



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN EL ÁREA DE FILTRADO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE UNA EMPRESA MINERA EN LA REGIÓN DE ANCASH”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Jimmy Magán Alfaro

Asesor:

Ing. Miguel Alcalá Adrianzen

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

Dios es el dueño de todas las cosas de esta vida, por ello a él es que hay que pedirle que nos dé la oportunidad de alcanzar cada uno de nuestros logros, y más allá de pedirle que queremos un nuevo auto, una nueva casa, o cosas así que al final no nos llenan del todo, hay que pedirle sabiduría; de tal manera que podamos encaminarnos al éxito, y hacer las cosas de la manera en que nosotros consideremos que es lo mejor y que nos traerá bienestar y felicidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por brindarme una familia maravillosa quienes han creído y confiado en mí siempre dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo porque siempre han estado conmigo en los buenos y malos momentos lo que me fortifica para seguir adelante y a la consecución de logros que no son sólo míos sino de ellos, gracias familia por su apoyo incondicional.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	265
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	62
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	65
CAPITULO V. ANEXOS.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2: Calificación de causas raíces - área de filtrado .....	27
Tabla 3: Priorización causas raíces - área de filtrado .....	28
Tabla 4: Matriz de Indicadores - área de filtrado .....	30
Tabla 5: Indicadores actuales y meta.....	31
Tabla 6: % de actividades estandarizadas.....	32
Tabla 7: Pérdida por la falta de estandarización del proceso de muestreo .....	32
Tabla 8: Elementos para el estudio de tiempos .....	33
Tabla 9: Cálculo del número de observaciones .....	35
Tabla 10: Suplementos para el estudio de tiempos.....	35
Tabla 11: Tiempos estándar para cada actividad de toma de muestra.....	37
Tabla 12: Diagrama de operaciones del proceso de toma de muestra actual .....	38
Tabla 13: Beneficio anual del estudio de tiempos .....	39
Tabla 14: Incremento del % de actividades estandarizadas .....	39
Tabla 15: Costos de pérdida - Cr2 .....	40
Tabla 16: Costo de pérdida Cr4 .....	41
Tabla 17: Leyenda .....	42
Tabla 18: Sistema de Indicadores - Muestreo .....	43
Tabla 19: Costo de pérdida Cr5 .....	47

Tabla 20: Control de muestreo y no conformidades.....	48
Tabla 21: Costo de pérdida Cr3 .....	49
Tabla 22: Plan de auditoria interna.....	54
Tabla 23: Informe de auditoría interna .....	55
Tabla 24: Acta de Reunión de apertura/ cierre de auditoría .....	56
Tabla 25: Inversión para las propuestas de mejora.....	57
Tabla 26: Beneficios de la Propuesta de mejora.....	59
Tabla 27: Estado de resultados mensual.....	60
Tabla 28: Flujo de caja mensual .....	61
Tabla 29: Indicadores Financieros.....	61
Tabla 30: Resumen de Valor actual, Valor mejorado y beneficio de la propuesta de mejora del área de filtrado.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa - Área de filtrado. ....	26
Figura 2: Diagrama de Pareto - área de filtrado .....	29
Figura 3: Calificación del ritmo de trabajo.....	36
Figura 4: Pérdida actual y beneficio de la CR8 .....	62
Figura 5: Pérdida actual y beneficio de la CR2.....	63
Figura 6: Pérdida actual y beneficio de la CR4. ....	63
Figura 7: Pérdida actual y beneficio de la CR5 .....	64
Figura 8: Pérdida actual y beneficio de la CR3 .....	64

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general diseñar la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado para reducir los costos de una empresa minera, dado que la empresa ha estado generando sobrecostos por las deficiencias identificadas en dicha área.

En primer lugar, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa en estudio. Se ha seleccionado el área de filtrado, dado que se diagnosticó que es un área donde se puede realizar mejoras, debido a que presenta una serie de deficiencias en el proceso y la generación de pérdidas en torno a ello, utilizando el diagrama de Ishikawa, matriz de priorización y diagrama de Pareto.

Una vez culminada la etapa de la identificación de los problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en el cual se tomó en cuenta todas las evidencias para demostrar lo mencionado anteriormente. Asimismo, se evaluó el impacto de la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado, obteniéndose una ganancia al día de hoy de S/. 43,102.70, una tasa interna de retorno de 34.61% y un beneficio costo de 1.50, es decir por cada sol invertido, se obtienen 0.50 soles de ganancia, lo cual es favorable para la empresa.

**Palabras clave:** Filtrado, mejora, sobrecostos, beneficio, procesos.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to design the process improvement proposal in the filtering area to reduce the costs of a mining company, given that the company has been generating costs due to the deficiencies identified in that area.

First, a diagnosis was made of the current situation of the company under study. The filtering area has been selected, since it is diagnosed that it is an area where improvements can be made, because it presents a series of deficiencies in the process and the generation of losses around a thread, using the Ishikawa diagram, prioritization matrix and Pareto diagram.

Once the problem identification stage was completed, the diagnosis of the company was made, in which the account of all the evidence was requested to demonstrate the aforementioned. Likewise, the impact of the process improvement proposal in the filtering area was evaluated, obtaining a profit of S / . 43,102.70, an internal rate of return of 34.61% and a cost benefit of 1.50, that is, for each sun invested, obtains 0.50 soles of profit, which is favorable for the company.

**Keywords:** Filtering, improvement, cost overruns, profit, processes.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la globalización de la economía que agudiza las presiones en cuanto a la competitividad; la necesidad urgente de hacer empresas eficientes provocada por las exigencias crecientes de los clientes, conllevan a trabajar con las empresas e ir transformándolas desde adentro. Se impone la necesidad de cambios en la orientación estratégica de las organizaciones en el perfeccionamiento de su sistema informativo y la automatización de sus procesos (Alpízar, 2016).

En el mercado, encontramos diversas industrias cada una con una situación particular, entre ellas tenemos la industria del cobre, la cual presenta una tendencia positiva y creciente de demanda; según los últimos datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), se calcula que las reservas mundiales de cobre ascienden a 830 millones de toneladas y el consumo anual de cobre es de 28 millones de toneladas. Además, los informes del USGS demuestran que siempre ha habido, en promedio, 40 años de reservas de cobre y más de 200 años de recursos disponibles, que incluyen las reservas, yacimientos descubiertos y potencialmente rentables, así como yacimientos aún no descubiertos pero estimados en base a estudios geológicos preliminares. Estos recursos de cobre superarían los 5.000 millones de toneladas (Instituto Europeo del Cobre, 2018)

El cobre se encuentra en más de 20 países en todo el mundo, destacando Chile, Perú, China y Estados Unidos como principales productores a nivel mundial, según datos de 2017 del International Copper Study Group (ICSG). La extracción de cobre, por

tanto, no depende de un país o de una región en particular, como sucede con otras materias primas. Esta diversidad se traduce en una mayor estabilidad del mercado del cobre y

reduce el perfil de riesgo del cobre (Instituto Europeo del Cobre, 2018).

La industria del cobre ya invierte de forma significativa en innovación y soluciones sostenibles. En promedio, los miembros de Copper Alliance invierten un total de 20.000 millones de dólares al año para mejorar su contribución al desarrollo sostenible

en áreas como la protección del medio ambiente y la seguridad de sus operaciones. Sin embargo, esto no es suficiente por sí solo. Aunque es cierto que la industria puede y debe hacer más para asegurarse que el cobre se extrae, usa y recicla de forma sostenible, también se necesita que haya estabilidad política y un entorno regulatorio favorable para dicha inversión (Instituto Europeo del Cobre, 2018).

De acuerdo a datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM), nuestro país ocupa el segundo lugar en la producción de cobre con 2.44 millones de TMF (toneladas métricas finas), que representa el 11.8% del total mundial. Mientras que el zinc sumó 1.47 millones TMF, volumen que significa el 11.6% de todo lo producido en el mundo respecto a este metal (Ministerio de Energía y Minas, 2019)

Dentro de este contexto se encuentra la empresa minera, la cual es una empresa dedicada a la extracción de cobre y zinc; de las indagaciones realizadas se observa que existen tiempos improductivos y desfases en el proceso de filtrado, dando lugar a oportunidades de mejora.

El proceso de filtrado es uno de los procesos que se tiene dentro de la empresa minera que tiene como base la cantidad de muestras filtradas de cada lote de

concentrado recepcionados, los muestreos de los concentrados son realizados por personal operario luego del cual son llevadas al laboratorio para ser analizadas por los elementos Cu, Zn, Bi y As.

Se han identificado pérdidas en el proceso de muestreo debido a las siguientes causas:

La falta de estandarización del proceso de muestreo generó un sobretiempos de 279.17 horas para las 1444 muestras realizadas en el año 2018, cabe mencionar que el tiempo actual del proceso de cada muestreo es de 58 minutos, al multiplicar por el costo hora hombre de S/ 14.58 generó una pérdida por el sobretiempos de S/ 4,070.35.

La falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo, esto debido a que el personal sólo recibió la capacitación al inicio de la operación, luego del cual, no se programaron capacitaciones a pesar que el personal ha ido cambiando, generando un sobre costo en el área de filtrado de S/. 51,362.50.

La ausencia de indicadores de gestión lo cual ocasiona que no se pueda medir lo que se hace, no se pueda controlar y si no se puede controlar no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar generando pérdidas S/. 47,570.83,

Incumplimiento de las especificaciones de los periodos de toma de muestra, lo que genera que no se tenga un control establecido de las muestras, generando pérdidas por S/. 105,306.25.

La falta de auditoria interna al proceso de muestreo lo cual ocasiona que no se pueda examinar y evaluar el proceso y el desempeño del personal, generando pérdidas por S/. 35,277.08.

Por las razones antes expuestas para darle solución a esta problemática en la empresa, se realizará una propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado para

reducir los costos, con el propósito que el proceso esté diseñado y balanceado lo más eficientemente posible, funcionando óptimamente, desde el punto de vista de labor y flujo de producto, maximizando la utilización de recursos, toma de decisiones oportuna y permitiendo alcanzar altos niveles de competitividad.

Los antecedentes considerados en la investigación son:

- En la investigación de Jara, M. (2014), denominada “Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metal mecánica, Fábrica INDUGLOB”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Politécnica Salesiana. Empleando un diseño de investigación no experimental, transeccional causal – correlacional y como métodos de investigación deductivo (encuesta, entrevista). Obteniendo como resultados que comparando el mapeo actual con el mapeo futuro deseado, revelan una mejora del 57.4% en el flujo de producción o lead time, y por consecuencia de esto una reducción de inventarios en planta, es decir produciendo la misma cantidad de productos, pero con menor capital de trabajo, utilizando herramientas de sistema de indicadores de control y estandarización del proceso correspondiente, llegando a la conclusión que es de suma importancia dedicar tiempo a la fase de análisis de mapeo de flujo de valor, ya que esta filosofía nos indica o nos permite visualizar cómo fluye el proceso, nos permite ver las fuentes y orígenes del desperdicio, nos permite elaborar estrategias de mejoras, focalizándose en lo más importante para la meta de la empresa.
- En la investigación de Barrios (2007), denominada “Propuesta de un modelo de reingeniería para reducir costos en los procesos de despacho y recepción de contenedores en la empresa portuaria Quetzal”, realizada para obtener el título de Magister en administración financiera; en la Universidad de San Carlos de

Guatemala. Empleando un diseño de investigación no experimental, transeccional causal – correlacional y como métodos de investigación deductivo (encuesta, entrevista), concluyendo que no contar con procesos actualizados representa una limitante para que el departamento de contenedores pueda satisfacer y desarrollar de manera eficiente las necesidades de los usuarios.

- En la investigación de Chang, A. (2016), denominada “Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Empleando un diseño de investigación no experimental, transeccional causal – correlacional y como métodos de investigación deductivo (encuesta, entrevista, observación). Obteniendo como resultados reducir el tiempo promedio de la actividad de 15 segundos por par (3 minutos por docena) a 10 segundos por par (2 minutos por docena), llegando a la conclusión que se incrementó la productividad de máquina en un 35% y la productividad en mano de obra incrementó en un 68%.

- En la investigación de Castañeda (2016), denominada “Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A. Chiclayo”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Señor de Sipán. Empleando un diseño de investigación no experimental, transeccional causal – correlacional y como métodos de investigación deductivo (encuesta, entrevista, observación), concluyendo que se procedió a identificar los problemas más críticos a través del diagrama de Pareto y el análisis previo de la situación en que se encontró la empresa Transportes Chiclayo, determinando que éstos eran la falta de

planificación e inexistencia de un plan de mejora, así como la inadecuada Gestión de Mantenimiento. Se seleccionó como herramientas para el plan la implementación de Mant. Programado, Mant Autónomo, Mant. Preventivo, indicadores de gestión, metodología 5s y se determinó la importancia según bases teóricas de la adecuada Gestión del Mantenimiento, procediendo a diseñar un plan de mejora

y proponerlo a la empresa, habiéndose implementado gran parte de dicho plan.

- En la investigación de Flores (2017), denominada “Propuesta de mejora en la gestión de producción para reducir costos en los procesos de producción de la empresa San Fernando S.A.”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Privada del Norte. Empleando un diseño de investigación pre experimental y como métodos de investigación deductivo (encuesta, revisión documentaria y observación), concluyendo que se diseñó una Propuesta de Mejora en la Gestión de Producción en los procesos de producción, y directamente al personal de dicha área. Esto permitió obtener la información necesaria para poder, a su vez: clasificarla, procesarla y analizarla de manera rápida y eficiente, ajustándose a las necesidades propias de la empresa. Los resultados fueron: La reducción de costos anuales por reprocesos, aumento de la productividad y reducción de tiempos, lo cual significó un ahorro anual de S/. 3, 268,815.24/año, un VAN de S/. 1, 409,133.04, un TIR de 112% y un B/C de 1.92. De la misma manera, el presente estudio quedará implantado dentro de la empresa; lo cual será de gran ayuda para un futuro y servirá de base para reducir costos gracias a las nuevas formas de trabajo.

- En la investigación de Avalos, S. (2013), denominada “Propuesta de Mejora en el proceso productivo de la línea de calzado de niños para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes - Trujillo”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Privada del Norte. Empleando un diseño de investigación pre experimental y como métodos de investigación deductivo (encuesta, observación). Obteniendo como resultados que al aplicar en conjunto las propuestas de mejora planteada se logra incrementar la productividad de la línea de calzado infantil de niño a 81.70 % obteniendo un incremento en la producción de 98 docenas semanales, llegando a la conclusión que con el estudio de tiempos y métodos de trabajo fue necesario intensificar la mano de obra aumentando la fuerza laboral de 1 ayudante para la estación de cortado, un ayudante para la estación de perfilado y un almacenero.

La teoría utilizada corresponde a:

**A. Estandarización de procesos**

Existe una concordancia entre los diversos autores que estudian la temática de estandarización de procesos y mejora de la productividad. Teniendo como definición común el hecho de que un estándar es un valor obtenido de un proceso de estudio de tiempos o de la medición del trabajo, que determina la cantidad de tiempo en que se debe realizar una operación específica.

Estos tiempos sirven para la programación del trabajo y asignación de todos los recursos inherentes que permiten la ejecución del mismo (personas, insumos, maquinarias, etc.). También, para ofrecer una base para la medición del desempeño del colaborador en las operaciones y la motivación del trabajador. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

**a. Definición de tiempo estándar**

Es el tiempo determinado para realizar una operación que se calcula añadiéndole al tiempo normal promedio de un empleado (que ejerce la operación), las tolerancias correspondientes a las necesidades personales del trabajador (como descanso para relajamiento o permisos para ir al baño), las demoras inevitables (descomposturas de los equipos o falta de materiales o materia prima) y la fatiga propia o natural del trabajador (fatiga mental o física). (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

**b. Técnicas básicas para el establecimiento de estándares de trabajo**

La elección de la herramienta más apropiada para estandarizar los procesos en una organización depende de las características y condiciones particulares de los procesos

de la misma. (Niebel & Freivalds, 2009).

El estudio cronometrado de tiempo (uso de cronómetros para medir el trabajo), y el muestreo de trabajo (registro aleatorio de observaciones de una persona mientras trabaja) son conocidas como técnicas de observación directa.

Por otra parte, los sistemas de datos predeterminados de tiempos y movimientos (SPTM) que son la sumatoria de tablas de tiempos de movimientos genéricos que han sido desarrollados en un laboratorio, y los datos elementales, que son el producto de la sumatoria de tiempos tomados de una base de datos de combinaciones similares de movimientos para llegar al tiempo correspondiente de trabajo, son considerados como métodos de observación indirecta. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

**1. Generalidades del estudio de tiempos**

**a. Requerimientos de equipo para el estudio de tiempos**

Para poder realizar el estudio de tiempos se necesitan, como mínimo, algunas herramientas que faciliten su ejecución: cronómetro, tablero, cámaras de video

grabación, calculadora de bolsillo y las formas del estudio de tiempo (debe contener campos para registrar información clave como, nombre del operario, proceso en estudio, nombre y número de la máquina, elementos extraños presentes en la operación, resumen de holguras, etc.). (Niegel & Freivalds, 2009).

**b. Funciones básicas del analista para la ejecución del estudio de tiempos**

Para la ejecución del estudio de tiempos se deberá realizar una correcta selección del operario con la ayuda del supervisor o encargado del área a analizar. Para ello, se debe elegir a un operario que tenga un desempeño promedio, o ligeramente superior. Lo que asegurará resultados confiables y establecimiento de estándares se trabajo justo.

En segundo lugar, se debe registrar toda la información significativa como máquinas, condiciones de trabajo, operaciones y nombres de los trabajadores que desempeñan los procesos a estudiar, así como también un bosquejo de la distribución del espacio físico. Toda esta información permitirá realizar un mejor estudio de tiempos, y a su vez, proponer mejoras para la modificación de los procesos en busca de la optimización de recursos. (Niegel & Freivalds, 2009)

En tercer lugar, debe estudiarse mediante varios ciclos el proceso con el fin de separar todas las actividades en grupos pequeños medibles conocidos como elementos. Estos deben de ser inscritos en la forma del estudio de tiempos para poder levantar el tiempo de ejecución de cada uno. En este punto se debe tener la precaución de separar todos los elementos mediante señales audibles o visuales como un sonido o un movimiento distintivo de tal manera que exista congruencia y secuencialidad en todas las lecturas de tiempo levantadas con el cronómetro. (Niegel & Freivalds, 2009)

**c. Inicio del estudio y levantamiento de datos**

Se debe de registrar en la forma de estudio de tiempos la hora de inicio del estudio al mismo tiempo que se inicia el cronómetro para el levantamiento de datos del primer ciclo. Se debe de anotar los dígitos necesarios que brinda el cronómetro omitiendo el punto decimal, obteniendo el mayor tiempo posible para la calificación del desempeño del operario. (Niebel & Freivals, 2009)

**d. Posición del analista durante la ejecución del estudio de tiempos**

El analista debe de estar en posición de pie, detrás del operario y el puesto para no distraer ni interferir en el trabajo del mismo, tratando en lo posible de no llamar la atención, al igual que asegure el seguimiento de todos los movimientos del trabajador para su posterior calificación de desempeño. (Niebel & Freivals, 2009).

**2. Cálculos requeridos en el estudio de tiempos**

**a. Cálculo del número de ciclos a estudiar para cada elemento del proceso**

Esta etapa es una de las más críticas de todo el estudio de tiempos ya que garantiza la precisión y confiabilidad del mismo a lo hora del establecimiento de estándares justos y aprobados por los miembros de la organización. (Niebel & Freivals, 2009)

Para la realización de este trabajo se tomará como referencia la metodología diseñada por General Electric Company para determinar el número de ciclos a medir de cada elemento presente en la operación, tomando como variables la actividad de cada tarea y su tiempo de ejecución previamente observado. (Niebel & Freivals, 2009)

**b. Asignación de calificación del desempeño del operario**

Esta calificación tiene como finalidad la de ajustar el tiempo observado que requiere un operario para realizar un trabajo de tal manera que se acerque al desempeño estándar y normal para ejecutar dicha actividad. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Se debe aumentar el tiempo si se ha seleccionado un operario que supera los estándares, y disminuirlo si se selecciona un operario por debajo de los estándares.

Siendo este proceso de uno de los más importantes en el estudio de tiempos ya que depende netamente de la experiencia y criterio del analista o persona que realice dicho estudio. (Niebel & Freivalds, 2009)

Para obtener el tiempo normal (TN) de cada elemento de la operación, se multiplica el tiempo observado por el índice de calificación de desempeño para dicho elemento:

$$TN=TO \times C/100$$

Para realizar la calificación de desempeño se utilizará el método de calificación de la velocidad que considera la producción y el ritmo de trabajo como unidad de tiempo. Teniendo como particular que el empleo de este método requiere que el analista y tenga un conocimiento completo del trabajo antes de realizar el estudio. (Niebel & Freivalds, 2009)

Se debe valorar el desempeño del trabajo antes de proceder a determinar si está arriba o debajo de lo normal, tratando de colocarlo en una escala relativa de calificación que compara la diferencia numérica entre el estándar y el desempeño mostrado. Considerando 100% como desempeño normal, 110% como desempeño 10% arriba de lo normal, y 90% como 10% por debajo de lo normal. (Niebel & Freivalds, 2009)

c. Determinación de suplementos u holguras

Mediante este punto se puede garantizar la implantación de estándares justos ajustando los tiempos normales de los elementos de la operación, ya que por lo general el estudio de tiempos se lo realiza en periodos relativamente cortos, lo que no permite identificar las demoras inevitables por las necesidades de los trabajadores, así como por las demoras propias de los procesos. (Niegel & Freivalds, 2009)

Esta adición de suplementos se puede aplicar a diferentes partes del proceso como al tiempo de ciclo total, a los tiempos de las máquinas y al tiempo por esfuerzo manual. Siendo las holguras para el tiempo de ciclo total las aplicables a compensar demoras por necesidades personales de los operarios, limpieza de la estación de trabajo y tiempos de lubricación de las máquinas. Los suplementos aplicables al tiempo de máquinas aplican al tiempo de mantenimiento de máquinas y herramientas, así como la variación de la energía. Finalizando con los suplementos aplicables al esfuerzo manual que ajustan valores por fatiga y ciertas demoras inevitables. (Niegel & Freivalds, 2009)

Las holguras por necesidades personales (holguras constantes) incluyen las interrupciones del trabajo para mantener el bienestar general del operario, como beber agua, ir al baño. De la misma forma, las holguras por fatiga básica (holguras constantes) son las empleadas para cubrir el consumo de energía de los operarios para realizar el trabajo y aliviar la monotonía. (Niegel & Freivalds, 2009)

La holgura variable está asociada con las necesidades personales, considerándose como no homogénea pudiendo ser estrictamente física como puramente psicológica o una combinación de ambas. Teniendo como resultado la disminución del deseo de trabajar. Considerando como factores más incisivos las condiciones de trabajo como

ruido, calor, humedad; la naturaleza del trabajo como postura y esfuerzo muscular y el tedio; así como la salud general del trabajador. (Niebel & Freivalds, 2009)

Se puede determinar la fatiga variable midiendo la disminución de la producción a lo largo del tiempo de trabajo, o también midiendo la tasa de producción en una frecuencia determinada, como se expone en la siguiente ecuación:  $F = (T-t) \times 100/T$  Donde F es el coeficiente de fatiga, T es el tiempo requerido para realizar la operación al término del trabajo continuo, t es el tiempo requerido para realizar la operación al inicio del trabajo continuo. (Niebel & Freivalds, 2009)

Para utilizar esta tabla se debe determinar el factor de holgura para cada elemento del estudio y después sumar los valores para obtener la holgura por fatiga global, que luego se debe sumar a la holgura por fatiga constante. Por otra parte, las holguras especiales por demoras inevitables como las interrupciones del supervisor, la dificultad en cumplir con las tolerancias y especificaciones de la operación, la reasignación de actividades, las interrupciones de los entes de control, inestabilidad o variabilidad de las materia primas o insumos de fabricación, interrupciones por los compañeros de trabajo, el desempeño del operario, el mismo que es medido en la calificación del desempeño del operario.

No se adicionan tiempos de holgura por demoras evitables, puesto que estas se deben

a ociosidad por parte del operario, consumo de tiempo en actividades sociales no productivas y mal uso del tiempo de trabajo. (Niebel & Freivalds, 2009)

Finalmente, se deberá tomar en cuenta las demoras y los tiempos por la limpieza de la

estación de trabajo y mantenimiento de las herramientas de trabajo mucho más cuando estas actividades forman parte de las funciones de los operarios.

Considerando que por lo general se añaden estos tiempos u holguras adicionales al tiempo estándar de ciclo total. (Niebel & Freivalds, 2009)

**d. Cálculo del tiempo estándar**

Una vez que han obtenido los tiempos normales de cada elemento de la operación y el porcentaje de holguras requerido para ajustar los tiempos de producción de acuerdo a las necesidades básicas de las personas y las demoras inevitables del proceso, se calcula el tiempo estándar del proceso.

Para ello, se expresa la holgura total como un multiplicador, para que el tiempo normal (TN) se pueda ajustar fácilmente al tiempo estándar (TE). (Niebel & Freivalds, 2009)

$$TE = TN \times (1 + \text{Holgura total})$$

**1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado influye en los costos de una empresa minera?

**1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar en qué medida la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado influye en los costos de una empresa minera.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del área de filtrado.
- Diseñar una propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado.
- Realizar la evaluación económica y financiera de la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado de la empresa.

## **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado reduce los costos de una empresa minera de la región Ancash.

Tabla 1

*Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA
<b>X: Propuesta de Mejora de Procesos en el área de Filtrado</b>	Aplicación, orden y mejora de normas establecidas a procesos productivos con el fin de tener un ordenamiento de cada área y una buena calidad en el producto.	Estandarización	% de actividades estandarizadas	$\frac{N^{\circ} \text{ de actividades estandarizadas}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$
		Capacitación	% cumplimiento programa de capacitación	$\frac{\text{cantidad de capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones programadas}} * 100\%$
		Indicadores de gestión	% indicadores de gestión implementados	$\frac{\text{cantidad de indicadores implementados}}{N^{\circ} \text{ total de indicadores requeridos.}} * 100\%$
		Muestreo	% cumplimiento de toma de muestras	$\frac{\text{cantidad de muestras tomadas fuera de lo requerido}}{N^{\circ} \text{ total de muestras óptima}} * 100\%$
		Auditoría de proceso	% cumplimiento programa de auditoría	$\frac{\text{cantidad de auditorías realizadas}}{\text{Total de auditorías programadas}} * 100\%$
<b>Y: Reducción de Costos</b>	Elementos que generan un valor de mano de obra, materiales, y otros aspectos relacionados a la obtención del producto.	Desempeño de los costos de la empresa.	Costos	Reducción de costos = Costos actuales - Costos con la propuesta de mejora

Nota: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

El diseño de investigación es pre- experimental.

### **2.2. Materiales, instrumentos y métodos**

#### **2.2.1. Población**

La población de la investigación son los procesos y el personal clave de los procesos relacionados al área de filtrado (12 personas) de una empresa minera.

#### **2.2.2. Muestra**

La muestra está conformada por los procesos y el personal clave de los procesos relacionados al área de filtrado (12 personas) de una empresa minera. El muestreo es no probabilístico por conveniencia.

#### **2.2.3. Técnicas de Obtención de datos**

Los datos serán obtenidos a través de las técnicas de observación, revisión documentaria y encuesta.

#### **2.2.4. Técnicas de Análisis e Interpretación de los datos**

- Tablas estadísticas
- Gráficos estadísticos

#### **2.2.5. Instrumentos**

- Ficha de observación
- Ficha documental
- Cuestionario (véase anexo 1).

### 2.3. Procedimiento

#### 2.3.1. Diagnóstico de la situación actual del área de filtrado en una empresa minera.

##### A. Identificación de causas raíces

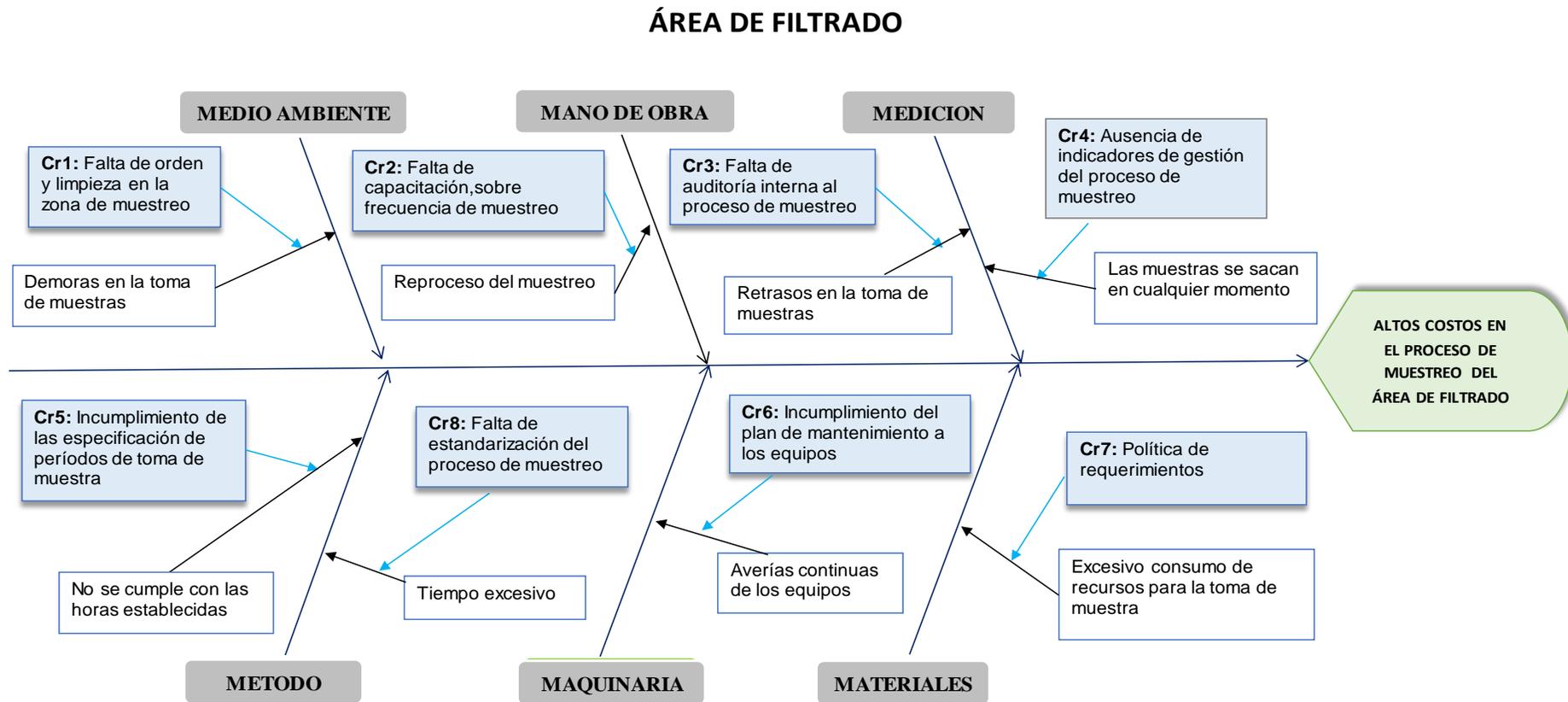


Figura 1. Diagrama de Ishikawa - Área de filtrado  
Fuente: Elaboración Propia.

## B. Diagrama de Pareto

Tabla 2

Calificación causas raíces - área de filtrado

NIVEL	CALIFICACIÓN
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

ENCUESTADO / CAUSAS RAÍCES		FILTRADO							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Falta de orden y limpieza	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	Ausencia de indicadores de gestión del proceso de muestreo	Incumplimiento de las especificación de períodos de toma de muestra	Incumplimiento del plan de mantenimiento a los equipos	Política de requerimientos desactualizada	Falta de estandarización del proceso de muestreo
FILTRADO	Jefe de Planta	2	3	2	3	3	2	2	3
	Supervisor de filtrado	1	3	3	3	3	1	3	3
	Operador de fajas	1	3	3	3	3	2	2	3
	Auxiliar de planta	2	3	3	3	3	1	3	3
<b>Calificación Total</b>		<b>6</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>12</b>

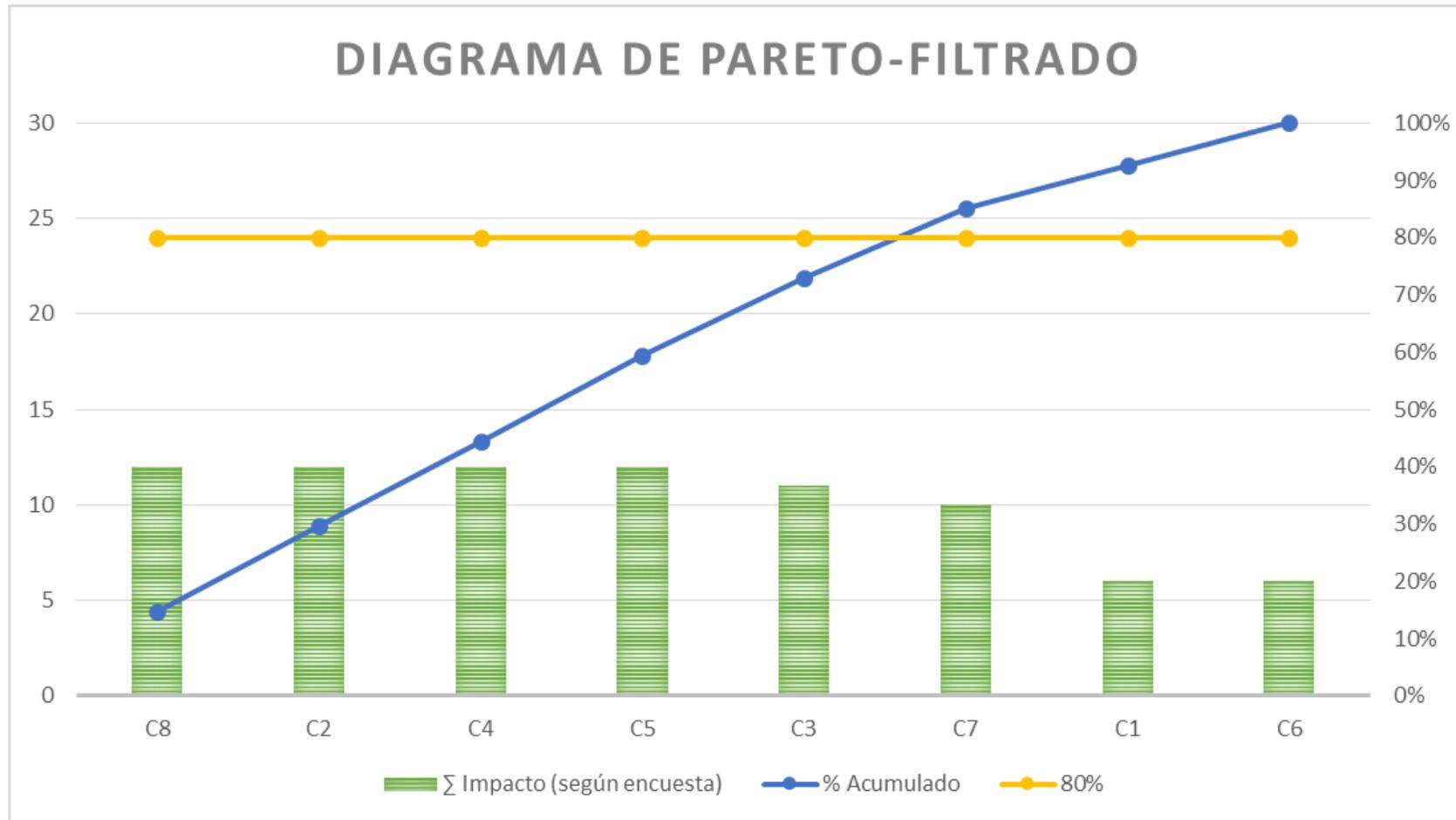
Nota: Elaboración Propia.

Tabla 3

*Priorización causas raíces - área de filtrado*

ITEM	CAUSA	$\Sigma$ Impacto (según encuesta)	% Impacto	% Acumulado	80-20
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	12	15%	15%	80%
C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	12	15%	30%	80%
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso muestreo	12	15%	44%	80%
C5	Incumplimiento de las especificaciones de períodos de toma de muestra	12	15%	59%	80%
C3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	11	14%	73%	80%
C7	Política de requerimientos desactualizada	10	12%	85%	80%
C1	Falta de orden y limpieza	6	7%	93%	80%
C6	Incumplimiento del plan de mantenimiento a los equipos	6	7%	100%	80%
<b>TOTAL</b>		<b>81</b>			

Nota: Elaboración Propia.



*Figura 1.* Diagrama de Pareto - área de filtrado  
 Nota: Elaboración Propia.

### C. Matriz de Indicadores

Tabla 4

*Matriz de Indicadores - área de filtrado*

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	ACTUAL	META	HERRAMIENTA
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	% de actividades estandarizadas	$\frac{N^{\circ} \text{ de actividades estandarizadas}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$	0	100%	Estudio de tiempos y DOP
C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	% cumplimiento programa de capacitación	$\frac{\text{cantidad de capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones programadas}} * 100\%$	17%	90%	Sistema de indicadores de gestión
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso muestreo	% indicadores de gestión implementados	$\frac{\text{cantidad de indicadores implementados}}{N^{\circ} \text{ total de indicadores requeridos.}} * 100\%$	33%	95%	
C5	Incumplimiento de las especificación de períodos de toma de muestra	% cumplimiento de toma de muestras	$\frac{\text{cantidad de muestras tomadas fuera de lo requerido}}{N^{\circ} \text{ total de muestras óptima}} * 100\%$	20%	90%	Control de muestreo y no conformidades
C3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	% cumplimiento programa de auditoría	$\frac{\text{cantidad de auditorías realizadas}}{\text{Total de auditorías programadas}} * 100\%$	25%	95%	Procedimiento de auditoría interna

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 5

*Indicadores actuales y meta*

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	ACTUAL	Costo perdido VA	META	Costo perdido VM	Beneficio %	Beneficio S/.	HERRAMIENTA
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	% de actividades estandarizadas	$\frac{N^{\circ} \text{ de actividades estandarizadas}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$	0%	S/. 4,070.35	100.00%	S/. -	100.00%	S/. 4,070.35	Estudio de tiempos y DOP
C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	% cumplimiento programa de capacitación	$\frac{\text{cantidad de capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones programadas}} * 100\%$	17%	S/. 51,362.50	90.00%	S/. 9,701.81	73.00%	S/. 41,660.69	Sistema de indicadores de gestión
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso muestreo	% indicadores de gestión implementados	$\frac{\text{cantidad de indicadores implementados}}{N^{\circ} \text{ total de indicadores requeridos.}} * 100\%$	33%	S/. 47,570.83	95.00%	S/. 16,524.61	62.00%	S/. 31,046.23	
C5	Incumplimiento de las especificación de períodos de toma de muestra	% cumplimiento de toma de muestras	$\frac{\text{cantidad de muestras tomadas fuera de lo requerido}}{N^{\circ} \text{ total de muestras óptima}} * 100\%$	20%	S/. 105,306.25	90.00%	S/. 23,401.39	70.00%	S/. 81,904.86	Control de muestreo y no conformidades
C3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	% cumplimiento programa de auditoría	$\frac{\text{cantidad de auditorías realizadas}}{\text{Total de auditorías programadas}} * 100\%$	25%	S/. 35,277.08	95.00%	S/. 9,283.44	70.00%	S/. 25,993.64	Procedimiento de auditoría interna
				Total	S/. 243,587.01		S/. 58,911.24		S/. 184,675.77	

Nota: Elaboración propia

## 2.3.2. Solución propuesta

### 2.3.2.1. Causa raíz N°8: Falta de estandarización del proceso de muestreo

#### a. Descripción de las Causas raíces

La empresa actualmente no tiene estandarizado el proceso de muestreo de concentrado el cual se da en el área de filtrado, es así que en el año 2018 el indicador de % de actividades estandarizadas del proceso de muestreo es 0%.

Tabla 6

*% de actividades estandarizadas*

	Actual
Actividades totales de toma de muestra	12
N° de actividades estandarizadas	0
% de actividades estandarizadas	0%

Nota: Elaboración propia

La falta de estandarización del proceso de muestreo, generó un sobretiempo de 279.17 horas para las 1444 muestras realizadas en el año 2018, cabe mencionar que el tiempo actual del proceso de muestreo fue de 58 minutos, al multiplicar por el costo hora hombre de S/ 14.58 generó una pérdida por sobretiempo de S/ 4,070.35, así como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Tiempo real antes del estudio de tiempos						
2018	Muestras reales	Tiempo actual por muestra (minutos)	Tiempo total (horas)	Tiempo de exceso de tiempo estándar (horas)	Pérdida en soles	
Lotes de cobre	243	1130	58.00	1092.33	218.47	S/. 3,185.24
Lotes de Zn	73	314	58.00	303.53	60.71	S/. 885.10
Lotes totales	316	1444	58.00	1395.87	279.17	S/. 4,070.35

*Pérdida por la falta de estandarización del proceso de muestreo*

Nota: Elaboración propia

## b. Solución Propuesta

Como propuesta de solución se va a realizar el estudio de tiempos del proceso de muestreo el cual fue utilizado para el cálculo del tiempo estándar actual.

### Estudio de tiempos del proceso de muestreo de concentrado

#### a) Dividir la tarea en elementos precisos

Se procedió a dividir el proceso de muestreo en 12 pasos, las cuales conforman las actividades de toma de muestra, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 8

*Elementos para el estudio de tiempos*

Nº	ELEMENTOS Y ACTIVIDADES
1	Rotulado de bolsas
2	Verifica todos los implementos necesarios para realizar la muestra
3	Traslado al punto de muestreo
4	Se comunica con el operador de sala de control quien le indica la secuencia de descarga de los filtros
5	Apertura la puerta lateral del chute de descarga
6	Introduce el cucharón en el chute
7	Saca la muestra de chute
8	Llena la bolsa con la muestra
9	Regreso a la sala de muestreo
10	Prepara la muestra
11	Embolsado y etiquetado
12	Almacena para luego llevarlo al laboratorio para su análisis

Nota: Elaboración propia

b) Definir cuantas veces se va a medir la tarea.

Para determinar el número de veces se usó el método estadístico.

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ), para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%.

Para aplicar esta fórmula se hizo 10 observaciones del proceso de muestreo de concentrado, con esta fórmula, el número mayor de muestras fue 15y el número menor de muestra requerido fue 2, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9

*Cálculo del número de observaciones*

Nº	Elementos o actividades (MINUTOS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	x	x2	Nº de Observaciones
1	Rotulado de bolsas	2.30	2.20	2.10	2.40	2.10	2.40	2.50	2.60	2.30	2.20	23.10	53.61	7
2	Verifica todos los implementos necesarios para realizar la muestra	2.27	2.17	2.07	2.37	2.07	2.37	2.47	2.57	2.27	2.17	22.76	52.05	8
3	Traslado al punto de muestreo	3.92	3.82	3.72	4.02	3.72	4.02	4.12	4.22	3.92	3.82	39.26	154.38	3
4	Se comunica con el operador de sala de control quien le indica la secuencia de descarga de los filtros	1.02	0.92	1.01	1.12	1.00	1.12	1.22	1.10	1.02	0.99	10.50	11.08	10
5	Apertura la puerta lateral del chute de descarga	1.02	1.00	1.01	1.12	1.00	1.12	1.22	1.32	1.02	0.99	10.80	11.77	15
6	Introduce el cucharón en el chute	6.35	6.80	6.01	6.05	6.50	6.03	6.22	6.15	6.90	6.30	63.31	401.66	4
7	Saca la muestra de chute	12.70	13.60	12.02	12.10	13.00	12.06	12.43	12.30	13.80	12.60	126.61	1606.63	4
8	Llena la bolsa con la muestra	6.62	6.52	6.00	6.72	5.90	6.72	5.80	6.40	6.62	5.95	63.23	401.02	5
9	Regreso a la sala de muestreo	5.22	5.12	4.60	5.32	4.50	5.32	4.40	5.00	5.22	4.55	49.23	243.58	8
10	Prepara la muestra	13.62	13.52	13.00	13.72	12.50	13.72	12.80	12.45	13.62	12.95	131.88	1741.53	2
11	Embolsado y etiquetado	3.02	2.92	2.40	3.12	2.30	3.12	2.85	2.80	3.02	2.95	28.48	81.83	14
12	Almacena para luego llevarlo al laboratorio para su análisis	1.02	0.92	1.01	1.12	1.05	1.12	1.15	1.00	1.02	0.95	10.34	10.74	8

Nota: Elaboración propia

c) Definir los suplementos

A continuación, se muestra la tabla de suplementos con los que se realizará este estudio de tiempos.

Tabla 10

Descripción del Suplemento	Suplementos
<b>SUPLEMENTO POR DESCANSO</b>	
Suplementos por fatiga básica	4%
Suplementos por necesidades personales	5%
Suplementos variables	0%
<b>TOTAL % DE SUPLEMENTOS</b>	<b>9%</b>

*Suplementos para el estudio de tiempos*

Nota: Elaboración propia

d) Definir la tabla de valoración del ritmo de trabajo

A continuación, se muestra los valores para la calificación del ritmo de trabajo de los operarios a evaluar en el estudio de tiempos.

Escala 0-100	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (1) (Km/h)
0	Actividad nula	
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	4,8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de operario calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del operario calificado medio	8,0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por varios periodos; actuación de “virtuoso” sólo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes	9,6

ón del ritmo de trabajo

Nota: Ávalos y Gonzáles (2013)

e) Determinar el tiempo estándar

Luego de la toma de tiempos, se procedió a determinar el tiempo estándar del proceso actual de muestreo de concentrado el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11

*Tiempos estándar para cada actividad de toma de muestra*

N°	Elementos o actividades (MINUTOS)	TE
1	Rotulado de bolsas	2.00
2	Verifica todos los implementos necesarios para realizar la muestra	2.00
3	Traslado al punto de muestreo	4.00
4	Se comunica con el operador de sala de control quien le indica la secuencia de descarga de los filtros	1.00
5	Apertura la puerta lateral del chute de descarga	1.00
6	Introduce el cucharón en el chute	6.00
7	Saca la muestra de chute	12.00
8	Llena la bolsa con la muestra	6.00
9	Regreso a la sala de muestreo	5.00
10	Prepara la muestra	14.00
11	Embolsado y etiquetado	3.00
12	Almacena para luego llevarlo al laboratorio para su análisis	2.00
<b>Total (minutos)</b>		<b>58.00</b>

Nota: Elaboración propia

A continuación, se procedió a realizar el diagrama de operaciones del proceso de muestreo.

Tabla 12

N°	Elementos o actividades (MINUTOS)	●	■	▼	➔	TE
1	Rotulado de bolsas	●	□	▼	➔	2.00
2	Verifica todos los implementos necesarios para realizar la muestra	○	■	▼	➔	2.00
3	Traslado al punto de muestreo	○	□	▼	➔	4.00
4	Se comunica con el operador de sala de control quien le indica la secuencia de descarga de los filtros	●	□	▼	➔	1.00
5	Apertura la puerta lateral del chute de descarga	●	□	▼	➔	1.00
6	Introduce el cucharón en el chute	●	□	▼	➔	6.00
7	Saca la muestra de chute	●	□	▼	➔	12.00
8	Llena la bolsa con la muestra	●	□	▼	➔	6.00
9	Regreso a la sala de muestreo	○	□	▼	➔	5.00
10	Prepara la muestra	●	□	▼	➔	14.00
11	Embolsado y etiquetado	●	□	▼	➔	3.00
12	Almacena para luego llevarlo al laboratorio para su análisis	○	□	▼	➔	2.00
Total (minutos)						58.00

*Diagrama de operaciones del proceso de toma de muestra actual*

Nota: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 12, el tiempo promedio por toma de muestra actual fue de 58 minutos, sin embargo, con las propuestas de mejora que se muestra a continuación en las otras causas raíces se logra reducir el tiempo a 46.40 minutos, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13

*Beneficio anual del estudio de tiempos*

2018	Luego del estudio de tiempos				
	Tiempo luego del estudio de tiempos y mejora del proceso (minutos)	Muestras reales	Tiempo total (horas)	Reducción de tiempos	Ahorro anual
Lotes de cobre	46.40	1130	873.87	218.47	S/. 3,185.24
Lotes de Zn	46.40	314	242.83	60.71	S/. 885.10
Lotes totales	46.40	1444	1116.69	279.17	S/. 4,070.35

Nota: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 14 que se logró obtener un beneficio anual de S/ 4,070.35.

Con el estudio de tiempos realizado y la estandarización del proceso de muestreo de concentrado, se espera incrementar el % de actividades a un 100%, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14

*Incremento del % de actividades estandarizadas*

	Actual	Con la mejora
Actividades totales del proceso de muestreo	12	12
Nº de actividades estandarizadas	0	12
% de actividades estandarizadas	0%	100%

Nota: Elaboración propia

Cabe mencionar que para el desarrollo de esta propuesta de mejora se hizo uso de formatos, Laptop y cronómetro y otros materiales que se van a detallar en la inversión de la presente investigación.

**2.3.2.2.Causa raíz N° 02 y N° 04: Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo  
y ausencia de indicadores de gestión del proceso de muestreo.**

**a. Descripción de las Causas raíces**

El personal al no tener la capacitación respectiva, realiza una mayor frecuencia de muestreo, no agregando valor al proceso, y generando pérdidas económicas y de tiempo, sin que se cuantifica, ni registra; considerando que lo que no se mide, no se controla y lo que no se controla, no se mejora, ni gestiona; no ha sido posible mejorar ni gestionar dicho proceso.

Tabla 15

*Costos de pérdida - Cr2*

Mes	Horas Hombre Reprocesos	Costo Hora Hombre	Costo pérdida
Ene-18	223	S/. 14.58	S/. 3,252.08
Feb-18	234	S/. 14.58	S/. 3,412.50
Mar-18	245	S/. 14.58	S/. 3,572.92
Abr-18	312	S/. 14.58	S/. 4,550.00
May-18	304	S/. 14.58	S/. 4,433.33
Jun-18	342	S/. 14.58	S/. 4,987.50
Jul-18	289	S/. 14.58	S/. 4,214.58
Ago-18	315	S/. 14.58	S/. 4,593.75
Set-18	276	S/. 14.58	S/. 4,025.00
Oct-18	385	S/. 14.58	S/. 5,614.58
Nov-18	288	S/. 14.58	S/. 4,200.00
Dic-18	309	S/. 14.58	S/. 4,506.25
<b>Total</b>	<b>3522</b>		<b>S/. 51,362.50</b>

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 16

*Costo de pérdida Cr4*

Mes	Horas Hombre Demoras	Costo Hora Hombre	Costo pérdida
Ene-18	225	S/. 14.58	S/. 3,281.25
Feb-18	276	S/. 14.58	S/. 4,025.00
Mar-18	312	S/. 14.58	S/. 4,550.00
Abr-18	267	S/. 14.58	S/. 3,893.75
May-18	302	S/. 14.58	S/. 4,404.17
Jun-18	222	S/. 14.58	S/. 3,237.50
Jul-18	218	S/. 14.58	S/. 3,179.17
Ago-18	317	S/. 14.58	S/. 4,622.92
Set-18	254	S/. 14.58	S/. 3,704.17
Oct-18	287	S/. 14.58	S/. 4,185.42
Nov-18	306	S/. 14.58	S/. 4,462.50
Dic-18	276	S/. 14.58	S/. 4,025.00
<b>Total</b>	3262		S/. 47,570.83

Nota: Elaboración Propia.

**b. Solución Propuesta**

Se ha propuesto un sistema de indicadores de gestión, a fin de determinar los indicadores que evalúen las condiciones en las que se desarrolla el proceso, asimismo se analice las operaciones y riesgos existentes, y se tomen las medidas preventivas o correctivas dado el caso, asimismo se ha elaborado un formato de solicitud de acción de mejora, para optimizar los puntos críticos identificados y se ha realizado un plan de capacitación de muestreo y preparación de muestra para todo el personal del área de filtrado.

Tabla 17

*Leyenda*

LEYENDA	
Estado	Descripción
●	Favorable .- Cumple la meta
●	Alerta - zona de riesgo
●	Desfavorable - no cumple meta
◀◀	Variación se mantiene del período anterior al período actual
▲	Variación con tendencia positiva con respecto al período anterior
▼	Variación con tendencia negativa con respecto al período anterior

Nota:

Elaboración

Propia.

Tabla 18

Sistema de Indicadores - Muestreo

## SISTEMA DE INDICADORES - MUESTREO

Fecha de Control:

Indicadores										Comentarios (Adjuntar Documentación Sustentatoria de Causas y de Acciones)				
Titulo	Tipo IND	Unidad	Resp.	Peso	Anterior	Variación	2019	Cumplimiento (0 - 100%)	2020	Riesgos / Problemas / Análisis	Acciones Preventivas / Correctivas	Resp.	Fecha	Avance (%)
							Meta		Meta					
● Muestras innecesarias	C	%	JRO	24%	●	▼	16%	82%	10%					
● Reproceso de las muestras	D	%	WMU	24%	●	▲	14%	80%	10%					
● Cumplimiento de las especificaciones de las m uestras	C	%	CAR	20%	●	▲	80%	90%	95%					
● Conformidad del programa de muestreo	D	%	IPE	16%	●	▼	90%	87%	95%					
● Cumplimiento del programa de capacitación	C	%	WMU	16%	●	◀	80%	83%	90%					
				100%	Desempeño =>			84%						

Nota: Elaboración propia

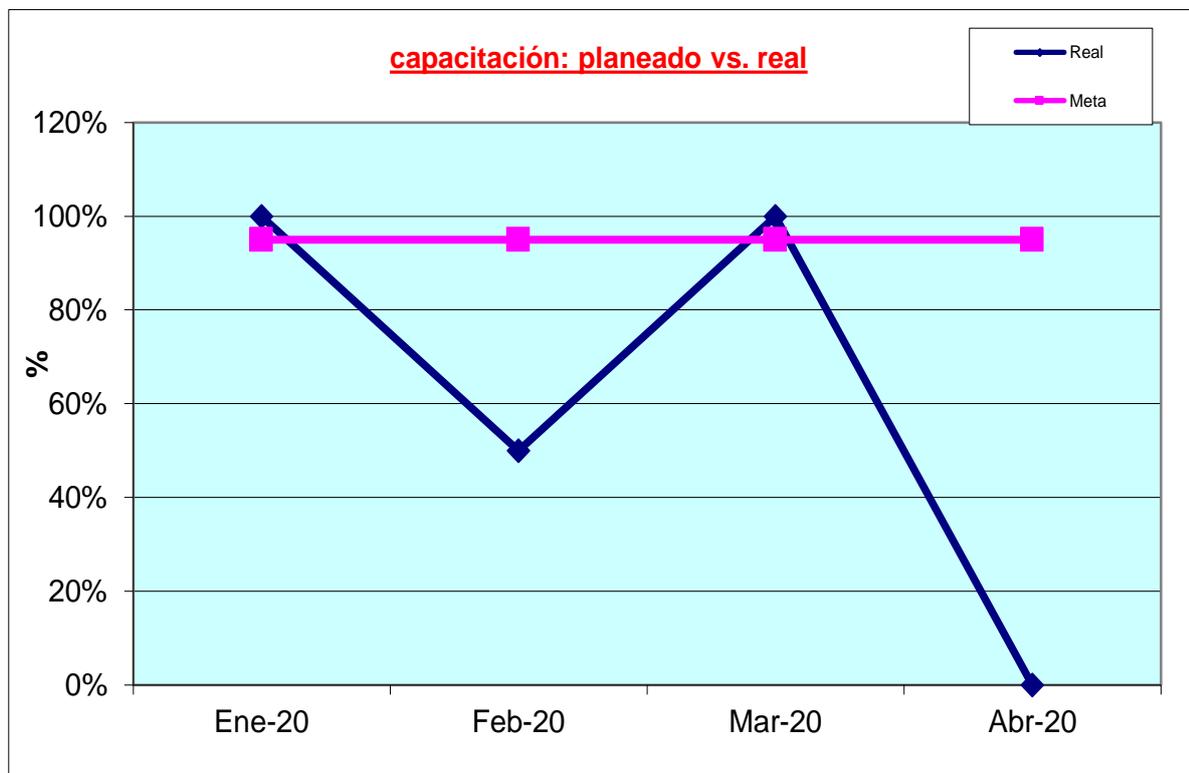
### SOLICITUD DE ACCIÓN DE MEJORA

<b>Tipo :</b>	Auditoría Interna / Externa <input type="checkbox"/>  Seguimiento y medición de los procesos <input type="checkbox"/>  Otro Origen _____			
<b>ÁREA O PROCESO:</b> (donde se generó la Mejora)				
<b>FECHA:</b>				
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA:</b>				
<b>2. PROCEDE LA MEJORA:</b>				
Si:				
No: ¿Por qué?				
<b>3. ACCIONES DE MEJORA:</b>				
Descripción de las acciones	Responsable	Fecha Inicio	Fecha Final	Evidencias de las acciones
				Acta de sensibilización
				Fecha:
Aprobado por:				
<b>4. VERIFICACION DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACCIONES TOMADAS:</b>				
Aprobado por:				Fecha:
<b>5. VERIFICACION DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES DE MEJORA:</b>				
<b>EFICACIA VERIFICADA Y APROBADA :</b>		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	<b>Fecha :</b>
_____ <b>NOMBRE DEL APROBADOR</b>				

INDICADOR :% DE CAPACITACION

VERSION

ÁREA:	OPERACIONES
OBJETIVO:	Que el cumplimiento del plan de capacitacion sea mayor o igual a <b>90%</b>
PLAZO:	Abr-20



CAPACITACION	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20
Cursos a realizar	2	2	1	1
Cursos realizados	2	1	1	0
%	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>

**PLAN DE CAPACITACIÓN 2020**

Curso	Responsable	Personal de Filtrado	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20
Muestreo de minerales	Externo	Guardia filtrado A	X			
		Guardia filtrado B	X			
		Guardia filtrado C	X			
		Guardia filtrado D	X			
Teoria del muestreo	Externo	Guardia filtrado A	X			
		Guardia filtrado B	X			
		Guardia filtrado C	X			
		Guardia filtrado D	X			
Tipos de muestreo	Externo	Guardia filtrado A		X		
		Guardia filtrado B		X		
		Guardia filtrado C		X		
		Guardia filtrado D		X		
Tecnicas de muestreo	Externo	Guardia filtrado A		X		
		Guardia filtrado B		X		
		Guardia filtrado C		X		
		Guardia filtrado D		X		
Preparacion de muestra	Externo	Guardia filtrado A			X	X
		Guardia filtrado B			X	X
		Guardia filtrado C			X	X
		Guardia filtrado D			X	X

### 2.3.2.3.Causa raíz N° 05: Incumplimiento de las especificaciones de los períodos de toma de muestra

#### a. Descripción de las Causas raíces

Las tomas de muestras se realizan sin respetar los horarios establecidos, sin llevar un registro del número de muestras que se van tomando, asimismo no se registran las no conformidades que puedan resultar del proceso, dando lugar a que se vuelvan a repetir el mismo tipo de errores o situaciones.

Tabla 19

*Costo de pérdida Cr5*

Mes	Horas Hombre Reprocesos	Costo Hora Hombre	Costo pérdida
Ene-18	564	S/. 14.58	S/. 8,225.00
Feb-18	624	S/. 14.58	S/. 9,100.00
Mar-18	614	S/. 14.58	S/. 8,954.17
Abr-18	562	S/. 14.58	S/. 8,195.83
May-18	562	S/. 14.58	S/. 8,195.83
Jun-18	602	S/. 14.58	S/. 8,779.17
Jul-18	629	S/. 14.58	S/. 9,172.92
Ago-18	638	S/. 14.58	S/. 9,304.17
Set-18	618	S/. 14.58	S/. 9,012.50
Oct-18	611	S/. 14.58	S/. 8,910.42
Nov-18	590	S/. 14.58	S/. 8,604.17
Dic-18	607	S/. 14.58	S/. 8,852.08
<b>Total</b>	7221		S/. 105,306.25

Nota: Elaboración Propia.

#### b. Solución Propuesta

Se ha propuesto un formato de control de toma de muestra y no conformidades, el cual incluya la especificación del proceso, fecha de muestreo, hora de muestreo, especificación incumplida, acción implantada, fecha de solución, el nombre y cargo de la persona que verifica y las observaciones pertinentes.



#### 2.3.2.4.Causa raíz N° 03: Falta de auditoría interna al proceso de muestreo

##### a. Descripción de las Causas raíces

El proceso de muestreo no cuenta con auditoría interna, dado la naturaleza del proceso se requiere de la evaluación continua y se identifiquen los desfases existentes en las operaciones que se vienen desarrollando.

Tabla 21

*Costo de pérdida Cr3*

Mes	Horas Hombre Demoras	Costo Hora Hombre	Costo pérdida
Ene-18	198	S/. 14.58	S/. 2,887.50
Feb-18	187	S/. 14.58	S/. 2,727.08
Mar-18	212	S/. 14.58	S/. 3,091.67
Abr-18	196	S/. 14.58	S/. 2,858.33
May-18	223	S/. 14.58	S/. 3,252.08
Jun-18	217	S/. 14.58	S/. 3,164.58
Jul-18	195	S/. 14.58	S/. 2,843.75
Ago-18	176	S/. 14.58	S/. 2,566.67
Set-18	193	S/. 14.58	S/. 2,814.58
Oct-18	218	S/. 14.58	S/. 3,179.17
Nov-18	192	S/. 14.58	S/. 2,800.00
Dic-18	212	S/. 14.58	S/. 3,091.67
<b>Total</b>	<b>2419</b>		<b>S/. 35,277.08</b>

Nota: Elaboración Propia.

##### b. Solución Propuesta

Se ha propuesto un procedimiento de auditoría, con sus respectivos formatos de plan de auditoría, informe de auditoría y acta de reunión.

## PROCEDIMIENTO DE AUDITORIA INTERNA

### 1. OBJETIVO

Establecer la metodología, responsabilidades, planificación y realización de auditorías internas como herramienta de apoyo para verificar el proceso de toma de muestra con el fin de determinar el cumplimiento de los requisitos establecidos, asegurando su eficacia.

### 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a las auditorías internas, que se realizan en el proceso de toma de muestra del área de filtrado.

### 3. TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES.

- **Auditoría Interna.**

Proceso realizado para verificar el cumplimiento de los criterios de auditoría y la correcta implementación y mantenimiento del proceso.

- **Alcance de la Auditoria**

Extensión o límites de la auditoría al proceso de muestreo.

- **Auditor**

Persona con atributos personales demostrados y competencia para llevar a cabo una auditoria.

- **Equipo Auditor**

Uno o más auditores que llevan a cabo una auditoría con el apoyo, si es necesario de expertos técnicos.

- **Programa de Auditoria**

Conjunto de una o más auditorías planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico.

- **Plan de Auditoria**

Descripción de las actividades y de los detalles acordados para la realización de una auditoría.

- **Evidencia Objetiva**

Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información verificable que es pertinente para los criterios de auditoría.

- **Hallazgo**

Resultado de la evaluación de la evidencia de auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría.

- **No conformidad**

Incumplimiento de un requisito.

#### **4. RESPONSABLES:**

- Auditor Interno
- Auditados

#### **5. DESARROLLO:**

##### **5.1. Programa Anual de Auditorías**

Se planifica, establece, implementa y mantiene un Programa Anual de Auditorías

internas, para lo cual se tiene en consideración el estado y la importancia de los

procesos y los resultados de las auditorías previas.

También realiza la evaluación del riesgo del Programa Anual de Auditorías.

Se tomará en cuenta los riesgos asociados con el establecimiento, implementación, monitoreo, revisión y mejora del programa de auditoría que puedan afectar el logro de sus objetivos.

## **5.2. Planificación de la Auditoría - Preparación del Plan de Auditoría**

Se designará al equipo auditor para la realización de la auditoría, asimismo define el alcance, criterios y objetivo de la auditoría interna.

El Auditor Líder elabora el Plan de Auditoría Interna determinando los procesos, requisitos, fechas, lugares, horarios, relación de auditores, auditados, y cualquier otro dato que se considere necesario informar para poder desarrollar la auditoría.

Una vez aprobado el plan, se publica el Plan de Auditoría Interna, y comunica mediante correo u otro medio a los responsables de los procesos y a los auditores para su conocimiento y fines convenientes.

## **6. Ejecución de la Auditoría Interna**

La auditoría interna se inicia con una reunión de apertura, contando como mínimo con el equipo auditor y el responsable del área, de ser posible contar con los responsables del proceso a auditar.

El equipo Auditor realiza la auditoría interna mediante recopilación, toma de muestra y/o verificación de la información pertinente de acuerdo a los objetivos, alcance y criterios de la auditoría.

El equipo auditor evalúa la evidencia frente a los criterios de la auditoría para generar los hallazgos pertinentes y determinar si estos generan no conformidades, conformidades, Observaciones u, Oportunidades de mejora.

El auditor Líder consolida los hallazgos encontrados durante la auditoría, y los ordena para ser informados en la Reunión de Cierre.

Consultará a los auditores de su equipo, en caso existan dudas sobre la información del hallazgo encontrado o sobre la calificación que recomiendan.

Calificará los Hallazgos y prepara el borrador del informe para explicar los hallazgos en la reunión de cierre.

Finalizada la auditoría, se realiza la reunión de cierre de la auditoría, con la participación como mínimo del equipo auditor

En la reunión de cierre se informa de manera preliminar sobre los resultados de la auditoría, la misma es registrada en el formato “Acta de Reunión de Apertura / Cierre de Auditoría” para que luego continúe con la elaboración el informe final, en limpio, en el formato “Informe de Auditoría Interna”, incluyendo el resultado, los hallazgos y su calificación.

Se remitirá este informe para su conocimiento y fines.

Se revisa el informe de Auditoría y de no haber observaciones, se aprobará y se publica el Informe de Auditoría.

De tener alguna duda u observación, lo devuelve al Auditor Líder para su corrección.

El responsable del Proceso recibe y toma conocimiento del informe de auditoría interna y procederá según sea el caso.

Tabla 22

*Plan de auditoría interna*

	<b>PLAN DE AUDITORÍA INTERNA</b>
--	----------------------------------

<b>AUDITORÍA INTERNA N°</b>		<b>FECHA DE EJECUCIÓN</b>	
<b>OBJETIVO</b>			
<b>ALCANCE</b>			
<b>CRITERIO DE AUDITORÍA</b>			
<b>LUGAR DE AUDITORÍA</b>		<b>IDIOMA DE AUDITORÍA</b>	

EQUIPO AUDITOR	NOMBRE Y APELLIDO	FUNCIÓN	ABREVIATURA

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES					
FECHA	HORARIO	AUDITOR	PROCESO / SUBPROCESO	ESPECIFICACIONES A CUMPLIR	AUDITADO

**CONSIDERACIONES:**

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>
-----------------------	---------------------------------

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 23

*Informe de auditoría interna*

	<b>INFORME DE AUDITORÍA INTERNA</b>
--	-------------------------------------

OBJETIVO DE AUDITORIA:	FECHA DE AUDITORIA:
------------------------	---------------------

ALCANCE:
CRITERIOS:

EQUIPO AUDITOR:
-----------------

Resumen de fortalezas y debilidades encontradas
<u>FORTALEZAS:</u>
<u>DEBILIDADES:</u>

RESUMEN Y CALIFICACIÓN DE HALLAZGOS ENCONTRADOS		
DESCRIPCIÓN DE HALLAZGOS	CALIFICACIÓN	REQUISITO AFECTADO
Incumplimiento • Evidencia:		
Incumplimiento • Evidencia:		
Incumplimiento • Evidencia:		

<b>CONCLUSIÓN:</b>
--------------------

ELABORADO POR:	APROBADO POR:
FIRMA:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 24

<b>Fecha</b>		<b>Apertura</b>	
<b>Hora</b>		<b>Cierre</b>	

*Acta de Reunión de apertura/ cierre de auditoría*

**Guía para la reunión de apertura**

Presentación del Equipo Auditor		Confirmación del Plan de auditoría	
Confirmación del alcance de la auditoría		Fecha y hora de la reunión de cierre.	
Explicación del método que se va a aplicar durante la auditoría.		Firma de la lista de asistencia	

**Guía para la reunión de cierre**

Ratificación del Propósito, alcance de la auditoría y un resumen de las actividades desarrolladas.		Información sobre fecha de entrega de Informe de Auditoría.	
Presentación general de los resultados (hallazgos)		Información sobre la fecha de entrega de las propuestas de acciones correctivas y plazos para su ejecución.	

**Lista de Asistencia a la reunión**

Nombres y Apellidos	Proceso o Área	Firma

Anotaciones:

Nota: Elaboración Propia.

### 2.3.3. Evaluación Económica Financiera

#### a. Inversión para la propuesta

Para poder desarrollar la propuesta, se elaboró un presupuesto, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina, personal y material multimedia para que todo funcione correctamente. Se detalla el costo de inversión para reducir cada una de las causas raíces y sus costos diagnosticados anteriormente. Se puede concluir que el costo de inversión ascendente para desarrollar esta propuesta es de S/. 15,710.00 soles. Ello permitirá adquirir todo lo necesario en el aspecto material para que esta metodología funcione.

Tabla 25

*Inversión para las propuestas de mejora*

CR	Descripción	Propuesta de mejora	Requerimiento	Cantidad	Costo unitario	INVERSIÓN TOTAL	Vida útil meses	Depreciación mensual
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	Estudio de tiempos y DOP	Laptop	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	12	S/. 250.00
			Cronómetro	1	S/. 100.00	S/. 100.00	12	S/. 8.33
			Formatos	20	S/. 0.50	S/. 10.00		

C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	Sistema de indicadores de gestión	Capacitación	5	S/. 2,000.00	S/. 10,000.00		
			Proyector	1	S/. 500.00	S/. 500.00	24	S/. 20.83
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso de muestreo		Formatos	100	S/. 0.50	S/. 50.00		
C5	Incumplimiento de las especificaciones de períodos de toma de muestra	Control de muestreo y no conformidades	Formatos	100	S/. 0.50	S/. 50.00		
C3	Falta de auditoría interna al proceso de toma de muestreo	Procedimiento de auditoría interna	Capacitación	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00		
					Total	S/. 15,710.00		S/. 279.17

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 25, se aprecia la depreciación mensual es de 297.17 soles.

**b. Beneficios de la propuesta**

En la Tabla 26 se detalla los beneficios de la propuesta, que ascienden a un monto de S/. 184,675.77 soles de forma anual.

Tabla 26

*Beneficios de la Propuesta de Mejora*

<b>BENEFICIOS DE LA PROPUESTA</b>		
<b>CR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>BENEFICIO</b>
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	S/. 4,070.35
C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	S/. 41,660.69
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso muestreo	S/. 31,046.23
C5	Incumplimiento de las especificaciones de períodos de toma de muestra	S/. 81,904.86
C3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	S/. 25,993.64
Total		<b>S/. 184,675.77</b>

Nota: Elaboración propia

### c. Evaluación económica

A continuación, se desarrolló el flujo de caja (inversión, egresos vs ingresos) mensual.

Tasa mensual: 1.53%

COK anual: 20%

Tabla 27

#### *Estado de resultados mensual*

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 17,237	S/. 15,989	S/. 14,433	S/. 17,218	S/. 14,111	S/. 16,321	S/. 15,988	S/. 13,533	S/. 15,755	S/. 15,424	S/. 13,974	S/. 14,693
Costos operativos		S/. 5,688	S/. 5,276	S/. 4,763	S/. 5,682	S/. 4,657	S/. 5,386	S/. 5,276	S/. 4,466	S/. 5,199	S/. 5,090	S/. 4,611	S/. 4,849
Depreciación activos		S/. 279											
GAV		S/. 400											
Utilidad antes de participación de trabajadores		S/. 10,870	S/. 10,034	S/. 8,991	S/. 10,857	S/. 8,775	S/. 10,256	S/. 10,033	S/. 8,388	S/. 9,877	S/. 9,655	S/. 8,683	S/. 9,165
Participación de trabajadores		S/. 674	S/. 622	S/. 557	S/. 673	S/. 544	S/. 636	S/. 622	S/. 520	S/. 612	S/. 599	S/. 538	S/. 568
Impuestos		S/ 3,059	S/ 2,823	S/ 2,530	S/ 3,055	S/ 2,469	S/ 2,886	S/ 2,823	S/ 2,360	S/ 2,779	S/ 2,717	S/ 2,443	S/ 2,579
Utilidad después de impuestos		S/. 7,137	S/. 6,588	S/. 5,903	S/. 7,128	S/. 5,762	S/. 6,734	S/. 6,587	S/. 5,508	S/. 6,485	S/. 6,339	S/. 5,701	S/. 6,018

Nota: Elaboración propia

Tabla 28

*Flujo de caja mensual*

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 7,137	S/. 6,588	S/. 5,903	S/. 7,128	S/. 5,762	S/. 6,734	S/. 6,587	S/. 5,508	S/. 6,485	S/. 6,339	S/. 5,701	S/. 6,018
Más depreciación		S/. 279											
Inversión	S/. -15,710.00												
	<b>S/. -15,710.00</b>	<b>S/. 7,416</b>	<b>S/. 6,867</b>	<b>S/. 6,182</b>	<b>S/. 7,408</b>	<b>S/. 6,041</b>	<b>S/. 7,013</b>	<b>S/. 6,867</b>	<b>S/. 5,787</b>	<b>S/. 6,764</b>	<b>S/. 6,619</b>	<b>S/. 5,981</b>	<b>S/. 6,297</b>

Nota: Elaboración propia

Tabla 29

*Indicadores Financieros*

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo Neto de Efectivo	S/. -15,710.00	S/. 7,416	S/. 6,867	S/. 6,182	S/. 7,408	S/. 6,041	S/. 7,013	S/. 6,867	S/. 5,787	S/. 6,764	S/. 6,619	S/. 5,981	S/. 6,297
<b>VAN</b>	<b>S/. 56,330.72</b>												
<b>TIR</b>	<b>43.30%</b>												
<b>PRI</b>	<b>2.6</b>	meses											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 17,237	S/. 15,989	S/. 14,433	S/. 17,218	S/. 14,111	S/. 16,321	S/. 15,988	S/. 13,533	S/. 15,755	S/. 15,424	S/. 13,974	S/. 14,693
Egresos		S/. 9,821	S/. 9,122	S/. 8,250	S/. 9,810	S/. 8,070	S/. 9,308	S/. 9,121	S/. 7,746	S/. 8,991	S/. 8,805	S/. 7,993	S/. 8,396
<b>VAN Ingresos</b>	<b>S/. 167,885.24</b>												
<b>VAN Egresos</b>	<b>S/. 95,844.53</b>												
<b>B/C</b>	<b>1.8</b>												

Nota: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 29, se obtiene una ganancia al día de hoy de S/. 56,330.72, una tasa interna de retorno de 43.30% y un beneficio costo de 1.8, es decir por cada sol invertido, se obtiene 0.80 soles de ganancia.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se puede concluir que el área de filtrado tiene un costo perdido actual que se detalla en la Tabla 30. En el mismo se encuentra el valor mejorado y el beneficio que implica la inversión que fue realizada en el área respectiva.

Tabla 30

*Resumen de Valor actual, Valor mejorado y beneficio de la propuesta de mejora*

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCION	Costo perdido VA	Costo perdido VM	BeneficioS/.
C8	Falta de estandarización del proceso de muestreo	S/. 4,070.35	S/. 0.00	S/. 4,070.35
C2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de muestreo	S/. 51,362.50	S/. 9,701.81	S/. 41,660.69
C4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso muestreo	S/. 47,570.83	S/. 16,524.61	S/. 31,046.23
C5	Incumplimiento de las especificaciones de períodos de toma de muestra	S/. 105,306.25	S/. 23,401.39	S/. 81,904.86
C3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo	S/. 35,277.08	S/. 9,283.44	S/. 25,993.64
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 243,587.01</b>	<b>S/. 58,911.24</b>	<b>S/. 184,675.77</b>

Nota: Elaboración Propia

Finalmente se presentan gráficos comparativos de cada Causa raíz con los valores actuales y mejorados, después de desarrollar la propuesta de mejora en el área de filtrado.

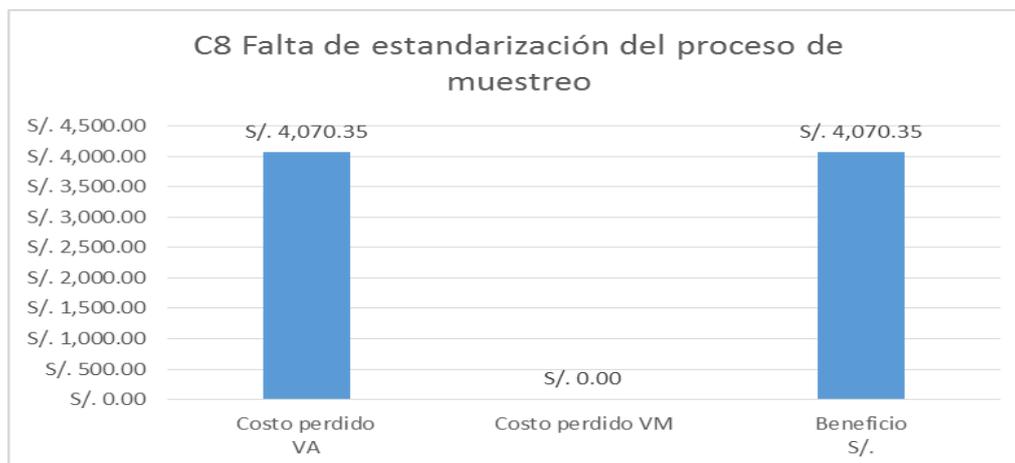
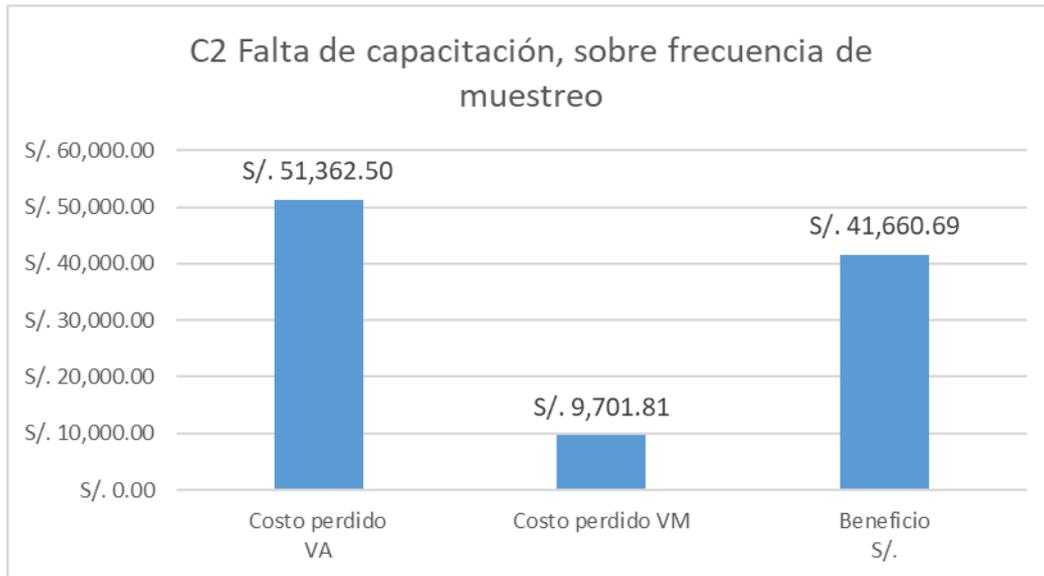


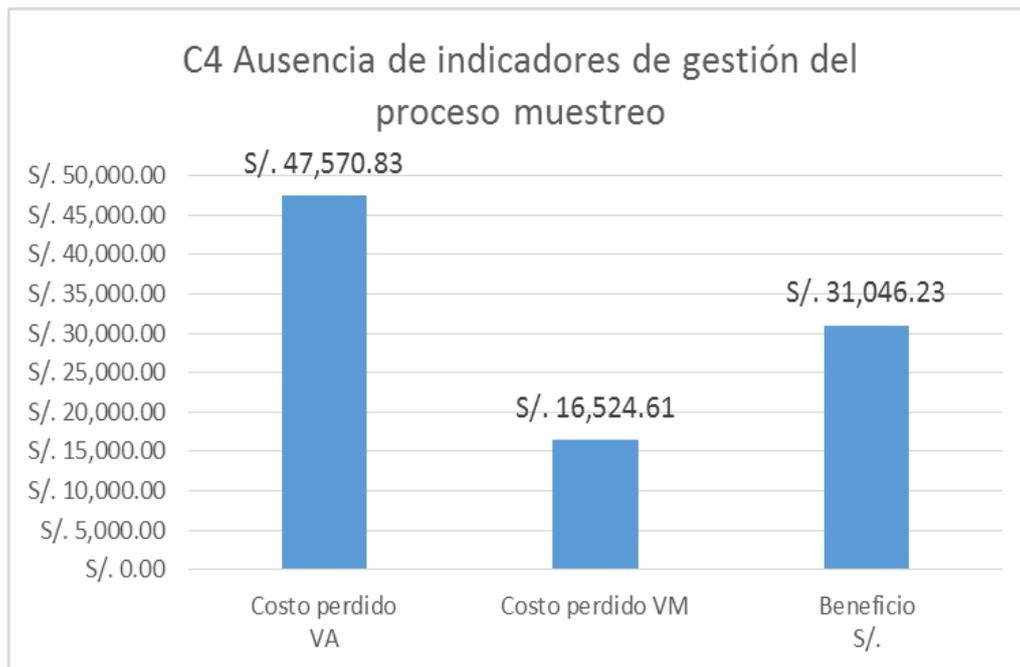
Figura 4. Pérdida actual y beneficio de la CR8

Fuente: Elaboración Propia.



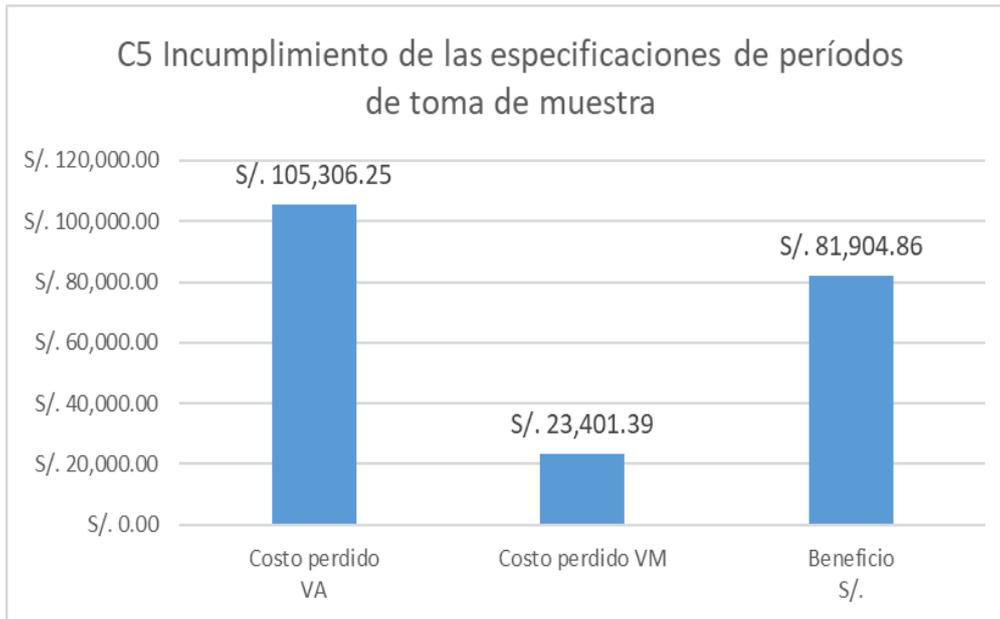
*Figura 5. Pérdida actual y beneficio de la CR2*

Fuente: Elaboración Propia.



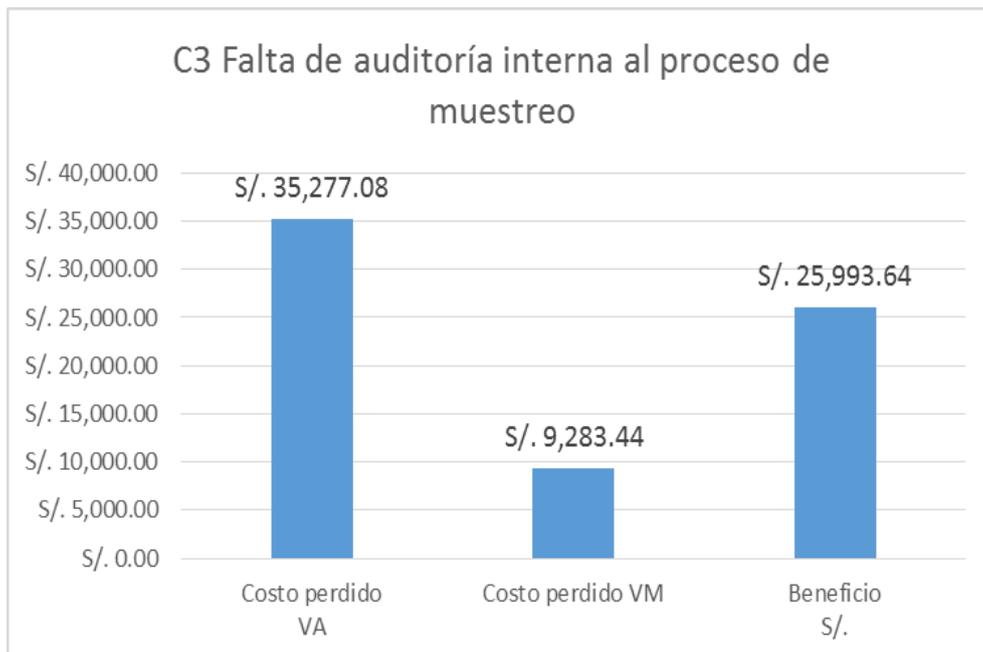
*Figura 6. Pérdida actual y beneficio de la CR4*

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 7. Pérdida actual y beneficio de la CR5*

Fuente: Elaboración Propia.



*Figura 8. Pérdida actual y beneficio de la CR3*

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En la tabla 30 se aprecian los valores actuales del área de filtrado, en donde el valor actual de los costos perdidos es significativo, asimismo se observa el ahorro generado es de S/. 184,675.77 para la empresa.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de filtrado de la empresa minera, seleccionando 5 causas raíces, en similitud con Castañeda (2016), quien en su investigación procedió a identificar los problemas más críticos a través del diagrama de Pareto y el análisis previo de la situación en que se encontró la empresa, determinando que éstos eran la falta de planificación e inexistencia de un plan de mejora, así como la inadecuada Gestión de Mantenimiento.

Se diseñó la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado, considerando las causas raíces identificadas en el diagnóstico de la situación actual de la empresa minera, en concordancia con Jara (2014), quien en su investigación utilizó herramientas de sistema de indicadores de control y estandarización del proceso correspondiente, permitiendo ver las fuentes y orígenes del desperdicio, determinando así las estrategias de mejoras, focalizándose en lo más importante para la meta de la empresa.

Al evaluar el impacto de la mejora de procesos en el área de filtrado se determinó que influye en la reducción de costos de la empresa minera, en similitud con Flores (2017), quien en su investigación obtuvo la reducción de costos anuales por reprocesos,

aumento de la productividad y reducción de tiempos, lo cual significó un ahorro anual de S/. 3, 268,815.24/año, VAN de S/. 1,409,133.04, TIR de 112% y B/C de 1.92.

En la investigación con las propuestas de mejora desarrolladas se logró reducir el tiempo de toma de muestras de 58 minutos a 46.40 minutos, cabe mencionar que este fue el resultado esperado ya que Chang (2016) en su investigación denominada “Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño”, logro reducir el tiempo promedio de la actividad de 15 segundos por par (3 minutos por docena) a 10 segundos por par (2 minutos por docena).

## 4.2 Conclusiones

Se realizó la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado de la empresa minera, siendo el ahorro generado de S/ 184,675.77.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de filtrado de la empresa minera, seleccionando 5 causas raíces, las cuales son la falta de estandarización del proceso de muestreo, falta de capacitación sobre frecuencia de muestreo, ausencia de indicadores de gestión del proceso de muestreo, incumplimiento de las especificaciones de períodos de toma de muestra y falta de auditoría interna al proceso de muestreo.

Se diseñó la propuesta de mejora de procesos en el área de filtrado, considerando las causas raíces identificadas en el diagnóstico de la situación actual de la empresa minera, determinando como herramientas el estudio de tiempos y el DOP, el sistema de indicadores de gestión, control de muestreo y no conformidades y el procedimiento de auditoría interna.

Se evaluó el impacto de la mejora de procesos en el área de filtrado, siendo de S/ 184,675.77 la reducción de costos de la empresa minera, obteniéndose una ganancia al día de hoy (VAN) de S/. 56,330.72, una tasa interna de retorno de 43.30% y un beneficio costo de 1.80, es decir por cada sol invertido, se obtienen 0.80 soles de ganancia, por lo cual se determina que la propuesta de mejora es RENTABLE para la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar, H. (2016). Guía para gestionar procesos de negocio a través de minería de procesos. *InterSedes*, 1-28.
- Avalos, S. (2013). *Propuesta de Mejora en el proceso productivo de la línea de calzado de niños para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes - Trujillo*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2010). *Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Chang, A. (2016). *Propuesta de mejora del proceso productivo para incrementar la productividad en una empresa dedicada a la fabricación de sandalias de baño*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Chang, R. (1996). *Mejora Continua de Procesos: Guía Práctica para mejorar procesos y lograr resultados medibles*. Barcelona: Ediciones Granica S.A.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Gobierno Regional. (12 de Mayo de 2015). *Regionlalibertad*. Obtenido de <http://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/regionales/5341-gestion-por-procesos-busca-orientar-esfuerzos-y-satisfacer-al-ciudadano>
- Guajardo, E. (1996). *Administración de la Calidad Total: Conceptos y enseñanzas de los grandes maestros de la calidad*. México D.F.: Editorial Pax México.
- Gutierrez, H. (2001). *Cadidad y Productividad*. Mexico: Mc Graw Hill Education.

Instituto Europeo del Cobre. (2018). *Copperalliance*. Obtenido de <https://copperalliance.es/hay-suficiente-cobre-para-satisfacer-su-creciente-demanda/>

Jara, M. (2014). *Propuesta de estudio para mejorar los procesos productivos en la sección metal mecánica, Fábrica INDUGLOB*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.

Medina, A., & Nogueira, D. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare*.

Ministerio de Energía y Minas. (07 de Mayo de 2019). El Perú se mantiene como el segundo productor mundial de cobre, plata y zinc. *Gestión*.

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México D.F.: Mc Graw Hill.

Pérez, J. (2010). *Gestión por Procesos*. Madrid: ESIC.

Perú21. (24 de Agosto de 2017). [www.peru21.com](http://www.peru21.com). Obtenido de <https://peru21.pe/mis-finanzas/utilizar-sistema-gestion-proceso-372890-noticia/>

Sosa, D. (1998). *Conceptos y Herramientas para la mejora continua*. México D.F.: Editorial Limusa.

## CAPITULO V. ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta realizada en el área de filtrado

**ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - DE UNA EMPRESA MINERA EN LA REGIÓN ANCASH**  
**Área de Aplicación: Filtrado**

**Problema:** ALTOS COSTOS

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Área:** Filtrado

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema:

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1

**EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN EN LOS ALTOS COSTOS DEL PROCESO DE MUESTREO EN EL ÁREA DE FILTRADO**

Causa	Preguntas con Respecto a las Principales Causas	Calificación		
		Alto	Regular	Bajo
Cr1	Falta de orden y limpieza			
Cr2	Falta de capacitación, sobre frecuencia de preparación de muestras			
Cr3	Falta de auditoría interna al proceso de muestreo			
Cr4	Ausencia de indicadores de gestión del proceso de muestreo			
Cr5	Falta de especificación de períodos de toma de muestra			
Cr6	Incumplimiento del plan de mantenimiento a los equipos			
Cr7	Política de requerimientos desactualizada			
Cr8	Falta de estandarización del proceso de muestreo			

Fuente. Elaboración propia