRESUPUESTO							S/ 22,323.0

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la planificación se considera en presupuesto anual (tabla 6) de capacitación del personal de mantenimiento. Este plan sería aprobado por la gerencia de operaciones de la empresa.





3.2.2. Hacer de la gestión del mantenimiento

Procedimiento del mantenimiento de zaranda

a. Objetivos

Describir y establecer un procedimiento detallado de trabajo para el desarrollo de las actividades que implica el “PM ZARANDAS SC11 - SC12 - SC13 - SC14 - SC21 - SC22- SC23 - SC24 CH-II C2”, el fin de cumplir los estándares de seguridad, identificando los peligros inherentes a esta actividad, evaluar los riesgos a fin de controlar la posibilidad de ocurrencia de incidentes y cumplir las especificaciones técnicas del servicio consiguiendo una buena práctica constructiva que asegure la calidad y seguridad del trabajo, preservando el medio ambiente de acuerdo a las normas del cliente en el lugar donde se ejecute actividades por parte de Imcoservicios S.A.C.

b. Alcance

Este procedimiento aplica a todo el personal de Imcoservicios S.A.C. “Ejecutor del Trabajo” “PM ZARANDAS SC11 - SC12 - SC13 - SC14 - SC21 - SC22- SC23 - SC24 CH-II C2”, y Personal Contratista de otras empresas que realicen labores en el área de influencia, así como personal estable de SMCV que trabajen en las inmediaciones del área.

c. Demarcación de la zona de trabajo

Antes de comenzar a trabajar es necesario demarcar el área de influencia del trabajo con cintas rojas o barras rojas con conos de seguridad, esto lo realizarán trabajadores de Imcoservicios S.A.C., Para esto previamente se tiene que determinar cuáles son los lugares de peligro para poder





demarcarlos y así evitar incidentes de personas que no están involucradas en el trabajo cumpliendo con SSOst0010 Demarcación de Áreas, no se cerrarán por completo los accesos ni se interrumpirán las salidas de emergencia analizando el lugar se colocara la cinta amarilla o roja según sea necesario.

Figura 18

Cinta de Demarcación y Tarjetas de Ingreso



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

d. Mecánico de mantenimiento

- Lograr que la zona de trabajo esté ordenado y limpio.
- Cumplimiento de la estandarización de los servicios, PETS, y prácticas de trabajo seguro establecidos dentro del SSGT.
- Cumplimiento total al contenido de los procedimientos descritos en el presente trabajo.
- Elaborar el IPERC en conjunto con todos los involucrados y establecer medidas de control.
- No realizar ninguna actividad ni operar ningún equipo si no se está debidamente capacitado y autorizado para ello.





e. Procedimiento en el área de molino – Zaranda

- Para realizar esta labor el personal ingresa al interior de la zona de la zaranda para lo cual se realiza el monitoreo previo de la atmosfera del interior, se utiliza equipo Altaír debidamente calibrado, se cuenta en forma permanente con vigía de espacio confinado con acreditación vigente. Todo el personal que ingresa se registra y cuenta con arnés de rescate, el personal que ingresa por la parte superior cuenta con retractiles y se mantiene anclado mediante retractiles en todo momento.
- Personal de SMCV entregara la zaranda limpia y libre de material.
- Se coordina con la supervisión el armado de andamios para acceder al Deck superior y al Deck inferior.
- El vigía de espacios confinado procede a realizar la medición de la atmosfera.
- Se procede a la reposición de las mallas desgastadas para esto 03 mecánicos proceden a retirar los pines de las mallas con apoyo de destornillador de golpe, se introduce el desarmador por un costado del pin y se genera palanca hacia arriba, una vez retirados los pines se procede a desmontar las mallas, el retiro de estas se hace de manera manual, de ser necesario se usara una pata de cabra para levantar la malla y/o tecla de palanca para levantar la malla instalado a las vigas de la zaranda usando una eslinga de posición o en el pipe top del Deck superior cuando se trabaje en el Deck inferior. El retiro de los paneles en el Deck inferior será como máximo de 2 paneles para evitar caída a desnivel del personal que





se encuentra haciendo el cambio de paneles y así sucesivamente.

- Una vez retirado la malla y/o paneles desgastados se procede a limpiar la zona de los ferrules y/o stringerbracket, prosiguiendo con el montaje de los nuevos, esto se realiza de manera manual, después de colocar la malla y/o el panel se colocan los pines y para introducirlos se golpea con una comba de 4 lb.
- Al momento de retirar los paneles ningún trabajador expondrá sus manos a la línea de fuego que se genere, estos permanecerán todo el tiempo anclado a la estructura de la zaranda.
- De la misma manera se deberá inspeccionar y cambiar los paneles ciegos del Deck superior y del Deck inferior, paneles de 12" x 24" y de 12" x 12", para esto mecánicos utilizaran desarmadores de golpe para retirar las tapas que fijan a los paneles ciegos con pernería.
- Posterior se ingresan los nuevos paneles ciegos de alimentación de del Deck superior y del Deck inferior los paneles de 12" x 24" y 12" x 12" estos son cambiados, se reforzará con Wering de ser necesario. Se realiza el ajuste de su pernería. Se aplicará la misma metodología tanto Deck superior e inferior.

Implementación para la gestión de mantenimiento

En la tabla 7, se indica para cada problema las acciones inmediatas a implementar. Por ejemplo, para los tiempos muertos en actividades de mantenimiento, se debe hacer la implementación de la metodología de las 5'S; asimismo, implementar el procedimiento de las compras de repuestos.



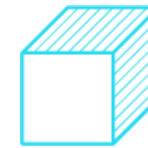


Tabla 7

Segundo Objetivo "Hacer" en la Gestión de Mtto.

Problemas por mala gestión de mantenimiento	Hacer
M01 Tiempos muertos en actividad de mantenimiento	Implementar el programa de entrenamiento al personal técnico Implementar el procedimiento para las compras de repuestos en coordinación con mantenimiento Implementar las 5'S Mantenimiento debe conocer el tiempo de abastecimiento de todos los materiales
M02 Parada de máquina por inadecuada coordinación	Coordinar con Gestor del talento humano para mejorar el clima organizacional y trabajo en equipo
M03 Cambio de prioridad en las actividades	El cambio de prioridad debe ser autorizado por la jefatura de mantenimiento y preveer oportunamente de los materiales y equipos
M04 No hay disponibilidad de los manuales	Ubicar una terminal de PC con los manuales disponibles para cada elemento del activo. Disponerlo en físico y solicitarlo con autorización Disponerlo en físico y solicitarlo con autorización del supervisor
M05 Inadecuado sellado en el chute de alimentación	Mejorar el sellado e implementar un formato de check list para el seguimiento y control
M06 Trabajos previos con inadecuada planificación	Programa de inducción para el personal y hacer el relevo con toda la información Llenar el formato de actividades previas, hacer el check list correspondiente Coordinación con otras áreas por lo menos 15min para revisar la programación del mantenimiento
M07 Las tareas realizadas no tienen retroalimentación	Mediante charlas diarias con un tiempo de 5min con el personal para indicar el estado de las actividades, y actividades que están pendientes
M08 Problemas para retirar pernos en el molino	Mejorar el método de trabajo para el retiro de pernos.
M09 Desgaste adelantado del chute en las zarandas	Mejorar la calidad de mantenimiento del chute para minimizar la velocidad del deterioro
M10 Reprogramación del mantenimiento en zarandas	Implementar un plan de capacitación técnica del personal de mantenimiento
M11 Ingreso de materiales nuevos por cambio de proveedor	Implementar un procedimiento para la compra de repuestos nuevos

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)



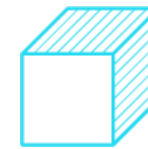
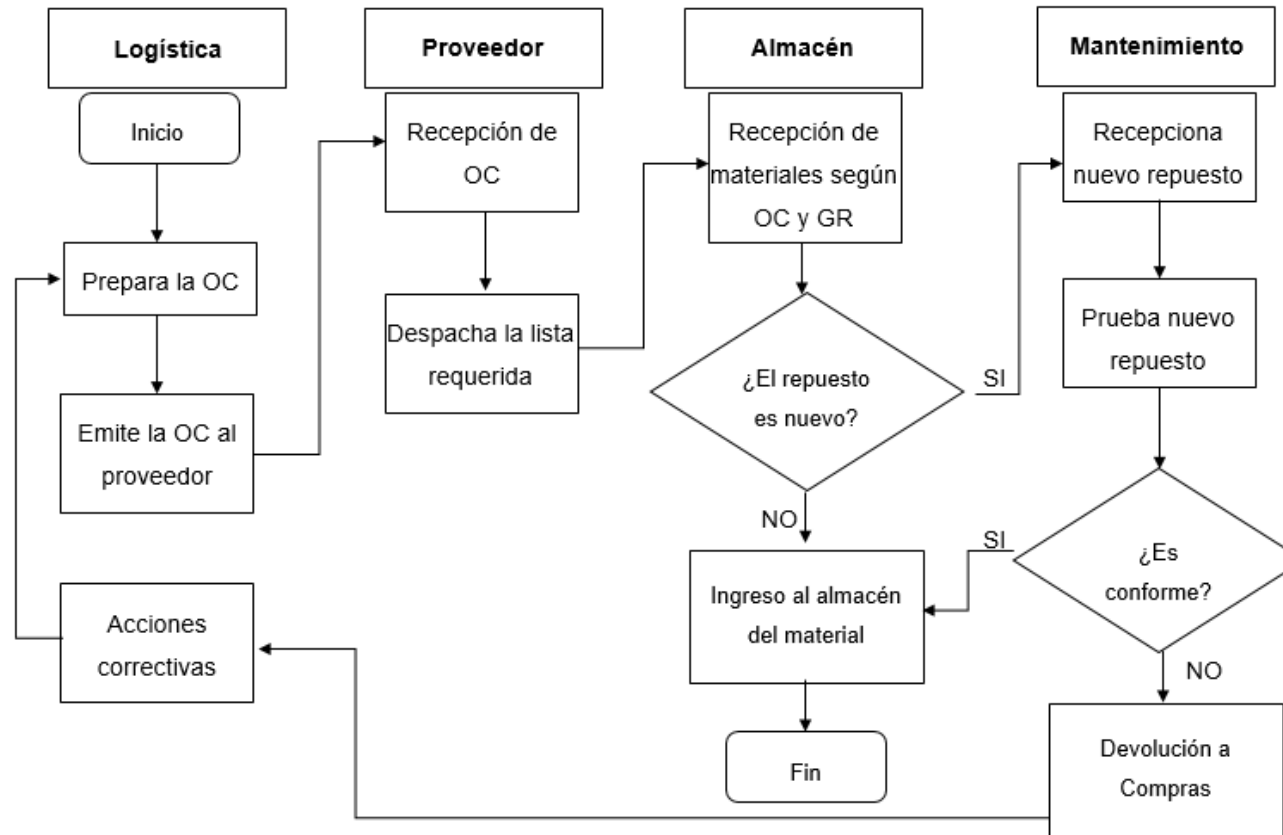


Figura 19
Diagrama de Flujo para las Compras



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)



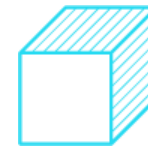
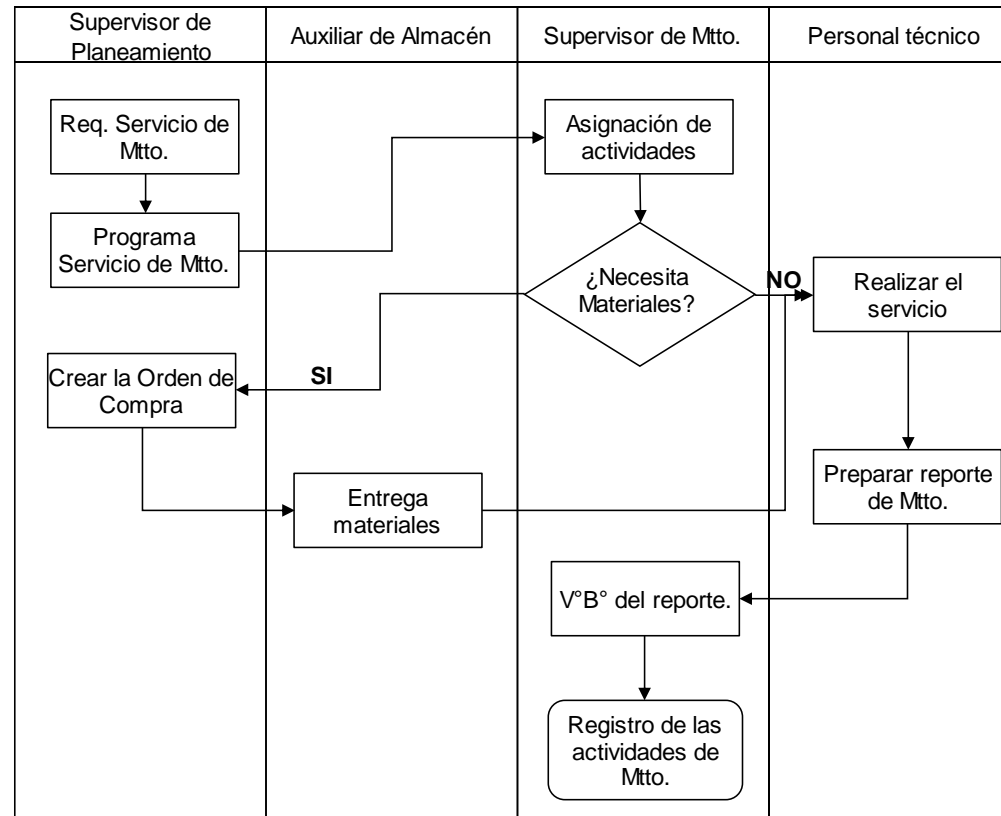


Figura 20
Diagrama de Flujo del Mtto. Preventivo

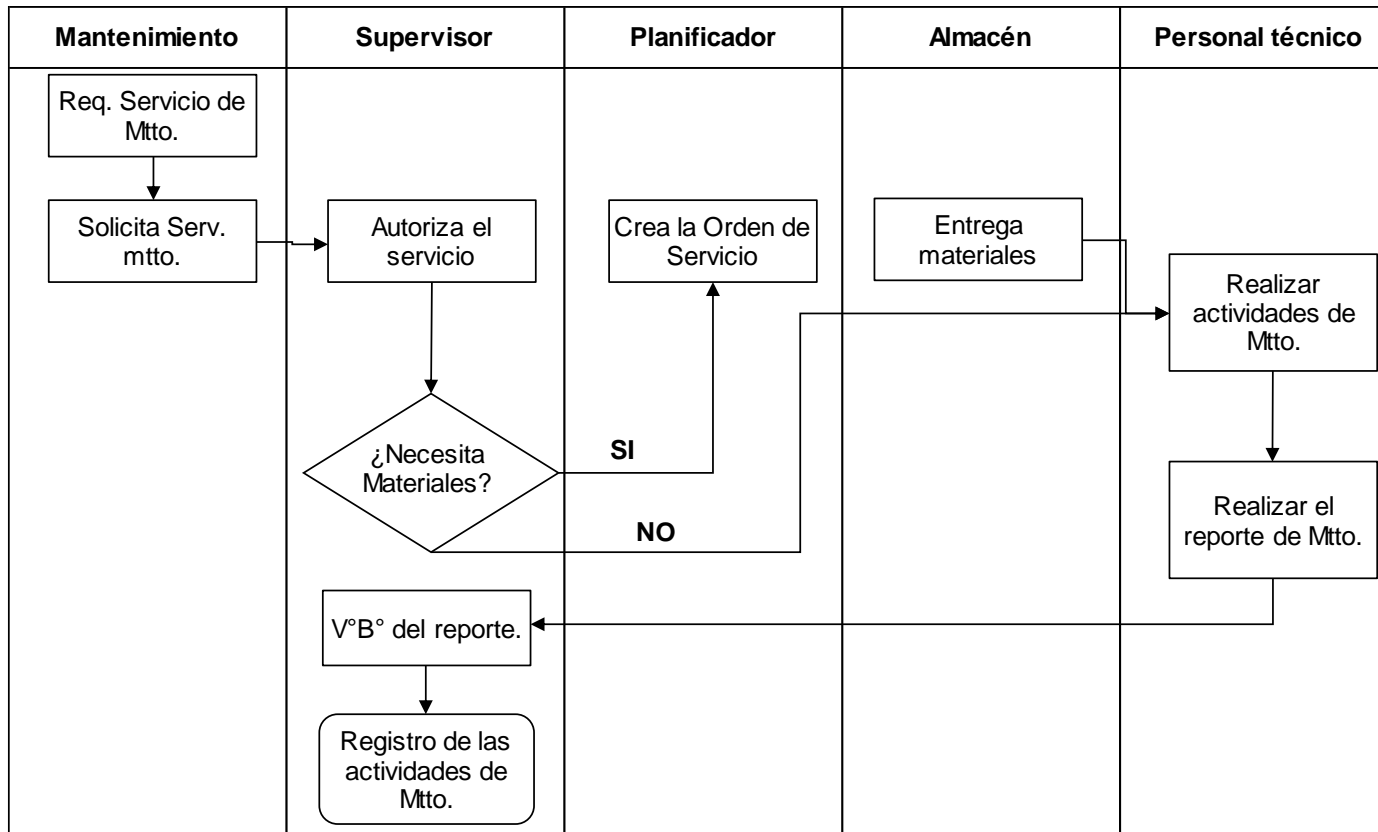


Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Figura 21
Diagrama de Flujo Mtto. Correctivo



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Figura 23

Zona de Trabajo con Equipos Necesarios



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

B. Implementación SEITON

En esta etapa el personal debe tomar conciencia, dado que se dispone de los equipos necesarios para el mantenimiento, por lo que cada equipo, herramienta o material se encuentre visible o en un lugar que sea de fácil ubicación.

La empresa ha implementado estantes de madera y metálicos para el almacenamiento ordenado y temporal de equipos, herramientas y materiales para realizar el mantenimiento de la zaranda o molino.

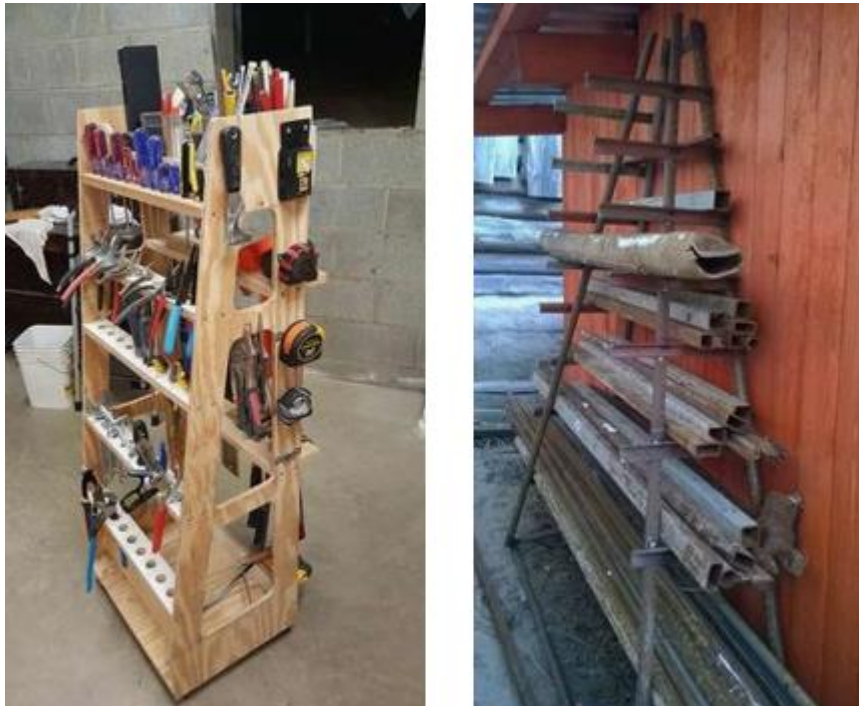
En la figura 24, se muestran dos anaqueles, uno para herramientas y el otro anaquel metálico para sostener tubos o varillas que se utilizarán en el mantenimiento programado.





Figura 24

Herramientas y Materiales en su Ubicación Visible



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

C. Implementación SEISO

En esta etapa se considera la implementación de un programa de limpieza con frecuencia diaria y semanal, con asignaciones al personal que labora en la zona del molino. Para el cumplimiento de la 3ra S, se debe iniciar con un programa de capacitación al personal que trabaja en la zona del molino. (ver tabla 8)

La frecuencia es rotativa, de tal forma que todo el equipo participe del programa de limpieza. Se debe disponer de materiales para la limpieza y un lugar específico para estos materiales. Asimismo, se deben identificar horarios de limpieza y el personal responsable para la limpieza, incluir un programa preventivo que eviten el incumplimiento de la tercera S, SEISO.



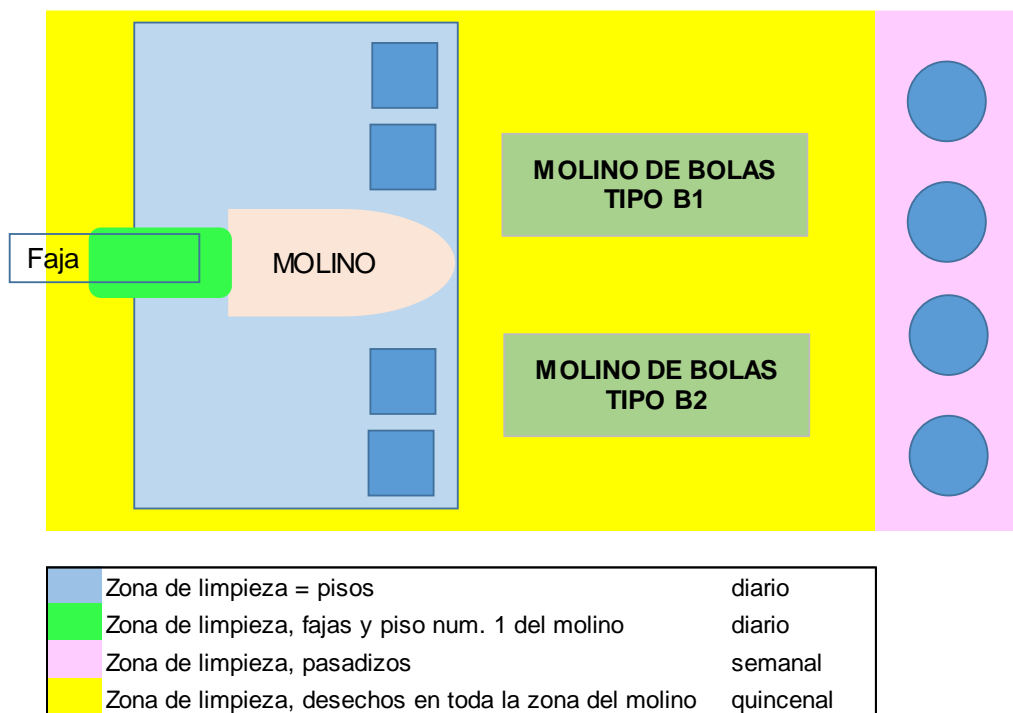


Tabla 8
Programa de Capacitación 3ra. S

Ítem	Actividades	Área de Molino			
		8am-9am	9am-10am	11am-12m	12m-1pm
1	Apertura de la Capacitación	■			
2	Concientización en Limpieza	■			
3	Tipo de materiales y productos de limpieza		■		
4	Limpiar			■	
5	Mapeo de la zonas de trabajo				■
6	Evaluación y cierre de la capacitación				■

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Figura 25
Mapeo de la Zona de Limpieza



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la figura 25, se visualiza las zonas identificadas para el programa de limpieza, cada zona específica marcado de colores diferentes tienen una frecuencia diferente, que va de la limpieza diaria a la limpieza quincenal.





Figura 26
Zonas de Molino Completamente Limpio



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la figura 26, se observa el cumplimiento del programa de la limpieza en la zona de molino. Los pasillos, zonas de acceso, escaleras, todo permanece limpio antes y después la jornada laboral.

Programa de reconocimiento

Como parte de la inducción, capacitación y concientización, la jefatura de mantenimiento a implementado un programa de reconocimiento, el cual consiste en reconocer el esfuerzo del colaborador del mes con un buen desempeño en el cumplimiento de las tres primeras “S”. (Ver figura 27)





Figura 27
Programa de Reconocimiento



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

D. Implementación SEIKETSU

Mantener – estandarizar: Se inicia con un programa de inducción al personal, dando a conocer la importancia de las tres primeras “S”, el objetivo de este programa es lograr la estandarización de las actividades y hacer que el personal tenga el compromiso habitual y no esperar que el supervisor les ordene a realizarlo. En la tabla 9 se muestra el programa de capacitación. Asimismo, se ha implementado un formato de inspección para registrar el cumplimiento de la limpieza (Ver anexo 1)

Tabla 9
Programa de Capacitación 4ta. "S"

Ítem	Actividades	Área de Molino			
		8am-9am	9am-10am	11am-12m	12m-1pm
1	Apertura de la Capacitación				
2	Importancia de la 4ta. "S".	■			
3	Inspecciones inopinadas		■		
4	Responsabilidad del Supervisor			■	
5	Influencia en la mejora de la gestión del mtto.				■
6	Evaluación y cierre de la capacitación				■

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





E. Implementación del SHITSUKE

Corresponden en esta etapa perennizar en los trabajadores una cultura o un hábito de orden y limpieza (ver figura 28), y es necesario que toda la organización participe y se involucre para el cumplimiento de los procesos ya estandarizados. Para que se cumpla esta última “S”, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Los trabajadores deben conocer los resultados de las 5'S., es decir, de manera grupal, los logros alcanzados deberían ser mostrados.
- A todo el equipo de trabajo se le debe retroalimentar con la información necesaria de los procesos, dando a conocer los puntos críticos.
- El supervisor de la zona de trabajo debería hacer auditorias con frecuencias semanales e inopinadas, con ello se establecería el cumplimiento de los procedimientos.

Figura 28

Las 5'S en la Zona de Trabajo



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Tabla 10

Programa de Reuniones del Equipo de Mtto.

Procedimiento	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Plan de actividades	Se hace la reunión semanal para evaluar el plan global						
Programación de las actividades de Mtto.				Revisión de la Programación del Mtto.	Reunión para aprobar el programa de Mtto.		
Mejora de la gestión de Mtto.		Se revisan las actividades de Mtto. Se plantean mejoras del proceso					
Seguimiento y Control de las actividades	Todos los días se hace reunión para el seguimiento y control de las actividades de mantenimiento						

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Con el cumplimiento del programa establecido (ver tabla 10) se estaría asegurando el cumplimiento de la implementación de las 5'S.



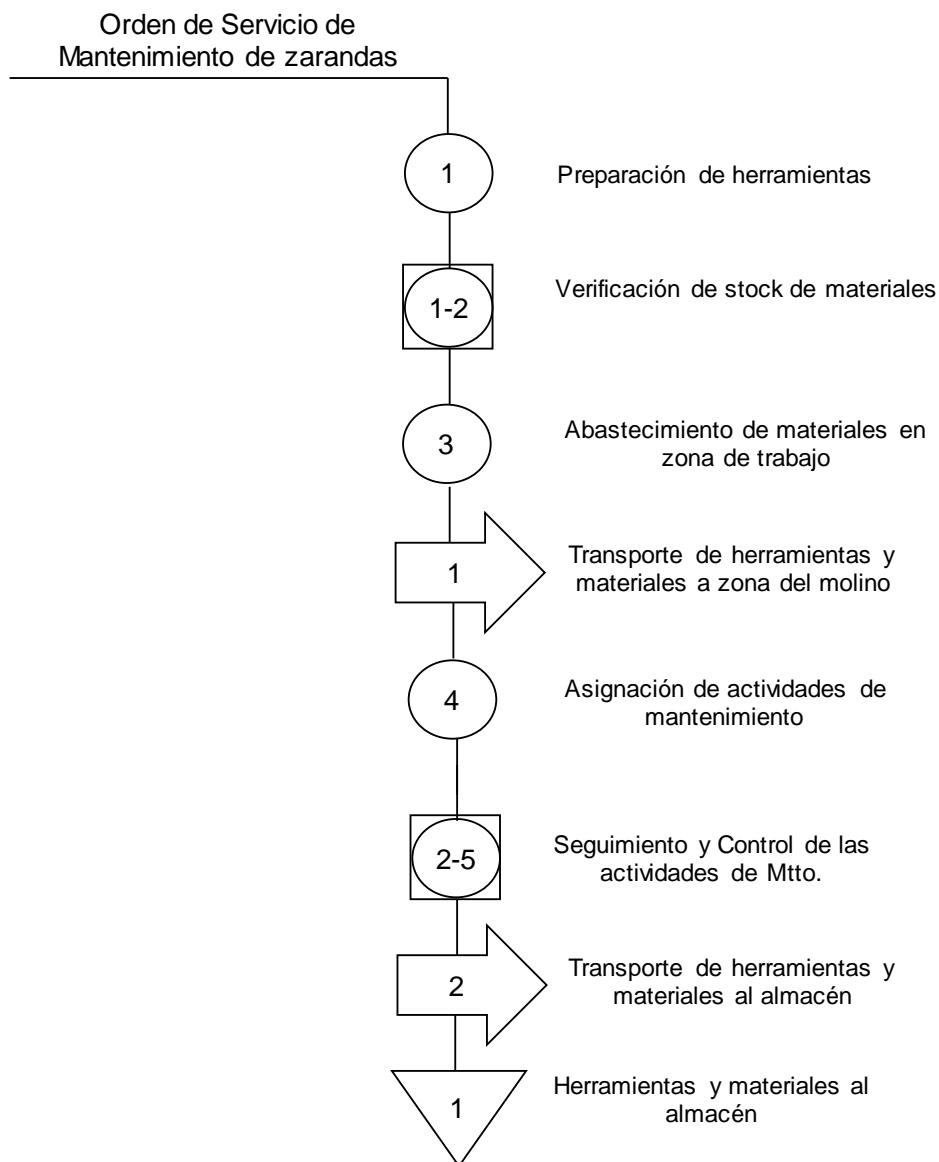


3.2.3. Verificar de la gestión de mantenimiento

Con la aplicación de las 5'S en el área de molino, las actividades de mantenimiento tienen mayor productividad. Se presenta en la figura 29 el DOP mejorado.

Figura 29

DOP Mejorado de las Actividades de Mtto.








Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Tabla 11
Comparación del DOP Actividades de Mtto.

ANTES			DESPUÉS		Observaciones
OPERACIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (min)	CANTIDAD	TIEMPO (min)	
	4	380	5	410	Las operaciones tienen 410min de los 380min antes de la mejora. Se explica porque se realiza el abastecimiento de materiales en la misma zona de trabajo con una coordinación de por lo menos 4 horas antes. Se han evitado las demoras por malas coordinaciones entre el personal de mantenimiento y con otras áreas. Con la implementación del flujo de compras de repuestos, hay disponibilidad de stock de repuestos Se programa un seguimiento y control de actividades de mtto.
	2	40	2	40	
	2	140	0	0	
	2	120	2	110	
	1	20	1	20	
TOTAL	11	700	10	580	

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Reducción del tiempo de trabajo en el molino (zarandas)

$$\Delta T = \frac{580 - 700}{700} \times 100\% = -17.1\%$$

Las actividades de mantenimiento en las zarandas del molino de la empresa SMCV S.A., se han reducido en un 17.1%.

Costos de Mantenimiento: Los servicios de mantenimiento en la empresa se miden con un factor de comparación entre el mantenimiento planificado y el ejecutado. En el historial se conoce que el indicador promedio sobrepasaba el 28% mensual. Lo que generaba en las gerencias de la empresa contratante una demanda urgente de mejora, puesto que su presupuesto superaba en promedio una cantidad de 62,000 soles por mes. Con la implementación de la mejora, se ha evaluado desde septiembre del 2021 hasta el mes de enero 2022. El ejecutado de enero 2022 se observa en la tabla 12; en el cual el resultado fue un presupuesto ejecutado de un 3.16% por debajo de lo planificado.





Tabla 12
Costos de Mtto. Enero 2022

Tipo de Mantenimiento	Cantidad por mes	Planificado	Ejecutado	Variación
A condición	41	S/ 40,170.00	S/ 42,178.50	5.0%
Reacondicionamiento Cíclico	4	S/ 2,025.60	S/ 1,904.06	-6.0%
Sustitución Cíclica	32	S/ 135,896.00	S/ 128,014.03	-5.8%
Búsqueda de fallas	10	S/ 1,396.00	S/ 1,521.64	9.0%
Correctivo	15	S/ 3,105.00	S/ 3,198.15	3.0%
TOTAL	102	S/ 182,592.60	S/ 176,816.39	
			Variación Enero 2022	-3.16%

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

Tabla 13
Presupuesto Abril 2021 a Enero 2022

Mes	Planificado	Ejecutado	Variación
Abr-21	S/ 198,794.24	S/ 260,720.92	31.15%
May-21	S/ 202,569.36	S/ 260,301.63	28.50%
Jun-21	S/ 176,285.63	S/ 213,251.86	20.97%
Jul-21	S/ 218,163.20	S/ 275,963.85	26.49%
Ago-21	S/ 188,596.75	S/ 233,859.97	24.00%
Set-21	S/ 225,896.45	S/ 213,896.32	-5.31%
Oct-21	S/ 195,784.65	S/ 181,099.63	-7.50%
Nov-21	S/ 221,856.94	S/ 225,292.84	1.55%
Dic-21	S/ 178,369.18	S/ 176,596.71	-0.99%
Ene-22	S/ 182,592.60	S/ 176,816.39	-3.16%
Total	S/ 1,988,909.00	S/ 2,217,800.12	11.51%

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la tabla 14, se observa la variación del presupuesto ejecutado, para abril del 2021, se tiene un sobrecosto por mantenimiento superior al 31.15% planificado. Esta cifra se recupera a partir del septiembre 2021, y va con tendencia a seguir un mejor control hasta enero 2022 con un ejecutado del 3.16% por debajo del plan.

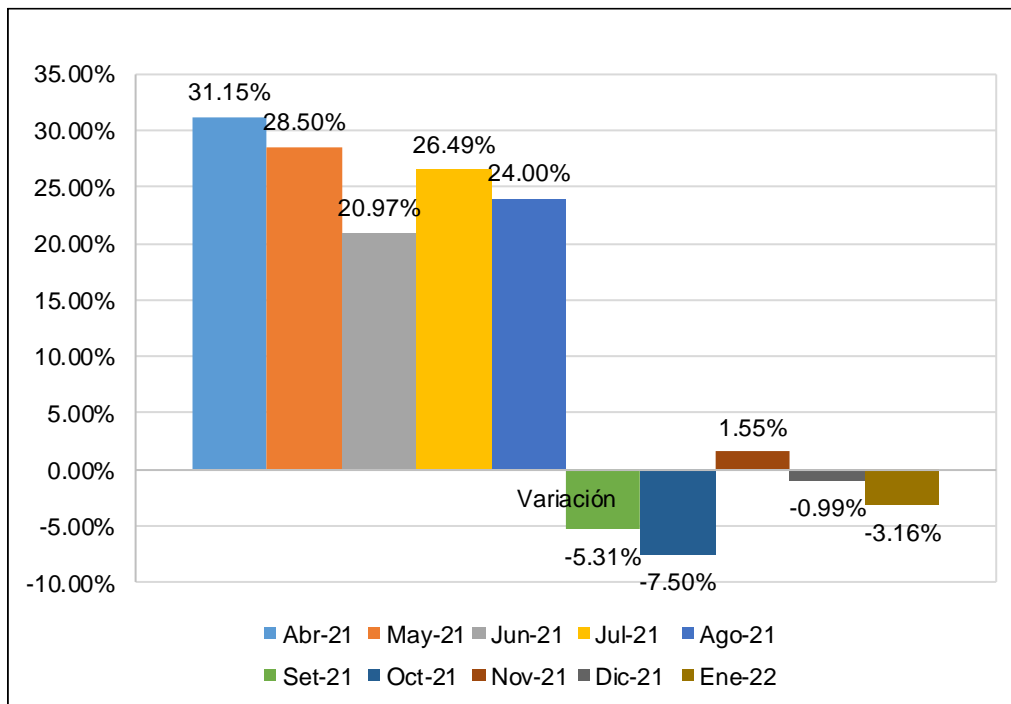
Sin embargo, en el global, dado la variabilidad de los cinco primeros meses de análisis, el presupuesto ejecutado está a 11.51% superior a lo planificado.





En la figura 30, se observa la variación de los presupuestos planificados y ejecutados desde abril del 2021 al mes de enero del 2022.

Figura 30
Variación del Presupuesto



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

3.2.4. Actuar de la gestión del mantenimiento

En esta etapa se hace el seguimiento a la gestión de mantenimiento, controlando que se cumplan los procedimientos. En caso que exista alguna desviación se actúa con oportunidad y se prepara nuevos procedimientos y su medición. En la **tabla 14** se tiene el plan de mantenimiento preventivo que permitiría que el molino y las zarandas funcionen sin paradas fortuitas, sino sólo programadas.



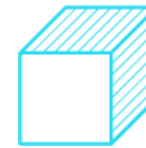


Tabla 14
Plan de Mantenimiento Preventivo

Actividades	7 días	15 días	30 días	90 días	180 días	360 días
Realizar cambios de aceite			x			
Cambio de linner de feed chute		x				
Lubricación de excitadores			x			
Reposición de mallas desgastadas				x		
Cambio de pipetop					x	
Cambio de excitadores						x
Inspección y cambio de paneles	x					
Cambio de linner tipo 27 para el Rock Box				x		
Cambio de linner chute cuña						
Inspeccion de componentes diversos		x				

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





3.3. COSTOS DEL PROYECTO

Los costos del proyecto contemplan cinco rubros. El plan de capacitación anual que se encuentra detallado en la tabla 6. Luego se consideró al equipo de mejora continua cuya participación en la implementación de las 5'S fue importante. La mejora de la gestión de compras, se implementó un procedimiento para las compras nuevas, que deberían ser coordinadas con mantenimiento y las compras de stock mínimo de repuestos para actividades frecuentes; son repuestos que no deben faltar en el almacén. En el proceso de la implementación de las 5'S, se consumieron materiales diversos, un equipo para realizar la limpieza, se compraron equipos de limpieza.

El detalle del costo de la implementación se encuentra en la tabla 15, cuyo valor asciende a un total anual de 172,586.0 soles

Tabla 15
Costos de la Implementación

Tipo	Cantidad
Plan de Capacitación anual	S/ 22,323.0
Equipo de Mejora continua	S/ 54,000.0
Mejora gestión de las compras	S/ 56,620.0
Repuestos en stock mínimo	S/ 54,060.0
Procedimientos de compras	S/ 2,560.0
Implementación de las 5'S	S/ 38,083.0
Materiales	S/ 8,653.0
Mano de obra	S/ 16,850.0
Equipos	S/ 12,580.0
Formatería	S/ 1,560.0
TOTAL	S/ 172,586.0

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Análisis Económico

La problemática definida en la débil gestión del mantenimiento en la zona del molino de la empresa SMCV S.A., ha implicado sobre costos en el presupuesto planificado; asociado a operaciones innecesarias en el proceso de mantenimiento, el cuál fue desarrollado con la mejora del proceso y analizado con un DOP mejorado, logrando una reducción del tiempo de mantenimiento en un 17,1%. Para la mejora de la gestión del mantenimiento se implementó las 5'S y la mejora en la gestión de las compras de repuestos necesarios y en stock mínimo para los mantenimientos programados y eventualmente el mantenimiento del tipo correctivo. Sin embargo, la empresa lleva un historial que el presupuesto ejecutado supera en un 31% al presupuesto planificado. Esta es el punto de partida para el análisis económico, dado que, con la implementación de la mejora, el factor relacionado entre lo ejecutado y planificado se acercaría a la unidad; es decir la variación sería mínima entre periodos de trabajo.

Tabla 16
Sobrecostos de Mito.

Mes	Planificado	Ejecutado	Variación
Abr-21	S/ 198,794.24	S/ 260,720.92	31.15%
May-21	S/ 202,569.36	S/ 260,301.63	28.50%
Jun-21	S/ 176,285.63	S/ 213,251.86	20.97%
Jul-21	S/ 218,163.20	S/ 275,963.85	26.49%
Ago-21	S/ 188,596.75	S/ 233,859.97	24.00%
Total	S/ 984,409.18	S/ 1,244,098.23	26.38%
Variación Promedio mensual		S/ 51,937.81	
Variación Promedio anual		S/ 623,253.73	

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

En la tabla 16, se observa para cinco meses de operación, un presupuesto ejecutado superior al planificado en un 26.38%, esto nominalmente al año significa, en promedio, un exceso de 623,253.73 soles. Este incremento





sobre el presupuesto planificado se explica por las deficiencias en la gestión del mantenimiento en la zona de molino. Para el análisis económico, este monto de 623,253.73 soles, sería la cantidad que se desea minimizar aplicando la mejora continua en la gestión del mantenimiento en la zona de molino.

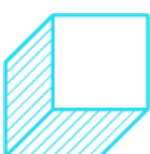
En consecuencia, para evitar este sobre costo, se hace una inversión en el plan de mejora que asciende a 172,586.0 soles anuales.

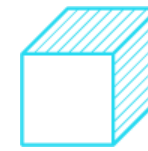
Tabla 17
Indicadores Económicos de la Mejora

	Período 0	Período 1
Flujo de caja	-S/ 172,586.0	S/ 623,253.73
Costo de Oportunidad	16.0% (referencial)	
VAN =	S/ 364,701.7	
B/C =	3.11	
TIR =	261.1%	
Periodo de Recuperación	3 meses 10 días	

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

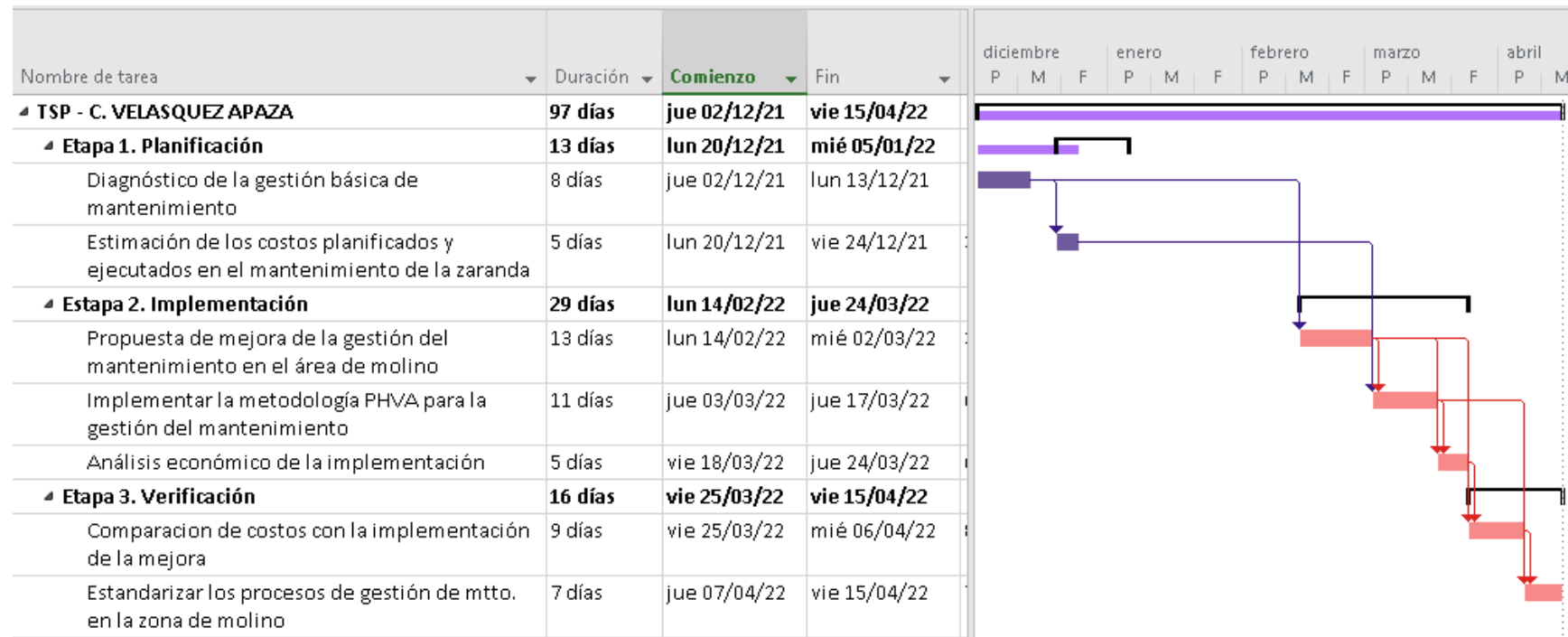
De la tabla 17 se deduce que la inversión en el plan de mejora es factible y rentable.





3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Tabla 18
Cronograma del Proyecto



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





3.5. CONCLUSIONES

- Se logró realizar el diagnóstico de la gestión básica de mantenimiento del molino, encontrando que en promedio el presupuesto ejecutado supera en un 31% sobre el presupuesto de mantenimiento planificado.
- Se realizó el primer objetivo de la metodología PHVA, “Planear”, logrando determinar las causas de las fallas en las zarandas del molino.
- Se logró realizar tres diagramas de causa efecto, para cada problema específico, que son: tiempos muertos en las actividades de mantenimiento, parada de los activos por una mala coordinación entre otras áreas y cambios en las prioridades de mantenimiento.
- Se determinó que el sobrecosto promedio en la planificación del mantenimiento es de 623,253.73 soles anuales, lo que en promedio indica a un 31% superior al presupuesto planificado.
- Se logró realizar el segundo objetivo del PHVA, que es el “Hacer”, en el cual se implementó el procedimiento del mantenimiento en las zarandas del molino.
- Se logró implementar el diagrama de flujo para la gestión de compras de los repuestos, en el cual mantenimiento debe verificar los productos antes del ingreso a los almacenes. Asimismo, implementó los diagramas de flujo para los mantenimiento preventivo y correctivo.
- Con el tercer objetivo del PHVA, se logró realizar la comparación de las dos gestiones, determinado que los tiempos se redujeron en 17.1% para el mantenimiento de las zarandas del molino. Y con el cuarto objetivo del PHVA, “Actuar”, se hace seguimiento a la gestión implementando el plan de mantenimiento de las zarandas.





- El costo de la implementación asciende a 172,586.0 soles que comprende el costo de mano de obra, implementación de las 5'S, y el costo del plan de capacitaciones.
- Del análisis económico se determina que la inversión en la mejora de la gestión del mantenimiento es viable y rentable, esto se observa por el factor cercano a 1 entre los costos planificados y ejecutados a partir del mes de septiembre del 2021.

3.6. RECOMENDACIONES

- Es recomendable aplicar el diagnóstico de la gestión de mantenimiento en diversas secciones del molino, para determinar el nivel de cumplimiento de los presupuestos de mantenimiento.
- Se recomienda aplicar la metodología del Ciclo de Deming para otras secciones que se desean una mejora continua, el resultado es muy favorable en lo económico.
- Se recomienda que al aplicar el primer objetivo del PHVA; "Planear", consideren realizar los diagrama causa efecto y la importancia de cada una de las causas, se tendría una mejor visión para planificar.
- Se recomienda implementar las 5'S en zonas que requieren apoyo visible de orden y limpieza, considerando capacitaciones al personal para crear una cultura de equipo.
- Se recomienda preparar un plan anual de capacitaciones en actividades de mantenimiento de la zona de molino, con profesionales expertos, especialmente con los proveedores de sistemas hidráulicos, de las mallas, filtros y lubricantes.
- Se recomienda realizar el plan de mantenimiento, estableciendo políticas entre las áreas de soporte como son logística (para la compra oportuna de materiales) y recursos humanos para disponer





de personal técnico con experiencia y motivados para desarrollar actividades en campo.

- Se recomienda “verificar” siempre los trabajos desarrollados en cada turno y evaluar oportunidades de mejora constantes.
- Se recomienda medir la ejecución de las actividades de mantenimiento, para determinar las deficiencias y aplicar mejora continua.





CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- Aguilar Bustamante, R. N. (2018). “Análisis y mejoras de la gestión del área de mantenimiento mecánico molienda procesos C2 de la planta concentradora de cobre de SMCV Arequipa basado en la filosofía de mantenimiento productivo total”. Arequipa, Perú: Universidad Continental.
- Díaz Castro, S. (2015). Diseño de un sistema de información y plan de mantenimiento preventivo para molinos de bolas en Empresa Minera Valle Central. Talca, Chile: Universidad de Talca (Chile).
- Gómez Gonzáles, J. L. (2017). “Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento utilizando el sistema SAP para los equipos de chancado, molienda, flotación, filtrado y relaves de planta de beneficio de una empresa minero-metalúrgica. caso empresa minera Ares”. Arequipa: UNSA.
- Google. (2021). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/maps>
- Huisa Huaynaci, D. E. (2018). “*Sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de la central térmica de Independencia*”. Arequipa, Perú: UNSA.
- Inga Sancasanampa, J. S. (2021). “Mejora de la disponibilidad mecánica del molino de bolas 9x13 ft para incrementar la producción diaria en minera Sierra Antapite”. Huancayo, Perú: UNCP.
- Logísticas S.A.C, H. (2019). Mantenimiento de equipos industriales y montacargas. Medellín, Colombia: <https://gm-hl.com/>.
- Velásquez Apaza, D. C. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. *TSP EPII - UAP*. Lima, Perú: Electrónico&Digital.
- Viscaíno Cuzco, M., & Villacrés Parra, S. (2019). “Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de la Zona 3 del Ecuador”. Ecuador, Ecuador: Revista de Ciencia y Tecnología Ingenius.





CAPÍTULO V
GLOSARIO DE TÉRMINOS





Mantenimiento: actividad humana que logra que los activos estén en funcionamiento para el cual se han diseñado.

Mejora continua. Criterio técnico para resolver problemas basados en procedimientos simples involucrando al personal.

Zarandas: Equipo que selecciona materiales solidos de distinto volumen.

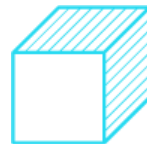
Molino: súper máquina que procesa el chancado de mineral en el orden de 2000 toneladas por hora.

Chute: son mecanismos que permiten el traslado del mineral de un punto a otro.

Lubricante: es una sustancia que se coloca entre dos sistemas que se encuentran en contacto, el cual evita la fricción y el desgaste del mecanismo o pieza.

Malla de zaranda: permite el tamizado de materiales dependiendo del grado de tramado para diferenciarlo en tamizado fino o grueso.





CAPÍTULO VI

ANEXOS





Anexo 1
Formato de Inspección

FORMATO DE INSPECCIÓN

Zon de trabajo: MOLINO

Fecha: _____ Turno: _____

Frecuencia: Diaria ___ Semanal ___ Quincenal ___ Mensual ___

Ítem	Observaciones	Responsable
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Supervisor

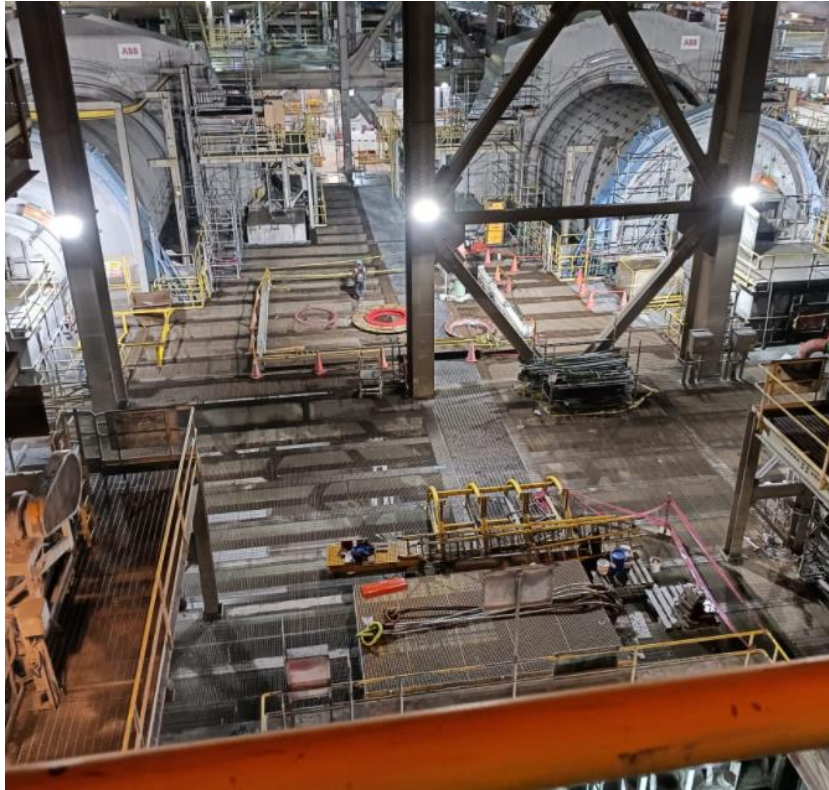
Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Anexo 2

Resultado de la Implementación de las 5'S



Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)





Anexo 3

Lista de Equipos y Herramientas

- Equipos de Apoyo**

Ítem	Descripción
01	Puente grúa
02	Camión grúa
03	Camioneta 4x4
04	Andamios
05	Equipo Altair con Cánula

- Herramientas**

Ítem	Descripción
01	Eslingas 4 TON x 4 m
02	Eslingas 2 TON x 2 m
03	Grilletes 3/4"
04	Grilletes 7/8"
05	Esmeril de 4 1/2"
06	Tecla Señorita de 1.5 Tn
07	Pistola de Impacto Neumática c/encastre 3/4"
08	Extensión corriente con enchufe y caja metálica 30m
09	Extensión luz piloto 10m con enchufe y canastilla
10	Juego de dados de 1/2" hasta 1-1/2" encastre 3/4"
11	Juego de llaves Mixtas 1/4" - 2-1/4"
12	Palanca Ratchet encastre de 3/4"
13	Palanca Ratchet encastre de 1/2"
14	Adaptadores de encastre 1/2" - 3/4"
15	Seguros para dados
16	Patas de Cabra
17	Combos de 10 lb
18	Combos de 04 Libras

Fuente elaboración propia: (Velásquez Apaza, 2022)

