



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL EN EL TAJO 1020 PARA LA RENTABILIDAD DE EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD MINERA CAPITANA – AREQUIPA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MATEO PERCY AGUILAR MERMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MÉTOD
O DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE C
ONVENCIONAL EN EL TAJO 1020 PARA
LA R**

AUTOR

MATEO PERCY AGUILAR MERMA

RECuento DE PALABRAS

12609 Words

RECuento DE CARACTERES

64287 Characters

RECuento DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 5, 2024 7:37 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 5, 2024 7:38 AM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 18 palabras)



Ing. David Velazquez Medina
DOCENTE F.I.M. - UNAP



Dr. Americo Arizaca Avalos
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Minas

Resumen



DEDICATORIA

A mis queridos padres Vicente Aguilar y Eulalia Merma por este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida. Cada sacrificio que han hecho, cada día de trabajo duro y cada decisión que tomaron en mi nombre son el fundamento de mi éxito. Su dedicación y compromiso con mi educación son un regalo que valoro más allá de las palabras. Esta tesis es un testimonio de su sacrificio y amor, y me llena de orgullo honrarlos de esta manera. Gracias por ser los faros en mi vida, por iluminar el camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Los amo profundamente.

A mis amados hijos Vladimir, Kiara Hipatia: Cada día que paso a su lado es un regalo que atesoro en mi corazón. Sus risas, curiosidad e infinita capacidad de amar han sido la inspiración detrás de cada esfuerzo en mi vida. Esta tesis es un pequeño testimonio de todo lo que hago, lo hago pensando en ustedes. Gracias por llenar mi mundo de amor y dulzura.

Mateo Percy Aguilar Merma



AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi roca eterna, por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento en este logro académico.

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por la oportunidad de realizar mis estudios universitarios.

Mateo Percy Aguilar Merma



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. Pregunta general.....	15
1.2.2. Preguntas específicas	15
1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	16
1.3.1. Hipótesis general.....	16
1.3.2. Hipótesis específicas	16
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. Objetivo general	16
1.4.2. Objetivos específicos	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5.1. Justificación económica	17
1.5.2. Justificación práctica.....	18



1.5.3. Justificación académica.....	18
-------------------------------------	----

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.2.1. Corte y relleno ascendente convencional (Over cut and fill).....	22
2.2.2. Condiciones para su aplicación.....	23
2.2.3. La evaluación económica.....	25
2.2.4. Interpretación del valor actual neto (VAN).....	26
2.2.7. Análisis del valor presente (VP).....	28
2.2.6. Análisis de la tasa interna de retorno (TIR).....	28
2.2.7. Interpretación de la tasa interna de retorno (TIR).....	29
2.3. INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	30
2.3.1. Valor Actual Neto (VAN).....	30
2.3.2. Ventajas y desventajas del (VAN).....	31
2.3.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	32
2.3.4. Relación Beneficio - Costo (B/C).....	34
2.3.5. Evaluación de los precios del oro.....	37
2.3.6. Estudio de mercado del oro en el Perú.....	38
2.4. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN.....	42
3.2. ACCESIBILIDAD.....	42
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	43



3.3.1.	Tipo de investigación	43
3.3.2.	Enfoque de la investigación	43
3.3.3.	Diseño de investigación	44
3.3.4.	Alcance de la investigación.....	44
3.4.	POBLACIÓN	45
3.5.	MUESTRA	45
3.5.1.	Tipo de muestra.....	45
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	46
3.6.1.	Variable independiente.....	46
3.6.2.	Variable dependiente.....	46
3.7.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.7.1.	Instrumentos de recolección de datos	47
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
4.2.	DETERMINACION DE LOS COSTOS	49
4.2.1.	Inversión fija tangible	49
4.3.	ESTRUCTURA DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DEL TAJO 1020.....	57
4.4.	PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS	58
4.4.1.	Ingresos	58
4.4.2.	Costos.....	59
4.4.3.	Flujo económico.....	59
4.4.4.	Estado de pérdidas y ganancias.....	59
4.5.	INDICADORES DE RENTABILIDAD	59
4.5.1.	Valor actual neto (VANE)	59



4.5.2. Relación beneficio-costo (B/C).....	60
4.5.3. Tasa interna de retorno (TIRE)	60
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CON OTRAS FUENTES	66
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	71

ÁREA: Ingeniería de Minas

TEMA: Análisis de costos mineros y comercialización de minerales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de julio de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Condiciones para la aplicación del método corte y relleno ascendente.....	24
Tabla 2 Concesión minera el Chinito - Compañía Minera Caravelí S.A.C.....	42
Tabla 3 Acceso por vía terrestre hasta la Unidad Minera Capitana – Arequipa.....	43
Tabla 4 Operacionalización de variables	47
Tabla 5 Máquina perforadora.....	49
Tabla 6 Accesorios de perforación.....	50
Tabla 7 Mangueras para la perforación.....	50
Tabla 8 Herramientas y otros materiales.....	50
Tabla 9 Implementos de seguridad	51
Tabla 10 Materiales y accesorios de voladura	52
Tabla 11 Costo de Limpieza	52
Tabla 12 Costo de sostenimiento	53
Tabla 13 Costo de relleno detrítico	53
Tabla 14 Equipos de perforación y otros: precios de empresas proveedoras.	54
Tabla 15 Equipos de escritorio y otros.....	55
Tabla 16 Consolidado de inversión fija tangible.	55
Tabla 17 Consolidado de inversión fija intangible.	56
Tabla 18 Capital de trabajo.	56
Tabla 19 Estructura de costos.	57
Tabla 20 Cálculo de Flujo Económico de la explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa (US\$).....	61
Tabla 21 Estado de pérdidas y ganancias de la explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana (US\$).....	62



Tabla 22	Valor Actual Neto (VANE) Tasa de cambio : 1 \$ US = S/. 3,74	63
Tabla 23	Relación Beneficio – Costo Económico (B/C)	64
Tabla 24	Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	65



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Relación de VAN y TIR.....	29
Figura 2 La concordancia entre el VAN y TIR.....	33
Figura 3 La relación costo-beneficio (B/C)	36



ACRÓNIMOS

S A C:	Sociedad Anónima Cerrada
Cía.:	Compañía
m s n m:	metros sobre el nivel del mar
VAN:	Valor Actual Neto
TIR:	Tasa Interna de Retorno
B/C:	Relación Beneficio – Costo
VANE:	Valor Actual Neto Económico
TIRE:	Tasa Interna de Retorno Económico
TMAR:	Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento
VP:	Valor Presente
F.S.A.:	factor simple de actualización
US\$/Tm:	dólares por tonelada métrica
Tm/día:	toneladas métricas por día
Tm/mes:	toneladas métricas por mes
Tm/año:	toneladas métricas por año
m ³ /día:	metros cúbicos por día



RESUMEN

La Unidad Minera Capitana de la Compañía Minera Caravelí S.A.C. - Arequipa, utiliza el sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional para extraer las reservas minerales. Al realizar la evaluación del sistema de minado del tajo 1020, se encontró problemas de baja producción, elevados costos de producción, bajo rendimiento de equipos. El objetivo del estudio de investigación fue determinar la rentabilidad de explotación del Tajo 1020 mediante la evaluación económica del método de corte y relleno ascendente convencional en la Unidad Minera Capitana – Arequipa. La metodología aplicada en la investigación corresponde a un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y un diseño no experimental y longitudinal porque la recolección de datos se tomó en varios momentos. El procedimiento para desarrollar el estudio de investigación consistió en realizar la evaluación del sistema de explotación convencional del tajo 1020 en donde se analizó las inversiones realizadas en equipos utilizados, la producción mensual y anual, ingresos, costos de producción, ley de mineral y la cotización del mineral en el mercado internacional. Finalmente, con los resultados obtenidos, se analizó el nivel de rentabilidad del sistema de explotación del tajo 1020, obteniendo los siguientes indicadores de rentabilidad: $VANE = S/.89\ 388,81$; $TIRE = 4,69 \%$ y $B/C = 1,10$ en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

Palabras clave: Convencional, Económica, Evaluación, Explotación, Tajo.



ABSTRACT

The Captain Mining Unit of the Compañía Minera Caravelí S.A.C. - Arequipa, uses the Conventional Upward Cut and Fill exploitation system to extract mineral reserves. When evaluating the mining system of pit 1020, problems of low production, high production costs, and low equipment performance were found. The objective of the research study was to determine the profitability of exploitation of Pit 1020 through the economic evaluation of the conventional upward cut and fill method in the Capitana Mining Unit – Arequipa. The methodology applied in the research corresponds to a descriptive quantitative approach and a non-experimental and longitudinal design because data collection was taken at various times. The procedure to develop the research study consisted of carrying out the evaluation of the conventional exploitation system of pit 1020, where the investments made in the equipment used, monthly and annual production, income, production costs, ore grade and the price were analyzed. of the mineral in the international market. Finally, with the results obtained, the level of profitability of the exploitation system of pit 1020 was analyzed, obtaining the following profitability indicators: VANE= S/.89 388.81; TIRE = 4.69 % and B/C = 1.10 in the Capitana Mining Unit – Arequipa.

Keywords: conventional, economic, evaluation, exploitation, pit.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad Minera Capitana de la Compañía Minera Caravelí S.A.C. – Arequipa, extrae sus reservas minerales a través del sistema de explotación de corte y relleno ascendente convencional, utilizando diferentes labores mineras subterráneas. Al realizar la evaluación del sistema de minado del tajo 1020, se encontró problemas de baja producción, elevados costos de producción, bajo rendimiento de equipos y como una solución a esta problemática se planteó realizar la evaluación económica del sistema de explotación de corte y relleno ascendente convencional del Tajo 1020, para de esta manera determinar el nivel de rentabilidad del sistema de explotación mediante los indicadores económicos tales como: Valor Actual Neto Económico (VANE), Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) y el coeficiente Beneficio – Costo (B/C).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo se determina los costos e ingresos y los indicadores del nivel de rentabilidad del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa?

1.2.2. Preguntas específicas

- a) ¿Cuáles son los costos e ingresos del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa?



- b) ¿Cómo se determina los indicadores del nivel de rentabilidad mediante la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa?

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

Mediante la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 se determina los costos e ingresos y los indicadores del nivel de rentabilidad en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.3.2. Hipótesis específicas

- a) Mediante la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 se determina los costos e ingresos en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- b) Mediante la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 se determina los indicadores del nivel de rentabilidad en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar los costos e ingresos y el nivel de rentabilidad del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la



Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar los costos e ingresos mediante la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- b) Determinar los indicadores del nivel de rentabilidad mediante la evaluación económica del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La Unidad Minera Capitana - Arequipa, actualmente en base a los estudios de reservas de mineral se tiene 985 768 Tm de mineral probado y 492 884 Tm de mineral probable con contenido de oro filoniano de una ley promedio de 7,25 gr/Tm, y en base a las características geológicas y físicas del yacimiento, extrae el mineral mediante el método de corte y relleno ascendente convencional. La evaluación económica del Tajo 1020 fue importante **porque** permitió conocer la rentabilidad de explotación del tajo, lo cual generó mejores beneficios económicos a la empresa minera.

El estudio se realizó **para** determinar el nivel de rentabilidad del Tajo 1020 fue necesario realizar la evaluación económica del sistema de explotación en la Unidad Minera.

1.5.1. Justificación económica

En base a la evaluación económica de la explotación aurífera y al incremento del precio del oro cuyo efecto es; que las reservas de más baja ley que



antes eran considerados no rentables hoy en día resultan aprovechables, entonces fue necesario realizar la evaluación económica del sistema de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 para determinar el nivel de rentabilidad económica del sistema de explotación en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.5.2. Justificación práctica

Aplicar el sistema de explotación de corte y relleno ascendente convencional para la extracción del mineral del tajo 1020 y para continuar la explotación fue necesario realizar la evaluación del sistema de explotación para determinar el nivel de rentabilidad del Tajo 1020, no solo para generar mayor producción, sino que también incrementar las eficiencias de producción en gran medida mediante el empleo de equipos en todas las operaciones de minado y también reducir los costos de producción y aprovechar los minerales de baja ley en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

1.5.3. Justificación académica

Los estudios económicos para la implementación de los sistemas de explotación son parte del avance tecnológico y académico en la rama de la Ingeniería de Minas, este aspecto es considerado de suma importancia, ya que puede hacer rentable una operación que por diversos motivos y circunstancias en el pasado no podían desarrollarse, por tal motivo este trabajo de investigación justifica plenamente su ejecución y se considera de mucha importancia para la Unidad Minera Capitana – Arequipa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Ramos (2022) en su estudio el objetivo fue determinar la rentabilidad de explotación del método de corte y relleno ascendente convencional mediante la metodología de la evaluación económica del método de explotación en donde se concluyó que al evaluar se obtuvo los siguientes indicadores económicos: $VANE = S/. 985\,636.2$, $TIRE = 27,95\%$ y $B/C = 1,15$, en la Empresa Minera Arapa S.A.C. – Arequipa.

Mamani (2019) en su estudio el objetivo fue realizar la evaluación económica del método de explotación de corte y relleno ascendente convencional para determinar la rentabilidad del sistema. Al final llegó a los siguientes resultados, el costo unitario se elevó a $193,99\text{ US\$/Tm}$. Los ingresos generados por las ventas, realizadas de manera integral a lo largo del año, alcanzó la cifra de $5\,288\,760,44\text{ US\$/año}$. El Valor Actual Neto (VAN) fue de $5\,696\,138,66\text{ US\$}$, cuyos resultados indicaron como alternativa favorable para la explotación de vetas angostas.

Quispe (2018) en su trabajo el objetivo fue determinar el nivel de rentabilidad económica de la explotación aurífera, mediante la metodología de la evaluación económica del método de corte y relleno ascendente convencional, que consistió en analizar todos los procesos de las operaciones mineras como son: el método de explotación, los equipos utilizados, producción ($Tm/día$, Tm/mes , $Tm/año$), la inversión realizada, ingresos y egresos, estructura de costos. En conclusión, obtuvo los siguientes resultados: que el valor actual neto económico (VANE) fue de $S/. 9\,033\,935,37$; también la tasa interna de retorno económico (TIRE) fue de $92,50\%$ y relación beneficio-costos



(B/C) fue de 1,40. Cuyos resultados indicaron la rentabilidad del sistema de explotación, logrando un ingreso anual por la venta del metal precioso de US\$ 3 943 395,60 con un costo de producción de US\$ 2 948 644,42.

López (2017) quien en su trabajo de investigación tenía como objetivo, determinar la factibilidad económica financiera para la explotación de la veta Chaparral del yacimiento aurífero San Francisco. También buscaba establecer los indicadores de valor actual neto, así como también la tasa interna de retorno. Y como resultado de esta evaluación económica y financiera obtuvo los siguientes parámetros: como costo de operación mina se tuvo un costo de 90,0 a 122,09 US\$/Tm, y el costo de tratamiento fue de 80,0 US\$/Tm, y se determinó los indicadores económicos: el valor actual neto fue de US\$ 156 830,18, el flujo de caja fue de US\$ 57 073,02; y TIR fue de 133,81%, en base a estos parámetros se determinó que el proyecto es viable tanto económica como financieramente.

Pally (2017) quien mediante la metodología de la evaluación de los costos unitarios e inversiones tenía como objetivo determinar la rentabilidad de la explotación aurífera en la empresa Cori Puno S.A.C. Llegó a la conclusión de que, en base a la evaluación económica se tienen los siguientes indicadores económicos: valor actual neto (VAN) = S/. 18 558,30, la tasa interna de retorno (TIR) = 40% y relación beneficio-costos (B/C) = 1,23, para explotar la reserva aurífera, se ha invertido una cantidad de US\$ 5 954 686,00 del cual se obtuvo un ingreso de US\$ 7 025 508,10 por venta del metal precioso, el costo total de producción por año fue de US\$ 2 121 933,00 y los costos directos hacen a US\$ 753 311,37, en base a estos parámetros se demuestra la alta rentabilidad económica de la explotación aurífera.

Coila (2016) quien tenía como objetivo determinar la rentabilidad de la



explotación aurífera, mediante la evaluación económica y financiera del método de corte y relleno ascendente convencional en la Minera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa. La metodología consistió en evaluar todo el sistema de explotación actual, referente a los equipos utilizados, el ciclo de minado, $T_m/\text{día}$, T_m/mes , $T_m/\text{año}$, así como también la inversión realizada, ingresos y egresos, estructura de costos. Posteriormente se ha realizado la evaluación financiera considerando el préstamo de dinero de una entidad financiera, la tasa de interés y el periodo de pago. En base a todo esto llega a la conclusión de que; mediante una evaluación económica y financiera se tienen los siguientes resultados: Valor actual neto económico (VANE) fue de S/. 11 755 120,12; una tasa interna de retorno económico (TIRE) = 75 % y relación beneficio-costos (B/C) = 1,30. Estos resultados e indicadores económicos demuestran la rentabilidad económica de la explotación aurífera en la Unidad Minera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa.

Apaza (2006) en su trabajo de investigación tenía como objetivo determinar la importancia del flujo de caja en la evaluación económica. Llega a la conclusión de que, para realizar una evaluación económica, uno de los factores más determinantes e importantes es el flujo de caja y la forma en la que se utiliza en la evaluación de proyectos de toda envergadura para decidir la inversión en un proyecto. Se determinó los siguientes indicadores: que el valor actual neto económico (VANE) es de 211 089, una tasa interna de retorno económico (TIRE) de 38,75 % y relación de beneficio-costos (B/C) de 1,746. Entonces a partir de estos resultados se pueden tomar decisiones de inversión.

Naranjo (2005) en su tesis doctoral “*Modelo de Riesgo para la Evaluación Económica Financiera de Proyectos Mineros*”. Tenía tres objetivos los cuales fueron la caracterización de la minería en el ámbito de la mediana empresa, así como presentar los fundamentos para la evaluación económica financiera de las actividades mineras y aportar con un modelo económico financiera en los proyectos mineros. En base a estos objetivos



concluye señalando que, los proyectos mineros presentan incertidumbre en los elementos que determinan su rentabilidad y son dos los factores principales: características reales del yacimiento, el precio de los minerales, tipos de cambio, inversiones de capital, costes de operación y los volúmenes de producción para lo cual se deberán aplicar estrategias para su control.

Gómez (2002) quien en su trabajo de investigación tenía como objetivo determinar los factores que inciden en la rentabilidad económica de la Corporación Minera Ananea S.A. – Puno. Quien mediante una evaluación económica de rentabilidad de la empresa. Concluye que, el valor actual neto económico (VANE) = S/. 389 814,34; así como también una tasa interna de retorno (TIRE) = 75,63 % y la relación de beneficio-costos (B/C) = 1,25. Dichos indicadores muestran la rentabilidad de la explotación minera.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Corte y relleno ascendente convencional (Over cut and fill)

Este método de explotación resulta atractivo cuando la caja piso y techo son de una resistencia moderada a débil, este método ayuda a mitigar el problema de las cajas techo y piso debido a que se utiliza relleno para generar estabilidad en las paredes de la labor minera, ya que este es rellenado de manera inmediata al arranque del mineral ya sea con detritus o en su defecto relleno hidráulico (Hartman, H. 2007).

Hartman (2007) indica que los criterios básicos para la selección del método de explotación de corte y relleno ascendente. Existen condiciones generalizadas para la aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente tales como:



- En buzamientos pronunciados mayores de 50 °.
- En yacimientos tipo Vetas o vetas angostas de alta ley.
- Con cajas medianamente competentes o competentes.
- Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes.
- Disponibilidad del material de relleno detrítico o hidráulico.

a) Otros parámetros

- Se trabaja sobre piso de relleno mientras en el techo se contenga mineral
- Los trabajos se realizan desde la base hasta la cabeza de la cámara
- El mineral tiene que ser competente
- El relleno siempre queda en el piso
- La perforación se realiza ya sea en realce o breasting, de manera vertical u horizontal correspondientemente.

2.2.2. Condiciones para su aplicación.

Según Llanque (2011) la aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente constituye un modo particular y flexible de operar; y es adaptable a los yacimientos con formas irregulares. En la explotación de vetas, es fundamental tener en cuenta el espesor de la veta y sus leyes minerales para determinar el ancho de la excavación, garantizando que las operaciones de extracción sean rentables y eficientes. Asimismo, se planifica la ubicación de las zonas de acopio de mineral, considerando la sinuosidad de la veta y el tipo de maquinaria utilizada en el proceso de extracción de minerales. Estos parámetros desempeñan un papel crucial al evaluar y comparar los costos con otros métodos de explotación.

Las condiciones de aplicación para este método de explotación se detallan en el cuadro que se muestra en la siguiente.

Tabla 1

Condiciones para la aplicación del método corte y relleno ascendente.

Geometría del yacimiento	Aceptable	Óptimo
Forma	Cualquiera	Tabular
Potencia	Cualquiera	>3 m
Buzamiento	>30°	>60°
Tamaño	Cualquiera	Cualquiera
Regularidad	Cualquiera	Irregular
Aspecto geotécnico	Aceptable	Óptimo
Resistencia (techo)	>30 Mpa	>50 Mpa
Resistencia (mena)	Profundidad	>50 Mpa
Fracturación (techo)	Alta - Media	Media - Baja
Fracturación (mena)	Media - Baja	Baja
Campo tencional in-situ (profundidad)	Cualquiera	<1000 m
Comportamiento tenso-deformacional	Elástico	Elástico
Aspectos económicos	Aceptable	Óptimo
Valor unitario de mineral	Media - Alto	Alto
Productividad y ritmo de explotación	Media - Baja	NA

Fuente: Llanque (2011).

Zegarra (2018) indica que este método se utiliza típicamente en yacimientos con formas tabulares que se extienden vertical u horizontalmente en la roca, con un grosor que puede variar desde unos pocos metros hasta 15 o incluso 20 metros en algunos casos. Se prefiere esta técnica sobre otras opciones cuando las paredes rocosas circundantes presentan condiciones de estabilidad deficientes o son consideradas incompetentes. Por otro lado, se requiere que la roca que contiene el mineral sea estable y tenga una resistencia adecuada, especialmente cuando se trata de cuerpos minerales de considerable espesor. Además, el valor



del mineral extraído debe ser lo suficientemente alto como para que los beneficios derivados de su recuperación justifiquen los costos adicionales asociados con este método de extracción.

a) Ventajas del método

- La recuperación del mineral es casi del 100 %
- Su aplicación es altamente selectiva, te da la facilidad de trabajar en zonas de alta ley y dejar atrás las zonas de baja ley.
- Se considera un método de explotación seguro y eficiente
- Se puede lograr una alta mecanización de las actividades.
- Es adecuado para yacimientos que posean propiedades físicas y mecánicas incompetentes.

b) Desventajas del método

- En parte a causa de la potencia del mineral si este no es de alta ley los costos de explotación resultan elevados.
- La producción es interrumpida por las tareas de relleno afectando así los niveles de producción.
- El consumo de materiales de fortificación es elevado (Llanque, 2011)

2.2.3. La evaluación económica

Pimentel (2008) indica que la evaluación económica de un proyecto de inversión es el proceso de medir su valor económico, independientemente de cómo se obtengan y paguen los recursos financieros obtenidos. Según esta filosofía, no es necesario fijarse en los aspectos financieros para evaluar un proyecto desde el punto de vista económico. La evaluación económica es la última



parte de toda la secuencia del estudio de viabilidad del proyecto de inversión, en la que, tras recoger toda la información obtenida en el estudio de viabilidad anterior, se utiliza el método de evaluación económica para considerar el valor de la moneda en exceso. tiempo destinado a evaluar la eficiencia global de las inversiones involucradas y sus retornos potenciales a lo largo de su vida útil.

Naupari (1986) dice que la evaluación económica cuantifica la rentabilidad del proyecto según estándares matemáticos económicos que aseguran:

- El VAN: se define como el valor actual neto.
- El B/C: como la relación beneficio-costo.
- El TIR: es la tasa interna de retorno.

Así como también, el análisis financiero compara de manera constante los flujos de ingresos y gastos del proyecto en base a los precios y costos del mercado.

2.2.4. Interpretación del valor actual neto (VAN)

Marsano (2019) interpreta que la utilidad neta efectiva estimada para el período de vigencia de la inversión de capital se descuenta con una tasa de interés determinada con base en las expectativas del(los) inversionista(s); La inversión es factible siempre que el valor presente del flujo de efectivo proyectado exceda o sea igual al valor presente de la inversión de capital. El valor actual neto (VAN) o valor presente neto (VPN) es el resultado de la diferencia entre el valor presente de una serie de flujos de efectivo netos y la inversión original, calculada en el momento actual (fecha de enfoque = 0). Cabe aclarar lo siguiente:

Por valor presente (o valor presente), nos referimos a “traer” todos los flujos de efectivo netos al presente, utilizando un factor de descuento de $1/(1 + i)$



n. La tasa de descuento (i) se utiliza para representar la tasa de costo de capital (TCK) requerida por el inversor. En palabras de Sapag (2014) “*la ratio utilizada representa el nivel de activos de compensación requerido por el inversor, por lo que los resultados del VAN muestran un cambio en los niveles de activos mayor que el requerido en términos de prima de riesgo*”. Esto es expresado de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - I_0 \text{-----(1)}$$

En donde:

Bt : son flujos de dinero en cada periodo t

I₀ : inversión realizada en el momento inicial (t = 0)

n : número de periodos de tiempo

i : tipo de descuento o tipo de interés exigido en la inversión

Según expresión matemática se tiene:

$$VAN = \frac{B1}{(1+i)^1} + \frac{B2}{(1+i)^2} + \frac{B3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{Bn}{(1+i)^n} - I_0 \text{-----(2)}$$

- Si el VAN > 0, dicho proyecto produce una tasa mínima deseada, con ello se obtiene un índice de utilidad adicional en términos económicos, por lo que se recomienda ejecutar dicha inversión.
- Si el VAN = 0, dicho proyecto rendimiento que es exactamente igual a la tasa mínima requerida por lo que se puede ejecutar el proyecto o invertir en la mejor alternativa rechazada, asociando el riesgo a cada uno de ellos.
- Si el VAN < 0, dicho proyecto no alcanza el rendimiento mínimo que es requerido se generan pérdidas, por lo que se deberá rechazar la inversión.



2.2.7. Análisis del valor presente (VP)

Se denomina así a la técnica que está basada en la actualización de los flujos de ingresos y egresos relacionada a una tasa mínima de rendimiento (TMAR) en base al periodo, teniendo el objetivo de medir la eficacia de los recursos (Ramírez & García, 2009). Si esta alternativa de información muestra un costo mayor, entonces es recomendable emplear el valor presente de costos, contrario al VAN se deberá usar de la manera siguiente:

- VAN = Valor presente proveniente de los beneficios – el valor presente de los costos.

2.2.6. Análisis de la tasa interna de retorno (TIR)

Según Beltrán & Cueva (2018) desde el punto de vista matemático, la TIR es la tasa de descuento que permite que la suma de todas las FNE descontadas sea igual al monto de desembolso de la inversión inicial. En otras palabras, la TIR es la tasa de descuento permitida.

- VAN = 0
- Valor Presente Beneficios – Valor Presente Costos = 0

$$VAN = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - I_0 \text{-----(3)}$$

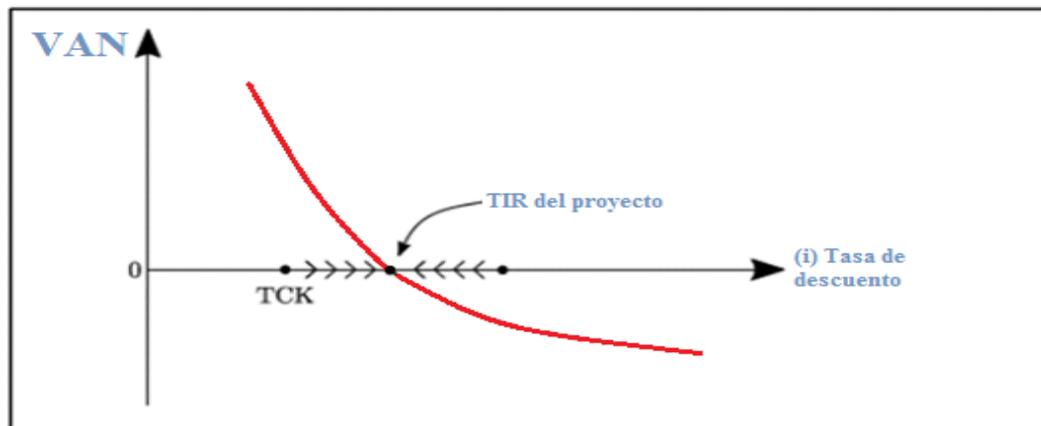
Dumrauf (2013) menciona que la TIR es una medida del retorno periódico de una inversión, que en un principio indica un retorno porcentual por cada monto invertido en el proyecto. La calificación "interna" se da porque es el índice "implícito" del proyecto y constituye la incógnita a resolver, ya que debe calcularse a partir del proceso de prueba y error. La TIR encontrada para el proyecto debe compararse con la tasa de descuento que requiere el inversionista

(costo de capital) para seleccionar o no por conveniencia del proyecto. Por tanto, tenemos que si $TIR \geq TCK$, la inversión es aceptable, en caso contrario, si $TIR < TCK$, luego se niega a invertir.

La relación del VAN y el TIR se puede observar en la siguiente figura:

Figura 1

Relación de VAN y TIR.



Fuente: Beltrán & Cueva (2018).

2.2.7. Interpretación de la tasa interna de retorno (TIR)

Beltrán & Cueva (2018) indican que, al realizar un análisis concreto de la factibilidad de una empresa, la tasa interna de retorno (TIR) se debe relacionar con una tasa mínima atractiva de retorno (TMAR), el cual representa el costo de oportunidad de inversión. Los dos porcentajes utilizados pueden estar directamente relacionados y el porcentaje más alto generará mayores ganancias. De esta manera se puede hacer una comparación sencilla entre los dos porcentajes y a través de esta comparación se puede determinar si el proyecto debe continuar o no.

- Si el $TIR > k$: el proyecto de inversión será aceptado, La tasa de retorno interna obtenida supera el umbral mínimo de rentabilidad requerido para la inversión.



- Si el $TIR = k$: se presentaría una situación, similar al caso de que el VAN sea cero. Bajo estas circunstancias, la inversión se llevará a cabo únicamente si resulta en una ventaja competitiva para la empresa y no se presentan opciones más favorables.
- Si el $TIR < k$: dicho proyecto será rechazado. Dado que no alcanzará el nivel de rentabilidad mínimo requerido para justificar la inversión.

2.3. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Gitman (1997) dice que a la hora de evaluar un proyecto de inversión se deben utilizar distintos criterios para conocer los pros y los contras de la inversión. Estos criterios son indicadores o índices de rentabilidad que se pueden utilizar para determinar la rentabilidad de un proyecto con base en el flujo de caja proyectado y los costos de oportunidad identificados en los capítulos anteriores. Así como Sánchez (2002) quien menciona que los indicadores de rentabilidad, que básicamente permiten identificar la viabilidad de implementar el proyecto, también pueden usarse para analizar su conjunto, para tomar una decisión entre dos o más opciones de inversión alternativas, investigando si posponer la decisión o no posponer una inversión, entre otros. Cada medida de rentabilidad tiene ventajas y desventajas. Por lo que se recomienda que el inversionista utilice dos o más de ellos antes de tomar una decisión sobre el proyecto a evaluar. En este capítulo, desarrollamos los indicadores de ganancias más importantes; y analizamos su interpretación, sus ventajas y limitaciones, y las probables relaciones entre ellas.

2.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

Andía (2009) menciona que el valor actual neto (VAN), también es conocido como valor presente neto, este es el valor presente de los flujos de efectivo generados por un proyecto. Así, para dar una interpretación adecuada a



la actualización se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \text{-----(4)}$$

En donde:

B_t = Ingresos generados en periodo **t**

C_t = Costos durante un periodo **t**

r = Tasa de descuento durante el periodo **t**

n = Número de periodos a presentarse

B_t - C_t = Beneficio neto

Córdova (2011) indica que el valor actual neto es el método más conocido y aceptado. Ya que este mide la rentabilidad de un proyecto en valores monetarios que superan la rentabilidad deseada después de cubrir todas las inversiones. Para ello calcula el valor presente de todos los flujos de efectivo futuros proyectados del primer período operativo y resta la inversión total expresada en el momento cero. En otras palabras, el valor actual neto es simplemente la suma de todos los ingresos, costos e inversiones del proyecto, actualizados al presente. Por razones prácticas, se trata de una suma actualizada de los flujos netos para cada período.

2.3.2. Ventajas y desventajas del (VAN)

a) Ventajas

El VAN tiene varias ventajas a la hora de evaluar proyectos de inversión, su principal ventaja radica en que es un método fácil de calcular y a su vez proporciona útiles predicciones sobre los efectos de los proyectos de inversión sobre el valor de la empresa. Además, presenta la ventaja de tener en cuenta los



diferentes vencimientos de los flujos netos de caja (Beltrán & Cueva, 2018).

b) Desventajas

Pero a pesar de sus ventajas también presenta algunos inconvenientes como la dificultad de especificar una tasa de descuento la hipótesis de reinversión de los flujos netos de caja, se supone implícitamente que los flujos netos de caja positivos son reinvertidos inmediatamente a una tasa que coincide con el tipo de descuento, y que los flujos netos de caja negativos son financiados con unos recursos cuyo coste también es el tipo de descuento (Beltrán & Cueva, 2018).

2.3.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa de retorno (TIR) como la tasa de descuento que hace que el VAN sea cero. Beltrán & Cueva (2018) explican que la tasa interna de retorno (TIR) es el descuento “interés” al que es actualizado la ganancia neta la diferencia de los ingresos proyectados menos los costos proyectados para cada período del período del proyecto, el neto actualizado de beneficio es cero. La tasa interna de retorno, conocida como la TIR, refleja la tasa de interés o de rentabilidad que el proyecto arrojará período a período durante toda su vida útil.

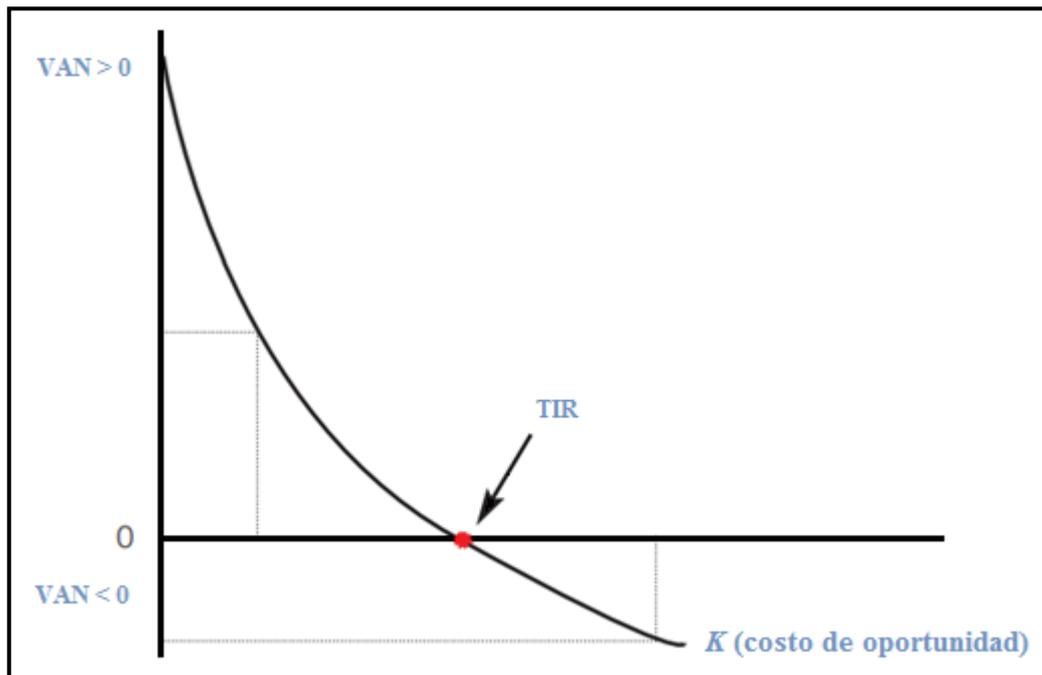
En cambio, Córdova (2011) define a la TIR operativamente como la tasa de descuento que ocasiona que el valor presente neto (VPN) del proyecto sea igual a cero. La relación entre el VPN y la tasa de descuento es inversamente proporcional, así como se muestra en la fórmula del VPN: un incremento en la tasa de interés reduce el valor actual neto. Esto es especialmente cierto para proyectos "bien diseñados", es decir, aquellos con uno o más períodos de flujo negativo al principio y luego beneficios netos durante el resto de sus vidas.

La tasa interna de retorno (TIR) es comparado con la tasa de interés relevante (es decir, con la rentabilidad de la mejor alternativa de uso de los recursos que se emplean en el proyecto) y se aceptan todos aquellos en los que la TIR es igual o superior; así:

- Si cualquier proyecto posee un $TIR > \text{Tasa de interés de oportunidades}$, a partir de esto puede ser aceptado.
- Si la $TIR < \text{Tasa de interés de oportunidad}$, este proyecto es rechazado.
- Si la $TIR = \text{Tasa de interés de oportunidad}$, se presentan incertidumbre frente al proyecto.

Figura 2

La concordancia entre el VAN y TIR.



Fuente: Dumrauf (2013).

Como se puede observar, en la mayoría de los casos la condición de elegibilidad es similar a la que surge al utilizar el VAN, pues si la TIR es la tasa que hace que el $VAN = 0$, entonces cualquier tasa que sea menor o igual a la TIR

provocará la VAN debe ser mayor que 0. Esto es simplemente una consecuencia lógica de criterio: para proyectos "bien ajustados", si la TIR es mayor o igual a la tasa de interés relevante, el VAN será mayor o igual a cero.

Matemáticamente puede ser expresado de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+x)^t} = 0 \quad \text{-----(5)}$$

Donde: B_t , t , n y C_t , tienen el mismo significado que en la ecuación del VAN. También puede ser expresado en la siguiente forma:

$$\frac{B_0 - C_0}{(1+x)^0} + \frac{B_1 - C_1}{(1+x)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+x)^2} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+x)^n} = 0 \quad \text{-----(6)}$$

Para Yupanqui (2014) la TIR es una tasa de descuento, que para hallarla se tiene que dar solución a una ecuación polinómica de grado n , donde n representa el horizonte del proyecto.

2.3.4. Relación Beneficio - Costo (B/C)

Este indicador consiste en la asignación de ingresos y costos del proyecto y la relación entre ellos. En este caso se suman todos los ingresos y costos del proyecto para cada período, se recalculan sus valores actuales y se calcula su ratio, se utilizó la siguiente fórmula. El índice beneficio/costo (B/C), también conocido como relación beneficio/costo compara directamente, como su nombre lo indica, los beneficios y los costos de un proyecto para definir su viabilidad. Para calcular la relación B/C se halla primero la suma de todos los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados

(Beltrán & Cueva, 2013).

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \text{-----(7)}$$

En donde:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficios obtenidos}}{\text{costos incurridos}}$$

B_t , r , t , n y C_t , se interpretan de igual manera que en la ecuación del VAN.

a) Interpretación y criterios de decisión del (B/C)

Para poder determinar la viabilidad de un proyecto se debe analizar, bajo este enfoque, se debe considerar la comparación de la relación B/C hallada con 1. La relación beneficio/costo (B/C) es simbolizado como el producto obtenido por cada dólar o sol invertido.

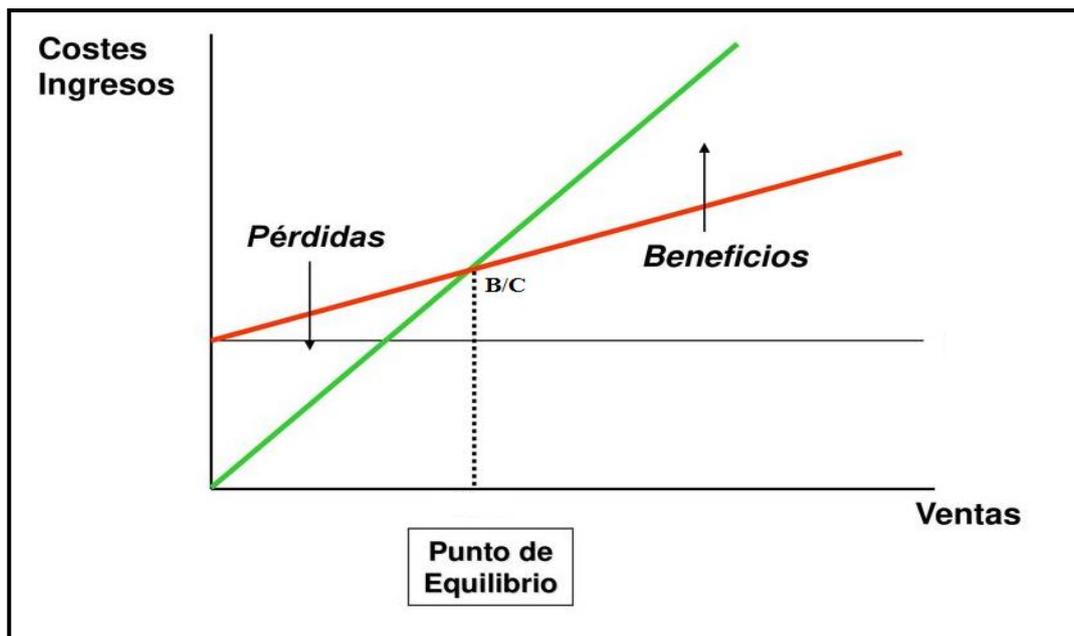
- Si el $B/C > 1$, esto se interpreta como, que los costos son menores al beneficio. En base a esto, el proyecto llega a ser considerado para su ejecución.
- Así como $B/C = 1$, esto significa que los costos son iguales a los beneficios. No se generan ganancias. Hay varios casos en la que los proyectos que poseen estos resultados por un periodo de tiempo, luego dependiendo de determinados factores como la minimización de costos, pueden llegar a tener un resultado por encima de 1.
- Si el $B/C < 1$, aquí el beneficio es superado por los costos. Como resultado, el proyecto no puede ser considerado (Yupanqui, C. 2009).

b) La evaluación privada

La evaluación privada de un proyecto persigue establecer el aumento en la riqueza de su dueño provocará su ejecución, es decir, el Valor Presente de los Flujos de Beneficios Netos privados legítimamente atribuibles al proyecto. Como saben, para ello primero se debe identificar los beneficios y costos pertinentes en cada año con un horizonte de evaluación, para lo cual deberán compararse las llamadas situaciones “con” y “sin” el proyecto, correctamente definidas; luego, éstos deberán medirse con unidades de medidas universalmente aceptadas y, finalmente, los beneficios así medidos deberán valorarse con los precios que le pagarán en el mercado por los bienes y servicios producidos por el proyecto en cada uno de esos años, mientras que los costos se valorarán a los precios que el proyecto deberá pagar cada año en el mercado de los insumos bienes y servicios que éste utilizará en su producción (Ernesto, R. 2008).

Figura 3

La relación costo-beneficio (B/C)



Fuente: Rankia portal económico chileno.



2.3.5. Evaluación de los precios del oro

Para Torres (2013) lo que ocurrió en la minería nacional después de 2002 fue un fenómeno sin precedentes en la historia reciente del país. El incremento de los precios internacionales de los metales dio lugar a un período de prosperidad que aún perduraba a principios de la segunda década del siglo XXI. Este auge se destacó por su impacto exponencial en la economía, el cual, junto con una política económica estable y alineada con las dinámicas del mercado, contribuyó a la estabilidad macroeconómica que permitió a Perú sobrellevar relativamente bien los efectos iniciales de una de las crisis financieras más severas de la historia mundial a finales de 2008. La principal base del precio del oro es fijada en Londres por la London Gold Fixing Company por medio de su esquema denominado Gold fix operando dos veces por día. En base a esto se da el precio del oro en dólares estadounidenses por Onza Troy (31,1 gr).

Los precios en tiempo real del oro y plata son fijados por la London Bullion Market Association en sus siglas “LBMA”, para el oro, dos veces por día a las 11:00 y la última a las 15:00, hora de Londres. La LBMA es la entidad internacional de comercio que abarca los metales preciosos mencionados anteriormente, y cuenta con una amplia base de clientes a nivel global. Su membresía incluye tanto a inversores privados como a la mayoría de los bancos centrales que poseen reservas de oro nacional, además de empresas dedicadas a la extracción, refinación y fabricación de metales preciosos, como el oro y la plata. Además de establecer las tasas de referencia para el oro y la plata, la LBMA también define sus estándares de calidad, garantizando que el oro cumpla con un mínimo del 99,5% de pureza. Los precios se determinan dos veces al día y siempre se basan en oro de pureza absoluta.



En la actualidad, el precio del oro no solo está determinado por la oferta y la demanda del mercado, también está dominado por el tipo de cambio. El precio del oro esta fluctuando recientemente entre los 1 800,0 y 1 950,0 US\$/onza.

2.3.6. Estudio de mercado del oro en el Perú

Perú es un país abundantemente dotado de recursos minerales, siendo el oro, el cobre, el plomo y el zinc algunos de los más destacados. Esto lo convierte en una nación cuya economía depende en gran medida de la minería, y los ingresos generados por concepto de canon minero, que es el derecho de explotación que pagan las empresas mineras al Estado, representan una parte significativa de sus ingresos anuales (Torres, 2011).

En el año 2016, las reservas globales de oro alcanzaron las 57 000,0 toneladas métricas (Tm), registrando un aumento del 1,8% en comparación con las reservas de 2015. Este incremento se debió principalmente al aumento de las reservas en Australia y Canadá, que sumaron 400 millones de Tm adicionales. Entre los países con las mayores reservas totales, se destacaron Australia (con un 16,7% del total), Rusia (con un 14,0%), y Sudáfrica (con un 10,5%). Perú ocupó el quinto lugar en esta lista, junto con Brasil y Canadá, con una participación en el mercado del 4,2%.

En cuanto a producción nacional en marzo del 2020, se reportó una notable disminución del 32,5% en la producción nacional de oro en comparación con el año anterior. Esta reducción se debió en gran medida a las medidas tomadas por algunas empresas mineras para mitigar el riesgo de propagación del COVID-19, como el caso de la unidad Chaupiloma de Minera Yanacocha S.R.L., que redujo su producción en un 17,2%. Además, la Compañía Minera Ares S.A.C. cumplió



con las normativas vigentes y experimentó una disminución del 34,9% en su producción. En cuanto a la producción acumulada hasta marzo, se observó una reducción del 17,2% en comparación con el año anterior, a pesar de un aumento en la producción de la Compañía Minera Poderosa S.A. A nivel empresarial, Minera Yanacocha S.R.L. lideró esta disminución con una reducción del 14,4%, seguida de cerca por la Compañía Minera Poderosa S.A. y Minera Aurífera Retamas S.A. con participaciones del 9,0% y 6,7%, respectivamente. A nivel regional, Cajamarca se posicionó como el principal productor de oro, contribuyendo con el 27,9% de la producción total.

2.4. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Método de explotación:** es un conjunto de técnicas, procedimientos y estrategias utilizados en la industria minera para extraer recursos minerales de la tierra de manera eficiente y segura.
- **Yacimiento mineral:** es una acumulación natural de minerales, rocas, o minerales no metálicos que se encuentra en la corteza terrestre y que puede ser extraído económicamente.
- **Explotación convencional:** se denomina así al conjunto de actividades que son desarrollados con un nivel de tecnificación muy baja, por ende, en algunos casos resulta ineficiente.
- **Evaluación económica:** es un proceso sistemático que se utiliza para analizar y determinar la viabilidad y el valor de los proyectos, políticas, inversiones o programas, desde una perspectiva económica.



- **Rentabilidad económica:** también conocida como rendimiento económico o retorno económico, es una medida financiera que se utiliza para evaluar la eficiencia y la rentabilidad de una inversión, proyecto o negocio en función de los recursos invertidos.
- **Ingreso de un proyecto:** se refiere a los flujos de efectivo o beneficios económicos que se generan como resultado de ese proyecto durante un período de tiempo específico.
- **Valor actual neto (VAN):** es una medida financiera utilizada en la evaluación de proyectos de inversión y negocios para determinar su rentabilidad.
- **Valor presente (VP):** es un concepto financiero que se utiliza para determinar el valor actual de una suma de dinero que se recibirá o pagará en el futuro. Representa el valor actual de un flujo de efectivo futuro, descontado a una tasa de interés o tasa de descuento específica.
- **Tasa interna de retorno (TIR):** es una tasa de rendimiento que indica la tasa de interés a la cual el valor presente neto (VPN) de los flujos de efectivo de una inversión o proyecto se iguala a cero.
- **Beneficio-costo (B/C):** es una métrica utilizada en la evaluación de proyectos de inversión. Su objetivo principal es determinar si un proyecto es viable desde el punto de vista económico y financiero al comparar los beneficios esperados con los costos asociados.
- **Tasa de descuento:** es el porcentaje o la tasa de interés que se utiliza para calcular el valor presente de flujos futuros de efectivo o beneficios.



- **Beneficio-costo (B/C):** es una métrica utilizada en la evaluación de proyectos de inversión. Su objetivo principal es determinar si un proyecto es viable desde el punto de vista económico y financiero al comparar los beneficios esperados con los costos asociados.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

La Unidad Minera Capitana de la Compañía Minera Caravelí S.A.C. -Arequipa, se encuentra comprendido en el distrito de Huanuhuanu, provincia de Caravelí y Región de Arequipa, a una altitud promedio de 2000 m.s.n.m.

Las coordenadas UTM que corresponden a la concesión minera donde se desarrolla la actividad son:

Tabla 2

Concesión minera el Chinito - Compañía Minera Caravelí S.A.C.

Coordenadas utm-WGS 84		
Vértices	Este	Norte
1	603 786,39	8 272 105,30
2	604 732,39	8 269 791,17
3	601 955,52	8 268 656,02
4	601 009,52	8 270 970,15

3.2. ACCESIBILIDAD

Para acceder hacia la Unidad Minera debemos seguir en siguiente recorrido (Ver Tabla 3).

Tabla 3

Acceso por vía terrestre hasta la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

Recorrido	Distancia (km)	Tiempo (horas)	Medio de transporte
Puno - Arequipa	290,0	5,0	Bus
Arequipa – Atico	410,0	6,0	Bus
Atico – Kilómetro 40	40,0	1,0	Bus
Kilómetro 40 - Mina	45,0	1,0	Bus
Total	785,0	13,0	

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación corresponde al tipo descriptivo; el estudio se refiere a la evaluación económica para la determinación del nivel de rentabilidad del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado en la Unidad Minera Capitana – Arequipa. Según Mendoza (2018) menciona que existen cuatro tipos de investigación; los cuales son: descriptiva, exploratoria, correlacional y experimental.

3.3.2. Enfoque de la investigación

La presente investigación está basada en un enfoque cuantitativo, dado que se analizan datos numéricos por ende cuantificables, teniendo el objetivo de identificar las diferencias entre los valores previos y posteriores. Según la descripción de Hernández *et al.* (2014), el enfoque cuantitativo implica la recopilación de datos para poner a prueba las hipótesis mediante mediciones numéricas.



3.3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación está clasificado como no experimental y longitudinal, ya que no se realizaron manipulaciones en las variables de estudio y la recopilación de datos tuvo lugar en varios momentos. Siguiendo la definición de Hernández *et al.* (2014), en la investigación no experimental, se observan los fenómenos en su entorno natural sin intervenir en ellos.

La metodología empleada en este trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo y descriptivo. El diseño de la investigación se caracteriza como no experimental y longitudinal, ya que no hubo manipulación de variables y la recopilación de datos se realizó en un único momento. El proceso de investigación involucró la evaluación de varios aspectos del método de Corte y Relleno Ascendente Convencional, que abarcó desde el análisis de equipos y su rendimiento hasta la evaluación de las reservas minerales, la ley del mineral, la cotización del mineral en el mercado internacional, la inversión tanto tangible como intangible, el capital de trabajo, la producción anual de mineral, los ingresos y los costos relacionados con la explotación aurífera. Además, se realizó un análisis detallado de la estructura de costos para determinar el nivel de rentabilidad de la explotación en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

3.3.4. Alcance de la investigación

Se define como qué aspectos serán investigados y cuáles no, proporcionando una guía para enfocar el trabajo de investigación en la Unidad Minera Capitana – Arequipa. Hernández *et al.* (2014) afirma que el alcance de la investigación se refiere a los límites y fronteras que delimitan el estudio en términos de lo que se incluye y lo que se excluye. Es una declaración clara y



precisa que define los objetivos, la extensión y los límites de la investigación.

3.4. POBLACIÓN

La población para el presente estudio de investigación está constituida por los tajos 980, 1020, 1060, con características similares para la explotación aurífera considerando la producción, ingresos, egresos y equipos utilizados en la Unidad Minera Capitana – Arequipa. Según Hernández *et al.* (2014), la población o universo es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

3.5. MUESTRA

La muestra considerada para el presente estudio de investigación está constituida por el tajo 1020 constituido por un block de 2,00 m de ancho por 40 m de altura y 60 m de longitud dividido en dos secciones de 30 m de longitud, con una ley de 6,58 g/t desarrollados en roca semidura con una densidad promedio de 2,66 t/m³ en la Unidad Minera Capitana – Arequipa. Al respecto Hernández *et al.* (2014), define que la muestra es en esencia, un subgrupo de la población, es decir un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

3.5.1. Tipo de muestra

Para el estudio de investigación el tipo de muestra es no probabilística. Según Hernández *et al.* (2014) el muestreo no probabilístico se refiere a una técnica de selección de la muestra en la cual no todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra. A diferencia del muestreo probabilístico, donde cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionado, el muestreo no probabilístico se basa en criterios no aleatorios para elegir los elementos de la muestra. En este



enfoque, la elección de los elementos se realiza de manera deliberada, utilizando métodos como la conveniencia, el juicio o la cuota, y no se sigue un proceso de selección al azar. Este tipo de muestreo puede ser útil en situaciones donde el acceso a la población completa es limitado o cuando se requiere una selección específica de participantes.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.6.1. Variable independiente

El método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

3.6.2. Variable dependiente

El nivel de rentabilidad del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional del Tajo 1020 en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Unidad de medida
Variable independiente:		
El método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional del Tajo 1020 considerando la producción y los equipos utilizados en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.	- Mineral producido - Equipos	- Tm/día - N° de equipos
Variable dependiente:		
El nivel de rentabilidad del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional del Tajo 1020 en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.	- VANE - TIRE - B/C	- US\$ - % - Índice

3.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se considera de suma importancia a las técnicas de recolección de datos, por ejemplo, el análisis estadístico utilizando el Software Excel.

- Adquisición de datos a través de registros estadísticos.
- Recopilación de información mediante informes diarios, mensuales y anuales.
- Obtención de datos relacionados con inversiones, ingresos y gastos.

3.7.1. Instrumentos de recolección de datos

La estadística descriptiva fue empleada en el procesamiento de los datos, los cuales se presentan a través de gráficos de barras y tablas estadísticas. Para llevar a cabo este estudio, se utilizó instrumentos como el reporte mensual, para



verificar el resumen de los costos de explotación.

a) Reporte diario de operación

- Volumen diario de mineral extraído en toneladas.
- Número de equipos en uso.
- Cantidad de personal involucrado en la operación.
- Uso de explosivos (cantidad).
- Utilización de accesorios de voladura (cantidad).

b) Reporte mensual de operación

- Volumen mensual de mineral extraído en toneladas.
- Número de equipos en funcionamiento.
- Cantidad de personal por turno.
- Uso total de explosivos (cantidad).
- Utilización total de accesorios de voladura (cantidad).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La evaluación económica se realizó en el Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana con la finalidad de determinar la rentabilidad económica, para dicha evaluación se ha considerado la inversión fija tangible e intangible, ingresos y costos de explotación del tajo, con el sistema de corte y relleno ascendente convencional, los resultados se especifican en la Tablas 5 al 18.

4.2. DETERMINACION DE LOS COSTOS

4.2.1. Inversión fija tangible

Se calcularon en dólares americanos, y se ha considerado los siguientes rubros que se especifican en las Tablas 5 - 17.

a) Costos de perforación

En cada turno se ha realizado un promedio de 50 taladros de 6 pies y para perforar la longitud de 60 metros divididos cada 30 metros por 2 metros de ancho y una altura efectiva de perforación de 1,58 metros de longitud se ha requerido 15 turnos

Tabla 5

Máquina perforadora

Tipo de cambio 1US\$ = S/. 3,74

Equipo	Costo US \$	Vida útil Pies/perforados	US \$/pie	Pies perforados	US \$/turno
Máquina Perforadora	4 876	120,000	0,041	300	12,30

En la Tabla 5, se especifica el cálculo de costos para la máquina perforadora, cuyo costo fue 12,30 US\$/turno.

Tabla 6

Accesorios de perforación

Accesorios	Cantidad	Costo US \$/unidad	Vida útil pp	Pies Perforados	US \$/pie Perforados	US \$/turno
Barra cónica 4	1	80	1250	150	0,06	9,00
Barra cónica 6	1	96	1250	150	0,08	12,00
Broca de 39 mm	1	34	450	150	0,08	12,00
Broca de 38 mm	1	32	450	150	0,07	10,50
Total						43,50

En la Tabla 6, se indica los costos de las barras y brocas de perforación utilizadas, cuyo costo calculado fue de 43,50 US\$/turno.

Tabla 7

Mangueras para la perforación

Mangueras y otros	Cantidad	Costo US \$/m	Vida útil (pp)	Pies perforad	US \$/pie Perforad	US \$/turno
Manguera de ½ pulg.	35 m	1,87	7 500	300	0,009	2,70
Manguera de 1 pulg.	35 m	3,21	7 500	300	0,020	6,00
Aceite de perforación	0.30gal	13,25\$/gl	1			3,98
Total						12,68

En la Tabla 7, se realizó el cálculo de los costos de mangueras y lubricante de perforación utilizados, dicho costo fue de 12,68 US\$/turno.

Tabla 8

Herramientas y otros materiales

Descripción	Medida	Cantidad	Costo US \$	Vida Útil día	Costo US \$/turno
Barrerillas de 4 pies	Unidad	1	10,75	50	0,22
Barrerillas de 6 pies	Unidad	1	12,65	60	0,21
Barrerillas de 8 pies	Unidad	1	14,56	60	0,24



Descripción	Medida	Cantidad	Costo US \$	Vida Útil día	Costo US \$/turno
Lampas	Unidad	3	13,25	120	0,33
Picos	Unidad	3	12,85	120	0,32
Combo de 12 lb	Unidad	2	18,75	150	0,25
Alambre	kg.	0,50	1,48	1	0,75
Llave stilson N°14	Unidad	1	23,75	360	0,07
Atacador de madera	Unidad	1	3,56	60	0,06
Costo total					2,45

En la Tabla 8, se especifica los costos de herramientas y materiales utilizados en la perforación, cuyo costo fue de 2,45 US\$/turno.

Tabla 9

Implementos de seguridad

Descripción	Medida	Cantidad	Costo US \$/	Vida útil (días)	Costo US \$/turno
Protector	Unidad	4	17,35	300	0,23
Guantes de cuero	Pares	4	4,74	25	0,76
Correas porta lámpara	Unidad	4	4,23	300	0,06
Botas de jebe	Pares	4	22,15	180	0,49
Mamelucos	Unidad	4	24,36	180	0,54
Respiradora	Unidad	4	22,75	180	0,51
Filtro de respiradores	Pares	4	4,62	20	0,92
Tapón de oídos	Pares	4	2,76	120	0,09
Ropa de jebe	Unidad	2	32,45	120	0,54
Lentes de seguridad	Unidad	4	11,74	120	0,39
Lámpara de batería	Unidad	4	114,35	360	1,27.
Costo total					5,80

En la Tabla 9, se especifica los costos de implementos de seguridad utilizados, cuyo costo fue 5,80 US\$/turno.

Obteniendo los costos de perforación, costo total por turno de 76,73 US \$, obteniendo costo por disparo de 1 150, 95 US \$ por turno obteniendo 505,34 Tm. en costos de perforación.

b) Costos de voladura**Tabla 10***Materiales y accesorios de voladura*

Insumos	Unidad	Precio US \$	Cantidad por disparo	US \$/turno
Emulnor 3000	Cartucho	0,48	250	120,00
Fulminante N° 8	Cápsula	0,47	50	23,50
Carmex	Unidad	0,54	50	27,00
Mecha de seguridad	Metros	0,51	106,68	54,41
Costo total				224,91

En la Tabla 10, se detalla los costos de materiales y accesorios de voladura, dicho fue de 224,91 US\$/turno.

Obteniendo el costo de voladura, costo total por turno es de 224,91 US \$ y un costo total por 15 disparo un costo de 3 373,65 US \$.

Tabla 11*Costo de Limpieza*

Block	Volumen (m ³)	Toneladas (Tm)	Costo promedio (US\$/Tm)	Costo (US\$)
1	94,80	252,17	5,50	1 386,94
2	94,80	252,17	5,50	1 386,94
Costo total				2 773,88

En la Tabla 11, se indica los costos de limpieza del Block 1 y2, cuyo costo calculado fue de 2 773,88 US\$.



Tabla 12

Costo de sostenimiento

Materiales	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo US\$
Puntales de madera de 8 "ø	85	55,35	4 704,75
Puntales de madera de 7 "ø	70	51,40	3 598,00
Puntales de madera de 6 "ø	66	47,20	3 115,20
Pernos Split Set	80	10,15	812,00
Costo total			12 229,95

En la Tabla 12, se calculó los costos de materiales de sostenimiento, cuyo costo fue de 12 229,95 US\$.

Tabla 13

Costo de relleno detrítico

Block	Volumen (m³)	Toneladas (Tm)	Costo promedio (US\$/Tm)	Costo (US\$)
1	94,80	252,17	23,50	5 925,99
2	94,80	252,17	23,50	5 925,99
Costo total				11 851,98

En la Tabla 13, se precisa el costo de relleno detrítico utilizado, cuyo costo fue de 11 851,98 US\$.

Tabla 14

Equipos de perforación y otros: precios de empresas proveedoras.

Descripción	Marca	Cantidad (Unidades)	Costo Unidad (\$ US)	Costo Total (\$ US)
A) Equipos				
Perforadora tipo Jack Leg	RNP	02	4 876,00	9 752,00
Perforadoras tipo Stoper	RNP	02	4 758,00	9 516,00
Compresoras 75 HP	ATLAS CO	01	79 562,00	79 562,00
Winches eléctricos 25 HP	EIMCO	02	8 584,00	17 168,00
Locomotora a batería	DENVER	01	45 365,00	45 365,00
Carros mineros	DENVER	12	784,00	9 408,00
Equipo de soldadura		01	2 985,00	2 985,00
Balanza para pesar oro		02	159,00	318,00
Transporte de equipos			2 472,00	2 472,00
Sub total				176 546,00
B) Accesorios				
Barras cónicas de 4´		14	46,80	655,20
Barras cónicas de 5´		12	55,60	667,20
Barras cónicas de 6´		15	65,85	987,75
Brocas de 36 mm		30	15,60	468,00
Brocas de 38 mm		35	16,40	574,00
Tubos de PVC de 1" de ø (m.)		1 100	1,92	2 112,00
Tubos de PVC de 2" de ø (m.)		1 200	2,12	2 544,00
Tubos de PVC de 4" de ø (m)		900	3,18	2 862,00
Mangueras de jebe de 1/2" ø (m)		450	3,14	1 413,00
Mangueras de jebe de 1" ø (m)		400	4,42	1 768,00
Imprevistos 5%				702,41
Sub total				14 750,56
C) Herramientas y materiales				
Combos de 18 lb		02	30,36	60,72
Combos de 12 lb		04	18,75	75,00
Picos		10	11,25	112,50
Lampas		12	11,46	137,52
Carretillas		06	85,35	512,10
Martillos		02	6,84	13,68
Alicates		04	5,89	23,56
Llaves (juego)		02	38,72	77,44
Alambre N° 16 (kilos)		10	1,59	15,90
Imprevistos 5 %				51,42
Sub total				1 079,84
D) Vehículos				



Descripción	Marca	Cantidad (Unidades)	Costo Unidad (\$ US)	Costo Total (\$ US)
Camioneta 4*4	Toyota	01	46 750,00	46 750,00
Sub total	Hilux			46 750,00
Costo total				233 351,40

Tabla 15

Equipos de escritorio y otros

Descripción	Cantidad	Costo unidad (US\$)	Costo total (US\$)
Computadoras.	02	865,00	1 730,00
Impresoras	02	245,00	490,00
Muebles			900,00
Imprevistos. 15 %			468,00
Costo total			3 588,00

Tabla 16

Consolidado de inversión fija tangible.

Activos fijos	Valores (US\$)	Total (US\$)
Perforación	1 150,95	1 150,95
Voladura	3 373,65	3 373,65
Limpieza	2 773,88	2 773,88
Sostenimiento	12 229,95	12 229,95
Relleno detrítico	11 851,98	11 851,98
Equipos de perforación y otros	178 410,34	176 546,00
Accesorios	14 750,56	14 750,56
Herramientas y materiales	1 079,84	1 079,84
Vehículos	46 750,00	46 750,00
Equipos de escritorio y otros	3 588,00	3 588,00
Total		274 094,81



a) **Inversión fija intangible:** Los datos se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Consolidado de inversión fija intangible.

Descripción	Costo Total (\$ US)
Estudios de factibilidad económica	5 640,00
Trabajos de ingeniería	4 850,00
Organización y administración.	6 760,00
Puesta en marcha.	7 340,00
Total	24 590,00

b) **Capital de trabajo:** Los resultados se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Capital de trabajo.

Descripción	Costo Total (\$ US)
- Mano de obra directa.	13 024,73
- Mano de obra indirecta.	33 128,36
- Leyes sociales.	13 201,87
- Materiales directos	6 703,89
- Mantenimiento de equipos.	1 087,61
- Gastos de ventas.	3 195,56
- Gastos laborales.	8 877,01
- Derecho de vigencia.	300,00
- Imprevistos. 5 %	3 975,95
Total	83 494,98

RESUMEN DE LA INVERSIÓN:

Inversión fija tangible (\$ US)	:	274 095
Inversión fija intangible (\$ US)	:	24 590
Capital de trabajo (\$ US)	:	83 495



Total, de inversión (\$ US) : 382 180

4.3. ESTRUCTURA DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DEL TAJO 1020

La estructura de costos se especifica en la Tabla 19.

Tabla 19

Estructura de costos.

Tipo de cambio 1US\$ = 3,74

Rubros	Cantidad	Valor unitario	Incidencia (%)	(\$ US)
I. Costos de producción				71 052,25
1.1 Costos directos:				34 731,47
a) Mano de obra directa:		Jornal		13 024,73
Capataz.	3	85,00	25	511,36
Perforista.	3	75,00	100	1 804,81
Ayudantes.	3	65,00	100	1 564,17
Maestro de sostenimiento	2	75,00	100	1 203,21
Choferes	3	70,00	100	1 684,49
Operadores de equipos	2	75,00	100	1 203,21
Operadores de Planta	4	70,00	100	2 245,99
Laboratoristas	2	65,00	100	1 042,78
Peones.	4	55,00	100	1 764,71
Sub total				13 024,73
b) Leyes sociales:	101,36%			13 201,87
c) Materiales directos				6 703,89
Explosivos				2 756,75
Accesorios				1 635,46
Combustible				1 846,25
Energía				465,43
d) Imprevistos. 5 %				1 800,98
1.2 Costos indirectos				36 320,78
a) Mano de obra indirecta.		Sueldo		33 128,36
Gerente de Operaciones	1	12 000	100	3 208,56
Superintendente de Mina	1	9 500	100	2 540,11
Asistente de Mina	2	6 500	100	3 475,94
Jefe de Planeamiento	1	6 500	100	1 737,97
Jefe de guardia	3	4 500	100	3 609,63
Ingeniero de seguridad	1	5 500	100	1 470,59
Inspector de seguridad	3	4 000	100	3 208,56
Ingeniero geólogo	1	4 600	100	1 229,95



Rubros	Cantidad	Valor unitario	Incidencia (%)	(\$ US)
Asistente de geología	3	3 600	100	2 887,70
Jefe de topografía	1	4 000	100	1 069,52
Ayudante de topografía	3	3 000	100	2 406,42
Maestro mecánico	2	4 600	100	2 459,89
Ayudante de mecánica	2	2 600	100	1 390,37
Jefe de almacén	1	3 900	100	1 042,78
Ayudante almacén	2	2 600	100	1 390,37
b) Mantenimiento de equipos.	0,5%			1 087,61
c) Gastos indirectos.				375,25
Comunicaciones.				375,25
d) Imprevistos. 5 %	5%			1 729,56
Sub total				33 128,36
II. Gastos de operación	Cantidad			13 635,05
2.1 Gastos de ventas		Sueldo		3 195,56
Jefe de ventas	1	4 500		1 203,21
Secretaria	1	2 800		748,66
Auxiliar de embalaje	1	2 500		668,45
Transporte y envío				575,24
2.2 Gastos Generales y de Administración				10 439,49
a) Gastos laborales.		Sueldo		8 877,01
Jefe de recursos humanos	1	5 500		1 470,59
Contador público.	1	6 000		1 604,28
Jefe de relaciones comunitarias	1	4 600		1 229,95
Asistente social	1	4 000		1 069,52
Secretaria.	1	2 500		668,45
Asesor legal.	1	5 000		1 336,89
Chofer.	2	2 800		1 497,33
b) Derecho de vigencia.				300,00
c) Materiales y útiles de escritorio				765,36
e) Imprevistos.	5%			497,12

4.4. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

4.4.1. Ingresos

El ingreso se ha calculado en función a la ley del yacimiento de 6,58 g/t de oro de la Unidad Minera Capitana, cuya recuperación metalúrgica de oro fue de



71,50 %, con la producción obtenida en el Tajo 1020 fue de 504,34 t/mes y considerando los parámetros correspondientes se logró el siguiente ingreso:

Tasa de cambio. 1\$ US	:	S/. 3,74
Producción de oro Onz/año.	:	76,29 onzas-troy.
Cotización del oro.	:	1 895 US\$/oz-t.
Ingreso anual por venta	:	144 569,55 US\$

4.4.2. Costos

El cálculo de la estructura de costos de la explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa, se especifica en la Tabla 19.

4.4.3. Flujo económico

El flujo económico de la explotación del tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa, se especifica en la Tabla 20. El procedimiento del cálculo se realizó según el texto de proyectos de inversión (Walter, A.), para lo cual se ha considerado los datos de las Tablas 5 al 219.

4.4.4. Estado de pérdidas y ganancias

Los estados de pérdidas y ganancias, resultado de la explotación del Tajo 1020 se presentan en la Tabla 21. El procedimiento se calculó según el texto de proyectos de inversión (Walter, A.), para lo cual se ha considerado los datos de las Tablas 5 al 19.

4.5. INDICADORES DE RENTABILIDAD

4.5.1. Valor actual neto (VANE)

Los cálculos del Valor Actual Neto, resultado de la explotación del Tajo



1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa, se especifican en la Tabla 22, en donde el valor neto actualizado es de S/. 89 388,81 mensual, dicho valor indica que al utilizar el sistema de corte y relleno ascendente convencional en el Tajo 1020 es rentable.

4.5.2. Relación beneficio-costo (B/C)

Los cálculos de la relación Beneficio – Costo, del sistema de explotación del Tajo 1020, se especifica en la Tabla 23, cuyo resultado de 1,10 es mayor a 1, lo cual indica que la explotación aurífera con el sistema de corte y relleno ascendente convencional en el Tajo 1020 es rentable en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

4.5.3. Tasa interna de retorno (TIRE)

Los cálculos de la Tasa Interna de Retorno, se especifican en la Tabla 24, cuyo resultado es de 4,69 %, mensual, lo cual es mayor que la TMAR el mismo indica que la explotación, con el sistema de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020 es rentable en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

Tabla 20

Cálculo de Flujo Económico de la explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa (US\$).

RUBROS	Mes - 0	Mes - 01	Mes - 02	Mes - 03	Mes - 04	Mes - 05	Mes - 06
Ingresos		144 569,55	144 569,55	144 569,55	144 569,55	144 569,55	261 188,15
Ventas		144 569,55	144 569,55	144 569,55	144 569,55	144 569,55	144 569,55
Rec. Cap. de trabajo							83 495,00
Valor residual							33 123,60
Egresos	- 382 180	84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30
Inversiones	- 382 180						
Inv. Tangible	- 274 095						
Inv. Intangible	- 24 590						
Capital de trabajo	- 83 495						
Costos		84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30	84 687,30
Costos de producción		71 052,25	76 065,04	76 065,04	76 065,04	76 065,04	76 065,04
Gastos de operación		13 635,05	13 635,05	13 635,05	13 635,05	13 635,05	13 635,05
FLUJO ECONOMICO	(-382 180)	+ 59 882,25	+59 882,25	+59 882,25	+ 59 882,25	59 882,25	+ 176 500,85

Tabla 21

Estado de pérdidas y ganancias de la explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana (US\$).

RUBROS	Mes - 01	Mes - 02	Mes - 03	Mes - 04	Mes - 05	Mes - 06
Ingresos	144 569,55					
Costos directos	34 731,47	34 731,47	34 731,47	34 731,47	34 731,47	34 731,47
Costos indirectos	36 320,78	36 320,78	36 320,78	36 320,78	36 320,78	36 320,78
Gastos de ventas	3 195,56	3 195,56	3 195,56	3 195,56	3 195,56	3 195,56
Gastos generales y administrativos	10 439,49	10 439,49	10 439,49	10 439,49	10 439,49	10 439,49
Total de costos	84 687,30					
Renta bruta	59 882,25	59 882,25	59 882,25	59 882,25	59 882,25	59 882,25
Impuesto a la renta (30%)	17 964,68	17 964,68	17 964,68	17 964,68	17 964,68	17 964,68
Utilidad Neta	41 917,57					

Tabla 22

Valor Actual Neto (VANE)

Tasa de cambio : 1 \$ US = S/. 3,74

Mes	Flujo Económico US\$	Flujo Económico (en soles)	f.s.a. 4%	Flujo Neto Actualizado
00	- 382 180,00	- 1 429 353,20	100,000	- 1 429 353,20
01	59 882,25	223 959,62	0,961538	215 345,69
02	59 882,25	223 959,62	0,924556	207 063,21
03	59 882,25	223 959,62	0,889047	199 110,63
04	59 882,25	223 959,62	0,854810	191 442,92
05	59 882,25	223 959,62	0,821929	184 078,91
06	176 500,85	660 113,18	0,790320	521 700,65
			VANE=	1 518 742,01
				S/.89 388,81

Tabla 23

Relación Beneficio – Costo Económico (B/C)

Tasa de cambio: 1 \$ US = S/. 3,74

Mes	f.s.a. 4%	Beneficios	Costos	Beneficios Actualizados	Costos Actualizados
00	1,00000	-----	1 429,35	-----	1 429,35
01	0,961538	540,69	316,73	519,89	304,55
02	0,924556	540,69	316,73	499,89	292,83
03	0,889047	540,69	316,73	480,69	281,59
04	0,854810	540,69	316,73	462,19	270,74
05	0,821929	540,69	316,73	444,41	260,33
06	0,790320	976,84	316,73	772,02	772,02
				3 179,09	3 015,27
				B/C= 1,10	

Tabla 24

Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

(En miles de soles)

Mes	Flujo Neto Económico	f.s.a. 4%	Flujo Neto Actualizado	f.s.a. 5%	Flujo Neto Actualizado
00	- 1 429,35	1,000000	- 1 479,51	1,000000	- 1 479,51
01	223,96	0,961538	215,35	0,952381	213,29
02	223,96	0,924556	207,06	0,907029	203,14
03	223,96	0,889047	199,11	0,863856	193,47
04	223,96	0,854810	191,44	0,822707	184,25
05	223,96	0,821929	184,08	0,783527	175,48
06	660,11	0,790320	521,69	0,746269	492,62
			+ 39,22		- 17,26
				TIRE=	4,69 %

$$\text{Fórmula para calcular: } TIRE = i_1 + \frac{00-(FNA)1}{(FNA)2-(FNA)1} (i_2 - i_1) \times 100$$

$$\text{TIRE} = 4,69 \%$$



4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CON OTRAS FUENTES

En el presente estudio de investigación mediante la evaluación económica del método de explotación de corte y relleno ascendente convencional en el Tajo 1020 se obtuvo los siguientes indicadores de rentabilidad: $VANE = S/. 89\,388,81$; $TIRE = 4,69\%$ y $B/C) = 1,10$ en la Unidad Minera Capitana. – Arequipa. Estos resultados son similares al estudio realizado por Coila (2016), en donde mediante la metodología de la evaluación económica del método de explotación, concluyó que se obtuvo los siguientes indicadores económicos: $VANE = S/. 11\,755\,120,12$, $TIRE = 75\%$, y $B/C = 1,30$ en la Empresa Minera Aurífera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa.

En el presente trabajo de investigación mediante la evaluación económica del sistema de explotación de corte y relleno ascendente convencional en el tajo 1020, se ha obtenido los siguientes indicadores: $VANE = S/. 89\,388,81$ $TIRE = 4,69\%$ y $B/C) = 1,10$, en la Unidad Minera Capitana. – Arequipa. Estos resultados son similares al estudio realizado por Ramos (2022), en donde mediante la metodología de la evaluación económica del método de explotación concluyó que se obtuvo los siguientes indicadores económicos: $VANE: S/. 985\,636,2$, $TIRE: 27,95\%$ y $B/C): 1,15$, en la Empresa Minera Arapa S.A.C. – Arequipa.



V. CONCLUSIONES

- Mediante la evaluación económica del método de explotación de corte y relleno Ascendente del tajo 1020, los costos de explotación fueron de 71 052,25 US\$ para obtener un ingreso de 144 569,55 US\$ americanos mensuales en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- Mediante la evaluación económica del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional en el Tajo 1020, se determinó el nivel de rentabilidad del sistema de explotación, obteniendo los siguientes resultados: Valor Actual Neto Económico (VANE) = S/.89 388,81, Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) = 4,69 % mensual y la Relación Beneficio – Costo (B/C) = 1,10 dichos resultados indican la rentabilidad de explotación del Tajo 1020 de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- Mediante la evaluación económica de la explotación del tajo 1020 y el cálculo del flujo económico, se determinó que la inversión realizada se recuperará en un periodo de 6,40 meses y posterior a ello será la ganancia para la Unidad Minera Capitana – Arequipa.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar la Evaluación Económica – Financiera con la aplicación del método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- Determinar los costos totales de la producción aurífera y los ingresos con el método de corte y relleno ascendente mecanizado en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.
- Realizar estudios para minimizar los costos de producción aurífera y mejorar los beneficios económicos en la Unidad Minera Capitana – Arequipa.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andia, W. (2009). *Formulación y evaluación de Proyectos de Inversión*.
- Coila, J. (2016). *Evaluación Económica y Financiera para determinar la rentabilidad de la Explotación aurífera en la Unidad Minera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. Obtenido de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6502>
- Córdoba, M., (2008). *Formulación y evaluación de Proyectos*.
- Gómez, F. (2002). *Análisis y Propuesta Técnico Económico en las operaciones mineras de la Corporación Minera Ananea S.A. – Puno*.
- Lira, B. (2013). *Evaluación de proyectos de inversión (Primera)*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- López, C. (2005), *Manual de evaluación técnico económico de proyectos mineros*.
- López, Q. (2016). *Viabilidad Económica Financiera del minado de la Veta Chaparral del yacimiento aurífero San Francisco Golder River Resources S.A.C. –Arequipa*.
- Llanque, M. (2011). *Minería Subterránea y casos prácticos*, 2da edición.
- Mamani, G. (2019). *Planeamiento de minado para el método de corte y relleno ascendente convencional en la veta Aricato de la Unidad Operativa Lomuya Rey de Oro - Sandia, Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. Obtenido de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12429>
- Naranjo N. (2005). *Modelo de riesgo para la evaluación económico financiera de proyectos minero. Minas*.
- Pally, G. (2016). *Determinación de la rentabilidad mediante la evaluación de costos unitarios e inversiones en la explotación aurífera de la Empresa Minera CORI PUNO S.A.C*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. Obtenido de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7286>
- Sánchez, J. (2002). *Análisis de Rentabilidad de la empresa*.

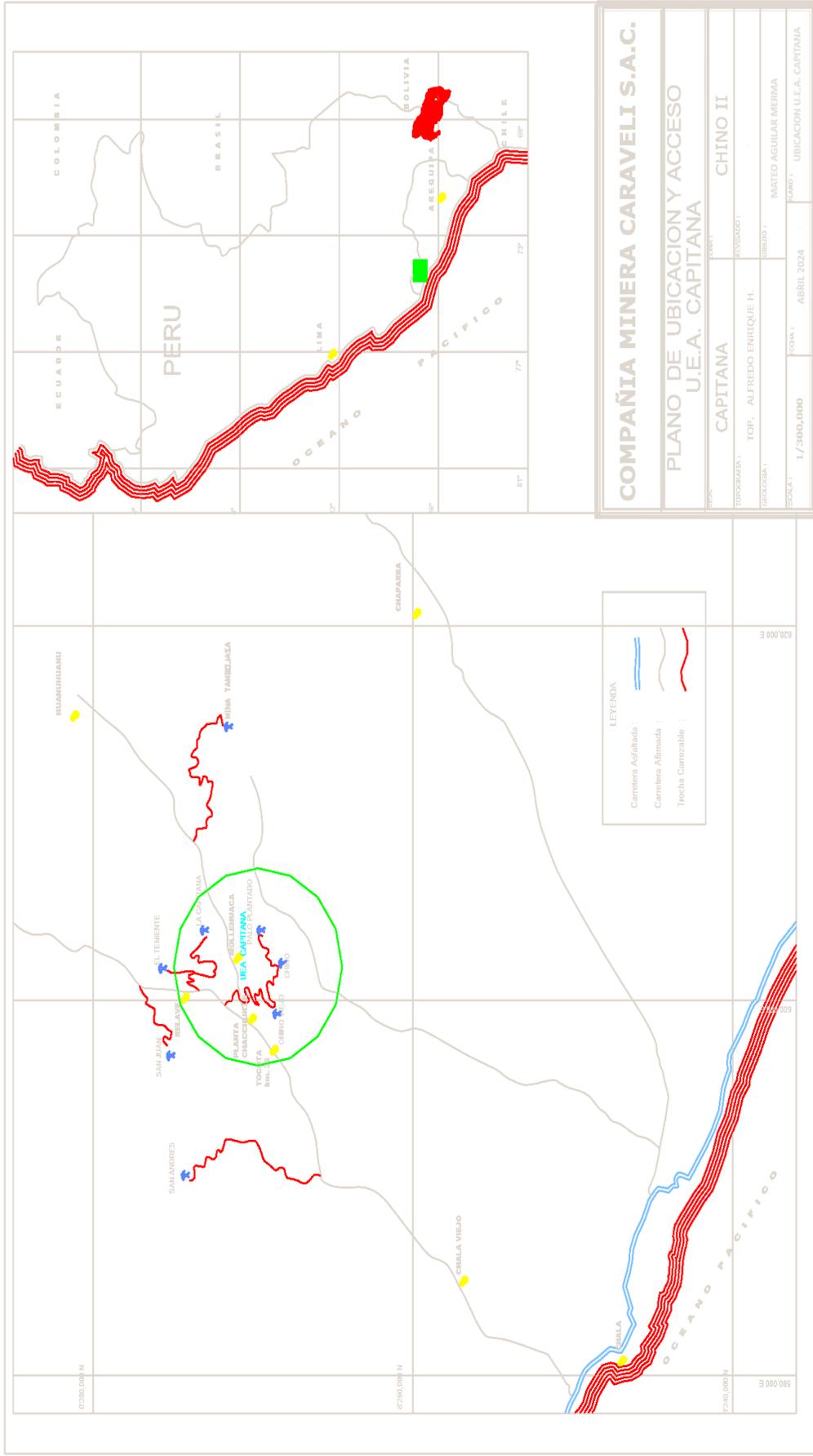


- Sucasaca, P. (2018). *Incremento de la producción del mineral en los tajeos Carlota y San José mediante el método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado en la minera Arirahua S.A. – Arequipa*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. Obtenido de:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11105>
- Torres, C. (2014). *Grupos económicos y bonanza minera en el Perú*.
- Yupanqui, C. (2009), *Formulación de Proyectos en Computadora con Excel*, Lima Ed. Yupanqui Cayoja.



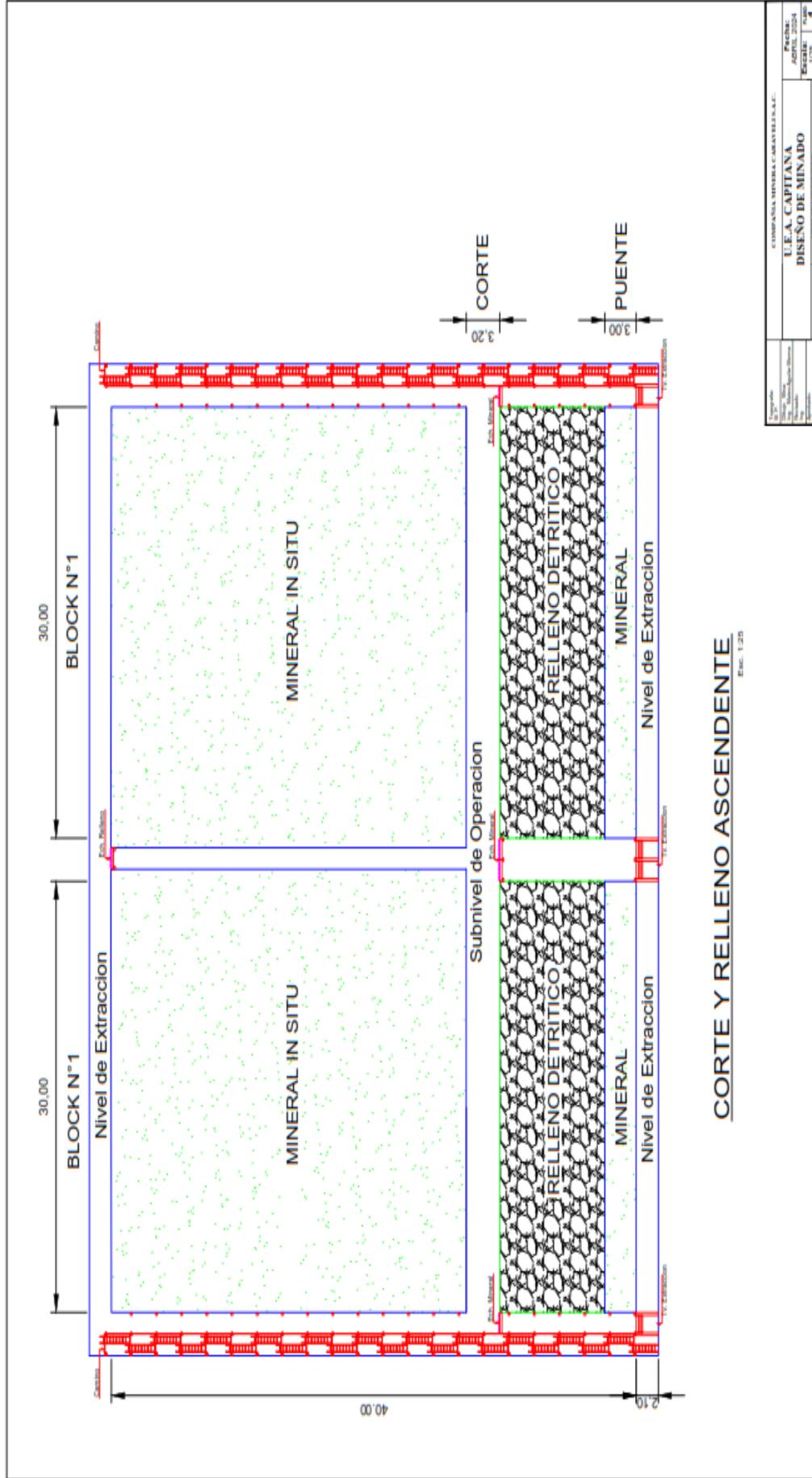
ANEXOS

ANEXO 1.



Ubicación de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.

ANEXO 3. Plano de minado de la Unidad Minera Capitana – Arequipa.





DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo MATEO PERCY AGUILAR MERMA
identificado con DNI 80670915 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN ECONOMICA DEL METODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL
EN EL TAJO 1020 PARA LA RENTABILIDAD DE EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD MINERA
CAPITANA - AREQUIPA ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 05 de JULIO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo MATEO PERCY AGUILAR MERMA
identificado con DNI 80670915 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN ECONOMICA DEL METODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL EN EL TAJO ID20 PARA LA RENTABILIDAD DE EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD MINERA CAPITANA - AREQUIPA ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 05 de JULIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella