



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“APLICACIÓN DE MEJORA CONTINUA EN LA  
GESTIÓN DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO  
MINERO EN UNA MINA UBICADA EN VIJUS,  
PATAZ, LA LIBERTAD”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Johnny Víctor Alfonso Chinchayan Huaman

Heivilder Rogelio Guillen Villanueva

Asesor:

Mg. Ing. Jonathan Giancarlo Cucho Paredes

Trujillo - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por darnos la oportunidad de vivir, por ser nuestra ayuda en cada tiempo y por darnos las  
fuerzas durante todo el periodo de estudio.

### **A NUESTRA FAMILIA**

Por su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la vida, salud y sabiduría para cumplir esta meta, a nuestros padres y hermanos por su ayuda en este proceso de aprendizaje, a nuestro asesor.

A mi alma mater, Universidad Privada del Norte – Sede Trujillo.

Finalmente, agradecemos a cada una de las personas que siempre nos alentaron a continuar luchando por lograr nuestros objetivos.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	22
CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	43
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades de proceso de alto costo .....	29
Tabla 2: Producción mensual Aup1 (TMH) .....	30
Tabla 3: Periodo de diagnóstico .....	31
Tabla 4: Producción mensual Aup2 (TMH) .....	32
Tabla 5: Producción en gramos. Mineral de segunda.....	33
Tabla 6: Costo mano de obra.....	33
Tabla 7: Análisis de la perforación eléctrica .....	36
Tabla 8: Análisis de la perforación neumática .....	36
Tabla 9: Malla de perforación Alaska 20 41 .....	37
Tabla 10: Distribución de carga en el frente de trabajo.....	37
Tabla 11: Análisis de variación de costo en un mes.....	38
Tabla 12: Gastos administrativos de la perforadora eléctrica y neumática .....	38
Tabla 13: Gastos operativos de la perforación .....	39
Tabla 14: Determinación de la Inversión para aplicar la perforación neumática:.....	40
Tabla 15: Incremento de Producción según análisis .....	41
Tabla 16: Datos para el análisis.....	41
Tabla 17: Reporte de operación mina.....	49
Tabla 18: Reporte de Operación Mina por fechas.....	49
Tabla 19: Análisis de Variación en cada disparo .....	51
Tabla 20: Análisis de Variación de Costo en una guardia.....	52
Tabla 21 : Flujo de Caja perforación Neumática.....	53
Tabla 22: Flujo de caja con la perforación eléctrica.....	56
Tabla 23: Evaluación Diferencial.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de producción y comercialización de Alaska 20 & 41.....	12
Figura 2: Flujograma del procedimiento .....	21
Figura 3: Cadena de Valor minera Alaska 20 & 41. ....	22
Figura 4: DOP Alaska 20 41; Programa Creatly online. ....	23
Figura 5: Jerarquía Organizacional de la Empresa.....	24
Figura 6: Procesamiento y comercialización de minerales .....	24
Figura 7: Matriz FODA Alaska 20 & 41.....	25
Figura 8: Técnica los cinco por qué.....	26
Figura 9: Actividades desarrolladas en operación mina Alaska 20 & 41.....	27
Figura 10: Diagrama de Pareto mina Alaska 20 & 41.....	28
Figura 11: Tipos de mineralización de acuerdo a ley.....	30
Figura 12: Diagrama de Gantt Alaska 20 41 Au p1. ....	31
Figura 13: Diagrama de Gantt Alaska 20&41 Aup2 .....	32
Figura 14: Proceso de Explotación.....	34

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación y accesibilidad.....	10
Ilustración 2: Martillo Demoledor GSH11E Bosch .....	35
Ilustración 3: Malla de Perforación .....	36

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito optimizar la rentabilidad de la empresa minera artesanal Alaska 20&41, que está ubicada en Vijus, Pataz, Región La Libertad. Se desarrolló un proceso de mejora continua, aplicado en los procesos de perforación y voladura, buscando de esta manera impulsar la productividad de la operación mina. Para la realización de la mejora continua, se logró ejecutar un diagnóstico situacional general del proceso de minado, con el fin de implementar el cambio de perforadora eléctrica a neumática.

El trabajo fue realizado en dos periodos. El primero, se basó en poder identificar la situación general de la empresa, mediante un Diagnóstico situacional de la unidad minera, evaluando las ventajas y desventajas; es decir, se llegó a identificar como punto más importante (déficit), el proceso de explotación y extracción de mineral de la unidad minera artesanal, dando a notar en estos procesos como el sustento económico, logístico y administrativo principales de la unidad minera. En el segundo periodo, se enfocó en mejorar la rentabilidad de mina artesanal, poniendo en marcha el proceso de mejora continua, donde se consideró: el análisis del indicador operativo, Toneladas por hombre guardia, número de personas en la guardia y las toneladas producidas en promedio por la guardia.

Finalmente, los autores diferimos e identificamos los procesos de extracción que generan más costo y se comparó los rendimientos, como también se analizó las ventajas de cada equipo, utilizando una perforadora eléctrica y una neumática. De acuerdo a ello, se planteó realizar un estudio financiero (caja de flujo) estableciendo como opción invertir en un equipo neumático, y con ello realizar una comparativa para medir la rentabilidad entre ambos equipos y generar la mejora continua en la mina ubicada en Vijus, Pataz, La Libertad.

**Palabras claves:** Productividad en operación mina, Diagnóstico situacional, rentabilidad

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel mundial y de Latinoamérica, el Perú es uno de los países que se ubica en los primeros productores de metales (oro, plata, cobre, plomo, zinc, etc) lo que refleja la gran abundancia de recursos y la capacidad de producción de todas las empresas mineras en el Perú. (MINEM. 2020).

En América Latina, los objetivos de producción en minería se dan cumpliendo los estándares de calidad y seguridad, es importante contar con personal capacitado, y equipos de alta calidad y tecnología. A su vez, se requiere tener equipos organizados que trabajen en conjunto para lograr un objetivo común, donde el planeamiento operacional se torna fundamental para el cumplimiento de los planes. Es por esto que los mecanismos de gestión han ido tomando relevancia en la industria, pues permiten a las organizaciones identificar cada uno de los procesos involucrados en sus operaciones y cómo estos interactúan para conformar un sistema, y así lograr tener un control de estos garantizando principalmente la seguridad y excelencia operacional. (Martínez, 2021)

En nuestra región La Libertad, se desarrollan diferentes actividades de gran remuneración económica, siendo una de ellas la actividad minera una de la más importantes en dicho territorio, como lo es también a nivel de todo el Perú. Para desarrollar esta actividad, se emplean dos tipos de métodos de explotación: Tajo abierto y subterráneo. En la mencionada región, predomina la explotación subterránea que se realiza en una jerarquía de escala distinta, dependiendo netamente del nivel de inversión (capital) y de los recursos preexistentes en cada concesión, perteneciente a las diversas compañías mineras establecidas en las diferentes zonas explotables. Esta escala está organizada de la siguiente manera: Gran minería, mediana minería, Pequeño productor minero (Artesanal en proceso

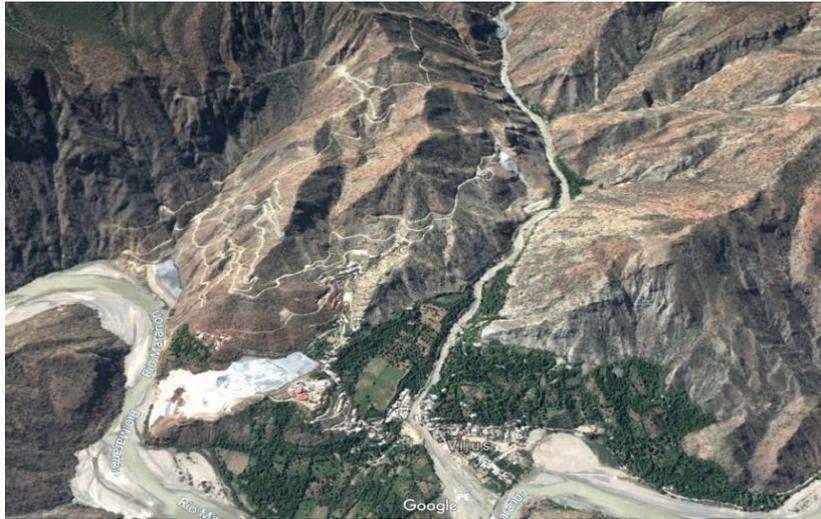
de formalización). (Dammert, Molinelli, 2007)

En la presente investigación, se optó por llevarla a cabo en una mina artesanal que lleva por nombre Alaska 20&41, ubicada en la provincia de Pataz, perteneciente a la región la Libertad. En dicha mina, los autores desarrollaron el objetivo de optimizar a un nivel considerablemente óptimo los ingresos y egresos generados a partir de un determinado periodo evaluado. Para ello, se tuvieron acceso a la información correspondiente acerca de la planificación y desarrollo de actividades a pequeña escala que se ejecutan en la mina, encontrando de esta manera deficiencias en dichas actividades empleadas causantes del bajo nivel que frenaban la optimización y utilización de los recursos del yacimiento.

Cabe resaltar, la mina artesanal Alaska 20 & 41, se encuentra en la fase de explotación de mineral; por esta razón, tiene un contrato con la empresa minera PODEROSA S.A.C. Este contrato consta de la comercialización del mineral, donde se especifican los lineamientos de entrega; la mina entrega el mineral en estado bruto para que la empresa inicie con las actividades en la planta concentradora. Los dos tipos de mineral aurífero que se extraen en la unidad minera, son denominados de la siguiente manera: Mineral de primera, con una ley de 7.5 gr/ton con una producción mensual de 17 Ton; y mineral de segunda, con una ley de 5 gr/ton con una producción mensual de 15 Ton.

La mina artesanal Alaska 20 & 41 se encuentra ubicada en el departamento la Libertad, Provincia de Pataz, entre los distritos de Vijus y Pataz, a 1 Km aproximadamente de la empresa minera Poderosa S.A.C. Para llegar se toma dos rutas: La primera, es por la ciudad de Sihuas y la segunda, por la ciudad de Huamachuco (ambas vías a la serranía liberteña). Siendo la segunda la que menos trayecto tiene y con lapso de tiempo de 13 horas en autobús.

*Ilustración 1: Ubicación y accesibilidad.*



*Fuente: Google earth*

La actividad económica es netamente la explotación de mineral aurífero (Au), para luego ser vendido a su proveedor.

En total se cuenta a disposición con 3 personas que laboran en la Unidad minera Alaska 20 & 41.

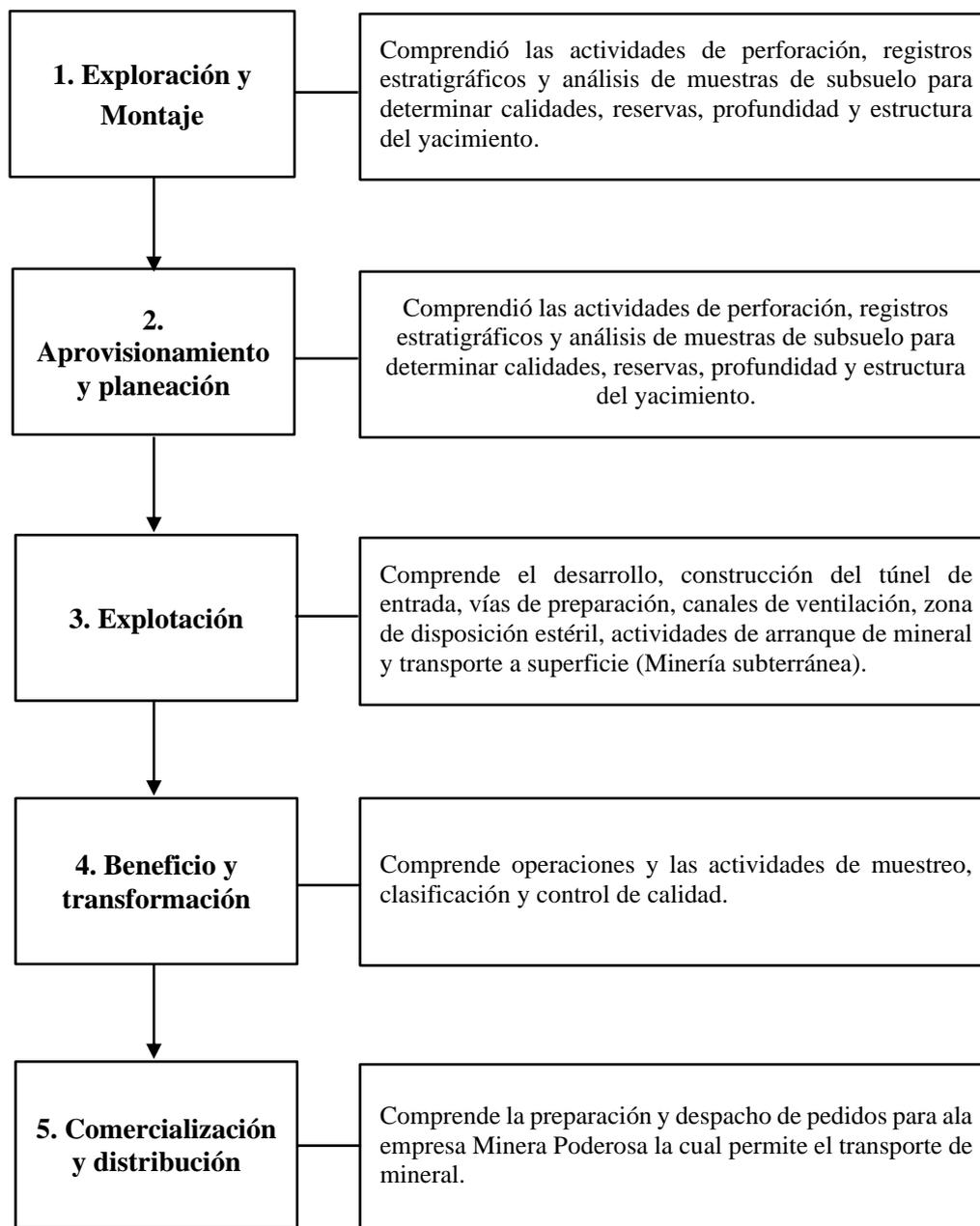
Las características generales que presenta la unidad minera Alaska 20 & 41, son que es una empresa de carácter privado, se encuentra en el rango de minería artesanal o pequeño productor minero. Cuenta con labores horizontales, donde se utilizan carretillas para el transporte de mineral; y posee 3 empleados netamente fijos.

Por otra parte, el metal en beneficio económicamente rentable y explotable que se extrae es el oro (Au). Dichas actividades se realizan a través del método subterráneo (Underground) en la localidad de Patatez. Las dimensiones de la unidad Minera es la siguiente:

- Bocamina 3x2 m, un solo acceso, y siguen una veta de 15 cm aproximadamente.
- Método de trabajo, convencional rudimentario (sin maquinaria).

La siguiente imagen representa las etapas de producción y de comercialización de la empresa minera Alaska 20& 41:

Figura 1: Etapas de producción y comercialización de Alaska 20 & 41.



Fuente: Chinchayan J, Guillen H. (2021)

El contrato de comercialización entre ambas empresas está destinado de la siguiente manera: el 70% del ingreso por la venta del mineral corresponde a la empresa minera Alaska 20 & 41, y el porcentaje restante (30%) a la empresa PODEROSA S.A.C. Es decir, según: Guillermo M. en su tesis “COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA MINERÍA ARTESANAL”, Expresa el valor de mineral en general de los mineros artesanales, siendo

este: US\$ 420/Oz.

El equipo de trabajo de la presente investigación, opto por ejecutar estas dos variables que componen la base fundamental del presente trabajo: Gestión del planeamiento operativo y la implementación de un proceso de mejora continua.

En la revisión de trabajos que sustenten está investigación encontramos los siguientes antecedentes:

Monsalve J. (2014) en su tesis: Sistema de indicadores para el control de operaciones en pequeñas y medianas empresas mineras Caso de estudio mina de carbón Nechí en Amagá – Antioquia. Nos dice: Al controlar los procesos, tenemos la certeza de seguir un monitoreo conciso y eficaz de las operaciones que se desarrollen en la mina, por lo tanto, siguiendo esta metodología podemos concretar nuestros objetivos propuestos.

Chuquín R. & Farro A. & Valdivia F. (2017) en su tesis “Diagnóstico Operativo de la empresa ABC, Perú”. Expresa: Para incrementar la rentabilidad de la empresa hay que considerar lo siguiente: Optimización de procesos de extracción (Perforación y voladura), Posibilidad de actualizar equipos utilizados en operación mina, minimizar los tiempos muertos en lo posible del personal.

Castellano C. & Maque A. & Jun Y. en su tesis “Proyecto de ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de producción de una pequeña mina subterránea”. Señala lo siguiente: En todo proyecto de inversión, sea a gran escala, mediana o pequeña se debe tener en claro y de manera concisa las variables más oportunas en el momento de toma de decisiones de inversión esto se conoce como OPEX Y CAPEX, que vendrían a ser los costes de operación y capital; al determinar estos aspectos se puede determinar o tomar una decisión que beneficie a la empresa minera; ampliando sus labores en el caso de una pequeña empresa minera, optimizando su nivel de producción

favoreciendo en los ingresos obtenidos en un determinado tiempo.

Corcuera C. (2015), en su tesis “Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro el toro – Huamachuco”. Tesis de grado. En su investigación en la parte inicial (Introducción), describe: El minero artesanal o pequeño productor minero está orientado a desarrollar actividades extractivas de una forma básica, con el conocimiento adquirido o heredado; y no implementa nuevas estrategias para incrementar su nivel de producción y a su vez su rentabilidad, esto se debe al sin fin de limitaciones que presenta al momento de desarrollar dichas actividades.

Suárez F. (2008), en su Libro “Encontrando al Kaizen: un análisis teórico de la mejora continua”. Expresa lo siguiente: Kaizen; en la traducción del japonés al español vendría a ser: “MEJORAMIENTO”, definido por: Masaaki Imai, este mismo argumenta sobre su estudio y recalca que el “KAIZEN” busca profundizar aún más allá de un simple logro de mejora; es decir este busca el desarrollo sostenible de una empresa sea cual sea su nivel de escala, esto se puede interpretar de la siguiente manera: Trabajo en equipo estableciendo el nivel de compromiso y responsabilidad por parte del empleador y trabajador, considerando todos los aspectos que se encuentran en radio del desarrollo de la actividad empresarial.

Formento H. (2015), en su tesis “El Proceso de mejora continua, claves para el desarrollo exitoso de las organizaciones. Argentina”. Tesis de grado. Expresa: Es difícil establecer el origen para lo que se conoce actualmente como proceso de mejora continua, que deriva del vocablo japonés “Kaizen” y que surge de la unión de dos ideogramas japoneses Kai: cambio y Zen: Beneficioso. El proceso de mejora continua propone un cambio importante en la organización tradicional del trabajo y de la misma manera considerar relevante la experiencia acumulada de los trabajadores al desarrollar cotidianamente sus actividades. En definitiva, el trabajo pasa a tener una función dual, independiente del nivel jerárquico, compuesta por la relación rutina y mejora.

De la Cruz E. (1999), “Planeamiento y control de producción en Operaciones Mineras”. Nos expresa lo siguiente: Cuando no se aplica el Planeamiento y Control de producción, no existe las metas sencillamente, no hay estándar del número de trabajadores, del número de equipos, máquinas, herramientas no hay medición del tiempo de operaciones. Por lo que, la aplicación del planeamiento deberá ser compatible con las políticas y normas de la Empresa que previamente han sido establecidas.

Muñoz G. (2012), en su tesis “Modelo de costos para la valorización de planes mineros. Chile”. Tesis de grado. Describe que, el proceso de planificación minera inicia siempre con un modelo geológico que se tiene que valorizar. Para ello se fijan parámetros económicos fijos y posteriormente abarcan las fases de explotación con la secuencia de extracción, con lo que se realiza el plan de producción.

Chambi Zegarra, A. (2014). En su tesis “la viabilidad técnica – económica - financiera de la explotación de la veta La Picada de la Empresa Minera Aurífera Estrella”. Señala que se puede demostrar la viabilidad utilizando tecnología limpia adecuada la cual funcionará de acuerdo a la magnitud y características del yacimiento, de tal manera que garantice una producción constante y ofrezca una buena ganancia a la Empresa.

Jimeno J. (2014), en su tesis “Modelo de Gestión en CIA Minera Volcán SAA, Perú”. Describe lo siguiente: la implementación del Modelo de gestión para las operaciones de Volcán Compañía Minera S.A.A se realizó con el objetivo de establecer un trabajo sistemático y estandarizado que asegure el proceso de mejora continua, por lo que se definió la estrategia, el cual se divide en tres módulos: Modulo de Organización, Modulo de Gestión y Modulo de Comunicación. Esta iniciativa permitió implementar círculos de mejora permanente, monitorear de forma sistemática la ejecución de iniciativas de mejora y seguir el impacto en los indicadores.

Esta investigación que tuvo como objetivo una mejora continua, como punto inicial detecta las ventajas y desventajas que presenta la empresa minera artesanal, partiendo desde un enfoque inicial de diagnóstico, el cual implica por aplicar las correcciones necesarias que ayuden a la adaptación del proceso de mejora continua en el momento de obtención e implementación de resultados favorables; es decir, enfocándonos en dos factores esenciales al momento de iniciar las actividades de perforación y voladura: El cambio de perforadora de eléctrica a neumática y Toneladas Hombre Guardia producidas.

Mediante la implementación del proceso de mejora continua, esta investigación se sustentará de forma teórica - práctica; de esta manera, este trabajo quedará como un antecedente para todos los pequeños productores mineros artesanales; de cómo se puede optimizar de una manera eficaz los procesos de operación mina, favoreciendo en el beneficio generado por sus actividades mineras desarrolladas.

En Pataz, provincia de la región La Libertad, se puede encontrar un sin fin de mineros Artesanales que optan por vender su producto a empresas consolidadas en el área de influencia, conformándose con su producción mensual; y como consecuencia, no optan por utilizar herramientas de procesos de mejora continua, que tiene como meta principal optimizar la productividad y paralelamente satisfacer su rentabilidad de una forma óptima. Es por ello, que nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿La implementación del proceso de mejora continua, en la gestión del planeamiento operativo minero, considerando todos los factores involucrados en la explotación minera de la empresa (Perforadora, THG-Tonelada Hombre Guardia); influyen directamente en las ganancias netas de la empresa minera artesanal Alaska 20 41?

Esta investigación tiene como objetivo general implementar una mejora continua en el planteamiento operativo de la empresa minera artesanal Alaska 20&41, con el fin de

impulsar la optimización en las actividades de minado (Perforación y voladura), mediante el cambio perforación eléctrica a perforación neumática, con el fin de determinar la productividad de la operación mina, al someterse y evaluarse mediante el cálculo el proceso de mejora continua en el planeamiento operativo de la empresa.

Asimismo, nuestros objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un diagnóstico operativo de la empresa minera, para encontrar las deficiencias existentes; mediante las herramientas de estudio de situación FODA, los 5 por qué, cadena de valor de la minera artesanal y diagrama de Pareto en la mina Alaska 20 & 41.
- Optimizar los procesos de operación mina (proceso de explotación), cambiando la perforación eléctrica a perforación neumática de esta manera se optimiza los recursos de la mina a largo plazo y generar más rentabilidad para la pequeña empresa aurífera.
- Mejorar la rentabilidad de la mina artesanal Alaska 20 & 41, mediante el análisis del indicador operativo: Toneladas por hombre guardia, número de personas en la guardia y las toneladas producidas en promedio por la guardia.

Una vez cumplidos todos los objetivos se comprobó que la aplicación de procesos de mejora continua influye en la rentabilidad de la mina artesanal Alaska 20 & 41, realizando un diagnóstico general del proceso de explotación de perforación y voladura cambiando la perforación eléctrica a perforación neumática.

La hipótesis específica de esta investigación minera, es la aplicación de procesos de mejora continua en la operación mina. Realizando un diagnóstico general del proceso de explotación, de perforación y voladura; cambiando la perforación eléctrica a perforación neumática. Estos indicadores principales a mejorar, es el de toneladas por hombre Guardia.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

- Análisis del indicador operativo
- Número de personas en la guardia
- Toneladas producidas en promedio por guardia.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación según su tipo es Aplicada, según sus datos son cuantitativa y según su profundidad de estudio es nivel descriptivo. De acuerdo con Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M.P. (2010) la investigación experimental es un tipo de “investigación que se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado”. Bajo esta premisa el diseño de la investigación es experimental, ya que consiste en aplicar una mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero de la mina Alaska 20 41.

Según Hurtado de Barrera (2000), la unidad de estudio se refiere al contexto, al ser o entidad poseedores de las características, evento, cualidad o variable que desea estudiar. Atendiendo esta conceptualización. La población según nuestra investigación esta resumida en: la unidad minera Alazka 20&41.

Hernández, 2014, define a la muestra como a un subgrupo representativo de la población o universo. Por lo tanto, las muestras de la investigación son parte de la base de datos de la mina artesanal Alaska 20 & 41, controles semanales y mensuales que se realiza en la mina.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos a utilizar de la mina artesanal Alaska 20&41 son controles en mina, base de datos almacenados, precios unitarios y controles semanales y mensuales de las variables de las matrices de proceso de mejora continua.

Las técnicas que se utilizaron en esta investigación fueron: Análisis Documental, el cual nos permite realizar búsquedas retrospectivas y recuperar el documento que necesitamos cuando lo necesitamos. Por lo tanto, podemos decir que el Análisis Documental va unido a la Recuperación de Información. Se realizó mediante:

Diagnostico la situación actual de la mina artesanal.

Elaboración y control en mina, matrices de procesos de mejora continua.

Organización de los recursos, generación del proceso de mejora continua y estimación de sus costos.

Recolección y procesamiento de datos, análisis e interpretación.

Los instrumentos que se utilizó fueron los siguientes:

- Base de datos mediante hojas de Excel de la mina artesanal Alaska 20 41.
- Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento estratégico y análisis FODA)
- Matriz de Control de productividad, costos ejecutados y estimados.
- Diagrama de Pareto, de acuerdo a las actividades de costo de la mina artesanal Alaska 20 41.
- Reporte de productividad
- Reporte de costos estimados y ejecutados
- Formato de reportes de operación

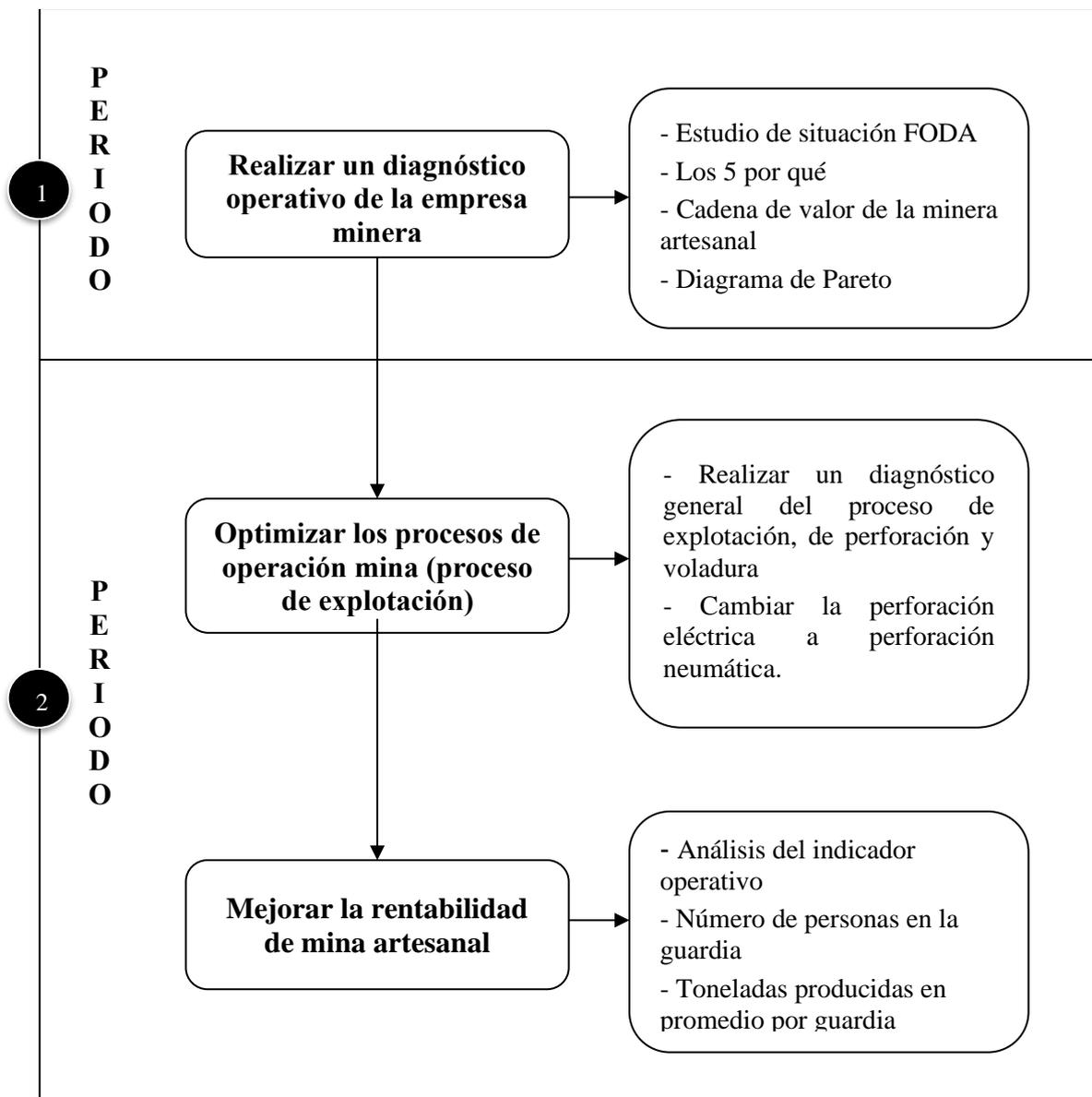
Para la ejecución del proceso de mejora continua en la unidad minera Alaska 20 & 41, se estimó desarrollarla de la siguiente manera, considerando dos periodos: el primero sobre diagnóstico situacional, y el segundo, de ejecución o puesta en marcha del proceso de mejora continua.

En el primer periodo, los autores consideramos que para cualquier diagnóstico que se realice a una empresa de cualquier índole, sea empresarial o industrial, es con la finalidad de establecer factores de una mejora en los procesos operacionales defectuosos o deficientes; es decir, sea utilizado para ir resaltando las deficiencias en operación de la empresa y llevarlas a desarrollar de una manera adecuada que represente que el procedimiento sea positivo. Las herramientas utilizadas en este contexto de diagnóstico situacional empresarial, y las consideradas por el equipo de trabajo para llevar a cabo la presente investigación, son las siguientes: DOP (Diagrama de Operación de Procesos), descripción específica del

proceso en actividad minera; FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), garantiza la identificación eficaz de lo antes mencionado; los cinco ¿Por qué?, identifican problemas situacionales a raíz, considerando la causa y efecto del problema en particular.

En el segundo periodo, se enfocó en mejorar la rentabilidad de mina artesanal, poniendo en marcha el proceso de mejora continua, donde se consideró: el análisis del indicador operativo, Toneladas por hombre guardia, número de personas en la guardia y las toneladas producidas en promedio por la guardia.

*Figura 2: Flujograma del procedimiento*



*Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)*

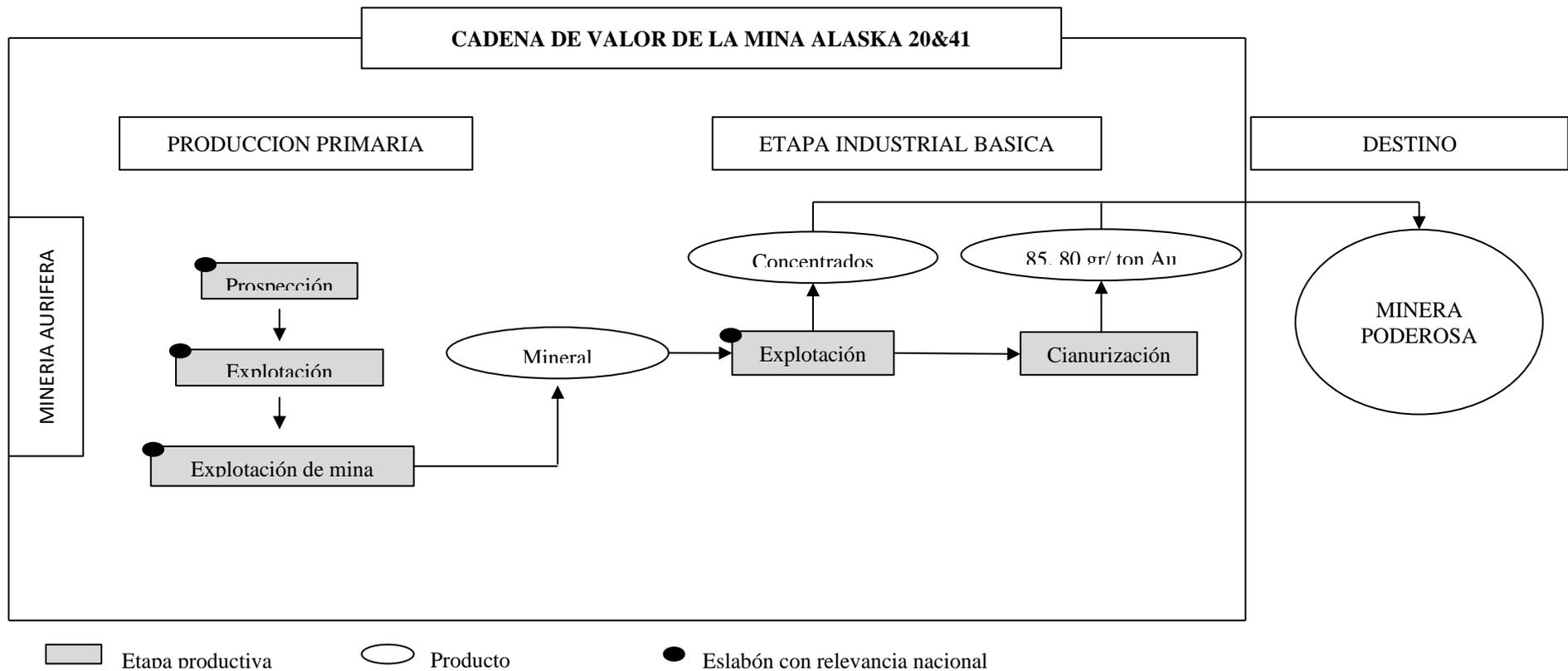
### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO OPERATIVO DE LA EMPRESA MINERA

##### Periodo 1

##### CADENA DE VALOR MINERA ALASKA 20&41

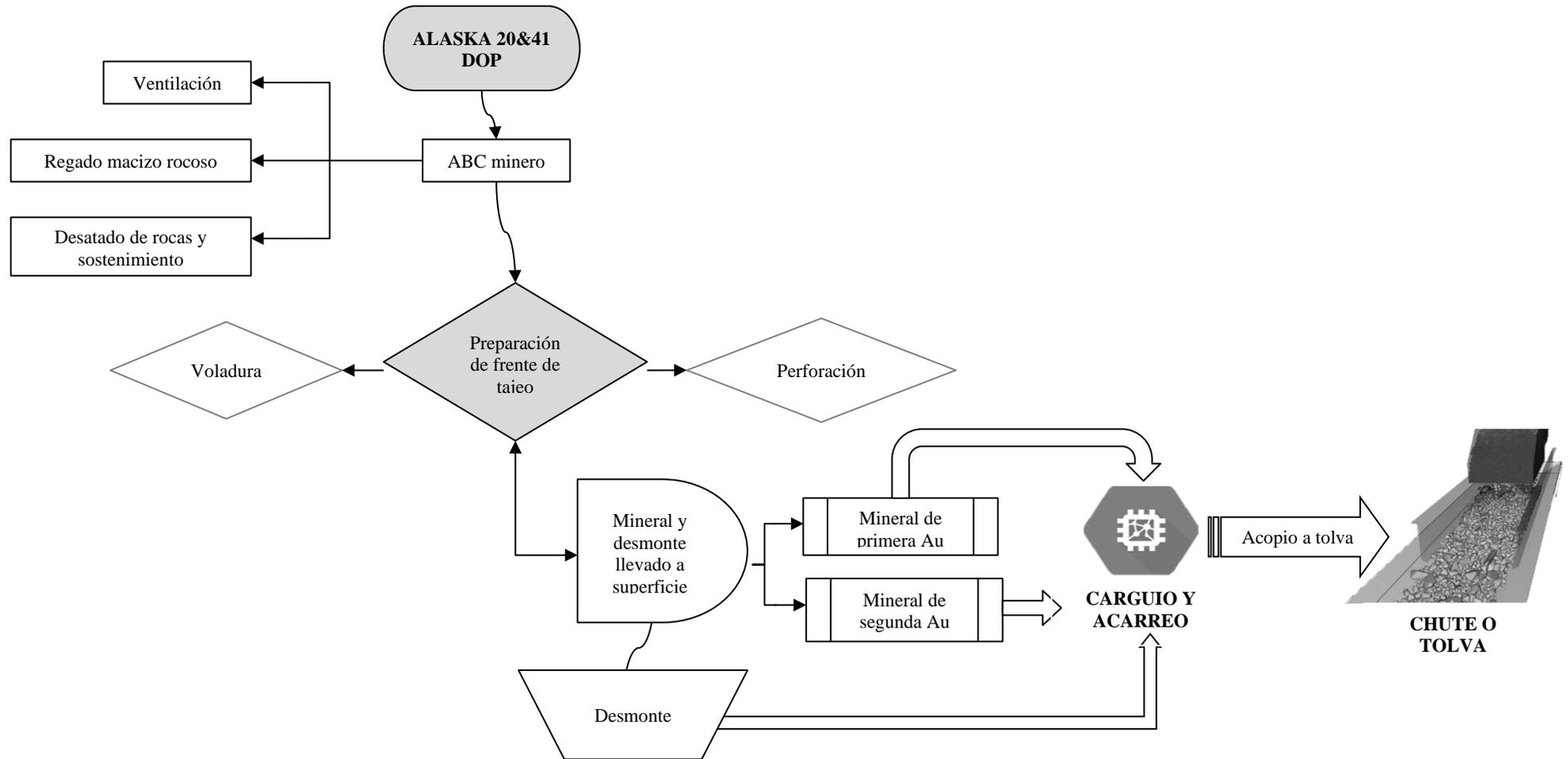
**Figura 3: Cadena de Valor minera Alaska 20 & 41.**



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

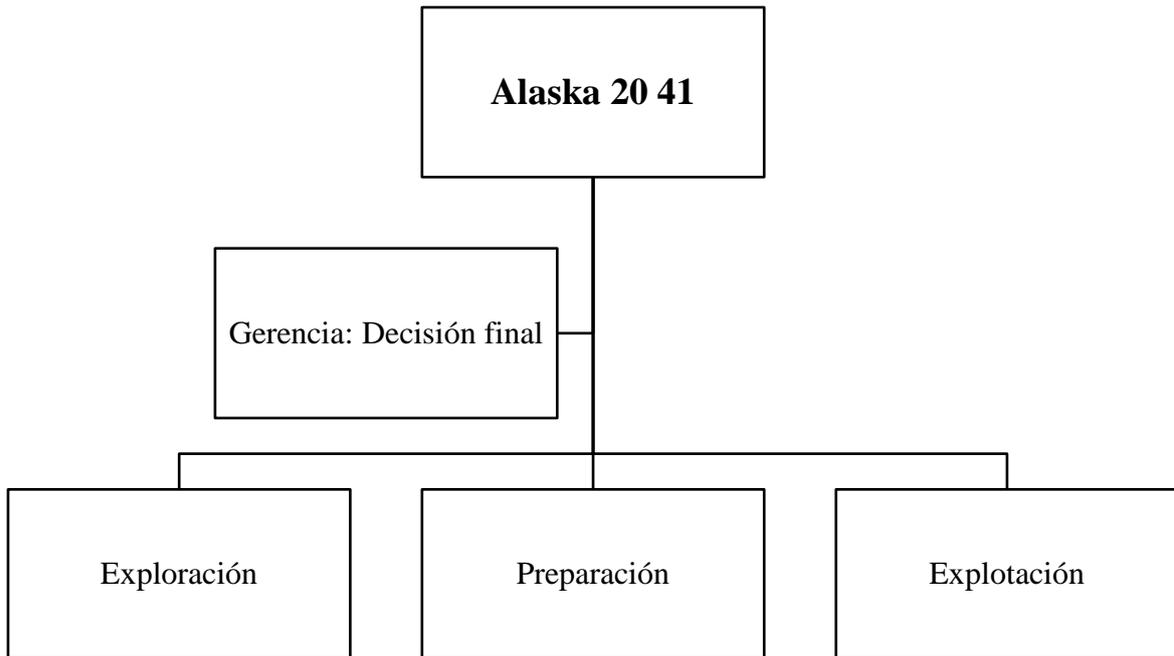
DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESOS

Figura 4: DOP Alaska 20 41; Programa Creatly online.



Fuente: Chinchayan J, Guillen H. (2021)

Figura 5: Jerarquía Organizacional de la Empresa.



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Áreas administrativas responsables de las operaciones extractivas:

- ✓ Administración.
- ✓ Logística.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Planeamiento de mina.
- ✓ Geología

Procesamiento y comercialización de minerales Minera Poderosa SAC:

Figura 6: Procesamiento y comercialización de minerales



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Matriz FODA

Figura 7: Matriz FODA Alaska 20 & 41.



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

LOS CINCO ¿POR QUÉ?

Figura 8: Técnica los cinco por qué.

PROBLEMA A ESTUDIAR	POR QUE 1	POR QUE 2	POR QUE 3	POR QUE 4	POR QUE 5
<b>MINA ALASKA 20&amp;41</b>	<p><b>¿Por qué la elección de esta mina?</b></p> <p>Porque es una mina artesanal que como muchas en nuestra sierra Liberteña sirven de sustento para nuestros compatriotas de dicha zona pero que carecen de aspectos importantes al momento de operar Estas minas artesanales buscan vender su producto a grandes empresas mineras consolidadas en dichas zonas</p>	<p><b>¿Por qué la mina carece de aspectos importantes en su operación?</b></p> <p>Debido a que se opera de manera convencional, poca tecnología y maquinaria, falta de medidas de seguridad sumado a esto, las dimensiones de la mina abastecen solo para un número limitado de personal para laborar.</p>	<p><b>¿Por qué se opera de manera convencional y por qué el número de personal reducido?</b></p> <p>Porque la zona de trabajo así lo requiere y el número de personal es limitado debido a las dimensiones de la mina. La mina es de pocos recursos, y es por ello que no se ha ampliado más su extensión.</p>	<p><b>¿Por qué la mina es de bajos recursos?</b></p> <p>Porque la explotación en dichas zonas es en depósitos pequeños o marginales y la ley y tonelaje en la mina es de 7 gramos de Au por tonelada.</p>	<p><b>¿Por qué implementar proceso de mejora continua en el planeamiento operativo minero?</b></p> <p>Porque de esta manera se detectarán las ventajas y desventajas que presenta la mina, desde un enfoque inicial de diagnóstico, para optar por aplicar por las correcciones necesarias que ayuden a la adaptación del proceso de mejora continua.</p>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Actividades desarrolladas en operación mina (Alaska 20 41)

*Figura 9: Actividades desarrolladas en operación mina Alaska 20 & 41.*

<b>Código</b>	<b>Actividades desarrolladas en Operación Mina Alaska 20 41</b>	<b>Costo por actividad Desarrollada S/</b>	<b>Porcentaje Acumulado</b>
A0P	Perforación	65.2	24%
A0V	Voladura	56.8	45%
A0CAm	Carguío y Acarreo mineral	30	56%
A01CAd	Carguío y acarreo desmonte	30	67%
A0MV	Mantenimiento de vías	25	77%
A0DR	Desatado de rocas	20.5	84%
A0Tj	Tajeo	18	91%
A0H2O	Desgaste de macizo rocoso (Aplicación de agua)	15	96%
A0Rd	Relleno detrítico	10	100%
A01v	Ventilación	0	100%
A0S	Sostenimiento	0	100%
A0DM	Diseño de mallas de perforación	0	100%
<b>TOTAL</b>		<b>270.5</b>	

*Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)*

■ **DIAGRAMA DE PARETO**

*Figura 10: Diagrama de Pareto mina Alaska 20 & 41.*



*Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)*

Interpretando el gráfico se identificaron los procesos extractivos que generaron más costo en la empresa minera Alaska 20 & 41 en el periodo de investigación por los autores; estos costos están establecidos o ejecutados por disparo realizado.

ACTIVIDAD	COSTO POR OPERACIÓN (S/.)
Perforación	65.2
Voladura	56.8

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Por consiguiente, se estableció la ejecución del proceso de mejora continua en el desarrollo de estas dos actividades.

## RESULTADO DE OPTIMIZAR LOS PROCESOS DE OPERACIÓN MINA (PROCESO DE EXPLOTACIÓN), CAMBIANDO LA PERFORACIÓN ELÉCTRICA A PERFORACIÓN NEUMÁTICA

### Periodo 2

Ejecución del proceso de mejora continua:

Los autores determinaron las actividades que se involucraron en los dos procesos que generaron un costo elevado, donde se buscó aplicar la mejora continua.

**Tabla 1: Actividades de proceso de alto costo**

Actividades de extracción	VARIABLE PRINCIPAL	VARIABLE DE MEJORA CONTINUA
<b>Avances en desarrollo</b>		
Mayor metros lineales avance en desarrollo	Desarrollo contemporáneo	Metros lineales desarrollo mensual
Mayor hora de equipo	Desarrollo contemporáneo	h/mensuales

Menor dimensión de sección de desarrollo	Desarrollo contemporáneo	m <sup>2</sup>
Diminución del factor de carga	Desarrollo contemporáneo	kg / m
<b>Preparación de mallas de perforación</b>	<b>Desarrollo contemporáneo</b>	<b>Diseño de mallas</b>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

- Determinación de costos por actividad desarrollada de acuerdo a las leyes de explotación de mineral.

Se estableció la identificación de dos tipos de mineral, correspondientes a las siguientes leyes de mineralización:

*Figura 11: Tipos de mineralización de acuerdo a ley.*

Tipo mineral	Gramos/Tonelada (g/TMH)
Mineral de primera <b>Au<sub>p1</sub></b>	7 g/tmh
Mineral de segunda <b>Au<sub>p2</sub></b>	5 g/tmh

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

La extracción en la unidad minera artesanal Alaska 20 & 41, en lo que respecta a producción por volumen de mineral (de las dos leyes) y desmonte, se desarrolló de la siguiente manera, de acuerdo al periodo establecido (mensual), durante la fase de diagnóstico situacional:

- a) Mineral de primera:

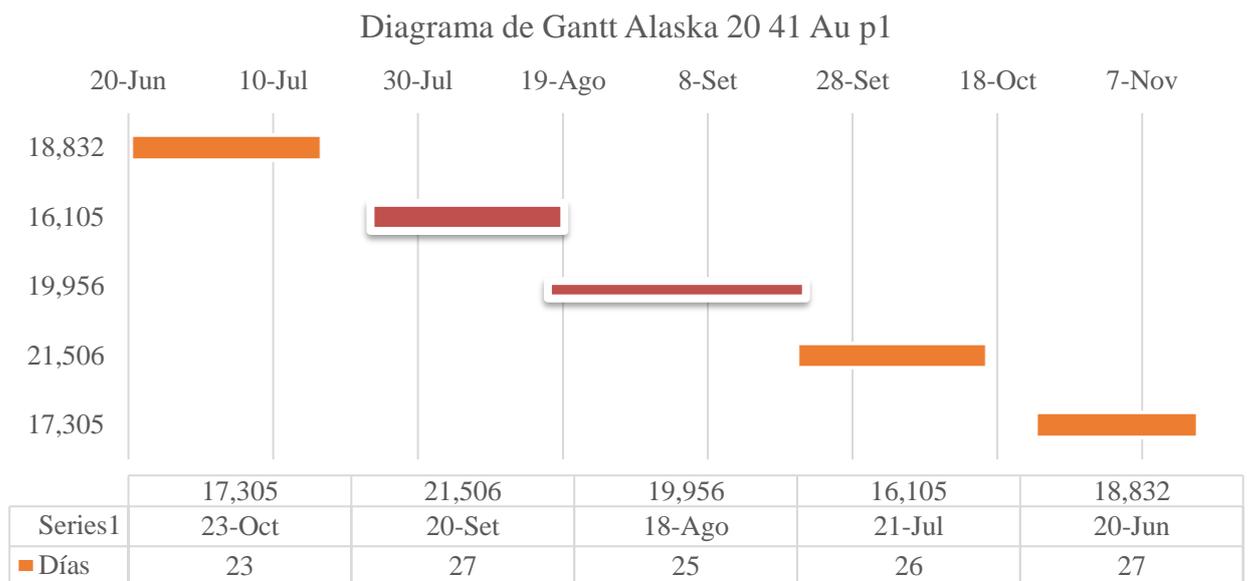
**Tabla 2: Producción mensual Aup1 (TMH)**

<i>Producción por mes (TMH) mineral Aup1</i>	<b>FECHA INICIO</b>	<b>DURACION DIAS</b>	<b>FECHA FIN</b>
--	-------------------------	--------------------------	----------------------

18,832	20-Jun	27	21-Jul
16,105	21-Jul	26	18-Ago
19,956	18-Ago	25	20-Set
21,506	20-Set	27	23-Oct
17,305	23-Oct	23	15-Nov

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Figura 12: Diagrama de Gantt Alaska 20 41 Au p1.



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

- Producción en gramos/TMH fase diagnóstico:

Tabla 3: Periodo de diagnóstico

Periodo de Diagnóstico	Producción mensual (TMH)	Gramos producidos	Gramos / TMH
Junio	18,832	130	0.00690
Julio	16,105	122	0.00758

<b>Agosto</b>	19,956	126.5	0.00634
<b>Septiembre</b>	21,506	124	0.00577
<b>Octubre</b>	17,305	121.4	0.00702

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

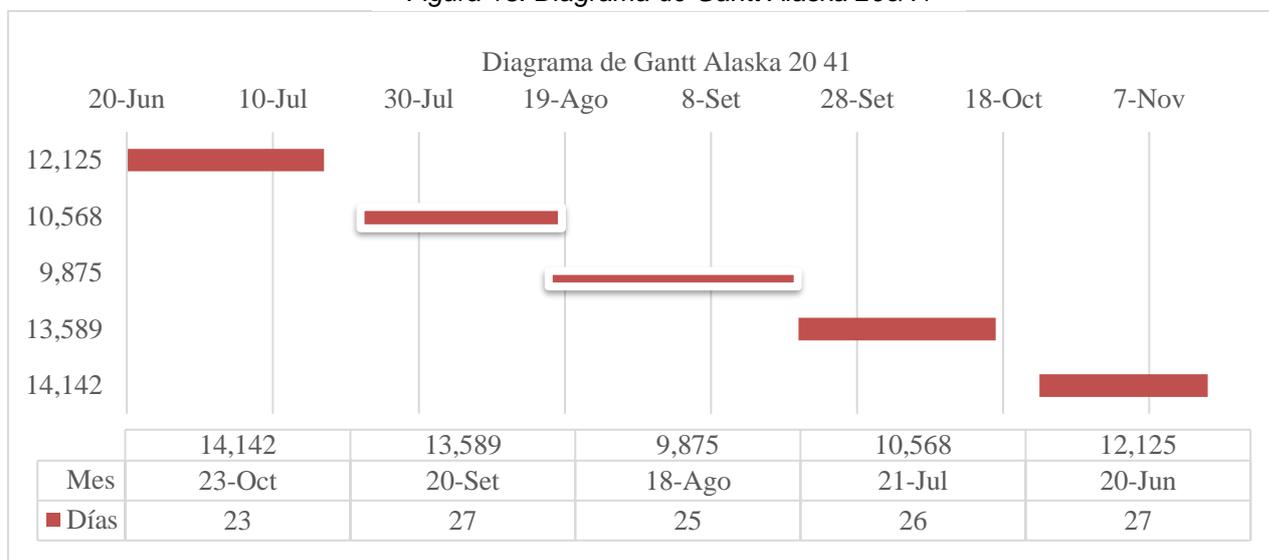
b) Mineral de segunda

**Tabla 4: Producción mensual Aup2 (TMH)**

Producción por mes (TMH) mineral Aup2	FECHA INICIO	DURACION DIAS	FECHA FIN
12,125	20-Jun	27	21-Jul
10,568	21-Jul	26	18-Ago
9,875	18-Ago	25	20-Set
13,589	20-Set	27	23-Oct
14,142	23-Oct	23	15-Nov

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Figura 13: Diagrama de Gantt Alaska 20&41**



Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

- Producción en gramos/TMH fase diagnóstico:

**Tabla 5: Producción en gramos. Mineral de segunda**

Periodo de Diagnóstico	Producción mensual (TMH)	Gramos producidos	Gramos / TMH
Junio	12,125	72	0.00594
Julio	10,568	64	0.00606
Agosto	9,875	56	0.00567
Septiembre	13,589	78.5	0.00578
Octubre	14,142	81.5	0.00576

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

- Costos agregados.
  - a) Mano de obra.

**Tabla 6: Costo mano de obra**

Trabajadores Categorizados	Maestro	Ayudante Perforista	Peón
Salario (diario)	60	45	36
Alojamiento (mensual)	30	30	30
Alimentación (diario)	15	15	15
TOTAL, S/.	108	90	83

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

En la empresa minera Alaska 20 & 41, se obtuvo la siguiente relación de trabajadores:

- Dos maestros mina.
- Dos ayudantes perforistas.
- Dos peones mina.

Por consiguiente, lo costos por mano de obra fueron designados de la siguiente manera:

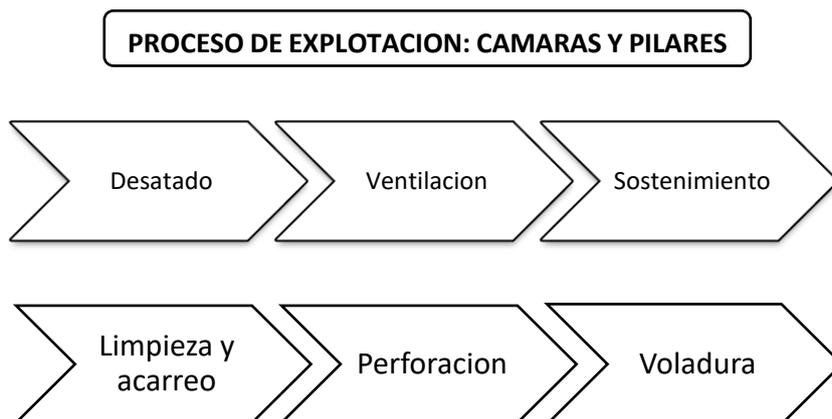
- Salario mensual maestro: 1800
- Salario mensual Ayudante perforista: 1350
- Salario mensual peón Mina: 1080

Con lo correspondiente a alojamiento; el alquiler de habitaciones fue mensual, se optaron por dos habitaciones para distribuir al personal; es decir, el costo mensual fue de: S/. 60.

Ahora bien, concerniente a alimentación por mes, se produjo un total de S/. 1350. Por lo tanto, los costos implicados en esta situación fueron de un valor total de: S/. 4230 costo mano de obra; alimentación y alojamiento S/. 1410

Las actividades de perforación realizadas en la mina Alaska 20 & 41, Se desarrollaron según el siguiente sistema de explotación:

*Figura 14: Proceso de Explotación*



*Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)*

Dichas actividades de perforación que se realizaron en la unidad minera Alaska 20 & 41, fueron ejecutadas con el equipo BOSCH Martillo Demoledor GSH11E 1500W 25J SDS; que tiene las siguientes especificaciones:

*Ilustración 2: Martillo Demoledor GSH11E Bosch*



*Fuente: Autores (2021)*

### **Martillo Demoledor GSH11E Bosch**

Con SDS-Max

Potencia: 1500w

Diámetro: 52mm

Impacto: 16.8 Joules

Peso: 10.1kg

Fuente: Edipesa líder en maquinarias.

**RESULTADO DE MEJORAR LA RENTABILIDAD DE MINA ARTESANAL  
ALASKA 20 &41 MEDIANTE EL ANÁLISIS DEL INDICADOR OPERATIVO.**

El equipo de trabajo realizó el análisis de comparación de las perforaciones Eléctricas y Neumáticas:

Se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 7: Análisis de la perforación eléctrica**

Perforación Eléctrica									
Longitud Perforación Promedio (m)	Longitud Avance (m)	Taladros	# Explosivos	Mecha Lenta (m)	# Fulminante	Tonelaje Producido	Eficiencia	Potencia de Veta	Tonelada/pies perforado
0.85	0.76	11	19	7.10	7	1.39	0.46	0.4	0.50

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Tabla 8: Análisis de la perforación neumática**

Perforación Neumática									
Longitud Perforación Promedio (m)	Longitud Avance (m)	Taladros	# Explosivos	Mecha Lenta (m)	# Carmex	Tonelaje Producido	Eficiencia	Potencia de Veta	Tonel/pie perfora
1.72	1.6684	18	90	15	15	3.063	1.02	0.4	0.3298

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

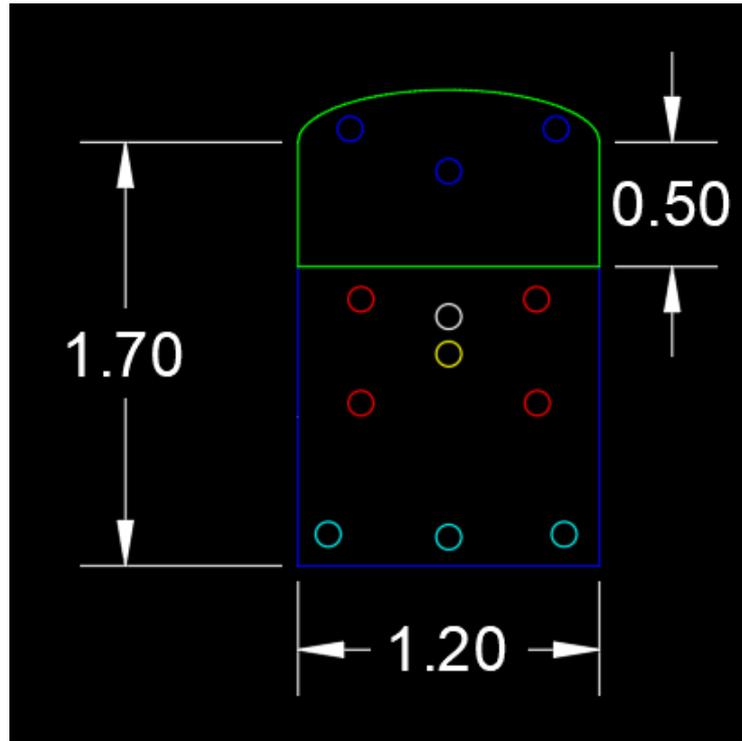
Ver anexo N°1

A partir de ello, se realizó las mallas de perforación para cada equipo, según las consideraciones necesarias para ello:

Se muestra las mallas de perforación según el tipo:

**a) Perforación Eléctrica:**

*Ilustración 3: Malla de Perforación*



*Fuente: Autores (2021)*

**Tabla 9: Malla de perforación Alaska 20 41**

<b>MALLA DE PERFORACIÓN ALASKA 20 41</b>	
Sección 1.20 m x 1.70m	
Roca dura (presencia de cuarzo)	
Potencia de la Veta 0.50 m	

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Tabla 10: Distribución de carga en el frente de trabajo**

<b>DISTRIBUCIÓN DE CARGA DEL FRENTE DE TRABAJO</b>	
N° Tal. Perforados	12
N° Tal. Producción	11

Alivio	1	○
Primera ayuda	1	○
Segunda ayuda (cuadradores)	4	○
Arrastre	3	○
Corona	3	○

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Luego se estableció las mallas para los dos tipos de perforación, se procedió a los costos de ambos equipos (Eléctrico, Neumático), mensuales y por disparo:

**Tabla 11: Análisis de variación de costo en un mes**

Análisis de Variación de Costo en el mes (30 días)		
Resumen x Disparo	Costo X Disparo (\$)	Costo mes (30) (\$)
Costo Eléctrica	66.75	2002.38
Costo Neumática	407.53	12225.93

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Ver anexo N°2

Después, se determinó los costos administrativos y operativos, para los dos tipos de perforación.

**Tabla 12: Gastos administrativos de la perforadora eléctrica y neumática**

	Eléctrico	Neumático
Gastos administrativos	\$	\$

Sueldos	847	983
Gerente	Dueño	Dueño
Administrador	Dueño	Dueño
Ingeniero de minas (residente)	508	508
Supervisor	339	339
Alquiler de Local	85	85
Para campamento	56	56
Para comedor	28	28
Oficina material	23	23
Escritorio	18	18
Útiles (sellos, papel, etc.)	4	4
Pago de Servicios	107	107
Luz	107	107
Agua	No se percibe el costo, no implementación de agua potable en la zona	
<b>TOTAL, MENSUAL (\$)</b>	<b>2124</b>	<b>2258</b>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Tabla 13: Gastos operativos de la perforación**

<b>Gastos Operativos</b>		
Costo Perforación y Voladura	2002	12225
Costo de Acarreo	20	50
Alquiler de Equipos	0	1600
Consumo de Combustible	0	20.25
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>2022</b>	<b>13895</b>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

De esta manera, se pudo establecer el monto de inversión para la adquisición del equipo neumático, y corroborar si la inversión es factiblemente rentable.

**Tabla 14: Determinación de la Inversión para aplicar la perforación neumática:**

<b>Inversión</b>		
Aproximando a la distancia de superficie a frente de mina 300 metros de avance		
<b>Tubería de aire 4 in</b>	costo unitario	30 U\$\$/metro
<b>Tubería aire 2 in</b>	costo unitario	18 U\$\$/metro
<b>Tubería de agua de 2 in</b>	costo unitario	3.05 U\$\$/metro
<b>Tubería de agua de 1 in</b>	costo unitario	2.5 U\$\$/metro
<b>Máquina Perforadora</b>	5000	\$
<b>Troncal de Aire Comprimido</b>	2000	\$
<b>Tubería de 4</b>	9000	\$
<b>Accesorio para tubería de 4</b>	60	\$
<b>Tubería de 2</b>	5400	\$
<b>Accesorio para tubería de 2</b>	45	\$
<b>Troncal de Agua</b>	15	\$
<b>Tanque receptor de 10 m3</b>	832.36	\$
<b>Tubería de agua de 2</b>	915	\$
<b>Tubería de agua de 1</b>	750	\$
<b>Accesorios de agua</b>	4	\$
<b>Bomba para subir el agua</b>	no requiere	
<b>Inversión Total (\$)</b>	<b>24021.36</b>	<b>dólares</b>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Finalmente, teniendo en cuenta los gastos administrativos, los costos de producción y la inversión, se procedió a realizar el siguiente cuadro:

**Tabla 15: Incremento de Producción según análisis**

Equipos	Eficiencia Ton/hg	75% disparos al mes	Tonelaje Mensual	Ley Gr Au/ton	Factor Gr Au/onza	Precio Onza Poderosa \$	Personal	Recup.	Venta al Mes \$
Neumática	1.02	45	137.7	10	31	1800	3	0.9	71959
Eléctrica	0.46	45	62.1	10	31	1800	3	0.9	32452

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Tabla 16: Datos para el análisis**

Perforación	Eléctrica	Neumática
<b>Inversión</b>	0	24021.36
<b>Gastos de Administración</b>	2124	2258
<b>Costo de Producción</b>	2022	13895
<b>Tasa</b>	10%	
<b>Meses</b>	36 meses	
<b>Recuperación</b>	0.9	

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

Para corroborar el análisis correspondiente, el equipo de trabajo realizó el Flujo de Caja con la Perforación Neumática:

Obteniendo los siguientes indicadores:

<b>Van</b>	S/515,989.16
<b>TIR</b>	232%
<b>B/C</b>	<b>B</b> S/696,315.28    3.86
	<b>C</b> S/180,326.13
<b>PRI</b>	S/138,782.01    3
<b>Iván</b>	S/21.48

Realizamos el Flujo de Caja con la

Perforación Eléctrica

Teniendo los siguientes indicadores:

**Van**                    **S/273,903.24**

Ver anexo N° 4

Finalmente aplicamos un Flujo de Caja Diferencial

Tenemos los siguientes indicadores:

**Van**                    S/242,085.92

**TIR**                    114%

Ver Anexo N° 5

## CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIONES:

El equipo de trabajo al utilizar los siguientes mecanismos y técnicas para llegar a conocer la estructura de la unidad minera Alaska 20 & 41, ubicada en Vijus, Pataz, La Libertad, los cuales fueron: elaboración del DOP (diagrama de Operación de Procesos) e identificación de las actividades que se realizan en mina, teniendo en cuenta el orden y la cronología del desarrollo de cada proceso; con la finalidad de reconocer la jerarquía de procesos efectuados. Además, se encontró con más exactitud las debilidades preexistentes en las operaciones desarrolladas, lo que nos ayudó a identificar el proceso donde aplicar la mejora continua. Así mismo, para identificar dichas debilidades, los autores se basaron en el estudio de la matriz FODA, estableciendo las deficiencias en los procesos donde se aplicó el proceso de mejora continua, y se identificó el problema raíz de acuerdo a las especificaciones del presente trabajo realizado. De esta manera, se tuvo la certeza de establecer relación entre la causalidad y el efecto de las deficiencias encontradas en el diagnóstico mencionado. Luego, se utilizó la herramienta de los cinco ¿por qué?, el cual tuvo como finalidad estimar el costo por actividad, que está basado en el costo establecido por actividad ejecutada. Por lo tanto, se estableció de manera ascendente – descendente los datos porcentuales de costo ejecutados de las actividades desarrolladas. De acuerdo con ello, se representaron las siguientes actividades de operación mina y se plasmó en el diagrama de Pareto, que nos sirvió para identificar la actividad o proceso que exige más costo operacional en mina. Interpretando la Figura 9, se identificaron los procesos extractivos que generaron más costo en la empresa minera Alaska 20 & 41: perforación con un costo de operación de S/. 65.2 y voladura con un costo de S/. 56.8. Estos costos están establecidos o ejecutados por disparo realizado. Estos resultados tienen concordancia con la conclusión a la que llega Farro & Valdivia, (2017) donde afirma que es necesaria una optimización e implementación en los procesos operativos que presentan factores críticos.

Una vez que se identificó los procesos que generaron costos elevados, se analizó cada actividad para determinar los costos por actividad desarrollada de acuerdo con las leyes de explotación de mineral. Donde hay dos tipos de mineralización: mineral de primera  $Au_{p1}$  con una ley de 7 g/tmh y mineral de segunda con una ley de 5g/tmh. La extracción se desarrolló en el periodo de diagnóstico donde en el mes de septiembre se obtuvo una mayor producción con 21, 506 TMH de mineral de primera y 13, 589 TMH mineral de segunda. Al analizar, los autores diferimos e identificamos los procesos de extracción que generaron más costo en mina, y de acuerdo con ello se optó por realizar un estudio financiero (caja de flujo), estableciendo como opción fundamental invertir en un equipo neumático; con la finalidad de realizar una comparativa que sirvió para medir la rentabilidad entre ambos equipos. Luego se estableció las mallas para los dos tipos de perforación, se procedió a los costos de ambos equipos. El costo por disparo con la perforadora eléctrica es de \$ 66.75 lo que equivale mensualmente a \$ 2002.38 por el otro lado el costo por disparo de la perforadora neumática es de \$ 407.53 lo que equivale a \$ 12225.93 mensual. También se determinó los costos administrativos y operativos para cada perforadora. De esta manera, se pudo establecer el monto de inversión para la adquisición del equipo neumático, y corroborar si la inversión es factiblemente rentable. En la tabla N 15 podemos observar que la perforadora neumática tiene una eficiencia de 1.02 ton/hg y que genera una venta mensual de \$ 71959 a pesar de tener que invertir \$ 24021. 36 como capital para adquisición de la nueva perforadora al basarnos en TIR (Tasa de Índice de Retorno) donde el tiempo de recuperación del capital es de 3 meses lo cual resulta rentable para la mina Alaska 20&41. Los autores, luego de obtener los resultados correspondientes, damos por corroborada nuestra hipótesis central, donde establecemos la relación de variable de estudio de esta investigación, identificando la comparación de beneficio económico para la empresa minera Alaska 20&41, entre la ejecución de equipos de perforación de distinta índole, para perforación y voladura respectivamente; donde se comprueba que al establecer el cambio de perforadora eléctrica

(BOSCH) a perforadora neumática (JACK-LEG); influye significativamente en la liquidez (rentabilidad) de la empresa. Se realizó el flujo de caja y los resultados muestran cuantitativamente la inversión positiva que resulta al aplicar la mejora continua., al realizar la operación del indicador financiero (VAN diferencial) tenemos como resultado de; S/. 242 085.92. Este resultado lo interpretamos como positivo de acuerdo con el tiempo estimado (3 años, 36 meses) de ejecución del proceso de mejora continua en la empresa minera ALAZKA 20&41. Esto nos lleva a fundamentar con el autor Suárez F. (2008) donde establece la relación de mejora continua con la sostenibilidad autónoma de dicha empresa basado en sus parámetros de estudio como vida útil de la empresa minera. Así mismo discrepamos con la información de Corcuera C. (2015) donde establece que la minería artesanal está orientada a desarrollar las actividades mineras de forma tradicional (básica, sin establecer riesgo de inversión); esto es bien conocido, sin embargo, como podemos verificar en el estudio de investigación y resultados de esta tesis; podemos decir que, dicha estrategia de desarrollo de explotación minera es por la desconfianza y la falta de datos e información que necesita el inversionista, para optar por un cambio significativo para la sostenibilidad de la empresa.

#### 4.2. CONCLUSIONES:

De acuerdo al análisis previo a la aplicación de la mejora continua en la empresa minera ALAZKA 20&41, ubicada en Vijus, Pataz, La Libertad, donde se evaluó las ventajas y desventajas preexistentes de dicha empresa, mediante los diferentes instrumentos de estudio diagnóstico situacional, se concluye que al aplicar el proceso de mejora continua, basándonos en los factores esenciales de la operación minera de dicha empresa; Cambio de perforadora Eléctrica a Neumática y las toneladas hombre guardia producidas en ambos aspectos, se percibe una mejora considerable, a pesar del incremento de costos de producción y la inyección de capital, esto se debe a la eficiencia de la perforadora neumática, que es el doble a comparación de la perforadora eléctrica (1.02 a 0.43 Ton/Hombre Guardia). Ahora bien, considerando el indicador financiero diferencial (VAN), de las tablas de análisis de caja de flujo de los dos tipos de perforadoras, concluimos que el proceso de mejora continua, respecto al cambio de perforadora es muy alentador y favorable; es decir, al realizar la operación del indicador financiero (VAN diferencial) tenemos como resultado de; S/. 242 085.92. Este resultado lo interpretamos como positivo de acuerdo con el tiempo estimado (3 años, 36 meses) de ejecución del proceso de mejora continua en la empresa minera ALAZKA 20&41.

De acuerdo con la inyección de dinero que se refleja como capital en la adquisición de la nueva perforadora, teniendo como valor \$24021.36. Nos basamos en Tasa de índice de retorno (TIR), donde percibimos el tiempo de recuperación o retorno del capital es de 3 meses, es decir la adaptación del proceso de mejora continua en la empresa es económicamente rentable.

## REFERENCIAS

- Monsalve J. (2014). *Sistema de indicadores para el control de operaciones en pequeñas y medianas empresas mineras Caso de estudio mina de carbón Nechí en Amagá – Antioquia*. Lima. Perú.
- Chuquín R., Farro A., Valdivia F. (2017). *Diagnóstico Operativo de la empresa ABC*. Lima. Perú.
- Castellano C., Maque A., Jun Y. (2015). *Proyecto de Ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de Producción de una pequeña mina subterránea*. Lima. Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Tozawa, B. y Bodek N. (2002). *Kaizen Rápido y Fácil*. Madrid: TGP Hoshin.
- Suárez F. (2008). *Encontrando al Kaizen: un análisis teórico de la mejora continua*. Pecvnia, 7, pp. 285-311.
- Gaimes S. & David (2019). *Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad diaria en la Cooperativa Minera Limata Ltda*. Arequipa. Perú.
- De la Cruz E. (1999). Planeamiento y control de producción en operaciones mineras. *RIIGEO*. 2(03). Pp 200-356.
- García J. (2011). *Planeamiento minero de Corporación Minera Castrovirreyña*. Lima. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Carlos López J. (1997). *Manual de Evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid. España: Escuela técnica superior de ingenieros de minas.
- Llanque Mosquera (1995). *Explotación Subterránea – Métodos y casos prácticos*. Puno. Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- HERRERA, J. & PLÁ, F. (2001). *Evaluación y Planificación Minera*. Madrid. España.

- VARGAS, M. (2011). *Modelo de planificación de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Ojeda M., Rene W. (2014). *Diseño de mallas de perforación y voladura subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia*. Lima, Perú.
- DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS DE SAN MARTÍN. (2014). *Guía de evaluación de plan de minado para el inicio/reinicio de actividades de exploración de la pequeña minería (PM) y minería artesanal (MA)*. Moyobamba, San Martín. Dirección Regional de Energía y Minas de San Martín.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: Promedio Perforación Eléctrica

**Tabla 17: Reporte de operación mina**

Reporte de Operación Mina								
Labor:	Tajo B	Nivel:	2400	Sección:	Sección:	1.2 *	1.7	m2
		densidad:	2.7	# Trabajadores:	# Trabajadores:	3		

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

**Tabla 18: Reporte de Operación Mina por fechas**

Fecha	Guardia	Longitud Perforación Promedio (m)	Longitud Avance (m)	Taladros	# Explosivos	Mecha Lenta (m)	# Fulminante	Tonelaje Producido	Eficiencia	Potencia de Veta	Tonelada/pies perforado
20/06/2019	Dia	0.85	0.79	12	21	8	8	1.450	0.48	0.4	0.474
21/06/2019	Dia	0.85	0.77	13	18	7	7	1.414	0.47	0.4	0.426
22/06/2019	Dia	0.85	0.75	11	17	7	7	1.377	0.46	0.4	0.491
23/06/2019	Dia	0.85	0.76	10	20	8	8	1.395	0.47	0.4	0.547
24/06/2019	Dia	0.85	0.78	9	19	6	6	1.432	0.48	0.4	0.624
25/06/2019	Dia	0.85	0.73	12	16	7	7	1.340	0.45	0.4	0.438
26/06/2019	Dia	0.85	0.76	13	19	8	8	1.395	0.47	0.4	0.421
27/06/2019	Dia	0.85	0.80	12	21	7	7	1.469	0.49	0.4	0.480
28/06/2019	Dia	0.85	0.69	11	21	8	8	1.267	0.42	0.4	0.452
29/06/2019	Dia	0.85	0.77	10	18	7	7	1.414	0.47	0.4	0.554
30/06/2019	Dia	0.85	0.74	13	17	6	6	1.359	0.45	0.4	0.410

01/07/2019	Dia	0.85	0.72	11	21	8	8	1.322	0.44	0.4	0.471
02/07/2019	Dia	0.85	0.73	12	20	8	8	1.340	0.45	0.4	0.438
03/07/2019	Dia	0.85	0.79	9	18	6	6	1.450	0.48	0.4	0.632
04/07/2019	Dia	0.85	0.74	10	19	6	6	1.359	0.45	0.4	0.533
05/07/2019	Dia	0.85	0.80	13	18	7	7	1.469	0.49	0.4	0.443
06/07/2019	Dia	0.85	0.75	12	20	8	8	1.377	0.46	0.4	0.450
07/07/2019	Dia	0.85	0.77	11	18	6	6	1.414	0.47	0.4	0.504
08/07/2019	Dia	0.85	0.80	10	19	8	8	1.469	0.49	0.4	0.576
09/07/2019	Dia	0.85	0.70	12	19	7	7	1.285	0.43	0.4	0.420
10/07/2019	Dia	0.85	0.74	9	16	6	6	1.359	0.45	0.4	0.592
11/07/2019	Dia	0.85	0.72	9	21	6	6	1.322	0.44	0.4	0.576
12/07/2019	Dia	0.85	0.69	12	20	7	7	1.267	0.42	0.4	0.414
13/07/2019	Dia	0.85	0.80	10	17	8	8	1.469	0.49	0.4	0.576
14/07/2019	Dia	0.85	0.75	13	19	8	8	1.377	0.46	0.4	0.415
15/07/2019	Dia	0.85	0.79	14	18	7	7	1.450	0.48	0.4	0.406
16/07/2019	Dia	0.85	0.76	10	17	6	6	1.395	0.47	0.4	0.547
17/07/2019	Dia	0.85	0.77	12	18	8	8	1.414	0.47	0.4	0.462
18/07/2019	Dia	0.85	0.74	11	21	8	8	1.359	0.45	0.4	0.484
19/07/2019	Dia	0.85	0.75	9	19	7	7	1.377	0.46	0.4	0.600
20/07/2019	Dia	0.85	0.80	10	18	6	6	1.469	0.49	0.4	0.576

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

## ANEXO N° 2: Costo por disparo mensual

*Tabla 19: Análisis de Variación en cada disparo*

	Vida Útil (pies)	Costo (\$)	Costo Mantenimiento y Lubricante (\$)	Costo Total	\$/Pie
Perforadora Eléctrica	45000	2450	150	2600	0.06
Perforadora Neumática	80000	5000	250	5250	0.07
Barra Cónica de Perforación E	950	80	15	95	0.10
Barra Cónica de Perforación N	1200	110	25	135	0.11
Broca Eléctrica	350	30	15	45	0.13
Broca Neumática	600	85	13	98	0.16
Atacador Perf. Elec.	0	0	0	0	0.00
Atacador Perf. Neumat.	80000	5	0	5	0.0001
Guiadores Perf. Elec.	0	0	0	0	0.00
Guiadores Perf. Neumat.	80000	5	0	5	0.0001
<b>Costo Perforación Neumática</b>					<b>0.3416</b>
<b>Costo Perforación Eléctrica</b>					<b>0.2863</b>

Materiales	\$ /m
Cable eléctrico Perf Eléctrica	5
Tubería de 2 y Accesorio	16
Tubería de 1 y Accesorio	2

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

*Tabla 20: Análisis de Variación de Costo en una guardia*

<b>Perforación</b>	<b>Taladros x disparo</b>	<b>Long. Perforación</b>	<b>Pies Perforados</b>	<b>Costo X disparo</b>
<b>Perforación Eléctrica</b>	11	0.85	31	<b>10.65</b>
<b>Perforación Neumática</b>	18	1.72	103	<b>35.23</b>

<b>Materiales</b>	<b>Avance (m)</b>	<b>Costo (\$/m)</b>	<b>Costo X Disparo (\$)</b>
<b>Eléctrico</b>	0.79	5	<b>3.95</b>
<b>Neumático</b>	1.70	18	<b>30.60</b>

<b>Voladura</b>	<b>Cartuchos</b>	<b>Costo</b>	<b>Armadas</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Mecha Rápida</b>	<b>Costo (\$/m)</b>	<b>Costo X Disparo (\$)</b>
<b>Eléctrico</b>	19	2.45	8.0	0.7	0	0	<b>52.15</b>
<b>Neumático</b>	90	3.55	15	1	6	1.20	<b>341.7</b>

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

ANEXO N° 3: Análisis de flujo de caja con el método de perforación neumática

*Tabla 21 : Flujo de Caja perforación Neumática*

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ingresos</b>													
Ventas	0	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959
<b>Egresos</b>													
Inversión	24021.36												
Gastos administrativos	0	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258
Costos de Producción		13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895
Total de ingresos		16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153
Saldo	-24021.36	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806.35484	55806	55806	55806	55806.355

Periodo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<b>Ingresos</b>																
<b>Ventas</b>	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959
<b>Egresos</b>																
<b>Inversión</b>																
<b>Gastos administrativos</b>	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258
<b>Costos de producción</b>	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895
<b>Total de ingresos</b>	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153
<b>Saldo</b>	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806

<b>Periodo</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
<b>Ingresos</b>								
<b>Ventas</b>	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959	71959
<b>Egresos</b>								
<b>Inversión</b>								
<b>Gastos administrativos</b>	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258	2258
<b>Costos de Producción</b>	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895	13895
<b>Total de ingresos</b>	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153	16153
<b>Saldo</b>	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

ANEXO N° 4: Flujo de caja con la perforación eléctrica

*Tabla 22: Flujo de caja con la perforación eléctrica*

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Ingresos</b>																		
<b>Ventas</b>	0	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452
<b>Egresos</b>																		
<b>Inversión</b>	0																	
<b>Gastos administrativos</b>	0	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124
<b>Costos de Producción</b>		2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
<b>Saldo</b>	0	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306

Periodo	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Ingresos</b>													
<b>Ventas</b>	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452	32452

---

**Egresos**

**Inversión**

<b>Gastos Administrativos</b>	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124	2124
<b>Costos de producción</b>	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
<b>Saldo</b>	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306

---

<b>Periodo</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
----------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

---

**Ingresos**

<b>Ventas</b>	32452	32452	32452	32452	32452	32452
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

**Egresos**

**Inversión**

<b>Gastos Administrativos</b>	2124	2124	2124	2124	2124	2124
<b>Costos de produccion</b>	2022	2022	2022	2022	2022	2022
<b>Saldo</b>	28306	28306	28306	28306	28306	28306

---

Fuente: Chinchayán J, Guillen H. (2021)

ANEXO N° 5: Evaluación diferencial

**Tabla 23: Evaluación Diferencial**

<b>Neumática</b>	-24021.36	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806.35484	55806	55806	55806	55806.355	55806	55806	55806	55806
<b>Eléctrica</b>	0	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306
<b>Saldo</b>	-24021.36	27500	27500	27500	27500.35484	27500	27500	27500	27500.35484	27500	27500	27500	27500	27500.355	27500	27500	27500	27500	27500
	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806	55806
	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306	28306
	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500	27500

Fuente: Chinchayán J, Guillen H

