



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

**PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS – MBA**

**Implementación del plan de mantenimiento predictivo insourcing
para optimizar los costos de mantenimiento en una compañía,
Bayóvar 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Maestro en Administración de Negocios - MBA**

AUTOR:

Quispe Arias, Julio (orcid.org/0000-0001-8624-6834)

ASESORA:

Dra. Espinoza Salazar, Liliana Ivonne (orcid.org/0000-0002-6336-4771)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelos y Herramientas Gerenciales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios que siempre me guía y protege, a mis padres y familia, por siempre apoyarme incondicionalmente, en especial a mi madre por ser mi pilar impulsándome a lograr cada uno de mis propósitos profesionales y a mi hermana por acompañarme incondicionalmente.

AGRADECIMIENTO

A mi asesora de tesis, por su paciencia, apoyo y constancia en mi rendimiento académico. A mis colegas por su apoyo moral constante. Al director de la Escuela de Estomatología por apoyarme en esta investigación. A los estudiantes que con sus aportes ayudaron a desarrollar este estudio. A todas aquellas personas que han estado presentes en este proceso, les agradezco.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.1.1. Tipo de investigación.....	18
3.1.2. Diseño de la investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.3.1. Población.....	20
3.3.2. Muestra.....	20
3.3.3. Muestreo.....	21
3.3.4. Unidad de análisis:.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Alcance del mantenimiento predictivo insourcing.</i>	24
Tabla 2. <i>Factores - matriz de criticidad en equipos e instalaciones.</i>	26
Tabla 3. <i>Resultado - matriz de criticidad en equipos e instalaciones.</i>	27
Tabla 4. <i>Análisis de viabilidad económica – Cash Flow</i>	29
Tabla 5. <i>Implementación y adquisiciones</i>	30
Tabla 6. <i>Reporte de 24 contratos para servicios de mantenimiento</i>	31
Tabla 7. <i>Análisis ABC</i>	32
Tabla 8. <i>Resumen del análisis ABC</i>	34
Tabla 9. <i>Distribución de los servicios de mantenimiento por tipo de contrato</i>	35
Tabla 10. <i>Condición de los contratos tipo continuo</i>	36
Tabla 11. <i>Resumen del análisis de viabilidad técnica</i>	39
Tabla 12. <i>Análisis de viabilidad en personal</i>	39
Tabla 13. <i>Análisis de viabilidad en equipos</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Matriz de riesgo</i>	25
Figura 2. <i>Nivel de riesgo</i>	25
Figura 3. <i>Distribución de áreas operativas</i>	28
Figura 4. <i>Análisis cruzado, Pareto - ABC</i>	34
Figura 5. <i>Distribución por tipo de contrato</i>	35
Figura 6. <i>Distribución de contratos por tipo continuo</i>	36
Figura 7. <i>Condición de los contratos tipo continuo</i>	37
Figura 8. <i>Vigencia de contratos</i>	38
Figura 9. <i>Condición de los equipos de inspección predictiva</i>	41
Figura 10. <i>Capacidades del personal para afrontar el mantenimiento predictivo insourcing</i>	42
Figura 11. <i>Análisis de la reducción de costo unitario</i>	42

RESUMEN

El propósito principal del presente trabajo es determinar la hipótesis afirmativa, que la implementación del plan de mantenimiento predictivo insourcing optimiza los costos de mantenimiento en una compañía Bayóvar 2023, para la realización de este estudio se realizó el análisis de costo en los 24 contratos para el servicio de mantenimiento, los mismos que son aplicados en las áreas de Planta Concentradora y DSP. Este es un estudio no experimental con un nivel explicativo y propositivo con enfoque cuantitativo y de tipo básico. Con finalidad de estimar, describir y evaluar la Implementación del plan de mantenimiento predictivo insourcing. La técnica que se utilizó para la investigación fue el análisis documentario de los reportes de costo en los contratos para servicio de mantenimiento y el reporte de los costos de mantenimiento por tonelada producida. Para el análisis se utilizó la herramienta de Pareto y análisis ABC para identificar los contratos con los costos más relevantes, a su vez utilizamos un análisis cruzado mediante el análisis deductivo; concluyendo que de los 24 contratos analizados 5 representan el 79%, 7 representan el 29% y 12 representan el 6% del costo global para el servicio de mantenimiento. Entre los 5 contratos más relevantes se encuentra el contrato de mantenimiento predictivo. Asimismo, se realizó un análisis de viabilidad para afrontar el servicio de mantenimiento predictivo insourcing, para ello se revisó el contrato de mantenimiento predictivo para determinar las actividades inmersas; posteriormente se analizó la capacidad propia de personal y equipos.; Para finalmente mediante un análisis económico financiero se determine la viabilidad, obtuvimos un flujo de caja económico que generó resultados muy favorables; VAN 786 589.76 TIR 162%, con una relación de costo beneficio de 2.08 y un pay back de 1.1 años. Así mismo el análisis de costo unitario nos indica que se obtendrá una reducción de 0.44 % del presupuesto anual de mantenimiento correspondiente a las áreas de planta concentradora y DSP.

Palabras clave: Optimización de costos, mantenimiento predictivo, insourcing.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to determine the affirmative hypothesis, that the implementation of the insourcing predictive maintenance plan optimizes maintenance costs in a Bayóvar 2023 company. To carry out this study, the cost analysis was carried out on the 24 contracts for the maintenance service, the same ones that are applied in the Concentrator Plant and DSP areas. This is a non-experimental study with an explanatory and propositional level with a quantitative and basic type approach. In order to estimate, describe and evaluate the implementation of the insourcing predictive maintenance plan. The technique used for the investigation was the documentary analysis of the cost reports in the contracts for maintenance service and the report of maintenance costs per ton produced. For the analysis, the Pareto tool and ABC analysis were used to identify the contracts with the most relevant costs, in turn we used a cross analysis using deductive analysis; concluding that of the 24 contracts analyzed, 5 represent 79%, 7 represent 29% and 12 represent 6% of the global cost for the maintenance service. Among the 5 most relevant contracts is the predictive maintenance contract. Likewise, a feasibility analysis was carried out to address the insourcing predictive maintenance service, for this purpose the predictive maintenance contract was reviewed to determine the activities involved; Subsequently, the capacity of personnel and equipment was analyzed. To finally determine the viability through a financial economic analysis, we obtained an economic cash flow that generated very favorable results; NPV 786 589.76 IRR 162%, with a cost-benefit ratio of 2.08 and a payback of 1.1 years. Likewise, the unit cost analysis indicates that a reduction of 0.44% of the annual maintenance budget corresponding to the concentrator plant and DSP areas will be obtained.

Keywords: Cost optimization, predictive maintenance, insourcing.

I. INTRODUCCIÓN

Si vemos dentro de la economía actual del Perú, la minería representa el 11% del PBI de nuestro país. Ahora el objetivo de las empresas es optimizar al máximo sus ventajas. Y una de las principales metas es mejorar la competitividad minera a nivel mundial, Esto debido a la producción de metales como Cobre, Zinc, Plomo, y la extracción de estos minerales se encuentra en aumento a nivel nacional, pese a esto aún existen grandes incertidumbres en los precios de venta y las materias primas presentan un incremento significativo en las exportaciones. Por lo tanto, se viene buscando estrategias nuevas para pueden contener y reducir los costos que involucren la gestión de los activos físicos de mantenimiento (Hermosilla, 2019)

Asimismo, Vasquez (2022) menciona que existen oportunidades para la mejora relacionadas para la función del mantenimiento en los equipos, tales como la optimización de costos, el aseguramiento de la confiabilidad y disponibilidad que soporten los planes de producción, buscar el máximo de vida útil de los activos, optimización del uso del recurso humano en las actividades propias de mantenimiento e inspecciones, etc. Recientemente, el concepto de mantenimiento predictivo (PdM) ha recibido una atención cada vez mayor en las prácticas industriales y la investigación académica. A menudo se usa con datos en tiempo real para monitorear el estado de salud o, en el mejor de los casos, estimar la vida útil restante (RUL) de ciertos componentes (Pérez et al. 2019).

En Colombia la estrategia del mantenimiento preventivo y predictivo tuvo como objetivo que a través del MTBF (tiempos medios entre fallas) y un control metódico se minimice las averías, definiendo con esto las frecuencias adecuadas en cada activo ya sea semanal, mensual, anual, etc. Y el Costo - Eficiencia genera una relación complementaria que nos permite controlar la gestión del mantenimiento. (Maya, 2018).

Por su parte, en Taiwan Yu-Chung et al. (2020) Con respecto a la Industria 4.0, el mantenimiento predictivo juega un papel importante en los sistemas de producción. Una mejor estrategia de mantenimiento predictivo es absolutamente esencial para un proceso de producción eficiente, confiable y seguro. En China Cheng et al.

(2023) enfatiza que el papel del mantenimiento basado en condición para mejorar la gestión del mantenimiento ha sido cada vez más reconocido.

En Polonia Grzegorz & Mariusz (2020) concluyen que Los proyectos de insourcing correctamente ejecutados son una inversión de bajo riesgo con una perspectiva estable de retorno. En la india Mousumi et al. (2019) subraya que, si bien el outsourcing se ha visto como una herramienta estratégica para proporcionar una ventaja competitiva, existen varias deficiencias de la práctica que afectan negativamente a la empresa cliente en términos de aumento de costos, pérdida de competencias básicas, degradación del servicio y riesgo de fuga de capital intelectual.

A nivel nacional Heras (2022) asevera que, para cumplir con las metas de funcionabilidad de los equipos de producción, la acción del mantenimiento se convierte en la estrategia clave para la organización, con esto incrementamos productividad y desarrollamos la cultura de reducir los costos operativos. En Lima Meneses (2023) acentúa que, el tiempo de inproductividad no planificada ocasiona un efecto de bola de nieve que conlleva a una ampliación en los costos inesperados agrupados, como reparaciones (horas extras, piezas de repuesto, etc.), retrasos en los despachos, merma de ingresos o fallas generalizadas en las máquinas. En Arequipa, Flores (2023) enfatiza que el uso compuesto de planes correctivos, preventivos y predictivos o también denominado monitoreo de condición.

En el junio del 2022 la Corte Suprema de Justicia reconoció, que pueden tercerizar las tareas pertenecientes al núcleo del negocio en las empresas del sector minero, atendiendo así a lo dispuesto por la Ley Especial de Minería. La corte también menciona que la sentencia recae en la Casación N° 14995-2019 Lima, confirmo que en un contrato de tercerización tanto la empresa principal demandada como la contratista codemandada tienen como actividad económica principal la explotación de minas (El Peruano, 2023).

El insourcing es la internalización es la práctica de asignar un proyecto específico a un equipo o departamento que ya trabaja allí, en lugar de buscar ayuda de fuentes externas. Utiliza recursos desarrollados que ya están disponibles dentro de la empresa para finalizar tareas y lograr un objetivo determinado. La contratación

interna es una de las tácticas de contratación más exitosas utilizadas por muchas empresas, ya que es ampliamente reconocido que los empleados son los mejores candidatos para los puestos vacantes. Los empleados actuales son los candidatos ideales para los puestos recientemente vacantes, ya que ya conocen la visión y la misión de la empresa y tienen más probabilidades que los externos de comprenderla (Abhishek, 2022).

A nivel local Barbadillo et al. (2023) afirma que la ejecución óptima en la gestión de mantención ya no es una opción, porque en las organizaciones es un área estratégica, con gran potencial de eficiencia en su proceso propiamente como tal, consiguiendo la generación de ahorros significativos y a la vez competitividad determinante en su nicho de mercado.

En base a lo expuesto se plantea como problema ¿De qué manera un plan de Mantenimiento Predictivo Insourcing optimizaría los costos de mantenimiento en una compañía, en la localidad de Bayóvar 2023?

Se justifica este problema dado a todas las organizaciones con ánimo de lucrar buscan incrementar sus beneficios; el mundo actual propone nuevos retos a las organizaciones y ellas responden con nuevas estrategias alineadas a incrementar la rentabilidad del negocio. Los diversos tipos de empresas como las productivas, servicios, comerciales entre otras están inmersas en estos retos para determinar la supervivencia de las organizaciones. según Eagle (2023) para las organizaciones del sector minero es imposible que puedan controlar las diversas vicisitudes de la economía global, estas presentan cambios en las monedas y precios de los comoditys. Sin embargo, las organizaciones pueden desarrollar programas sostenibles en la gestión de costos para así enfocarse en la reducción de los mismos.

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo general proponer un plan de Mantenimiento Predictivo Insourcing para optimizar los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023, en consecuencia, los problemas específicos detallan: definir el alcance del plan de mantenimiento predictivo insourcing en la compañía; determinar el grado de viabilidad para afrontar el mantenimiento

predictivo insourcing en la compañía, y determinar la reducción del costo unitario mediante la aplicación del plan de mantenimiento predictivo insourcing.

Asimismo, la hipótesis afirmaba que la implementación del Plan de Mantenimiento Predictivo Insourcing optimizará los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional Maya (2018); en su investigación desarrollada: Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Concluyó que, un sistema adecuado a la organización puede generar un importante ahorro e incrementar la rentabilidad. En su estudio establece dos mitologías, el TPM y el RCM que a la vez se complementaron para mantener los activos en condiciones ideales de funcionalidad. Usando herramientas como ajuste, limpieza y lubricación (TPM); las herramientas del mantenimiento predictivo o MBC complementan con la identificación de fallas potenciales en desarrollo que finalmente sumado a un sistema de manejo de información permite la toma de decisiones con un mayor grado de efectividad.

En EEUU tenemos que Damanpour et al. (2019); concluye que, desde las perspectivas de la TCE (Transaction Cost Economics) y el PCT (Public Choice Theory), la principal fuerza impulsora de la subcontratación ha sido la eficiencia, especialmente en las organizaciones gubernamentales que se consideran burocráticas e ineficientes. Entre las variables independientes, las organizaciones tuvieron en promedio un índice de participación del 25%, lo que indica que involucraron aproximadamente una cuarta parte de los actores internos y externos en el proceso. En comparación con la participación, el despliegue gradual fue menor (15%) y el seguimiento regular fue mayor (41%). Como se esperaba, las correlaciones entre estas tres variables del proceso fueron significativas ($r = 0,30$, $0,36$ y $0,31$), lo que refleja la naturaleza relacionada de los subprocessos del proceso de subcontratación.

En EEUU; de la misma manera Grzegorz & Mariusz (2020); concluyen que, las investigaciones realizadas arrojan nueva luz sobre la definición de internalización y contribuyen al creciente número de estudios sobre internalización al llamar la atención sobre los resultados financieros de la internalización a largo plazo. Un aspecto único de la investigación realizada sobre los efectos financieros es la aplicación de un modelo multipunto al evaluar los efectos financieros. Los cálculos realizados junto con la verificación de pruebas estadísticas nos permitieron concluir que el análisis de los valores de ratios en 4 momentos (1 año antes de la

internalización, año de introducción de la internalización, 1 año después de la internalización, año de los últimos datos disponibles) estaba justificado. El análisis multipunto en el tiempo de los indicadores financieros nos permitió identificar una dependencia no lineal entre los resultados financieros logrados por las empresas que implementaron internalización en comparación con el grupo de referencia. La forma de U se puede observar como una curva de resultados financieros en una época de empresas que implementaron internalización y la forma de U inversa para empresas del grupo de referencia que no tenían internalización.

Los autores consideran que esta forma de dependencia confirma los efectos financieros pospuestos de la internalización. El año anterior al insourcing, las empresas encuestadas del grupo que lo implementaron se caracterizaban por una mejor situación financiera, por lo que podían permitirse invertir en insourcing. Estas inversiones, al comprometer recursos financieros a corto plazo, contribuyeron al debilitamiento de la situación financiera, pero a largo plazo demostraron tener un mejor impacto en las finanzas de las empresas. Los proyectos de internalización ejecutados correctamente son una inversión de bajo riesgo con una perspectiva estable de retorno.

Por ello se debe de tener en cuenta las consecuencias financieras de los procesos de internalización en relación con todas las actividades realizadas por los empleados de la empresa, reveladas en forma de datos financieros para todo el año y para toda la organización, se hacen visibles en los ratios financieros. Sin embargo, las diferencias observadas tanto en los valores promedio como en la mediana nos permiten suponer que la internalización no hubo ni un solo proyecto para mejorar la eficacia de las empresas encuestadas.

A nivel nacional Heras (2022); considera que si existe una relación importante entre la reducción de costos operativos y la gestión de mantención y está adquiriendo mayor relevancia en el sector minero. También se afirma que desarrollar un programa de requisición de equipos mejora la eficiencia operativa en las organizaciones mineras, generando así impactos positivos en los costos operativos mediante la disminución de paradas de equipos no programadas.

En Arequipa, Vásquez (2022); obtuvo como resultado que, bajo la orientación de la gestión de activos se pudo implementar un modelo para la Gestión del mantenimiento adecuado al contexto y con requerimientos que la organización establece como pautas para una gestión de activos físicos eficiente y eficaz. Plantea, define y sustenta la aplicación de herramientas y metodologías de ingeniería de confiabilidad y mejora continua buscando un balance de costo, riesgo y desempeño. Se identificó el impacto en la seguridad, medio ambiente, costos y pérdida de producción mediante un análisis de criticidad de equipos ante la ocurrencia de fallas que permitirá enfocar los esfuerzos de mantenimiento en los equipos que pueden generar mayor impacto negativo a los objetivos de la organización. Las metodologías del análisis de criticidad y los análisis de los modos y efectos de falla permite definir la estrategia de Mantenimiento que se debe aplicar a cada equipo sustentando debidamente por qué hacer cada actividad, cuando hacerla y quien debe hacerla.

En Lima, Molina (2022); en su tesis: “Optimización de la Gestión de Activos Móviles mediante Metodologías Predictivas y Planeamiento Estratégico”, concluyó que, los costos de producción en los yacimientos mineros son un efecto de las decisiones y estrategias tomadas por los gestores, considerando que estas podrían optimizar o empeorar los reportes históricos de costos. Es muy importante resaltar que los costos de los activos móviles representan aproximadamente el 8% del costo global operativo. También determinó que una buena gestión de datos e información ayuda a buscar y plantear mejoras. Los históricos deben contar con confiabilidad adecuados para minimizar falencias en el tratamiento de estos, considerando que las estrategias de mediano y largo plazo son en base a los indicadores.

A nivel local tenemos a Vásquez (2022), quien en su tesis titulada: “Mejora de la gestión de mantenimiento soportada mediante la metodología RCM con herramientas de calidad en una empresa siderúrgica”; concluyó que tomando como referencia la Norma ISO 14224 se puede desarrollar la taxonomía en la planta específicamente del área de laminación obteniendo así una base de datos confiable. Por otra parte, la aplicación de herramientas de calidad como el Análisis de Modos y Efectos de Falla y el Diagrama de Pareto se pudo tratar los datos históricos recopilados, estableciendo así un árbol de jerarquización de los activos

en el área de laminación, ya con ese resultado se pudo priorizar el análisis de los activos críticos. Estas mejoras minimizan las paradas no programadas incrementando las horas de producción, optimizan las horas de labor y maximizan la generación de valor.

Asimismo, se consideró como modelo teórico el aporte de Heras (2022), que considera las variables, la gestión de mantenimiento y la reducción de costos operativos. También se utilizó el aporte Oncebay (2021) quien propuso la variable optimización de costos. Estos modelos teóricos son los que más se ajustaron para el desarrollo del estudio.

Con referente a la variable: mantenimiento predictivo insourcing. El mantenimiento predictivo es crucial para los sistemas de producción, ya que ayuda a mantener la confiabilidad y disponibilidad de los componentes/equipos, así como a prevenir paradas inesperadas durante la producción (Lv et al. 2023)

Para determinar el impacto de la variable mantenimiento predictivo insourcing, se deberá aplicar las tres dimensiones, como el alcance del plan de mantenimiento predictivo, viabilidad económica y viabilidad técnica.

La dimensión alcance del plan mantenimiento predictivo. La criticidad de los equipos en un sistema productivo es sumamente importante, y se deberá asignar un grado de importancia para cada uno de ellos. Además, en el caso de situaciones de múltiples fallas de equipos, esta nos ayuda a direccionar los recursos a los equipos críticos. También define acciones y tareas direccionadas a maximizar la funcionabilidad de los equipos. (Moraes, 2021).

La criticidad del equipo es una clasificación utilizada para determinar cómo a menudo se debe inspeccionar o mantener el equipo o qué equipo debe considerarse urgente, si ocurre una falla. Cualquier equipo que podría detenerse resultar en un aumento de los costos de producción. La evaluación es puntual y numérica, está permite asignar una calificación de riesgo bajo, medio o alto. (Prometheus group, 2022)

La dimensión viabilidad económica. Para determinar el potencial de un proyecto de negocio o mejora se debe considera ciertos indicadores financieros como el tiempo

de retorno de inversión, el TIR y el valor actual net. Estos son representan la base para la viabilidad económica (Oviedo, 2020). Para determinar la rentabilidad financiera de un proyecto se examinar todos los factores económicos (Infinitia, 2021). La viabilidad económica nos muestra los beneficios potenciales de un proyecto en términos financieros y económicos (ESAN, 2020).

La dimensión viabilidad técnica. Radica en establecer si la organización o manufactura tiene la experiencia necesaria y los aspectos técnicos requeridos por el proyecto (Infinitia, 2021). Esta herramienta ayuda verificar que la organización cuente con todos los medios técnicos para poder asumir la actividad de manera eficiente (ESAN, 2020). También ayuda a mapear dificultades y establecer la viabilidad del proyecto (Nopal, 2023)

Por último, la variable optimización de los costos de mantenimiento. La conceptualización de la optimización del mantenimiento es el empleo de muchas metodologías y tecnologías para mejorar el desempeño y el valor de sus actividades de mantenimiento. El mantenimiento es parte del costo operativo de la planta, el objetivo de la planta es la rentabilidad (Mohamed, 2022).

La dimensión costo unitario de mantenimiento. Esta define la importancia de mapear los costos unitarios de mantenimiento por su impacto que presenta en el costo de operación (Balbontin et al. 2023). El concepto "Costeo" como parte un sistema se refiere a un proceso que ocurre en un sistema de datos, ellos nos muestran el desempeño en un espacio de tiempo y a su vez muestra una tendencia en el empleo de recursos y la administración de los costos (Perez, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

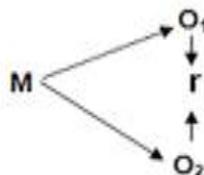
Este estudio adoptó un tipo de investigación básica, determinada por la producción de conocimientos y teorías (Hernández y Mendoza, 2018). Así también podemos decir que se realizará un estudio prospectivo, éste estudio es aquel que sigue una línea presente – futuro es decir la dirección que sigue el investigador manipula una variable independiente y se miden los cambios en una variable dependiente. Del mismo modo aplicaremos un estudio longitudinal, ya que las observaciones de las mismas variables se harán en tiempos diferentes, realizando comparaciones antes – después.

Por último, podemos afirmar que también es un estudio explicativo y propositivo ya que tiene por finalidad estimar, describir y evaluar la Implementación del plan de mantenimiento predictivo insourcing para optimizar los costos de mantenimiento en una compañía - Bayóvar 2023.

3.1.2. Diseño de la investigación.

El diseño de esta investigación es no experimental y transversal. Los diseños no experimentales según Hernández y Mendoza (2018) indican que no se alteran las variables solo será aplicados los instrumentos para su análisis de datos; descriptivo; identificándose las características de las variables y sus dimensiones. La categoría de transversal en base al autor Hernández y Mendoza (2018) manifiestan que la aplicación de los instrumentos se dio en un solo momento.

El diseño se representa de la manera siguiente:



Donde tenemos que:

M: 24 contratos de servicios para el mantenimiento.

O1: Variable 1: Mantenimiento predictivo insourcing.

O2: Variable 2: Optimización de los costos de mantenimiento.

r: relación de las variables entorno al insourcing y costos.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable: Mantenimiento predictivo insourcing.

Definición conceptual. El insourcing es el proceso de reincorporar una función o proceso a la empresa que anteriormente se subcontrató a otra empresa. Suele ocurrir cuando el acuerdo de subcontratación no funciona según lo planeado o cuando resulta más rentable volver a realizar la función internamente (Höller et al. 2022). El mantenimiento predictivo, igualmente conocido como mantenimiento basado en la condición, implica el monitoreo de la funcionabilidad y del estado del equipo durante las operaciones con el objetivo de reducir las posibilidades fallas funcionales (Uhlmann et al. 2021).

Definición operacional. La viabilidad económica, la viabilidad técnica y el alcance del mantenimiento predictivo insourcing son las que se emplearon para la operacionalización. Para ello se realizó una revisión de las capacidades técnicas, dimensionamiento del alcance y la evaluación económica.

Dimensiones: indicadores:

Alcance del mantenimiento predictivo insourcing: criticidad de equipos.

Viabilidad económica: Indicadores financieros.

Viabilidad técnica: Evaluación de recursos.

Escala de medición: Ordinal y numérico.

Variable: Optimización de los costos de mantenimiento.

Definición conceptual. El costo de mantenimiento es un subconjunto del costo total de producción. Por lo tanto, la porción que se define como “costo de mantenimiento” esta se puede describirse con bastante libertad como quiera que una empresa lo describa, siempre y cuando cumpla con las normas y regulaciones fiscales locales (Yue et al. 2022). La optimización de costos es una disciplina continua y centrada

en el negocio para impulsar el gasto y la reducción de costos, mientras se maximiza el valor del negocio (Azim Eirgash et al. 2023).

Definición operacional. Esta variable es operacionalizada con la dimensión costo unitario de mantenimiento y radica en reducir el costo de mantenimiento por tonelada producida. Para ello se realizó una evaluación de reducción de costo por tonelada producida considerando el insourcing del mantenimiento predictivo.

Dimensiones: indicadores:

Costo unitario de mantenimiento: costo de mantenimiento por tonelada producida.

Escala de medición: Numérico.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población.

Para Sampieri y Mendoza (2018) delimitaron a la población como el universo de todos los casos que coinciden con una explícita sucesión de especificaciones. La población considerada en la investigación está conformada por tres áreas operativas como son: Mina, planta concentradora y DSP (descarga, secado y puerto).

Los criterios de inclusión; que se han considerado en el estudio corresponde a que la información fue proporcionada de manera directa por las áreas de planta concentradora y DSP (descarga, secado y puerto); considerando datos actualizados. Así mismo los criterios de exclusión; que se tiene en cuenta es que no se ha considerado los reportes de los estudios que corresponden al área de la mina.

3.3.2. Muestra.

La muestra es conceptualizada según Arispe et al. (2022) como un subconjunto de casos de un universo poblacional donde se recopila la información. Esta se encuentra conformada por las áreas de planta concentradora y DSP (descarga, secado y puerto); así mismo de manera específica los reportes de los costos de

mantenimiento, los mismos que corresponden a 24 contratos de servicios para el mantenimiento que viene desarrollando la empresa.

3.3.3. Muestreo.

El muestreo que se aplicó es el no probabilístico; ya que depende del criterio del investigador. De acuerdo con Gómez y Gómez, (2019); las muestras no probabilísticas son criterio del investigador; seleccionando para tal efecto; la que considere ser más representativa o cumpla con los criterios establecidos.

3.3.4. Unidad de análisis:

Los contratos de los servicios están aplicados al área de mantenimiento dentro de la empresa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tal como afirma Machuca (2022) entre las diferentes técnicas de recolección de datos que existen, la más importante es la revisión documental, que se encuentra dentro del grupo de los métodos cualitativos, con mayor incidencia. Lo cual consiste en realizar una investigación y recopilación de información a través de la revisión de diferentes fuentes documentales. Para el presente estudio se aplicó la técnica del análisis documentario lo cual se visualiza en reportes de costos, informes de condición de equipos y matriz de criticidad.

Así mismo se ha hecho uso de la internet y la consulta a los repositorios alojados en la base de datos que no han permitido trabajar con la información requerida; para tal efecto; el análisis a implicado la consulta de tesis y artículos de investigación; alojados en las diferentes direcciones electrónicas que se muestran en el apartado de la bibliografía.

3.5. Procedimientos.

En esta fase del estudio el investigador ha recolectado información de los 24 contratos de servicios de mantenimiento, para luego poder identificar mediante un análisis ABC y Pareto cruzado que contratos son los representan el 80% del total de los costos. Posteriormente se segrega por tipo de contrato (continuo, paraguas

y spot). También se revisa la vigencia y situación de los contratos tipo continuo, con esto inicia el desarrollo del estudio. Posteriormente pasamos a definir el alcance mediante la matriz de criticidad de equipos la misma que sirve para delimitar a los equipos de criticidad A y B como los que serán considerados en el mantenimiento predictivo insourcing, también se realizó la evaluación técnica y económica con el objetivo de determinar la viabilidad del insourcing.

Del mismo modo se ha determinado la relación de las variables mediante el costo unitario de mantenimiento por tonelada producida. Los datos cuantitativos serán procesados y analizados por medio de herramientas informáticas como Microsoft Excel y Power Point, para ser sintetizados y alineados a los análisis de las variables. Se generarán tablas y gráficos estadísticos para el análisis del objeto de estudio.

3.6. Método de análisis de datos.

El método de análisis aplicado en el presente trabajo se basa en el llamado análisis bivariado; el mismo que genera tablas con información cruzada, es decir, las categorías de una variable se cruzan con las categorías de una segunda variable. Dicha condición también recibe el nombre de tablas de contingencia; presentando además los gráficos para una mejor comprensión de los resultados.

3.7. Aspectos éticos.

Los principios éticos que rigen esta investigación son: el principio de beneficencia, por su nivel y validez científica, por la importancia del estudio realizado y por lo cual, los resultados son eficaces y confiables generando un valor científico y social que genera conocimiento y soluciones a la problemática semejantes que viven las empresas del sector minero.

Asimismo, el principio de no maleficencia, se alinea a las políticas de seguridad y confidencialidad de la Compañía Minera - Bayóvar, en este estudio de caso, no será posible entregar valores reales asociados a la operación y mantenimiento de planta, sin embargo, se entregaron comparaciones en términos porcentuales y valores referenciales.

El principio de autonomía de la presente investigación está hecho bajo los principios básico de la ética y la moral por lo tanto cabe resaltar que la información utilizada de la organización no será utilizada para temas de lucro o actividades ilícitas.

Para finalizar, se aplicó el principio de justicia; ya que todos los datos recolectados son anónimos y no tienen ninguna forma de identificar al participante. Garantizando que la información brindada es totalmente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación.

IV. RESULTADOS

Objetivo específico 1

Establecer la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión alcance del mantenimiento predictivo insourcing y la optimización los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023.

Tabla 1.

Alcance del mantenimiento predictivo insourcing.

Nivel de criticidad	Planta concentradora	%	Descarga, secado y puerto (DSP)	%
1	19	18%	13	22%
2	86	82%	47	78%
3	0	0%	0	0%
Total	105	64%	60	36%

Nota: Elaborado por: Julio, Quispe Arias.

En la tabla 3 se observa que 165 equipos representan el alcance del mantenimiento predictivo insourcing y que a su vez se consideró únicamente los de criticidad 1 y 2. Es necesario aclarar que la compañía, Bayóvar 2023, ya contaba con su matriz de criticidad global de equipos e instalaciones. Asimismo, para tener una visión referente a los niveles de criticidad se presentó la siguiente información complementaria.

Figura 1.

Matriz de riesgo

MATRIZ DE RIESGOS							
Fatores de Riesgo	Frecuencia / Probabilidad	2 - Remota	3 - Poco Probable	5 - Ocasional	8 - Probable	13 - Frecuente	
Severidad	Niveles de Frec. / Probab.	1	2	3	4	5	
32 - Catastrófica	Niveles de Severidad	G	64	96	160	256	416
16 - Crítica		F	32	48	80	128	208
8 - Grave		E	16	24	40	64	104
4 - Moderada		D	8	12	20	32	52
2 - Leve		C	4	6	10	16	26

Nota. Compañía, Bayóvar.

En la figura 1 se observa la matriz de riesgo, la misma que es complementada con las tablas de severidad y frecuencia; cuyos resultados nos muestran la actual tendencia.

Figura 2.

Nivel de riesgo

Niveles de Riesgo			Riesgo Crítico Alto
1	>= 100		
2	25 - 99		Riesgo Crítico Médio
3	< 25		Riesgo Crítico Bajo

Nota. Compañía, Bayóvar

En la figura 2 se observa los niveles de riesgo relacionados a la matriz de riesgo, estableciendo los parámetros e intervalos que se deben de tener en cuenta para poder aplicar la calificación pertinente; en atención de la información con la que se cuenta actualmente.

Tabla 2.*Factores - matriz de criticidad en equipos e instalaciones.*

FACTOR DE EVALUACIÓN	NIVELES		
	UNO – 1	DOS – 2	TRES – 3
Seguridad. Riesgos potenciales para las personas	Valoración de la matriz de riesgo ≥ 100 puntos	Valoración de la matriz de riesgo entre 25 y 99 puntos	Valoración de la matriz de riesgo < 25 puntos
Medio Ambiente. Riesgos potenciales para el medio ambiente	Valoración de la matriz de riesgo ≥ 100 puntos	Valoración de la matriz de riesgo entre 25 y 99 puntos	Valoración de la matriz de riesgo < 25 puntos
Calidad. Efectos de falla en equipos en calidad del producto que se genera o procesa.	La falla del equipo afecta la calidad generando productos fuera del rango permitido; afectando la facturación con respecto a la calidad	La falla de los equipos genera variación en el producto afectando la facturación en función de la calidad que se espera obtener.	No presenta efectos sobre la calidad del producto y por ende no afecta la facturación.
Régimen de trabajo. Régimen de trabajo de los equipos	El equipo realiza sus actividades durante 24 horas por día.	El equipo es utilizado durante más de la mitad del día	Se hace uso ocasional de los equipos.
Producción. Falta de equipamiento en el proceso productivo	La falta de equipos genera interferencia en el proceso de producción	La falta de equipo genera interferencia en el sistema productivo o reduce la producción	Respaldo con equipo de reserva para respaldar el desarrollo del proceso productivo.
Frecuencia. Cantidad de fallas por periodo de uso. (tasa de fallas).	Alta frecuencia de fallas en los equipos (más de una cada seis meses)	Paradas ocasionales generadas por fallas. (una cada 6 a 12 meses)	Paradas poco ocasionales (menos de una al año)
Costo. Recursos destinados a la corrección de fallas	Costos elevados de reparación mayor a 25000 dólares.	Tiempo de reparación y costo elevado entre 5000 y 25000 dólares.	Tiempo de reparación y costo no significativo menor a 5000 dólares.
Disponibilidad. Tiempo de deterioro del equipamiento frente a fallas	El tiempo de parada del equipamiento es mayor a 5 horas.	El tiempo de parada del equipamiento es de 2 a 5 horas.	El tiempo de parada del equipamiento es menor a 2 horas.

Nota. Fuente: compañía, Bayóvar.

En la tabla 2 se observa los diferentes factores de evaluación para establecer el nivel de criticidad.

Tabla 3.

Resultado - matriz de criticidad en equipos e instalaciones.

Nivel 1	Nivel 5	EQUIPAMIENTO			Seguridad	Medio ambiente	Calidad	Registro de trabajo	Producción	Frecuencia	Costo	Tiempo
UNIDAD	EQUIPO SAP	TAG	DESCRIPCIÓN	CRITICIDAD	1 Alto	1 Alto	1 Alto	1 Alto	1 Alto	1 Alto	1 Alto	1 Alto
BAY	10042732	Br-1090-02	FEEDER BREAKER BR-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10042764	Br-1090-03	FEEDER BREAKER BR-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10042727	TR-1090-04	FAJA DE ALIMENTACIÓN TR-1090-04	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10009117	TR-1090-05	FAJA DE ALIMENTACIÓN TR-1090-05	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10008876	AL-1090-01	FAJA DE ALIMENTACIÓN AL-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10008877	AL-1090-02	FAJA DE ALIMENTACIÓN AL-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10008878	AL-1090-03	FAJA DE ALIMENTACIÓN AL-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	1
BAY	10039576	CH-1090-01	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10039579	CH-1090-02	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10039582	CH-1090-03	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10009324	DM-1090-01	DETECTOR DE METALES DM-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10009327	DM-1090-02	DETECTOR DE METALES DM-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10009330	DM-1090-03	DETECTOR DE METALES DM-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10040651	EE-1090-01	UNIDAD HIDRAULICA EE-1090-01	2	3	3	3	1	2	3	2	2
BAY	10040652	EE-1090-02	UNIDAD HIDRAULICA EE-1090-02	2	3	3	3	1	2	3	2	2
BAY	10040645	GR-1090-01	PARRILLA GR-1090-01	2	2	3	3	1	3	1	2	1
BAY	10040641	SI-1090-01	SILO SI-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10040642	SI-1090-02	SILO SI-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10040643	SI-1090-03	SILO SI-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	2
BAY	10008879	TR-1090-01	FAJA TR-1090-01	1	3	3	3	1	1	2	1	
BAY	10008880	TR-1090-02	FAJA TR-1090-02	1	3	3	3	1	1	2	1	

Nota. Fuente: compañía, Bayóvar

En la tabla 3 se observa un ejemplo de los resultados del desarrollo de la matriz de criticidad; la cual se encuentra aplicada a cada factor que se tiene en cuenta para el respectivo análisis desarrollado sobre el equipamiento considerado dentro de la estructura de funcionamiento de la empresa.

Figura 3.

Distribución de áreas operativas



Nota. Fuente: compañía, Bayóvar

En la figura 3 se muestra en detalle un croquis sobre el funcionamiento y distribución de las áreas operativas dentro de la estructura de la empresa; considerando el cumplimiento de cada punto que se debe de atender de forma sistemática.

Objetivo específico 2.

Determinar la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión viabilidad económica y la optimización los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023.

Tabla 4.

Análisis de viabilidad económica – Cash Flow

TEA	12%					
Flujos	AÑO 0	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03	AÑO 04	AÑO 05
Flujos de la propuesta	-\$100,000	\$325,554	\$434,073	\$434,073	\$434,073	\$434,073
Costo de Inversión		-\$100,000				
Capacitaciones y certificaciones		-\$8,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000	-\$1,000
Calibración y Reparación de Equipos		-\$5,000	-\$2,000	-\$2,000	-\$2,000	-\$2,000
Costo de Análisis de Aceite		-\$15,000	-\$15,000	-\$15,000	-\$15,000	-\$15,000
Personal		-\$116,000	-\$116,000	-\$116,000	-\$116,000	-\$116,000
Flujo neto	-\$100,000	\$81,554	\$300,073	\$300,073	\$300,073	\$300,073
	VNA	\$786,589.76		VNA INCOME		\$1,467,844.06
	TIR	162%		VNA COSTS		\$607,142.86
	B/C	2.08		VNA COSTS + CAPITAL		\$707,142.86
	PAY BACK	1.1				

Nota. Fuente: compañía, Bayóvar

En la tabla4 se presentó el análisis de viabilidad económica con indicadores muy favorables y entre ellos se destacó la relación costo beneficio de 2.08 y un tiempo de retorno de inversión de 1,1 años. Cabe señalar que en el análisis se consideró solo para el primer año un flujo del 75%, debido a que se consideró un periodo de 3 meses para el inicio del mantenimiento predictivo insourcing en paralelo con el servicio tercerizado.

Para detallar el análisis de la propuesta mantenimiento predictivo insourcing, se presentó la siguiente información complementaria.

Tabla 5.*Implementación y adquisiciones*

Item	Implementación y adquisición	Costo
1	Compra de software @ptitude	\$ 10,000
2	Compra de destock y laptop	\$ 5,000
3	Compra de interfase para analizador de vibraciones	\$ 500
4	Implementación de biblioteca	\$ 1,000
5	Cursos y certificaciones	\$ 5,000
6	Compra de cámara termográfica	\$ 45,000
7	Comprar 02 equipos de alineamiento láser	\$ 32,000
8	Compra de partículas magnéticas	\$ 1,500
	Total	\$ 100,000.0

Nota. Fuente: compañía, Bayóvar

En la tabla 5 se observa la lista detallada de las inversiones requeridas para la implementación del insourcing.

Tabla 6.

Reporte de 24 contratos para servicios de mantenimiento

CONTROL DE CONTRATOS PARA SERVICIOS DE MANTENIMIENTO - PC - DSP

ITEM	MOSAIC SAP	PROVEEDOR	OBJETO	TIPO DE CONTRATO	GERENCIA AREA	ÁREA	ESPECIALIDAD	SALDO ANTERIOR	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	MONEDA	VALOR DEL CONTRATO	VALOR EJECUTADO	SALDO DE VALOR	SALDO DE VALOR (%)	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	SALDO DE PLAZO (MESES)	VIGENCIA (MESES)
01	4600006009	SGS DEL PERU S.A.C.	CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS, OPERADORES Y RIGGERS	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico	\$ 25,856				\$ 1,340			\$ 9,083				\$ 4,995		USD	\$ 93,939.39	\$ 41,274.83	\$ 52,664.56	56%	29/02/2016	26/08/2019	7.9	42.5
02	4600006040	CONFIPETROL ANDINA S.A.	SERV CAMBIO Y REPARACION DE REFRACTARIOS	Paraguas	Mantenimiento	DSP	Mecánico	\$ 92,975	\$ 18,889			\$ 44,941			\$ 10,683				\$ 20,053		USD	\$ 274,254.32	\$ 187,540.06	\$ 86,714.26	32%	14/10/2016	13/10/2019	9.5	36.5
03	4600006207	METROLOGIA & CALIDAD PER	CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS DE MANIOBRA PARA MANTENIMIENTO DEL SIST. ELÉCTRICO	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Eléctrico / Instrumentación	\$ 1,925						\$ 1,350					\$ 590		USD	\$ 6,330.00	\$ 3,865.00	\$ 2,465.00	39%	21/10/2016	20/10/2019	9.8	36.5
04	4600006214	ASESORÍA Y DISEÑO ELECTROMECÁNICO DEL NORTE - ADEN	ALQUILER DE GRUPOS ELECTROGENOS	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Eléctrico / Instrumentación	\$ 91,344	\$ 19,260	\$ 15,565	\$ 3,356	\$ 5,876	\$ 14,156	\$ 8,856	\$ 4,491	\$ 6,596	\$ 2,212	\$ 15,187	\$ 14,666	\$ 15,908	USD	\$ 459,222.00	\$ 217,472.88	\$ 241,749.12	53%	1/03/2017	28/02/2020	14.1	36.5
05	4600006220	ACTIVIDADES ELECTROMECANICAS INDUSTRIALES	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Eléctrico / Instrumentación	\$ 42,195	\$ 15,304	\$ 5,890	\$ 16,352	\$ 1,485	\$ 21,931	\$ 3,002	\$ 19,323	\$ 10,517	\$ 14,770	\$ 8,211	\$ 22,364	\$ 17,665	USD	\$ 452,557.43	\$ 199,007.43	\$ 253,550.00	56%	15/06/2017	14/06/2020	17.7	36.5
06	4600006223	TECNOMINA SAC	MANTENIMIENTO DE FAJAS Y POLINES	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico	\$ 574,718	\$ 73,371	\$ 59,515	\$ 59,790	\$ 62,825	\$ 88,219	\$ 81,428	\$ 60,591	\$ 108,571	\$ 80,766	\$ 121,251	\$ 84,885	\$ 63,730	USD	\$ 2,383,683.25	\$ 1,519,660.13	\$ 864,023.12	36%	16/09/2017	15/09/2020	20.8	36.5
07	4600006228	ATLAS COPCO PERU SAC	SERVICIO DE OVERHAUL DE 2 COMPRESORAS GA110+ Y ALQUILER DE 1 COMPRESORA DE REEMPLAZO DURANTE EL	Spot	Mantenimiento	DSP	Mecánico				\$ 40,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 18,000						USD	\$ 100,886.94	\$ 88,000.00	\$ 12,886.94	13%	4/09/2017	14/02/2019	1.5	17.6
08	4600006232	SEW EURODRIVE DEL PERU SAC	MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE REDUCTORES, MOTOREDUCTORES Y EXCITERS	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico					\$ 43,894			\$ 32,781			\$ 137,636			USD	\$ 573,680.45	\$ 214,310.41	\$ 359,370.04	63%	21/03/2018	19/03/2021	27.0	36.5
09	4600006101	FABRICACIÓN MANTENIMIENTO DESARROLLO MINERIA SOCIEDAD	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y COMPONENTES EN PARADAS DE PLANTA PARA COMPAÑÍA MINERA MISKI	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico					\$ 96,912	\$ 146,720	\$ 47,793	\$ 65,128	\$ 60,471	\$ 204,502	\$ 209,829	\$ 116,395	\$ 114,104	USD	\$ 2,565,843.24	\$ 1,061,853.43	\$ 1,503,989.81	59%	16/03/2018	14/03/2021	26.8	36.5
10	4600006103	MG TRADING SAC	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMA RADIAL VHF DE MISKI MAYO	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Comunicaciones						\$ 8,480			\$ 7,040					USD	\$ 45,825.88	\$ 15,520.00	\$ 30,305.88	66%	16/04/2018	15/04/2021	27.9	36.5
11	4600006270	MARCO PERUANA S A	SERVICIO DE FABRICACION MANGUERAS HIDRÁULICAS Y NEUMÁTICAS DE LOS EQUIPOS DE COMPAÑÍA MINERA MISKI	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico						\$ 302	\$ 20,545	\$ 2,487	\$ 3,210	\$ 4,102	\$ 5,901	\$ 3,104		USD	\$ 144,000.00	\$ 39,651.25	\$ 104,348.75	72%	7/05/2018	7/06/2021	29.6	37.6
12	4600006233	SGS DEL PERU S.A.C.	ANÁLISIS DE ACEITE DIELECTRICO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE PC Y DSP	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Eléctrico / Instrumentación					\$ 4,024						\$ 1,659			USD	\$ 18,065.00	\$ 5,683.00	\$ 12,382.00	69%	23/04/2018	22/04/2021	28.1	36.5
13	4600006458	MARCO PERUANA S A	SERVICIO DE ANÁLISIS DE ACEITE EN LABORATORIO DE LA CONTRATISTA PARA COMPAÑÍA MINERA MISKI MAYO	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico					\$ 832	\$ 1,455	\$ 321	\$ 794	\$ 1,210	\$ 510	\$ 1,399	\$ 1,644	\$ 378	USD	\$ 28,765.80	\$ 8,542.80	\$ 20,223.00	70%	23/04/2018	7/05/2020	16.4	24.8
15	4600020683	SKF DEL PERU S A	MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE EQUIPOS DE CMM	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánica / Eléctrico	\$ 42,304	\$ 40,045	\$ 42,570	\$ 41,230	\$ 43,945	\$ 42,402	\$ 42,438	\$ 42,475	\$ 42,511	\$ 42,548	\$ 42,584	\$ 42,621		USD	\$ 1,302,221.64	\$ 507,673.40	\$ 794,548.24	61%	20/12/2017	30/11/2020	23.3	35.9
16	4600006349	TRANSPORTES ACOINSA SAC	SERVICIO DE IZAJE, MANIPULACIÓN DE ELEVADORES Y TRANSPORTE DE CARGAS	Continuo	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico							\$ 1,784,490	\$ 91,198	\$ 92,502	\$ 90,923	\$ 93,976	\$ 91,888	\$ 93,331	USD	\$ 3,378,660.00	\$ 2,338,307.08	\$ 1,040,352.92	31%	28/05/2018	9/09/2019	8.4	15.6
17	4600006452	INDUSTRIAL FACTORY SA (INFASA)	SERVICIO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y COMPONENTES EN TALLER DE CONTRATISTA PARA LA COMPAÑÍA MINERA MISKI	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico								\$ 6,165	\$ 102,228	\$ 56,905	\$ 1,050	\$ 13,850		USD	\$ 235,415.00	\$ 180,198.00	\$ 55,217.00	23%	4/07/2018	4/07/2020	18.4	24.4
18	4600006453	GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO SAC (GIDEMA)	SERVICIO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y COMPONENTES EN TALLER DE CONTRATISTA PARA LA COMPAÑÍA MINERA MISKI	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico								\$ 7,212	\$ 43,798	\$ 13,329	\$ 38,990	\$ 4,033		USD	\$ 156,646.56	\$ 107,361.19	\$ 49,285.37	31%	4/07/2018	4/07/2020	18.4	24.4
19	4600006454	INVERSIONES Y REPRESENTACIONES NORMETAL FFM S.A.C	SERVICIO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y COMPONENTES EN TALLER DE CONTRATISTA PARA LA COMPAÑÍA MINERA MISKI	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Mecánico								\$ 80,445	\$ 21,900	\$ 13,050	\$ 145,210	\$ 3,590		USD	\$ 313,400.00	\$ 264,194.80	\$ 49,205.20	16%	4/07/2018	4/07/2020	18.4	24.4
20	4600006457	ACTIVIDADES ELECTROMECANICAS INDUSTRIALES	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA HASTA 1.5 MVA PARA COMPAÑÍA MINERA MISKI	Paraguas	Mantenimiento	PC / DSP	Eléctrico / Instrumentación							\$ 34,935		\$ 8,830		\$ 34,180			USD	\$ 138,725.00	\$ 77,945.00	\$ 60,780.00	44%	17/05/2018	16/05/2021	28.9	36.5
21	4600006649	PROTAB SAC	SERVICIO DE MIGRACIÓN DEL SISTEMA RADIAL VHF DE ANALOGICO A DIGITAL EN COMPAÑÍA MINERA MISKI MAYO	Spot	Mantenimiento	PC / DSP	Comunicaciones										\$ 28,378		\$ 10,678		USD	\$ 44,999.63	\$ 39,055.75	\$ 5,943.88	13%	6/09/2018	31/05/2019	5.0	8.9
22	4600006764	INVERSIONES Y REPRESENTACIONES NORMETAL FFM S.A.C	SERVICIO DE REBOBINADO DE FRENO MAGNÉTICO LADO MOTRIZ DE LA BANDA TUBULAR CT-01	Spot	Mantenimiento	DSP	Eléctrico / Instrumentación											\$ 1,530	\$ 788		USD	\$ 10,060.61	\$ 2,318.18	\$ 7,742.42	77%	22/10/2018	22/10/2019	9.8	12.2
23	4600006911	MAESTRANZA DIESEL SAC	SERVICIO REPARACION BOMBAS DE VACIO	Paraguas	Mantenimiento	PC	Mecánico												\$ 45,600		USD	\$ 176,839.29	\$ 45,600.00	\$ 131,239.29	74%	21/12/2018	4/01/2021	24.5	24.8
24	4600007204	MCLANAHAN LATIN AMERICA SPA	SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL MONTAJE DE LLANTA (TIRE) DEL TAMBOR LAVADOR MI-2020-02 PARA	Spot	Mantenimiento	PC	Mecánico							\$ 17,459					\$ 15,680		USD	\$ 42,311.00	\$ 33,139.00	\$ 9,172.00	22%	22/04/2018	21/06/2019	5.7	14.2

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

Para el análisis de reporte de los costos se utilizó una herramienta muy útil, tanto para productos y servicios denominada análisis ABC y para cruzas la información de los resultados, también se empleó el diagrama de Pareto, desarrollando así, un análisis cruzado.

Tabla 7.

Análisis ABC

MOSAIC SAP	PROVEEDOR	OBJETO	TIPO DE CONTRATO	VALOR DEL CONTRATO	PARTICIPACIÓN	PARTICIPACIÓN ACUMULADA	CLASIFICACIÓN
4600006349	Transportes Acoinsa Sac	Servicio de izaje, manipulación de elevadores y transporte de cargas	Continuo	\$ 3,378,660.00	26.00%	26.00%	A
4600006101	Fabricación mantenimiento desarrollo minería sociedad anónima cerrada (fmd minería sac)	Servicio de mantenimiento de equipos y componentes en paradas de planta para compañía minera Miski Mayo	Continuo	\$ 2,565,843.24	19.74%	45.74%	A
4600006223	Tecnomina SAC	Mantenimiento de fajas y polines	Continuo	\$ 2,383,683.25	18.34%	64.08%	A
4600020683	SKF del Perú S A	Mantenimiento predictivo de equipos de CMMM	Continuo	\$ 1,302,221.64	10.02%	74.10%	A
4600006232	Sew Eurodrive del Perú SAC	Mantenimiento y reparación de reductores, motoredutores y excítors	Paraguas	\$ 573,680.45	4.41%	78.52%	A
4600006214	Asesoría y diseño electromecánico del Norte - Aden	Alquiler de grupos electrógenos	Paraguas	\$ 459,222.00	3.53%	82.05%	B
4600006220	Actividades electromecánicas industriales	Mantenimiento y reparación de motores eléctricos	Continuo	\$ 452,557.43	3.48%	85.53%	B
4600006454	Inversiones y Representaciones Normetal FFM S.A.C	Servicio de fabricación de piezas Y Componentes en taller de contratista para la compañía minera Miski Mayo	Paraguas	\$ 313,400.00	2.41%	87.94%	B
4600006040	CONFIPETROL Andina S.A.	Servicio de cambio y reparación de refractarios	Paraguas	\$ 274,254.32	2.11%	90.06%	B
4600006452	Industrial Factory SA (INFASA)	Servicio de fabricación de piezas y componentes en taller de contratista para la compañía minera Miski Mayo	Paraguas	\$ 235,415.00	1.81%	91.87%	B
4600006911	Maestranza Diesel SAC	Servicio reparación bombas de vacío	Paraguas	\$ 176,839.29	1.36%	93.23%	B
4600006453	Gestión integral de mantenimiento SAC (GIDEMA)	Servicio de fabricación de piezas y componentes en taller de contratista para la compañía minera Miski Mayo	Paraguas	\$ 156,646.56	1.21%	94.43%	B
4600006270	Marco Peruana s a	Servicio de fabricación mangueras hidráulicas y neumáticas de los equipos de compañía minera Miski Mayo	Paraguas	\$ 144,000.00	1.11%	95.54%	C
4600006457	Actividades electromecánicas industriales	Servicio de mantenimiento de transformadores de potencia hasta 1.5 MW para compañía minera Miski Mayo	Paraguas	\$ 138,725.00	1.07%	96.61%	C
4600006228	Atlas COPCO Perú SAC	Servicio de Overhaul de 2 compresoras ga110+ y alquiler de 1 compresora de reemplazo durante el Overhaul	Spot	\$ 100,886.94	0.78%	97.38%	C
4600006009	SGS del Perú S.A.C.	Certificación de equipos, operadores y riggers	Paraguas	\$ 93,939.39	0.72%	98.11%	C
4600006304	Siemens S.A.C	Suministro y reemplazo de seccionadores de potencia en 60 KW y 138 KW para compañía minera Miski Mayo	Spot	\$ 49,632.62	0.38%	98.49%	C
4600006103	Mg trading SAC	Servicio de mantenimiento de sistema radial VHF de Miski Mayo	Paraguas	\$ 45,825.88	0.35%	98.84%	C

4600006649	Protab SAC	Servicio de migración del sistema radial VHF de analógico a digital en compañía minera Miski Mayo	Spot	\$ 44,999.63	0.35%	99.19%	C
4600007204	Maclanahan Latin America SPA	Servicio de asistencia técnica para el montaje de llanta (tire) del tambor lavador mi-2020-02 para compañía minera Miski Mayo	Spot	\$ 42,311.00	0.33%	99.51%	C
4600006458	Marco peruana S A	Servicio de análisis de aceite en laboratorio de la contratista para compañía minera Miski Mayo	Continuo	\$ 28,765.80	0.22%	99.73%	C
4600006233	SGS del Perú S.A.C.	Análisis de aceite dieléctrico de transformadores de potencia de pc y DSP	Continuo	\$ 18,065.00	0.14%	99.87%	C
4600006764	Inversiones y representaciones Normetal FFM S.A.C	Servicio de rebobinado de freno magnético lado motriz de la banda tubular ct-01	Spot	\$ 10,060.61	0.08%	99.95%	C
4600006207	Metrología & calidad per	Calibración y certificación de equipos de maniobra para mantenimiento del sist. eléctrico	Paraguas	\$ 6,330.00	0.05%	100.00%	C

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

Tabla 8.

Resumen del análisis ABC

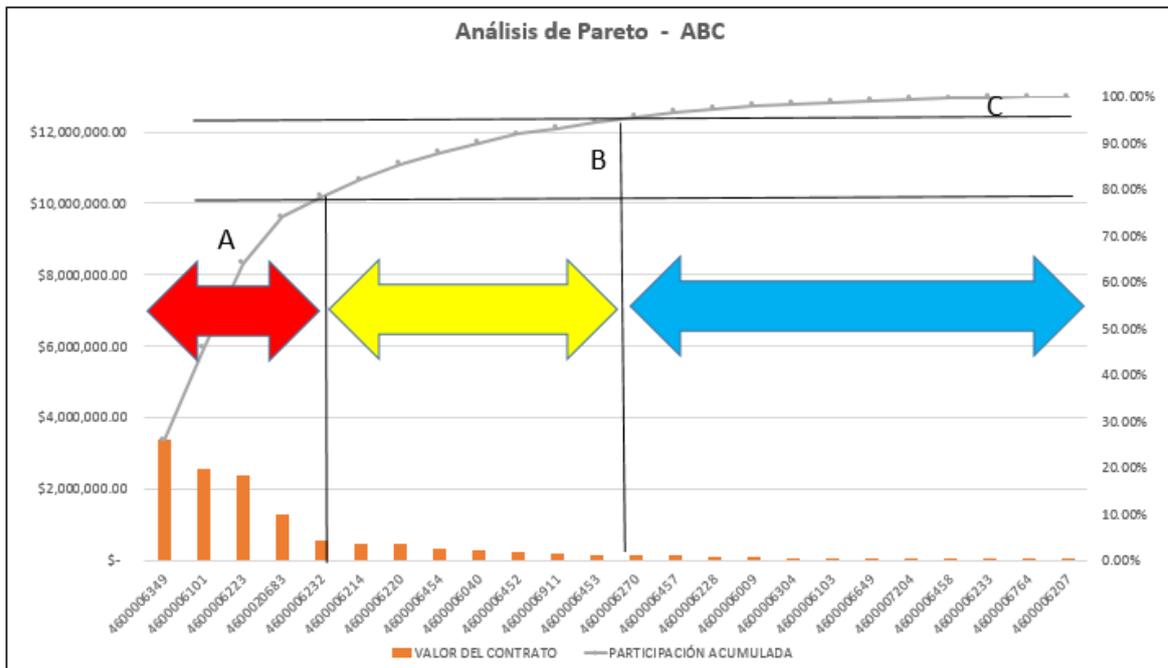
PARTICIPACIÓN ESTIMADA	CALIFICACIÓN	N° SERVICIOS	PARTICIPACIÓN	VALOR DE CONTRATOS	PARTICIPACIÓN
0% - 80%	A	5	21%	\$ 10,204,088.58	79%
81% - 95%	b	7	29%	\$ 2,068,334.60	16%
96% - 100%	c	12	50%	\$ 723,541.87	6%

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

En la tabla 8 se presentó el análisis ABC, este nos proporcionó la siguiente información. Que de los 24 contratos analizados el 21% de ellos representa el 79% de los costos Seguidamente del 29% que representa el 16% de los costos y finalmente el 50% de los contratos representa el 6% de los costos totales en los contratos de servicio para el mantenimiento.

Figura 4.

Análisis cruzado, Pareto - ABC



Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar.

En la figura 4 se presentó el gráfico que muestra el análisis cruzado entre el diagrama de Pareto y el análisis de costos ABC. Pareto nos indica que 5 contratos representan el 80% de los costos y el análisis ABC indica que los mismos 5 contratos representan el 79% de los costos totales en los contratos para el servicio mantenimiento, existiendo un alto nivel de coincidencia.

Tabla 9.

Distribución de los servicios de mantenimiento por tipo de contrato

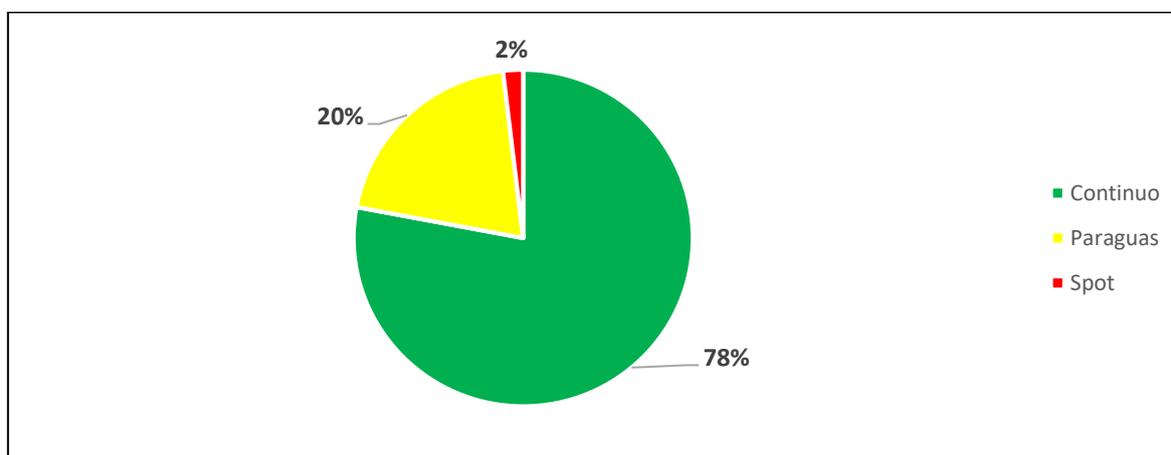
Tipo de contrato	Valor de contrato	Valor ejecutado
Continuo	\$ 10,129,796.36	\$ 5,640,727.27
Paraguas	\$ 2,618,277.89	\$ 1,394,933.42
Spot	\$ 247,890.80	\$ 206,177.93
Total	\$ 12,995,965.05	\$ 7,241,838.63

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

En la tabla 9 se observa en detalle la composición en costos y tipos de contrato.

Figura 5.

Distribución por tipo de contrato

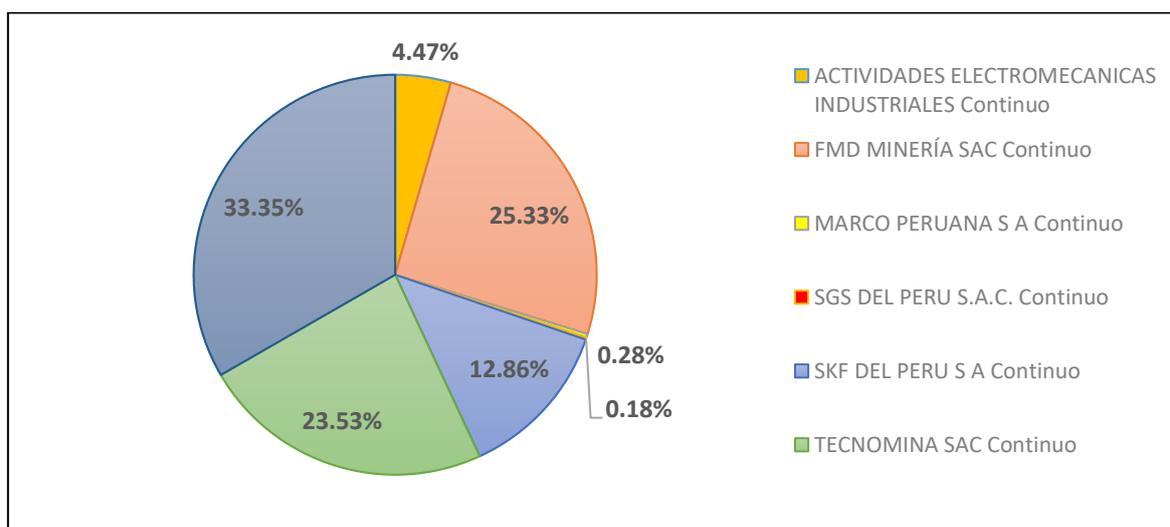


Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar.

En la figura 5 se realizó un análisis de los costos de mantenimiento desde un enfoque distributivo, en el cual se clasifica a los contratos por su tipo; determinando que el 78% de los contratos de mantenimiento son de tipo continuo mientras que el 20% son de tipo paraguas y finalmente tenemos un 2 % correspondiente a los contratos tipo spot.

Figura 6.

Distribución de contratos por tipo continuo



Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar.

En la figura 6 se observó los contratos tipo continuo esta constituidos por 7 contratos siendo el de mayor peso, el de Acoinsa SAC con un 33.35% seguido por FMD con un 25.33%, Tecnomina con 23.53% y a continuación el contrato de SKF que representa un 12.86% el mismo que corresponde al mantenimiento predictivo.

Tabla 10.

Condición de los contratos tipo continuo

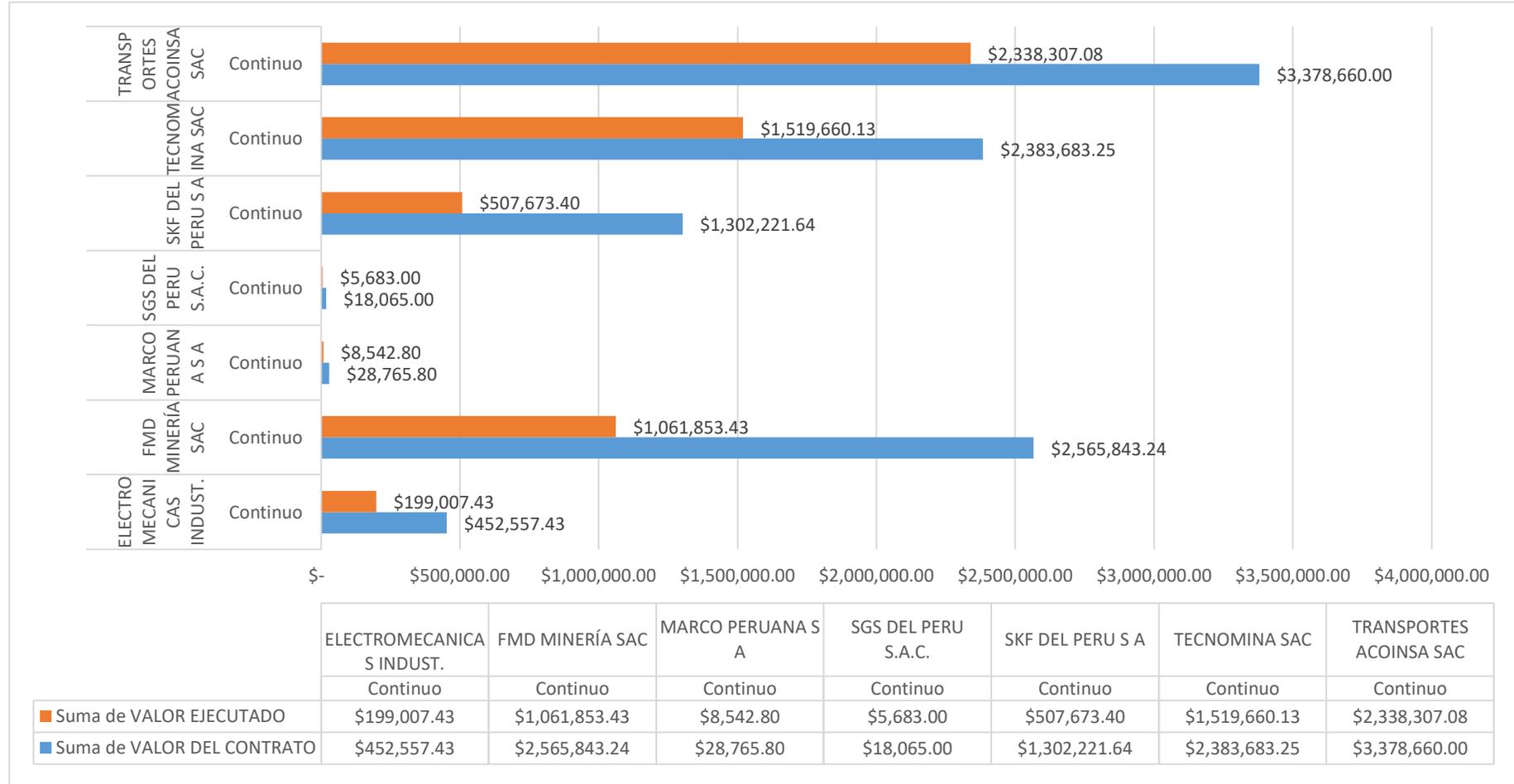
Contratos	Valor del contrato	Valor ejecutado
Acoinsa SAC.	\$ 3,378,660.00	\$ 2,338,307.08
Fmd minería SAC.	\$ 2,565,843.24	\$ 1,061,853.43
Tecnomina SAC.	\$ 2,383,683.25	\$ 1,519,660.13
Skf del Perú S. A.	\$ 1,302,221.64	\$ 507,673.40
Electromec. Indust.	\$ 452,557.43	\$ 199,007.43
Marco peruana S. A.	\$ 28,765.80	\$ 8,542.80
SGS del Perú Sac.	\$ 18,065.00	\$ 5,683.00
Total	\$ 10,129,796.36	\$ 5,640,727.27

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

En la tabla 10 se observa en detalle la composición en costos de los contratos tipo continuo.

Figura 7.

Condición de los contratos tipo continuo

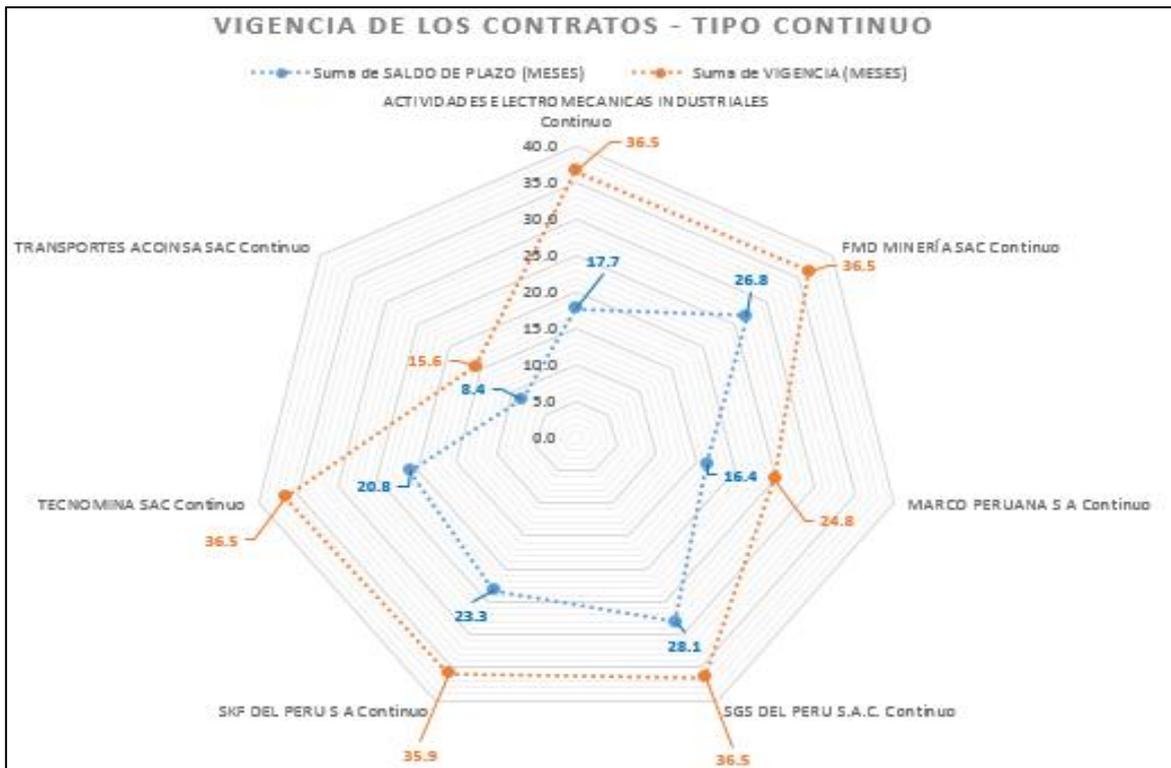


Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar (este reporte de costos presenta valores referenciales debido a la política de confidencialidad).

En la figura 7 se presentó un enfoque holístico de los contratos tipo continuo analizamos la condición de los 7 contratos, identificado que el contrato de Acoinsa tiene un saldo del valor de contrato de 31%, FMD con un saldo de 59%, Tecnomina con un saldo 36%, SKF con 61%, Electromecánica con 56%, Marco peruana con 70% y finalmente SGS con 69%.

Figura 8.

Vigencia de contratos



Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la figura 8 se observó la vigencia de los contratos del tipo continuo, podemos comentar que 5 contratos de los 7 tiene como vigencia promedio 36 meses en el caso de Acoinsa es de 15.6 meses y Marco Peruana de 24.8 meses, la vigencia de los contratos se pueden verse afectadas por los desvíos el valor ejecutado de los contratos generando adendas y estas a su vez incrementan el costo de mantenimiento.

Objetivo específico 3.

Establecer la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión viabilidad técnica y la optimización de los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023.

Tabla 11.

Resumen del análisis de viabilidad técnica

Viabilidad	% de viabilidad requerido	% de viabilidad disponible	GAP	% total de Viabilidad técnica
Personal	100%	80%	20%	84.00%
Equipos	100%	88%	12%	

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la tabla 11 Nos indica que la viabilidad técnica total es de 84% la cual indica que tiene una muy alta probabilidad de realización del insourcing.

Tabla 12.

Análisis de viabilidad en personal

Personal	Cantidad de técnicos requerido	Cantidad de técnicos disponible	GAP	% de Viabilidad
Técnico - análisis vibracional nivel I	2	4	2	20%
Técnico - análisis vibracional nivel II	2	0	-2	0%
Técnico - termografía nivel I	2	2	0	20%
Técnico - análisis de aceite nivel MLT I	1	1	0	10%
Técnico - alineamiento láser	2	3	1	20%
Supervisor - termografía y vibraciones nivel I	1	2	1	10%
Totales	10	12	% Total	80%

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la tabla 12 Nos indica que la viabilidad en personal se cuenta con 80% la cual indica que tiene una muy alta probabilidad de realización.

Tabla 13.*Análisis de viabilidad en equipos*

Equipos	Cantidad de equipos requerido	Cantidad de equipos disponible	GAP	% de Viabilidad
Analizador de vibraciones	2	2	0	13%
Cámara termografía	2	4	2	0%
Laptop	2	0	-2	13%
Oficina	2	2	0	13%
Alineador láser	2	1	-1	13%
Medidor de espesores	1	2	1	6%
Lampara estroboscópica	2	2	0	13%
Analizador dinámico de motores	1	1	0	6%
Computadora destock	2	2	0	13%
Totales	16	16	% Total	88%

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la tabla 13 Nos indica que la viabilidad en equipos cuenta con 88% la cual indica que tiene una muy alta probabilidad de afrontar el insourcing.

Figura 9.*Condición de los equipos de inspección predictiva*

CONDICIÓN DE LOS EQUIPOS DE INSPECCIÓN PREDICTIVA									
Ubicación	Descripción del equipo	Cant.	Marca	Modelo	Estado	Acción	Aplicación	Dispone contrato SKF	
DSP	Cámara térmica	1	FLIR	IP60	MALO	Reparar y calibrar	Termografía	SI	
DSP	Cámara térmica	1	FLIR	IP60	MALO	Reparar y calibrar		NO	
PC	Cámara térmica	1	FLIR	IP60	MALO	Reparar y calibrar		NO	
DSP	Analizador de vibraciones	1	SKF	GX70	MALO	Reparar y calibrar	Análisis vibracional	SI	
Ingeniería	Analizador de vibraciones	1	SKF	GX70	BUENO	OK		NO	
DSP	Detector de fugas. Ultrasonido	1	SKF	TMSU1	BUENO	OK	Ultrasonido	NO	
Ingeniería	Equipo de ultrasonido	1	SKF	CMN 400	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Inspector de ultrasonido	1	SKF	400	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Medidor de espesores	1	TIME	TT130	MALO	Reparar y calibrar		SI	
Ingeniería	Analizador dinámico de motores	1	SKF	EXP 400	BUENO	OK	Análisis eléctrico	NO	
Ingeniería	Alineador láser	1	FIXTURE	XA	MALO	Reparar y calibrar	M. Presisión	SI	
DSP	Endoscopio	1	SKF	TKE S1	MALO	Reparar y calibrar	Sensitiva	NO	
Ingeniería	Endoscopio	1	SKF	TKE S1	BUENO	OK		NO	
DSP	Lampara estroboscópica	1	SKF	TMR S1	BUENO	OK		NO	
PC	Lampara estroboscópica	1	SKF	TMR S1	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Durómetro	1	PCE	PCE 1000	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Medidor de distancia láser	1	BOSCH	GLM 80	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Espejo de inspección	1	OSITECTO	H 131	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Lupa linterna	1	LASH MAT	M 100	BUENO	OK		NO	
Ingeniería	Medidor de espesores de recubrimiento	1	OSITECTO	KIT STD	BUENO	OK		Control de pintura	NO
Ingeniería	Medidor de espesores por ultrasonido	1	OSITECTO	UTG C	BUENO	OK			NO
Ingeniería	Probador automático de recubrimientos	1	OSITECTO	OSITECTE	BUENO	OK	NO		
Ingeniería	Kit de inspección de recubrimiento	1	OSITECTO	NSPECTOR	BUENO	OK	NO		
Ingeniería	Contador de partículas de aceite	1	PAMAS	S40	BUENO	OK	Análisis de aceite	NO	

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la figura 9 nos indica que el 71% de los equipos para la inspección predictiva se encuentran operativos de un total de 24 equipos y que 29% de equipos requieren reparación y calibración.

Figura 10.

Capacidades del personal para afrontar el mantenimiento predictivo insourcing

CAPACIDADES PARA AFRONTAR EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO INSOURCING										
Ítem	Personal	Área	Uso analizador	Análisis vibracional nivel 1	Análisis vibracional nivel 2	Termografía nivel 1	Análisis de aceite MLT2	Alineamiento o láser	Inspección sensitiva	
1	Técnico 01	PC	X	X		X		X	X	
2	Técnico 02	PC	X	X		X		X	X	
3	Técnico 03	PC				X			X	
4	Técnico 04	PC	X			X			X	
5	Técnico 05	DSP	X	X					X	
6	Técnico 06	DSP				X			X	
7	Técnico 07	DSP	X	X		X			X	
8	Técnico 08	DSP	X						X	
9	Técnico 09	DSP						X	X	
10	Ingeniero 10	DSP	X	X			X	X	X	
11	Técnico 11	DSP	X						X	
12	Ingeniero 12	DSP	X	X	X	X		X	X	
Totales			9	6	1	7	1	5	12	

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la figura 10 se observa que para afrontar el insourcing se cuenta con 04 técnicos en el área de PC, 6 técnicos y 2 ingenieros del área de DSP; C, todos ellos cuentan con certificaciones diversas.

Objetivo específico 4

Establecer la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión costo unitario de mantenimiento y la optimización de los costos de mantenimiento en una compañía, Bayóvar 2023.

Figura 11.

Análisis de la reducción de costo unitario

Presupuesto 2018	Costo \$/Tn	Producción 2018 (tn)	Presupuesto con insourcing	Costo \$/Tn	Mantenimiento predictivo insourcing
Mtto Mina	\$ 11.17	3,985,221.00	Mtto Mina	\$ 11.17	Ahorro anual \$ 300,073.00
Mtto Planta	\$ 3.05	Reducción costo Planta	Mtto Planta	\$ 2.99	
Mtto DSP	\$ 1.24	\$ 0.06	Mtto DSP	\$ 1.22	Reducción total % 0.44%
Mtto Gerencia /otros	\$ 2.54	Reducción DSP	Mtto Gerencia /otros	\$ 2.54	
Energía	\$ 0.25	\$ 0.02	Energía	\$ 0.25	
TOTAL	\$ 18.25	\$ 0.02	TOTAL	\$ 18.17	

Nota. Fuente: Compañía, Bayóvar

En la figura 11 presenta los análisis de costo unitario, este se delimito a los costos correspondientes a Planta y DSP las mismas que están incluidos en el alcance de esta investigación. Se observa que el flujo neto proyectado con la propuesta es de \$ 300 073 anuales, este genera una reducción del 0.44% al costo total de mantenimiento por tonelada producida.

V. DISCUSIÓN

Asimismo, al analizar y discutir los resultados del primer objetivo específico del este estudio se planteó establecer la influencia del mantenimiento predictivo insourcing y su dimensión alcance del mantenimiento predictivo insourcing, los referentes teóricos mencionan que la criticidad de los equipos en un sistema productivo es sumamente importante, y se deberá asignar un grado de importancia para cada uno de ellos y cualquier equipo que podría detenerse resultar en un aumento de los costos de producción (Moraes, 2021).

En los resultados se observa que 165 equipos representan el alcance del mantenimiento predictivo insourcing los mismos que se clasifican en base a su nivel de criticidad y área productiva; para los de criticidad 1 se consideró 19 equipos correspondientes al área de planta concentradora y 13 equipos del área de descarga, secado y puerto; para los de criticidad 2 se consideró 86 equipos del área de PC y 47 del área de DSP.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos obtenidos para establecer el alcance mediante los niveles de criticidad 1, 2 y 3 por parte de Maya, (2018) y Vasquez (2022), se puede inferir que en la industria el universo de equipos instalados en las plantas de procesos es grande y los recursos limitados es por eso que se realiza una clasificación en base a factores que considera la seguridad, medio ambiente, calidad, regimen de trabajo, producción, frecuencia de eventos, costo y disponibilidad; estos se clasifican por su nivel de importancia dentro de la operación, destacando la función principal del activo.

Se puede predecir según los fundamentos de Moraes (2021) y Prometheus group (2022) que esta clasificación de niveles de criticidad contribuya en la priorización de estrategias y tácticas en los activos de mayor impacto, asimismo genera la optimización de recursos.

Los resultados del segundo objetivo específico se enfocan en determinar la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión viabilidad económica, los referentes teóricos mencionan que para determinar el potencial de un proyecto de negocio o mejora se debe considera ciertos indicadores financieros

como el tiempo de retorno de inversión, el TIR y el valor actual neto. Estos son representan la base para la viabilidad económica (Oviedo, 2020).

Se observa que el análisis de viabilidad económica donde la tasa efectiva anual considerada fue del 12% con un periodo de 5 años, se consideró una inversión inicial de \$1000,000.00 y flujo de caja neto de \$300,073.00 y se trabajó con indicadores financieros que generó resultado en el valor presente neto de \$786,589.76, un 162% en la tasa interna de retorno, en la relación costo beneficio un 2.08 y en el tiempo de retorno de 1.1 años. Cabe resaltar que para el análisis se consideró solo para el primer año flujo neto un 75%, debido a que, se estimó un periodo de 3 meses para el inicio del mantenimiento predictivo insourcing en paralelo con el servicio tercerizado.

Estos resultados concuerdan con la tendencia positiva de los indicadores de viabilidad económica y donde los hallazgos indican que se aplicó una tasa efectiva anual de 9.73% con un periodo de 5 años, con una inversión inicial de \$970,4000.00 y flujo de caja neto de \$3,180,400.00, los indicadores financieros generaron un resultado en el valor presente neto de \$11,192,500.00, una tasa interna de retorno de 328.1% y un año como tiempo de retorno según Barbadillo, Litano & Rodas (2023), se puede inferir que en la viabilidad económica genera un control en la gestión de los proyectos de mejora, esta permite minimizar el grado de incertidumbre con referente a la rentabilidad que se proyecta, asimismo esta determina los ingresos y gastos permitiendo realizar ajustes en el horizonte del proyecto.

Se puede predecir según los fundamentos de Infinita (2021) y Oviedo (2020) que con la aplicación de los indicadores financieros y económicos la viabilidad económica contribuirá en la optimización de costos y la generación de valor en la organización.

En conclusión, en este estudio respaldan la relación positiva entre las competencias digitales y el desarrollo técnico pedagógico de los docentes, lo que destaca la importancia de fomentar estas competencias para mejorar sus enfoques pedagógicos y su capacidad de innovar en la enseñanza, contribuyendo así a una educación de mayor calidad. Desde una perspectiva teórica, las competencias digitales se alinean con la teoría de competencias de Bunk, que promueve el

desarrollo sólido de habilidades digitales en educadores para optimizar las tecnologías de la información en la enseñanza y el aprendizaje. Además, la teoría de Bandura respalda estos hallazgos al enfocarse en la autoeficacia de los docentes, su creencia en su capacidad para abordar desafíos en el entorno educativo, lo que influye en su desarrollo técnico pedagógico

Respecto a los resultados del objetivo específico tercero, tenemos que se ha establecido la influencia entre el mantenimiento predictivo insourcing con su dimensión viabilidad técnica, los referentes teóricos mencionan que radica en establecer si la organización o manufactura tiene la experiencia necesaria y los aspectos técnicos requeridos por el proyecto (Infinitia, 2021).

Los resultados indican que la viabilidad técnica total es de 84% la misma que está compuesta por la viabilidad en equipos de 88% y 80% de viabilidad en personal, asimismo en la tabla 14 se detallan las cantidades, condición, marca, aplicación y ubicación de los equipos, se detallan los aspectos de cantidades, certificaciones, área a que pertenece del personal mapeado.

Estos resultados concuerdan con la tendencia positiva porcentual en los hallazgos del estudio de viabilidad técnica para implementar tuberías flexibles en líneas de flujo de hidrocarburos, obtuvieron un 100% de viabilidad en personal considerado que para un proceso por tubería de acero se requiere 26 personas y 23 para la tubería flexible, con referente a equipos y tiempos de instalación obtuvieron un 80% Sánchez (2023).

Se puede inferir que la viabilidad técnica nos proporciona información para controlar el grado de incertidumbre en un proyecto de mejora, también nos indica el nivel de probabilidad para la realización, asimismo detalla cómo se encuentra la organización para asumir los cambios. Se puede predecir según los fundamentos de Infinitia (2021) que al contar con todos los medios técnicos la compañía podrá asumir el insourcing de forma eficiente y profesional, contribuyendo así a la optimización de los costos de mantenimiento.

Respecto al cuarto objetivo específico se ha establecido que la influencia entre la optimización de los costos de mantenimiento con su dimensión costo unitario de mantenimiento, los referentes teóricos definen la importancia de mapear los costos

unitarios de mantenimiento por su impacto que presenta en el costo de operación (Balbontin et al. 2023). En los resultados se presenta que el resultado del costo unitario de toda la operación, para el estudio se delimito el costo de \$3.05 por tonelada producida correspondientes al área de planta concentradora y \$1.24 por tonelada correspondiente al área de descarga, secado y puerto; la producción anual estimada fue de 3 985 221 toneladas, se observa que la aplicación de la variable mantenimiento predictivo insourcing genera un ahorro anual de \$ 300 073; esta generó un reducción en el costo unitario por tonelada producida para planta concentradora de \$0.06 y \$0.02 para el área de descarga secado y puerto, se observa de manera general que se generó una reducción en el costo unitario de mantenimiento de \$18.25 a \$18.17 por tonelada producida en toda la operación; estos resultados presentan una tendencia positiva porcentual.

La constructora Recife SAC cuenta con una flota de 06 maquinarias rodillos compactadores Cat. modelo CS533E, con el análisis de costos podemos visualizar que, al no contar con una filosofía de mantenimiento acorde a las nuevas técnicas de ingeniería de mantenimiento como Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, está invirtiendo en mantenimiento US\$ 320,252.18 y con la aplicación de RCM ahorraría US\$ 76,351.86 equivalente al 24% del costo total.

El modelo de análisis ABC nos ha ayudado a clasificar e identificar los servicios que tiene mayor impacto en un valor global y a su vez permite clasificar los servicios en niveles y modos de control distinto. El diagrama de Pareto también identifico el 20% de los servicios que representan el 80% de los costos, entre ellos se encuentra el contrato de mantenimiento predictivo. Esto se atribuye al siguiente principio: El 80 % de los defectos radican en el 20 % de los procesos (Pareto, 1906).

El análisis deductivo nos ayudó a clasificar los costos por su tipo de contrato, identificando 7 contratos que representa el 80% del costo global de los servicios de mantenimiento, en este caso solo analizaremos el costo del servicio de mantenimiento predictivo el mismo que representa nuestra variable independiente. Mediante el análisis de viabilidad se determina que sí, es viable afrontar el servicio mantenimiento predictivo mediante el insourcing.

El análisis del flujo de caja económico generó resultados muy favorables; VAN 786 589.76 TIR 162%, con una relación de costo beneficio de 2.08 y un Pay Back de 1.1 años. Así mismo el análisis de costo unitario nos indica que se obtendrá una reducción de 0.44 % del presupuesto anual de mantenimiento correspondiente a las áreas de planta concentradora y DSP.

Esto se alinea con el siguiente pensamiento: si una empresa puede lograr y sostener el liderazgo de costo en general, será entonces un ejecutor sobre el promedio en su sector industrial, siempre y cuando pueda mandar sus precios cerca o en el promedio del sector industrial. A precios equivalentes o menores que sus rivales, la posición de costo bajo de un líder se traduce en mayores retornos. Según Michael Porter en su libro “ventaja competitiva”.

Investigaciones anteriores han examinado las decisiones de subcontratación principalmente como eventos, no como un proceso. Los argumentos teóricos y la evidencia empírica sobre el proceso de subcontratación como capacidad organizacional son escasos. Ofrecimos que con el tiempo el aprendizaje de la subcontratación podría resultar en un proceso que aumente la sostenibilidad de las decisiones de subcontratación y reduzca su reversión. Los análisis de datos de un conjunto de datos longitudinales sobre subcontratación e internación de servicios públicos mostraron que la subcontratación es relativamente común y está influenciada principalmente por los mecanismos de implementación del proceso de subcontratación.

Las investigaciones futuras pueden ampliar y ampliar la caracterización del proceso de subcontratación como una capacidad específica para llevar a cabo una transformación efectiva de recursos en resultados. También recomendamos más investigaciones sobre los mecanismos de implementación de las opciones de modo de gobernanza. Si bien podría haber más interés en aprender sobre las condiciones de decisión previas a la adopción que podrían afectar las decisiones de subcontratación, ni la efectividad de las acciones gerenciales ni el alcance del aprendizaje organizacional de acciones anteriores pueden ayudar a futuras decisiones de subcontratación hasta que se completen los procesos posteriores a la adopción de implementación y se explica la evaluación de los resultados de las decisiones.

La tarea es desafiante ya que la implementación de una decisión es más difícil de estudiar que su adopción, pero el esfuerzo será esencial para hacer avanzar la teoría y ayudar a la práctica. Los resultados mostraron estadísticas descriptivas y correlaciones de variables clave para la contratación interna. En promedio, las organizaciones contrataron internamente el 34% de los programas que fueron subcontratados, lo que indica que una porción relativamente grande de las decisiones de subcontratación se revierte con el tiempo. Los servicios más comunes contratados fueron equipo pesado, emergencia, mantenimiento de vehículos, mantenimiento de edificios/terrenos, servicios legales, operación y mantenimiento de instalaciones recreativas, reparación de calles y procesamiento de datos.

VI. CONCLUSIONES

1. Miski Mayo en el tiempo que viene operando ha venido adquiriendo equipos para el mantenimiento predictivo y también cuenta con personal con experiencia y certificaciones en algunas técnicas predictivas. En base al reporte de costos para los servicios de mantenimiento, informes y reportes de campo, se determinó que el mantenimiento predictivo es viable para ser asumido por la compañía mediante el insourcing, esto permitirá una reducción del 5% correspondientes a los contratos tipo continuo, los mismo que tienen como alcance a las áreas de planta y DSP, esta reducción representa \$ 300 073 anualmente. El análisis del costo de mantenimiento unitario \$/tn determino que la implementación de mantenimiento predictivo insourcing generará una reducción del 0.44% al costo total de mantenimiento por tonelada producida correspondientes a Planta y DSP.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar las acciones recomendadas en el presente trabajo; para el insourcing de mantenimiento predictivo mediante el plan anual de 52 semana, en el cual se considera las rutas, las técnicas, NDT y las frecuencias para cada equipo, tanto para el área de planta concentradora y DSP.
2. Para implantar las acciones recomendadas propuestas se recomienda el apoyo incondicional por parte de la gerencia de mantenimiento, producción, operaciones y Seguridad Industrial Ambiente e Higiene Ocupacional, a fin de garantizar el manejo de los recursos necesarios para el desarrollo de insourcing de mantenimiento predictivo.
3. Se recomienda expandir la investigación en la unidad minera mediante la inclusión de los equipos de mina y equipos auxiliares que integran el resto de los sistemas de producción de fosfato.
4. Medir la gestión de mantenimiento propuesta con indicadores, como: disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, cumplimiento, efectividad y asertividad que permitan evaluar el comportamiento de los activos durante su ciclo de vida.

REFERENCIAS

- Abhishek, K. (08 de agosto de 2022). *Longlist*. Obtenido de Longlist: <https://longlist.io/hr-terms/insourcing>
- Arispe , C., Yangali , J., Guerrero Bejarano, M., Lozada, O., Acuña, L., & Arellano , C. (2022). *La investigación científica*. Guayaquil: GUAYAQUIL/UIDE/2020. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- Azim Eirgash, M., Toğan, V., Dede, T., & Basri Başağa, H. (2023). Modified dynamic opposite learning assisted TLBO for solving Time-Cost optimization in generalized construction projects. *Elsevier*, 15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.04.091>
- Balbontin, C., Hensher, D., Ho, L., & Wei, E. (2023). Identifying the relationship between tyre performance, fuel consumption and maintenance costs in operating urban bus services: A case study in Sydney, Australia using telematics and fitted sensors. 348. doi:<https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2039977>
- Barbadillo , D., Litano, J., & Rodas, J. (2023). *Mejora de la gestión de mantenimiento soportada mediante*. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/6045>
- Cheng, J., Liu, Y., Li, W., & Li, T. (2023). Deep reinforcement learning for cost-optimal condition-based maintenance. *Ocean Engineering*. doi:10.1016/j.oceaneng.2023.115033
- Damanpour, F., Walker, R., & Magelssen, C. (may de 2019). Outsourcing and insourcing of organizational activities: the role of outsourcing. *ResearchGate*, 41. doi:DOI: 10.1080/14719037.2019.1601243
- Eagle, F. (enero de 2023). *Field Eagle*. Obtenido de <https://www.fieldeagle.com/>: <https://www.fieldeagle.com/2023/01/31/challenges-opportunities-mining-industry/>
- Esan. (2018). *Conexión Esan*. Obtenido de Esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/insourcing-la-clave-para-un-negocio-internacional>
- ESAN. (julio de 2020). ¿Cómo realizar un estudio de viabilidad de proyectos de manera correcta? *Conexión Esan*, 1. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/como-realizar-un-estudio-de-viabilidad-de-proyectos-de-manera-correcta>
- Flores, L. (2023). *DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN*. Universidad Católica de Santa María.Escuela de Postgrado, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12382>
- Gómez, Á., & Gómez, K. (2019). *Muestreo Estadístico Para Docentes Y Estudiantes*. Madrid: Independently published (25 Julio 2019). doi:ISBN-10 : 1082217247
- Grzegorz , G., & Mariusz , H. (2020). Does insourcing of processes. *Journal of Global Operations and Strategic SourcingOpen AccessVolume 14, Issue 3, Pages 477 - 5012020*. doi:10.1108/JGOSS-06-2020-0029
- Heras, C. (2022). *Gestión de mantenimiento y reducción de costos operativos en la flota*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104166>

- Hermosilla, L. (2019). *PdM PERÚ*. Universidad de Chile. Santiago, Chile: Post Grado Economía y Negocios.
- Höller, C., Karanovic, S., Wiltsche, M., & Klug, A. (02 de enero de 2022). Value creation through insourcing – Additive Manufacturing as efficient in-house production technology. *Procedia CIRP*, pág. 30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.163>
- Infinitia. (21 de octubre de 2021). *Infinitia Industrial Consulting*. Obtenido de Infinitia Industrial Consulting: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>
- Lv, Y., Guo, X., Zhou, Q., Qian, L., & Liu, J. (2023). Predictive maintenance decision-making for variable faults with non-equivalent costs of fault severities. *ELSEVIER*, 30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.102011>
- Machuca, F. (06 de julio de 2022). *Crehana*. Obtenido de Crehana: <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/tecnicas-recoleccion-de-datos/>
- Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*.
- Meneses, E. (2023). Mantenimiento y gestión de equipos en mina. *Rumbo Minero*. Obtenido de <https://www.rumbominero.com/revista/informes/mantenimiento-equipos-mina/>
- Mohamed, K. (01 de enero de 2022). *Linkedin*. Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/maintenance-cost-optimization-mohamed-kassem/>
- Molina, M. (2022). *Optimización de la Gestión de Activos Móviles mediante Metodologías Predictivas y Planeamiento Estratégico: Caso de éxito en Unidad Minera Cerro Lindo*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima: Escuela de Posgrado. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25707>
- Moraes, G. (21 de junio de 2021). *Auvo*. Obtenido de Auvo: <https://www.blog.auvo.com/latam/post/gestion-de-mantenimiento-criticidad-de-equipos>
- Mousumi, M., Kunal Kanti, G., & Khanindra, P. (2019). A BSC-ANP approach to organizational outsourcing decision support-A case. *Journal of Business Research* Volume 103, Pages 432 - 447 October 2019. doi:10.1016/j.jbusres.2018.01.040
- Nopal, C. (13 de abril de 2023). *Nopal consulting*. Obtenido de Nopal consulting: <https://nopal.es/2023/04/13/que-es-la-viabilidad-tecnica/#:~:text=La%20viabilidad%20t%C3%A9cnica%20se%20refiere,est%C3%A1n%20disponibles%20y%20son%20factibles.>
- Oncebay, L. (2021). *Influencia de la gestión de inventarios en la optimización de costos en la cadena de abastecimientos del Grupo Empresarial Umari, Lima 2021*. Lima: Universidad César Vallejo. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/72454>
- Oviedo. (31 de octubre de 2020). *MBA ASTURIAS*. Obtenido de Cámara Oviedo: <https://www.mba-asturias.com/empresas/viabilidad-economica-proyecto-empresarial/>
- Perez, C. (12 de enero de 2023). *Reliability web*. Obtenido de Reliability web: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/los-costos-en-la-funcion-mantenimiento>

- Pérez, L., M., A., Álvarez, & V., G. (2019). 4.0 Predictive maintenance methodology to ensure production processes [Article@Metodología de. (J. o. Systems, Ed.) *Decima Octava Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Decimo Sexto Simposium Iberoamericano en Educacion, Cibernética e Informática - Memorias, 1, pp. 60-64*. doi:10.1016/j.jmsy.2023.06.012
- Prometheus group. (03 de octubre de 2022). *Prometheus group*. Obtenido de Prometheus group: <https://www.prometheusgroup.com/resources/posts/how-to-rate-the-criticality-of-your-equipment>
- Sampieri,, H., & Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: Mc Graw Hill Education. doi: ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Sánchez , D. (2023). *Estudio de viabilidad técnica y financiera para implementación de tubería flexible en la construcción de líneas de flujo en la industria de hidrocarburos en el departamento de Arauca, Colombia*. Univesidad EAFIT. Arauca: Repositorio EAFIT. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10784/32964>
- Uhlmann, E., Polte, J., & Stefanos Koutrakis, N.-S. (2021). Holistic Concept Towards a Reference Architecture Model for Predictive Maintenance. *Elsevier*, 50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.241>
- Vásquez, R. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO BAJO EL ENFOQUE DE GESTIÓN DE ACTIVOS; CASO: UNIDAD PRODUCTIVA TOQUEPALA-SPCC*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA, Arequipa.
- Yu-Chung, T., Arke, L., Thuy-Linh, V., Lu-Wen, L., & Qinhong, Z. (2020). Channel coordination under predictive and corrective maintenance outsourcing. *International Journal of Industrial and Systems Engineering* Volume 35, Issue 2, Pages 216 - 2342020. doi:10.1504/IJISE.2020.107571
- Yue, H., Xingwei, Z., & Yi, H. (01 de Febrero de 2022). Multi-objective optimization for preventive maintenance of offshore safety critical equipment integrating dynamic risk and maintenance cost. 20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.110557>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mantenimiento Predictivo insourcing (Independiente)	<p>El insourcing es el proceso de reincorporar una función o proceso a la empresa que anteriormente se subcontrató a otra empresa. Suele ocurrir cuando el acuerdo de subcontratación no funciona según lo planeado o cuando resulta más rentable volver a realizar la función internamente (Höller et al. 2022).</p> <p>El mantenimiento predictivo, igualmente conocido como mantenimiento basado en la condición, implica el monitoreo de la funcionabilidad y del estado del equipo durante las operaciones con el objetivo de reducir las posibilidades fallas funcionales (Uhlmann et al. 2021).</p>	El mantenimiento predictivo nos permitirá identificar las fallas potenciales en los equipos minimizando así, las paradas por falla. El insourcing conlleva a asumir funciones que realiza las empresas contratadas.	Alcance - Mantenimiento Predictivo Insourcing	<p>NIVEL DE CRITICIDAD EN EQUIPOS</p> <p>Criticidad: 1: Detiene toda la producción. 2: Detiene parcialmente la producción. 3: No afecta la producción.</p>	Ordinal
			Viabilidad - Económica	<p>INDICADORES FINANCIEROS</p> <p>VAN > 0 si es viable VAN < 0 no es viable VAN = 0 indiferente</p> <p>VAN.: Valor actual neto 0: Valor monetario</p>	numérico
			Viabilidad - Técnica	<p>CAPACIDAD DE PERSONAL</p> <p>N° Técnicos Certificados</p> <p>CONDICIÓN DE EQUIPOS</p> <p>N° Equipos operativos</p>	razón
Optimización de costo de mantenimiento (dependiente)	<p>El costo de mantenimiento es un subconjunto del costo total de producción. Por lo tanto, la porción que se define como "costo de mantenimiento" esta se puede describirse con bastante libertad como quiera que una empresa lo describa, siempre y cuando cumpla con las normas y regulaciones fiscales locales (Yue et al. 2022).</p> <p>La optimización de costos es una disciplina continua y centrada en el negocio para impulsar el gasto y la reducción de costos, mientras se maximiza el valor del negocio (Azim Eirgash et al. 2023).</p>	La optimización de costos como parte de las estrategias del negocio, siempre está en busca de mejoras innovadoras que generen valor al negocio.	Costo unitario de mantenimiento	<p>COSTO POR TONELADA</p> $\text{Costo} = \frac{\text{CTM}}{\text{UPS}}$ <p>CTM: Costo total de mantenimiento UPS: Unidad estándar producidas</p>	numérica

Anexo 5. Matriz de criticidad de equipos e instalaciones PC

MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES

Elaborado por:		1006998		1007107		Revisión:		Rev 08		Fecha:		25/12/2014			
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	EQUIPAMENTO		CRITICIDAD	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Reg. Trabajo	Producción	Frecuencia	Costo	Tiempo
UNIDAD	AREA	UNIDAD DE PROCESO	SISTEMA	EQUIPO SAP	TAG	DESCRIPCION		1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto
								2-Medio	2-Medio	2-Medio	2-Medio	2-Medio	2-Medio	2-Medio	2-Medio
							3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	3-Bajo	
				10042732	BR-1090-02	FEEDER BREAKER BR-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10040764	BR-1090-03	FEEDER BREAKER BR-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10042727	TR-1090-04	FAJA DE ALIMENTACION TR-1090-04	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10009117	TR-1090-05	FAJA DE ALIMENTACION TR-1090-05	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10008876	AL-1090-01	FAJA DE ALIMENTACION AL-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10008877	AL-1090-02	FAJA DE ALIMENTACION AL-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10008878	AL-1090-03	FAJA DE ALIMENTACION AL-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	1
				10009333	BL-1090-01	BALANZA PESOMETRICA BL-1090-01	3	3	3	3	1	3	2	3	1
				10039576	CH-1090-01	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10039579	CH-1090-02	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10039582	CH-1090-03	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10039585	CH-1090-04	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-04	3	3	3	3	1	3	2	3	2
				10039594	CH-1090-05	CHUTE DE DESCARGA CH-1090-05	3	3	3	3	1	3	2	3	2
				10009324	DM-1090-01	DETECTOR DE METALES DM-1090-01	2	3	3	3	1	2	3	2	2
				10009327	DM-1090-02	DETECTOR DE METALES DM-1090-02	2	3	3	3	1	2	3	2	2
				10009330	DM-1090-03	DETECTOR DE METALES DM-1090-03	2	3	3	3	1	2	3	2	2
				10040651	EE-1090-01	UNIDAD HIDRAULICA EE-1090-01	2	3	3	3	1	2	3	2	2
				10040652	EE-1090-02	UNIDAD HIDRAULICA EE-1090-02	2	3	3	3	1	2	3	2	2
				10040645	GR-1090-01	PARRILLA GR-1090-01	2	3	3	3	1	3	1	2	1
				10040641	SI-1090-01	SILO SI-1090-01	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10040642	SI-1090-02	SILO SI-1090-02	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10040643	SI-1090-03	SILO SI-1090-03	2	3	3	3	1	2	2	2	2
				10008879	TR-1090-01	FAJA TR-1090-01	1	3	3	3	1	1	2	1	1
				10008880	TR-1090-02	FAJA TR-1090-02	1	3	3	3	1	1	2	1	1
				10008881	AL-2020-01	FAJA DE ALIMENTACION AL-2020-01	2	3	3	3	1	2	3	1	2
				10008882	AL-2020-02	FAJA DE ALIMENTACION AL-2020-02	2	3	3	3	1	2	3	1	2
				10009348	BL-2020-01	BALANZA PESOMETRICA BL-2020-01	2	3	3	3	1	2	1	2	1
				10009351	BL-2020-02	Balanza Pesométrica Pesómetro en faja TR-2020-02 - alimentación tambor lavador 2	2	3	3	3	1	2	1	3	1
				10035574	BL-2020-11	Balanza Pesométrica Balanza pesométrica en faja TR-2020-07 de rechazo	3	3	3	3	1	3	2	3	1
				10008890	BP-2020-01	BOMBA WEIR 18X16 BP-2020-01	2	3	3	2	1	2	2	1	1
				10008891	BP-2020-03	BOMBA WEIR 18X16 BP-2020-03	2	3	3	2	1	2	2	1	1
				10037463	BP-2020-31	BOMBA SUMERGIBLE TOYO BP-2020-31	2	3	2	3	2	2	2	2	2
				10008893	BP-2020-41	BOMBA VERTICAL BP-2020-41	3	3	3	3	3	3	3	3	2
				10008894	BP-2020-42	BOMBA VERTICAL BP-2020-42	3	3	3	3	3	3	3	3	2
					CH-2020-01	Descarga tambor lavador MI-2020-01 en PN-2020-01 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-02	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 01 en TR-2020-03 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-03	Descarga tambor lavador MI-2020-02 en PN-2020-02 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-04	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 02 en TR-2020-05 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-06	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 11 en TR-2020-07 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-08	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 12 en TR-2020-07 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-10	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 13 en TR-2020-07 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-12	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 14 en TR-2020-07 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-14	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 15 en TR-2020-07 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-16	Descarga sobretamaño zaranda PN-2020- 16 en TR-2020-07 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-17	Descarga undersize zaranda PN-2020-01 en CX-2020-01 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-18	Descarga undersize zaranda PN-2020-02 en CX-2020-02 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-19	Descarga del alimentador de faja AL-2020- 01 en TR-2020-01 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-20	Descarga del alimentador de faja AL-2020- 02 en TR-2020-02 - línea 2	3	3	3	3	1	2	2	3	2
					CH-2020-21	Descarga de faja transportadora TR-2020- 01 en MI-2020-01 - línea 1	3	3	3	3	1	2	2	3	2

Anexo 6. Matriz de criticidad de equipos e instalaciones DSP

MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES

Elaborado por:	1006998
	1007107

Revision:	Rev 08
Fecha:	25/12/2014

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	EQUIPAMIENTO		CRITICIDAD	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Reg. Trabajo	Produccion	Frecuencia	Costo	Tiempo	
UNIDAD	AREA	UNIDAD DE PROCESO	SISTEMA	EQUIPO SAP	TAG	DESCRIPCION		1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto	1- Alto
								2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio	2- Medio
				10191004	SI-5010-01	TOLVA RECEPCION CAMIONES	2	3	3	3	1	2	3	2	1	
				10009027	AL-5010-01	FAJA ALIMENTADOR AL-5010-01	1	2	2	3	1	1	3	2	1	
				10009028	TR-5010-01	FAJA TR-5010-01	1	2	2	3	1	1	3	1	1	
				10009029	TR-5010-02	FAJA TR-5010-02	1	2	2	3	1	1	3	1	1	
				10009030	TR-5010-03	FAJA TR-5010-03	1	2	2	3	1	1	3	1	1	
				10009031	TR-5010-04	FAJA TR-5010-04	1	2	2	3	1	1	1	1	1	
					TR-5010-04/M2/M3	CARRITO MOVIL FAJA TR5010-04	1	2	2	3	2	1	1	2	2	
				10009032	AL-5020-01	FAJA ALIMENTADOR AL-5020-01	2	2	2	3	1	2	3	2	1	
				10009033	AL-5020-02	FAJA ALIMENTADOR AL-5020-02	2	2	2	3	1	2	3	2	1	
				10041676	SI-5020-01	SILO SI-5020-01	2	3	3	3	1	2	3	2	1	
					SI-5020-02	SILO SI-5020-02	2	3	3	3	1	2	3	2	1	
				10009034	TR-5020-04	FAJA TR-5020-04	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009035	TR-5020-05	FAJA TR-5020-05	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009055	AQ-5030-01	QUEMADOR AQ-5030-01	1	2	2	3	1	2	1	1	1	
				10009056	AQ-5030-02	QUEMADOR AQ-5030-02	1	2	2	3	1	2	1	1	1	
				10009077	BO-5030-01	VENTILADOR BO-5030-01	2	2	2	3	1	2	1	1	2	
				10009078	BO-5030-02	VENTILADOR BO-5030-02	2	2	2	3	1	2	1	1	2	
				10009057	BO-5030-03	VENTILADOR BO-5030-03	2	2	2	3	1	2	1	2	2	
				10009058	BO-5030-04	VENTILADOR BO-5030-04	2	2	2	3	1	2	1	2	2	
				10009059	BO-5030-05	VENTILADOR BO-5030-05	2	2	2	3	1	2	1	2	2	
				10009060	BO-5030-06	VENTILADOR BO-5030-06	2	2	2	3	1	2	1	2	2	
				10042298	CW-5030-01	CHIMENEA CW-5030-01	3	3	3	3	1	2	3	3	1	
				10042299	CW-5030-02	CHIMENEA CW-5030-02	3	3	3	3	1	3	3	3	1	
				10009040	EE-5030-09	VALVULA ROTATORIA EE-5030-09	2	2	2	3	1	2	1	3	1	
				10009042	EE-5030-11	VALVULA ROTATORIA EE-5030-11	2	2	2	3	1	2	1	3	1	
				10009043	EE-5030-12	VALVULA ROTATORIA EE-5030-12	2	2	2	3	1	2	1	3	1	
				10009044	EE-5030-13	VALVULA ROTATORIA EE-5030-13	2	2	2	3	1	2	1	3	1	
				10039638	EE-5030-16	UNIDAD HIDRAULICA EE-5030-16	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10039639	EE-5030-17	UNIDAD HIDRAULICA EE-5030-17	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10009079	EL-5030-01	ELEVADOR DE CANGILONES EL-5030-01	1	2	2	3	1	1	1	1	1	
				10009075	FI-5030-01	FILTRO DE MANGAS FI-5030-01	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10009076	FI-5030-02	FILTRO DE MANGAS FI-5030-02	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10009073	SC-5030-01	SECADOR ROTATORIO SC-5030-01	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10009074	SC-5030-02	SECADOR ROTATORIO SC-5030-02	2	2	2	3	1	2	2	1	1	
				10009081	TR-5030-01	FAJA TR-5030-01	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009082	TR-5030-03	FAJA TR-5030-03	1	2	2	3	1	1	1	1	1	
				10009083	TR-5030-04	FAJA TR-5030-04	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009084	TR-5030-05	FAJA TR-5030-05	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009085	TR-5030-07	FAJA TR-5030-07	2	2	2	3	1	2	1	2	1	
				10009047	TR-5030-08	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-08	2	2	2	3	1	3	1	2	1	
				10009048	TR-5030-09	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-09	2	2	2	3	1	3	1	2	1	
				10009049	TR-5030-10	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-10	2	2	2	3	1	3	1	2	1	
				10009050	TR-5030-11	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-11	2	2	2	3	1	3	1	2	1	
				10009051	TR-5030-12	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-12	2	2	2	3	1	3	1	2	1	
				10009052	TR-5030-13	TRANSPORTADOR HELICOIDAL TR-5030-13	2	2	2	3	1	3	1	2	1	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **ESPINOZA SALAZAR, LILIANA IVONNE**; docente de la Escuela de Posgrado y Programa académico **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS - MBA** de la Universidad César Vallejo – Piura; asesora del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: **“Implementación del Plan de Mantenimiento Predictivo Insourcing para Optimizar los Costos de Mantenimiento en una Compañía, Bayóvar 2023”**; del autor: **QUISPE ARIAS JULIO** ; constato que la investigación tiene un índice de similitud de **13%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Piura, 23 de Enero del 2024.

ESPINOZA SALAZAR, LILIANA IVONNE	
DNI: 02684276	
ORCID: 0000-0002-6336-4771	