



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACÁDEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
DE MINAS

**Evaluación Económica y Rentabilidad del Proyecto Minero
Josefa, distrito Aija, región Ancash, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTOR:

Br. Castillo Hoyos, Franklim (ORCID: 0000-0001-7253-7577)

ASESORES:

Mg. Flores Arrasco, Janyna Jacinta (ORCID: 0000-0002-3017-4779)

Dr. Martell Espinoza, Beder Erasmo (ORCID: 0000-0002-4169-9212)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de yacimientos minerales

CHICLAYO-PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador, a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, y apoyarme para poder llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza en este largo camino; a mis padres Julio e Yrene por apoyarme siempre y guiarme por el camino del bien y alcanzar las metas que me propongo y a mi hermana que siempre me motiva para obtener mis objetivos.

Índice de contenidos

Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis..	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
3.5. Procedimientos.....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	12
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	

Índice de tablas

Tabla 1. Vértices del área de estudio WGS84-18S	14
Tabla 2. Acceso a Aija.....	14
Tabla 3. Pre-Inversión de la etapa prospectiva y exploratorio del proyecto minero Josefa.	20
Tabla 4. Inversión fija tangible del proyecto minero Josefa.....	24
Tabla 5. Inversión fija intangible del proyecto minero Josefa.	26
Tabla 6. Capital de trabajo del proyecto minero Josefa.	26
Tabla 7. Inversión del proyecto minero Josefa.	26
Tabla 8. Costos totales del Proyecto Minero Josefa.	27
Tabla 9. Parámetros técnicos del proyecto minero.	29
Tabla 10. Ingreso por venta de mineral del proyecto minero.	29
Tabla 11. Flujo de caja del proyecto minero Josefa.	30
Tabla 12. Datos para el cálculo del B/C del proyecto minero.....	31
Tabla 13. Datos para obtener el periodo de recuperación del proyecto minero.	32
Tabla 14. Costos de inversión por la etapa de cierre de mina.	34
Tabla 15. Flujo de caja del escenario dos del proyecto minero Josefa.	36
Tabla 16. Datos para la obtención de B/C del escenario dos.....	37
Tabla 17. Datos para el cálculo del payback del escenario dos del proyecto minero.	38
Tabla 18. Precio de corte del costo de producción del proyecto minero Josefa.....	41

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. VAN vs TIR del flujo de caja del proyecto minero.....	31
Figura 2. Flujo de caja del proyecto minero.....	33
Figura 3. VAN vs TIR del escenario dos del proyecto minero Josefa.....	37
Figura 4. Flujo de caja del escenario dos.....	39
Figura 5. Precio del corte de oro del proyecto minero Josefa.....	40

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash 2020. La técnica que se utilizó para la recolección de información fue observación directa, el instrumento para la recolección de datos es una plantilla de base datos, con ello se almacenaron costos directos e indirectos, reportados por cada área. Se realizó una evaluación económica para conocer la rentabilidad del proyecto minero Josefa en base a indicadores económicos. Para tal fin, se diseñó una base de datos empleando el programa Excel, dividido en Pre-Inversión, la inversión, los costos y la inversión para la etapa de cierre de mina. Se efectuó un análisis de riesgo en base al precio del oro y el costo de producción para conocer su impacto en los índices económicos, y permitió conocer cuál es precio del oro y costo de producción mínima para tener un VAN positivo. Con los datos obtenidos se concluyó que el proyecto minero Josefa es rentable en el escenario que incluye la etapa de cierre de mina ya que el $VAN > 0$, TIR fue mayor a la tasa de descuento, el $B/C > 1$, y un Payback de 4 años 1 mes.

Palabras clave: Evaluación Económica, rentabilidad, índices económicos.

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out an economic evaluation to determine the profitability of the Josefa mining project, in the district of Aija, Ancash 2020. The technique used for the collection of information was direct observation, the instrument for data collection is a database template, with which direct and indirect costs were stored, reported by each area. An economic evaluation was carried out to determine the profitability of the Josefa mining project based on economic indicators. For this purpose, a database was designed using the Excel program, divided into Pre-Investment, investment, costs and investment for the mine closure stage. A risk analysis was carried out based on the price of gold and the cost of production to know its impact on economic indices, and allowed to know what is the price of gold and the minimum production cost to have a positive NPV. With the data obtained, it was concluded that the Josefa mining project is profitable in the scenario that includes the mine closure stage since the $NPV > 0$, IRR was greater than the discount rate, the $B/C > 1$, and a Payback 4 years 1 month.

Keywords: Economic evaluation, profitability, economic indices.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial en muchas naciones en desarrollo, la pequeña minería está creciendo hoy en forma inmediata y comúnmente imparable, usando a un enorme conjunto de féminas y chicos en condiciones peligrosas y ocasionando una tasa de mortalidad de los accidentes del trabajo 90 veces mayor a la registrada en las minas de las naciones industrializados.

Los proyectos mineros pequeños en el Perú tiene como finalidad, explotar toda la estructura mineralizada como veta o manto para poder subsistir y beneficiar a los propietarios y pobladores de la comunidad campesina donde está ubicada el proyecto para así obtener ingresos que cubran las necesidades básicas de estas personas; asimismo, en algunas ocasiones se busca aún seguir extrayendo mineral de algunas minas subterráneas abandonadas por sus propietarios por su baja rentabilidad, y el problema se basa en que se aprovecha dicho material sin tomar en consideración una buena seguridad, y si es que realmente se obtendrá ingresos viables.

De igual manera, en la zona de Aija-Ancash, con potencial geológico en vetas y mantos del tipo cordillerano enriquecidas mayormente de oro, cobre y plomo y zinc, se ha extraído el material por varios años sin realizar una evaluación económica ideal para conocer los ingresos que se obtendrá o que métodos se debe emplear para obtener mejores ganancias, con el fin de avalar la rentabilidad de su extracción y a la vez dar seguridad a los trabajadores realizando un trabajo formal y obtengan beneficios por el trabajo realizado.

Según lo expuesto, formulamos la siguiente pregunta: ¿Cómo la evaluación económica permite determinar la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash 2020?

El objetivo principal de esta investigación es realizar una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash

2020, que a largo plazo pueden convertirse en un proyecto de alto potencial. Los objetivos específicos son determinar los diferentes parámetros económicos, comparar escenarios considerando costos de cierre de minas y ver el impacto en su rentabilidad, realizar un análisis de riesgo inherente a la producción, como el precio de corte de oro, y el precio de corte en el costo producción.

El avance de la presente investigación permitirá proponer de forma preliminar un modelo económico predictivo basado principalmente en conocer la inversión, los costos de producción, gastos de operación, el precio del mineral actual minero según el mercado de valores NYMEX, la recuperación metalúrgica y la ley cabeza del proyecto minero, y emplear índices como VAN, TIR, B/C, y Payback para conocer la rentabilidad y conocer los riesgos mediante el precio del oro y costo de producción, permitiendo que la empresa propietaria de este proyecto pueda ejecutarlo y contribuir con el desarrollo de los pobladores del distrito de Aija. Así mismo, ofrecerá información notable que permitirá a los estudiantes y profesionales interesados en el campo de Evaluación de Proyectos Mineros a obtener información actualizada, emplearla como antecedente para trabajos posteriores, y mejorar los métodos de análisis de riesgos para prever los problemas a futuros como una pandemia, o algún conflicto gubernamental.

La investigación tiene como hipótesis general: al realizar la evaluación económica se determinará la rentabilidad del proyecto minero Josef a, en el distrito de Aija, Ancash 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Se recolectó una serie de investigaciones relacionadas con la finalidad del informe de investigaciones, de igual manera se consideró que no tengan una antigüedad mayor a 7 años, y que se hayan realizado en el país, tanto nacional, regional como local. Se detalla a continuación los antecedentes.

Michael (2020), destaca que las empresas mineras a menudo se centran en el costo de los programas piloto de nuevas tecnologías sin intentar cuantificar su valor de información, dicha investigación desarrollo un modelo discreto de cómo los programas piloto crean valor con un número limitado de variables. El valor del impacto de los errores de programa falsos positivos y falsos negativos depende del nivel de riesgo de la nueva tecnología. Asimismo, hace énfasis que un programa piloto tiene una importante función de gestión de riesgos de capital al limitar el costo de falla de una nueva tecnología. Las medidas de retorno, como la TIR, tienen un uso limitado al evaluar los beneficios de una nueva tecnología y un programa piloto asociado a proyectos mineros, y que los programas piloto se deben implementar ya que buscan siempre ahorrar costos de producción.

Condori (2017), indica que la estimación y mejoramiento en la productividad en el proceso de perforación y voladura de la veta Troncal, Mina Yanaquihua en Arequipa, posibilitará determinar la causa de los incidentes y poder subsanar de manera pertinente, esto por medio de la mejora continua de los estándares en los programas de avance, a fin de disminuir los precios unitarios. Y para evaluar proyectos mineros se debe plantear diferentes escenarios para escoger cuál es el más rentable.

Otro estudio, realizado por Arce (2017), en su tesis profesional, "Geología, Mineralización y Evaluación Económica del Proyecto Minero Virgilio, Huaraz-Ancash", tuvo como objetivo Verificar si los valores de la mineralización en profundidad de la veta y del ramal Aida son económicos, llegando a la conclusión que hay evidencias sobre la continuidad de la mineralización, lateralmente y en profundidad de las estructuras, dando fiabilidad con los parámetros del VAN y TIR,

y asimismo se conoció el tiempo en que se va a recuperar la inversión, siendo así en los primeros años.

Finalmente, Aranda, (2018), determinó la viabilidad del proyecto minero Utcuyacu, Ancash, por ello, calculó el cash cost, el VAN, TIR, y B/C, concluyendo así que el proyecto Utcuyacu se debe aceptar, es técnicamente viable y económicamente rentable, y recomienda el método de explotación de corte y relleno ascendente, por las condiciones geomecánicas y por la optimización de costos.

También en la tesis doctoral por Naranjo, (2015), desarrollado en Madrid, alude que los proyectos mineros muestran dudas en los componentes que determinan su rentabilidad, siendo dos los factores primordiales: las características verdaderas del yacimiento y el costo de los metales, a fin de que se puedan emplear estrategias con respecto a su control.

Conforme a Muñoz (2014), en su tesis "Modelo de costos para la valorización de planes mineros en Santiago de Chile", indica que es indispensable contar con un modelo geológico. Teniendo en cuenta que para su valorización se emplea parámetros económicos fijos, luego se especifican las fases de explotación con el proceso de extracción, a través de cual se efectúa el diseño de producción. En consecuencia, la valorización económica al principio puede depender de variables más económicas que específicamente técnicas mineras como el costo de insumos, el valor de cobre y subproductos, el monto asociado a la mina y planta.

De la misma manera, concluye que en todo proyecto minero se debe tomar en consideración los gastos pre eliminables que se generaran en la etapa de cierre y obtener indicadores más reales.

De igual manera se consideran teorías relacionadas al tema, por lo cual se menciona que la evaluación de yacimientos minerales es la secuencia de acciones que admite evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente las ventajas e inconvenientes que se puede producir en la iniciativa para asignar un presupuesto a un nuevo proyecto minero. Debido a que se trata de llevar a cabo un incremento

sistemático de la rentabilidad comparando distintas alternativas de cómo desarrollar el proyecto. (Condori, 2018).

Las distintas alternativas probables pueden mostrar diferencias entre sí como: rentabilidad o ahorros en el tiempo, vida útil, medios económicos imprescindibles, peligro del no lograr las metas previstas, etc.

Por ello, es necesario utilizar un procedimiento de análisis, libre de especulaciones, que admita cuantificar con objetividad y coherencia las consecuencias económicas y financieras de los diferentes factores que participan en un proyecto minero, con la finalidad de valorar y elegir la alternativa más conveniente.

Los parámetros que disponen la rentabilidad en una inversión son tangibles y medibles, sin embargo, por ser proyecciones a largo plazo, la información con la que se cuenta en el instante de tomar la decisión resulta deficiente, e incluso de cierta forma subjetiva, dado que los datos iniciales son estimaciones y previsiones. Por esta razón, la importancia de que los métodos empleados en el análisis sean eficientes, es necesario considerar a los agentes que significan un peligro en la obtención de la rentabilidad impuesta para una inversión (Condori, 2018).

Poder implementar un estudio de viabilidad se necesita un amplio conocimiento de la información que no siempre los técnicos cuentan con ella en la dimensión que se requiere para no incurrir en errores o correr un mínimo riesgo (Wellmer, 2014). Por tal motivo, se debe tener en cuenta cinco disciplinas esenciales (geología, minería, mineralurgia, medio ambiente y economía), que son aplicables en un estudio de viabilidad.

El ciclo de vida de un proyecto en la industria minera está relacionada directamente al agotamiento de las reservas minerales dentro un yacimiento. Así mismo, a las minas se les compara con la persona por sus etapas de juventud, madurez y ancianidad, con una pequeña diferencia puesto que las minas a menudo resucitan o rejuvenecen gracias a una mejora en tecnología o nuevos descubrimientos, etc. (Arce Portugal, 2017).

Ciertas empresas mineras se han visto en necesidad de cerrar sus proyectos, teniendo unos ciclos de explotación muy cortos, a causa de que sus proyectos solo se enfocan en los sectores de mejor ley de mineralización dentro de los yacimientos, sin considerar los sectores de baja ley de mineralización, esto debido a que no se realiza estudios abarcando una zona más global, para poder extraer mineralización de zonas más profundas o más pobres y mejorando el ritmo de producción posiblemente estas labores mineras habrían podido sobrellevar los costes de explotación y tratamiento (Arce Portugal, 2017).

Con el fin de realizar un estudio de viabilidad se debe precisar que la información requerida es muy extensa, y los profesionales encargados pocas veces cuentan con la experiencia necesaria para no incurrir en errores o tener un mínimo sesgo.

Para elaborar un estudio de viabilidad, debe tener en cuenta cinco disciplinas principales (la geología, minería, mineralurgia, medio ambiente y economía), (Aranda Jesús, 2018).

Elaborar una evaluación económica del proyecto de inversión minera es el paso primordial antes de tomar una decisión sobre el mismo. Donde la herramienta básica es el modelo económico, que detalla la circulación de los fondos absorbidos y producidos a lo largo del tiempo por el proyecto (Sapag, 2017).

Es fundamental realizar una separación de las inversiones tanto en moneda nacional y extranjera, y señalar la afinidad de las diferentes monedas. Proyectando un anuario de inversiones considerando desde el año en que estas se efectuarán, ya sea para la compra de nuevas instalaciones o equipos, o para su remplazo; de igual modo se evidenciarán los valores sobrantes que podrían rescatarse.

Por acuerdo, se aprueba que la generación de fondos resultantes en un período de estudio, que generalmente es un año, se hace al finalizar este. El producto dado por la explotación se consigue por la diferencia entre los ingresos por la venta del mineral y sus costos de producción. Apartando a los valores conseguidos las cifras convenientes al abono anual empleado en la adquisición de los activos

inmovilizados se estimarán, por cada año, el beneficio bruto y los impuestos (Sapag, 2017).

Después de calcular el beneficio neto anual se le añade a este las amortizaciones y la cuantía del Factor de Agotamiento y se descuenta las inversiones en inmovilizado y circulante, teniendo como resultado los flujos de caja operativos o movimientos de fondos.

Con el modelo económico elaborado, se debe tener en cuenta que para el análisis de la evaluación del proyecto de inversión es necesario tres atributos: la liquidez, la rentabilidad y el riesgo. El primero hace referencia a la capacidad con la que cuenta el proyecto con el din de cambiar o convertir, de forma rápida, en dinero los activos sin pérdida de valor. Para ello, la liquidez tiene como medida más usual al Período de Recuperación (PR), que se presenta normado por el tiempo que tarda en inhabilitarse el flujo de fondos acumulados de la inversión (Almasi et al., 2014).

La rentabilidad se define como la capacidad con la que cuenta un proyecto para producir un excedente de fondos. Además, se debe tener en cuenta que la rentabilidad no tiene relación alguna con la liquidez, es decir que un proyecto puede gozar de mucha liquidez, y al mismo tiempo muy poco rentable, o viceversa, o cualquier combinación de los valores de los dos indicadores. Para medir la rentabilidad de la inversión comúnmente se realiza por medio de parámetros económicos.

El flujo de caja es la diferencia entre ingresos, ventas y valores de rescate, y los costos, operativos y de capital, afectados por los impuestos (Lagos, 2015). Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento cero (Lagos, 2015).

Si el resultado es mayor de cero, mostrara cuanto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa i que se exigía de retorno al proyecto;

si el resultado es igual a cero, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa i que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión (Lagos, 2015).

Mide la rentabilidad como porcentaje. La máxima tasa exigible será aquella que haga que el VAN sea cero.

La tasa interna de retorno (TIR) tiene cada vez menos aceptación como criterio de evaluación, por tres razones principales. Entrega un resultado que conduce a la misma regla de decisión que la obtenida con el VAN. No sirve para comparar proyectos, por cuanto una TIR mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se mide en función de la cuantía de la inversión realizada. Cuando hay cambios de signos en el flujo de caja, por ejemplo, por una alta inversión durante la operación, pueden encontrarse tantas tasas internas de retorno como cambios de signos se observen en el flujo de caja (Lagos, 2015).

La relación beneficio – costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. El método lleva a la misma regla de decisión del NPV, ya que cuando este es cero, la relación será mayor que uno, y si el VAN es negativo, será menor que uno (Condori, 2018). El índice beneficio costo sólo debe utilizarse cuando se requiere determinar si un proyecto se debe realizar o no. Este indicador no es recomendable para comparar proyectos porque su magnitud absoluta puede ser engañosa (Lagos, 2010).

El plazo de recuperación es para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. (Muñoz, 2013). Aquí sabemos el número de periodos que se tarda en recuperar el dinero desembolsado al comienzo de una inversión. El análisis experimental concerniente al riesgo es realizado en base a la estructura del modelo de simulación financiera y la herramienta de metodología de análisis decisión determinístico y probabilística, teniendo en cuenta que para desarrollar este análisis se hace una elección estratégica de mayor valor actual neto y tasa interna de retorno (Arce, 2017).

El análisis de sensibilidad unidimensional indaga el dominio en el cambio del coste esperado, analizando las variables como, la tasa de descuento, la producción, la ley de mineral, el precio del oro, el impuesto a la renta, los costos de operación, gastos de venta, costos de inversión directa, gastos de operación y gerencia, en rangos de incertidumbre de variación porcentual de ($\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$, $\pm 40\%$, $\pm 50\%$) de sus costos establecidos. Permitted recognizing the variables with greater impact on the result (VAN, TIR, B/C y/o Pay Back), frente a los diferentes niveles de equivocación en su estimación, dado que la información obtenida es de dimensión temporal (Muñoz Lopez, 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada según el propósito, es aplicada debido a que presenta una aplicación inmediata para solucionar problemas técnicos-económicos.

El diseño de la presente investigación es no experimental de corte transversal. Es no experimental porque las variables no se modificarán, y es transversal ya el tiempo de medición de las variables es en un periodo corto.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Evaluación económica.

Variable dependiente: Rentabilidad del depósito minero Josefa

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

La población será toda la concesión del proyecto minero Josefá, que cuenta con 100 hectáreas.

La muestra fueron las vetas polimetálicas de Au-Cu, que se localizaron en la concesión, mediante una etapa prospectiva y exploratoria.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos es la observación directa en campo, debido a que se irá a campo donde se hará una observación del afloramiento y un monitoreo de las principales actividades ejecutadas para lograr detectar los factores geológicos, donde se encuentra ubicado las vetas, y se

revisará los taladros de perforación para ver el potencial de mineralización, y alguna continuidad de las vetas o estructuras como fallas o plegamientos.

Asimismo, el instrumento para la recolección de datos es una plantilla de base datos, ya que en ello se fue almacenando los costos directos e indirectos, reportados por cada área como el de Exploraciones, Geología Mina y Planeamiento, dicha plantilla ha sido adaptado para el proyecto minero Josefina para conocer todos los costos desde la etapa prospectiva, exploratoria hasta la ejecución de proyectos, y sobre todo tomando en cuenta imprevistos para cada gasto.

Presenta confiabilidad, ya que se podrá indicar el rubro, el valor unitario, los costos generales y específicos de cada uno de ellos, y tomando en cuenta los costos de la etapa de cierre de mina, ya que es importante remediar los pasivos ambientales a favor del medio ambiente y tratar de dejar en óptimas condiciones el suelo y no se vean afectados los acuíferos que abastecen a la población de Aija. A la vez, a todos los ítems se le considera una base de medición, una misma unidad y una tarifa, mostrando así que todos los ítems sean valorados de la misma manera.

3.5. Procedimientos

Para lograr que el presente trabajo cumpla con los tiempos establecidos y de manera correcta, se programaron las siguientes etapas de estudio.

Etapa Pre-campo

Esta etapa consiste en realizar una investigación documental para profundizar en el enfoque teórico de nuestras variables. Para conocer y entender la zona de estudio, se empleará búsquedas, revisiones, y análisis en trabajos realizados por el INGEMMET sobre el cuadrángulo de Aija, y se extraerá documentos de la Sociedad Geológica del Perú sobre la Geología de Ancash, y el distrito minero de Aija.

Trabajo de campo

Consistió en realizar visitas al afloramiento donde se encuentra las vetas, para reforzar la topografía, la geología, validar los registros geomecánicos. Asimismo, se realizará la inspección de los taladros de perforación y el registro de logueo para la verificación de que realmente se completaron los parámetros de litología, alteración, estructuras, y mineralización adecuadamente.

Posterior, se recopiló la información técnica, económica y financiera, en conjunto de las áreas de Exploración, Geología Mina, Planeamiento y Costos para llenar adecuadamente los ítems de inversión y costos. Asimismo, se corroborará los datos de inclinación, buzamiento y geometría de las vetas para avalar el método de explotación, y se consultó con el área de Medio Ambiente para el llenado de los costos en la etapa de cierre de mina.

Trabajo post-campo

Llenada la plantilla de base de datos, se procedió a llenarlo al software de ofimática Excel 2016, y los diferentes costos e inversión se distribuyó en diferentes hojas para un mejor orden y almacenamiento.

Asimismo, de acuerdo con el mercado NYMEX, se consultó el valor actual del oro en onza troy, se escogió el método de recuperación mineral, la obtención del porcentaje de recuperación, y la ley de cabeza de las vetas auríferas del Proyecto Josefina, de lo cual, finalmente se obtuvo los ingresos anuales con los parámetros mencionados.

3.6. Método de análisis de datos

La técnica empleada para la recolección de datos es la observación directa en campo, debido a que se irá a campo donde se hará una observación del afloramiento y un monitoreo de las principales actividades ejecutadas para lograr detectar los factores geológicos, donde se encuentra ubicado las vetas, y se revisará los taladros de perforación para ver el potencial de mineralización, y alguna continuidad de las vetas o estructuras como fallas o plegamientos.

Asimismo, el instrumento para la recolección de datos es una plantilla de base datos, ya que en ello se fue almacenando los costos directos e indirectos, reportados por cada área como el de Exploraciones, Geología Mina y Planeamiento, dicha plantilla ha sido adaptado para el proyecto minero Josefina para conocer todos los costos desde la etapa prospectiva, exploratoria hasta la ejecución de proyectos, y sobre todo tomando en cuenta imprevistos para cada gasto.

Presenta confiabilidad, ya que se podrá indicar el rubro, el valor unitario, los costos generales y específicos de cada uno de ello, y tomando en cuenta los costos de la etapa de cierre de mina, ya que es importante remediar los pasivos ambientales a favor del medio ambiente y tratar de dejar en óptimas condiciones el suelo y no se vean afectados los acuíferos que abastecen a la población de Aija. A la vez, a todos los ítems se le considera una base de medición, una misma unidad y una tarifa, mostrando así que todos los ítems sean valorados de la misma manera.

3.7. Aspectos éticos

Se considera la no maleficencia debido a que se buscó proteger la propiedad intelectual de los autores, citándolos apropiadamente y precisando las fuentes bibliográficas.

De igual manera se tomó en cuenta la autonomía debido a que se encuentra redactado con palabras propias del investigador, aclarar que se ha utilizado algunas citas para dar confiabilidad a la información redactada por el investigador y las definiciones plasmadas en las teorías, los mapas y planos presentes en la investigación han sido elaboradas e interpretadas por el investigador.

Para garantizar la validez de la tesis se incluirán técnicas de análisis adecuadas para producir datos fiables.

Consentimiento informado de las personas involucradas en la investigación.

IV. RESULTADOS

- **Ubicación y Acceso**

Geográficamente el distrito de Aija se encuentra ubicado en la zona SW de la ciudad de Huaraz, aprox. 120 km. Entre las cotas 3500 a 4200 m.s.n.m.

Tabla 1. *Vértices del área de estudio WGS84-18S*

Vértice	Este	Norte
1	220800	8919400
2	223500	8919400
3	223500	8917200
4	220800	8917200

Fuente: Elaboración propia

El acceso al distrito de Caravelí se pueda dar desde la ciudad de Lima o desde la misma ciudad de Huaraz.

Tabla 2. *Acceso a Aija*

Ruta terrestre	Distancia (Km)	Tiempo (hr)	Vía	Condiciones Técnicas
1	220800	8919400	Asfaltada-trocha	Excelente - regular
2	223500	8919400	Asfaltada-trocha	Excelente - regular

Fuente: Elaboración propia.

Geología Local

La geología local del proyecto minero Josefa está compuesta principalmente de vetas enriquecidos de buena ley de Au, con cantidades de Ag-Cu del tipo cordillerano, las leyes del oro están en un rango de 4 g/TM a 8 g/TM. Asimismo, cerca de estas vetas se encuentran estructuras mineralizas de Au-Cu-Ag, en

brechas 'pipe', son brechamientos del tipo magmático-hidrotermal. Esos eventos son los que también mineralizaron las vetas del proyecto de estudio.

Asimismo, en la zona se aprecia rocas andesitas y piroclásticas pertenecientes al grupo Calipuy, así como cuerpos subvolcánicos del tipo monzonítico. Dichos complejos volcánicos son huéspedes de la mineralización ya que tiene una muy buena permeabilidad (Ver Anexo 4).

Geología Estructural

En el proyecto Josefa, la falla local con mayor predominancia es la falla Hércules, que tiene una tendencia andina NW -SE, esta falla ha logrado que asciendan los fluidos hidrotermales mineralizadores, por ello, cerca al proyecto tenemos a la mina Lincuna y el proyecto Soledad perteneciente a Chakana Copper.

En el proyecto Josefina se tiene una falla inversa, con dirección perpendicular a la falla Hércules, la intersección de dichas fallas ha servido como trampas para los fluidos mineralizantes que han precipitado el oro, y el cobre principalmente.

Mineralización

En el proyecto minero Josefa, se tiene dos vetas enriquecidas de oro y son del tipo cordillerano, estas vetas se cortan entre sí ya que se ha emplazado en la intersección de dos fallas geológicas del tipo inverso, que tienen una longitud aproximada de 210 m, y en profundidad pueden alcanzar hasta los 120 m, y tienen una potencia de 0.15 m y 0.5 m. En las vetas también se localizó en menor proporción la presencia de cobre primario como la calcopirita y la bornita y trazas de esfalerita y galena.

Asimismo, en forma de halos a las vetas, se tiene la alteración cuarzo sericítica (Qtz-ser) así como una argilización de montmorillonita-dickita, y en las partes más distales se tiene una alteración propilítica, y es ahí donde probablemente también el proyecto a profundidad tenga potencial para albergar mineralización tipo Skarn,

ya que cerca de la zona de estudio se tiene rocas calizas cretácicas de la Formación Santa.

Asimismo, también hay presencia de alteración supérgena por la percolación de las aguas meteóricas, que ha afectado a las vetas del proyecto, alterando los sulfuros primarios, y dando lugar a minerales oxidados como la hematita, jarosita,

Las vetas del proyecto Josefa presentan una inclinación de 65° y 52° y su potencia es baja a moderada por ello para aprovechar todo los clavos mineralizados se optó por el método de corte y relleno ascendente por las propiedades mencionadas, y el mineral será extraído en bandas horizontales, que se empezará desde la parte más baja, y esa banda extraída inmediatamente se rellenará con material estéril, el cual servirá de piso para los trabajos, y así sucesivamente se irá ascendiendo hasta aprovechar todo los clavos mineralizados.

Dicho método de explotación tiene las siguientes ventajas:

- Buen porcentaje de recuperación.
- Es altamente selectivo, esto quiere decir que se puede laborar secciones de muy buena ley y apartando las zonas de baja ley sin explotar.
- Es un procedimiento confiable con respecto a la productividad.
- Puede conseguir un elevado nivel de mecanización dependiendo este del espesor y leyes de las vetas. Además, se adapta a yacimientos con propiedades físico-mecánicas no apropiadas.
- Se necesita periodos pequeños para los trabajos de preparación.

Ciclo de minado

En el proyecto Josefa se prevé de la siguiente manera:

Realizar primero la perforación con perforadoras tipo neumáticas tipo Jack Leg con barreros cónicos de 02, y 04pies de largo y brocas de 38 mm. de diámetro, red de perforación tipo hilera y zigzag, con burden de 0.20 m a 0.30 m y un espaciado de 0.30 m.

La voladura estará controlada con explosivos modelo pulverulenta de Semexa 45% para material deleznable y suave, y explosivos tipo Semex 70%, para rocas persistentes. También, se empleará un sostenimiento temporal como puntuales cuando las cajas se encuentren fracturadas o inestables, también se utilizará cuadros de madera y pernos Split Set, cuando las evaluaciones geomecánicas lo requieran, posterior a ello se rellenará el tajo que fue explotado.

La limpieza de mineral en los tajos de explotación se hace a través de winches de arrastre de 10 HP con rastrillo (scrapers) de 18" de ancho y capacidad de 4,5 pies³. Luego el mineral es almacenado en las tolvas de madera establecidos en los extremos de cada tajo.

El ciclo de minado termina con el traslado del mineral, inmediatamente después de descargar de las tolvas a los carros mineros de la marca Volvo, se lleva a cabo con locomotora de batería de 1,5 ton hasta el echadero de mineral, para luego ser extraído mediante winches de izaje por inclinados hasta superficie.

Planta de tratamiento

La planta de beneficio se diseñó con la finalidad de recuperar la mayor cantidad de oro, por ello, se tomó en consideración los pads de lixiviación porque permite aprovechar la mayor cantidad de oro que hay presente en los minerales oxidados, Asimismo, la planta de tratamiento tendrá la capacidad de tratar mensualmente de 60 TM, por ello sus dimensiones se ajustan a dicha cantidad.

El circuito de la planta de beneficio está planificado de la siguiente manera:

El material extraído de la mina será almacenado en una tolva de 30 TM con unos rieles de 4" de hendidura con la finalidad de evitar el paso del material de grano grueso. Después se realizará la trituración en una chancadora de 7" x 15" para descargar, hasta un material menor a 3/4", pasando por una parrilla de 3' x 4' con diámetro de 1", posteriormente se traslada en una faja transportador de 14", con

una longitud de 10 m, el material fino menor a 1", será almacenada en una tolva con capacidad de 40TM.

El material fino, se recibe en una faja de 15" x 24' que alimenta al chute con la entrada al molino de bolas de 5 x 5 x 5, en un circuito que cuenta con clasificador en forma espiral de 20" por 14", esperando obtenerse una molienda de 65% de malla menos 200, una pulpa de sólidos de 25% en el rebose del clasificador.

Luego se prepara la pulpa del clasificador, la cual ya viene con cal en forma sólida para controlar el PH, la pulpa ingresa al primer agitador y con ayuda de una bomba al vicio se desoxigena a los tres agitadores en desnivel, la solución rica a (solución cianuro al 10%) con una consistencia del 55%, de sólidos según resultados de laboratorio, ingresa al sistema de lavado, colocándose en desnivel los tres espesadores, de tal forma que la pulpa se traspase por gravedad al circuito de lavado en contracorriente, la cual ingresa por el primer espesador. luego al segundo y por último al tercero. El PH de trabajo es de 10,2 y se mantiene en ese rango mediante regulación de la alimentación de cal en la pulpa. La pulpa fina con contenido de oro es llevada por gravedad al circuito de adsorción con carbón activado.

Previo a introducirse al circuito de cianuración se prepara la pulpa del clasificador, que viene previamente mezclado con cal en forma sólida para controlar el PH, la pulpa entra al primer agitador, que con el apoyo de una bomba al vicio se desoxigena a los tres agitadores en desnivel, la solución rica (solución cianuro al 10%) con una consistencia del 55% de sólidos, conforme a los resultados de laboratorio, entra al sistema de lavado, instalando en desnivel los tres espesadores, de manera que la pulpa se trasfiera por gravedad al circuito de lavado en contracorriente, que entra al primer espesador, después entra al segundo y finalmente al tercero. El PH empleado es de 10,2 y permanece en ese rango gracias a la regulación de la alimentación de cal en la pulpa. La pulpa fina que contiene el oro se traslada por medio de la gravedad al circuito de adsorción con carbón activado.

El circuito de adsorción consta de 6 tanques de fierro de 5' x 10', abastecidos con agitación con la ayuda del aire. Los depósitos se encuentran organizados en serie y en cascada, de manera que la pulpa emana por gravedad a la vez que el carbón cargado se traspasa en contracorriente por medio de reductores neumáticos. Para recuperar el carbón cargado en necesario realizar un lavado de agua fresca sobre una malla. El carbón cargado se almacena en cilindros apropiados, luego trasladados a la zona de desorción y refinación. La pulpa que sale del circuito de absorción a 42% sólidos es diluida con solución recirculada hasta el 30% de sólidos sobre un cajón de recepción.

La separación sólido-liquido se realiza en este tanque dejando reposar hasta que se llegue a una sedimentación del 60% el cual se envía a los depósitos de relaves, mientras que el rebose claro se bombea a un recibidero de solución recirculada este preso permite recuperar la dilución el residuo de cianuración alrededor de 90%. Finalmente, todo el material no recuperable se almacena en la relavera para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y la vegetación que es aprovechada por la comunidad local.

Pre-Inversión en el proyecto minero Josefa

La Pre- Inversión consta principalmente de la etapa prospectiva y exploratoria que se realizó para ubicar las vetas que están en el área de estudio. Las etapas mencionadas se realizaron en el año 2018 durante los meses de enero y abril, y se hicieron gastos por 667 805 US\$, siendo la actividad de perforación diamantina con línea HQ las que generaron mayor gasto con 270 000 US\$, seguida del alojamiento, mantenimiento de maquinarias, y alquiler de equipos con un total de 56 600 US\$. A continuación, se muestra el cuadro de pre-inversión con los gastos de cada actividad:

Tabla 3. Pre-Inversión de la etapa prospectiva y exploratorio del proyecto minero Josefa.

Actividades	Base de medición	Unidad	Total	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Tarifa	Presupuesto (US\$) TOTAL (US\$)
Personal									
Personal									
Administración y técnicos									
Exámenes médicos	Unidad(persona)	US\$/unidad	7		7			\$ 65.00	\$ 455.00
Asesoría legal y notarios	Promedio mensual	US\$/mensual	1	1				S/ 80.00	\$ 80.00
Servicios contables y administrativos	Costo mensual x contrato	US\$/mensual	0					\$ 1,500.00	
Servicios diversos	Promedio mensual	US\$/mensual	0					\$ 200.00	
Servicios de telecomunicaciones	Promedio mensual	US\$/mensual	0					\$ 1,000.00	
Servicios básicos (electricidad, agua, etc)	Promedio mensual	US\$/mensual	0					\$ 500.00	
Servicios de informática	Costo mensual x contrato	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 500.00	\$ 2,000.00
Insumos de oficina Trabajo de campo	Promedio mensual	US\$/mensual	0					\$ 500.00	\$ 465,120.00

Alojamiento y terreno	Promedio mensual									
Alimentación	Promedio mensual	US\$/persona	60		20	20	20	\$ 50	\$	3,000.00
Servicios diversos	Costo mensual x contrato	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 500	\$	2,000.00
Servicios de telecomunicaciones	Promedio mensual	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 500	\$	2,000.00
Depósitos-Almacenes	Promedio mensual	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 400	\$	1,600.00
Alquiler Equipos	Promedio mensual	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 1000	\$	4,000.00
Mantenimiento de Maquinaria y Equipos	Promedio mensual	US\$/mensual	2		1		1	\$ 1000	\$	2,000.00
Equipo de campo e indumentaria	Promedio equipo x persona	US\$/unidad	28	7	7	7	7	\$ 1000	\$	28,000.00
Exploraciones-otros materiales	Promedio mensual	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 2500	\$	10,000.00
Gatos de viajes										\$ 3920.00
Pasajes terrestres	Promedio mensual	US\$/persona	28	7	7	7	7	\$ 90		\$ 2520.00
Alojamiento(hoteles)	Promedio mensual	US\$/persona	0					-		\$ -
Alimentación	Promedio mensual	US\$/persona	0					-		\$ -
Varios(traslados y otros)	Promedio mensual	US\$/persona	28	7	7	7	7	\$ 50		\$ 1400.00

Perforación superficie							\$ 270 000.00
Perforación diamantina (HQ)	Costo metro x contrato	US\$/metros	2000		100	100	\$ 240 000.00
Movilización	Costo x contrato	US\$/unidad	2	1		1	\$ 10 000.00 \$ 20 000.00
Otros/materiales/Agua	Costo x contrato	US\$/metros	2		1	1	\$ 10 000.00
Caminos, trochas, plataforma							\$ 40 000.00
Alquiler Equipos Diversos	Promedio mensual	US\$/mensual	2	1		1	\$ 15 000.00 \$ 30 000.00
Movilización	Promedio mensual	US\$/mensual	2	1		1	\$ 5 000.00 \$ 10 000.00
Geoquímica/Análisis							
Ensayo de muestras (ICP-MS o AAS)	Costo unidad por muestra	US\$/unidad					
Flete/transporte	Promedio mensual	US\$/mensual					
Estudios Geofísicos y Especiales							
Estudios Geofísicos y Especiales	Costo por km	US\$/unidad					
Vehículos							
Vehículos alquilados	Costo camioneta x contrato	US\$/unidad					
Combustible	Promedio mensual	US\$/mensual					
Mantenimiento vehículos	Promedio mensual	US\$/mensual					

Propiedades										
Seguridad										
Telecomunicaciones	Costo x teléfono	US\$/mensual								
Medio ambiente									\$ 4750.00	
Elaboración estudios de impacto ambiental	Costo x estudio	US\$/unidad	1		1			\$ 3500.00	\$ 3500.00	
Gastos en gestiones legales y administrativas	Definición Pro. Minera	US\$/mensual	1		1			\$ 1250.00	\$ 1250.00	
Propiedades									\$ 29 400.00	
Superficiaarios	Costo x contrato	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 5 000.00	\$ 20 000.00	
Gastos en gestiones legales y administrativas	Costo x contrato	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 1 250.00	\$ 5 000.00	
Derechos de vigencia de petitorios	Definición Autoridad Minera	US\$/mensual	4	1	1	1	1	\$ 350.00	\$ 1 400.00	
Gastos de viaje (Pasajes, alojamientos, etc)	Costo promedio x viaje	US\$/mensual	2	1	0	0	0	\$ 1 500.00	\$ 3 000.00	
Adquisiciones de Activos									\$ 3 200.00	
Hardware	Costo unidad	US\$/unidad	1	1				\$ 2 500.00	\$ 2 500.00	
Instalaciones y redes	Costo unidad	US\$/unidad	1	1				\$ 700.00	\$ 700.00	

Fuente: Elaboración propia.

Inversión del proyecto minero Josefa

La inversión se divide en fija tangible, intangible y capital de trabajo. La inversión fija tangible es todo material que se utilizará para poner en marcha el proyecto como las edificaciones, las maquinarias, herramientas, accesorios y vehículos, siendo las dos primeras con mayor egreso de 461 250 US\$ y 941 450 US\$ respectivamente. Se detalla en el siguiente cuadro la inversión fija tangible:

Tabla 4. *Inversión fija tangible del proyecto minero Josefa.*

Inversión fija				
Terrenos				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD \$ U.S.A.	PRECIO TOTAL \$ U.S.A.
Terreno	m2	150	\$ 1.90	\$ 28,500.00
TOT AL				\$ 28,500.00
Edificaciones- Campamento				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD \$	PRECIO \$ U.S.A.
Vivienda para Empleados	2	300	\$ 205.00	\$ 61,500.00
Vivienda para comedor	m2	250	\$ 205.00	\$ 51,250.00
Campamento minero	m2	1000	\$ 205.00	\$ 205,000.00
Planta de tratamiento	m2	500	\$ 205.00	\$ 102,500.00
Oficina mina	m2	200	\$ 205.00	\$ 41,000.00
TOT AL				\$ 461,250.00
Maquinarias y				
A. MAQUINARIA	MARCA	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD \$ U.S.A.	PRECIO TOTAL
Compresoras 750 HP	ATLAS-COPCO	3	\$ 86,500.00	\$ 259,500.00
Perforadora tipo Jack leg	RNP	8	\$ 5,000.00	\$ 40,000.00
Perforadora tipo Stoper	ATLAS-COPCO	6	\$ 4,500.00	\$ 27,000.00
Dumper 4 TM	CAT	3	\$ 48,000.00	\$ 144,000.00
Winches de 30 HP		3	\$ 8,500.00	\$ 25,500.00
Palas neumáticas		5	\$ 9,500.00	\$ 47,500.00
Locomotora a batería	EIMCO	2	\$ 60,500.00	\$ 121,000.00
Carros Mineros		14	\$ 950.00	\$ 13,300.00
Chancadora de		1	\$ 105,000.00	\$ 105,000.00
Chancadora		1	\$ 96,000.00	\$ 96,000.00

Molino de bolas	DENVE	1	\$	32,500.00	\$	32,500.00
Faja transportadora (m)	R	160	\$	90.00	\$	14,400.00
Clasificador Elicoidal		5	\$	1,650.00	\$	8,250.00
Celdas de Cianuración	-	6	\$	1,250.00	\$	7,500.00
TOT AL					\$	941,450.00
B. ACCESORIOS						
Brocas		60		33.00		1,980.00
Barrenos de 5´		40		125.00		5,000.00
Barrenos de 4´		35		95.00		3,325.00
Tubos PVC de 4" de ø (m.)		1600		6.50		10,400.00
Tubos PVC de 2" de ø (m.)		2000		3.50		7,000.00
Mangueras de jebe de 1/2" ø (m)		1200		4.50		5,400.00
Mangueras de jebe de 1" ø (m.)		1400		8.50		11,900.00
TOTAL					\$	45,005.00
C. HERRAMIENTAS						
Martillos		5		9.00		45.00
Combos		10		24.00		240.00
Afiladores de barrenos		6		42.00		252.00
Picos		15		14.00		210.00
Lampas		15		14.00		210.00
Alicates de presión		4		9.00		36.00
Alicates		6		7.00		42.00
Llaves (juego)		3		43.00		129.00
TOTAL					\$	1,164.00
D. VEHÍCULOS						
CAMIONETA 4*4	T H	2				
TOTAL					\$	80,000.00
Equipos						
Equipo de soldadura eléctrica.			\$	2.00		5,500.00
Computadoras.			\$	5.00		5,200.00
Balanzas para pesar oro.			\$	4.00		625.00
Transporte de maquinaria y equipo.						14,550.00
Imprevistos. 5 %						1,294.00
TOTAL					\$	27,169.00

Fuente: Elaboración propia.

La inversión fija intangible se consideró los estudios de factibilidad económica, trabajos de ingeniería, organización y administración y puesta en marcha, siendo la puesta en marcha con mayor gasto debido a que se necesitará la inspección de personas calificadas para la ejecución de proyectos mineros subterráneos.

Tabla 5. *Inversión fija intangible del proyecto minero Josefa.*

Inversión Fija intangible	
Estudios de factibilidad económica	\$ 4,800.00
Trabajos de ingeniería	\$ 4,600.00
Organización y administración.	\$ 5,400.00
Puesta en marcha.	\$ 5,600.00
TOTAL	\$ 20,400.00

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el capital de trabajo se tomó en cuenta la mano de obra en la construcción del proyecto, los gastos de venta y laborales, con imprevistos del 5% del total, debido a que se pueda generar mayores gastos por la contratación de nuevo personal, y por los costos de las charlas de inducción a cargo de empresas especialistas en la rama de seguridad y salud ocupacional.

Tabla 6. *Capital de trabajo del proyecto minero Josefa.*

Capital de trabajo	
Mano de obra directa	\$ 82,615.38
Mano de obra indirecta	\$ 53,476.92
Leyes sociales.	\$ 53,699.99
Mantenimiento de maquinarias.	\$ 13,752.50
Materiales indirectos.	\$ 1,455.91
Gastos de ventas.	\$ 8,068.73
Gastos laborales.	\$ 23,138.46
Gastos de representación.	\$ 427.50
Derecho de vigencia.	\$ 433.33
Imprevistos. 5 %	\$ 11,853.44
TOTAL	\$ 248,922.1

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, considerando los gastos ocasionados por las etapas descritas anteriormente, se tendrá una inversión total de 2 521 665.16 US\$:

Tabla 7. *Inversión del proyecto minero Josefa.*

RESUMEN	
Inversión fija tangible.	\$ 1,584,538.00

Inversión fija intangible.	\$ 20,400.00
Capital de trabajo.	\$ 248,922.16
Pre- Inversión	\$ 667,805.00
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 2,521,665.16

Fuente: Elaboración propia.

Costos del Proyecto Minero Josefa

Los costos que se generarán anualmente durante seis años, se enfocó principalmente en costos de producción, dividido en directos considerando la mano de obra directa, leyes sociales y material directo, y en indirectos subdividido en mano de obra indirecta generado por el sueldo del superintendente de mina, ingeniero de seguridad, geólogos, etc., el mantenimiento de la infraestructura y maquinaria, y por último se consideró los imprevistos de un 5% del total. De la misma manera, se consideró los gastos de operación por ventas y administrativos. Lo mencionado provocó unos costos anuales de 2 205 193.28 US\$, y se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 8. Costos totales del Proyecto Minero Josefa.

ESTRUCTURA DE COSTOS DEL PROYECTO MINERO JOSEFA		
RUBROS	VALOR UNITARIO S/.	TOTAL EN \$ U.S.A.I.
COSTOS DE PRODUCCIÓN:		S/ 2,004,194.09
1.1. COSTOS DIRECTOS:		1,457,060.28
a) Mano de obra directa:	Jornal	495,692.29
Capataz. (2)	75.00	16,615.38
Motorista. (2)	75.00	16,615.38
Perforista. (20)	75.00	166,153.84
Ayudantes. (20)	66.00	144,000.00
Peones. (25)	55.00	152,307.69
b) Leyes sociales: 65 %		322,199.99
c) Materiales directos		639,168.00
Explosivos		434,136.00
Accesorios		205,032.00
1.2 COSTOS INDIRECTOS:		547,133.81
a) Mano de obra indirecta.	SUELDO	320,861.52
	7000	
Superintendente de Mina		25,846.15
Asistente	6000	22,153.85
Ingeniero de Seguridad	5500	20,307.69
Jefe de guardia (2)	3500	25,846.15
Inspector de seguridad (2)	2500	18,461.54
Ingeniero geólogo	4000	14,769.23
Ayudante de muestreo (2)	2200	16,246.15
Topógrafo	3500	12,923.08
Ayudante de topografía (2)	2200	16,246.15
Ingeniero jefe de planta	6000	22,153.85
Ingeniero metalurgista (2)	3500	25,846.15
Ingeniero mecánico (1)	5500	20,307.69

Maestro mecánico (2)	3500	25,846.15
Ayudante de mecánica	2200	8,123.08
Laboratorista (2)	2500	18,461.54
Jefe de almacén (1)	3000	11,076.92
Ayudante almacén (2)	2200	16,246.15
b) Mantenimiento de infraestructura. 3 %		13,837.50
c) Mantenimiento de maquinaria. 5 %		82,515.00
d) Materiales indirectos		8,735.45
e) Gastos indirectos.		95,130.35
Comunicaciones.		985.35
Depreciaciones. 10%		94,145.00
f) Imprevistos. 5%		26,053.99
II. GASTOS DE OPERACIÓN		200,999.19
2.1 GASTOS DE VENTAS:	Sueldo	48,412.38
- Jefe de ventas	3500	12,923.08
- Auxiliar de contabilidad	3500	12,923.08
- secretaria	2600	9,600.00
- Auxiliar de embalaje	2500	9,230.77
- Transportes y otros.		3,735.45
2.2 GASTOS GENERALES Y DE	Sueldo	152,586.81
ADMINISTRACIÓN		
a) Gastos laborales.		138,830.77
- Gerente general	8 000	29,538.46
- Contador público.	5500	20,307.69
- Asistente social	3500	12,923.08
- secretaria.	2500	9,230.77
- Auxiliar de servicios.	2400	8,861.54
- Asesor legal.	5500	20,307.69
- Chofer (2)	2600	19,200.00
b) Gastos de representación		2,565.00
-Viáticos directivos		2,565.00
c) Derecho de vigencia.		2,600.00
		1,325.00
		7,266.04
TOTAL		2,205,193.28

Fuente: Elaboración propia.

Para conocer la viabilidad económica del proyecto minero Josefa, se evaluarán dos escenarios:

Escenario 1:

Se considerará una recuperación metalúrgica del 73%, el precio del oro a 1564.2 US\$/oz.t según el NYMEX, con una inversión de 2 521 665.16 US\$ durante seis años.

Escenario 2:

Se considerará una recuperación metalúrgica del 73%, el precio del oro a 1564.2 US\$/oz.t según el NYMEX, pero a la inversión se le considerará la etapa de cierre de mina, para a futuro no tener observaciones por parte de la OEFA, para ello la inversión será de 4 526 015.16 US\$, durante seis años.

Asimismo, se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 9. *Parámetros técnicos del proyecto minero.*

Parámetros	
Rubro	Cantidad
Ley cabeza (g/TM)	5.65
Reservas Mineral (TM)	955326
Producción Anual (TM)	18000
Producción Diaria (TM)	60
Recuperación metalúrgica	73%
Valor	Cotización de Au (US\$/oz.t)
New York (NYMEX)	1564.2

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el precio del oro de acuerdo con el mercado de valores NYMEX y la recuperación metalúrgica, se obtiene un nuevo valor pagable del precio del oro, y ese nuevo valor permitió calcular los ingresos por la venta de mineral:

Tabla 10. *Ingreso por venta de mineral del proyecto minero.*

Cotización de Au (US\$/oz.t)	Recuperación (75.8%)	Producción Anual (TM)	Ley de Cabeza(g/TM)
1564.2	1185	18000	5.65
Ingreso por mineral		\$3,874,628.26	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se realizó la evaluación económica para el Escenario 1, sin cierre de minas, considerando una tasa de descuento de 16.9%:

Tabla 11. *Flujo de caja del proyecto minero Josefa.*

	Año 0	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026
Total de Ingresos (Bi)		3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	4,067,206.71
Venta Mineral		3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26
Recuperación de capital							192,578.45
Egresos	2,521,665.16	2,205,193.28	2,205,193.28				
Inv. Intangible	20,400.00						
Pre-Inversión	667,805.00						
Capital de trabajo	248,922.16						
Costos (Ci)		2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28
Costos de producción		2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09
Gastos de operación		200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19
Flujo de caja US\$	-2,521,665.16	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,862,013.43
Tasa de descuento	16.9%	0.196					
VAN	\$ 6,083,018.67	TIR	62.9204%				
	3,561,353.51						

Fuente: Elaboración propia.

Para una inversión de 2 521 665.16 US\$ se puede observar que se tiene un VAN de 3 561 353.51 US\$ con una tasa de descuento al 16.9%.

También, se obtuvo un TIR de 62.9204%, lo cual fue mayor a la tasa de descuento de 16.9%, expresando así que para obtener un VAN igual a cero la tasa de descuento debería ser de 62.9%, tal como se visualiza en la siguiente figura:

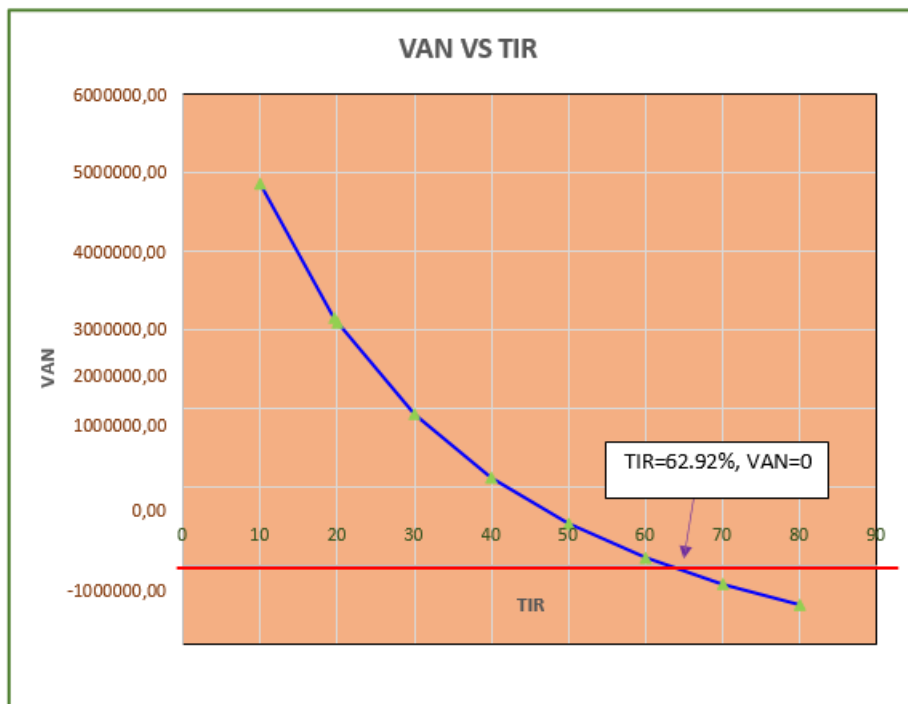


Figura 1. VAN vs TIR del flujo de caja del proyecto minero.

De igual manera se calculó los parámetros económicos de B/C, y el Payback:

Tabla 12. Datos para el cálculo del B/C del proyecto minero.

Datos	
Tasa de descuento	0.196
Periodo	6
inversión	2,521,665
beneficios	23,440,348
costos/egresos	2,205,193
Cálculos	
VA (Valor actual)	7406807.926
VAC (Valor Actual de los costos)	9,928,473.09
FRC (Factor de recuperación del capital)	0.459923861
CAE (Costo Anuel Equivalente)	4566341.673
B/C	5.13328824

En la relación de B/C se obtuvo el valor de 5.13, en comparación de los beneficios generados anualmente por el ingreso del mineral con los costos anuales equivalentes, que toma en consideración la inversión, los costos, el número de periodo y la tasa de descuento.

Tabla 13. Datos para obtener el periodo de recuperación del proyecto minero.

PER.FC ACUM. NEG.	1
ABS.ULT FC ACUM.NEG	1,125,816.51
FC NETO SIG.PER.	1,669,434.98
Pri	1.7
1	0.7
Meses	8.1
8	0.1
Días	2.8
PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAYBACK)	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el *payback* o plazo de recuperación, para una inversión de 2 521 665.16

US\$, será recuperada en un año, con ocho meses y 2.8 días. Para ello se tomó en cuenta el número de periodo en que se obtuvo un valor en negativo, la caja acumulada negativa, y el ingreso que se obtuvo en el último año con caja acumulada negativa.

En resumen, de acuerdo con los indicadores económicos y el gráfico de flujo de caja:

- VAN > 0
- TIR > 16.9
- B/C = 5.13 > 1
- PAYBACK= Un año con 8 meses y 2.8 días.



Figura 2. Flujo de caja del proyecto minero.

Se concluye que el escenario 1 sin tomar en consideración el cierre de minas, ejecutando el proyecto sin dañar el medio ambiente y siendo muy rigurosos en cada ejecución en el proceso de perforación y voladura, se tiene una muy buena rentabilidad, y se recomienda ejecutarlo.

Para el escenario 2, se toma en consideración el cierre de minas con la finalidad de tener el respectivo cuidado con el medio ambiente, y no haya problemas sociales- gubernamentales cuando se ejecute el proyecto. Por ello se dividieron en Mina, los gastos que se ocasionarán por el desmantelamiento, por el sellado de bocaminas y chimeneas, y así como la demolición de la planta de procesos y una revegetación. También se consideró para las instalaciones del manejo de residuos, realizar una estabilización de las relaveras botaderos y el relleno sanitario. A continuación, se detalla los gastos ocasionados por la etapa de cierre de mina.

Tabla 14. Costos de inversión por la etapa de cierre de mina.

Inversión cierre de minas	
Descripción	Precio
Mina	\$ 63,594.55
Desmantelamiento	\$ 11,442.00
Demolición, recuperación y disposición	\$ 14,069.00
Sellado de bocaminas	\$ 24,155.88
Sellado de chimeneas	\$ 2,536.15
Establecimiento de la forma del terreno	\$ 10,343.07
Revegetación	\$ 1,048.45
Planta De Procesos-Concentradora	\$ 313,598.64
Desmantelamiento	\$ 4,695.79
Demolición, Recuperación y Disposición	\$ 270,911.93
Estabilización Física	\$ 35,852.00
Revegetación	\$ 2,138.92
Instalaciones Para El Manejo De Residuos	\$ 396,253.95
Relaveras	\$ 268,762.71
Demolición, Recuperación y Disposición	\$ 54.09
Estabilización Física	\$ 220,160.00
Canales de Derivación	\$ 3,117.52
Revegetación	\$ 45,431.10
Botaderos	\$ 67,424.64
Estabilización Física	\$ 55,007.00
Canales de Derivación	\$ 1,917.52
Revegetación	\$ 10,500.12
Relleno Sanitario Controlado	\$ 60,066.60
Estabilización Física	\$ 51,008.00
Canales de Derivación	\$ 702.92
Revegetación	\$ 8,355.68
Otras infraestructuras relacionadas con el	\$ 46,919.55
Desmantelamiento	\$ 1,948.00
Demolición, Recuperación y Disposición	\$ 4,105.90
Revegetación	\$ 122.25
Subestación eléctrica	\$ 5,658.20
Líneas eléctricas	\$ 5,658.20
Estación de Combustibles	\$ 5,932.69
Desmantelamiento	\$ 1,400.00
Demolición, Recuperación y Disposición	\$ 4,498.50
Revegetación	\$ 34.19
Depósito de Madera	\$ 8,794.63
Desmantelamiento	\$ 1,100.00
Demolición, recuperación y disposición	\$ 7,243.65

Revegetación	\$	450.98
Depósito de reactivos	\$	9,780.84
Desmantelamiento	\$	1,050.00
Demolición, recuperación y disposición	\$	8,364.10
Revegetación	\$	366.74
Depósito de Repuestos y Materiales Diversos	\$	10,577.04
Desmantelamiento	\$	1,150.00
Demolición, Recuperación Y Disposición	\$	9,149.70
Revegetación	\$	277.34
Servicios de alojamiento y otras infraestructuras	\$	88,169.81
Campamentos	\$	66,934.76
Desmantelamiento	\$	2,500.00
Demolición, recuperación y disposición	\$	54,097.86
Revegetación	\$	10,336.90
Oficinas administrativas	\$	21,235.05
Desmantelamiento	\$	3,000.00
Demolición, recuperación y disposición	\$	14,122.75
Revegetación	\$	4,112.30
Programas Sociales	\$	120,000.00
Programas sociales	\$	120,000.00
Monitoreo	\$	41,506.55
Mantenimiento	\$	134,519.65
Total costo directo	\$	1,204,562.70
Ingeniería, inspecciones y permisos (10%)	\$	131,836.66
Gerencia de construcción (10%)	\$	131,836.66
Gastos generales de administración (15%)	\$	195,755.00
Utilidad del contratista (10%)	\$	131,836.66
Movilización / desmovilización del contratista (2%)	\$	14,767.33
Contingencias (10%)	\$	131,836.66
Plan de apoyo social (5%)	\$	61,918.33
Total costos Indirectos	\$	799,787.30
Total costos cierre (US\$)	\$	2,004,350.00

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de cierre de mina se valoraron en 2 004 350 US\$, lo cual tendrá un impacto en la inversión ya que aumentó a 4 526 015.16 US\$, de lo que inicialmente fue 2 521 665.16 US\$, por ello con este nuevo valor se calculó los diferentes indicadores económicos para conocer la rentabilidad del escenario 2.

Tabla 15. Flujo de caja del escenario dos del proyecto minero Josefa.

	Año 0	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
Total de Ingresos (Bi)		3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	4,067,206.71
Venta Mineral		3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26	3,874,628.26
Recuperación de capital							192,578.45
Egresos	4,526,015.16	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28		2,205,193.28	2,205,193.28
Inversiones (CAPEX)	4,526,015.16						
Inv. tangible	1,584,538.00						
Inv. Intangible	20,400.00						
Pre-Inversión	667,805.00						
Cierre de minas	2,004,350.00						
Capital de trabajo	248,922.16						
Costos (Ci)		2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28	2,205,193.28
Costos de producción		2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09	2,004,194.09
Gastos de operación		200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19	200,999.19
Flujo de caja US\$	-4,526,015.16	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,669,434.98	1,862,013.43
Tasa de descuento	19.6%	0.196					
VAN	\$ 5,673,101.00	TIR	29.2352%				
	1,147,085.84						

Fuente: Elaboración propia.

Para una inversión de 4 526 015.16 US\$ se puede observar que se tiene un VAN de 1 147 085.84 US\$ con una tasa de descuento al 16.9%, y menor que el escenario 1.

Para este escenario, se obtuvo un TIR de 29.23% menor a comparación del escenario 1 sin considerar la etapa de cierre de minar, lo cual fue mayor a la tasa de descuento de 16.9 %, expresando así que para obtener un VAN igual a cero la tasa de descuento debería ser como máximo 29.3% ya que si es mayor a dicho número se obtendría un VAN negativo, tal como se visualiza en la siguiente figura:

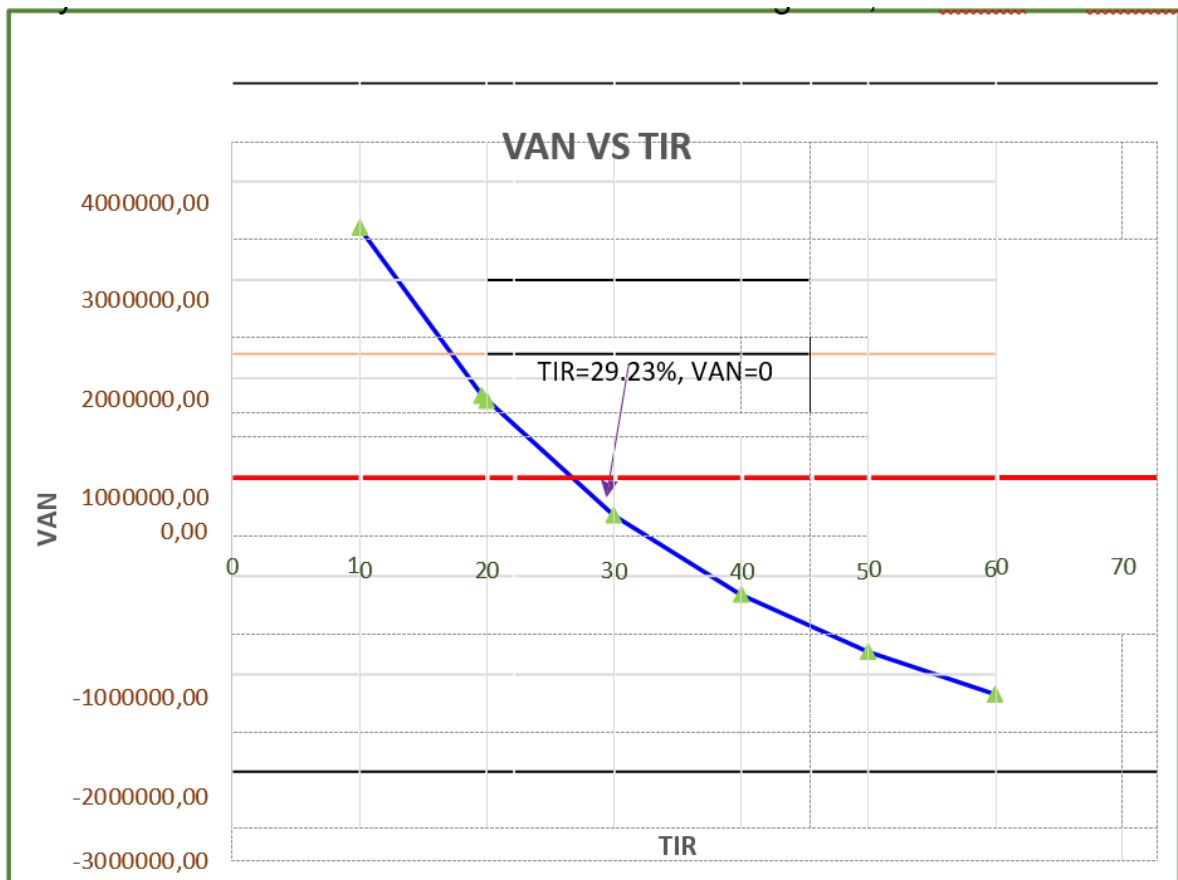


Figura 3. VAN vs TIR del escenario dos del proyecto minero Josefa.

Para dar un mayor enfoque a la rentabilidad, también se calculó los indicadores de B/C y Payback:

Tabla 16. Datos para la obtención de B/C del escenario dos.

Datos	
Tasa de descuento	0.196
Periodo	6
inversión	4,526,015
beneficios	3,906,725

costos/egresos	-	2,205,193
Cálculos		
VA (Valor actual)		7406807.926
VAC (Valor Actual de los costos)		11,932,823.09
FRC (Factor de recuperación del capital)		0.297725188
CAE (Costo Anuel Equivalente)		3552701.993
B/C		1.1

Fuente: Elaboración propia.

En la relación de B/C se obtuvo el valor de 1.1, en comparación de los beneficios generados anualmente por el ingreso del mineral con los costos anuales equivalentes, que toma en consideración la inversión, los costos, el número de periodo y la tasa de descuento. En comparación del escenario 1, la relación de B/C disminuyó drásticamente, influenciado por los gastos generados por la etapa de cierre.

Tabla 17. Datos para el cálculo del payback del escenario dos del proyecto minero.

PER.FC ACUM. NEG.	4
ABS.ULT FC ACUM.NEG	171,320.17
FC NETO SIG.PER.	1,669,434.98
Pri	4.1
1	0.1
Meses	1.2
8	0.2
Días	6.9
PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAYBACK):	
CUATRO AÑOS 1 MESES Y 6 DÍAS	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, el payback o plazo de recuperación, para una inversión de 4 526 015.16

US\$, será recuperada en 4 años, un mes con 6.9 días. Para ello se tomó en cuenta el número de periodo en que se obtuvo un valor en negativo, la caja acumulada negativa, y el ingreso que se obtuvo en el último año con caja acumulada negativa.

A comparación con el escenario 1, para este caso, el tiempo recuperación aumentó en tres años más, lo cual debe ser considerado en la decisión final.

En resumen, de acuerdo con los indicadores económicos y el gráfico de flujo de caja:

- VAN > 0
- TIR > 16.9%
- B/C = 1.1 > 1
- PAYBACK= Un año con 8 meses y 2.8 días.

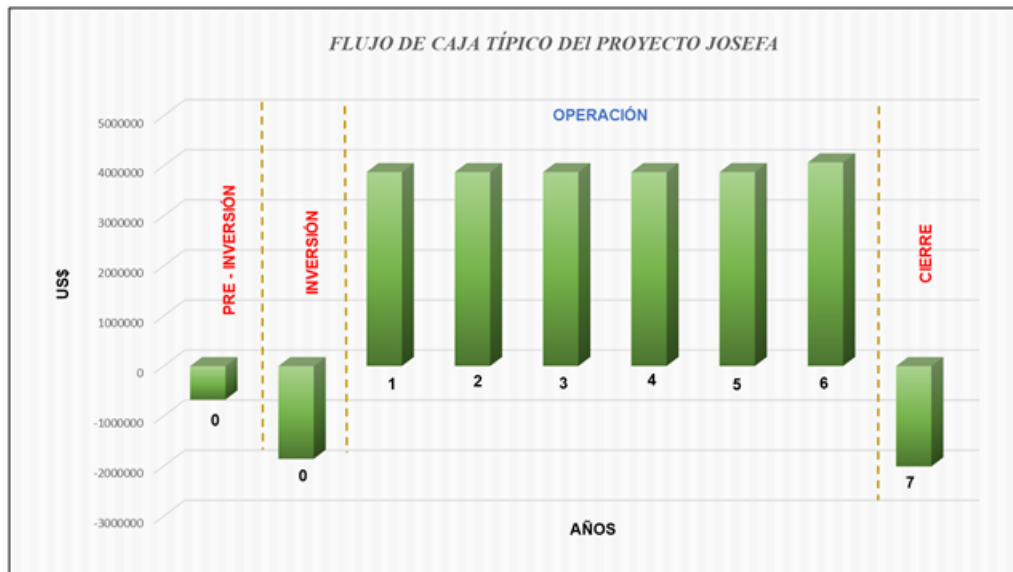


Figura 4. Flujo de caja del escenario dos.

Se concluye que el escenario 2, tomando en cuenta los gastos generados por la etapa de cierre, ejecutando el proyecto considerando la remediación ambiental a favor de la comunidad y el medio ambiente. Si bien es cierto que el tiempo de recuperación es mayor a comparación del escenario 1, este se debe ejecutar, ya que el proyecto generará trabajo y desarrollo para las comunidades locales, y se obtendrá un VAN positivo equivalente a 1 147 085.84 US\$.

A la vez es importante complementar la evaluación económica con un análisis de riesgo, en base al precio del oro y los costos de producción, para conocer los precios mínimos o de corte que debemos tener para obtener un VAN=0.

Para el análisis de riesgo del oro, se consideró 8 variaciones de la valía del oro producto de la modificación porcentual del coste del oro actual de 1564.20 US\$/oz.t, y se conoció que el precio de corte del oro es de 1425.531 US\$/oz.t (ver figura), mostrando así que se generará un riesgo cuando el valor del oro es menor a ello ya que el VAN es negativo. En la actualidad, el precio del oro por la pandemia va en crecimiento, y según los pronósticos de diversos mercados de valores, en los próximos tres años el precio del oro se mantendrá en un rango de 1600 US\$/oz.t a 1800 US\$/oz.t, lo cual es un punto a favor para el proyecto minero Josefa.

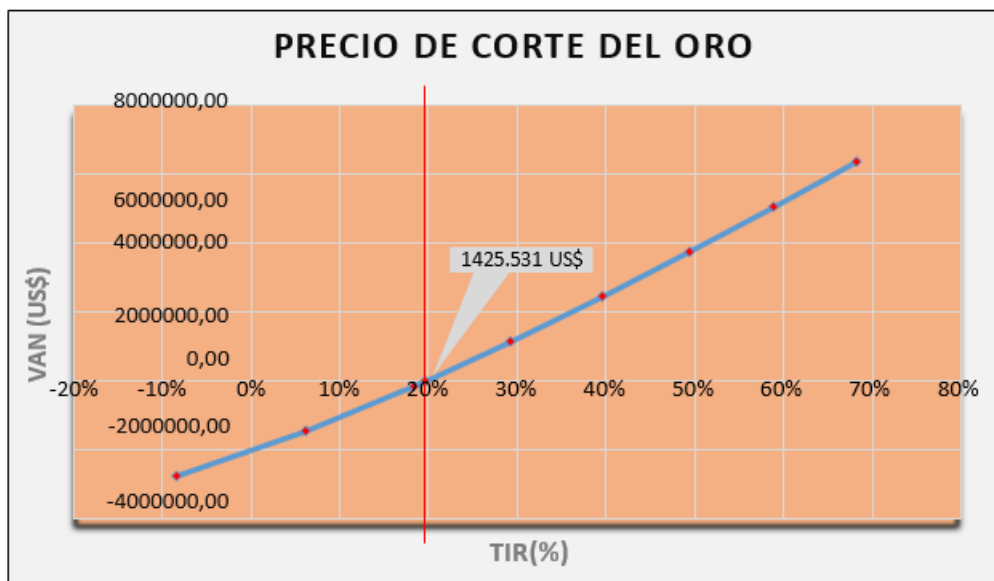


Figura 5. Precio del corte de oro del proyecto minero Josefa.

El análisis de riesgo para el costo de producción es importante debido a que muchas veces cuando se logra ejecutar algún proyecto minero, este valor aumenta su valor por la sobrevaloración de los costos usados incidiendo negativamente en la rentabilidad del proyecto, por ello se planteó seis variaciones porcentuales de acuerdo con el valor base del costo de producción.

De la siguiente tabla, se pudo conocer que el precio del corte del costo de producción como máximo es de 130.31 US\$/TM, mostrando así que el costo de producción no debe ser mayor a ello, ya que automáticamente obtendremos un VAN negativo y el TIR menor a la tasa de descuento, afectando considerablemente la rentabilidad del proyecto.

Tabla 18. *Precio de corte del costo de producción del proyecto minero Josefa.*

Variación en el costo de producción	Costo (\$/TM)	TIR (%)	VAN (US\$)
-20	89	39.9%	2493424.12
-10	100	34.6%	1820254.98
0%	111.34	29.24%	1147085.837
10%	122	23.6633%	473916.70
Precio de corte	130.317246	19.60%	0
20%	134	18%	-199252.45
30%	145	11.5747%	-887696.36

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

A partir de los valores obtenidos de los indicadores económicos, los gráficos y cuadros del precio de corte del oro y precio de corte del costo de producción, se acepta la hipótesis general comprobando que lo mencionado en conjunto han permitido conocer la rentabilidad del proyecto minero Josefa, distrito de Aija, Ancash 2020, y la comparación de los escenarios permitió conocer que el escenario dos aun considerando los gastos de la etapa de cierre de mina sigue siendo rentable su puesta en marcha.

La evaluación de proyectos mineros de inversión es el conjunto de acciones que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas e inconvenientes que presenta la asignación de recursos económicos a una iniciativa para obtener la viabilidad del proyecto, y se debe tener en cuenta cinco disciplinas (geología, minería, mineralurgia, medio ambiente y economía), que son fundamentales para realizar un estudio de viabilidad (Condori Mamani, 2018; Wellmer, 2014). En el presente estudio se conoció la evaluación del proyecto minero Josefa mediante los costos anuales y la inversión para la puesta en marcha, haciendo uso de indicadores económicos concluyendo así que el proyecto es rentable, y se tomó en consideración la geología local para el conocimiento del tipo de depósito, la geometría y alteración de las vetas, y el método de recuperación de pads de lixiviación para aprovechar el 73% de oro, y se consideró la etapa de cierre de mina para el cuidado del medio ambiente; de tal manera, que las disciplinas mencionadas tuvieron un fuerte impacto para conocer la rentabilidad del proyecto, sobre todo al tomar en cuenta la etapa de cierre de mina.

La rentabilidad de un proyecto es su capacidad para generar un excedente de fondos o un rendimiento. No guarda relación con la liquidez, de manera que un proyecto puede poseer mucha liquidez y ser muy poco rentable, o al revés, o cualquier combinación de los valores de los dos indicadores. La rentabilidad de la inversión se mide comúnmente por parámetros económicos como el VAN, TIR, BC y payback, pero el TIR no sirve para comparar proyectos,

por cuanto una TIR mayor no es mejor que una menor, ya que la conveniencia se mide en función de la cuantía de la inversión realizada (Lagos Leon, 2015; Michael, 2020). En el proyecto minero Josefa se comprobó el excedente de los dos escenarios, midiendo con parámetros económicos como el VAN, TIR, B/C y payback, siendo el VAN de 3 561 353.51 US\$ para el escenario 1 de y para el 2 de 1147085.8 US\$, el B/C de para el escenario 1 de 5.13, y para el dos 1.1. Dichos valores nos muestran evidentemente una rentabilidad de los dos escenarios, pero hay una diferencia en el payback entre el escenario 1 y 2 de 3 años aproximadamente, y también se corroboró lo mencionado ya que el TIR solo es un complemento del VAN, pero para la selección de escenarios no se tomó en cuenta.

El experimento del análisis de riesgo es realizado sujeto a la estructura del modelo de simulación financiera, para efectuar este estudio se elige la opción estratégica de mayor VAN y TIR. Lo recomendable es examinar la sensibilidad de la influencia en el cambio del precio esperado, teniendo en cuenta la producción, ley de mineral, precio del oro, impuesto a la renta, tasa de descuento, costos de trabajo, costos de inversión directa, gastos de ejecución y gerencia, en rangos de incertidumbre de cambio porcentual de ($\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$, $\pm 40\%$, $\pm 50\%$) de sus valores bases (Muñoz Lopez, 2013; Arce Portugal, 2017). El análisis de riesgo que se efectuó para el proyecto minero fue con las variables de precio de oro con 8 variaciones y el costo de producción por tonelada métrica con 6 variaciones, que ayudó a tomar decisiones preventivas a futuro para el escenario dos.

La industria minera siempre presenta dudas en los elementos que definen su rentabilidad, siendo dos las causas fundamentales: las propiedades verídicas del yacimiento y el valor económico de los minerales, por eso es necesario utilizar estrategias para su control. Asimismo, las implementaciones de los programas piloto buscan siempre ahorrar costos de producción y debe ser tomadas en cuenta (Naranjo, 2015; Michael, 2020). Para el proyecto minero se determinó las características de las vetas, conociendo el tipo de yacimiento, la alteración, la mineralogía, y la etapa de perforación diamantina, que nos permitió conocer la geometría de las vetas y el control estructural sobre ellas, y así obtener los recursos

con un total de 955326 TM, y para el precio de minerales se tomó en cuenta el mercado de valores NYMEX

y la recuperación metalúrgica del 73% que influenció en el valor neto final, y de la misma forma, se ejecutó un análisis de riesgo para el precio del oro, y se conoció el precio mínimo para obtener un VAN igual a cero, ya que en la actualidad el precio del oro está fluctuando constantemente por la pandemia y por el precio del dólar. A la vez, se calculó el precio de corte del costo de producción, pero no se ejecutó un programa piloto para minimizar los gastos.

El 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 secuencia de extracción, con lo que se realiza el plan de producción, y que en todo proyecto minero se debe tomar en consideración los gastos pre eliminables que se generaran en la etapa de cierre y obtener indicadores más reales, y para evaluar proyectos mineros se debe plantear diferentes escenarios para escoger cuál es el más rentable, y conocer el tiempo de recuperación buscando preferentemente que sean en los primeros años (Muñoz, 2014; Condori, 2017; Arce, 2017). Lo mencionado por los tres autores, se comprobó en la presente tesis, porque se tomó en cuenta parámetros económicos desde la etapa prospectiva, exploratorio, seguida de la ejecución del proyecto minero con el ciclo de minado, y se comparó la rentabilidad de dos escenarios, el primero de ellos sin tomar en cuenta la etapa de cierre de mina y el segundo sí, siendo este último el que se ejecutará en el proyecto con la finalidad de tener responsabilidad social y medioambiental.

La metodología empleada para calcular la rentabilidad del proyecto minero Josefa, obteniendo los parámetros del yacimiento como los recursos para su producción anual y mensual, la ley de cabeza, y la recuperación metalúrgica, y para obtener los indicadores económicos del VAN, TIR, B/C y payback, se dividió los gastos en pre-inversión generados por la etapa de prospección y exploración, así como la inversión dividido en fija tangible, intangible, capital de trabajo y gastos por la etapa de cierre de mina, sumado a ello se calculó los costos anuales basados en indirectos, directos y gastos de operación, y por último obtener los egresos

enfocados por la producción anual, la recuperación metalúrgica, y el precio mineral que permitió obtener los ingresos anuales. Toda la secuencia descrita permitió conocer que el escenario dos es el óptimo a futuro para la ejecución del proyecto minero. Con el presente estudio se logró realizar un análisis de riesgo tomando en cuenta las variables de precio de mineral y costo de producción, dicho análisis debe ser considerado por las empresas mineras que deseen ejecutar los proyectos que tienen en cartelera, considerando diferentes variables, ya que en la actualidad los costos indirectos y directos se han visto influenciados por la pandemia.

Las limitaciones identificadas en el estudio se basan principalmente en las pocas visitas a la zona de estudio por tiempos de pandemia y por la falta de consentimiento para la accesibilidad por parte de los pobladores, que generó que no se hagan diferentes visitas para corroborar la continuidad de las estructuras vetiformes, y el poco tiempo que se tuvo para comparar la hoja de logueo con la caja de testigos con el fin de conocer a detalle la geometría de las vetas y su control estructural. Asimismo, la poca información sobre análisis de riesgo relacionado con las variables de costos indirectos provocó que la ejecución del proyecto demore a lo previsto.

VI. CONCLUSIONES

1. Finalmente, la evaluación económica mediante los indicadores económicos-financieros y el análisis de riesgo conociendo el precio de corte del oro, y el precio de corte del costo de producción, permitió conocer la rentabilidad del proyecto minero, de tal manera, que los dos escenarios que se planteó inicialmente se deben poner en marcha.
2. Se evaluó económicamente el proyecto minero Josefa, mediante indicadores económicos como el VAN, TIR, B/C y payback, concluyendo que los dos primeros indicadores se complementan perfectamente y permiten conocer la rentabilidad del proyecto y el valor máximo de la tasa de descuento para obtener un VAN positivo. Asimismo, siempre se debe tomar en consideración el B/C para dar mayor credibilidad a la ejecución del proyecto acompañado del tiempo de recuperación, y saber en cuando tiempo se recuperará el capital invertido, mostrando credibilidad los indicadores para conocer la rentabilidad del proyecto, y que decisiones a futuro se debe emplear para obtener una mayor caja de flujo e influenciar en obtener mejores resultados en los indicadores económicos.
3. La comparación de dos escenarios en el proyecto minero considerando los gastos de cierre de mina para el segundo, permitió evaluarlos para conocer su rentabilidad y viabilidad, obteniendo el VAN mayor a cero para los dos casos, el B/C mayor a 1, y la única diferencia considerada fue en el payback, debido a que le tiempo de recuperación para el escenario dos fue de 4 años, un mes con 6.9 días. Pero, se consideró el escenario dos finalmente, porque la etapa de cierre provoca que a futuro se ejecute la etapa cuidada el medio ambiente, a favor de la flora, fauna y quebradas, y el bienestar social con las comunidades locales.
4. Se demostró que, para prevenir la fluctuación del precio del oro por la pandemia y el incremento de costos de producción por problemas en el ciclo de minado o la obtención del beneficio mineral, es importante la elaboración

de un análisis de riesgo para conocer los precios mínimos del oro y costos de producción para obtener un VAN mayor a cero, y se tome medidas necesarias y evaluaciones mensuales para conocer la evolución del proyecto minero y no pierda su rentabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda minimizar los gastos en la etapa de cierre para obtener una mejor rentabilidad.
2. Constantemente se deberá realizar un análisis de riesgo del precio minera y costo de producción, ya que estas dos variables fluctúan constantemente.
3. En una mina realizar una viabilidad del proyecto es inherentemente riesgosa, debido a las distintas variaciones en el valor del oro, por ello, se deberá hacer análisis de forma constante, puesto que el precio del oro va en constante aumento por la pandemia.
4. En todo proyecto minero, se debe considerar la etapa de cierre de mina para el cuidado del medio ambiente y evitar conflictos sociales a futuro.

REFERENCIAS

ALMASI, A., JAFARIRA, A., PEYMAN, A., y RAHIMI, M. Prospecting of gold mineralization in Saqez area (NW Iran) using geochemical, geophysical and geological studies based. *Arabian Journal of Geosciences*. 2014. 8(8), 5935-5947. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s12517-014-1625-2>

ARANDA, D. Evaluación técnica – económica del proyecto minero Utcuyacu 2016. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. 2018.

ARCE, J. Geología, Mineralización y Evaluación Económica del Proyecto Minero Virgilios, Huaraz-Ancash. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2017.

BALESTRINI, Mirian. Cómo se elabora el proyecto de investigación. [en línea]. 7.ª ed. Caracas: BL Consultores Asociados, 2006. Disponible en: https://issuu.com/sonia_duarte/docs/comose-elabora-el-proyecto-de-inve ISBN: 980629303

CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación. Fundamentos y metodología [en línea]. Segunda edición. México. Pearson Educación de México. 2011. Disponible en: <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf> ISBN: 978-607-442-705-9

CONDORI, J. Modelo de Riesgo para la Evaluación Económica Financiera de la Explotación de la Veta Huascar Nivel 2220-2296. Universidad Nacional San Agustín. 2018.

CRUZ Álvarez, Héctor A. Estudio de Factibilidad de la Explotación de la Cantera Caimital en el Municipio de Turbaco [en línea]. Bogotá, 2006. Disponible en: <https://repositorylasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/2156/tm91.06%c889.pdf>

CUEVA, P. Prospección Geoquímica del Prospecto Isabel Distrito Jircán-Huanuco. (tesis de pregrado). Repositorio de Universidad Nacional de Cajamarca. 2017.

ESPINOZA, Leonora. Universo, muestra y muestreo [en línea]. UIC. 16 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/SaludMental/UNIVERSO.MUESTRA.Y.MUESTREO.pdf>

FLETCHER, W. Analytical Methods in Geochemical Prospecting. Elsevier. 1981.

HOWARTH, R. Statistics and Data Analysis. ELSEVIER Science Publishing Company INC. 1983.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ Carlo y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª Edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.

HERRERA, Juan. Introducción a los fundamentos de la tecnología minera. Universidad Politécnica de Madrid 2006, octubre. Disponible en http://oa.upm.es/10675/1/20111122_INTRODUCCION_A_LOS_FUNDAMENTOS_DE_LA_TECNOLOGIA_MINERA.pdf

Inner Workings. Annealing Batch Ovens Increase Production Output. [en línea] agosto 2019. Disponible en:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=c53cc1d3-99ea-42ce-a7aa-bbf8c8196fe6%40pdc-v-sessmgr02>

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Minería Peruana: Contribución al Desarrollo Económico y Social [en línea]. Enero 2010. Disponible en [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/4BCAB9BB73D86DB005257EF2007866EB/\\$FILE/MINERIA_PERUANA_CONTRIBUCION_DESAROLLO.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/4BCAB9BB73D86DB005257EF2007866EB/$FILE/MINERIA_PERUANA_CONTRIBUCION_DESAROLLO.pdf)

JEWBALI, A. Y MOUSSET, P. A survey of sampling and resource/reserve estimation practices in the surface gold mining industry. *Mineral Resources Engineering* [en línea]. 2002. N°2. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=7344403&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 0950-6098.

LAGOS, J. Economía Minería. *American World*. 2015.

LÓPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA [en línea]. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2017. Disponible en https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsoccua_cap2-4a2017.pdf

LUQUE, Juan. Estudio de factibilidad en un proyecto de explotación de rocas y minerales industriales en una Mina de Perlita. Tesis (Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, 2017. 111 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3439>

MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. Por qué Investigar y cómo conducir una investigación. *International Journal of Morpholog* [en línea]. 2013, n.º 4. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108747882&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 0717-9367

MESTAS, R. Geología y Prospección Geoquímica del Prospecto Rodrigo Alejandro, Provincia del Santa Departamento de Ancash. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2019.

MICHAEL, D. Financial evaluation of mining innovation pilot projects and the value of information. *Resources Policy*. 2020. 69, 124-126. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101848>

MINING ENGINEERING. Twin Metals Minnesota submits mine plan; Mine would be the second copper-nickel mine in Minnesota. Mining Engineering [en línea]. enero 2020, N°1. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=141188617&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 0026-5187

MINING SOFTWARE. Driving efficiency with technology. International Mining [en línea]. Febrero 2015. Disponible en: https://hexagonmining.com/-/media/Files/HexagonMining/News/201502_IM_mining_software_1.ashx

MUÑOZ, G. Modelo de costos para la valorización de planes mineros. Pearson Education. 2013.

MUNTANÉ, Jordi. Introducción a la investigación básica. Vol. 33. Córdoba: Rapd online, 2016. Disponible en: <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pd>

NARANJO, Ramón. Modelo de Riesgo para la Evaluación Económico-Financiera de Proyectos Mineros [en línea] Sevilla, 2005. <http://oa.upm.es/236/1/06200508.pdf>

NAVARRO, Marcelo y REYES, Emilio. estudio de pre-factibilidad para sistema de fortificación en la mina Pullalli. Tesis (título minería y metalurgia). Viña del mar. Universidad técnica federico-santa maría. 2018.76pp. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/44915/3560901064187UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¿Qué es la investigación no experimental? [Mensaje en un blog]. Latinoamericana, (3 de febrero del 2020). Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-no-experimental/>

OSINERGMIN. Reporte de Análisis Económico Sectorial. Sector Minería [en línea] Perú, 2016 [fecha de consulta: 19 octubre]. Disponible en:

[http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudio economicos/RAES/RAES-Mineria-Agosto-2016-GPAE-OS.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudio_economicos/RAES/RAES-Mineria-Agosto-2016-GPAE-OS.pdf)

QUIJHUA, Jenny. Costos de posesión y operación en la estructura del costo hora/máquina y determinación del precio en la empresa Sherman Mis Tres Tesoros S.A.C del distrito de Inambari del periodo 2016. Tesis [Optar al título de Contador Público]. Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017. Disponible en http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/2056/1/Jenny_Tesis_bachiller_2017.pdf

RENGUANG, Z. Compositional data analysis in the study of integrated geochemical anomalies. *Applied Geochemistry*. 2012. 123, 53-54. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.10.031>

RODRIGUEZ, Daniela. Investigación básica [en línea]. Lifeder.COM.20 de octubre del 2020. [Fecha de Consulta: 3 de noviembre del 2020]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>

SAPAG, C. Proyectos de inversión, Formulación y evaluación. Pearson Education. 2017.

SIRONVALLE, Alfaro. Estimación de Recursos Mineros [en línea]. Paris, 2007. Disponible en: http://www.cg.ensmp.fr/bibliotheque/public/ALFARO_Cours_00606.pdf

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. [en línea]. 4. ed. México: Limusa, 2004. Disponible en: <https://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/EI-Proceso-De-La-Investigacion-Cientifica-Tamayo-Mario.pdf> ISBN: 9789681858728.

TUMIALAN, Pedro. Compendio de Yacimientos Minerales del Perú [en línea] Perú, 2008. Disponible en:

<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/2007/cyacimientos/contenido.htm>

VAZQUEZ, Fernando. Manual de Yacimientos Minerales. 1°ed. Madrid: Imprime Graficas Arias Montano S.A. 2012.610pp. ISBN: 978-84-96140-41-7

VÉLEZ, Juan. Estudio geológico y evaluación económica del yacimiento minero Jarwatuna - provincia caraveli región Arequipa. Tesis (título profesional de geólogo). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.124pp.

Disponible

en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7106/Velez_Choque_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

WELLMER, W. Economic Evaluations in Exploration. Springer. 2014.

ANEXOS

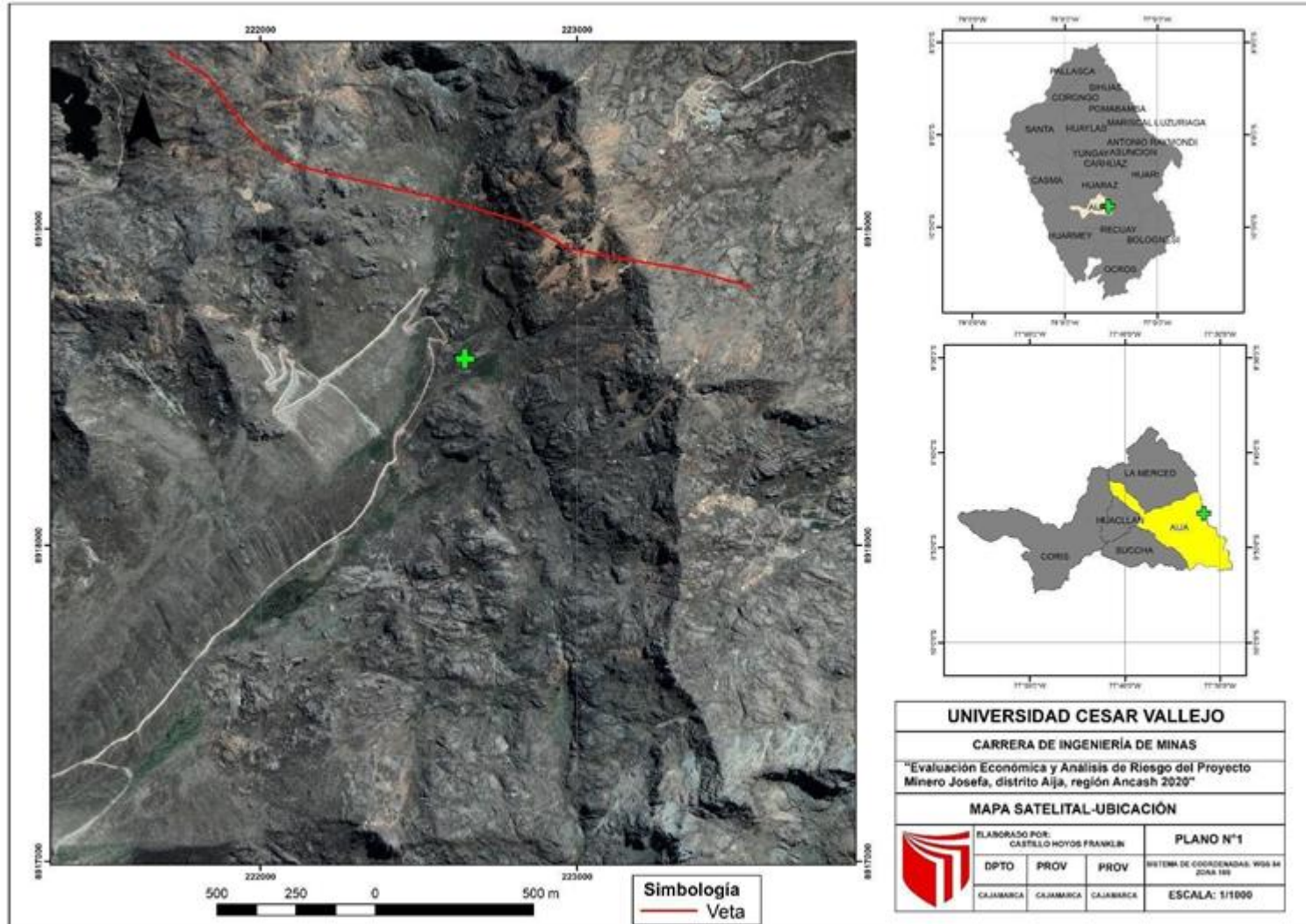
Anexo 01. Cuadro de operacionalización de variables

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo de investigación	Población	Técnicas	Métodos de análisis de datos
¿Cómo la evaluación económica permite determinar la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash 2020?	<p>GENERAL: Realizar una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash 2020</p> <p>ESPECÍFICOS_ - Determinar los diferentes parámetros económicos. - Comparar escenarios considerando costos de cierre de minas y ver el impacto en su rentabilidad. -Realizar un análisis de riesgo inherentes a la producción, como el precio de corte</p>	Al realizar la evaluación económica se determinará la rentabilidad del proyecto minero Josefa, en el distrito de Aija, Ancash 2020	<p>VD: Rentabilidad del depósito minero Josefa</p> <p>VI: Evaluación Económica</p> <p>Clasifica la variable Variable cuantitativa discreta.</p>	El tipo de investigación es aplicada según el propósito, es aplicada debido a que presenta una aplicación inmediata para solucionar problemas técnicos-económicos.	La población será toda la concesión del proyecto minero Josefa, que cuenta con 100 hectáreas.	La técnica empleada para la recolección de información es la observación directa en campo	Costos, la inversión, y los ingresos, que estén almacenados correctamente, para ello, se usó el software Excel con su complemento Solver. Asimismo, se hará inicialmente el análisis de índices financieros económicos como VAN, TIR, B/C y Payback, y posterior a ello, un análisis de riesgo en base de acuerdo con el precio del oro y costo de producción.

de oro, y el precio de corte en el costo producción.

DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
<p>El diseño de la presente investigación es no experimental de corte transversal. Es no experimental porque las variables no se modificarán, y es transversal ya el tiempo de medición de las variables es en un periodo corto.</p>	<p>La muestra será las vetas polimetálicas de Au-Cu, que se localizaron en la concesión, mediante una etapa prospectiva y exploratoria</p>	<p>Asimismo, el instrumento para la recolección de datos es una plantilla de base datos, ya que en ello se fue almacenando los costos directos e indirectos, reportados por cada área como el de Exploraciones, Geología Mina y Planeamiento</p>

Anexo 02. Mapa de ubicación del proyecto minero Josefa



Anexo 03. Mapa geológico del proyecto minero Josefa

