

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera Ingeniería de Minas

“APLICACIÓN DE MEJORA CONTINÚA EN LA GESTIÓN DE PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO Y SU RELACIÓN CON EL BENEFICIO ECONÓMICO EN MINERA A CIELO ABIERTO EN CAJAMARCA-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Melker Llamo Vásquez

Marcos Ramos Bardales

Asesor

Mg. Daniel Alejandro Alva Huaman

Cajamarca-Perú

2021



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Daniel Alejandro, Alva Huamán, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA DE MINAS**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Melker Llamo Vásquez
- Marcos Ramos Bardales

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “**APLICACIÓN DE MEJORA CONTINÚA EN LA GESTIÓN DE PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO Y SU RELACIÓN CON EL BENEFICIO ECONÓMICO EN MINERA A CIELO ABIERTO EN CAJAMARCA 2021**” para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Daniel Alejandro, Alva Huamán
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A Dios y a nuestros queridos padres y todos aquellos que estuvieron involucrados, y nos
apoyaron a lo largo nuestro proceso universitario

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecir nuestro camino y el de nuestros padres, por enseñarnos desde pequeños a valorar los estudios y a luchar por alcanzar nuestros objetivos y metas. Y gracias a nuestros docentes universitarios quienes nos inculcaron para seguir adelante. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo infinito, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	32
1.3. Objetivos	32
1.3.1. Objetivo general.....	32
1.3.2. Objetivos específicos.....	32
1.4. Hipótesis	32
1.4.1. Hipótesis general.....	32
1.4.2. Hipótesis específicas	32
1.4.3. Variables.....	33
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	34
2.1. Tipo de investigación	34
2.4. Procedimiento	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS	42
3.1. Gestión actual del planeamiento operativo minero a cielo abierto en Cajamarca 2021.....	42
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	51
4.1 Discusión.....	51
4.3 Conclusiones.....	52
4.4. Recomendaciones.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXO N° 1: PLAN OPERATIVO MINERO	55
ANEXO N° 2: MATRIZ DE MEJORA CONTINÚA	56
ANEXO N° 3: MATRIZ DE MEJORA CONTINÚA.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativo entre Curva de aprendizaje y Curva de experiencia.....	23
Tabla 2: Formato de la matriz de productividad, costos realizados y estimados.....	35
Tabla 3: Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera Yanacocha.....	43
Tabla 4: Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera Coimolache.	43
Tabla 5: Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera La Zanja.	43
Tabla 6: Tabla de resultados de producción en el año 2020 y 2021 en minera Yanacocha, Coimolache y la Zanja.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grafico de curva de aprendizaje de producción vs tiempo	22
Figura 3:Tasas de aprendizaje de curva de aprendizaje.....	23
Figura 4:factores que afecta la curva de aprendizaje.....	24
Figura 5:Graficas de funciones potenciales	24
Figura 6:Curva de aprendizaje de unidades de producción.	29
Figura 7:curva de recuperación de mineral por día	31
Figura 8:Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento y análisis FODA)	37
Figura 9:Procedimiento de Mejora Continua de la presente investigación.	38
Figura 10:formato los indicadores de investigación.....	41
Figura 11: Resumen del nivel de producción de oro y plata -Cajamarca-2019.....	45
Figura 12: Resumen del nivel de producción de oro y plata -Cajamarca-2020.....	45
Figura 13: Nivel de producción de minerales-ORO.....	50
Figura 14: Nivel de producción de minerales-plata.....	51

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación de función potencial.....	23
--	----

RESUMEN

Cajamarca es uno de los departamentos con empresas mineras más consideradas de Latinoamérica por la producción de oro, plata, cobre, plomo; con grandes leyes marginales emplazada en rocas volcánicas, con una calidad del macizo rocoso de tipo regular. Así mismo, presenta altos estándares de cultura de seguridad y responsabilidad socio-ambiental con su entorno.

En la presente investigación se busca una información verdadera proporcionado por diferentes geólogos que trabajan en las empresas mineras Cajamarca, la empresa minera inicia con la exploración minera que exploraba oro y plata, en el año 1986 Newmont descubrió una importante mineralización de oro.

La presente investigación está dividida en dos fases: el diagnóstico situacional como fase uno que inicia en enero del año 2021 y la mejora continua que inicia superar el año anterior del 2020 porque en el 2020 bajo la exploración de oro.

En la fase del diagnóstico situacional del 2020 se obtuvo un promedio de 327000 mil onzas de oro y 0.373 mil onzas de plata, mientras que en la fase dos se incrementó 187000 mil onzas de oro y 1.403 mil onzas de plata aplicando la mejora continua.

En la presente investigación la hipótesis es verdadera porque influye en el beneficio económico representándose por un modelo de función potencial llamado curva de aprendizaje.

PALABRAS CLAVES: Mejora continua, gestión de planeamiento, operativo minero, económico.

ABSTRACT

Cajamarca is one of the departments with the most highly regarded mining companies in Latin America for the production of gold, silver, copper, lead; with great marginal grades located in volcanic rocks, with a quality of the rocky massif of a regular type. Likewise, it presents high standards of safety culture and socio-environmental responsibility with its surroundings.

In this investigation, true information provided by different geologists working in Cajamarca mining companies is sought, the mining company begins with mining exploration that explored gold and silver, in 1986 Newmont discovered an important gold mineralization.

This research is divided into two phases: the situational diagnosis as phase one that begins in January 2021 and the continuous improvement that begins to exceed the previous year of 2020 because in 2020 under the exploration of gold.

In the 2020 situational diagnosis phase, an average of 327,000 thousand ounces of gold and 0.373 thousand ounces of silver were obtained, while in phase two, 187,000 thousand ounces of gold and 1,403 thousand ounces of silver were increased by applying continuous improvement.

In the present investigation, the hypothesis is true because it influences the economic benefit, being represented by a potential function model called the learning curve.

Keywords: Continuous improvement, planning management, mining operations, economic.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la siguiente investigación se ha detectado una gran baja de extracción de minerales tales como oro, plata y cobre. Sin embargo, se desconoce los verdaderos cambios o impactos que ha ocasionado tanto en su producción de mineral como en la calidad de vida de la población de su entorno; es decir existe una deficiencia en su producción.

Las empresas mineras en Cajamarca a cielo abierto en el año 2020 han reducido su nivel producción por el tema de covid-19, por el cual bajaron su nivel de producción como: oro, plata y cobre, que genero un gran problema en las áreas operativas y administrativas. Por ello mismo se propone realizar una mejora continua para incrementar los niveles de producción y que se pueda aumentar a más el nivel de producción y llegar al objetivo que se va a proponer la parte administrativa.

Según Huaynate, (2018), en la presente investigación de La Unidad Minera Untuca es una mina aurífera subterránea y superficial con leyes marginales emplazada en rocas metamórficas de esquisto y filita de la Cordillera Sur Oriental del Perú con una calidad del macizo rocoso de tipo regular. Así mismo, presenta altos estándares de cultura de seguridad y responsabilidad socio-ambiental con su entorno. Esta investigación está dividida en 2 fases: Fase 1, de Diagnóstico situacional de noviembre del 2015 a junio del 2016, y la Fase 2, de Procesos de mejora continua que abarca desde Julio del 2016 a agosto del 2017. Los resultados operativos en ambas fases evidencian el proceso de mejora continua ejecutada en la mina, siendo el resultado final una obtención de onzas de oro más eficiente acorde a los tonelajes extraídos del minado. En la Fase 1 se obtuvo en promedio 1,765 oz Au/mes, mientras que en la Fase 2 progresivamente se incrementó la producción llegando hasta 3,959

oz Au/mes, con un promedio mensual de 3,323 oz Au/mes. En cuanto a toneladas se incrementó de 29,105 TMH/mes en promedio en la Fase 1, a 52,005 TMH/mes en promedio en la Fase 2 de proceso de mejora continua. El área de Planeamiento e Ingeniería de la Mina fue la encargada de conciliar y gestionar el control y proyección de los costos ejecutados y estimados de los procesos de mejora continua, conjuntamente con la Gerencia de Operaciones y las áreas operativas involucradas. La presente investigación sustenta la hipótesis de que la aplicación de procesos de mejora continua influye en el beneficio económico representándose gráficamente por un modelo matemático de función potencial denominada curva de aprendizaje. La curva de aprendizaje es empleada en estimar programas de producción, costos y presupuestos. Fue aplicada por primera vez por Theodore Paul Wright en 1936. En la presente investigación aplicaremos la curva de aprendizaje en la estimación de los costos generados por los procesos de mejora continua, los cuales se aplicaron de forma medida, progresiva y presupuestada. Los 5 indicadores de sustento de la presente investigación son lograr: menor variación de la desviación estándar típica; mayor tasa de aprendizaje; cumplimiento entre 90% al 110 % de los parámetros de productividad; cumplimiento entre 90% al 110 % de la confiabilidad del

En la tesis se concluyó que los procesos de mejora continua influenciaron en el beneficio económico, incrementándose la producción de oro de 1,765 oz Au/mes en promedio en la Fase 1, a 3,323 oz Au/mes en promedio en la Fase 2, siendo la ratio mayor en 0.003 oz Au/TMH, lográndose un ahorro de US\$ 1'873,113.

Terrones, (2018) La investigación tiene como objetivo general elaborar un plan de mejora continua en el proceso de batido de mineral para la reducción de costos de producción de una empresa minera de Cajamarca – 2018 Con una población que involucra a todo el personal administrativo como personal operativo de la empresa

TECNO SANPF PERU, por lo que el tipo de muestreo que se aplicó es el muestreo no probabilístico (muestreo intencional) puesto que se seleccionó al personal más experimentado y dispuesto a participar en el presente proyecto, basado en un diseño experimental porque se tuvo que alterar la variable independiente para obtener el resultado deseado. La presente investigación tiene cuatro tipos de alcances, exploratorio, descriptivo, y explicativo respectivamente. El proceso de batido de mineral se ejecuta en los PAD de lixiviación con la finalidad de mesclar el mineral con cal y aflojar el terreno compactado por lo general por el acceso de camiones gigantes, para luego dar paso a la lixiviación, dicho proceso comienza llevando cal a la zona de operación, la misma que es apilada en montículos, luego las excavadoras extienden la cal por toda la zona a batir, como segundo paso las excavadoras rompen el piso y excavan hasta llegar a profundidades de 3 metros o 5 metros según indicaciones del cliente (Minera Yanacocha), generando montículos de mineral mesclado con cal, luego se realiza un levantamiento topográfico realizado por el cliente (Minera Yanacocha) y la empresa contratista, y se deja reposar por un espacio de 20 días, pasado dicho tiempo se extiende el mineral utilizando un tractor D8T con tres puntas en el ripper, una vez emparejado el terreno se procede a realizar surcos por toda la zona batida y se comunica al área de procesos de Minera Yanacocha para que realice el tendido de mangueras para la lixiviación.

Ramírez, (2018) En el presente reporte de estadía se hace el planteamiento de que la mejora continua es un proceso fundamental para alcanzar los objetivos de la Calidad Total y la Excelencia en las empresas. Dicho proceso de mejora, se enfoca en el potencial que tienen éstas, para evolucionar, avanzar y desarrollarse de manera progresiva y constante, obteniendo resultados eficientes y eficaces. Uno de los objetivos de toda empresa debe ser la mejora de la calidad. Y dicho proceso tiene que

hacerse a través de una continua autoevaluación. De acuerdo a las observaciones realizadas, el mal desempeño, y la baja eficiencia de los procesos es debido a las personas, es decir, que se tiene una cultura errónea de trabajo y una actitud inadecuada. Se realiza el proyecto para la elaboración de un plan de mejora continua en los procesos, de manera tal, que se pueda implementar de manera general en cualquier línea de proceso, o en cualquier empresa, y para principalmente para desarrollar una cultura de excelencia.

Campos, (2017) En la actualidad si hablamos de procesos productivos debemos necesariamente de pensar en la optimización en el uso de los recursos necesarios para producir un bien o servicio, orientando así a nuestra organización a un enfoque de mejora continua que nos permita obtener mejores resultados y a un costo adecuado.

En términos generales una curva de aprendizaje describe de manera gráfica el grado de éxito en el aprendizaje obtenido a través del tiempo en la realización de una determinada actividad.

Su aplicación se da en: la programación de la producción y en el establecimiento de costos y presupuestos.

Según Saenz (2016) en la reciente indagación en el marco de la planificación nacional, el movimiento del incremento es uno de los retos más importantes que se ha planteado en muchas instancias de gobiernos, establecido en la construcción de planes de progreso concertados, como instrumento y/o herramienta para alcanzar el desarrollo. Centralmente de este marco el Departamento Cajamarca cuenta con el PDRC 2010 - 2021, que orienta las acciones del gobierno regional a fin de lograr un desarrollo un sostenible Se concluye que, al orientar la realización a lograr resultados en el desarrollo sostenible, luego, es un referente que permite y es capaz de satisfacer

las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Según Formento, (2015), el artículo menciona que es difícil establecer un origen preciso para lo que hoy se denomina proceso de mejora continua. En general se acepta que esta denominación se deriva del vocablo japonés “Kaizen”, utilizado por Imai en la década del 80’y que surge de la unión de dos ideogramas japoneses Kai: cambio y Zen: beneficioso. El Kaizen o proceso de mejora continua, propone un cambio fundamental en la organización tradicional del trabajo y el mismo surge de considerar relevante la experiencia acumulada por los trabajadores (en todos los niveles), al desarrollar cotidianamente sus actividades. Esta experiencia, también conocida como conocimientos tácitos, es muy difíciles de codificar y, ser usados sistemáticamente, mientras que puede ayudar a resolver muchos de los problemas crónicos organizacionales. Aplicando el concepto de proceso de mejora continua, las personas en una empresa cualquiera tienen dos roles genéricos: uno es realizar la tarea cotidiana para la que han sido contratados, o “rutina”, y el otro es utilizar su experiencia para mejorar permanentemente aquello que se está haciendo, o “mejora”. En definitiva, el trabajo pasa a tener una función dual, independiente del nivel jerárquico, compuesta por la interacción entre “rutina y mejora”.

Formento, (2015) El presente libro recopila las mejores prácticas del modelo EFQM aplicado a la innovación y mejora continua. Se revisaron las investigaciones relacionadas, para las que la bibliografía es amplia en referencia a la aplicación de los procesos de mejora continua y su relación con la curva de aprendizaje, en diferentes industrias, pero en minería esta investigación sería la primera aplicada a la operación minera.

En conclusión, la mejora continua, tiene una representación gráfica del tipo potencial llamada curva de aprendizaje. Esta curva es usada en la programación de producción y en la estimación de sus costos y presupuestos asociados.

Jimeno, (2014) Este trabajo concluye que en la implementación del Modelo de gestión para las operaciones de volcán Compañía Minera S.A.A, que se encuentra enmarcado en el Modelo de Gestión de Maicon Baldrige. Esto se realizó con el objetivo de establecer un trabajo sistemático y estandarizado que asegure el proceso de mejora continua en línea con la visión de la empresa que apunta a un logro de la excelencia operativa. Para asegurar el despliegue se definió la estrategia del proceso de mejora continua, 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. Los resultados en la Empresa se evidencian en mejoras en el desempeño de los indicadores operativos que se traducen en resultados cuantitativos y cualitativos para la Compañía.

Se puede decir que, en el proceso tradicional de planificación, hay una diferencia entre el valor medio usado de costo para la valorización y el costo que realmente tendrá el plan minero. Este costo tiene un comportamiento variable en el tiempo que es importante entender, para poder buscar mejoras en los planes de producción y tener así el control de los costos que se han estimado en un principio.

Muñoz López, (2012) Proceso de planificación minera comienza con un modelo geológico que es necesario valorizar. Para esta valorización se utilizan parámetros económicos fijos y posteriormente se definen las fases de explotación con la sucesión de extracción, con lo que se realiza el método de producción. Finalmente se analiza

el procedimiento del costo, en el cual resulta esencial la geometría que se defina para las fases, que son parte del método de producción, ya que estas incidirán en un extenso rango en el costo mina, con una variación en torno al 50 % respecto del valor medio ocupado para la valorización inicial del yacimiento. Además, se evalúa el efecto en la serie de fases y la conclusión del pit final en base a las técnicas de valorización usando el procedimiento habitual y el procedimiento con un modelo de costo variable.

En la presente investigación según Pérez (2016), nos menciona que La práctica empresarial ha demostrado que las organizaciones que no se adaptan permanentemente a las deposición del medio y evolucionan de alianza a estas no logran el éxito, incluso llegan a quedarse en lapsos de tiempo respectivamente pequeños. Comprobar sus deficiencias y ponerse en función de solucionarlas antes que los efectos sean inevitables, así como asemejar las oportunidades que le rodean y aprovecharlas en su rendimiento, debe ser una práctica constante en los negocios. La mejora continua no es un opcional, es un imperativo. La presente investigación tiene como objetivo diseñar un procedimiento que le permita a las organizaciones sostener un control sistemático sobre sus procesos; evaluándolos y determinando aquellos que precisen ser mejorados y planificando las acciones requeridas para conseguirlo. Para alcanzar una toma de decisiones más eficiente se propusieron un conjunto de técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, las cuales pueden ser utilizadas, las cuales pueden ser utilizadas según el criterio de las personas que apliquen la táctica y el tipo de indagación que se maneje. La herramienta propuesta se aplicó en una empresa automotriz evidenciándose mejoras considerables.

Schwarz, (2011) Este concluye que las herramientas de gestión ambiental al sector minero local, enfocándose en la incorporación de variables ambientales al proceso de planeamiento minero con la finalidad de optimizar, desde el diseño, el logro de un proceso eficiente con un mejor consumo de recursos y con la consecuente emisión controlada de residuos al medioambiente. Se hace una descripción de la importancia del uso de herramientas de gestión ambiental a lo largo del ciclo de vida de las operaciones mineras, desarrollando el impacto sobre la inversión (Capex) y el costo de operación (Opex), para el modelo de negocio extractivo en el Perú.

Resultados de la factibilidad del proyecto minero y sobre la base de las reservas probadas-probables que puedan establecerse con suficiencia técnica por los especialistas. La etapa de construcción es muy especial, pues involucra la presencia intensiva de operadores y contratistas que se convocan únicamente para la ejecución y supervisión de obras civiles, metalmecánicas, eléctricas e instrumentación y control (I&C).

Según Joaquín (2012) El modelo EFQM de Excelencia, como compuesto de criterios que recogen buenas prácticas de acción de organizaciones excelentes, se ha transformado desde su descubrimiento en 1991, en un relativo utilizado cada vez por más empresas y organizaciones europeas que tratan de optimizar su gestión para corregir sus resultados, y en definitiva alcanzar sus niveles de competitividad. Este libro pretende expresar el Modelo EFQM de Excelencia, más que como una herramienta mágica 'per se', como un método coherente de prácticas que, correctamente utilizado, permite a las empresas y organizaciones organizar y sistematizar la innovación y la mejora continua como mecanismo fundamental de su gestión. El contenido recoge, a partir de la estructura del Modelo, la interpretación libre del autor, así como numerosos ejemplos prácticos de organizaciones líderes que

tienen asumida la mejora continua y la innovación para aumentar su competitividad,

INDICE: Planteamiento estratégico de la calidad universal. Avance del término/concepto de la calidad absoluto. Los grandes modelos de Excelencia. El modelo Deming. El modelo de Excelencia de los Estados Unidos 'Malcolm Baldrige'. El modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión. El Modelo EFQM de Excelencia. Liderazgo. Manejo y estrategia. Personas. Alianzas y medios. Procesos. Resultados en los clientes. Resultados en las personas. Resultados en la sociedad. Resultados clave. Autoevaluación y planificación. Procedimiento de calificación y autorización. El Modelo EFQM de Excelencia versión pequeñas y medianas empresas (PYMES). El Modelo EFQM de Excelencia para el sector público y organizaciones del voluntariado. ISO 9001: 2000 y Modelo EFQM de Excelencia Lefcovich, (2000) Decir que la mejora continua de los procesos es necesario para ser y permanecer entre los más competitivos es algo ya sabido y de lo cual mucho se ha escrito y hablado, lo importante es definir las estrategias y tácticas para llevarlo a cabo, como así también su forma de medición.

El seguimiento de los parámetros por medio del Control Estadístico de Procesos constituye la forma de medir los resultados en el corto plazo, pero cuando uno debe medir el resultante de los diversos esfuerzos en el largo plazo, y además realizar previsiones que permitan adoptar decisiones estratégicas fundamentales el instrumento pasa a llamarse Curva de Aprendizaje.

Las curvas de aprendizaje o, como se llaman algunas veces, las curvas de experiencia, se basan en la premisa de que las organizaciones, lo mismo que las personas, hacen mejor sus trabajos a medida que estos se van repitiendo. Una gráfica de curva de aprendizaje, de horas de mano de obra por unidad versus el número de unidades producidas, normalmente tiene la forma de la distribución exponencial negativa.

La curva de aprendizaje está basada en una duplicación de la productividad. Es decir, cuando la producción se duplica, la disminución en el tiempo por unidad es igual a la tasa de la curva de aprendizaje. Así pues, los resultados de las actividades, herramientas y métodos aplicados al logro de la mejora continua pueden medirse, proyectarse y graficarse mediante la utilización de la Curva de Aprendizaje.

Theodore, (1936) este trabajo concluye que la presente investigación al correlacionar el proceso de mejora continua aplicada con la relación del beneficio económico con el que se relaciona desde el punto de vista netamente de costos, lo cual es una variable controlable por la Gestión del planeamiento operativo minero.

La mejora continua de los procesos es la aplicación de diversas metodologías para optimizar recursos, mejorar la calidad del producto o servicio, aumentando la productividad, eficiencia, eficacia y efectividad de los procesos. En la actualidad las organizaciones, cualquiera que sea el rubro en donde se desarrolla; la búsqueda de la optimización de los procesos, actividades o tareas, y recursos es un pilar muy importante en el desarrollo de las estrategias, con la finalidad de mantener competitividad en el entorno donde se desarrollan. El proceso de mejora continua se puede representar gráficamente por una curva denominada curva de aprendizaje. Esta curva es una función potencial y es aplicado en la programación de producción, estimación de costos y presupuestos durante la producción.

Con estas revisiones sistemáticas se puede incrementar el rendimiento de la aplicación de mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su influencia en el beneficio económico minera Yanacocha S.R.L.

Goldratt, (1993) presente libro trata de como la meta de un objetivo es sinónimo de constantes procesos de mejora continua, para poder alcanzar dicha meta.

ADOPCIÓN DE TEORÍA PROPUESTA

La curva de aprendizaje (que no debe confundirse con la curva de experiencia) es una representación gráfica del fenómeno explicado por Theodore P. Wright en su “Factors Affecting the Cost of Airplanes” (Factores que afectan el coste de los aviones), de 1936. Se refiere al efecto que el aprendizaje tenía en la productividad del trabajo en la industria aeronáutica, que se traduce en una relación entre el número acumulado de unidades producidas (X) y el tiempo medio (o coste de mano de obra) por unidad (Y), lo que resulta en una pendiente decreciente y convexa, como se ve en el diagrama.

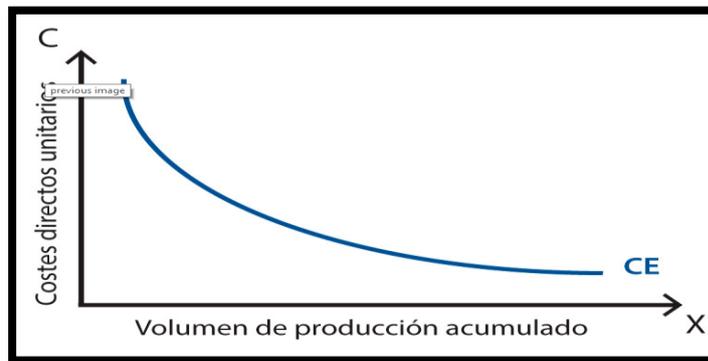


Figura 1: Gráfico de curva de aprendizaje de producción vs tiempo

mientras más unidades sean producidas por un mismo trabajador, menos tiempo tardará este mismo trabajador para producir las siguientes unidades, porque aprende a hacerlo más rápido y mejor. Por lo tanto, cuando una empresa tiene mayor volumen acumulado de producción, su tiempo (o coste de mano de obra) por unidad será menor. El modelo de curva de aprendizaje de Wright se define por la siguiente función:

$$Y = Ax^b$$

Ecuación 1: Ecuación de función potencial

donde:

Y = tiempo medio (o coste de mano de obra) por unidad

a = tiempo (o coste de mano de obra) por unidad

X = volumen acumulado de producción

b = tasa de aprendizaje (%)

A pesar de las otras definiciones de una curva de aprendizaje se mencionará a la economía y empresarial con curvas de experiencia, y hay diferencias entre curvas de ambas definiciones que se muestra a continuación

Tabla 1:

Comparativo entre Curva de aprendizaje y Curva de experiencia

	Curva de aprendizaje	Curva de experiencia
Concepto	Microeconomía	Macroeconomía
Origen	Theodore P Wriighth 1936	Bruce D henderson a mediados de los años sesenta
Variable Considerada	Tiempo medio (coste de mano de obra) unitario	Costes directos producción, trabajo, distribución, etc. (incluyendo efectos de la curva de aprendizaje).
Medidas	Productividad del trabajo	eficiencia total.

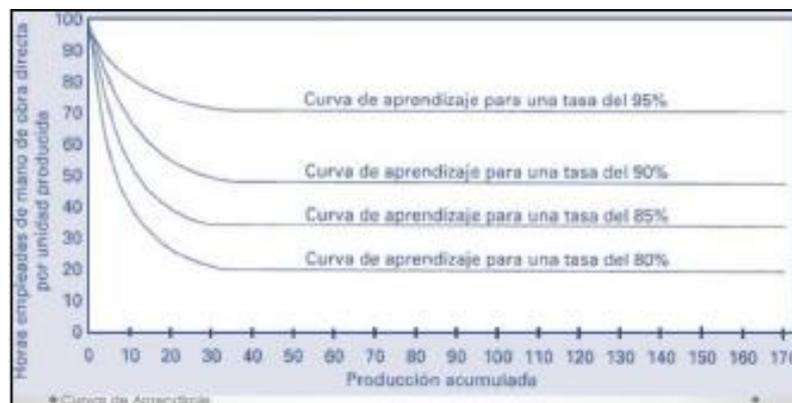


Figura 2: Tasas de aprendizaje de curva de aprendizaje

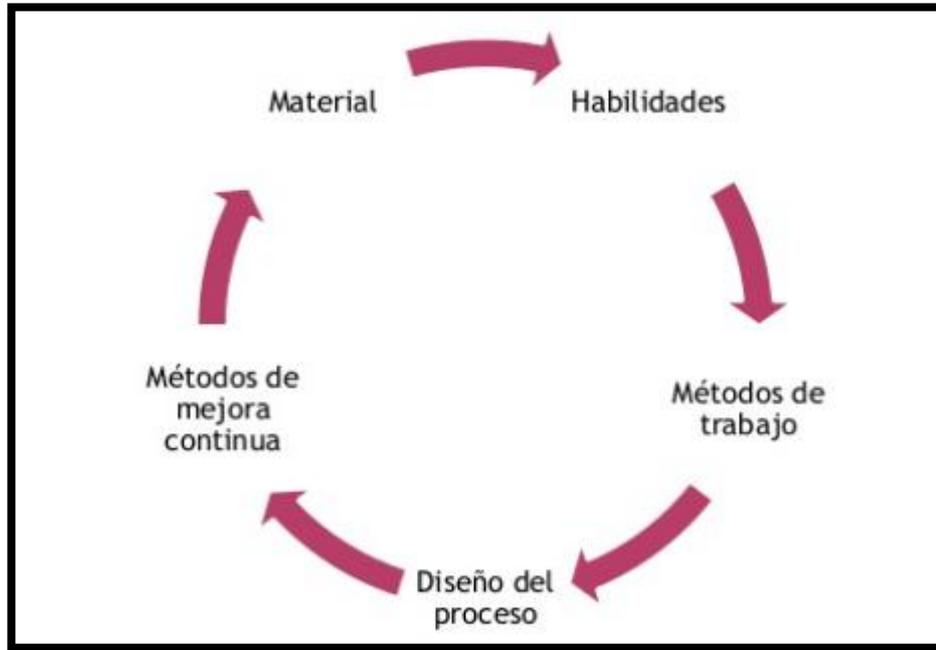


Figura 3: factores que afecta la curva de aprendizaje

BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

La teoría científica es la función matemática potencial se representa mediante la siguiente formula

$$f(x) = a x(X)^2$$

y se define por números reales que se presentan a continuación.

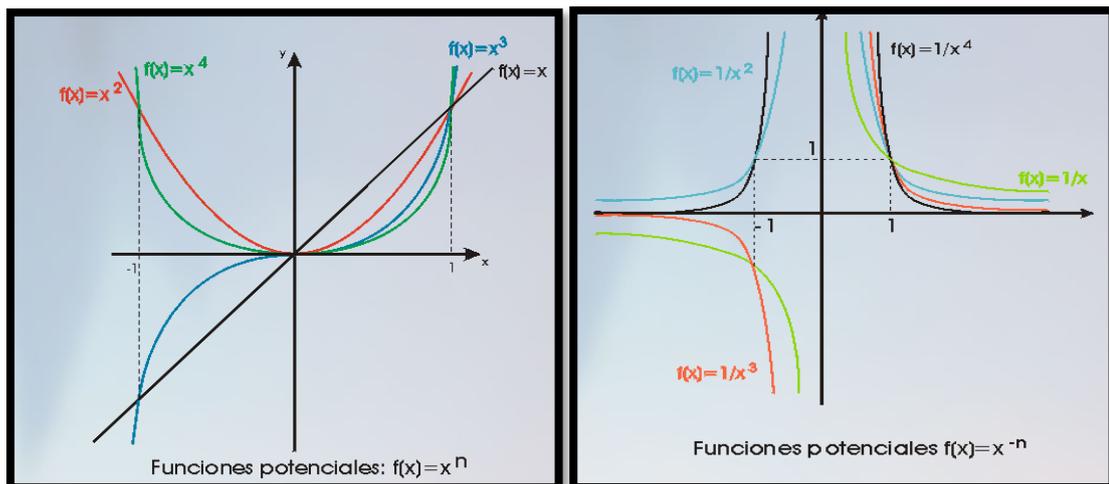
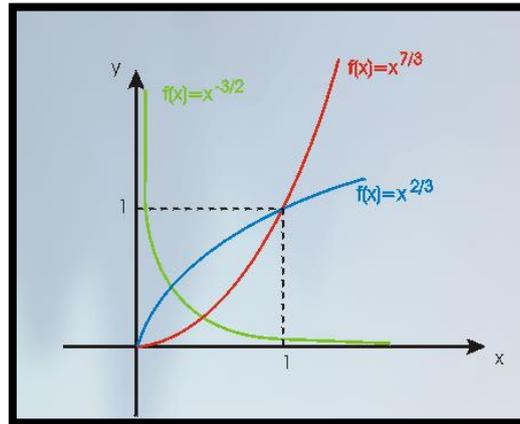


Figura 4: Gráficas de funciones potenciales



IMPORTANCIA DE LA MINERÍA EN EL PERU Y EL MUNDO

La minería es una actividad extractiva de gran importancia para el desarrollo económico de un país, y Perú no es la excepción. Por su producción y potencial, la minería peruana ocupa lugares importantes en Latinoamérica y en el mundo; asimismo, a lo largo de su historia ha contribuido con el crecimiento del país al ser fuente importante de ingresos fiscales. Por el mencionado potencial, el crecimiento de la minería en el Perú es visto con optimismo por especialistas del sector.

MINERÍA MODERNA

La minería actual se desarrolla con altos estándares internacionales que van de la mano al Desarrollo Sostenible. En la región centroamericana, como en varios países del resto del mundo, la minería moderna incluye el manejo responsable del medioambiente, el mejoramiento del capital humano y de las comunidades aledañas a la planta minera.

INGENIERIA DE MINAS

La ingeniería de minas es la rama de la ingeniería que se ocupa de la extracción de los recursos minerales. La ingeniería de minas centra sus esfuerzos en actividades

como: La extracción mediante técnicas y labores mineras de los recursos minerales.

El conocimiento y el uso en la ingeniería de explosivos.

NIVELES DE PLANTEAMIENTO

El planteamiento tiene 3 niveles:

PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO

Es la herramienta moderna que toda empresa u organización debe aplicar para lograr el futuro deseado. Es el instrumento que sirve de base de manera permanente para la toma de decisiones, y cuya elaboración y aplicación requiere de conocimiento especializado y del compromiso e involucramiento de todos los miembros de la empresa, Visión, Misión, Análisis FODA a un Largo Plazo.

PLANTEAMIENTO TÁCTICO

Este planteamiento está definido como una estrategia táctica, resultados e indicadores de impacto, las estrategias permiten lograr cada uno de los objetivos. Relacionado al medio plazo.

PLANEAMIENTO OPERATIVO

Es un documento oficial en el que los responsables de una organización (empresarial, institucional, no gubernamental) o un fragmento del mismo (departamento, sección, delegación, oficina.) enumeran los objetivos y las directrices que deben cumplir en el corto plazo.

GESTION DEL PLANEAMIENTO OPERATIVO MINERO

El Área de Planeamiento es la responsable de Gestionar el planeamiento de la operación mina, con el objetivo de hacer viable el minado técnico económicamente seguro, cumpliendo las metas de producción en Mina, presupuestadas a corto plazo.

la Gestión del planeamiento operativo minero, es la encargada de generar, conciliar

y controlar los procesos de mejora continua analizando el diagnóstico situacional, generando la gráfica del proceso de mejora continua denominada curva de aprendizaje de estimación de costo, controlando los costos y estimando costos proyectados de cada proceso de mejora continua, y evidenciar la relación beneficio económico mediante una aplicación mejora continua mediante la variación del costo ejecutado y estimado por la curva de aprendizaje de estimación de costo.

GESTION DE PROSESOS

Es una forma de organización, diferente de la clásica organización funcional, en la que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos así definidos son gestionados de modo estructurado y sobre su mejora se basa la de la propia organización.

La gestión de procesos aporta una visión y unas herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de los clientes. No hay que olvidar que los procesos los realizan personas y, por tanto, hay que tener en cuenta en todo momento las relaciones con proveedores y clientes.

- Identificación de los procesos claves de la organización.
- Elaboración del Mapa de Proceso de la entidad.
- Confección de las gráficas de proceso.
- Análisis de los procesos.
- Propuestas de mejora.
- Elaboración de las gráficas de control.
- Propuesta de indicadores para medir el desempeño del proceso mejora.

PROCESO DE MEJORA CONTINUA

El deseo y la acción de mejorar hoy lo que sea que realices, mañana mejorar lo que se hizo ayer y así seguir día a día y no parar aun habiendo alcanzado la excelencia.

Obtener resultados cada vez mejores, es parte de un proceso progresivo, no se logra en un día, por ello se requiere esfuerzo, dedicación constante, planeación y preparación para próximos requerimientos.

Es un concepto implementado en las empresas que procura mejorar los procesos, productos y servicios. Se basa en el cambio de la actitud general de la organización en procura de una estabilidad del proceso productivo que contemple las posibilidades de mejora.

El crecimiento y desarrollo lleva implícito la identidad de todos los procesos y el estudio detallado de cada paso concebido.

Este proceso es la forma más efectiva para mejorar la calidad y eficiencia de las organizaciones. En este sentido las empresas, implementan sistemas de gestión de la calidad y normas ISO. Algunas de las herramientas usadas incluyen el estudio de satisfacción de los clientes, algunas acciones preventivas y correctivas para todo el proceso.

Hay que destacar que la base del éxito de dicho proceso de mejoramiento es el establecer adecuadamente las políticas de calidad, definir con claridad y precisión las características de los productos o servicios que sean ofrecidos a los clientes, lo que se espera de los trabajadores, entre otras medidas. En general esta política amerita del compromiso de todas las áreas de la organización.

CURVA DE APRENDIZAJE DE THEODORE PAUL WRIGHT

Una curva de aprendizaje, es una línea que muestra la relación existente entre el tiempo (o costo) de producción por unidad y el número de unidades de producción consecutivas. Una curva de aprendizaje describe el grado de éxito obtenido durante el aprendizaje en el transcurso del tiempo y definido para el uso en la gestión empresarial fue realizada por Theodore Paul Wright en 1936, enmarcando dos tipos de aprendizaje uno individual y Organizativo, el cual ilustra que a mayor productividad menores costos, como se ve en la (gráfica 1) que el eje X, es el costo de producción y el eje Y son las unidades de producción.

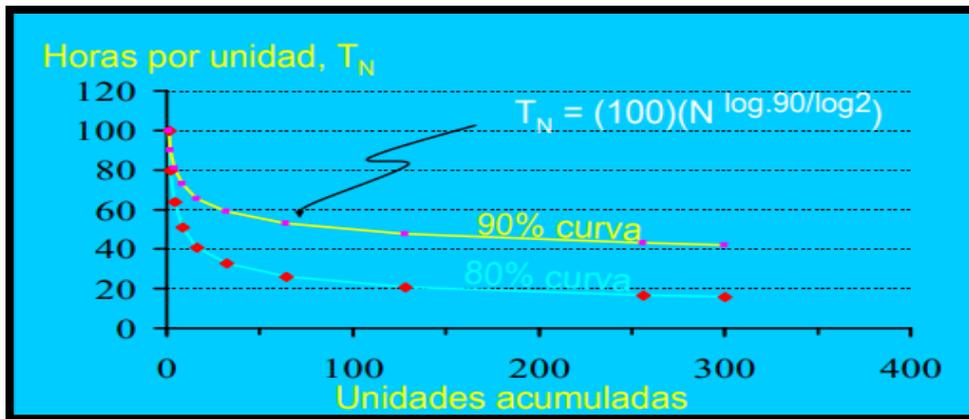
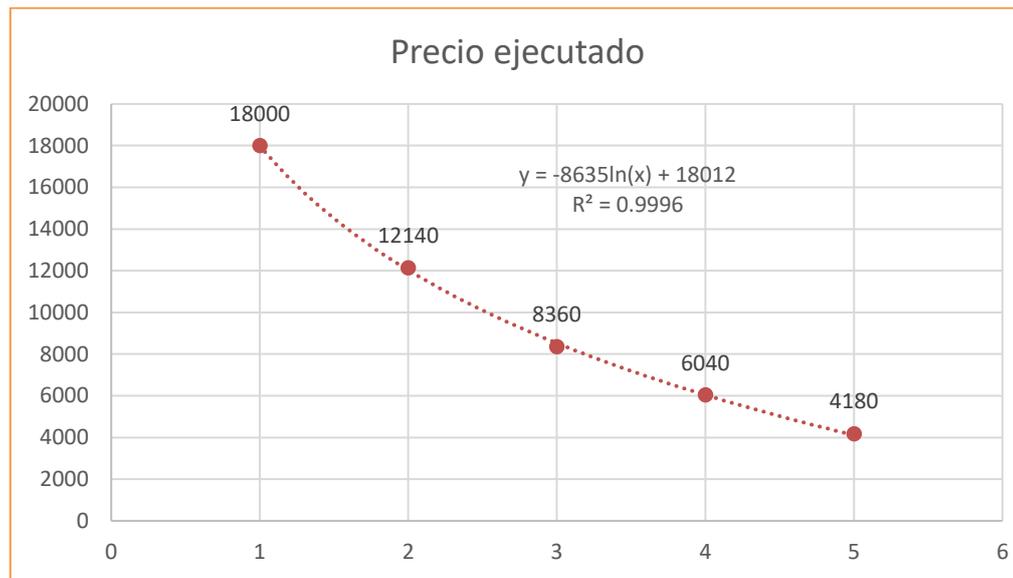


Figura 5: Curva de aprendizaje de unidades de producción.

Los valores de la consecuencia (precio o costo) hasta el periodo anterior (i= X-1) nos dan una curva de función matemática del tipo potencial denominada curva de aprendizaje, para así estimar la consecuencia (precio o costo) en el siguiente periodo (i= X).

La confiabilidad del modelo matemático es la comparación entre la consecuencia (precio o costo) estimada y ejecutada en el mismo periodo (i=X).

Etiquetas de fila	Variable principal	variable de mejora continua	Mejor si	Precio
vida diaria teoría de P. Wright				
Mayor cantidad de aviones (N° de aviones)	Precio	N° de aviones	Sube	Baja



$$Y = hx(X)^s$$

$$S = \frac{\log b}{\log 2}$$

$$M = \{ \ln(x) \ x(s) \} + \ln(h)$$

Donde:

Y= Consecuencia

H= Consecuencia inicial en el periodo 1

X= Causa

S= Exponente que representa la pendiente

b= Tasa o periodo de aprendizaje

$\log 2 = 0.30103$

R^2 =Coeficiente de determinación

M=Factor m

CURVAS DE RECUPERACIÓN

La curva de aprendizaje es la representación gráfica de proceso de mejora continua que es medida, mediante porcentajes de recuperación de ciertos minerales u objetos, podemos decir

ESPECIFICACIONES		
Definición:	Relación entre el costo (precio) ejecutado y el número de periodos (producción)	
Supuestos:	El costo (precio) es menor a medida que se realizan más unidades o ciclos o periodos (producción)	
	Tasa de disminución del costo (precio) es cada vez menor.	$y=h(x)^s$ $b= 2^s$
Cálculo	Sigue una función potencial previsible mediante función porcentaje o tasa de aprendizaje	
Donde	y= Costo(precio) ejecutado por unidad o periodo (producción)	
	h= Costo (precio) ejecutado en el periodo (producción) 1	
	x= número de ciclos o periodos o unidades (producción)	
	s= exponente que representa la pendiente	

que dicha curva es una función matemática de tipo potencial

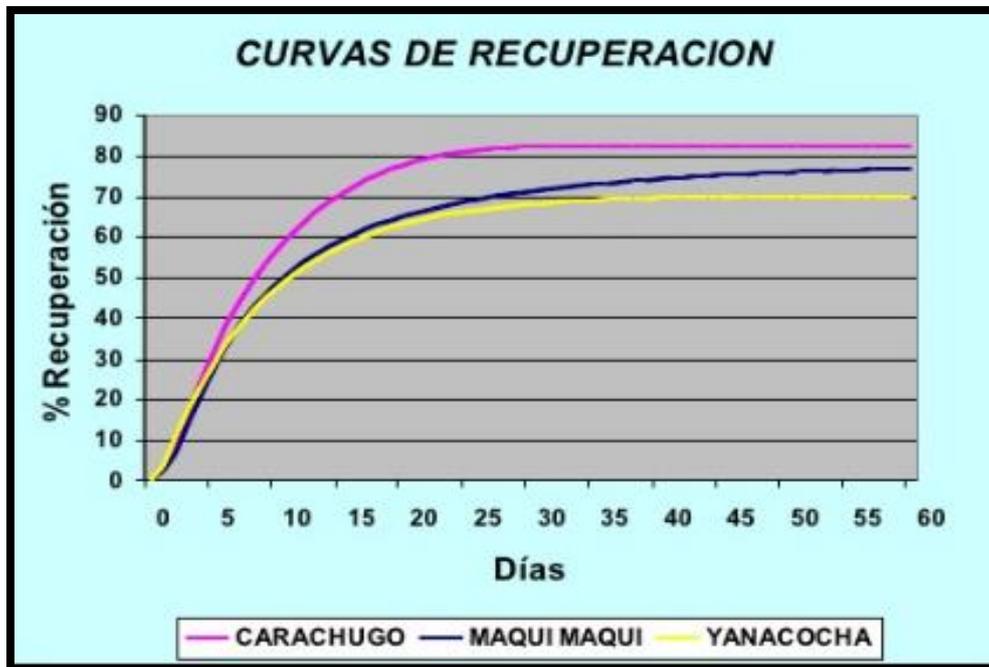


Figura 6: curva de recuperación de mineral por día .

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la gestión del planeamiento operativo minero en el beneficio económico en minera a cielo abierto en Cajamarca-2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aplicar la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su relación con el beneficio económico en minera a cielo abierto en Cajamarca 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la gestión actual del planeamiento operativo minero en Minera a cielo abierto en Cajamarca 2021.
- Analizar el beneficio económico de minera a cielo abierto.
- Proponer mejora continua en la gestión del planeamiento operativo en Minera a cielo abierto en Cajamarca 2021.
- Evaluar la relación del beneficio económico mediante la confiabilidad de la curva de aprendizaje.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al aplicar la mejora continua en el planeamiento operativo minero nos permitirá incrementar el beneficio económico, la que analizaremos y representaremos mediante el empleo de matrices y modelos matemáticos con la relación a las curvas de aprendizaje.

1.4.2. Hipótesis específicas

El planeamiento operativo nos permite formular estrategias para incrementar la producción en operaciones mineras.

El beneficio económico de una empresa minera permite obtener utilidades para los inversionistas.

En este presente estudio la aplicación de procesos de mejora continua es importante porque permite optimizar la Gestión del planeamiento operativo minero y su relación con el beneficio económico que se representará gráficamente por una función potencial a la cual llamaremos curva de aprendizaje de costos, por la cual se interrelaciona causa-consecuencia.

1.4.3. Variables

- **Independiente:** son todas las empresas mineras que cuentan con gestión de planeamiento operativo minero en el departamento de Cajamarca como:
 - ❖ Minera Yanacocha.
 - ❖ Minera la Zanja.
 - ❖ Minera Tantahuatay.
 - ❖ Minera Coimolache.
 - ❖ Minera Michiquillay.
- **Dependiente:** la mejora continua en el planeamiento operativo minero, el beneficio económico representado mediante matrices y modelos matemáticos con la relación de curvas de aprendizaje.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de diseño experimental correlacional; Porque se va a colacionar la causa de la aplicación de mejora continua (producción) y con la consecuencia de su relación con el beneficio económico (costo) la cual pasara por una prueba de validez.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población:

Está conformada por todas las empresas mineras que cuentan con planeamiento operativo a cielo abierto en Cajamarca que están involucradas en la ejecución de los proyectos mineros, las mismas que mencionamos a continuación:

- Minera Yanacocha
- Minera la Zanja
- Minera Tantahuatay
- Minera Gold fiels
- Minera Michiquillay
- Minera Coimolache.

Muestra:

En la muestra se seleccionó por conveniencia que ejecutan un plan de planeamiento y operaciones las empresas mineras a cielo abierto en el departamento de Cajamarca, por el cual se eligieron a:

- Yanacocha,
- la zanja.
- Coimolache.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas de recolección de datos que emplearemos son el reporte de operaciones mineras, parámetros de controles en mina, base de datos almacenadas a partir de formatos de operación y controles mensuales y para el análisis de la información emplearemos:

- ✓ Base de datos en software de la empresa SISMINA, SIG, SPI.
- ✓ Programa Excel.
- ✓ Matriz de procesos de mejora continua (planeamiento estratégico y análisis de FODA)
- ✓ Matriz de control de productividad, costos ejecutados y estimados.

Tabla 2: Formato de la matriz de productividad, costos realizados y estimados.

PLAN OPERATIVO MINERO 2021	
MATRIZ DE MEJORA CONTINUA	
Área	OPERACIÓN MINA
Proyecto	MINADO SUPERFICIAL
Código de actividad	01
Actividad	Todas
Meta	Minar segura a cielo abierto.
Finalidad	Ejecutar los taladros de rotura superficial
Rubro	Rotura superficial
VISIÓN	
Ser reconocidos por nuestros inversionistas, empleados y grupos de interés extremos como la compañía minera más valorada y respetada de sud américa	
MISIÓN	
Aprovecharemos nuestra capacidad organizativa y operativa para continuar entregando una producción rentable, sostenible y responsable. Invertiremos para obtener el valor total de Yanacocha mientras desarrollamos o adquirimos nuevas zonas de trabajo en la región.	
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS (2020-2021)	

Ser una plataforma para facilitar el diálogo y el fortalecimiento del relacionamiento social positivo y el seguimiento de políticas y campos de acción hacia cada grupo de interés, incluyendo información de indicadores de desempeño económico, social y medio ambiente	
ACCIÓN ESTRATÉGICA (2020-2021)	
Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/tn min y por ende el costo del PU de U\$\$/mp	
PRODUCTO	
Taladros perforados	
DIAGNOSTICO SITUACIONAL 2021	
DEBILIDADES	FORTALEZAS
Variabilidad en el nivel de precios	Posición privilegiada en la producción mundial de oro
No existe una adecuada distribución de los ingresos percibidos por parte de la minería que impulse la mejora de las comunidades	Sólida posición financiera y holgado nivel de capitalización
	Principal sector generador de ingresos a favor del estado.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Mayor riesgo político-social del sector minero	Altos precios del oro con tendencia estable
Potenciales conflictos con comunidades aledañas	Intercambio de experiencias profesionales dentro de la empresa para el crecimiento y desarrollo

Figura 7: Matriz de Proceso de mejora continua (Planeamiento y análisis FODA).

EMPRESA MINERA YANACOCHA S.R.L.						MATRIZ DE MEJORA CONTINÚA											
						PLANEAR (QUE HACER, COMO HACERLO)		HACER (HACER LO PLANIFICADO)		VERIFICAR (LAS COSAS SUCEDIERON DE ACUERDO LO PLANIFICADO)					ACTUAR (COMO MEJORAR LA PRÓXIMA VEZ)		
OBJETIVO ESTRATÉGICO O PEM	PRODUCTO	INDICADOR PRINCIPAL	EJECUTADO 2017 (mp/tmh)	META 2019 (mp/tmh)	PERIODO	ACCIONES ESTRATEGICAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD	META EJECUTADA DE ACTIVIDAD	INDICADOR PROGRAMADO POR TONELADA (mp/Tn)	INDICADOR EJECUTADO POR TONELADA	INGRESO (US\$/Tn)	COSTO (US\$/Tn)	BENEFICIO ECONOMICO (US\$/Tn)	META PROGRAMADA ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA SIGUIENTE PERIODO	ÁREA RESPONSABLE DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA EN SIGUIENTE PERIODO
Minar segura y económicamente el mineral superficial	Taladros perforados	Indicador: metros perforados	0.6	0.3	2017-1	Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	1.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	3.29	12.3	0.56	2.5	6	3.14	2.72	18.5	Mina-Planeamiento
							1.2. Ampliación de malla de perforación	m2	11.48	9.02						17	Mina-Planeamiento
							1.3. Mayor longitud de perforación	m	3.29	4.98						8.63	Mina-Planeamiento
							1.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.5	2						1.35	Mina-Planeamiento
		Formula: mp			2017-2	Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	2.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	4.95	18.5	0.4	0.49	6.35	2	2.95	18.5	Mina-Planeamiento
							2.2. Ampliación de malla de perforación	m2	17	17						17	Mina-Planeamiento
							2.3. Mayor longitud de perforación	m	4.95	8.63						7	Mina-Planeamiento
							2.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.04	1.35						1.35	Mina-Planeamiento
		Descripción del indicador: Longitud de la perforación del taladro			2018-1	Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	3.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	5	18.5	0.3	0.27	6.2	2.2	4.5	5.5	Mina-Planeamiento
							3.2. Ampliación de malla de perforación	m2	17	17						17	Mina-Planeamiento
							3.3. Mayor longitud de perforación	m	7	7						12	Mina-Planeamiento
							3.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	1.35	1.35						1.1	Mina-Planeamiento

2.4. Procedimiento

Para esta investigación utilizaremos la mejora continua como herramienta de gestión del planeamiento operativo minero, así como la relación con el beneficio económico, para el efecto se realizará un plan de trabajo que nos facilite la elaboración de la presente investigación, empleando técnicas como:

- Revisiones sistemáticas
- Formulación y elaboración de planeamiento operativo
- Recolección de datos.
- Procesamiento de datos
- Análisis e interpretación de resultados

Nuestra investigación constara de 5 partes

- Diagnóstico de la situación actual de productividad mediante matrices de análisis FODA
- Visionar y conciliar la aplicación de mejora continua en los siguientes posos



*Figura 8:*Procedimiento de Mejora Continua de la presente investigación.

- **En este estudio de investigación vamos a planear:**
 - ✓ ¿Qué hacer?
 - ✓ ¿Cómo hacerlo?
 - ✓ ¿Cómo mejora?
 - ✓ ¿Qué hacer?
 - ✓ ¿Evaluación económica para obtener los resultados?

 - **Hacer:**
 - ✓ Realizar lo planificado

 - **Verificar**
 - ✓ Se verificarán los resultados de lo planificado y realizado mediante controles e indicadores mediante los formatos de matrices y sistema de la empresa

 - **Actuar**
 - ✓ Como mejorar y como aplicar la mejora continua y planeamiento operativo
- elaboración y control en mina matrices de procesos de mejora continua, lo cual contempla:**
- Área
 - Empresa
 - Código de actividad
 - Metas
 - Finalidad
 - Rubro
 - Visión de la compañía
 - Misión de la empresa
 - Objetivo estratégico
 - Diagnostico FODA

- Indicador principal
- Formula del indicador
- Ejecutado del diagnóstico 2020-2021
- Periodos
- Procesos de mejora continua: acción
- Proseos de mejora continua hacer
- Proseos de mejora continua verificar

EMPRESA MINERA YANACOCHA S.R.L					MATRIZ DE MEJORA CONTINUA													
					PLANEAR (QUE HACER COMO HACERLO)			HACER (HACER LO PLANIFICADO)		VERIFICAR (LAS COSAS SUCEDIERON DE ACUERDO A LO PLANIFICADO)						ACTUAR (COMO MEJORAR LA PROXIMA VEZ)		
OBJETIVO ESTRATEGICO O PEM	PRODUCTO	INDICADOR PRINCIPAL	EJECUTADO 2018 (mp/tmh)	META 2017-2 (mp/tmh)	PERIODO	ACCIONES ESTRATEGICAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD	META EJECUTADA DE ACTIVIDAD	INDICADOR PROGRAMADO POR TONELADA	INDICADOR EJECUTADO POR TONELADA	INGRESO (US\$/Tn)	COSTO (US\$/Tn)	BENEFICIO ECONOMICO (US\$/Tn)	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA	RESPONSABLE DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA	
Ser una plataforma para facilitar el diálogo y el fortalecimiento del relacionamiento social		Formula: mp			2017	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp												
		Descripción del indicador:			2018	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/m												

Figura 9: formato los indicadores de investigación

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Gestión actual del planeamiento operativo minero a cielo abierto en Cajamarca 2021.

Las mineras a cielo abierto en el departamento de Cajamarca son consideradas minas más grandes de Latinoamérica en producción de oro, plata y cobre, son minas auríferas con grandes leyes marginales, emplazada en rocas volcánicas:

La orientación preferencial de Yanacocha según Puerta, (2016), donde el vario grama obtiene su mayor alcance es N40°W, su buzamiento es de 5° al SW y el pitch es O y con calidad de macizo rocoso principalmente tipo III A-B.

La orientación de Cerro Corona se localiza en la vertiente oriental de la cordillera occidental de los andes peruanos, hacia la vertiente continental del Atlántico, entre los 3 600 y 4 000 metros de altitud, donde se encuentran las cuencas de los ríos Tingo / La Quebrada o Tingo / Maygasbamba, y Hualgayoc / Arascorgue.

La orientación de minera la Zanja es Esta zona de 300 a 500 m de ancho y 600 m de longitud con una orientación preferencial N70- 80°O, se caracteriza por un intenso cizallamiento que ha producido una zona con fuerte fracturamiento con relleno de limonitas, vetillas de sílice – óxidos de fierro y brechas tectónicas subparalelas a la orientación principal. se observan tres sistemas de estructuras principales, de orientación aproximada según su importancia N45°O, N-S y N45°E respectivamente.

Todas las unidades mineras en Cajamarca han establecido sistemas de base de datos y control de la operación minera, con el objetivo de optimizar la toma de decisiones en tiempo real para obtener los mayores márgenes de beneficio económico.

A continuación, se presenta el nivel de producción de oro y plata en el año 2019 y 2020, por el cual en una de ella se vio perjudicada en su nivel de producción por el tema de covid-19 en el año 2020.

Tabla 3:

Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera Yanacocha.

YANACOCHA	AÑO	
	2019	2020
ORO (Oz)	527,000	340,000
PLATA (Oz)	2.140 M	737 M

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4:

Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera Coimolache.

COIMOLACHE	AÑO	
	2019	2020
ORO (Oz)	737,042	798,079
PLATA (Oz)	17,145,203	17,384,663

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5:

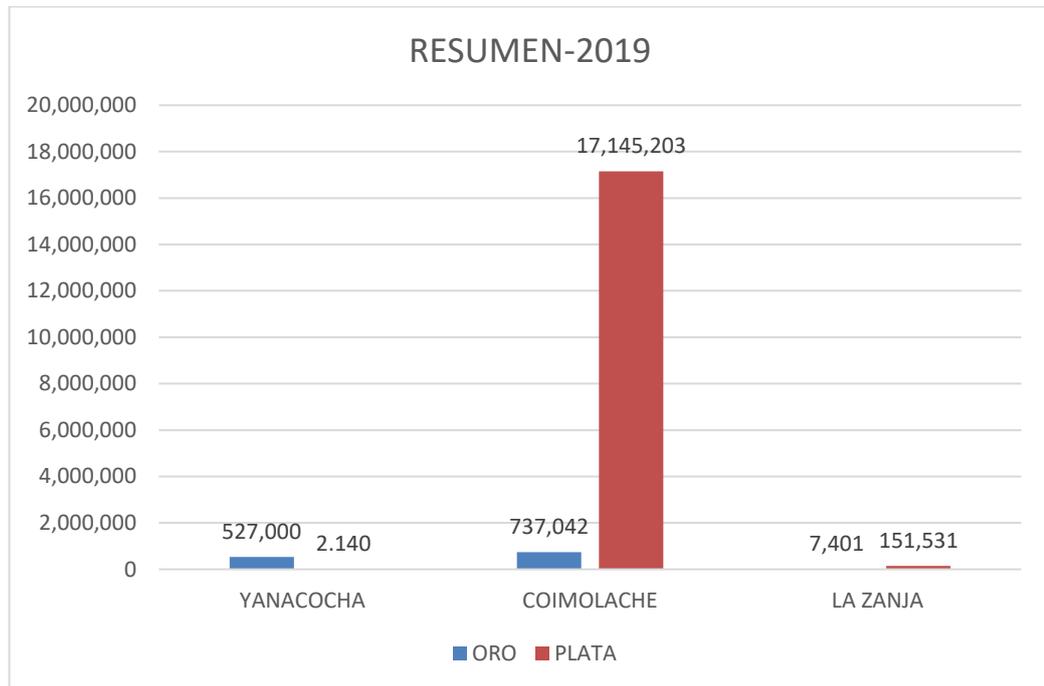
Tabla de resultados de producción en el año 2019 y 2020 en minera La Zanja.

LA ZANJA	AÑO	
	2019	2020
ORO (Oz)	7,401	64,596
PLATA (Oz)	151,531	659,093

Fuente: elaboración propia.

Figura 11:

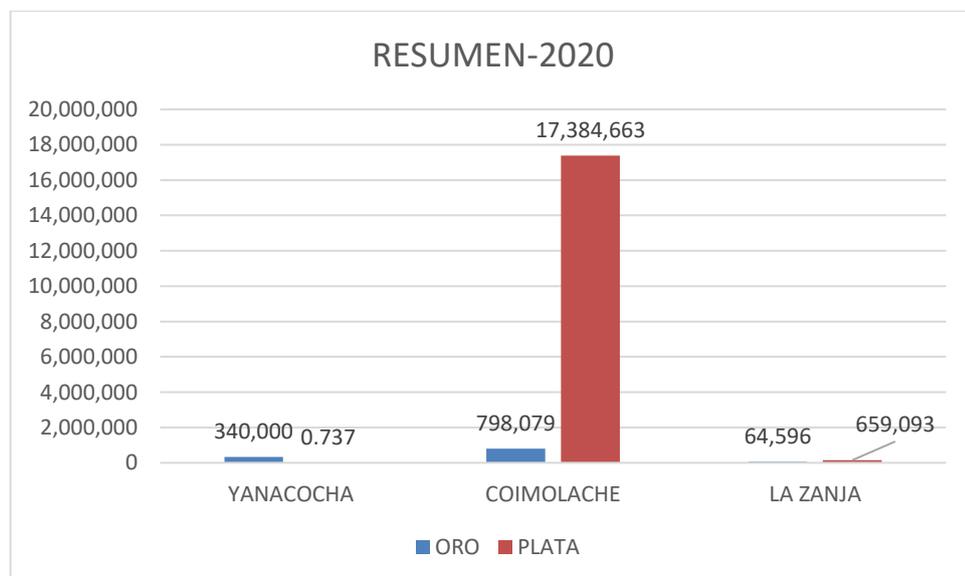
Resumen del nivel de producción de oro y plata -Cajamarca-2019



Fuente: elaboración propia.

Figura 12:

Resumen del nivel de producción de oro y plata -Cajamarca-2020.



Fuente: elaboración propia.

3.2. Analizar el beneficio económico de Minera a cielo abierto

Las principales variaciones de los estados financieros hasta el 31 de diciembre de 2020 y de 2019, se explican a continuación:

YANACOCHA

Yanacocha es un distrito minero con varios eventos volcánicos que han generado yacimientos de óxidos en superficie de oro a los que subyacen yacimientos de sulfuros de cobre con arsénico. Está ubicado 54 Km al norte de la ciudad de Cajamarca y es operado por Newmont Mining. Yanacocha ha producido aproximadamente 38.6 M onz Au desde 1993 a la fecha.

La producción de oro en el 2020 fue de 340 mil onzas versus 527 mil onzas producidas en el 2019. La producción de plata fue 2.140 millones de onzas versus 0.737 millones de onzas.

COIMOLACHE

Buenaventura es la empresa encargada de la gerencia de Compañía Minera Coimolache S.A. (40% BVN, 44% SPCC y 16% ESPRO), la cual opera la mina Tantahuatay, ubicada en el distrito de Hualgayoc, provincia del mismo nombre, 50 kilómetros al norte de la ciudad de Cajamarca.

Durante el año 2020 y frente a la emergencia sanitaria COVID-19, el 16 de marzo se paralizó el minado del tajo Tantahuatay 2 y el traslado de mineral de Gold Fields hasta el 12 de mayo y 4 de junio respectivamente, fechas en las que se reinició la operación de forma gradual hasta fin de año y el minado en el tajo Ciénaga Norte postergó su inicio hasta el 18 de agosto.

Se estableció un plan de vigilancia con protocolos de prevención y control donde se cambia el sistema de trabajo de 9 x 5 a 28 x 14, y se redujo el aforo de campamentos, oficinas, vehículos y comedores.

Se incrementó la habitabilidad en los campamentos pasando de 1150 a 1550 personas mediante la adquisición de 104 portacamps, la instalación de divisiones en 26 carpas.

Se implementó de 01 comedor con capacidad para 72 trabajadores por turno, así como un equipo de limpieza de 10 colaboradores, y un equipo de desinfección para las instalaciones.

El proceso de tamizaje de ingreso del personal se realizaba con prueba rápida y molecular, además de realizar pruebas de control cada media guardia para el grupo de riesgo.

Para el 2021 se actualiza la versión actual del protocolo y se retorna al sistema de trabajo 9 x 5; los tamizajes de ingreso, salida, y durante la guardia se realiza con pruebas de antígenos y moleculares.

El minado se desarrolló en los tajos Tantahuatay 2 y Ciénaga Norte, entre los niveles 3964 al 3860 y 3924 al 3860 respectivamente.

Al 31 de diciembre de 2019, las reservas minerales probadas y probables de óxidos en Tantahuatay ascienden a 737,042 onzas de oro y 17'145,203 onzas de plata.

La producción de metales finos asciende al 31 de diciembre de 2020, las reservas minerales probadas y probables de óxidos en Tantahuatay totalizan 75,193,421 TMS con leyes de 0.011 oz/t de oro (0.330 g/t) y 0.231 oz/t de plata (7.191 g/t), que representan 798,079 onzas de oro y 17,384,663 onzas de plata.

LA ZANJA

Minera La Zanja SRL, subsidiaria de Buenaventura que opera la mina La Zanja, ubicada en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz, a 107 Kilómetros al Noroeste de la ciudad de Cajamarca.

Durante el año 2020 y frente a la emergencia sanitaria COVID-19, se paralizó el minado de los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde desde el 17 de marzo hasta el 27 de mayo y nuevamente por controles sanitarios del 12 hasta el 31 de agosto, reiniciando operaciones el 01 de setiembre de forma gradual hasta fin de año. Se estableció un plan de vigilancia con protocolos de prevención y control donde se cambia el sistema de trabajo de 9 x 5 a 28 x 14, se redujo el aforo de campamentos, oficinas, vehículos y comedores. Se incrementó la habitabilidad en los campamentos de 496 a 616 personas, con la construcción de 7 igloos (capacidad para 84 personas) y habilitación de otros espacios.

El proceso de tamizaje de ingreso del personal se realizaba con prueba rápida y molecular, además de realizar pruebas de control cada media guardia para el grupo de riesgo. Este 2021 se actualizó la versión actual del protocolo y se retorna al sistema de trabajo 9 x 5; los tamizajes de ingreso, salida, y durante la guardia se realiza con pruebas de antígenos y moleculares.

Al 31 de diciembre de 2019, La Minera La Zanja es una subsidiaria de Buenaventura que opera la mina La Zanja, en Cajamarca. Las Reservas Minerales de los tajos abiertos suman 7,401 onzas de oro y 151,531 onzas de plata.

Los recursos minerales medidos e indicados en óxidos excluyentes de reservas al 31 de diciembre de 2020, Las Reservas Minerales de los tajos abiertos totalizan 5,196,635

TMS con 0.012 oz/t (0.387 g/t) de oro y 0.127 oz/t (3.945 g/t) de plata que significan 64,596 onzas de oro y 659,093 onzas de plata.

3.3. Proponer mejora continua en la gestión del planeamiento operativo en Minera a cielo abierto en Cajamarca 2021.

El proceso de mejora continua solo influye en la empresa minera Yanacocha ya que es la única empresa que se vio afectada por el covid-19 por el cual en el 2020 obtuvieron una baja de producción a comparación del 2019 que fue mucho más alta, por lo tanto, en las dos siguientes tomaron sus precauciones y no tuvieron el problema del nivel de producción en oro y plata. Ya que demuestra que, si hay ganancia aplicando una mejora continua para el bien de la empresa, por lo cual está representado gráficamente por un modelo matemático llamado curva de aprendizaje de estimación de costos.

Como hemos visto en el año 2020 del diagnóstico situacional de la empresa minera Yanacocha, se tenía una producción de oro y plata alcanzando 340,000 onzas de oro, y 0.737 onzas de plata, por lo tanto, se propuso una mejora continua, se decide aplicar 20 procesos de mejora continua a las 8 actividades más críticas de la operación en mina. Por lo cual en el 2019 aplicando la mejora continua se logró alcanzar 527,000 onzas de oro y 2.14 onzas de plata, obteniendo una mayor cantidad de producción de oro, a menor costo de minado, el cual es controlado para cualquier requisito de productividad.

Tabla 6:

Tabla de resultados de producción en el año 2020 y 2021 en minera Yanacocha, Coimolache y la Zanja.

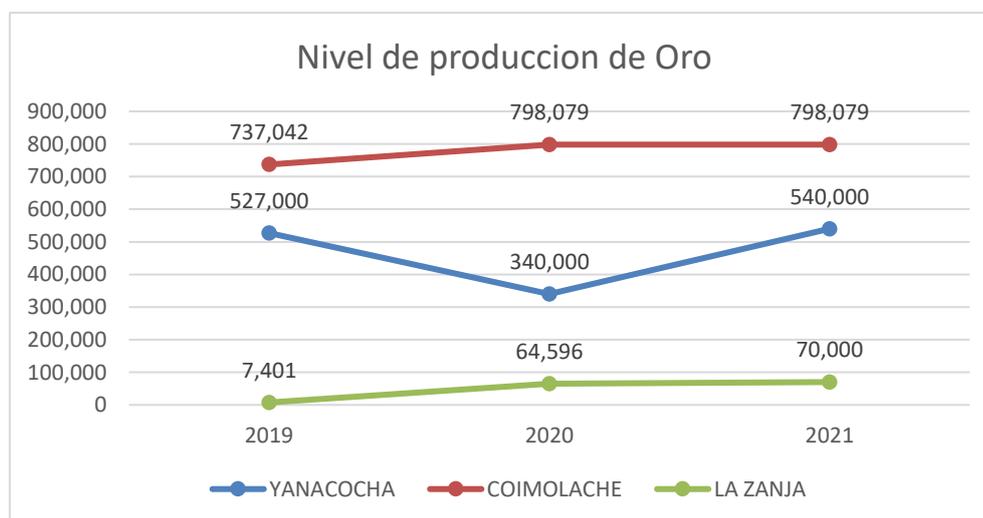
FASE 1: DIAGNOSTICO SITUACIONAL-2020	ORO	PLATA
YANACOCHA	340,000	0.737
COIMOLACHE	798,079	17,384,663
LA ZANJA	64,596	151,531
TOTAL	1,202,675	17,536,194.74

FASE 2: PROCESO DE MEJORA CONTINUA 2021	ORO	PLATA
YANACOCHA	527,000	2.20
COIMOLACHE	798,079	17,384,663
LA ZANJA	64,596	151,531
TOTAL	1,389.675	17,536,198.40

Fuente: elaboración propia.

Figura 13:

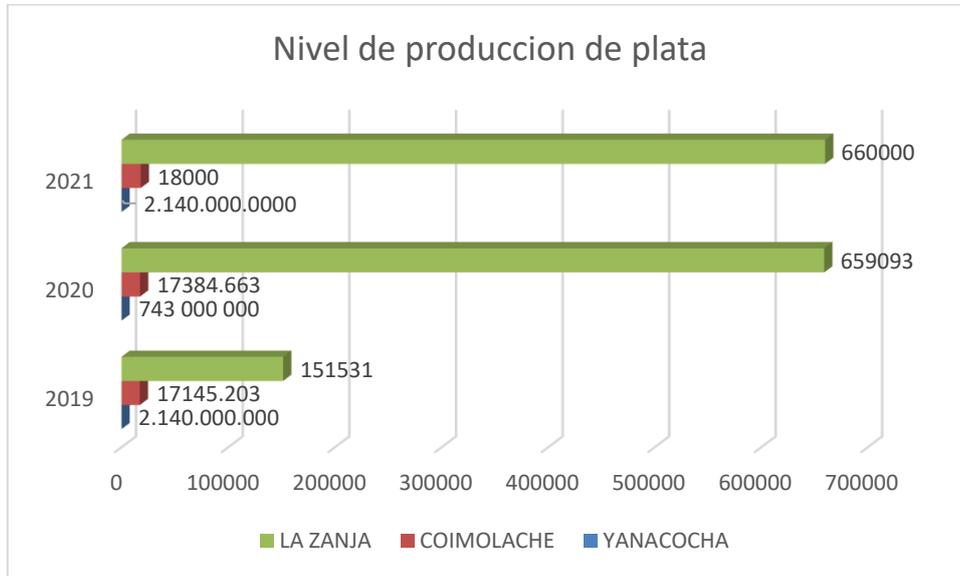
Nivel de producción de minerales-ORO.



Fuente: elaboración propia.

Figura 14:

Nivel de producción de minerales-plata.



Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Las muestras de este proyecto consistieron en escoger 3 empresas mineras, las cuales fueron: Yanacocha, Coimolache y la Zanja.

En el año 2021 el proceso de mejora continua se obtuvieron mejores resultados de producción, como en onzas de oro y plata en la empresa minera Yanacocha a cielo abierto dando como resultado un nivel de producción más alto en el 2021 tales como: en oro alcanzo a 527,000 onzas de oro y 2,140 millones de onzas en plata por el cual hay una gran diferencia a comparación del año 2020 que lograron tener un gran déficit en su nivel de producción como:327,000 mil onzas de oro y 0,737 mil onzas de plata,

En el año 2021 la empresa minera Coimolache no tuvo pérdidas ni incremento en su nivel de producción de oro y plata, lograron obtener 737,032 onzas de oro y 17,145,203 onzas de plata, logrando seguir uniforme en su nivel de producción.

En el año 2021 la empresa minera la zanja no tuvo pérdidas, pero incremento en su nivel de producción de oro y plata, lograron obtener 64,596 onzas de oro y 659,093 onzas de plata, logrando elevar su nivel de producción.

4.3 Conclusiones

- ✓ Se logró aplicar la mejora continua en la gestión actual del planeamiento operativo minero y su relación con el beneficio económico en minera a cielo abierto, en la empresa que obtuvo mas problemas en su nivel de producción de oro y plata.
- ✓ En conclusión, de analizó el beneficio económico en la empresa minera Yanacocha a cielo abierto dando como resultado un nivel de producción mas alto en el 2021 tales como: en oro alcanzo a 527,000 onzas de oro y 2,140 millones de onzas en plata por el cual hay una gran diferencia a comparación del año 2020 que lograron tener un gran déficit en su nivel de producción como:327,000 mil onzas de oro y 0,737 mil onzas de plata, la empresa minera Coimolache no tuvo pérdidas ni incremento en su nivel de producción de oro y plata, lograron obtener 737,032 onzas de oro y 17,145,203 onzas de plata, logrando seguir uniforme en su nivel de producción, la zanja no tuvo pérdidas, pero incremento en su nivel de producción de oro y plata, lograron obtener 64,596 onzas de oro y 659,093 onzas de plata, logrando elevar su nivel de producción.
- ✓ Finalmente se propuso la mejora continua en la gestión del planeamiento operativo en Minera a cielo abierto para la empresa que tuvo más perdida en su producción de oro y plata como: Yanacocha que aplicado el método de mejora continua en el 2021 logro levantar su nivel de producción de 187,000 mil onzas de oro y 1,403 mil onzas de plata.
- ✓ En conclusión, se realizó la relación del beneficio económico mediante la confiabilidad de la curva de aprendizaje mediante su nivel de producción de oro y plata de la empresa minera Yanacocha a cielo abierto.

4.4. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda analizar y evaluar a las empresas mineras su nivel de producción y la gran diferencia de pérdidas y por errores o motivos inesperados en el área de trabajo.
- ✓ Se recomienda aplicar una mejora continua en las empresas mineras que tienen déficit en sus niveles de producción de minerales para que así tengo un mejor plan de trabajo y no obtener resultados que sean un problema a lo largo de su nivel de producción.

REFERENCIAS

Campos, S. (Agosto de 2017). CURVAS DE APRENDIZAJE, UNA PODEROSA HERRAMIENTA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.

Formento, H. (2015). El Proceso de mejora continua, Claves para el desarrollo exitoso de las organizaciones, Argentina.

Huaynate, H. (2018). Aplicación de mejora continua en la gestión del planeamiento operativo minero y su influencia en el beneficio económico mina untuca-cori puno S.A.C.

Joaquín, M. M. (2012). Innovación y mejora continua según el Modelo EFQM de excelencia.

Lefcovich, M. (2000). Mejora continua y la curva de aprendizaje.

Pérez Guerra, Y. (2016). La mejora continua.

Ramírez Ramírez, M. A. (2018). *Plan de Mejora Continua en el Área de Producción*. Mexico.

Saenz, L. (2016). Implementación del sistema de planeamiento y su uso como instrumento para el desarrollo territorial en el departamento de Cajamarca.

Terrones Cotrina, P. R. (2018). *“Plan De Mejora Continua en el Proceso de batido de Mineral para la reducción de costos de Producción de una empresa Minera de Cajamarca - 2018”*. Chiclayo.

Theodore, P. (1936). Mejora continua aplicada en minerías .

Boletín del nivel de producción de minerales en empresas mineras:
<https://www.smv.gob.pe/ConsultasP8/temp/Memoria%20Bvn%202020.pdf>

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMENE2020.pdf>

ANEXO N° 1: PLAN OPERATIVO MINERO

PLAN OPERATIVO MINERO 2021	
MATRIZ DE MEJORA CONTINUA	
Área	OPERACIÓN MINA
Proyecto	MINADO SUPERFICIAL
Código de actividad	01
Actividad	Todas
Meta	Minar segura a cielo abierto.
Finalidad	Ejecutar los taladros de rotura superficial
Rubro	Rotura superficial
VISIÓN	
Seremos reconocidos por nuestros inversionistas, empleados y grupos de interés extremos como la compañía minera más valorada y respetada de sud américa	
MISIÓN	
Aprovecharemos nuestra capacidad organizativa y operativa para continuar entregando una producción rentable, sostenible y responsable. Invertiremos para obtener el valor total de Yanacocha mientras desarrollamos o adquirimos nuevas zonas de trabajo en la región.	
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS (2020-2021)	
Ser una plataforma para facilitar el diálogo y el fortalecimiento del relacionamiento social positivo y el seguimiento de políticas y campos de acción hacia cada grupo de interés, incluyendo información de indicadores de desempeño económico, social y medio ambiente	
ACCIÓN ESTRATÉGICA (2020-2021)	
Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/tn min y por ende el costo del PU de U\$\$/mp	
PRODUCTO	
Taladros perforados	
DIAGNOSTICO SITUACIONAL 2021	
DEBILIDADES	FORTALEZAS
Variabilidad en el nivel de precios	Posición privilegiada en la producción mundial de oro
No existe una adecuada distribución de los ingresos percibidos por parte de la minería que impulse la mejora de las comunidades	Sólida posición financiera y holgado nivel de capitalización
	Principal sector generador de ingresos a favor del estado.
AMENAZAS	OPORTUNIDADES
Mayor riesgo político-social del sector minero	Altos precios del oro con tendencia estable
Potenciales conflictos con comunidades aledañas	Intercambio de experiencias profesionales dentro de la empresa para el crecimiento y desarrollo

ANEXO N° 2: MATRIZ DE MEJORA CONTINÚA

EMPRESA MINERA YANACOCHA S.R.L						MATRIZ DE MEJORA CONTINÚA											
OBJETIVO ESTRATÉGICO O PEM	PRODUCTO	INDICADOR PRINCIPAL	EJECUTADO 2017 (mp/tmh)	META 2019 (mp/tmh)	PERIODO	PLANEAR (QUE HACER, COMO HACERLO)		HACER (HACER LO PLANIFICADO)		VERIFICAR (LAS COSAS SUCEDIERON DE ACUERDO LO PLANIFICADO)					ACTUAR (COMO MEJORAR LA PRÓXIMA VEZ)		
						ACCIONES ESTRATEGICAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD	META EJECUTADA DE ACTIVIDAD	INDICADOR PROGRAMADO POR TONELADA (mp/Tn)	INDICADOR EJECUTADO POR TONELADA	INGRESO (US\$/Tn)	COSTO (US\$/Tn)	BENEFICIO ECONOMICO (US\$/Tn)	META PROGRAMADA ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA SIGUIENTE PERIODO	ÁREA RESPONSABLE DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA EN SIGUIENTE PERIODO
Minar segura y económicamente el mineral superficial	Taladros perforados	Indicador: metros perforados	0.6	0.3	2017-1	Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	1.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	3.29	12.3	0.56	2.5	6	3.14	2.72	18.5	Mina-Planeamiento
							1.2. Ampliación de malla de perforación	m ²	11.48	9.02						17	Mina-Planeamiento
							1.3. Mayor longitud de perforación	m	3.29	4.98						8.63	Mina-Planeamiento
							1.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.5	2						1.35	Mina-Planeamiento
		2017-2			Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	2.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	4.95	18.5	0.4	0.49	6.35	2	2.95	18.5	Mina-Planeamiento	
						2.2. Ampliación de malla de perforación	m ²	17	17						17	Mina-Planeamiento	
						2.3. Mayor longitud de perforación	m	4.95	8.63						7	Mina-Planeamiento	
						2.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	2.04	1.35						1.35	Mina-Planeamiento	
		2018-1			Desarrollar acciones estratégicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp	3.1. Aumento de diámetro de broca	pulg	5	18.5	0.3	0.27	6.2	2.2	4.5	5.5	Mina-Planeamiento	
						3.2. Ampliación de malla de perforación	m ²	17	17						17	Mina-Planeamiento	
						3.3. Mayor longitud de perforación	m	7	7						12	Mina-Planeamiento	
						3.4. Aumentar tonelaje roto proporcional a mp	K m perf/mes	1.35	1.35						1.1	Mina-Planeamiento	
		Descripción del indicador: Longitud de la perforación del taladro															

ANEXO N° 3: MATRIZ DE MEJORA CONTINUA.

EMPRESA MINERA YANACOCHA S.R.L					MATRIZ DE MEJORA CONTINUA																							
					PLANEAR (QUE HACER COMO HACERLO)			HACER (HACER LO PLANIFICADO)		VERIFICAR (LAS COSAS SUCEDIERON DE ACUERDO A LO PLANIFICADO)						ACTUAR (COMO MEJORAR LA PROXIMA VEZ)												
OBJETIVO ESTRATEGICO O PEM	PRODUCTO	INDICADOR PRINCIPAL	EJECUTADO 2018 (mp/tmh)	META 2017-2 (mp/tmh)	PERIODO	ACCIONES ESTRATEGICAS	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD	META EJECUTADA DE ACTIVIDAD	INDICADOR PROGRAMADO O POR TONELADA	INDICADOR EJECUTADO O POR TONELADA	INGRESO (US\$/Tn)	COSTO (US\$/Tn)	BENEFICIO ECONOMICO (US\$/Tn)	META PROGRAMADA DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA	RESPONSABLE DE ACTIVIDAD DE MEJORA CONTINUA											
Ser una plataforma para facilitar el diálogo y el fortalecimiento del relacionamiento social		Formula: mp			2017	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/mp																						
		Descripción del indicador:			2018	Desarrollar acciones estrategicas para reducir el rendimiento de mp/Tn min y por ende el costo del PU de US\$/m																						