



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

**Propuesta de mantenimiento preventivo en celdas de flotación
Cleaner KYF-100 para mejorar productividad en planta de Cobre
Minera - Chinalco**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTORES:

Vasquez Arevalo, Luis Edilberto (ORCID: [0000-0002-4895-1935](https://orcid.org/0000-0002-4895-1935))

Padilla Bonifacio Luis Vicente (ORCID: [0000-0002-5278-7410](https://orcid.org/0000-0002-5278-7410))

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: [0000-0001-6743-6915](https://orcid.org/0000-0001-6743-6915))

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de mantenimiento.

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios.

Por haberme permitido llegar a este punto y haberme dado la salud para lograr uno de mis primeros objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos, a mi esposa que siempre estuvo a mi lado y mis hermanos que siempre estarán a mi lado. quienes sin su ayuda nunca hubieran podido hacer esta tesis.

Y esta tesis la dedico a todos aquellos que no creyeron en mí, que esperaban un fracaso mío en cada paso que daba hacia la culminación de mi carrera, que no esperaban que yo lograra terminar la carrera, a aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a los que supusieron que no lograría esto, a todos ellos les dedico esta tesis.

Luis Edilberto Vásquez Arévalo

Agradecimiento

Yo primeramente doy gracias a dios por darme la vida a mí, a mis padres, mi esposa y hermanos que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias de todo corazón por apoyarme en todos los momentos difíciles y buenos de mi vida como en la felicidad y tristeza, pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con su esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser un gran profesional y seré el gran orgullo para mis padres, esposa, hermanos y para todos los que confiaron en mí.

Deseo hacer presente mi agradecimiento en primer lugar a mis padres que en todo momento me brindan su apoyo incondicional, por su ejemplo de dedicación y esfuerzo que han sido una guía en mi vida, a los profesores e instructores que aportaron con sus enseñanzas el valor importante por el estudio.

El autor

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figura.....	vi
Índice de anexos	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	63

Índice de tablas

Tabla 1. Características técnicas de celda cleaner KYF - 100	15
Tabla 2. Funciones de celdas cleaner	15
Tabla 3. Modos de falla de la celda cleaner	16
Tabla 4. Causa de fallas de celdas cleaner	16
Tabla 5. Detenciones en celda cleaner KYF-100 - 2021	19
Tabla 6. Resumen de indicadores de la causa raíz.....	21
Tabla 7. Motivos de desperfectos de celda de flotación KYF – 100	22
Tabla 8. Orígenes de fallas mecánicas en celda de flotación KYF – 100...	23
Tabla 9. Precio hora hombre por parada de máquina de flotación de celda cleaner.....	25
Tabla 10. Formato de registro del equipo de celdas.....	28
Tabla 11. Formato de instrucciones técnicas.....	29
Tabla 12. Formato de rutina de mantenimiento preventivo planificado	35
Tabla 13. Contenido programático del taller	37
Tabla 14. Indicadores propuestos para evaluar la propuesta de mejora.....	39
Tabla 15. Precio de mantenimiento anual.....	44
Tabla 16. Precios de inversión.....	45
Tabla 17. Precio por causa raíz.....	46
Tabla 18. Estado de resultados proyectados.....	47
Tabla 19. Flujo de caja proyectado.....	47
Tabla 20. Periodo de recuperación.....	47

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Lugar de celdas en la operación	5
Figura 2. Accesorios primordiales de celda cleaner.....	6
Figura 3. Procedimiento de accionamiento	6
Figura 4. Diagrama causa efecto de los problemas en celdas KYF -100.....	20
Figura 5. Grafica de Pareto de causas más posibles que ocasionan desperfectos en celdas KYF – 100	22
Figura 6. Diagrama de Pareto de las causas más comunes que causan los desperfectos mecánicos en celdas de flotación KYF – 100.....	23
Figura 7. Cantidad de paradas del equipo de celdas cleaner.....	24
Figura 8. Número de horas - hombre solicitadas para el mantenimiento correctivo en la etapa	24
Figura 9. Producción anual de cobre fino.....	41
Figura 10. Cronograma de mantenimiento anual.....	43

Resumen

El próximo estudio posee propósito proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos del área de flotación de celdas de la planta procesadora de cobre Chinalco - Perú se basa en el propósito específico de diagnosticar la situación actual. Mantenimiento, prevención de máquinas en el área de flotación de celdas en la minera, identificación de la causa de falla de máquinas, elaboración de planes de mantenimiento preventivo para celdas de cleaner KYF100 Evaluación económica y financiera de la propuesta de planes de mantenimiento preventivo. Se determinó para lograr el propósito general de proponer un programa de mantenimiento preventivo para optimizar el rendimiento operativo de la máquina durante el proceso de producción, reduciendo la frecuencia de mantenimiento modificado de las celdas de flotación KYF100 para mejorar el aumento de la productividad en la Planta de procesamiento de cobre de la empresa minera Chinalco-Perú, al determinar el estado actual del mantenimiento preventivo, podemos concluir que las interrupciones no planificadas provocan constantemente el mal funcionamiento de la máquina y la falta de programas de mantenimiento, lo que resulta en un mantenimiento preventivo regular. Las causas más relevantes de las fallas de apagado de las máquinas son, entre otras cosas, los métodos, la mano de obra, los materiales y el medio ambiente. El ahorro que se puede lograr implementando un plan de mantenimiento preventivo es de S/. 2,9427 produce un VAN de S/ 12,326 y una TIR de 23.74%, resultando en un retorno de inversión en 3 años y 10 meses.

Palabras clave: Celda, flotación, cobre

Abstract

The purpose of the next study was to propose the implementation of a preventive maintenance plan for the equipment in the cell flotation area of the Chinalco - Peru copper processing plant, based on the specific purpose of diagnosing the current situation. Maintenance, prevention of machines in the area of flotation of cells in the mine, identification of the cause of machine failure, preparation of preventive maintenance plans for cleaner cells KYF100 Economic and financial evaluation of the proposal for preventive maintenance plans. It was determined to achieve the general purpose of proposing a preventive maintenance program to optimize the operating performance of the machine during the production process, reducing the frequency of modified maintenance of the KYF100 flotation cells to improve the increase in productivity in the Plant. of copper processing of the mining company Chinalco-Peru, when determining the current status of preventive maintenance, we can conclude that unplanned interruptions constantly cause the malfunction of the machine and the lack of maintenance programs, which results in poor maintenance. regular preventive. The most relevant causes of machine shutdown failures are, among other things, methods, labor, materials, and the environment. The savings that can be achieved by implementing a preventive maintenance plan is S/. 2,9427 produces a NPV of S/ 12,326 and an IRR of 23.74%, resulting in a return on investment in 3 years 10 months.

Keywords: Cell, flotation, copper

I. INTRODUCCIÓN

Las principales compañías del mundo, el mantenimiento es parte del mismo, para asegurar la productividad eficiente de bienes, servicios y la rentabilidad a con la disposición y fiabilidad de las máquinas que forman la serie productiva de los equipos de mantenimiento. Al disminuir los gastos de reparación, la calidad de los productos o servicio y la satisfacción del usuario, las compañías pueden lograr el máximo rendimiento.

El mantenimiento es un conjunto de actividades que se pueden realizar para lograr una mayor confiabilidad que los equipos etc. Las labores de mantenimiento se pueden ejecutar de acuerdo con las cualidades de varios estándares de gestión. Esta modelo de mantenimiento conserva como finalidad disminuir las reparaciones de la máquina mediante el control periódico y la sustitución de las piezas en mal estado de los equipos.

Como regla general, el mantenimiento tiene como objetivo perfeccionar el uso y la disponibilidad de los equipos y las instalaciones de servicio dentro de la empresa desde un punto de vista económico. Por lo tanto, al proyectar un procedimiento de mantenimiento. Con un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, esto ayuda a reducir el tiempo de inactividad de la máquina y hace que las operaciones sean más económicas y manejables. Esto permite a las mineras satisfacer las necesidades de los clientes además de las necesidades existentes de los trabajadores, de tener una herramienta que proporciona una solución al problema actual.

Cabe señalar que en nuestro país, las sociedades mineras muchas veces desconocen el mencionado mantenimiento, se preocupan por aumentar la producir sin reconocer el desgaste de las maquinas durante el proceso de extracción del mineral, para cumplir con los requerimientos de producción diarios, mensuales y anuales, explotan por completo los recursos admisibles y no reflexionan en términos de mantener en buen estado de las máquinas con un mantenimiento que involucra al conjunto de técnicos de los distintos departamentos actuando como un sistema de conductos hacia el éxito.

El problema general fue. ¿Cómo influye el mantenimiento preventivo propuesto en celda cleaner de flotación KYF100 en la producción de la planta de procesamiento de cobre?

La justificación teórica fue sobre la base de autores de investigación científica reconocidos también la gestión de procedimientos, estadísticas, contabilidad y finanzas para que sirvan de inicio para una investigación más perfecta en cualquier entidad. Ya que contribuye mejoras a los equipos que vienen hacer partes fundamentales dentro de un campo industrial con las metas de lograr una calidad completa y brindar mejores producto y confiabilidad a sus consumidores al avalar sus servicios y estabilidad adentro del mercado. porque brindará reparaciones para los mecanismos que se utilizan todos los días en las plantas mineras e industriales con una meta final de lograr una calidad absoluta y poder brindar mejores artículos y mayor confiabilidad a los clientes, asegurando su trabajo y solidez en el mercado.

Se justifica técnicamente A partir de un inicio de vista efectivo, se trata de utilizar tácticas para alcanzar el buen desempeño del equipo de trabajo, no olvidando los beneficios y obstáculos. Por este motivo, si los procesos se aplican de forma efectiva, la exploración brindará dispositivos para saber la correcta marcha de los equipos de producción, les permitan trabajar de modo eficaz y sin causar problemas al ejecutar las labores.

En el sentido del aspecto social, Este estudio se realizó con un objetivo de tener un valor de uso práctico y ayudar más adelante a exploradores que deseen profundizar en la materia, siendo el inicio proponiendo un programa de un mantenimiento preventivo de celdas de limpieza en la zona de flotación. Igualmente, este estudio beneficia a los posteriores averiguadores, que lograrán obtener con sólidos fundamentos teóricos y ayudarán en la dirección de modernos diseños.

Económicamente se justificó de esta forma, la rentabilidad de la disposición resultante será de considerable medida para la zona de la línea de flotación, esencialmente para el conjunto de los operadores, que deberán tomar medidas correctoras en caso necesario, y también para el consumidor y la compañía, ya

que las detenciones no planificadas suponen un incremento de los importes de producción. se produce una disminución en el rendimiento por la necesidad de redoblar esfuerzos y demanda para lograr satisfacer a sus clientes.

La hipótesis formulada. ¿con La aplicación de un programa de mantenimiento preventivo hacia la celda de flotación KYF-100 optimizara el rendimiento?

La presente investigación tuvo como objetivo general Implementar una Propuesta de mantenimiento preventivo en celdas Cleaner KYF-100 para aumentar la producción en una minera de CU, y hacia el logro de este objetivo general, se estableció los siguientes objetivos específicos que fueron: Definir los motivos que dan origen a las fallas de detención en celdas cleaner KYF-100 de flotación en la minera de cobre. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para celdas cleaner KYF-100 del área de flotación en minera de cobre. Evaluar económicamente y financiera el modelo de un proyecto de mantenimiento preventivo en celdas cleaner KYF - 100 del área de flotación a fin de definir cuantitativamente la cantidad monetaria para la compañía.

II. MARCO TEÓRICO.

(Pazmiño, 2017) “Optimización de celda de flotación. La flotación es uno de los procesos de minerales más utilizados en la minería. En el proceso de flotación se distinguen tres zonas: la zona de mezcla, la zona intermedia y la zona superior, las cuales están influenciadas por diferentes condiciones hidrodinámicas de la celda de flotación. La influencia del área de flujo de dispersión de burbujas de aire (S_b) es un parámetro característico para la eficiencia de dispersión de gas en la cámara de flotación, que afecta el campo de flujo y el área de dispersión de burbujas de aire”.

(Bastias, 2019) “Una propuesta de recuperación utilizando técnicas de mantenimiento de celdas de flotación. Al pasar al mantenimiento, un mecánico o técnico de servicio siempre buscará la forma más rápida y confiable de reiniciar el equipo seleccionado para su reparación. Así, se han estudiado diferentes métodos de mantenimiento a lo largo de la carrera de un técnico universitario en el campo del mantenimiento industrial”.

(Huillca, y otros, 2019) “Aplicación de una estrategia de mantenimiento basado en la condición para mejorar la confiabilidad de los equipos en flotación de una empresa minera. El objetivo fue determinar cómo implementar una estrategia de mantenimiento basado en condición que mejore la confiabilidad de los equipos de celdas de flotación en una empresa minera. sus variables, en busca de la mejora continua y la calidad de la investigación, su principal problema es el continuo tiempo de inactividad de los equipos por falla”.

(Pariona, 2016) “Análisis de las fallas de los equipos críticos de flotación, para reducir la pérdida de producción en la unidad minera de Yauliyacu, Tesis para sustentar título de Ingeniero Mecánico, Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. El estudio de interés fue determinar el ciclo de mantenimiento preventivo óptimo para cada pieza crítica del equipo con base en el análisis de confiabilidad luego de comprender el ciclo de vida de todos los equipos en la línea de producción anterior utilizando el software MINITAB, como resultado. Reduce los

mayores costos de mantenimiento incurridos. Mayor tiempo de actividad. Ayuda a incrementar la producción de las mencionadas unidades mineras”.

Celdas de flotación cleaner KYF-100. “Es un equipo electromecánico estacionario con un método de aire forzado, de 4.56 m de altura x 5,8 m de diámetro, produce una intensa mezcla y vortice que cumple la función de limpiar el concentrado bulk, cuenta con un cilindro de 100m³ de capacidad, un agitador que para ser accionado utiliza una reducción por fajas en V acoplado a un motor de 150kW que gira a razón de 592.5rpm, cuenta con un tubo de aspiración cónico en el que se encuentra un rotor compuesto por un impulsor con 8 paletas inclinadas hacia atrás conectado a un eje, alrededor del cilindro cuenta con un launder periférico para la colección de espumas, 2 válvulas dardo para cada celda para el control de nivel de los cajones de colección y descarga”. (Tecsup, 2012, p. 1).

Ubicación del equipo en el proceso. “Las celdas de flotación cleaner bulk (220-FO-001 al 008) conformadas por 2 filas de 4 celdas c/u, las celdas son equipos que reciben la pulpa proveniente del overflow de los ciclones (210-CY-001 al 004) pasando previamente por los muestreadores de alimentación a flotación bulk (220-SA-001 al 004), a la primera celda se le adiciona; el concentrado es descargado sobre las canaletas de concentrado cleaner bulk (220-LA-101 al 104). Las colas de las celdas cleaner bulk es descargado en los espesadores de relaves 255-TK-001 al 004” . (Tecsup, 2012, p. 1).

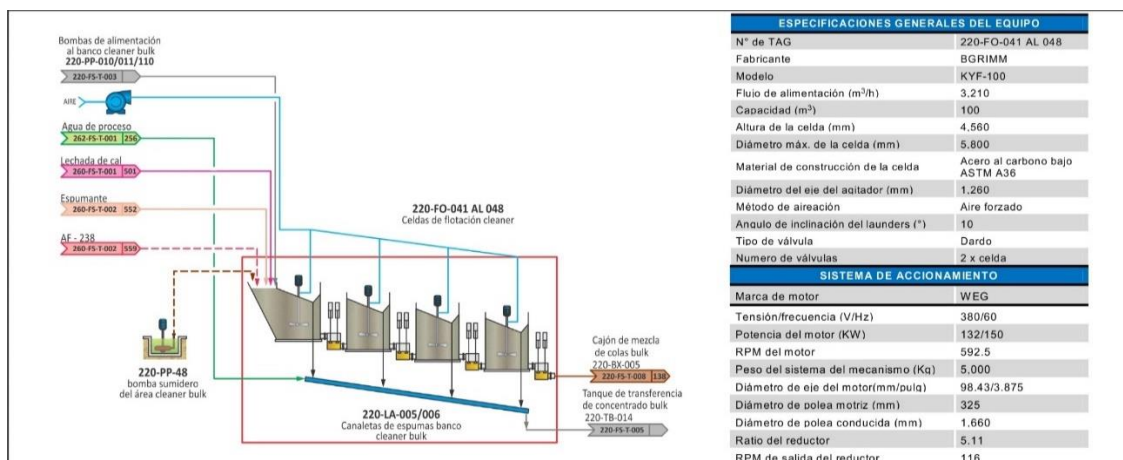


Figura 1. Lugar de celdas en la operación.

Fuente: Tecsup (Área 220: Flotación de cobre, p. 1).

Partes principales del equipo.

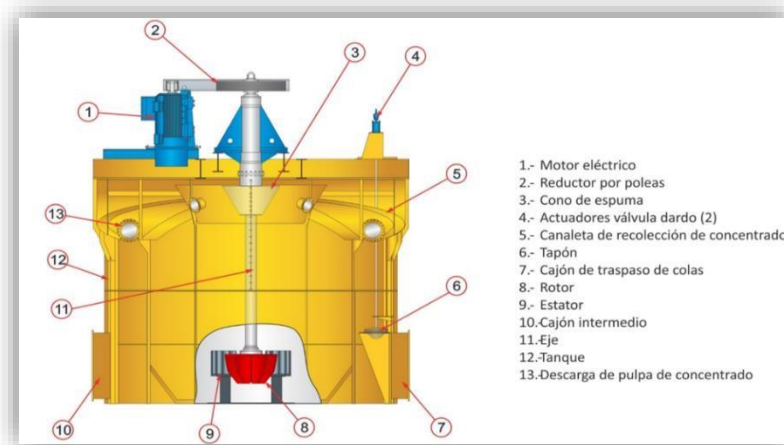


Figura 2. Accesorios primordiales de celda cleaner.

Fuente: Tecsup, (Área 220: Flotación de cobre, p. 2).

Sistema de accionamiento. “Está formado por un motor eléctrico de inducción de 150kW que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, está montado verticalmente sujeto a un soporte, el motor eléctrico utiliza un sistema de reducción de poleas y fajas el cual disminuye la velocidad a 116RPM, la polea motriz 325x8V (325 de diámetro con 8 canales en V) y la polea conducida 1,660x 8V (1,660mm de diámetro con 8 canales en V) para fijarse tanto al eje del motor como a la caja de rodamientos utiliza chavetas, la faja de transmisión que utiliza es del tipo 7100 - 8V, la caja de rodamientos se acopla mediante brida al eje hueco de 235mm de diámetro”. (Tecsup, 2012, p. 3).

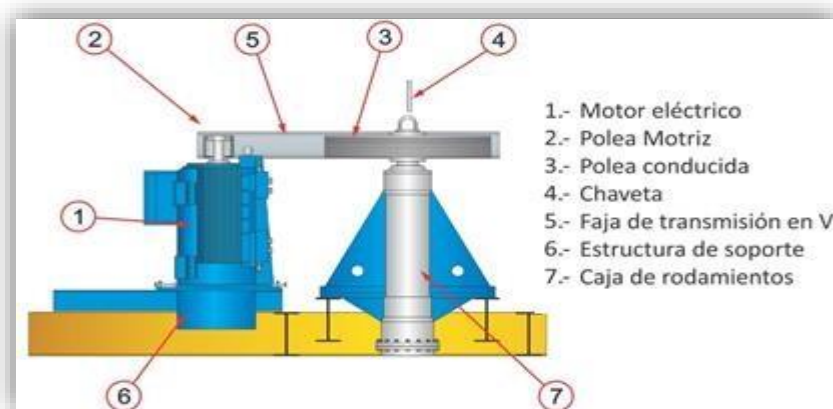


Figura 3. Procedimiento de accionamiento.

Fuente: Tecsup, (Área 220: Flotación de cobre, p. 3).

Mantenimiento. Se determina como el grupo de tareas realizadas para estabilizar que una propiedad siga el curso desempeñando su función prevista o diseñada. La intención de un mantenimiento es respaldar la disposición y la fiabilidad requerida de la función deseada en relación con la actividad esperada, u con todas las condiciones del procedimiento de control de calidad, tal como con los estándares ambientales y de seguridad que exigen el más grande provecho general.

Modelos de mantenimiento:

Mantenimiento correctivo. Es responsable de enmendar los errores o fallas observados y poder realizar correcciones inmediatas y demoradas.

Mantenimiento preventivo. Está diseñado para garantizar un funcionamiento fiable del equipo en caso de mal funcionamiento o accidente. Esto incluye eludir la ocurrencia de desperfectos de máquinas o equipos en la producción. Beneficios del mantenimiento preventivo, son:

- Reduzca las averías y el tiempo de inactividad (mejore las reservas de dispositivos y sistemas).
- Prolonga la vida útil de las máquinas y equipos, pero todos deben participar en las prioridades inevitables de implementación y el propósito de una estrecha adherencia al plan.
- Reduzca el inventario. El mantenimiento planificado puede disminuir las elevaciones de inventario.
- Ahorro Económico: Si el equipo está operando de manera mejor eficiente y el precio de economizar es demasiado alto, el \$ 1 ahorrado en mantenimiento será una ganancia de unos pocos dólares para la empresa.

Un óptimo mantenimiento preventivo puede extender el tiempo de actividad y reducir los precios. El mantenimiento preventivo posee una evolución de selección de referencias consistente y se aplica completamente solo cuando se identifican todas las fallas.

Mantenimiento programado. “Realizado por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, u otras”. (Pazmiño, 2017)

Mantenimiento establecido. Se ejecuta mediante programas de revisión, por periodo de marcha, kilometraje, etc. Implica en intervenciones planificadas

con una repetición específica para realizar variaciones en el equipo o máquina según las normativas designadas por las especificaciones o técnicas del fabricante.

Inspección predictiva: Implica en intervenciones planificadas con una continuidad específica para realizar transformaciones en el equipo o máquina según las normativas designadas por las especificaciones o técnicas del fabricante.

Precio de mantenimientos. Del mismo modo con la producción, el mantenimiento requiere dialogar de costos fijos y variables. Los costos variables tienden a fluctuar en relación inmediata al nivel de la labor del departamento de mantenimiento. Por ejemplo, el costo del consumo de aceite, que es fijo para cada unidad de producto. Los costos fijos algunos que no cambian en relación con los niveles de productividad mientras un período de tiempo. Por ejemplo, el salario del gerente.

El precio de mantenimiento, si es el costo por unidad del fruto producido, depende de la altura de la productividad. Se incurre en precios fijos para el departamento de mantenimiento separadamente del nivel de ocupación, pero no se incurre en precios variables en ausencia de actividad ya que es el único origen.

El valor total es la adición de los precios fijos y variables. La consideración de separar los precios fijos y variables es lógica. Porque podemos influir en uno u otro de manera muy diferente. Por ejemplo, puede mejorar los precios de mantenimiento al aumentar la tasa de trabajo de los operadores, pero igualmente puede resumir los precios de mantenimiento al reducir los costos generales y de administración intermedia.

Planificación de mantenimiento preventivo. Esto se denomina programación de mantenimiento preventivo, donde el código del dispositivo es periódico, el cronograma de realización de las labores planificadas, las formas de mantenimiento, las referencias de medida, el código del elemento y otros datos que el consumidor pueda necesitar para ejecutar de manera proactiva. Es el proceso de correlación en los Equipos.

Los cronogramas de labores diarias relacionadas con las ordenes de trabajo en los programas de reparación o mantenimiento generalmente incluyen muchas tareas que deben realizarse de manera regular. Las labores por lo general no tienen prioridades ni limitaciones clave aparte de las utilidades de recursos. Estos planteamientos suelen ser dispuestos y modernizado por una persona capacitada en mantenimientos.

El programa de mantenimiento de una minera debe poseer verdaderos factores significativos en caso de falla del equipo. Estos elementos son:

Componentes operacionales: Las interrupciones retrasan la productividad y el beneficio de servicios, reducen la producción y retrasan los pagos de los usuarios.

Componentes de costos: Las reparaciones no son necesarias y suelen acarrear costes elevados, por lo que están muy relacionadas con las averías.

Componentes de seguridad: Es en el momento de los desperfectos perjudican la integridad del empleado.

Componentes ambientales: Aquí se ve perjudicado el ecosistema, como son los elevados niveles de sonidos, los malos olores y la contaminación del aire, así como los técnicos que labora en este lugar.

Labores desde plan de mantenimiento preventivo. Actividad de reconocimiento. Esto se hace para demostrar la marcha fiable, eficaz y ahorrador de la máquina. Esta es una precaución típica de mantenimiento y se desarrolla a pausas regulares en varias unidades de medida, como tiempo, días de trabajo y cifras de piezas producidas. Se fracciona en reparaciones planificadas y reparaciones no planificadas. La primera, por supuesto, es breve y racional. El segundo ocurre en el momento que ocurre un defecto inesperado.

Componentes para aumentar la productividad. A fin de mejorar la producción es necesario examinar los elementos exteriores e internos que inciden en el crecimiento de la industria.

Elementos externos. Los elementos externos incluyen la siguiente gestión hacia la productividad:

- Realidad política, comunitario y económica
- Ambiente económico

- Oportunidad de bienes financieros
- Abastecimientos esenciales
- Traslados
- Insumos

Elementos internos. Los elementos internos, alcanzamos mencionar dos subgrupos: Difíciles, complicado de transformar, entre si se encuentran tecnologías, equipos y materiales intercambiables, como la sistematización del trabajo.

Prevención a través de prácticas para la detección de anomalías. Las operaciones se basan en la base "clean-check" de los equipos paralelos, que está en el corazón de las operaciones realizadas por el operador, es decir:

- La limpieza e inspección
- La inspección encuentra problemas
- Plan de acción para solucionar los problemas, identificar la causa del problema.

Esta relación accede a razonar cuál debe ser la disposición de referencia del dispositivo. Las pruebas incluyen:

- Saber cómo funciona un maquina
- Asear para detectar irregularidades
- Incorporar una marca encima de cada anormalidad localizada
- Planifica respondiendo las labores que hay que hacer y quién las va a hacer para solucionar las irregularidades más complicadas.

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Aplicativa, este tipo de investigación es cuantitativa y no empírica, establece el programa fundamental que utiliza el investigador para llevar a cabo una serie de hechos o acciones indispensables para la solución de un problema determinado de modo seguro y confiable.

Por lo tanto, el presente estudio forma parte de un proyecto viable ya que pretende dar solución al problema proyectado y sugerir el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en las celdas cleaner de flotación.

Forma el proyecto general del investigador para lograr soluciones a sus preguntas o para verificar la hipótesis de investigación. El plan de la investigación separa la habilidad elemental que utilizan los investigadores para producir información ejecutante.

Este estudio no empírico, el indagador no modifica las variables estudiadas, los datos no se modifican, por el contrario, se presentan tal cual. De esta forma, el investigador reúne directamente de la existencia, examinando así la disposición actual de la minera, conseguir brindar un estudio y declaraciones claras y resumidos de la propiedad que percibe.

Desde esta perspectiva, podemos decir que esta investigación se encuentra bajo el capó de un posible proyecto; apoyado por trabajo de campo a nivel descriptivo.

Según el Manual de Proyectos de Maestría y Tesis Doctoral de la Universidad de Educación Experimental Libertador (UPEL) (2009), la definición de proyecto factible es: "Investigar, construir y desarrollar una propuesta modelo de actividades factibles para la solución de problemas, tal como lo requieren las la organización o los grupos sociales" (p. 7).

En este caso, el estudio sería un proyecto viable ya que implica desarrollar una propuesta viable para satisfacer las necesidades específicas identificadas a partir del diagnóstico.

De igual forma, para el caso particular del desarrollo de esta investigación, el investigador observará los fenómenos tal como ocurren de forma natural, sin interferir en el desarrollo de la investigación, lo que implica señalar la presencia

de un levantamiento de campo. Según Arias (2006), afirma que “Comprende la recolección de datos directamente de los sujetos que se investigan, o de la realidad donde ocurrieron los hechos sin manipular ni controlar ninguna variable”. (pág. 31).

Por tanto, el trabajo de campo se realiza en el mismo lugar donde se encuentra el objeto de estudio. Esto le permite al investigador obtener una comprensión más profunda del problema y puede procesar los datos de manera más segura.

En adelante, la investigación en curso tiene un nivel descriptivo, ya que corresponde a la caracterización de un hecho, un fenómeno o un grupo para establecer su estructura o comportamiento. El investigador esboza en detalle las características y cualidades del problema presente en la cadena productiva. En este sentido, Tamayo y Tamayo (2005) argumentan que la investigación descriptiva incluye: “Describir, registrar, analizar y explicar la naturaleza real, composición o proceso de los fenómenos”. (pág. 54).

Al mismo tiempo es descriptivo porque el autor tiene cierta libertad para presentar datos, opinión, registro de observaciones, comprensión de la información obtenida del problema en estudio con el fin de establecer acciones para resolver la situación y mejorarla.

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1. Variable independiente:

Plan de mantenimiento preventivo.

3.2.2 Variable dependiente:

La productividad en planta de cobre.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.

Población Del mismo modo, podemos manifestar que la población de la minera de cobre estudiada está compuesta por máquinas los que están en la zona de flotación en que aparece la población (4) máquinas de Celdas cleaner por banco de celdas donde son dos (02) bancos de celdas, haciendo una totalidad de (08) maquinas, que vienen hacer el 100% de población de elemento de investigación.

Según Pérez, (2009) define población como: “el conjunto finito o infinito de unidades analíticas, individuos, objetos o elementos que son objeto de un estudio; forman parte de una investigación y son la base para la recopilación de información. (pág. 70).

Muestra Es un porcentaje de la población seleccionada si representa una cantidad alta para el investigador. Es un grupo de unidades, parte de un todo, que representan el comportamiento del universo como un todo. Este estudio, el modelo está representado por (04) equipos de Celdas cleaner con (02) bancos de celdas, totalizando un total de ocho (8) celdas cleaner las cuales simbolizan al 100% de la población objeto de estudio.

Para la asociación de muestras en este estudio, el investigador utilizó un método de muestreo no probabilístico. Según Arias (2006) menciona: “Un proceso de selección en el que se desconoce la probabilidad de que los elementos de la población encajen en la muestra”. (pág. 85). Del mismo modo, el mismo autor comenta sobre este supuesto muestreo: "En este caso, los factores se seleccionan según criterios o juicios preestablecidos por el investigador". (pág. 85). En la encuesta, el investigador procede de cierta forma arbitraria a seleccionar aquellos que, según sus características, son relevantes para aportar la información necesaria relacionada con el problema en estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Cumpliendo con el avance del estudio se utilizaron técnicas de recopilación de información, lo observado directamente, entrevistas informales, y como herramientas se utilizaron formularios de registro y cuestionarios.

En cuanto al método de lo observado directamente, se utiliza en todo el proceso de estudio para analizar el proceso, recolectar la información de forma natural y observar información sobre la finalidad de investigación para alcanzar las metas planteadas. Durante el estudio, este método se empleará para observar completo el proceso de mantenimiento preventivo de las máquinas de productividad de la minera, y tener en presente los orígenes derivados de la falla de las paradas del proceso.

3.5. Procedimientos.

Para obtener la información de lo observado en vivo, se empleó el formulario de registro como herramienta de aplicación para recopilación de información. La herramienta utilizada es datos directos obtenida de informantes y observaciones realizadas por el investigador sobre aspectos específicos, esto es información y un grupo organizado de datos (sonido, imagen, gráfico, alfanumérico) convertidos en una forma útil para beneficiarios finales determinados.

El propósito es facilitar la recopilación de datos y la organización sistemática de esos datos. Por lo tanto, un mapa de perfil de información consta de datos y conjuntos de datos que se organizan y transforman en un contexto significativo y útil para un usuario final en particular.

3.6. Métodos de análisis de datos.

Debido al tamaño de los sujetos en estudio, se están considerando un plan de mantenimiento propuestos para celdas cleaner KYF-100 por la cual se tomará datos de la realidad de plantas procesadoras de cobre. Se examinarán las guías de análisis de documentos obtenidos de Minera los parámetros son tomados del estado de las empresas productoras de cobre. Examinar la guía de análisis de documentos recibida de Minera Chinalco PERU, y empresas que faciliten información a lo alusivo a celdas cleaner KYF-100.

3.7. Aspectos éticos.

En este trabajo de investigación se tienen en cuenta aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual y la fiabilidad de los datos técnicos. Este estudio estima aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual y la fiabilidad de la información técnica. Concretando la investigación y aplicación de los conocimientos conseguidos en la UCV, esta investigación tiene en claro la credibilidad de la información, las conclusiones y acata la pertenencia intelectual.

IV. RESULTADOS

4.1. Se determinaron los motivos que dan origen a las fallas de detención en celdas cleaner KYF-100 de flotación en la minera de cobre y el procedimiento es el siguiente:

La evaluación análisis de fallas DAF permite resolver y prevenir inconvenientes en los entornos de producción. El análisis de fallas de los elementos del equipo defectuoso nos permite saber la causa raíz de la falla, a su vez nos permite mejorar la confiabilidad del equipo

El origen que ocasionan los desperfectos de paradas de celdas cleaner son identificadas en 8 celdas cleaner KYF-100 las cuales tienen las mismas características y las fallas durante su operación en la industria minera de Chinalco PERU.

Tabla 1. Características técnicas de Celda Cleaner KYF-100

Equipo	Celda Cleaner KYF-100
Marca	BGRIMM
Procedencia	China
Tipo	Tanque
Modelo	KYF-100
Código(serie)	14558 pc
Potencia motora	132 KW / 180 HP / 100 m3
Capacidad	
Tensión de motor	380 V

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2. Funciones de celdas cleaner

EQUIPO	Celda Cleaner KYF-100
Función	Recuperar cobre
Función estándar	Separar el cobre, molibdeno, Plata.
Nivel de funcionamiento	Se debe mantener un porcentaje de 80 %
Sub funciones	Recuperar otros minerales molibdeno y plata

Fuente. Elaboración propia

El siguiente cuadro describen las funciones específicas que detallan los parámetros de recuperación de minerales asociados al proceso de funcionamiento de las celdas.

Tabla 3. Modos de falla de celdas cleaner

N°1	Celda Cleaner KYF-100
Modos de falla	<ul style="list-style-type: none"> -Falla al arrancar -Falla mientras está funcionando -Vibración -Soltura -Calentamiento -Falla de estructura -Corrosión de Tanque -Fallas externas

Fuente. Elaboración propia

En la tabla se observan las fallas que tiene una celda de flotación cleaner durante el periodo de arranque, se detectan con equipo en funcionamiento, aparecen vibraciones que ocasionan soltura de pernos, se evidencia calentamiento, fallas de estructura y el entorno ambiental genera corrosión al equipo y tanque de celda de flotación se evidencia desperfectos exteriores.

Tabla 4. Causas de fallas de celdas cleaner

Celda Cleaner KYF- 100			
Modos de falla	Falla	Causa de Falla	Efecto de la falla
Falla al arrancar	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de fajas de transmisión - sobre corriente - trabamiento de equipo 	<ul style="list-style-type: none"> - Faja demasiado tensada - Estado de poleas - Demasiado flujo - Rotura de eje 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo - Parada de planta - calentamiento generado en los rodamientos una parada de equipo

			- pérdida de velocidad
Falla mientras está funcionando	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de rotor - Rotura de estator - caída corriente de servicio - sobre corriente - alta vibración - sobre temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de interior de acero - Desprendimiento y desgaste del revestimiento - Mal retorqueo de pernos - Falta de lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo - Parada de planta
Vibración, corrosión y falla estructural	<ul style="list-style-type: none"> -Rotura de eje superior -Rotura de eje inferior -Corrosión de tanque -Rotura de pernos de eje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fatiga de material - Condiciones climáticas 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo - Parada de planta por derrame de carga
Soltura	<ul style="list-style-type: none"> -Pernos de anclaje de estructura de soporte - Pernos de sujeción de las vigas principales 	<ul style="list-style-type: none"> - Mal retorqueo de pernos 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo
Calentamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Falla en rodamientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo
Fallas externas	<ul style="list-style-type: none"> - Arenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Sobre carga de flujo 	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de equipo

Fuente. Elaboración propia

En el cuadro se detallan las causas que generan las fallas y las consecuencias que impactan directamente en los equipos críticos, teniendo como principal efecto la parada parcial o total del equipo y/o sus componentes.

4.1.1. Diagrama Causa Efecto:

La recopilación de la información, se efectuó en una reunión con el personal de mantenimiento mecánico de la zona de flotación que actualmente se hallan laborando 6 técnicos mecánicos de área, en la reunión se generó ideas, preguntas, soluciones además se detallan las probables causas de los problemas específico, admitiendo que se pueda estructurar la de información acerca del problema a estudiar, obteniendo los datos necesarios que nos permiten evaluar la información con mayor facilidad. Se realizó la investigación para determinar la comprensión del personal sobre las políticas de mantenimiento y la necesidad de una acción correctiva consistente.

La evaluación con el esquema de causa y efecto es la muestra de fundamentos (causas) de procedimientos que puede originar problemas (efecto) siendo un instrumento significativo para examinar desarrollos y condiciones igualmente es emplear para reconocer los probables motivos de un problema específico, acceder a estructurar ciertas sumas de investigación acerca del problema. Este procedimiento brinda antecedentes en todo lo que a fallas de Celdas de Flotación cleaner KYF-100. Por medio de los documentos históricos de paradas del 2021 se finalizó a través de documentos de mantenimiento que de las 161 paradas que ocurrieron, el 61 % incumbe a desperfecto mecánicos. El cuadro 5 Informe de paradas en Celdas de Flotación KYF-100 del año 2021 Defecto, cantidad de paradas Causas Primordiales. Siendo estas las causantes averías en celda cleaners de flotación.

Tabla 5. Detenciones en Celda de Flotación cleaner KYF-100 – 2021

Defecto	Número de Paradas	Causas Principales
Equipo	99	Sobrecalentamiento motor, Fugas, Vibraciones
Mano de obra	35	déficit de conocimiento por el operario
Materiales	13	Repuestos desgastados
Método	8	Mal asignación de técnicos
Medición	6	Mal calibración
Número de paradas	161	

Fuente. Departamento de mantenimiento

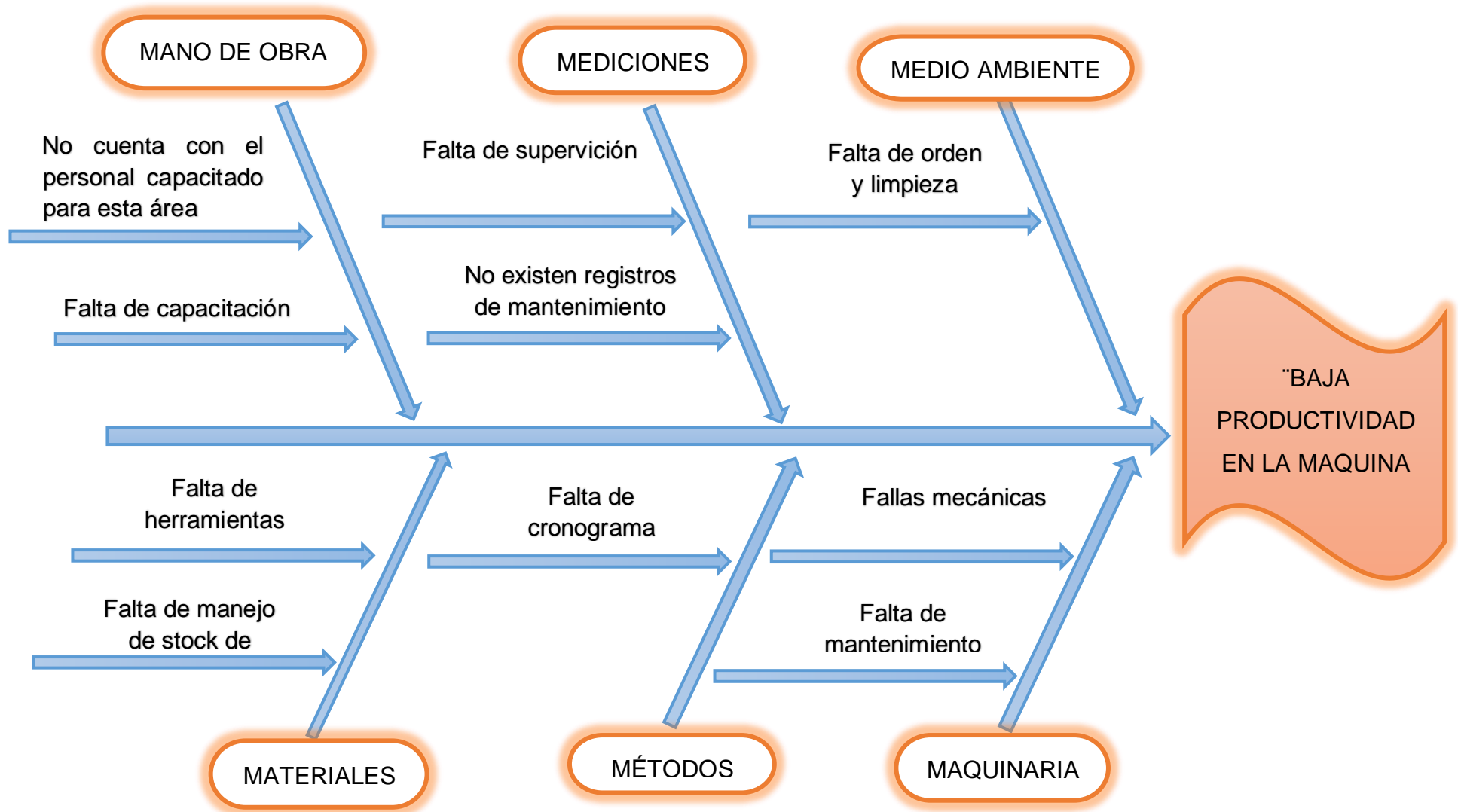


Figura 4. Diagrama causa efecto de los problemas en celdas KYF – 100

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. Resumen de indicadores de la causa raiz

Cri	CAUSA	INDICADOR	FORMULA	VA	VM	METOLOGIA-TÉCNICA/HERRAMIENTA
Cr3	Falta de movimiento preventivo	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$MTBF = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{N.º de eventos fallas}}$	0.00%	100%	Implementación de un programa de Mantenimiento previo.
Cr1	Falta de orden y limpieza	Tiempo de búsqueda de repuestos	$(\text{Tiempo con 5S}/\text{Tiempo sin 5S}) * 100$	100.00%	19%	Actualizar información de los repuestos.
Cr9	Falta de capacitación	% de trabajadores capacitados	$\frac{\# \text{ de trabajadores capacitados}}{\# \text{ total de trabajadores}} * 100$	0.00%	10.00%	Actualizar el registro de personal capacitado.
Cr7	No existen registros de mantenimiento	Política de registro de todo el mantenimiento	N.º de registro de mantenimiento durante todo un mes.	0.00%	98%	Implementar un registro total de mantenimiento de acuerdo con el reporte de trabajo diario.
Cr4	No existe un cronograma de capacitación	% de trabajadores capacitados	$(\text{n de temas de capacitados}/\text{n total de capacitación}) * 100$	0.00%	1000%	Plan de Formación y Adiestramiento. Evaluación de puestos.
Cr5	Falta de manejo de Stock de repuestos	% de repuestos faltantes	$(\text{n de material pedido} - \text{n de material faltante})/\text{n de material pedido}$.			Programa de Mantenimiento planeado, reposición automática de componentes.

Fuente. Elaboracion propia

Es conveniente elaborar un esquema de Pareto con el fin de catalogar y organizar las causas más probables que ocasionan la inactividad del equipo en la zona de flotación, y se elabora con los resultados obtenidos de la gráfica causa-efecto y la cuantificación de cada causa reflejada. y es fruto de las observaciones llevadas a cabo. La frecuencia corresponde a la cantidad de fallas o paros que ocurrieron por fuerza laboral, carencia de métodos, materiales, problemas de máquinas, ajustes y mediciones durante el período de observación, la tabla refleja las causas de los paros de la celda cleaner KYF-100.

Tabla 7. Motivos de desperfectos de Celdas de Flotación KYF-100

Tipo de Defecto	Frecuencia	% Acumulado	Total Acumulado
Maquinaria	99	61%	99
Mano de Obra	35	83%	134
Materiales	13	91%	147
Método	8	96%	155
Medición	6	100%	161

Fuente. Departamento de mantenimiento

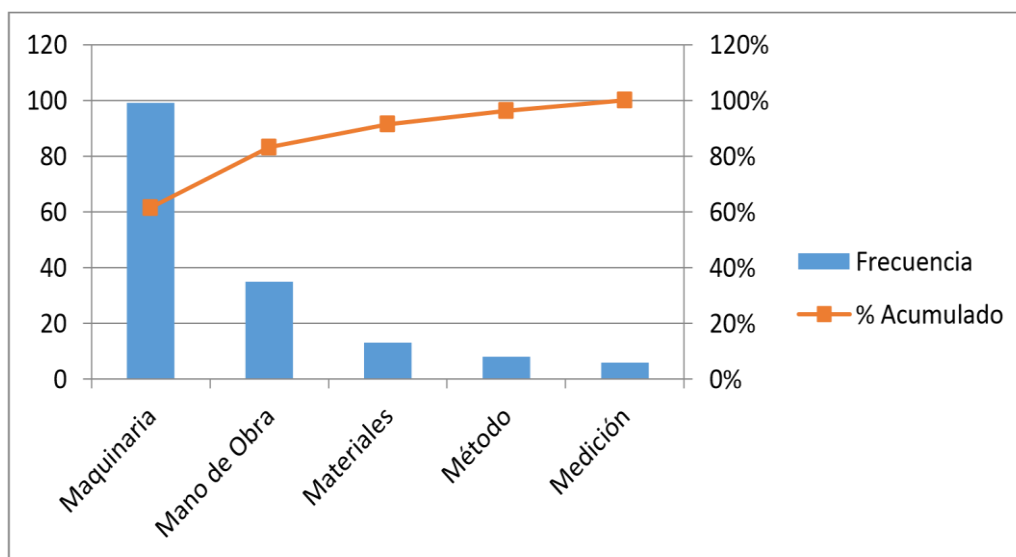


Figura 5. Gráfico de Pareto de causas más posibles que ocasionan desperfectos en Celdas KYF-

100

Fuente: Elaboración propia 2022

De acuerdo a la evaluación realizada, se verifica el 61% de fallas se debieron a desperfectos mecánicos de la máquina de flotación KYF-100, que combinado con

la falla del operador representó el 83%, que demuestra que, conforme nuestro Pareto, si la preferencia Con estas muestras de averías, el problema de apagado intempestivo no planificado se resolverá el 20%. No obstante, las primordiales causas de fallas en las máquinas son:

Tabla 8. Orígenes de fallas mecánicas en Celdas de Flotación KYF-100

Tipo de Defecto	Frecuencia	% Acumulado	Total Acumulado
Sobrecalentamiento de motor	53	54%	53
Fugas en los tanques	22	76%	75
Fuga de grasa	10	86%	85
Vibraciones en exceso	10	96%	95
Dificultades con la espuma	4	100%	99

Fuente. Departamento de mantenimiento

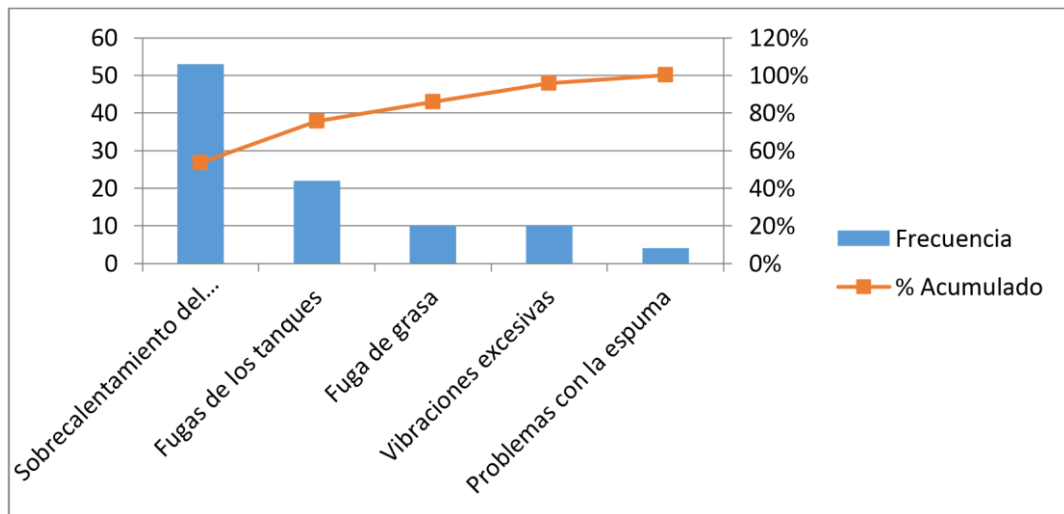


Figura 6. Diagrama de Pareto de las causas más comunes que causan los desperfectos mecánicos en Celdas de Flotación KYF-100

Fuente: Elaboración propia 2022

4.1.2. Consecuencias económicas del tiempo de inactividad de celdas flotación

Se puede observar en esta imagen las máquinas de flotación de celdas cleaner mientras la etapa del año 2021, el número de detenciones de las maquinas cambian mes a mes, mientras mencionada etapa se puede contemplar el mes con superior suma de paradas se mostró el mes de abril con una cantidad de 19 paradas del total de 161 paradas que ocurrieron el año 2021.

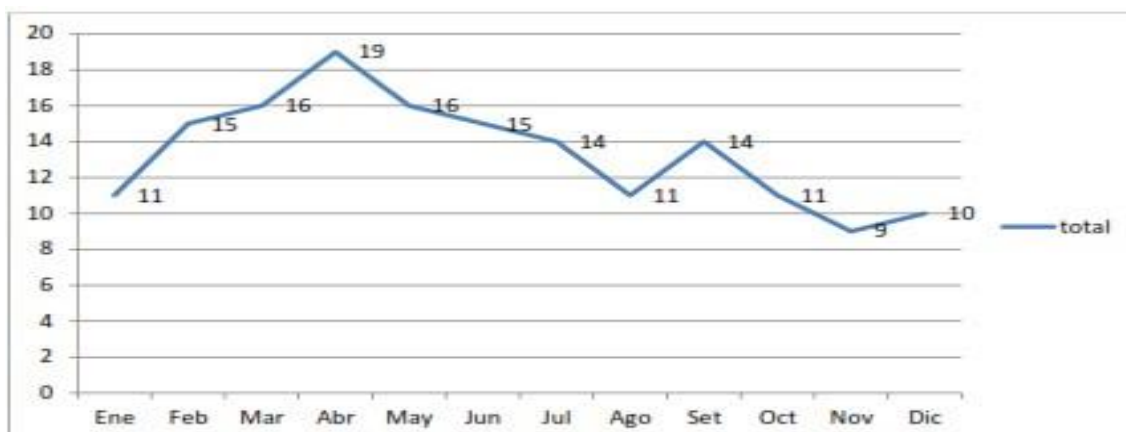


Figura 7. Cantidad de paradas del equipo de celdas cleaner

Fuente: Departamento de Mantenimiento 2021

En la siguiente tabla se observa las horas de mano de obra requeridas para tomar acciones correctivas en caso de falla de dispositivos de flotación de las celdas.

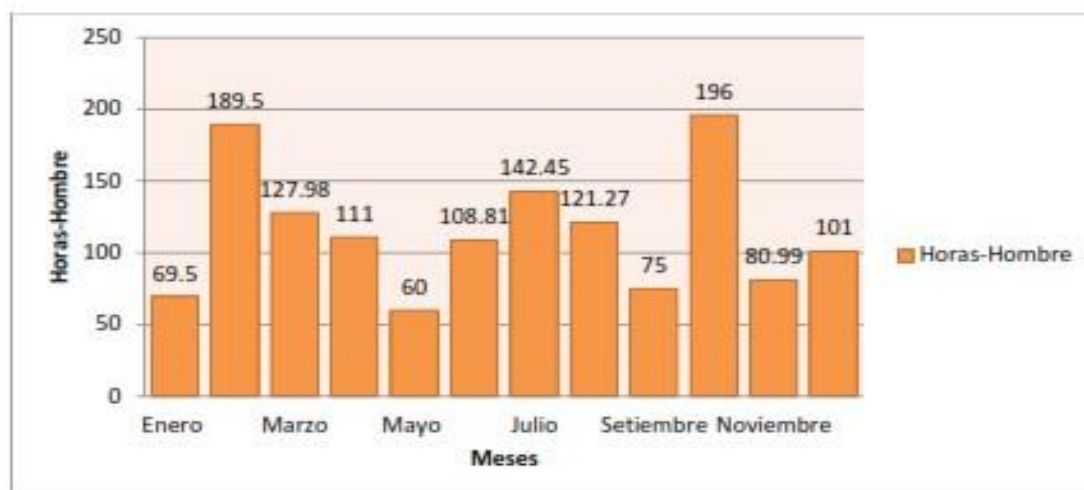


Figura 8. Número de horas-hombre solicitadas para el mantenimiento correctivo en la etapa

Fuente: Departamento de Mantenimiento 2021

El gráfico muestra cómo la cantidad de horas trabajadas por mes varía mucho debido a una falla significativa del equipo que resulta en tiempos de correctivos prolongados. Para calcular en términos económicos se incorporaron el trabajo inmediato (4 personas) y el costo correspondiente por operario por hora (8 soles/hora).

Tabla 9. Precio hora-hombre por parada de máquina de flotación de celda cleaner

Mes	hora-hombre	Costo(S/.)
Enero	69.5	2224
Febrero	189.5	6064
Marzo	127.98	4095.36
Abril	111	3552
Mayo	60	1920
Junio	108.81	3481.92
Julio	142.45	4558.4
Agosto	121.27	3880.64
Setiembre	75	2400
Octubre	196	6272
Noviembre	80.99	2591.68
Diciembre	101	3232
TOTAL		44272

Fuente: Departamento de Mantenimiento

4.2. Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para celdas cleaner KYF-100 del área de flotación en minera de cobre y el procedimiento es el siguiente:

El concepto teórico de la propuesta se sustenta en la visión de varios autores consultados sobre la elaboración de un plan de mantenimiento que posibilitara a las empresas gestionar el mantenimiento preventivo para disminuir el periodo de inmovilidad de los equipos en el campo de la flotación de celdas en cuanto a procesos productivos, rendimiento, maquinaria, fallas, apagado no programable y otras cosas relacionadas con este tema. El enfoque principal está en la aplicación eficiente y confiable de controles para obtener información precisa sobre los equipos de campo. La inclusión de un formato será la base para la obtención de información necesaria, tratamiento, evaluación y control de toda la información, de

forma que pueda ser vaciada y utilizada para la gestión del mantenimiento de forma periódica.

Solución propuesta

En base a las debilidades identificadas en el mantenimiento de los equipos, la investigación realizada condujo a la implementación de un programa de mantenimiento en el área de flotación de la celda cleaner.

Objetivos de la proposición, Objetivos Generales

Reducción del tiempo de inoperatividad de celdas cleaner de flotación.

Objetivos Específicos

- Mejorar la eficiencia del equipo de flotación de celdas cleaner haciendo un uso eficiente del formato base.
- Desarrollar guías técnicas para el mantenimiento preventivo programado del área flotación de celdas cleaner.
- Preparar al personal en el área de flotación de celdas cleaner y acerca de los procedimientos del mantenimiento preventivo.

Desarrollo de la propuesta

Al desarrollar recomendaciones, el objetivo es controlar y administrar mejor las máquinas en la empresa para lograr una mayor eficiencia y satisfacer mejor las necesidades de la empresa para el producto final, para aumentar la confianza del cliente en la organización, la propuesta que se presenta tiene como objetivo abordar los problemas identificados por la empresa y emprender un proyecto bajo un plan de mantenimiento preventivo que permita gestionar de la zona de estudio.

Estas recomendaciones se dividen en tres (3) pasos: El primer paso aumenta la operatividad del equipo al hacer un uso eficiente del formato básico, lo que aumenta la disponibilidad del personal de mantenimiento, lo que eliminará la causa raíz de Cr 5 (no hay suficientes repuestos en stock) y Cr 7 (sin inspección de mantenimiento); la segunda etapa, el desarrollo de lineamientos técnicos para el mantenimiento preventivo planificado de celdas cleaner de la empresa, eliminará las causas fundamentales de Cr 1 (carencia de orden y limpieza) y Cr 3 (falta de mantenimiento preventivo); la etapa 3 capacita al técnico en el campo de flotación y mantenimiento rutinario de las celdas cleaner

en procedimientos de mantenimiento preventivo para eliminar el origen raíces de Cr 4 (sin programa de capacitación) y Cr 9 (sin capacitación).

Fase 1. El primer paso aumentar la operatividad de la máquina al hacer un uso eficiente del formato básico, lo que aumenta la disponibilidad del personal de mantenimiento, lo que eliminará la causa raíz de Cr 5 (no hay suficientes repuestos en stock) y Cr 7 (sin inspección de mantenimiento)

En la etapa, el estudio del formato básico se considera fundamental para lograr la máxima funcionalidad del equipo de forma eficiente. La estrategia se enfoca en desarrollar y utilizar un formato básico que tendrá los detalles de las metas de mantenimiento.

Los siguientes formatos se muestra de la siguiente manera:

Planilla de Registro: Este formato proporciona una descripción específica del equipo y registrar la información necesaria del equipo. Esta información normalmente incluye: la definición del equipo, el código concedido al equipo, las características y especificaciones de la máquina (marca, dimensiones, capacidades, altura, fabricante, distribuidor, etc.) detalles de distribución, procedimientos (ubicación, vida útil y puesta en marcha), operaciones en subsistemas, y división de cada subsistema de dispositivo y especificaciones, mantenimiento planificado, incluido el mantenimiento de rutina.

Nomenclatura a emplear:

M: Actividades de mantenimiento mecánico.

L: Lubricación.

E: Funcionamiento eléctrico.

I: Actividad de instrumentación.

G: acto de tipo general

Tabla 10. Formato de registro del equipo de celdas

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
PLANILLA DE REGISTRO				
EQUIPO:			CODIGO:	
CARACTERISTICAS Y ESPICIFICACIONES				
Marca	Largo	Ancho	Capacidad	Alto
FUNCIONAMIENTO DENTRO DEL PROCESO				
Subsistema	Desagregación componente		Características	
INSTRUCCIONES TECNICAS				
Mant. Rutinario	M: G:	L:	E:	I:
Mant. Programado	M: G:	L:	E:	I:

Fuente: Elaboración Propia 2022

Indicador de instrucción Técnica: Listar el mantenimiento que se va realizar en la máquina, el código o número de secuencia de cada instrucción y tipo de operación, descripción de las operaciones a ejecutar, numero de ejecutores, frecuencia y tiempo requerido para ejecutar la operación. Las

instrucciones técnicas se pueden utilizar para varios componentes o subsistemas. Realizar programas de mantenimiento de rutina recomendados y programas de mantenimiento programado, con qué frecuencia (diariamente, semanalmente) y se basa en instrucciones proporcionada por el jefe del área de la empresa.

Nomenclatura de uso:

M: Indica que se está realizando el mantenimiento mecánico.

L: Indica actividad de lubricación.

E: Indica operaciones eléctricas realizadas.

I: Indica que se está realizando una actividad de instrumentación.

G: Indica que se está realizando una acción general.

Tabla 11. Formato de instrucciones técnicas

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
INDICE DE INSTRUCCIONES TECNICAS				
TIPO DE MANTENIMIENTO: R <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/>				
ACTIVIDAD: M <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/>				
Equipo:			Código	
Acción de mantenimiento:				
I.T.	DESCRIPCION	PERSONAL	FRECUENCIA	TIEMPO

Fuente. Elaboración propia 2022

Nomenclaturas:

Ejemplos de Mantenimiento:

R: Rutinario

P: Programado

Funciones:

M: Mantenimiento Mecánico

L: Lubricación

E: Eléctrico

I: Instrumentación

G: Acto de Tipo General

Fase 2. La segunda fase, es decir, el desarrollo de lineamientos técnicos para el mantenimiento preventivo planificado de celdas cleaner de la empresa, eliminará las causas fundamentales de Cr 1 (carencia de limpieza y orden) y Cr 3 (carencia de mantenimiento preventivo)

Se realiza la orientación técnica sobre el mantenimiento preventivo programado para la sección de producción de la compañía, se tomarán varias medidas para ejecutar los procedimientos de mantenimiento necesarios para el normal funcionamiento de los equipos de flotación de dicha batería. La importancia de desarrollar estrategias técnicas es alargar la duración conveniente de los equipos y el mantenimiento rutinario en el área objeto de investigación se divide en cuatro aspectos generales. y está definido por las particularidades determinadas del dispositivo.

Las siguientes instrucciones son:

Observe Los requisitos ambientales de la celda cleaner.

Observe el estado del mando eléctrico, mando mecánico, sistema hidráulico y Control electrónico.

Compruebe las condiciones ambientales de la celda cleaner.

Observe las condiciones ambientales a las que está expuesto, ya sea en funcionamiento o sin operar. Las evaluaciones a tener presente son: humedad, vibración mecánica, existencia de polvo, certeza de la instalación y temperatura. Cualquiera anomalía o incumplimiento de lo dispuesto en las presentes condiciones deberá ser comunicado como observación de forma periódica o inmediata, según los procedimientos especificados por el responsable de mantenimiento.

Humedad: La humedad en el ambiente de trabajo no debe exceder la humedad especificada por el fabricante. Si no se dispone de información se puede realizar una evaluación sobre la base de sus efectos, como la oxidación del equipo. Esto implica una inspección visual.

Vibración mecánica: La vibración mecánica puede causar errores de calibración mecánicos o electrónicos y afectar algunos componentes internos de la máquina, siendo estos; soportes, tuberías, ejes, motores, equipos de control, etc.

Polvo: La presencia de polvo puede afectar el funcionamiento y el ciclo de vida de las máquinas electrónicas y electromecánicas. Compruebe el entorno en busca de polvo excesivo.

Seguridad de la instalación: El montaje de algunos equipos en una máquina puede generar riesgos a la propia máquina y a las personas, sean operadores, supervisores. Afirmar que el montaje de las máquinas sea seguras, apropiado. Esto incluye inspeccionarlas conexiones, los enchufes, los cables, las placas de circuitos, tableros y entre otros.

Temperatura: El calor excesivo puede dañar y perjudicar la marcha de algunos elementos de equipos y también cambiar las propiedades de algunas composiciones que se encuentran en grasas, aceites. Se debe trabajar con la temperatura permitida por el fabricante.

Inspección Eléctrica: El mal funcionamiento de estos dispositivos es un factor importante en el funcionamiento de la máquina y se pueden generar descargas peligrosas. Para proteger la seguridad personal y de los equipos, las empresas deben evaluar los riesgos asociados con la electricidad, analizar la condición física de sus sistemas eléctricos y abordar de inmediato cualquier situación de riesgo potencial a través de un programa de mantenimiento efectivo que inspeccione ciertas fallas que reducen o eliminan los riesgos para las personas y el tiempo de inactividad del equipo. Adentro de la practica por costumbre logramos tomar las siguientes medidas:

- ✓ Verificar el funcionamiento completo de finales de carrera.
- ✓ Revisar la impedancia del cable del tablero general al tablero de distribución.
- ✓ Verificar el estado de la protección de la sonda de temperatura.

- ✓ Revise el estado de todas las luces en el gabinete de control.
- ✓ Revise los terminales del transformador para asegurarse de que no haya terminales sueltos.
- ✓ Revise el estado de los cables, conexiones y sus terminales de conexión.
- ✓ Revise el control manual, semiautomático y automático de todos los movimientos de la máquina.
- ✓ Limpieza y aplicación de limpia contactos 3M
- ✓ Revisar las luces de los botones “Start” y “Stop” del gabinete de control.

Inspección Mecánica.

- ✓ Inspección de los cojinetes, pernos de montaje y reajuste si fuese necesario.
- ✓ Verificación de daños materiales o estructural
- ✓ Revisar las conexiones hidráulicas y conexiones de agua.
- ✓ Inspección de golpes deformaciones y fisuras del material.
- ✓ Inspección de anomalías ruidos y vibraciones.

Inspección hidráulica.

- ✓ Compruebe la cantidad de aceite hidráulico reemplázalo cada 6.000 h.
- ✓ Cambie el aceite lo antes posible después de la decoloración y asegúrese de que el agua sea la causa.
- ✓ Retire la tapa del depósito debajo de la bomba y retire el filtro de succión limpie cuidadosamente vuelva a montar.
- ✓ Revisar el estado del manómetro de aceite.
- ✓ Compruebe el estado de la válvula de seguridad.
- ✓ Limpieza e inspección de los niples, uniones y adaptadores del sistema hidráulico.
- ✓ Inspección de fugas o pérdidas de líquido del sistema

Inspecciones Electrónicas

La revisión electrónica es por supuesto, la inspección y limpieza de las tarjetas IC de control de procesos en los equipos de celdas cleaner, y el manejo y limpieza de esas tarjetas es bastante cuidadoso. Independientemente de su remoción o colocación, se requiere un manejo especial. Estas tarjetas se encuentran en un espacio protegido también conocido como caja de control, para

facilitar el manejo y montaje de tarjetas de circuitos integrados, se proporciona un instrumento que facilita el trabajo durante estas operaciones. Las tareas que se realizan a menudo son:

- ✓ Inspección del estado de las tarjetas IC de control de procesos de la celda de flotación
- ✓ Revisar el estado de los cables, terminales y accesorios del sistema electrónico de control
- ✓ Inspección, limpieza y verificación del estado de los sensores de monitoreo o control.
- ✓ Limpieza y aplicación de limpia contactos 3M en todos los contactos y terminales de conexión.

Frecuencia del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)

La determinación de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo es fundamental beneficiosa para la empresa y durabilidad del equipo de flotación de la celda. El proceso continuo de las operaciones sin un programa de mantenimiento afectara la vida útil de la máquina.

Sobre estimar problemas pequeños de operación de los equipos puede verse afectado la confiabilidad del dispositivo y su productividad

La unidad de celdas cleaner se someterá a inspección, mantenimiento, comprobación de funcionamiento y cumpliendo con las normas de seguridad estipuladas, esto permitirá reducir el riesgo de lesiones para el operador y daños materiales, evitará reparaciones costosas, extensión el ciclo de vida del equipo, costos de mantenimiento más bajos que el costo de comprar un equipo nuevo, menos fallas en el sistema. Y con el cumplimiento de las normas, reglamentos de fabricante.

Guía de uso del Formato para practica de Mantenimiento Preventivo Planeado

Es importante darle atención al formato en que se registra cada procedimiento y evitar pasar por alto detalles del mantenimiento preventivo planificado. Por tal sentido conviene explicar todas las partes que componen el formato habitual:

Cada segmento del formato tiene que ser completada por el técnico responsable de completar el proceso. Por lo tanto, el formato se compone de:

Encabezado: Datos básicos para identificar la máquina y la persona que desarrollara el procedimiento, por ejemplo: nombre de la compañía, marca del equipo, tipo de la máquina, número de trabajo, tiempo empleado, tiempo requerido, fecha, nombre del operario.

Inspección de pasos de rutina: Enumera la repetición de ejecución del procedimiento, los pasos del MPP, los campos que deben marcarse con una X, el procedimiento paso a paso a la vez. Cada paso contiene múltiples campos, lo que significa que cada formato es reutilizable (generalmente dentro de un año).

Inspección de datos: Proporcione la próxima información: fecha de ejecución, código del técnico, firma del técnico, periodo de ejecución, incluido el tiempo del inicio de la ejecución del programa hasta el final del programa de ejecución. A los efectos de la programación, también se debe tener en cuenta el tiempo de preparación de los materiales, herramientas y repuestos necesarios para completar el proceso.

Materiales: Cada procedimiento enumera los pedidos mínimos, las piezas de repuesto, las herramientas y el equipo de trabajo que necesita el técnico para realizar sus labores asignadas. Y esto no limita solicitar materiales adicionales en casos especiales.

Nota: Los materiales deben mantenerse en el almacén de la empresa para su uso cuando sea necesario y la empresa debe tener disponibles los materiales y herramientas anteriores.

Observaciones: Los formatos contienen un vacío, que se registran las observaciones adecuadas del estado y funcionamiento del equipo. En tal espacio se registra el procedimiento de mantenimiento que se realizara a la máquina. Se escribirán las causas y fallas del equipo.

A continuación, se detalla una descripción técnica de la aplicación de rutinas de mantenimiento preventivo programado al sector manufacturero en la zona de flotación celdas cleaner.

Tabla 12. Formato de rutina de mantenimiento preventivo planificado

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO						
EQUIPO:	Flotación de celdas:	FECHA:				
MARCA:						
MODELO:		Nombre de Técnico:				
N° ASIGNADO:						
Tiempo de Ejecución:		Firma:				
Tiempo Estimado:	1 hora					
1000 hrs trabajo Semanal	1	2	3	4	5	6
Inspección de las condiciones ambientales						
Comprobar sistema de seguridad						
Comprobar cables de las resistencias						
Verificar temperatura del aceite hidráulico						
Comprobar niveles de aceite hidráulico						
Comprobar niveles de aceite de engrase						
Comprobar niveles de aceite de lubricación						
Revisar fugas sistema hidráulico						
Limpieza de bandeja de aceite						
Limpieza general de la máquina						

Fuente: Elaboración propia 2022

Procedimiento de Uso de Rutinas de MPP.

Consultar los formatos pasados: Registro de liberación de máquina, planilla de registro, registro de notas técnicas. Encuentre la página para seguir el procedimiento apropiado. Contar con los materiales, herramientas, equipos y repuestos necesarios para completar el proceso. Introduzca un título para el formato. comuníquese con el técnico para localizar errores su funcionamiento del equipo. Sigue el procedimiento indicado en el formato, marcando cada paso con una X (no olvides leer los consejos al final del formato). Nota: si cualquier cosa es insólito o notable, haga una nota en el cuadro de comentarios o en la

parte posterior de la página. Si el problema detectado por el operador no se resuelve, documentarlo cuando lo observe el encargado de mantenimiento planifique una inspección para el mantenimiento correctivo.

Devuelva el formato a mantenimiento para su firma y aprobación. Recuerda que cada formato es reutilizable. Por ejemplo, si la frecuencia de la rutina es semestral, la primera implementación señala en el número 1, la segunda en el número 2, y así secuencialmente.

Advertir que para que estos avances puedan alcanzarse, la rutina debe haber sido primeramente planeada. Tenga en cuenta que el procedimiento debe estar reprogramado para realizar estos pasos.

Fase 3. Capacitar al personal en el campo de flotación y mantenimiento rutinario de celdas cleaner en procedimientos de mantenimiento preventivo para eliminar las causas raíces de Cr 4 (sin programa de capacitación) y Cr 9 (sin capacitación).

Las compañías con comprensión profunda y evidente de la importancia del mantenimiento y la seguridad comprenden que un programa de mantenimiento preventivo seguro se logra con la ayuda y la combinación del elemento humano. Se requiere el uso de herramientas educativas a través de seminarios folletos, lecciones y ejercicios con dispositivos audiovisuales. Este programa tiene la finalidad capacitar al personal sobre el mantenimiento preventivo de las máquinas de flotación, para facilitar el estudio de inducción, en el cual se enfatizará las apariencias fundamentales vinculados con su funcionamiento del equipo. Se designará una persona con experiencia, conocimientos, habilidad y formación. tener las cualidades idóneas para llevar a cabo el taller sin problemas. La siguiente tabla explica el taller y su contenido esperado.

Tabla 13. Contenido Programático del Taller

Objetivos específicos	Contenido	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación	Tiempo de duración
<p>Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del área de flotación de celdas</p>	<p>Transmitir conocimiento sobre partes y piezas del equipo de flotación de celdas</p> <p>Desarrollar parte teórica en la realización del mantenimiento</p> <p>Desarrollar parte practica en la realización del mantenimiento preventivo</p>	<p>Presentación de facilitadores</p> <p>Presentación de contenido de taller</p> <p>Aplicación de dinámica introductoria ejecución del taller</p> <p>Aplicación técnica</p> <p>Dinámica de cierre</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Humano - Facilitadores del área de flotación de celda y mantenimiento - Coordinador de Logística- -Materiales: Videos -Materiales de escritorio -Herramientas mecánicas -Piezas de máquinas 	<p>Asistencia</p> <p>Participación</p> <p>Ejecución de actividades técnicas</p>	<p>Ocho (8) horas durante 2 semanas</p>

Fuente: Elaboración Propia 2022

Guías para la propuesta de mejora

Habitualmente, es necesario determinar dos apariencias del mantenimiento. Primero, evalúe el perfeccionamiento en el mantenimiento y la confiabilidad de los equipos y cómo pueden ayudar a mejorar el rendimiento de la industria y el valor del producto. En segunda parte, evalúe la efectividad de la labor de mantenimiento. En la industria de procesos, es significativo abreviar y apresurar el mantenimiento del tiempo de inactividad para lograr un inicio rápido y sin problemas al eliminar los problemas de tiempo de inactividad. Para medir la eficacia del importe de mantenimiento, analice si la labor se está ejecutando con el método mejor y más económico.

Tabla 14. Indicadores propuestos para evaluar la propuesta de mejora

INDICADOR	FORMULA	OBJETIVO	INTERVALO	OBSERVACIONES
Frecuencia de fallos	Número total de fallos/ tiempo de carga	Menos del 5%	Mensual	Referido a las paradas de 10 minutos o mas
Tasa de gravedad de fallos	Tiempo total de paradas debido a fallos /tiempo de carga	0.15% o menos	Mensual	Mantener el número total de paradas dentro de 1h/mes
Costo de paradas debido a fallos	Tiempo de paradas * costo de unidad de tiempo	Disminuir	Anual	Perdida, costo de energía y costos de horas perdida del personal
Numero de pequeñas paradas y tiempos muertos	Tendencia en el número de pequeñas paradas y tiempos muertos	0	Mensual	Referido al número de pequeñas paradas y tiempos muertos de menos de 10 minutos
MTTR	Tiempo total de paradas / número de paradas	De acuerdo con las metas anuales	Mensual	Tiempo medio de reparaciones

Reducción en el número de paradas para mantenimiento (SMD)	SMD previo / SMD actual	De acuerdo con las metas anuales	Anual	La meta es ampliar el número de días de producción
Tasa de costos mantenimiento	Costo total de mantenimiento /costo total de producción	De acuerdo con las metas anuales	Semestral	Indica la proporción de costos de mantenimiento sobre el costo total
Tasa de reducción costo de mantenimiento	Tendencia en la reducción en los costos de mantenimiento	De acuerdo con las metas anuales	Semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM
Costo de reparación de fallos inesperado	Tendencia n los costos de reparación de fallas inesperadas	De acuerdo con las metas anuales	Semestral	Comparación con la situación anterior a la introducción de TPM

Fuente. Elaboración propia

Minera Chinalco Perú S.A. es una subsidiaria de Aluminium Corporation of China Limited (CHINALCO) y está a cargo de implementar el proyecto Toromocho en el distrito de Morococha de la provincia de Yauli y región de Junín. El proyecto Toromocho produce en el presente 235.223 TM de cobre fino.

Necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para diseñar tanto las áreas de flotación de celdas mediante el uso de técnicas analíticas aplicadas a temas seleccionados con problemas existentes en este estudio como el plan de mantenimiento preventivo propuesto para celdas cleaner, que ayude a incrementar la capacidad productiva de la zona, mejorar el estado de los equipos existentes en la compañía, y minimizar el costo de reparación de proveedores externos y consumo de repuestos. Con este programa de mantenimiento, la producción alcanza las 242.279 TM de cobre fino.

The slide features the CHINALCO logo in the top right corner. The main title is 'EL GERENTE GENERAL NOS COMUNICA' with the Chinese characters '总经理通讯' below it. A blue banner contains the text 'OBJETIVOS ANUALES MCP 2022'. The content is addressed to 'Estimados colaboradores:' and states: 'Le presentamos la producción para este año en términos de producción de cobre.' Below this, a graphic shows a '100%' label next to a dashed box containing '235 223 TM'. Above the box is a small icon of a copper coin with 'Cu' and the text 'PRODUCCIÓN DE COBRE FINO'. The slide concludes with the text: 'Cuento con ustedes para cumplir las metas. Sigamos cuidándonos y trabajando para seguir creciendo.' followed by 'Atte.' and the signature of 'Zhang Xudong, Presidente y Gerente General, Minería Chinalco Perú S.A.'

Figura 9. Producción anual de cobre fino
Fuente: Gerencia General MCP

4.3. Se Evaluó económicamente y financiera el modelo de un proyecto de mantenimiento preventivo en celdas cleaner KYF - 100 del área de flotación a fin de definir cuantitativamente la cantidad monetaria para la compañía y el procedimiento es el siguiente:

Valorización Económico Financiera

Estudio de Factibilidad

Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo faculta a la compañía de aumentar su nivel de eficiencia, solicita una financiación monetaria para entregar rendimiento de calidad de la compañía. La implementación de este plan permitirá optimizar los procesos de máquinas en el área de producción, garantizar una excelente gestión del mantenimiento y aumentar la productividad del área en menor tiempo. Los esfuerzos de investigación utilizarán los recursos necesarios e indispensables, que son:

Recursos Humanos: los colaboradores que aportan conocimiento y la experiencia de trabajo en el área de producción, y destacan la colaboración de los jefes de obra, que explican todas las interrogantes planteadas.

Recursos Materiales: Todos los recursos necesarios están disponibles para cualquier trabajo, tales como: acceso a fotocopiadoras, bibliografía, artículos anteriores, seguimiento corporativo, etc.

Esta propuesta es posible porque la compañía tiene los recursos indispensables, posee trabajadores que podrían ser preparados en mantenimiento y pueden revisarlos regularmente, pero ahora ha mostrado una debilidad en términos de eficiencia y tiempo de producción, el tiempo de inactividad de las máquinas ha aumentado. Además, la aplicación de esta propuesta, solo se requiere una reorganización a través de un seguimiento regular.

Disponibilidad económica: La compañía tiene los recursos financieros y humanos suficientes a fin de realizar este mejoramiento, lo que le admite conseguir el rendimiento que aportan a su trabajo.

Respecto a la viabilidad operacional, el contenido mejorado brinda información de sencillo entendimiento y se adaptará al procedimiento operativo de la compañía, definiendo en tal caso mencionado grupo para un mejor

desarrollo de las actividades relacionadas con la utilidad operativa. La guía de planificación técnica para el mantenimiento preventivo y la capacitación del personal en el campo de la flotación y el mantenimiento de celdas en los procedimientos de mantenimiento preventivo pueden mejorar la disponibilidad del personal de mantenimiento. Por lo tanto, es posible debido a que la empresa desea capacitar a los trabajadores para operar las máquinas y contar con un adecuado soporte de mantenimiento preventivo. Por lo tanto, la sugerencia se fundamenta en diversas elecciones, fundamentadas primordialmente en conseguir el objetivo apoyando, y proporcionando técnico de mantenimiento y producción, así como el suministro de materiales, herramientas, equipos y proveedor.

Análisis de costo-beneficio: El análisis de costo-beneficio es el estudio de los costos incurridos para completar la solicitud. Entonces, se debe desarrollar una correlación de probabilidad de introducción económica. La siguiente tabla muestra el costo estimado de esta propuesta, reflejando los costos incurridos para desarrollar la propuesta.

En tal sentido de este sitio se evalúan los costos que simbolizan la implementación del programa de mantenimiento y se realizan comparaciones económicas similares para derivar el beneficio de la solución propuesta que se necesita para capturar el plan Mantenimiento anual y cálculo de su costo.

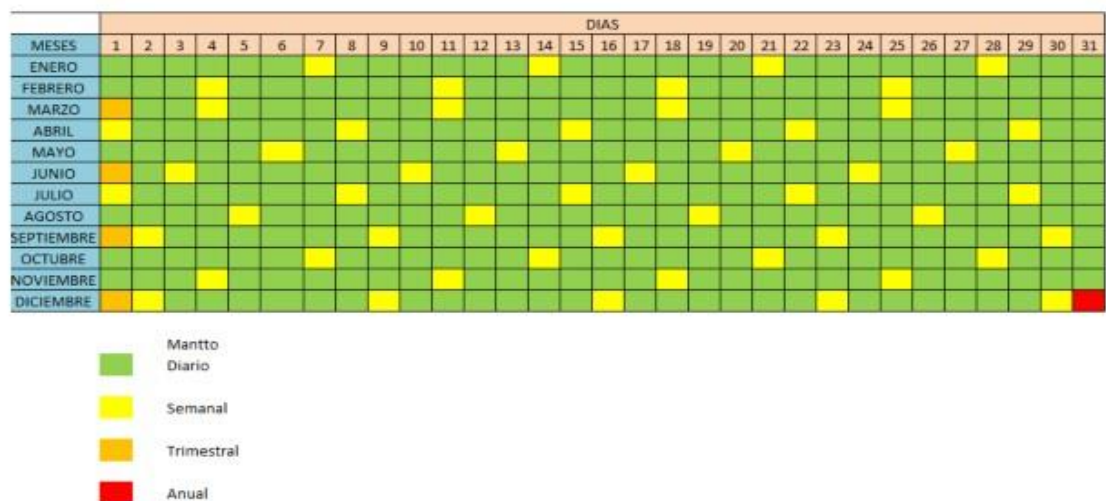


Figura 10. Cronograma de mantenimiento anual

Fuente: Departamento de Mantenimiento 2022

En la siguiente tabla se observan valores de costos anuales de mantenimiento de los últimos tres años de la empresa, y el costo promedio anual de mantenimiento se puede determinar a partir del plan anual.

Tabla 15. Precio de mantenimiento anual

Etapas	2019	2020	2021
Enero	6819	7007	6468
Febrero	7959	7133	7543
Marzo	6385	8103	7424
Abril	6432	8985	8333
Mayo	6520	6527	7422
Junio	7560	7234	7853
Julio	7996	6415	9853
Agosto	7093	7222	8753
Setiembre	7130	6652	7323
Octubre	8240	7245	6324
Noviembre	6302	6342	8328
Diciembre	6230	7646	6300
Anual S/.	84666	86511	91924
Promedio		S/.	87700

Fuente: Elaboración propia

Conseguir los objetivos del programa de mantenimiento requiere de inversión para poder implementar un plan de mantenimiento preventivo adecuado que permita optimizar la operatividad de los equipos de la celda de flotación cleaner KYF -100, lo que permitirá un mejor rendimiento del equipo de flotación en los periodos de producción de la empresa.

Tal inversión será necesaria para cumplir con los objetivos. Teniendo que realizar acciones como la preparación de los técnicos, adquisición de los instrumentos de medición y control apropiados, adquisición de herramientas manuales, herramientas de poder, entre otros. Asimismo, para una mejor gestión del programa de mantenimiento preventivo la evaluación del mantenimiento se complementará con el software que permita introducir datos preliminares obtenidas del mantenimiento realizado a los equipos siendo estos, el mantenimiento rutinario o el mantenimiento programado.

La implementación de estas herramientas de control nos facilitara la planificación de las acciones preventivas a realizar en los equipos de celdas de flotación cleaner KYF - 100. A continuación, se muestra en la tabla siguiente un valor estimado de costo de inversión requerido para realizar el mantenimiento preventivo a los equipos de celdas de flotación.

Tabla 16. Precios de Inversión

COSTOS DE INVERSIÓN			
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Herramientas de Poder	1	S/. 8,000.00	S/. 8,000.00
Calculadora de mano	2	S/. 55.00	S/. 110.00
Impresora multifuncional Epson	1	S/. 450.00	S/. 450.00
Laptop Lenovo Core i5 6GB RAM 1TB Disco Duro	1	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00
Pizarra acrílica	2	S/. 85.00	S/. 170.00
Papel Bond (millar)	10	S/. 30.00	S/. 300.00
Tinta Impresión	12	S/. 30.00	S/. 360.00
Útiles de Escritorio	-	S/. 960.00	S/. 960.00
Archivadores	2	S/. 150.00	S/. 300.00
Software de mantenimiento			S/. 10,000.00
Compra de repuestos			S/. 15,000.00
Plan de capacitación	-	-	S/. 20,000.00
TOTAL			S/. 57,450.00

Fuente: Elaboración propia

Al examinar el costo actual y el costo de una propuesta basada en causas raíz, poseemos:

Tabla 17. Precio por Causa raíz

	CAUSA RAIZ	COSTO ACTUAL	COSTO DE PROPUESTA	DIFERENCIA
CR	DESCRIPCIÓN			
CR3	Falta de Mantenimiento Preventivo	S/.26,200.00	S/.15,500.00	S/.10,700.00
CR1	Falta de Orden y Limpieza	S/.9,000.00	S/.6,000.00	S/.3,000.00
CR9	Falta de Capacitación al Personal	S/.21,000.00	S/.17,000.00	S/.4,000.00
CR7	No Existen Registros de Mantenimiento	S/.7,500.00	S/.4,200.00	S/.3,300.00
CR4	No Existe Cronograma de Capacitación	S/.6,000.00	S/.3,500.00	S/.2,500.00
CR5	Falta de Manejo de Stock de Repuestos	S/.18,000.00	S/.12,000.00	S/.6,000.00
	TOTAL	S/.87,700.00	S/.58,200.00	S/.29,500.00

Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia un ahorro anual S/. 29 500.00 Con un reciente programa de mantenimiento preventivo, lo que traerá beneficio económico a la compañía y la propuesta desarrollada traerá consigo el mejoramiento de la operatividad de los equipos de celda de flotación. Lo que traerá mejoras en la confiabilidad de los equipos, reducción de los tiempos de paradas de los equipos y entre otros.

Una vez obtenido el coste de la inversión, comenzamos a calcular el precio actual neto (VAN) y la tasa de retorno (TIR) para determinar la viabilidad de la inversión realizada, analizamos la cuenta de pérdidas y ganancias y la previsión de flujo de caja:

Tabla 18. Estado de Resultados proyectado

AÑO	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/.29,500.0	S/.29,500.0	S/.29,500.0	S/.29,500.0	S/.29,500.0
Depreciación de activos		S/.3,934.2	S/.3,934.2	S/.3,934.2	S/.3,934.2	S/.3,934.2
GA		S/.1,450.0	S/.1,450.0	S/.1,450.0	S/.1,450.0	S/.1,450.0
Utilidad antes de impuestos		S/.24,115.8	S/.24,115.8	S/.24,115.8	S/.24,115.8	S/.24,115.8
Impuestos		S/.7,234.7	S/.7,234.7	S/.7,234.7	S/.7,234.7	S/.7,234.7
Utilidad después de impuestos		S/.16,881.1	S/.16,881.1	S/.16,881.1	S/.16,881.1	S/.16,881.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Flujo de Caja proyectado

AÑO	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		16,881.1	16,881.1	16,881.1	16,881.1	16,881.1
Depreciación de activos		3,934.2	3,934.2	3,934.2	3,934.2	3,934.2
Inversión	57,450.00					
Flujo Neto Efectivo	57,450.00	20,815.3	20,815.3	20,815.3	20,815.3	20,815.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Periodo de recuperación

Periodo año	Flujo de caja	Flujo al valor presente $Ft = Fn / (1 + i)^n$	Acumulado
0	-57 450.00		-57 450.00
1	20 815.30	$20\ 815.3 / (1 + 0.15)^1 = 18\ 100$	-39 350.00
2	20 815.30	$20\ 815.3 / (1 + 0.15)^2 = 15\ 739$	-23 611.00
3	20 815.30	$20\ 815.3 / (1 + 0.15)^3 = 13\ 686$	-9 925.00
4	20 815.30	$20\ 815.3 / (1 + 0.15)^4 = 11\ 901$	+1 976.00
5	20 815.30	$20\ 815.3 / (1 + 0.15)^5 = 10\ 349$	

Fuente: Elaboración Propia

Calculando VAN:

Io: inversión =

S/. 57,450.00

i: Tasa de
descuento 15%

Periodo de 5 años

$$\text{VAN} = -57450 + 20815.3 / (1+0.15)^1 + 20815.3 / (1+0.15)^2 + 20815.3 / (1+0.15)^3 + 20815.3 / (1+0.15)^4 + 20815.3 / (1+0.15)^5$$

VAN= S/. 12,326

$$0 = 20815.3 / (1+i)^1 + 20815.3 / (1+i)^2 + 20815.3 / (1+i)^3 + 20815.3 / (1+i)^4 + 20815.3 / (1+i)^5 - 57450$$

TIR: 23.74%

De los cálculos realizados se puede apreciar que la financiación en la aplicación del programa de mantenimiento es posible en el periodo, siempre que el VAN sea positivo y la TIR tenga un porcentaje suficiente.

Reintegro de la Inversión:

El regreso de la inversión estará garantizado durante el periodo de 3 años y 10 meses, se ha logrado alcanzar aplicando la siguiente relación:

Costo Beneficio

El estudio Costo-Beneficio nos da una relación de; $69776 / 57450 = 1.21$, lo que nos indica que es favorable ya que es un valor mayor a 1. lo que representa que, por cada Sol invertido, la empresa gana S/. 1.21.

V. DISCUSIÓN

Luego de analizar la situación que presentó el departamento de mantenimiento con herramientas de recolección de datos, se encontró que el departamento carecía de buenos datos informativos, lo que afectó severamente el área de investigación de la empresa. No hay un historial diario de la gestión de fallas de la máquina y no hay más información sobre la frecuencia con la que revisar, lubricar, reemplazar piezas, reajustar, etc., por lo que es imperativo preguntar cuál es la mejor manera de lograr este mismo rendimiento durante la producción. alto compromiso.

El proceso de flotación es un paso de concentración del mineral que se desarrolla en tres fases (líquido, sólido y gas). Los minerales preciosos se separan de los materiales no preciosos, utilizando sus propiedades fisicoquímicas mediante la adición de reactivos; Esto facilita la generación de espuma y su posterior recolección a través de un canalón o chute, donde se utilizan equipos mecánicos y/o neumáticos, denominados celda de flotación.

La flotación del concentrado es un paso fundamental en la concentración de minerales porque allí se recolectan minerales valiosos, lo que se refleja en la eficiencia metalúrgica del proceso; radica en la recuperación del material y la calidad del producto; Todo lo cual tiene un impacto directo en los ingresos de la compañía.

Un desarrollo de la flotación defectuoso lleva a que el material sea llevado a la siguiente etapa (deposición de desechos o relaves) que es poco probable que sea reprocesado, aunque se incurre en costos económicos significativos durante las etapas de extracción, extracción, transporte de material y en las etapas de flotación, es posible observar la condiciones de operación no estándar de varios componentes de la celda y afectan su actividad, la homogeneidad de la pulpa con el aire de la cámara de flotación, todo esto conduce a una operación no estándar. equipos y lograr un menor nivel de eficiencia.

El concepto teórico de la propuesta se sustenta en la visión de varios autores consultados sobre el desarrollo de un programa de mantenimiento que permita a las empresas gestionar el mantenimiento preventivo para disminuir el tiempo de inmovilidad de los equipos en el campo de la flotación de celdas en

cuanto a procesos productivos, rendimiento, mecánica, fallas, apagado no programable y otras cosas relacionadas con este tema. El enfoque principal está en el uso eficaz y veraz de los controles para ayudarlo a conseguir información precisa del equipo en campo.

Al diagnosticar la situación actual en cuanto al mantenimiento preventivo de los equipos del área de flotación de las celdas de la empresa, se puede concluir que la maquinaria se encuentra en mal funcionamiento debido a continuas paradas no planificadas y que la empresa no está realizando el mantenimiento preventivo de rutina. un plan de mantenimiento. Además, en el campo de la flotación de celdas en maquinaria, las continuas paradas no programadas impiden su continuo desarrollo, ya que son frecuentes las fugas, los cambios de temperatura y el ruido de colisión de piezas, lo que se traduce en pérdida de producción. tiempo y, por lo tanto, aumento de las horas de trabajo, baja eficiencia y retrasos e incapacidad para entregar productos a los clientes

Para el desarrollo de la investigación se tuvo que recurrir a una fuente de información del área de mantenimiento de la compañía minera Chinalco de años anteriores se tuvo que pedir los permisos respectivos para poder obtener información y autorización para la realización de la investigación en el área de flotación, se evaluó y proceso la información obtenida usando herramientas programas, textos y otros estudios de investigación.

Según datos que se consigna en la tabla 5. informe de paradas en celdas de flotación KYF-100 – 2021. Se observa que los valores mayores de paradas se produjeron por defecto de la maquinaria con 99 paradas y la mano de obra con 35 paradas, esto valores de paradas se presentan debido a la falta de mantenimiento preventivo y la falta de conocimiento sobre mantenimiento preventivo por parte del personal de mantenimiento del área de flotación.

Lo que representa un valor de 61% porcentaje acumulado para el defecto por máquina y un valor de 83% porcentaje acumulado por defecto de mano de obra. Siendo estos dos los defectos que ocasionan más paradas al equipo y que afectan los periodos de la producción.

Según datos consignados en la tabla 10. Costo hora – hombre por parada de equipo de celda de flotación, varían de mes a mes, teniendo el mayor valor el

mes de julio con 142.45 horas hombre y el menor valor el mes de mayo con 60 horas hombre. Estos problemas se debieron a la falta de mantenimiento preventivo y a las características de la complejidad de las fallas ocurridas en esos periodos. El desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para la celda cleaner KYF – 100 del área de flotación tienen las siguientes estrategias.

Se considera mejorar la operatividad de los equipos haciendo uso de los formatos lo que permite eliminar la causa raíz de Cr5 y Cr7 (No hay suficientes repuestos y sin registro de mantenimiento)

Se desarrolla lineamientos técnicos para el mantenimiento preventivo planificado de celdas de flotación para la empresa, lo que nos permite eliminar las causas Cr1 y Cr3 (Carencia de orden – limpieza y falta de mantenimiento preventivo).

Se capacita al personal en el área de flotación y mantenimiento rutinario de celdas cleaner en procedimientos de mantenimiento preventivo, lo que nos permite eliminar las causas raíces Cr4 y Cr9 (Sin programa de mantenimiento y sin capacitación)

Se evaluó económicamente la propuesta de mantenimiento preventivo de celdas de cleaner KYF – 100 del área de flotación, se determinó los beneficios que traerá consigo la propuesta de mantenimiento para la empresa, habrá un ahorro anual para la empresa y la inversión en la ejecución de un plan de mantenimiento es factible en el tiempo, ya que el valor del VAN es positivo y el TIR un valor aceptable. Y el regreso de la inversión se dará en 3 años y 10 meses, y del costo beneficio se obtuvo una relación de 1.21 lo que significa que por cada sol invertido la empresa ganara s/ 1.21 soles.

De acuerdo a los objetivos generales, se finaliza que la puesta en marcha de la propuesta de mantenimiento preventivo en celdas de flotación cleaner KYF – 100, mejora la productividad en una empresa minera logrando aumentar la confiabilidad de las máquinas y evitando paradas no programadas que afecta los periodos del proceso de la producción.

Es así que esta investigación realizada nos indica que al aproximarse un mantenimiento el operario de mantenimiento siempre buscara la manera más rápida y confiable para poner en operación los sistemas del equipo elegido,

utilizando diversas técnicas de mantenimiento que a lo largo de la formación técnica – universitaria que se han aprendido.

Es así que esta investigación tiene cierta concordancia con el estudio realizado por los autores (Huillca, y otros, 2019) donde nos indica que la implementación de una táctica de mantenimiento basada en condiciones, mejora la confiabilidad de las máquinas de celda de flotación y cuyo problema principal son las paradas del equipo.

Es así que esta investigación concuerda con ciertas cosas con el autor (Pariona, 2016) nos indica que su estudio se orienta en el análisis de la criticidad a todas las máquinas de la mencionada línea de producción, posteriormente conocer su ciclo de vida con ayuda de un programa MINITAB y determinando un ciclo óptimo de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad.

Esta propuesta de mantenimiento preventivo en celdas de flotación cleaner traerá beneficios para la empresa minera Chinalco, se mejorará la confiabilidad de los equipos, se reducirán el número de las paradas no programadas, se reducirán los gastos de reparación y mantenimiento de los equipos de flotación, se mejora los periodos operativos del proceso de producción y se prolonga la vida útil de los equipos de celda de flotación.

La investigación de la propuesta de mantenimiento tiene un contexto claro y entendible que contribuirá en aportar conocimiento a los operadores y profesionales encargados de las tareas de mantenimiento, les será de guía para las labores de trabajo en campo, siendo estos procedimientos de mantenimiento preventivo eficientes y que tienen una base teórica sustentable aplicable para el mantenimiento de las máquinas que muestran problemas o fallas en sus sistemas. Y será de apoyo para otros investigadores que desean seguir la línea de investigación.

VI. CONCLUSIONES

Como propósito general, los planes de mantenimiento preventivo para mejorar el rendimiento operativo de la máquina mientras el proceso de producción y, por lo tanto, para tratar de reducir la frecuencia del mantenimiento modificado, se han desarrollado propuestas para realizar el mantenimiento para celdas cleaner KYF P - 100 para mejorar la producción de la planta procesadora de cobre de la compañía minera Chinalco-Perú.

Luego de determinar el estado vigente del mantenimiento preventivo de los equipos en el campo de flotación de celdas cleaner de la empresa, se puede determinar que la máquina presenta fallas constantes debido a cortes irregulares y que no se realiza el mantenimiento preventivo periódico según lo planeado. Además, en el campo de flotación las celdas son frecuentes las fugas, los cambios de temperatura, el ruido por colisión de piezas, se pierde tiempo de producción y el tiempo de trabajo es largo, por lo que se espera que se detenga el desarrollo del proceso continuo. interrupción, baja eficiencia y demora, y no entrega del producto al cliente.

Se han identificado las causas de las fallas por parada de máquinas en la zona de flotación de celdas cleaner de la compañía, por lo tanto, lo más relevantes que ocurren en los equipos, métodos, personal, materiales, medio ambiente, etc. Durante el proceso de reparación, calibración y ajuste de una máquina, la máquina siempre puede estar fuera de servicio por falta de mantenimiento, capacitación del personal que no realiza este curso adecuadamente para poner la máquina en funcionamiento.

También se observó en la zona de estudio que no había forma ni plan de realizar gestiones que permitieran saber con claridad y precisión cómo se realizaría la actividad. El resultado es pérdida, tiempo y control deficiente en la asignación de cada operador. Desde la perspectiva de la carga de trabajo, los operadores evitan los pasos que deben seguir para ajustar de manera óptima la eficiencia de sus máquinas. Para las siguientes operaciones de la máquina, el operador recibe instrucciones mínimas y se produce un error.

Por otra parte, para determinar la rentabilidad y factibilidad de un proyecto, es necesario calcular el valor vigente VAN y la tasa interna de retorno TIR. Con

base en los resultados de estos indicadores, puede determinarse si es posible invertir recursos en el proyecto. En nuestra investigación, según lo evaluado la empresa tendrá un ahorro de S/ 29 500.00. y los valores del VAN = S/ 12 326, el TIR = 23.74% y el Beneficio/costo = 1.21 lo que significa que por cada sol invertido la empresa ganara s/ 1.21 soles. Estos valores son aceptables para un proyecto que a su vez traerá consigo beneficios para la empresa. y el retorno de la inversión se dará en 3 años y 10 meses.

VII. RECOMENDACIONES

Como parte de este estudio, es significativo proponer un conjunto de sugerencias a una empresa para considerar aspectos que le admitan ayudar y desarrollar las aplicaciones de mantenimiento de su empresa. Esto se explica en detalle a continuación.

- a. Determinar la política de mantenimiento.
- b. Aumentar la perseverancia del mantenimiento preventivo de las máquinas.
- c. Considere la posibilidad de utilizar un asistente informático para analizar y procesar toda la información relacionada con el dispositivo.
- d. Fundar el área de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la zona de investigación.
- e. Realizar formatos para la inspección de las actividades que se realizan en el área.
- f. Constituir métodos y procedimientos para programar y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo que se realice a la máquina.

REFERENCIAS.

Condori, Harry. 2017. Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la Empresa Mimco S.A.C. Callao. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2017.

Vacahuasi, Kavin. 2018. Aplicación del estudio de trabajo para aumentar la productividad en el área de fabricación de barandas de la empresa Consorcio Metálico MYR. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2018.

Antonio, Christian. 2019. Plan de mantenimiento de conos central y canaletas en celdas de flotación ok 100 en planta concentradora de la minera Cuajone-Moquegua. Universidad del centro del Perú, Huancayo: 2019.

Melchor, Rogger. 2016. Programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la bomba Mars III en la compañía minera santa Luisa s.a. Universidad nacional del centro del Perú, Huancayo: 2016

Mondéjar, Kevin Brandon y Palomares, Alberto Ángel. 2021. Aplicación de mejora de procesos en el área de mantenimiento del distribuidor de nido de ciclones para mejorar la productividad en una empresa minera cuzco, Universidad cesar vallejo - lima: 2021.

Cardozo, Elvis Y Velarde, Luis Enrique. 2016. Implementación de mejora del proceso de forjado en caliente de elementos de sujeción de la empresa Ferri Pern SRL en el año 2016. Universidad Privada del Norte, Lima: 2016.

Vigo, Jhehime. 2020. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmecánica del sector industrial, Universidad privada del norte, Lima: 2020.

Soto, Hobner. 2016. Identificar la criticidad de equipos para mejorar el circuito molienda en la planta concentradora CIA minera Antamina. Universidad nacional del centro del Perú, Huancayo: 2016

Huayta, Samuel. 2020. Mantenimiento y optimización del sistema de control y automatización en una planta concentradora. Universidad nacional de Huancavelica, Huancavelica: 2020.

Chirio, Jorge. 2018. Investigación para la optimización del proceso de flotación de concentrado de zinc en la compañía minera Yauliyacu s.a. Universidad nacional de San Agustín. Arequipa: 2018.

Vera, Jonathan. 2021. Optimización del ajuste de parámetros en los lazos de control de nivel de celdas de flotación en plantas concentradoras de minerales para reducir la variabilidad del proceso, basado en el método PHVA. Universidad nacional de ingeniería, Lima: 2021.

Pazmiño, Bryan. 2017. Optimización de una Celda de Flotación. Universidad san francisco de quito USFQ colegio de ciencias e ingeniería, Quito – Ecuador: 2017

Bastias, Patricio. 2019. propuesta para recuperación con técnicas de mantenimiento de celda de flotación minera. Universidad técnica Federico santa maría sede viña del mar. Chile: 2019.

Collantes, Marvin. 2017. Propuesta de implementación del mantenimiento preventivo en las celdas de flotación kyf-300 para mejorar la productividad en planta de cobre - Chinalco – Perú, Universidad privada del norte. Trujillo: 2017.

Navarro, María. 2017. Análisis de la eficacia y de la eficiencia del sistema concesional en los servicios públicos de transporte: metros ligeros en la Comunidad de Madrid. Universidad Complutense de Madrid, Madrid – España: 2017.

Flor, Carolina. 2017. Propuesta de mejora en los procesos de recepción de muestras de concentrados para el incremento de la productividad. Caso de una empresa de servicios que certifica la ley de composición en los minerales. Universidad San Ignacio de Loyola, Lima: 2017.

Huillca, David y Suzanibar, Nancy María. 2019. Aplicación de una estrategia de mantenimiento Basado en Condiciones para mejorar la confiabilidad de los equipos en el área de flotación de una compañía Minera. Universidad cesar vallejo, Lima: 2019.

BGRIMM, Manual de Instrucciones de instalación, operación & Mantenimiento para Celdas de flotación KYF 100 Metros Cúbicos. Instituto de Investigación General de Minería y Metalurgia – Beijing. pp. 59. (2010)

Palpan, Ronald. 2016. Sistema de Alta eficiencia para el mejoramiento de la lixiviación del cobre. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima: 2016.

Pariona, Charles. 2016. Análisis de las fallas de los equipos críticos de flotación, para reducir las pérdidas de producción en la Unidad Minera de Yauliyacu. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo: 2016.

Chávez, Roger. 2017. Aplicación de la mejora de procesos para incrementar la competitividad en el área de operaciones, en Zwei Hunde Ingenieros SAC, Pueblo Libre. Universidad César Vallejo, Lima: 2017.

Huaynate, Heber. 2018. Aplicación de mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su influencia en el beneficio económico mina Untuca - Cori Puno S.A.C. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 2018.

Vera, Edith. 2017. El impacto de la minería en la economía del departamento de Arequipa para el periodo del 2000-2015. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima: 2017.

Aquino, Water. 2017. Plan de Mantenimiento Basado en la Condición para mejorar la Disponibilidad del Molino SAG en la Compañía Minera Chinalco Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo:2017.

Ayala, Jhon. 2018. Aplicación del sistema de mantenimiento basado en condiciones (CBM), para vehículos y maquinaria pesada del área automotriz del GAD municipal de Tulcán. Universidad técnica del Norte, Ibarra, Ecuador: 2018.

Fernández, Jorge. 2019. Elaborar un plan de mantenimiento basado en la disponibilidad de los diversos equipos que conforman el área de molienda en bocamina. Universidad técnica Federico Santa María, Concepción, Chile: 2019.

Ibérico, Allen y Figueroa Oscar. 2019. Diagnóstico de fallas, por mantenimiento predictivo, para optimizar el servicio post venta de maquinaria pesada volvo, en una empresa concesionaria automotriz. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2019.

Mayorca, Roberto. 2019. Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una pyme utilizando el RCM. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2019.

Pasache, José. 2017. Plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de galvanizado en una empresa metalmecánica. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2017.

Alvarez, Rosivel. 2018. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en la confiabilidad como estrategia de optimización del desempeño en una empresa metalmecánica. Universidad Católica de Santa María, Arequipa: 2018.

Ramos, Julio. 2017. Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo: 2017.

Vega, Alberto. 2017. Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa grúas América SAC. Universidad Cesar Vallejo, Lima: 2017.

Welz, Zachary Allen. Integrating Disparate Nuclear Data Sources for Improved Predictive Maintenance Modeling: Maintenance-Based Prognostics for Long-Term Equipment Operation.


Degree: 2017, University of Tennessee – Knoxville

URL: https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/4667 

► The United States (US) nuclear industry is one of the most heavily regulated businesses in the world, creating a culture of world-class design, operation, and... (more)

Laquet, Andrei. Maintenance optimisation of centrifugal pumps in a European refinery: : A case study.

Degree: Production Engineering, 2015, KTH

URL: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-173914> 

► Maintenance has gained credit over the past decades. The oil and gas industry requires efficient maintenance programs due to the hazardousness surrounding the industry.... (more)

Hu, Weimeng. Flotation circuit optimisation and design.

Degree: PhD, 2014, Imperial College London

URL: <https://doi.org/10.25560/24805>

 ; <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.656835> 

► Froth flotation is a widely used and versatile mineral processing method for concentrating metal ores. A finely ground ore feed is processed through a flotation... (more)

Sayed Ahmed, Ahmed S. CAVITATION NANOBUBBLE ENHANCED FLOTATION PROCESS FOR MORE EFFICIENT COAL RECOVERY.

Degree: 2013, University of Kentucky

URL: https://uknowledge.uky.edu/mng_etds/8 

► Froth flotation is a widely used, cost effective particle separation process. However, its high performance is limited to a narrow particle size range, e.g., between... (more)

Bhushan, Vivek. Assessment of hyperspectral features and damage modeling in bitumen flotation process.


Degree: MS, Mechanical Engineering, 2011, University of Alberta

URL: <https://era.library.ualberta.ca/files/b5644s84b> 

► Flotation process is mineral processing technique used for separating valuable minerals from the gangue. The research presented in this thesis deals with assessing features that... (more)

Wael Ibrahim Al Hajailan (10212005). Evaluating the Expected Total Cost for Imperfect Production Processes Using a Markovian Approach.

Degree: 2020, University of Illinois – Chicago

URL: <http://hdl.handle.net/10.25417/uic.14134463.v1> 

► The expected total cost function is developed by using a Markovian approach. The imperfect production and inventory control model is considered and integrated with an... (more)

Ekpiwhre, Ejiroghene Onome. Risk and reliability-based maintenance for highway infrastructure asset management.

Degree: phd, Faculty of Engineering & Science, 2018, University of Greenwich

URL: <http://gala.gre.ac.uk/id/eprint/24779/> 

► The highway industry, a critical section of Nigeria surface transportation industry is in pressing need of methods that would enable the reliability and maintainability of... (more)

Al-karawi, Muayad Abed Shihab. Development and intensification of a foam flotation system in harvesting microalgae for biofuel.

Degree: PhD, 2018, University of Newcastle upon Tyne

URL: <http://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4370>

 ; <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.779776> 

► Due to their photosynthetic efficiency, microalgae tend to have high lipid content and growth rates, hence their importance to the biofuel sector. However, the viability... (more)

Onyenanu, Tochukwu Emmanuel. An improved maintenance management strategy for gas field equipment in Escravos gas-to-liquid plant, Nigeria / T.E. Onyenanu .

Degree: 2010, North-West University

URL: <http://hdl.handle.net/10394/4894> 

► The safety record of most petrochemical industries in the world and Nigeria in particle, has not been able to come down to the maximum allowable... (more)

Poikkimäki, Aleksi. Information ergonomics improvement for preventive maintenance: wedge as a maintenance tool.

Degree: 2021, Theseus

URL: <http://www.theseus.fi/handle/10024/511893> 

► Objective of this study was to improve information ergonomics of preventive maintenance by using Wedge software. The plan was to make simple as possible platform... (more)

Patel, Himeshkumar Ashokbhai. Coarse Particle Flotation of Coarse Gold and Gold-bearing Ore by Fluidized-bed-flotation.

Degree: 2021, University of Nevada – Reno

URL: <http://hdl.handle.net/11714/8093> 

► The froth flotation process has been the most widely used mineral concentration technique for more than a century. However, neither flotation columns nor conventional flotation... (more)

Pšenková, Tereza. Management a inženýrství údržby: Management and maintenance engineering.

Degree: 2019, Brno University of Technology

URL: <http://hdl.handle.net/11012/40537> 

► The object of this thesis „Management and maintenance engineering” is an introduction of maintenance theory and its integration in the company. The theoretical part of... (more)

Němeček, Jakub. Systém údržby výrobního zařízení ve firemní praxi: Maintenance system of a manufacturing line.

Degree: 2019, Brno University of Technology

URL: <http://hdl.handle.net/11012/66705> 

► This thesis deals with the design of a new maintenance system of a powder coating line at ABB. The theoretical part describes history of maintenance,... (more)

Mabotha, Eric Tswaledi. Mixed integer nonlinear optimization framework applied to a platinum group metals flotation circuit.


Degree: M. Tech. (Chemical Engineering), Civil and Chemical Engineering, 2020, University of South Africa

URL: <http://hdl.handle.net/10500/27253> 

► This study described an alternative approach for flotation circuit optimization using a mathematical programming technique. Mathematical formulation resulted in mixed integer nonlinear programming problem. Experimental... (more)

Hassabelnaby, Aly. Development of a maintenance plan for the STEPWISE project at Swerea MEFOS.

Degree: Maintenance and Acoustics, 2018, Luleå University of Technology

URL: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ltu:diva-71828> 

► Process plants come with a wide variety of engineering challenges. Each process has unique operating conditions that require careful operation and maintenance programs to keep... (more)

Ramirez Coterio, Viviana A. Optimization of Air-injection Spargers for Column Flotation Applications.

Degree: MS, Mining Engineering, 2016, Virginia Tech

URL: <http://hdl.handle.net/10919/71425> 

► Column flotation cells have become the most popular machine designed for industrial applications that require the separation and concentration of wanted or unwanted minerals from... (more)

ANEXOS.

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Mantenimiento Preventivo en celdas cleaner de Flotación KYF-100	"Según (Navas, 2003), es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle".	Se determina como un grupo de elementos para la previsión de patrones de máquinas en función de su desempeño en el procedimiento de gestión de instalaciones y máquinas de una empresa.	Cantidad de detenciones ejemplos y cantidad de fallas mecánicas Precio del mantenimiento
Productividad.	La productividad es una métrica de eficacia que conecta el número de recursos empleados con las cantidades de producción conseguida.	Numero de bienes obtenidos en un jornal de trabajo.	Cantidad de las horas hombre que está a cargo del mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Autorización para la ejecución del proyecto de investigación



Universidad
César Vallejo

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Chiclayo, 04 de abril de 2022

Señor(a)
Victor castillo chavez
Jefe general de mantenimiento mecanico de planta
Minera chinalco Peru
Junin , yauli, morococha y yauli

Asunto: Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería
Mecánica Eléctrica

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. Luis edilberto vasquez arevalo, con DNI 70222945, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda ejecutar su investigación titulada: **"Propuesta de mantenimiento preventivo en celdas de flotación cleaner KYF-100 para mejorar productividad en planta de cobre minera- chinalco"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

cc: Archivo PTUN.

www.ucv.edu.pe


Victor Castillo Chávez
Jefe General de Mantenimiento
Mecánica Planta
MCP-401836
MINERA CHINALCO PERÚ S.A.



Anexo 3. Autorización para la ejecución del proyecto de investigación



Universidad
César Vallejo

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Chiclayo, 04 de abril de 2022

Señor(a)
Victor Castillo Chavez
Jefe general de mantenimiento mecánico de planta
Minera chinalco
Junin, yauli, morococha Yauli

Asunto: Autorización para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería
Mecánica Eléctrica


De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. Luis Vicente Padilla bonifacio, con DNI 42594505, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda ejecutar su investigación titulada: **"Propuesta de mantenimiento preventivo en celda de flotación cleaner KYF - 100 para mejorar productividad en planta de cobre-minera-Chinalco"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,


Victor Castillo Chavez
Jefe General de Mantenimiento
Mecánico Plant.
MCP 101834
MINERA CHINALCO PE

cc: Archivo PTUN.

www.ucv.edu.pe

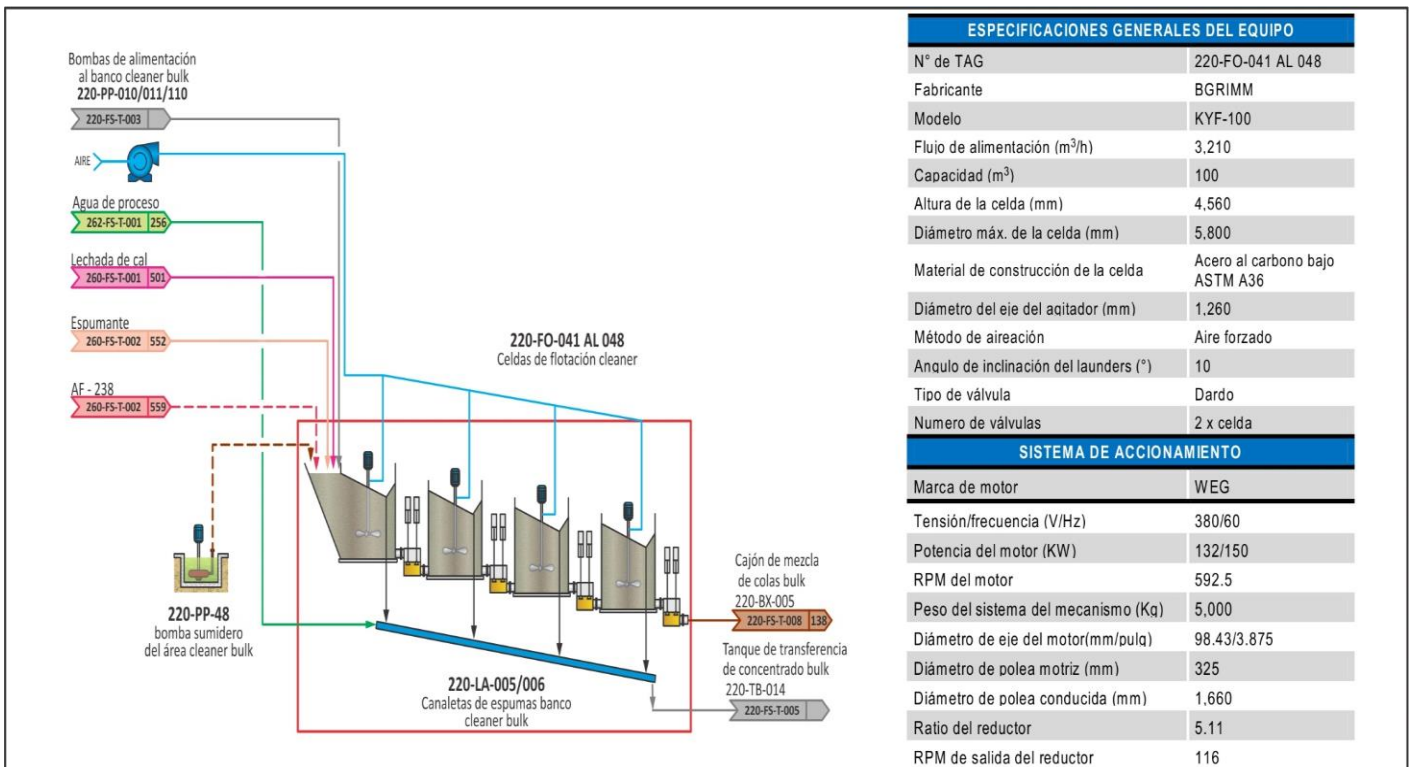


Anexo 4. Celdas cleaner KYF-100 en la operación M.C.P.

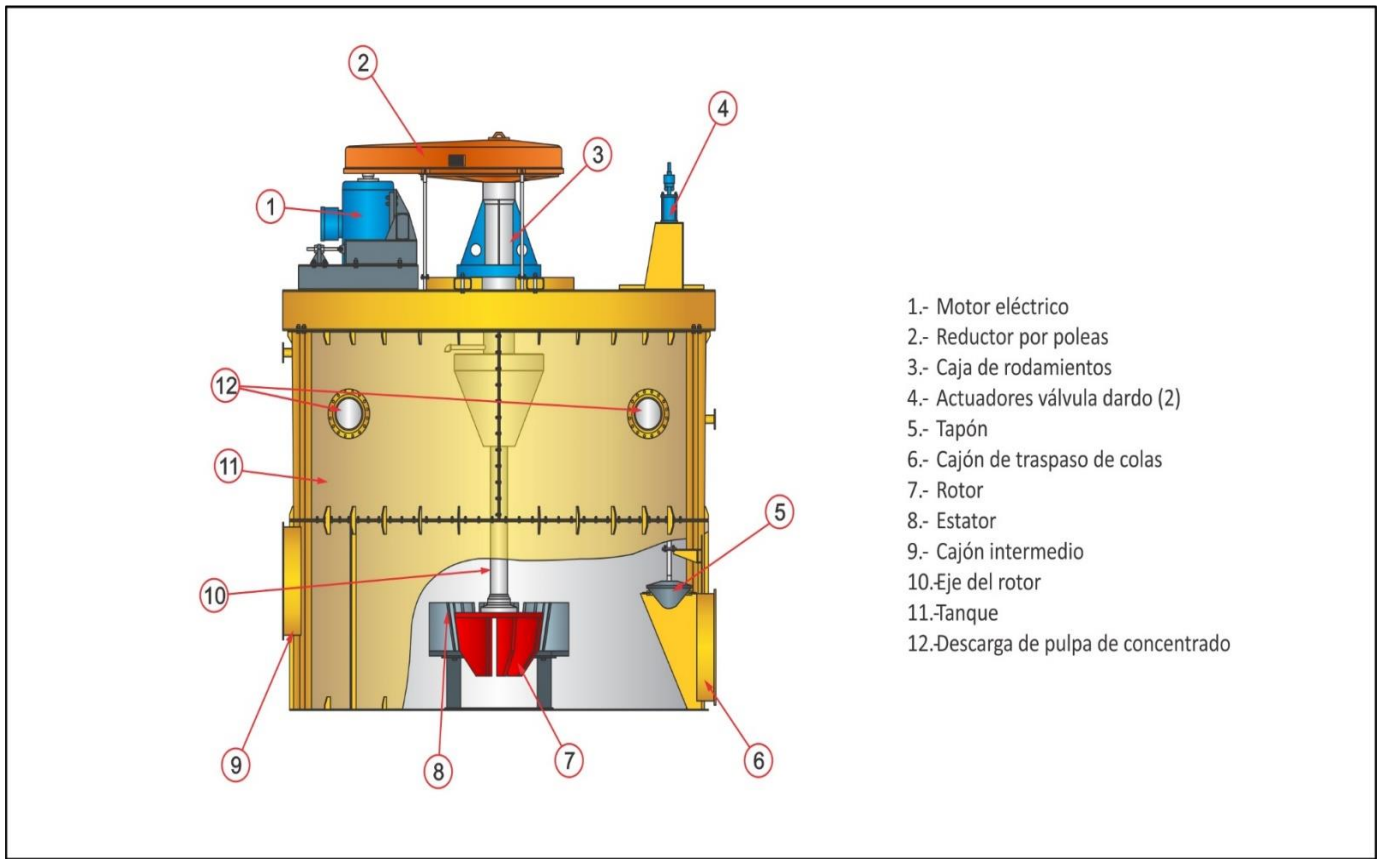


Celdas cleaner KYF – 100 220-FO-041 al 048

Anexo 5. Ubicación del equipo en el proceso



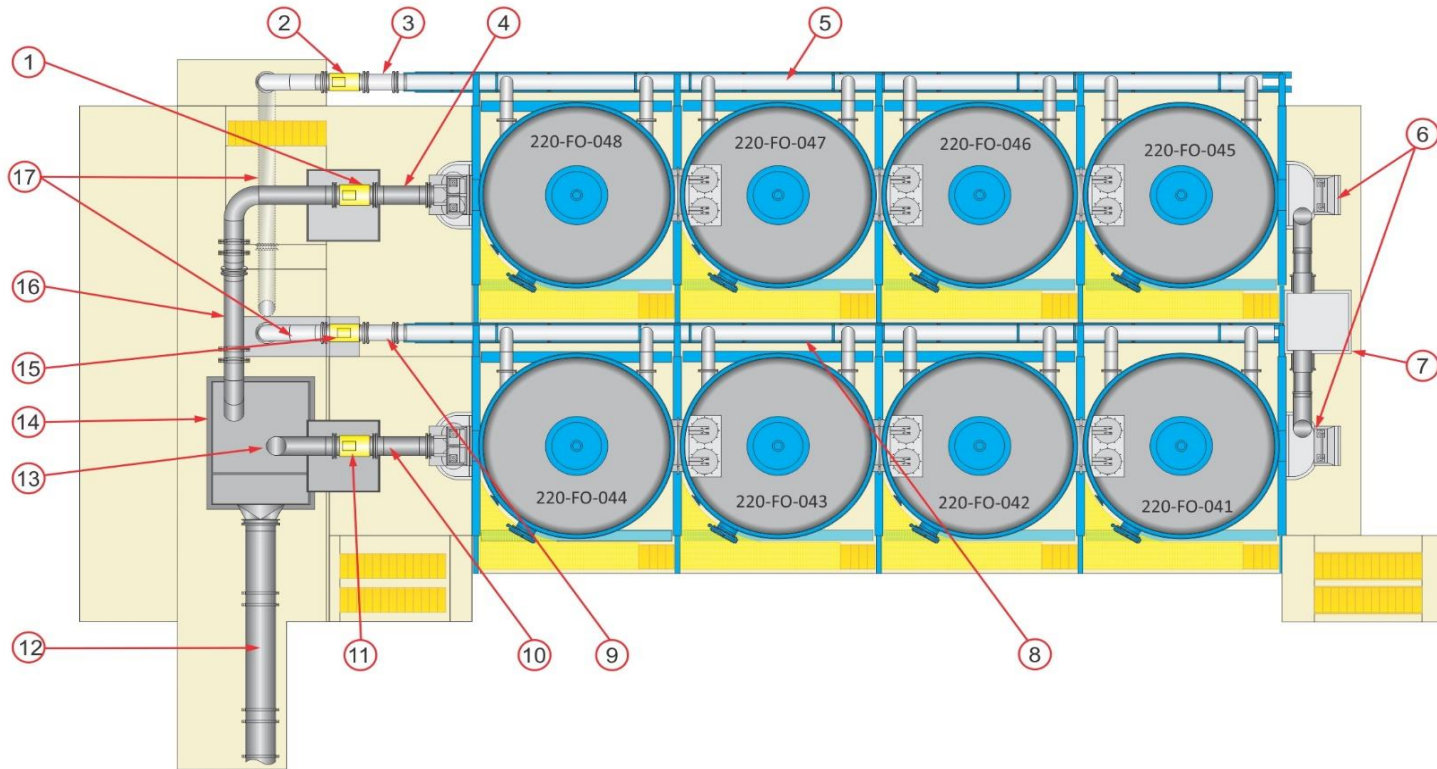
Anexo 6. Partes Principales del equipo



Anexo 7. Vista de banco 2 celdas cleaner bulk



Anexo 8. Vista superior de flotación cleaner bulk



- | | |
|---|--|
| 1. 220-SA-023 Muestreador de colas cleaner bulk banco 2 | 9. 220-LA-039 Canaleta cleaner bulk |
| 2. 220-SA-025 Muestreador de concentrado cleaner bulk banco 2 | 10. 220-LA-041 Canaleta de colas banco 1 cleaner bulk |
| 3. 220-LA-040 Canaleta cleaner bulk | 11. 220-SA-022 Muestreador de colas cleaner bulk banco 1 |
| 4. 220-LA-042 Canaleta de colas banco 2 cleaner bulk | 12. 220-LA-051 Canaleta de descarga de cajón de mezcla de colas bulk |
| 5. 220-LA-006 Canaleta de espumas banco 2 cleaner bulk | 13. 220-LA-043 Canaleta de transferencia de colas bulk |
| 6. Banco 1 y 2 flotación cleaner bulk | 14. 220-BX-005 Cajón de mezcla de colas bulk |
| 7. 220-DI-010 Distribuidor de carga a bancos cleaner bulk | 15. 220-SA-026 Muestreador de concentrado cleaner bulk banco 1 |
| 8. 220-LA-005 Canaleta de espumas banco 1 cleaner bulk | 16. 220-LA-044 Canaleta de transferencia de colas bulk |
| | 17. 220-LA-046/045 canaleta de transferencia de concentrado cleaner bulk |