UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

"EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020"

TESIS

PRESENTADO POR:

BACH. CESAR DIEGO YUCRA TORRES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2020

Folio N° 037

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Según Resolución de Comisión Organizadora N° 004-2021-UNAM.

El Jurado Dictaminador ha calificado la defensa de la tesis:

TITULADA:

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA - ITE, 2020.

Asesor Principal:

MSc. CHRIST JESÚS BARRIGA PARIA

Asesor Externo:

.....

Tesista:

Bachiller CESAR DIEGO YUCRA TORRES

Dictamina como: APROBADO por UNANIMIDAD

La defensa del tema de investigación aprueba con nota: Catorce (14)

Por lo que SI opta el Título Profesional de Ingeniero de Minas.

Siendo las 09:20 horas a los 18 días de enero del año 2021 se procede a la firma con conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA - EPIM -

Presidente

Mgr. Jorge Luis Tomas Florez Salas

Primer Miembro

MSc. Osmar Cuentas Toledo

Segundo Miembro

Ing. Martín Mario Arocutipa Gonza

Bachiller

Bachiller Cesar Diego Yucra Torres

Datos Generales

Título:

"EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020."

Presentado por:

Bach. Cesar Diego Yucra Torres.

Lugar de Investigación:

Segmento Pacocha - Ite.

Asesor:

MSc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria.

Jurados:

Presidente: Mgr. Ing. Jorge Luis Tomas Florez Salas.

Primer miembro: MSc. Osmar Cuentas Toledo.

Segundo Miembro: Ing. Martin Mario Arocutipa Gonza.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas por sus sacrificios y apoyo incondicional en mi formación como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Debo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, que mediante sus catedráticos pude adquirir los conocimientos para lograr mi formación profesional.

Dar mi gratitud y agradecimiento a Cía. Minera Chaspaya S.A.C. y en especial al Ing. Javier Leonardo Salazar Muñoz, por su apoyo incondicional a los jóvenes profesionales, brindándome la oportunidad y autorización para la realización del presente trabajo.

Muy especialmente debo expresar mi inmensa gratitud a mis padres, Cirilo y Victoriana, como a mis hermanas Luz Marina y Ana Mónica por su apoyo invaluable para lograr mis objetivos.

Finalmente debo de manifestar mi agradecimiento y reconocimiento a mi asesor MSc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria y los jurados por sus tan valiosos aportes y mejoras al presente trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar la rentabilidad de los pequeños productores mineros Pacocha-Ite mediante instalación de una planta de sulfato de cobre y demostrar el incremento rentabilidad de los PPM de Pacocha-Ite con la propuesta de instalación de la planta de sulfato de cobre. Por tal razón se evaluó un área de 1,375 Km^2 donde se identificaron áreas con potenciales geológicos mineros de cobre, mediante mapas estructurales, geológicos, geofísicos, teledetección, entre otros, donde solo se tomó a 5 concesiones mineras para la evaluación, por encontrarse en la facultad de poder realizar actividad de explotación minera y abastecer a la planta de sulfato. Evaluando la rentabilidad de los 5 PPM, sin planta de sulfato de cobre y con planta de sulfato de cobre, tomando en cuenta los indicadores de rentabilidad de VAN, TIR y B/C se concluyó que la rentabilidad de los PPM se incrementará con la instalación de la planta de sulfato de cobre mediante la comprobación de hipótesis con un nivel de significancia del 5%, además se determinó que el factor de costos de transporte afecta directamente en la rentabilidad de los pequeños productores mineros. Finalmente se recomienda evaluar a otros productores mineros de cobre que podrían verse impactados positivamente con la planta de sulfato de cobre y evaluar la posibilidad de instalar una planta de recuperación del oro.

ABSTRACT

The present research work has like main objective to evaluate the profitability of small mining producers of the Pacocha-Ite Segment through installing copper sulfate factory and checking if the profitability of small mining producers increases with the proposal of installing copper sulfate factory. For this reason, an area of 1,375 Km^2 were evaluated. In that areas geological mining potentials were identified with the help of maps to structural, geological, geophysical, remote sensing, and others; where 5 mining concessions were evaluated because they could do mining activity and supply ore mineral to the copper sulfate factory. The 5 small mining producers were evaluated, without copper sulfate factory and with copper sulfate factory and consider the profitability indicators of VAN, TIR and B/C, it was concluded that the profitability of the small mining producers increase with the installation of the copper sulfate factory by testing hypotheses with a significance level of 5%, in addition, in the present work was determined that the cost factor affects in the profitability of the small mining producers. Finally, it is recommended to evaluate other small mining producers that could positively impacted by the copper sulfate factory, and evaluate the possibility the installing a gold factory.

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN.....1

Descripción y formulación del problema.....2

Antecedentes.....4

Objetivo general.....10

Objetivos específicos.....10

Justificación.....10

Importancia.....11

Hipótesis general.....12

Hipótesis especifica.....12

CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO.....13

Bases teóricas.....13

Generalidades del área de estudio.....21

Generalidades de planta de sulfato de cobre.....33

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA.....37

Tipo y nivel de investigación.....37

Ámbito temporal y espacial.....40

Población y muestra.....41

Instrumentos.....42

Procedimientos.....43

Análisis de datos.....44

CAPÍTULO IV - RESULTADOS.....45

Evaluación de rentabilidad sin planta de sulfato de cobre.....45

Evaluación de rentabilidad con planta de sulfato de cobre.....92

Evaluación de planta de sulfato de cobre.....107

CAPÍTULO V – DISCUSIÓN DE RESULTADOS 125

Resultados obtenidos 125

Evaluación de hipótesis general 125

Verificación de la primera hipótesis específica 129

Verificación de la segunda hipótesis específica 131

CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES 133

CAPÍTULO VII - RECOMENDACIONES 138

CAPÍTULO VIII - REFERENCIAS 139

ANEXOS 139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Precios referenciales sulfato de cobre en US$/Kg 35

Tabla 2 - Operacionalización de variables 39

Tabla 3 - Coordenadas del área de trabajo de investigación..... 40

Tabla 4 - Accesibilidad al área de investigación..... 41

Tabla 5 - Costo de perforación y voladura - Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 46

Tabla 6 - Costos operaciones mina - Cía. Minera Chaspaya S.A.C 47

Tabla 7 - Costo servicios auxiliares - Cía. Minera Chaspaya S.A.C 48

Tabla 8 - Costo de carguío y manipulación – Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 48

Tabla 9 - Costos de seguridad - Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 49

Tabla 10 - Costos de transporte - Cía. Minera Chaspaya S.A.C 50

Tabla 11 - Costos de exportación - Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 51

Tabla 12 - Resumen costos operativos - Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 51

Tabla 13 - Leyes de cobre secuencial - Cía. Minera Chaspaya S.A.C 52

Tabla 14 - Inversión - Cía. Minera Chaspaya S.A.C..... 53

Tabla 15 - Flujo económico - Cía. Minera Chaspaya S.A.C 54

Tabla 16 - Costo perforación - Captu Uno..... 56

Tabla 17 - Costos operaciones mina - Captu Uno..... 57

Tabla 18 - Costos servicios auxiliares - Captu Uno..... 58

Tabla 19 - Costos de carguío y manipulación - Captu Uno 59

Tabla 20 - Costo de seguridad - Captu Uno..... 59

Tabla 21 - Costo de transporte - Captu Uno 60

Tabla 22 - Resumen de costos operativos - Captu Uno..... 60

Tabla 23 - Inversión – Captu Uno 61

Tabla 24 - Flujo económico - Captu Uno..... 63

Tabla 25 - Costo de perforación y voladura concesión minera - Korybank..... 65

Tabla 26 - Costos operaciones mina - Korybank.....66
Tabla 27 - Costo de carguío y manipulación de mineral - Korybank.....66
Tabla 28 - Costos de seguridad - Korybank.....67
Tabla 29 - Resumen de costo - Korybank.....67
Tabla 30 - Inversión - Korybank.....68
Tabla 31 - Evaluación económica Korybank.....70
Tabla 32 - Costo de perforación y voladura - Cinthia de Tacna.....72
Tabla 33 - Costos operaciones mina - Cinthia de Tacna.....73
Tabla 34 - Costo de servicios auxiliares - Cinthia de Tacna.....74
Tabla 35 - Costo de seguridad - Cinthia de Tacna.....75
Tabla 36 - Costo de transporte - Cinthia de Tacna.....75
Tabla 37 - Resumen de costos - Cinthia de Tacna.....76
Tabla 38 - Inversión - Cinthia de Tacna.....77
Tabla 39 - Flujo económico Cinthia de Tacna.....78
Tabla 40 - Costo de perforación y voladura - Corvinon 002.....81
Tabla 41 - Costos de operaciones - Corvinon 002.....81
Tabla 42 - Costos de servicios auxiliares - Corvinon 002.....82
Tabla 43 - Costos de carguío y manipulación - Corvinon 002.....83
Tabla 44 - Costo de seguridad - Corvinon 002.....83
Tabla 45 - Resumen de costos operativos - Corvinon 002.....84
Tabla 46 - Inversión - Corvinon 002.....85
Tabla 47 - Flujo económico - Corvinon 002.....87
Tabla 48 - Resumen de costos operacionales.....90
Tabla 49 - Resumen porcentual de los costos operacionales.....91
Tabla 50 - Resumen indicadores financieros.....92
Tabla 51 - Tiempos transporte – Cía.Minera Chaspaya S.A.C.....94

Tabla 52 - Nuevo flujo económico – Cía.Minera Chaspaya S.A.C. 96

Tabla 53 - Nuevo flujo económico – Captu Uno 98

Tabla 54 - Nuevo flujo económico - Korybank 100

Tabla 55 - Nuevo flujo económico Cinthia de Tacna 102

Tabla 56 - Nuevo flujo económico - Corvinon 002 104

Tabla 57 - Resumen de indicadores financieros 106

Tabla 58 - Inversión planta de sulfato de cobre 118

Tabla 59 - Resumen de producción y costos de minado 119

Tabla 60 - Resumen de costos operaciones planta de sulfato 120

Tabla 61 - Precio FOB del sulfato de cobre 122

Tabla 62 - Precio internacional de cobre 122

Tabla 63 - Parámetros de evaluación planta de sulfato de cobre 123

Tabla 64 - Evaluación flujo económico planta de sulfato 124

Tabla 65 - Variación de los indicadores financieros 125

Tabla 66 - Resumen de distancias y costos de transporte 127

Tabla 67 - Análisis de sensibilidad 127

Tabla 68 - Estadístico de prueba de normalidad 129

Tabla 69 - Estadístico de prueba de homogeneidad 130

Tabla 70 - Estadístico de prueba de segunda hipótesis 134

Tabla 71 - Prueba estadística de segunda hipótesis especifica 135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Relación general entre resultados de exploración, recursos y reservas minerales 19

Figura 2 - Mapa de control estructural 22

Figura 3 - Localización de IOCG ricos en cobre, principales yacimientos en Perú y Chile 27

Figura 4 - Evolución tectonomagmática de las subprovincias metalogénicas mesozoicas 28

Figura 5 - Cronología de los principales IOCG mesozoico 29

Figura 6 - Modelo de faces de alteración alcalina de óxidos de hierro 30

Figura 7 – Model builder 108

Figura 8 – Criterio de áreas restringidas 109

Figura 9 - Criterio de pendientes 111

Figura 10 - Criterio de fallas geoloógicas 112

Figura 11 - Diagrama de flujo en el decantador del proceso de SX de cobre ... 115

Figura 12 - Esquema de cristalización 116

Figura 13 - Precio internacional del cobre vs precio del sulfato de cobre 121

Figura 14 - Variación de B/C 126

Figura 15 - Variación de TIR 126

Figura 16 - Análisis de sensibilidad del VAN 128

Figura 17 - Gráfico de región de aceptación o rechazo Hipótesis principal 132

Figura 18 - Gráfico región aceptación o rechazo, primera hipótesis especifica 133

Figura 19 - Veta Flor Nv.658 – El Nuevo Sureño 152

Figura 20 - Veta Flor Nv.615 – El Nuevo Sureño 152

Figura 21 - Acumulación de mineral - El Nuevo Sureño 153

Figura 22 - Veta Fiorella Nv. 585 – Captu Uno 153

Figura 23 - Veta Fiorella Nv. 619 – Captu Uno 154

Figura 24 - Veta Fiorella - Captu Uno 154

Figura 25 - Veta Santa Rosa – Korybank..... 155

Figura 26 - Veta Santa María - Korybank..... 156

Figura 27 - Winche de izaje – Cinthia de Tacna..... 156

Figura 28 - Pique – Cinthia de Tacna..... 157

Figura 29 - Veta – Cinthia de Tacna 157

Figura 30 - Vista panorámica – Cinthia de Tacna 158

Figura 31 - Veta – Corvinon 002 158

Figura 32 - Mineral acumulado – Corvinon 002..... 159

Figura 33 - Vista panorámica – Corvinon 002 159

LISTA DE ABREVIATURAS Y NOMENCLATURAS

VAN : Valor Actual Neto.

TIR : Tasa Interna de Retorno.

B/C : Coeficiente beneficio/costo.

TMAR : Tasa Mínima de Actualización de Rentabilidad.

Capex : Inversión capital.

PBI : Producto Bruto Interno.

PPM : Pequeño Productores Mineros.

%Cu : Porcentaje de ley de cobre.

NO-SE : Noreste-Sureste.

ENAMI : Empresa Nacional de Minería.

INGEMMET : Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

SIICEX : Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior.

SUNAT : Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

ZED-ILO : Zona Especial de Desarrollo Ilo.

S.A.C. : Sociedad Anónima Cerrada.

IOCG : Depósitos de óxidos de hierro con cobre y oro.

IOA : Iron Oxide Apatite.

GSD : Ground Sampling Distance.

GPS : Sistema de Posicionamiento Global.

UTM : Universal Transversal de Mercator.

Ma : Millones de años.

Nt : Nanotesla.

TM : Toneladas métricas.

Yd^3 : Yardas cúbicas.

Hp : Caballos de fuerza.

US$: Dólares Americanos.

HH. : Horas Hombres.

Ha : Hectárea.

Par. : Pares.

EIAsd : Estudio de Impacto Ambiental semidetallado.

IGAFOM : Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización Minera.

EPP : Equipos de Protección Personal.

SX : Extracción por solvente.

PLS : Solución lixiviada cargada.

RAFF : Fase acuosa empobrecida en cobre.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación de evaluación de rentabilidad mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre, de producción de cobre de pequeños productores mineros dentro del segmento Pacocha – Ite; se da como parte de poder evaluar la mejora de rentabilidad de los pequeños productores mineros de cobre con la instalación de una planta de sulfato de cobre, conociendo la variación de los indicadores financieros y de esta forma fomentar y dar a conocer que estas vetas dentro del área de estudio son rentables para su explotación.

Por tal motivo en el 2020 se da inicio a la evaluación económica de 5 pequeños productores mineros de cobre que vienen o han realizado trabajos de explotación de vetas de cobre dentro del segmento Pacocha – Ite, posterior a esto se realiza otra evaluación económica con la alternativa de una planta de sulfato de cobre más cerca a estos productores mineros, con el fin de evaluar si se maximiza la rentabilidad de estos pequeños productores mineros.

De esta forma el presente trabajo de investigación se divide en:

Capítulo I, detalla la descripción, formulación y antecedentes del problema, también se dan a conocer los objetivos principales y específicos además de la justificación e importancia del trabajo de investigación.

Capítulo II, menciona las bases teóricas resaltantes para apoyar y mejorar el conocimiento y entendimiento del lector, además de definición de términos.

Capítulo III, se presenta el marco metodológico que se ha utilizado en el presente trabajo de investigación, indicando las variables de estudio como también la determinación de la población y muestra.

Capítulo IV, se describen y analizan los 5 pequeños productores mineros con y sin planta de sulfato de cobre más cercanos a ellos, comparándolos en indicadores de rentabilidad como el VAN, TIR, B/C; posteriormente en el Capítulo V se realiza la evaluación de hipótesis haciendo uso de la distribución del t de Student para luego en el Capítulo VI se determinan las conclusiones y finalmente en el Capítulo VII se dan a conocer las recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos, además en el Capítulo VIII se muestran las referencias bibliográficas usadas en el presente trabajo y en el Capítulo IX los anexos, tales como los mapas, fotografías, entre otros.

1.1. Descripción y formulación del problema

La rentabilidad de una mina está estrictamente ligada por los costos operativos, ley de mineral y el precio del metal o mineral, es así que en el 2015 el precio del cobre llega a caer en sus niveles más bajos, por debajo de 2 US$/Lb, con esto los más afectados fueron los países de Chile, China, Perú y EEUU, por ser los mayores productores de cobre, por lo que en ese año varias minas del estrato de gran minería tuvieron que cerrarse debido a que el precio internacional del cobre no cubría sus costos operativos y muchas de ellas en el afán de reducir estos costos, comienzan con la reducción de personal. En la pequeña minería es aún más sensible respecto al precio internacional del cobre además de que sus costos operativos son mucho más elevados, por tal razón la pequeña minería del cobre muchas veces solo trabaja para el día a día.

En el Perú si hablamos de pequeña minería rápidamente pensamos en el oro, debido a que el 15% de oro producido en el Perú es proveniente de la pequeña minería, pero el oro es un metal muy estable económicamente y las leyes de oro en el Perú explotadas por los PPM (Pequeños Productores Mineros) son altas, por lo que fácilmente cubren sus costos operativos, y les generan buena

rentabilidad, prueba de ello es la informalidad que existe actualmente como en los centros mineros de Puno denominado “La Rinconada”, en Arequipa “Secocha” y Madre de Dios en las zonas Huepetube-Caychive. Pero en el caso de la pequeña minería del cobre es diferente ya que el precio del cobre, generalmente no cubren los costos operativos, por tal razón no existen clústeres de pequeña minería del cobre por tal motivo este metal es poco trabajada por los PPM, a pesar de haber recursos aflorantes en diversas partes del Perú. En el contexto regional tenemos el yacimiento Cuajone que actualmente viene siendo explotada y otros yacimientos como Quellaveco en etapa de construcción y el yacimiento Los Calatos que se encuentra en la etapa de exploración y estudios de ingeniería, de los mencionados anteriormente, sus leyes de cobre son menores a 1% Cu, pero su productividad es a escala de gran de minería, produciendo así por ejemplo Cuajone 16.8 millones de libra de cobre en el primer trimestre del 2020 y teniendo sus costos operativos de 1.5 US$/TM, de esta forma tienen rentabilidades considerables, por el volumen de material movido y costos operativos bajos; para el caso de los PPM sus costos operativos se encuentran entre 40 US$/TM y 50 US$/TM, con leyes de entre 2% y 4% de cobre, leyes mucho más mayores respecto a los de la gran minería, pero no lo suficiente para generar considerables rentabilidades debido a sus elevados costos operativos.

A nivel local tenemos evidencias de varias vetas de cobre trabajadas dentro del segmento Pacocha - Ite como hace mención INGEMMET (2010) de las minas de Valparaíso, Santiago, Sicatilla, Cerro Piedra Grande, Cerro Carnaval y Cerro Pelado todas ellas ubicadas dentro del área de estudio, donde el INGEMMET caracterizó la mineralización de la cordillera de la costa y evaluó el potencial económico de estos yacimientos minerales.

Sin embargo, estas minas mencionadas en el trabajo del INGEMMET y en los antiguos reportes históricos que se poseen, en su mayoría están abandonadas

y otras siendo explotadas con mínimos márgenes de rentabilidad, principalmente porque sus costos de acarreo de mineral hacia las plantas de beneficio, representan más del 50% de sus costos operativos, estas plantas de beneficio se encuentran a un promedio de 400 kilómetros de distancia, ubicadas las más cercanas en el distrito de Socabaya del departamento de Arequipa en Perú o en la región de Arica en Chile; todo ello nos lleva a plantear las siguientes interrogantes:

Problema general

¿Cuál es la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite con la instalación de una planta de sulfato de cobre?

Problemas específicos

¿Cómo determinaremos la rentabilidad comparativa con y sin proyecto, para evaluar el porcentaje de beneficio?

¿Cuáles son los factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite?

1.2. Antecedentes

Antecedentes internacionales

En el contexto internacional, según Chaparro (2011) estima que la pequeña minería crea divisas en América Latina por 2,520 millones y 2,880 millones de dólares por mes (p.12). Por ello países como Chile han apostado por la pequeña minería, apoyando a los pequeños productores mineros con la construcción de accesos, redes de servicios e infraestructura, y principalmente con la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), que tiene su principal función de fomentar el desarrollo integral de la pequeña y mediana minería. Una de las formas de cumplir esa función es disponiendo de instalaciones de compra de

minerales, es así que ENAMI cuenta con 17 plantas de beneficio distribuidas estratégicamente en todo Chile, comprando en promedio anual de 1,000 millones de dólares en mineral; de esta forma Chile ha impulsado la pequeña minería, además de mejorar sustancialmente la rentabilidad de los pequeños mineros acercando las plantas de beneficios hacia los PPM, con esto principalmente disminuyen los costos de transporte.

Tabilo (2012) en su tesis “Viabilidad del Proyecto ANICO”, de la Universidad de Chile , departamento de Ingeniería de Minas, realiza la evaluación técnico económica del proyecto Minero-Metalúrgico Anico; consiste en una planta de beneficio de minerales oxidados de cobre, productora de cristales de sulfato de cobre pentahidratado, en base al abastecimiento de minerales de las pertenencias mineras “ANICO 1/5”, para ello realiza una evaluación económica de la mina Anico, luego de la planta Puerto Oscuro y posteriormente realiza la evaluación técnica económica; concluyendo que la mina es viable solo con la planta de beneficio, debiendo además buscar todas las fuentes de mineral cercanas a la planta de beneficio dando prioridad las minas ubicadas en las cercanías de la planta (p.3).

De acuerdo con Mora (2018) en la provincia de El Oro del país de Ecuador, tiene como sus principales actividades la agricultura y el comercio, sin embargo, también es una de las provincias más representativas del sector minero, siendo estas actividades sus principales características por ser artesanales y de pequeña minería, las mismas que han generado dinamismo en la economía de la provincia. Siendo así que en el 2015 obtuvo el mayor aporte al PBI nacional con US$ 3,331,274.83 representando el 3.58%; además la pequeña minería incremento la inversión en el sector minero en un 138.43%. En consecuencia, por la pequeña actividad minera en la provincia de El Oro se generó por conceptos de regalías, patentes e ingresos por autogestión un aproximado de US$ 23,990,066.19 desde

el 2014 al 2016. Por lo tanto, podemos notar que la pequeña minería en la provincia de El Oro tuvo un impacto positivo en la economía del país de Ecuador.

Antecedentes nacionales

Morales (2015) menciona que, en la zona sur del Perú, se tiene importantes cantidades de mineral oxidado de cobre y estas por lo general son tratados en plantas de cemento de cobre, el costo de inversión para este tipo de planta es menor, pero el costo operativo es considerablemente mayor además de tener mayor impacto en el medio ambiente, al no recircular la solución acida, generando de esta forma relaves mineros, además de obtener un concentrado final al 80% de contenido de cobre, mientras que para el sulfato de cobre, la solución acida siempre está en recirculación y no genera relaves mineros, los costos operativos son menores, el producto final solo llega a una concentración del 25% de contenido de cobre por otra parte el sulfato de cobre tiene un mercado diferente al cobre catódico, por lo que el precio del sulfato de cobre como producto final es estable y no es proporcional al precio internacional del cobre catódico, lo que da mayor estabilidad a los pequeños productores mineros y mediana minería (p.2).

Pally (2017) determina la rentabilidad de la empresa haciendo análisis de los costos unitarios y los costos de inversión, de esta forma ha evaluado los costos de perforación, voladura, carguío, acarreo y servicios auxiliares, también considero los costos de inversión, finalmente pudo determinar la rentabilidad de la empresa calculando los indicadores de un VAN=S/18,558.30 y un TIR = 40% (p.10). En esta tesis solo se limita a determinar la rentabilidad de la empresa, mas no realiza un análisis si se puede mejorar o incrementar esta rentabilidad, o si estos indicadores son los esperados por la empresa, por tal motivo en el presente proyecto de tesis se propone evaluar la rentabilidad resultante en base a la instalación de una planta de sulfato de cobre.

Condori (2016) detecta que existe problemas en el transporte de material en la U.M. Corihuarmi, por no tener un estándar en el diseño de vías, lo que generaba perdidas por el ciclo de transporte y sobredimensionamiento de flota, uso el método de hipotético deductivo, y su objetivo era el de determinar cómo influye la aplicación de un estándar en el diseño de vías, concluyendo que la aplicación de estándares de vías permite reducir los ciclos de transporte y correcto dimensionamiento de equipos, optimizando el costo unitario de transporte (p.11).

Miranda (2019) en la mina Contonga subterránea, percibe que los costos de transporte se elevan a medida que la distancia es mayor, para ello toma datos de tiempos y modelos económicos, siendo una investigación aplicada nivel descriptivo, y realiza una evaluación de transporte con volquete o locomotora, concluyendo que para la optimización del costo de transporte se dio por elegir el sistema mecanizado con volquetes de 25 TM (p.9). Podemos darnos cuenta que el costo de transporte a mayor distancia, mayor es su costo influyendo directamente en la maximización de la rentabilidad.

López (2017) realizó la evaluación para determinar la viabilidad económica y financiera para determinar la explotación de la veta Chaparral, perteneciente a la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Dando como resultado un valor actual neto sin proyecto de US$22,802.90 y con proyecto US$156,830.18; indicador financiero de la tasa interna de retorno sin proyecto 19.22% y con proyecto de 133.81%, concluyendo que el proyecto es viable tanto económica como financieramente.

Antecedentes locales

Belizario (2017) tiene como objetivo determinar el reemplazo o no de los camiones de acarreo e incrementar la rentabilidad de la minera, para ello usa el método de estimar flujos de caja futuro y traerlos a valor presente, usando la metodología descriptiva cuantitativa, como resultado concluye que es favorable reemplazar los camiones para generar mejores beneficios a la minera (p.12). Con ello deducimos que los costos de transporte y acarreo son importantes para maximizar la rentabilidad y estos costos podrían verse influenciados por la ubicación de la planta de beneficio.

Rodríguez (2019) en la mina Cuajone calcula la cantidad idónea de camiones y su relación correcta con las palas, considerando los tiempos de ciclo y distancias, con ello evita los tiempos muertos en las actividades de carguío y acarreo (p.5). Podemos darnos cuenta que la distancia juega un papel importante en la gestión de del transporte y acarreo de mineral, por ello tener distancias optimas mejora los costos operacionales, en el caso del segmento Pacocha – Ite las distancias hacia las plantas concentradoras son de 400 kilómetros en promedio, distancia excesiva para ser asumidos por los PPM.

Rivera (2019) analiza la incidencia del precio internacional del cobre catódico en el crecimiento empresarial de la minera Southern Perú, donde empleo el método de revisión sistemática de las variables, ventas, precios, rentabilidad y patrimonio entre los años 1999 al 2018; concluyendo que hay una relación estrecha entre precio y productividad en cuando suben los precios del cobre las ventas también se incrementan y cuando disminuye el precio del cobre, ocurre lo mismo con la otra variable.

Antecedentes históricos

ENAMI (2016) el estado chileno crea el 5 de abril de 1960 la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), cuyo rol es fomentar la explotación y beneficio de toda clase de minerales existentes en el país de Chile. En los años 2014 y 2016 ENAMI ha destinado a la pequeña minería más de 52 millones de dólares desde el Fondo de Sustentación del Precio del Cobre, además entre 2008 y 2015, la actividad de ENAMI incrementó las riquezas de Chile cerca de los US$ 2,000 millones (p.4-37).

Torres (1945) en el informe del cuerpo de ingenieros de minas describe hasta siete vetas distintas ubicadas en Ilo, controlados por dos grupos de mineros, el primer grupo de los señores Garibaldi, Guersi, Daneri y Cía contaban con las minas de San Juan, San Juanito y Perpetuo Socorro con leyes de entre 20% y 28% cobre; el otro grupo estaba controlado por capitalistas chilenos y tenían las minas de Cilatilla, Zaparito, Valparaíso y Santiago, las leyes llegaban hasta 15% de Cu y llegaron a tener labores de hasta 40 metros de profundidad (p.5).

Southern Perú (1964) realiza un reporte preliminar donde cubican reservas probadas por 43,000 TM con ley de 5% Cu planteando una producción de 1,300 TM/mes por un periodo de explotación de 34 meses, estimando una inversión de US$ 95,300 incluyendo el equipamiento, desarrollo de labores, pequeño campamento, mano de obra y proyecciones sociales, dando como resultado una ganancia de US$ 5,430.00 por mes y un beneficio de la inversión de capital de 90.3% (p.1-24).

Banco Minero del Perú (1972) en su informe N°206-72-Div. De Sucursales, presenta las solicitudes de créditos de las minas del sur del Perú tales como la Mina “Rosa de América V” ubicada en el distrito de Ilo, provincia de Ilo y departamento de Moquegua solicitando un crédito de S/150,000, siendo evaluada

en representación del Banco Minero del Perú por el Ing. Miguel Galván quien concluye que en la mina tiene vetas de importancia como las vetas, Santiago, Valparaíso, Masías, El Manto, Zaparito y Retama, considerando conveniente desarrollar estas para cubicar tonelaje que justifique la instalación de una planta de tratamiento, aprobando el crédito de S/ 90,000.

También aprueban las solicitudes de crédito por S/50,000 a las minas Luzber y Cuprita, con leyes promedio de 4.12 % de cobre soluble en ácido y 3.63 % de cobre soluble en ácido respectivamente. Ambas minas se encuentran en el distrito de Ite, provincia Jorge Basadre y departamento de Tacna.

1.1. Objetivo general

Evaluar la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha -Ite mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre.

1.2. Objetivos específicos

Determinar la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha - Ite, con y sin proyecto de planta de sulfato de cobre, para evaluar el porcentaje de beneficio.

Identificar los factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite.

1.3. Justificación

Los nuevos retos de la minería moderna y de los ingenieros de minas, es hacer minería con responsabilidad social, cuidando el medio ambiente y dando enfoque en la optimización de los costos operativos, este proyecto de tesis abarca estos enfoques, ya que, con la evaluación de la rentabilidad de los PPM mediante

la implementación de una planta de sulfato de cobre, conoceremos si es viable incrementar la rentabilidad de los PPM en Pacocha - Ite.

En la actualidad la rentabilidad de las actividades mineras metálicas de cobre en el segmento Pacocha - Ite no es significativa por la poca ganancia que generan explotar estas vetas, por ello con la presente tesis, se evaluará si se incrementa sustancialmente la rentabilidad de estos pequeños productores mineros mediante la instalación una planta de sulfato de cobre más cerca de las actividades mineras de este segmento.

1.4. Importancia

En el supuesto incremento de la rentabilidad de los PPM mediante la instalación de una planta de sulfato cobre, crearemos mayor actividad económica minera metálica en Ilo, posiblemente también, reactivaremos la actividad minera que actualmente se encuentra paralizado por la bajas rentabilidades obtenidas producto de la explotación de las vetas de cobre presenten en el segmento Pacocha - Ite, además las Escuelas Profesionales de Ingeniería de Minas de las universidades del sur del país, en especial de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM), tendrán mayores oportunidades de insertar en el mercado laboral a sus egresados al contar con estas minas que se reactivarían o incrementaran sus ganancias con la instalación de la planta de sulfato de cobre, como también el tener actividades mineras del tipo subterránea que se encontrarían más cerca a las instalaciones universitarias, permitiría que sus estudiantes tengan la posibilidad de conocer mejor este tipo de actividad minera.

Por otro lado, se dinamizará la actividad económica en Pacocha e Ite, al dar mayor fuerza a la pequeña actividad minera metálica y con la creación de nuevas fuentes de trabajo con la instalación de la planta de sulfato de cobre. Con

esto haremos ver que la pequeña minería no sea considera como un problema por las autoridades, sino como un hecho de economía real.

1.5. Hipótesis general

La rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite se incrementará con la instalación de una planta de sulfato de cobre.

1.6. Hipótesis específica

Con la determinación de las rentabilidades comparativas con y sin proyecto de la planta de sulfato de cobre se conocerá el porcentaje de beneficio.

Existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha – Ite.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

Evaluación económica

La evaluación económica de un proyecto minero, permite identificar las ventajas y desventajas, vinculado a la inversión requerida previos a la implementación del mismo, como también permite medir, evaluar y maximizar la utilidad de una empresa. Sin embargo, la decisión de viabilizar o emprender un proyecto dependerá de muchas otras consideraciones adicionales no cuantitativas y no económicas, la evaluación económica solo pretende predecir si el proyecto será o no rentable o más rentable considerando otras variables.

Yupanqui (2014) citado por Quispe (2018) indica que la evaluación económica de un proyecto minero es su valorización comparando los ingresos versus los costos operativos e inversión. Adicionalmente la evaluación económica compara el flujo de ingresos y los egresos del proyecto a evaluar, considerando los precios de los metales en el mercado internacional, inversión requerida para viabilizar el proyecto e inversión para la sostenibilidad del proyecto (p.16).

Indicadores de rentabilidad

Pally (2017) estos indicadores de rentabilidad deducidos atreves de un flujo de caja económico en un periodo de tiempo, nos permiten conocer si la posible inversión que se piensa realizar se justifica o no, donde debemos conocer también las condiciones técnicas específicas que también nos ayudara a determinar si la inversión es rentable o no; por lo que se considera los indicadores de rentabilidad VAN, TIR y el coeficiente beneficio /costo (p.24).

Para el presente trabajo de investigación se usarán los siguientes indicadores:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Coeficiente beneficio/costo (B/C)

Valor actual neto

Yupanqui (2014) citado por López (2017) menciona que el valor actual neto, es la diferencia entre la sumatoria de los ingresos menos la sumatoria de los costos, para ello se usa una determinada tasa de descuento o también tasa de actualización, considerando además el horizonte del proyecto; este método del VAN es el método más conocido y también el más aceptado (p.19). El VAN se representa matemáticamente mostrado en la Ecuación 1:

$$VAN = \sum_{t=0}^{n} \left(\frac{B_t \ C_t}{(1+R)^t} \right) \qquad (1)$$

Donde:

R= Tasa de descuento correspondiente al periodo tiempo

n= Número de periodos

Ct= Costos demandados durante el periodo de tiempo

Bt= Ingresos generados durante el periodo de tiempo

t= Tiempo

Análisis de valor presente

López (2017) es la técnica basada en la actualización de los flujos de ingresos y egresos a una tasa de descuento de Tasa Mínima de Actualización de Rentabilidad (TMAR) al periodo base con el objetivo de poder medir la eficiencia del uso de los recursos. Si el resultado del VAN es mayor a 0, el proyecto genera ganancias, por lo tanto, es recomendable realizar la inversión. En el caso que el VAN sea igual a 0, el proyecto evaluado tiene la tasa mínima requerida de ganancia, por lo que el proyecto se puede realizar o evaluar otras alternativas. Si el VAN es menor a cero, el proyecto no genera el rendimiento mínimo requerido, lo que significa que la inversión no es recomendable (p.17-18)

Tasa interna de retorno

Se define a la tasa interna de retorno, como la tasa de descuento que hace al VAN igual a cero, matemáticamente expresamos bajo la Ecuación 2, mostrado a continuación:

$$VAN = \sum_{t=0}^{n} \left(\frac{B_t \;\; C_t}{(1+R)^t} \right) = 0 \qquad (2)$$

Donde:

R, n, Ct, Bt y t, tienen el mismo significado que en la Ecuación 1 del VAN.

Análisis de la tasa interna de retorno

Pally (2017) conocido como tasa interna de retorno, es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de una inversión. También podemos conceptualizar como la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero (p.23).

Interpretación de TIR

López (2017) el TIR es aceptable cuando se compara la TMAR bajo los siguientes casos:

Si TIR> TMAR, se recomendable realizar la inversión.

Si TIR = TMAR, el proyecto rinde exactamente a lo requerido.

Si TIR <TMAR, la inversión en el proyecto no rinde lo mínimo establecido se recomendaría no realizar la inversión, este indicador nos sirve para aceptar o rechazar proyectos mas no es recomendable para seleccionar alternativas (p.18-19).

Coeficiente beneficio costo

Es el resultado de la división de la sumatoria de los ingresos actualizados con la sumatoria de los costos actualizados, todo ello considerado en un periodo de tiempo, matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^{n} \left(\frac{B_t}{(1+R)^t}\right)}{\sum_{t=0}^{n} \left(\frac{C_t}{(1+R)^t}\right)} \qquad (3)$$

Donde:

R, n, Ct, Bt y t, tienen el mismo significado que en la Ecuación 1 del VAN.

Ley de corte

Pally (2017) la ley de corte es la concentración mínima requerida de un elemento emplazado en un yacimiento, que hace posible pagar los costos de extracción, tratamiento y comercialización. Este factor depende de otras variables como los costos de voladura, acarreo, tecnología entre otros, también podemos decir que por debajo de este contenido del elemento no es económicamente rentable, el mineral que cuenta con igual o mayor contenido de este elemento, se considera reserva (p.28).

Costo de producción

Castillo (2015) nos define los costos de producción como la medida monetaria de los recursos utilizados por la empresa para obtener el producto (concentrado o metales) cuyos aportes quedan registrados en el activo del balance general (p.8).

Transporte de mineral

CONSEMINCO (2020) citado por Pizarro (2019) corresponde al acarreo o traslado de mineral mediante medios mecánicos de distinta complejidad, desde las labores de explotación hasta las plantas de tratamiento (p.25).

Productividad

EMPSAC (2011) citado por Pizarro (2019) es la relación entre la cantidad de producto obtenido por un sistema productivo y los recursos obtenidos para obtener dicha producción (p.52).

Yacimientos minerales

INGEMMET (2016) son concentraciones anómalas de minerales de interés económico, sean estas en volumen, calidad o facilidad de explotación, que se producen producto de una serie de procesos geológicos.

Se pueden formar diversos tipos de yacimientos de diferentes elementos, minerales, concentraciones, dimensiones, formas, características geológicas y nivel de emplazamiento.

La compleja evolución geológica del territorio peruano ha permitido la formación de una diversidad de tipos de yacimientos, a tal punto que, si analizamos el esquema de clasificación general de yacimientos minerales, observaremos que en nuestro país existe más del 90% de ellos (p.13).

Mena

Griem (2020) las masas de agregados minerales o rocas de las se puede extraer uno o varios metales con beneficio económico. Un mineral o minerales que pueden ser beneficiados y extraídos de una roca con ganancia económica. Es un agregado mineral sólido, natural, utilizable, ya sea tal como se extrae o del cual uno o más componentes valiosos se pueden recuperar económicamente. Ejemplos: Malaquita, Atacamita, Cuprita, Crisocola, entre otros.

Geoquímica

Griem (2020) la geoquímica estudia el origen, distribución y evolución de los elementos químicos en la tierra, contenidos en los minerales formadores de las rocas y en los productos derivados de ellas. Uno de los objetivos de la geoquímica, es determinar la abundancia de los elementos en la naturaleza, ya que esta información es básica para evaluar la posible explotación de un yacimiento.

Concesiones mineras

INGEMMET (2016) las concesiones mineras son una figura mediante la cual el estado le da el derecho a un tercero para realizar actividades de

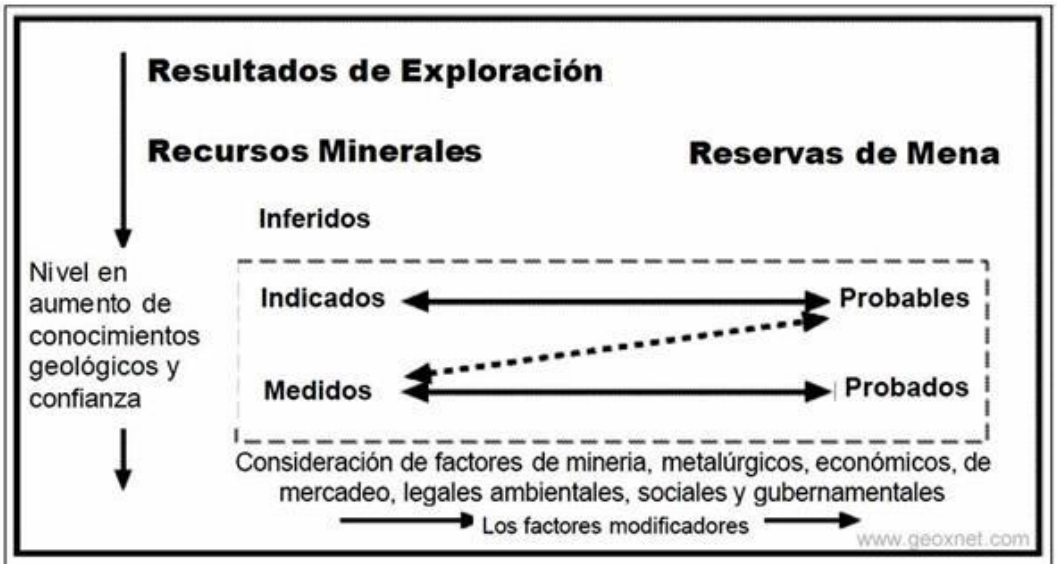
exploración y explotación que permitan el aprovechamiento de los minerales que se encuentren en el subsuelo del territorio nacional (p.23).

Reserva mineral

AIGMCA (2013) es la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido o indicado, en la Figura 1 se observa la relación entre recursos minerales y reservas de mineral. Las reservas de mineral incluyen dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración de modificaciones por factores razonablemente asumidos de extracción, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales (p.9-10).

Figura 1

Relación general entre resultados de exploración, recursos y reservas minerales



Fuente: Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia - Código JORC - AIGMCA (p.10).

Reserva mineral probable

AIGMCA (2013) es la parte económicamente explotable de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias recurso mineral medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de factores modificadores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente (p.9-10).

Reserva mineral probada

AIGMCA (2013) es la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que se pueden producir cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen la consideración de modificaciones por factores fehacientemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran, a la fecha en que se publica el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente (p.10).

Negocio minero

Mackenzie (1992) el rol del negocio minero en la economía es el de encontrar, delinear y desarrollar depósitos minerales económicos, para luego explotar, procesar y vender los productos que de ellos se obtienen. El negocio minero, por definición, debe ser económicamente rentable, pero respetando el entorno social y minimizando los impactos ambientales negativos al área de influencia directa e indirecta de la zona de explotación.

2.2. Generalidades del área de estudio

Geomorfología

El área de estudio se encuentra dentro de la región costera del Perú, presentando terreno de relieve plano y desértico hasta un relieve moderado en la cordillera occidental. Se puede identificar dos principales rasgos geomorfológicos: Cordillera de la costa y plataforma costera.

Cordillera de la costa.

Consta de una cadena de cerros de baja altitud que se extienden paralela al mar de Ilo y la península de Paracas, alcanzando hasta latitudes de 1,000 m.s.n.m. Geológicamente está compuesto por rocas de basamento cristalino y granitos rojos antiguos.

Plataforma costanera.

Planicie extensa como consecuencia del relleno de una depresión, está constituido por una rampa de deyección, conformada principalmente por depósitos volcánicos-sedimentarios y sedimentarios del Mesozoico y Cenozoico.

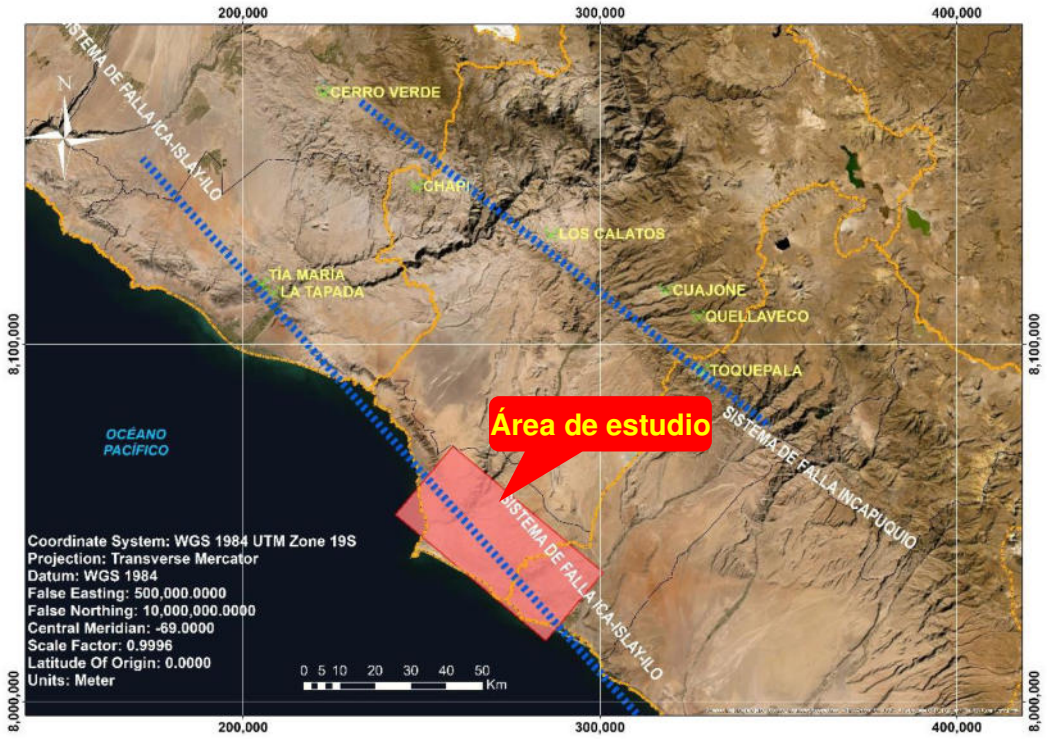
Control estructural

En el área de estudio se ha identificado la falla regional principal de NO-SE, sistema de fallas Ica-Islay-Ilo, este sistema de falla pasa por el área de estudio hasta llegar a Ica, siendo una falla transcurrente dextral, esta falla controló el magmatismo del vulcanismo e intrusión durante el Jurásico –Cretácico inferior.

Este sistema de fallas Ica-Islay-Ilo (cordillera de la costa) podría guardar relación como el sistema de falla Incapuquio (cordillera de los andes) que dio origen a los yacimientos de Cuajone, Toquepala, Quellaveco, entre otros; cómo podemos ver en la Figura 2.

Figura 2

Mapa de control estructural



Fuente: Elaboración propia trabajado en ArcGis10.5

Geología superficial

Respecto a la geología regional en el área de estudio se observa una cuenca tectónica longitudinal de la cordillera de la costa asociadas a las estribaciones de la cordillera de los andes, estas siendo rellenadas por los materiales de la formación Moquegua y los aluviales del cuaternario; con respectos a las cartas geológicas publicadas por el INGEMMET el área de estudio se encuentra de sobre la cartas geológicas 36-t y 35-t, entre las principales unidades geológicas identificadas en el área de estudio tenemos a la Súper Unidad Punta de Coles, Súper Unidad Ilo y los depósitos aluviales, como se puede apreciar en el Mapa C-002 del Anexo 1; que procederemos a describir a continuación.

Súper unidad Punta de Coles.

INGEMMET (2018) describió la Súper Unidad Punta de Coles, en específico el sector Ilo de la siguiente forma:

Existen rocas diorítico, holocristalinas con predominio de plagioclasas, con escaso feldespato y cuarzo, los piroxenos están presentes en menor cuantía. Los minerales de alteración lo conforman cloritas, calcita y moscovita (<15%). En algunos sectores bordes de albita rodean a las plagioclasas, el tamaño de los piroxenos es en promedio 5 mm al igual que las plagioclasas. Existe cuarzo secundario presentándose como agregados de granos y que remplazan a algunos minerales (posiblemente hornablendas); la presencia de actinolita sugiere que la muestra se encuentra al borde la zona de alteración potásica con gradación a una zona propilítica, la secuencia de alteración es biotita-cuarzo-sericita-actinolita-opacos. Su relación con los yacimientos de la zona está asociados a vetas auríferas y cobre de tendencia andina, de poca extensión y potencia (p.89)

Súper unidad Ilo.

INGEMMET (2018) describe la Súper Unidad Ilo en diferentes sectores que se encuentran dentro de la carta geológica 36-t y 35-t, en el presente trabajo se va mencionar los sectores que abarcan el área de estudio, las cuales son las siguientes:

Sector Ilo.

En la desembocadura de la quebrada Guaneros, se aprecian brechas de granodiorita a destellos de cuarzo completamente cristalinos con cristales de plagioclasa, biotita, piroxeno, cuarzo intersticial y anfíbol. La mayoría de los cristales de plagioclasa están alterados.

En el cerro Canicora al sur de Ilo.

En esta zona afloran cuerpos granodioríticos holocristalinos, la plagioclasa es más abundante que el cuarzo y el feldespato potásico en esta zona. La plagioclasa muestra cambios moderados a sericita. El cuarzo se presenta en forma de rellenos de huecos con dimensiones entre 0,1 y 0,85 mm. El feldespato aparece como rellenos intersticiales y se convierte en arcilla. El mineral de hierro negro es el mineral máfico negro con un tamaño de 4 mm (alteración a clorita / calcita) y biotita, siendo esta última la de mayor contenido. Las alteraciones de esta zona son la sericitización y carbonatación (p.93-94).

Depósitos aluviales.

INGEMMET (1964) estos depósitos cubren gran parte de cuadrángulo 36-t y 35-t, siendo un estimado del 40% del área total de los cuadrángulos mencionados anteriormente. Compuesto principalmente por gravas semiconsolidadas, arena gruesa, arcillas y tufos, generalmente muestras una estratificación horizontal. Respecto al grosor o profundidad de estos depósitos aluviales, pueden variar de pocos centímetros hasta un máximo de 60 metros (p.39).

Aspecto metalogenéticos

Dentro del área de estudio la “metalogenia” de este segmento (término proveniente del griego “metaleion” que significa “mina”), está referido al estudio de la génesis de los depósitos de minerales metálicos considerando las relaciones espaciales y temporales considerando las características de la zona como técnicos, estratigráficos, petrográficos, entre otros.

INGEMMET (2009) identifico 25 franjas metalogéneticas a lo largo de todo el territorio peruano, el área del presente estudio se ubica dentro de las franjas V “Depósitos de Fe-Cu-Au (IOCG) del Jurásico medio-superior” y la franja VIII

“Depósitos de Fe-Cu-Au (IOCG) del Cretácico Inferior”, como se muestra en el Mapa C-003 ubicado en el Anexo 1.

Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del jurásico medio–superior.

INGEMMET (2009) Se ubica en la zona costera, en la zona del complejo de basamento costero Precámbrico. Su principal control estructural es el sistema de fallas NO-SE Ica-Islay-Ilo, que forma el corredor del mismo nombre. Los depósitos más importantes que componen el cinturón son Marcona, Mina Justa y Rosa María, con edades de mineralización entre 165 y 160 Ma (p.3).

Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del cretácico inferior.

INGEMMET (2009) La zona está ubicada entre Locumba y Sama (17°-18°), estos depósitos IOGG están relacionados con actividad magmática de ~124 Ma, y con intrusiones de gabros y monzodioritas con edades de ~ 112 Ma. Estructuralmente están controlada por la expansión del sistema NE-SO Ica-Islay-Ilo y fallas menores NE-SO. Los yacimientos más importantes de esta zona son Licona y Hierro Morrito. Generalmente, los eventos de mineralización que componen este cinturón se registran entre 115 y 100 Ma (p.4).

Exploración de yacimientos IOCG

Características generales de los yacimientos IOCG.

Los yacimientos tipo Iron, Oxide, Copper y Gold (IOCG) son globalmente importantes y se encuentran ampliamente distribuidos a través del espacio y tiempo geológico. Estos yacimientos presentan edades que van desde la Edad Arcaico hasta la Edad Fanerozoico y se muestran evidencias de ocurrencias en todos los continentes excepto en la Antártica. La composición química general de la mineralización de los IOCG presenta principalmente altos contenidos de óxidos

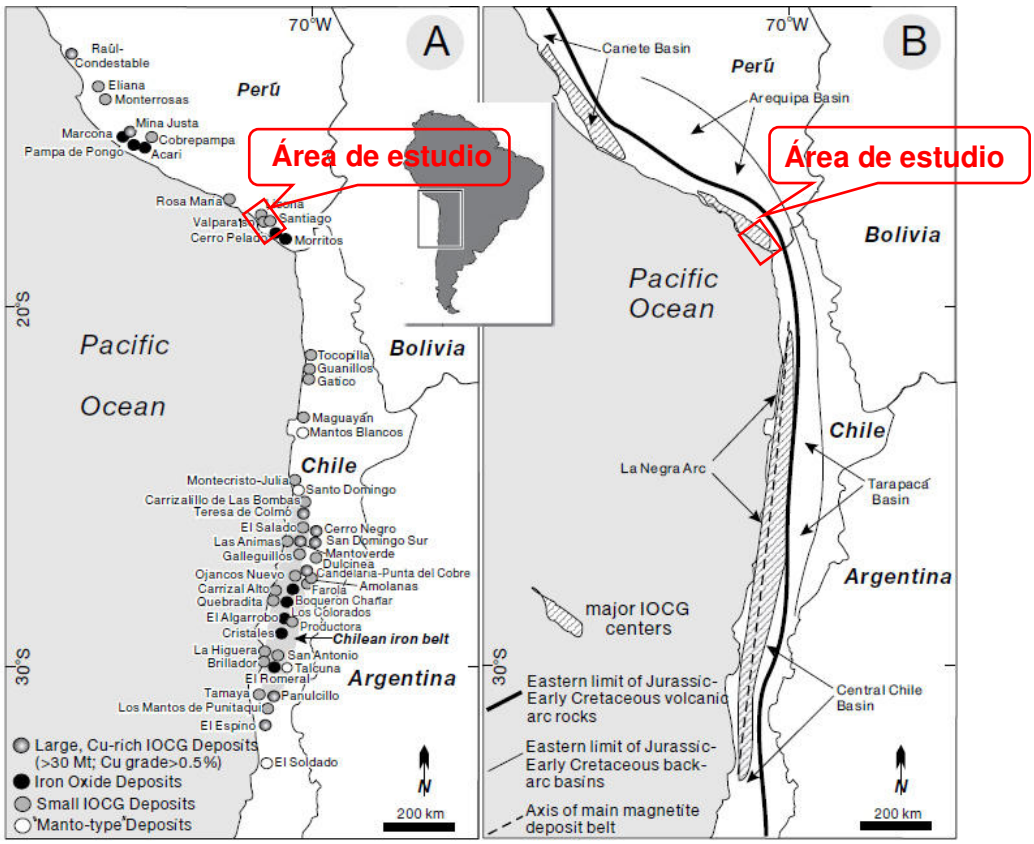
de hierro (magnetita y/o hematita, >10%) y los de interés económico en cantidades variables los minerales de cobre y oro.

Chen (2013) el sur de Perú y norte de Chile brindan un contexto único para el estudio de los procesos implicados en la génesis del desarrollo de IOCG, El cinturón IOCG peruano es de un aproximado de 70 kilómetros de ancho y extendiéndose de forma discontinua de 800 a 100 kilómetros a lo largo del litoral peruano desde Lima hasta el área de Ilo- Ite, dentro de este cinturón se encuentran los yacimientos Raúl -Condestable, Eliana, Monterrosas, Mina Justa, Cobrepampa, Rosa María, Licona (concesión minera "El Patriota de Ilo), Valparaíso y Santiago (concesión minera "El Nuevo Sureño") y los depósitos asociada con sulfuros los yacimientos de Marcona, Pampa de Pongo, Acarí, Cerro Pelado y Morritos (Ite). Respecto a los yacimientos tipo IOCG al norte de Chile, se ubican entre las latitudes 22° y 31° (Figura 3) controladas principalmente por el sistema de falla de Atacama, dentro de las formaciones La Negra y Punta del Cobre, entre los más importantes yacimientos IOCG ricos en cobre son las minas, La Candelaria y Mantoverde de reservas de más de 400 Mt de mineral de ley de 0.7 y 1% de cobre además también existen yacimientos más pequeños como Santo Domingo Sur, Mantos Blancos y El Soldado.

Estos depósitos IOCG del sur del Perú y norte de Chile se generaron principalmente en el Jurásico Medio-Tardío (165-155 Ma) y épocas del Cretácico Inferior (120-100 Ma) (p.38-39).

Figura 3

Localización de IOCG ricos en cobre, principales yacimientos en Perú y Chile



Fuente: CHEN (2013)

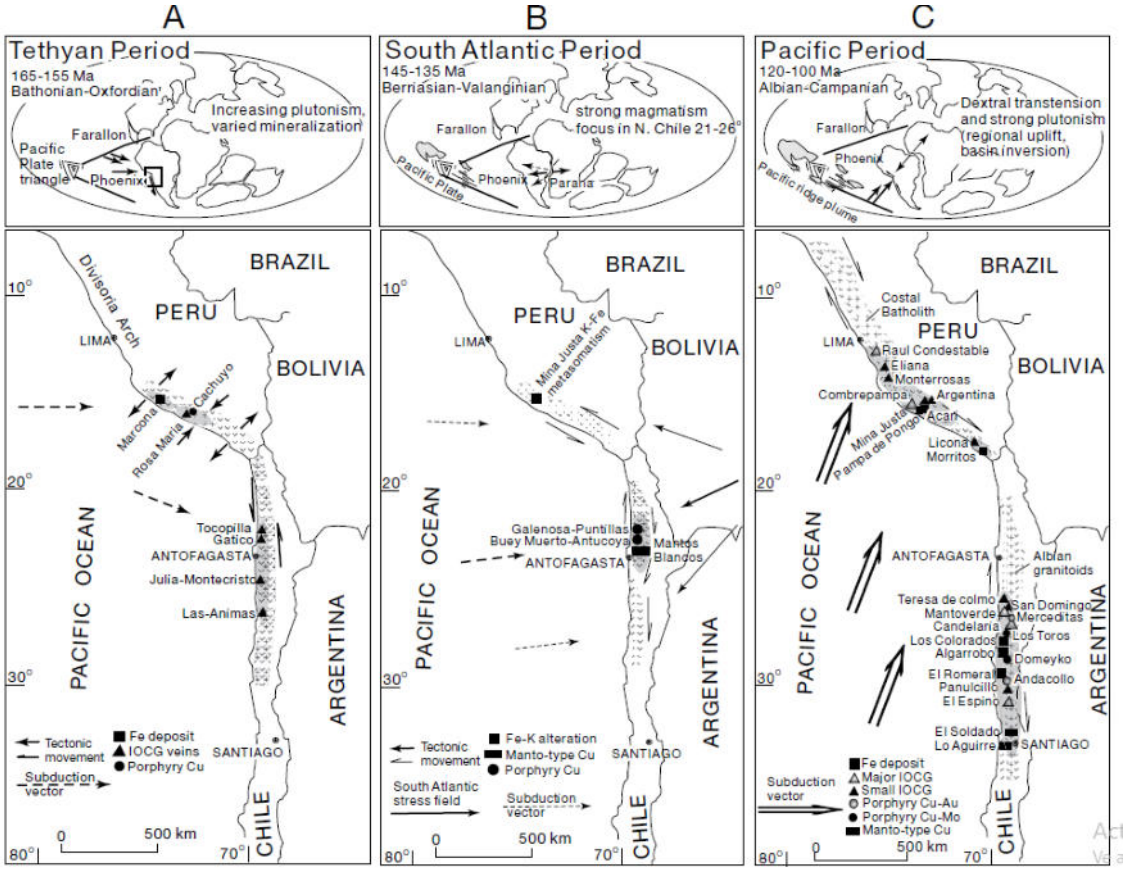
Marco tectónico.

Relacionados a zonas de subducción de alto ángulo, presentes en zonas de arco subaéreo, paralelos hacia el este dominado por sedimentos en una cuenca de tras-arco, también se encuentran en cuencas de intra-arco subacuosa y asociados a ambientes de extensión intercontinental.

CHEN (2013) indica que la evolución tectónica mesozoica en los Andes centrales y dividen en seis etapas y la mineralización se divide principalmente en tres etapas, Tethyan (165-155 Ma), Atlántico Sur (145-135 Ma) y periodos del Pacifico (120-100 Ma) como se muestra en la Figura 4, para los IOCG la mineralización importante ocurrió en el periodo del Pacífico (p.40).

Figura 4

Evolución tectonomagmática de las subprovincias metalogénicas mesozoicas.

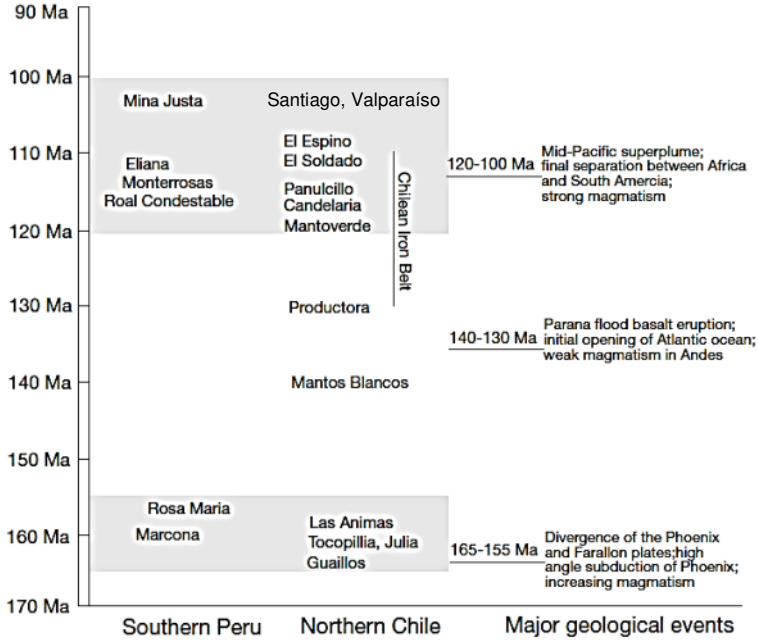


Fuente: CHEN (2013)

CHEN (2013) menciona que la alteración hidrotermal se inició en ~128 Ma y persistió en ~100Ma, la mineralización culmino en 116 a 110 Ma como se muestra en la Figura 5, representado principalmente por los yacimientos La Candelaria, Manto Verde y Mina Justa.

Figura 5

Cronología de los principales IOCG mesozoico



Fuente: CHEN (2013)

Alteración.

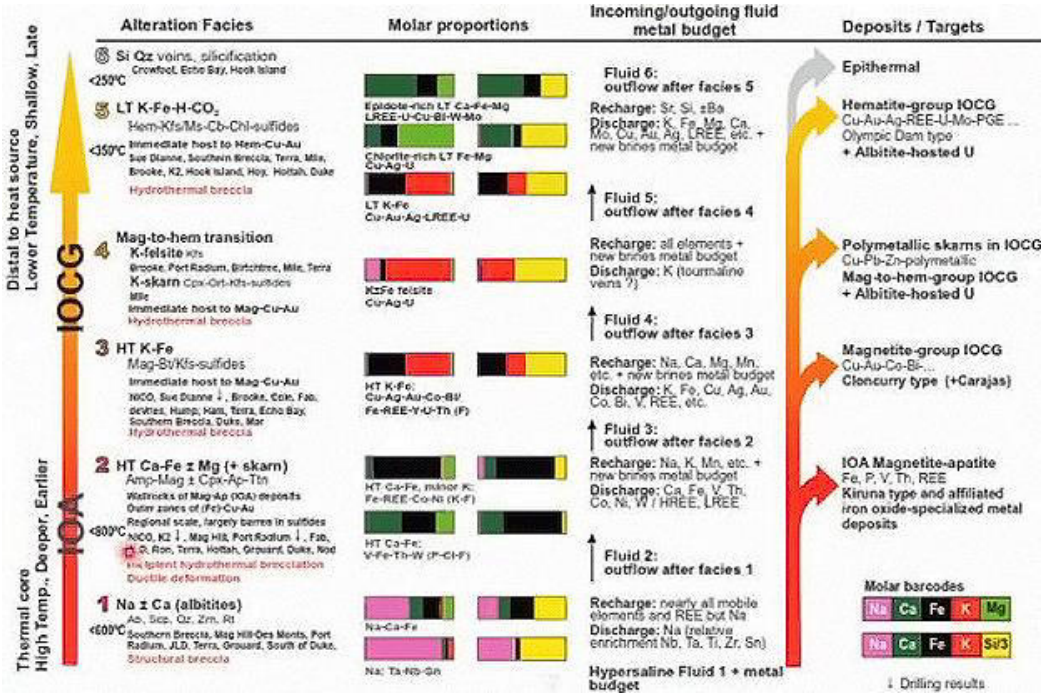
La presencia de una amplia zona de alteración hidrotermal con feldespato-clinoanfíbol dominante con poca alteración sericítica superpuesta sugiere que los sistemas IOCG eran relativamente isotermos, tamponados por cuarzo - feldespáticas y sin una entrada significativa de fluidos superficiales, una característica que los hace muy diferentes de los sistemas tipo porfirítico. Estos yacimientos están asociados con la alteración sódica-cálcica superpuesta con la alteración potásica con zonaciones hacia el exterior y hacia arriba desde magnetita actinolita-apatita a especularita-cloritas sericita.

Corriveau (2016) plantea la zonación para todo el sistema IOCG de la alteración de los minerales para este tipo de yacimientos, tomando en consideración la temperatura y distancia a la fuente. En la base de la Figura 6 se

muestra la etapa de Iron Oxide Apatite (IOA) de altas temperaturas donde se encuentra principalmente el metasomatismo de sodio y calcio conocido como albitización, como mineralización en esta parte solo encontramos el hierro, sin presencia de cobre ni oro, toda vez que estos metales no son compatibles con altas temperaturas (>600 grados), siendo así que los metales de cobre y oro empiezan a precipitar en la etapa de IOCG donde la magnetita cambia a hematita, proceso conocido como marmatización, finalmente se muestra la parte de menor temperatura donde precipita la hematita con alteración de sericitación, no existe argilización debido a que este sistema no tiene contacto con aguas meteóricas (p.23).

Figura 6

Modelo de faces de alteración alcalina de óxidos de hierro



Fuente: Corriveau (2016)

Mapa de reducción al polo

INGEMMET (2018) este es un tipo de procesamiento de datos magnéticos en el que se utiliza una transformada de Fourier para proyectar una anomalía asimétrica o antisimétrica (inclinación magnética) sobre un polo magnético, su respuesta será equivalente a un magnetismo vertical monopolar, lo que representa una anomalía directamente sobre la fuente. Básicamente, el mapa de reducción al polo es utilizado como herramienta de interpretación cualitativa, ayuda a resaltar el eje de las anomalías magnéticas causadas por los fluidos hidrotermales que ascendieron por fallamientos. Por otro lado, resalta las discontinuidades magnéticas tales como fallas, fracturas, contactos y zonas de esfuerzo (p.157). Se observa e interpreta en el Mapa C-004 dentro del Anexo 1, las anomalías magnéticas cualitativas (205-852nT) en el área del presente estudio.

Mapa de señal analítica

INGEMMET (2018) analizar la señal analítica es muy útil para localizar el borde de un cuerpo con una fuente magnética, especialmente cuando la remanencia y/o la latitud magnética baja complican la interpretación. Además, dado que la señal magnética depende de la intensidad y no de la dirección de magnetización del objeto, es muy eficaz para delimitar los límites y la resolución de objetos espaciados, y también útil para analizar datos de regiones ecuatoriales (p.158). Se observa e interpreta en el Mapa C-005 dentro del Anexo 1, las anomalías importantes entre 0.0663 y 0.3585 nT/m.

Teledetección imágenes satelitales Sentinel-2

Pérez (2007) La teledetección es una ciencia y tecnología que obtiene información sobre objetos, áreas o fenómenos mediante el análisis de datos obtenidos por dispositivos que no está en contacto directamente con el objeto, área o fenómeno bajo investigación. La obtención de estos datos implica el uso

de instrumentos llamados sensores que pueden ver o capturar las relaciones espectrales y espaciales de objetos y materiales que son observables a distancias considerables de ellos (p.1).

ESA (2015) Sentinel es un nuevo conjunto de satélites diseñado específicamente para proporcionar una gran cantidad de datos e imágenes utilizados por el proyecto Copernicus de la Comisión Europea. Sentinel 2 tiene una innovadora cámara multiespectral de alta resolución con 13 bandas espectrales que pueden proporcionar una nueva perspectiva de la superficie terrestre.

Hoyos (2018) dentro de las características del Sentinel 2 son las siguientes:

- Monitorización de tierra
- Dos satélites de órbita polar
- Óptico e infrarrojo
- 13 bandas
- GSD: 10m/20m/60m
- Tiempo de revista: 5 días (p.4).

Para el área de estudio se georeferencio las imágenes Sentinel-2 óptico para visibles infrarrojos de 12 bandas con el cual se realizaron ratios de bandas con el objetivo de diferenciación de alteraciones hidrotermales, todo ello fue procesado por el INGEMMET (2018), como se aprecia en el Mapa C-006 ubicado en el Anexo 1.

2.3. Generalidades de planta de sulfato de cobre

Las plantas de sulfato de cobre consisten en aplicar lixiviación del mineral de cobre previamente chancado seguida de una etapa de extracción por solvente, para luego pasar a una etapa de cristalización y centrifugación. Entre los principales componentes tenemos:

Chancado

Sirve para la reducción de tamaño y así liberar el mineral valioso, esta etapa cuenta con los componentes de tolva de recepción, feeder, chancadora, faja fija, zaranda y una faja móvil.

Lixiviación

Para la lixiviación se puede usar pilas de lixiviación o bateas de lixiviación, aquí es donde se pone en contacto el mineral con la solución acida.

Electrobombas

En el diseño de lixiviación, extracción por solventes (SX) y cristalización se utilizarán electrobombas, para la bomba de pulpa se tendrá una bomba de acero inoxidable, así como para las de ácido sulfúrico.

Extracción por solventes

La extracción por solventes es un proceso hidrometalúrgico donde una especie metálica de interés disuelta en una fase acuosa que además tiene contenidos variables de impurezas pasa a otra inmiscible con ella, con el objetivo de producir una solución concentrada y pura desde la que se puede extraer el elemento metálico. De esta manera la extracción por solventes se utiliza para:

Purificar soluciones: Se puede extraer selectivamente el metal de interés a extraer.

Separar uno o más elementos metálicos de interés a través de una extracción selectiva.

Concentrar el elemento o metal de interés en una fase acuosa apta para su posterior recuperación.

Cristalización

Consiste en la saturación de la sal de cobre y así comience la precipitación de dicha sal en forma sólida, para esta operación se requiere dos tanques uno de cristalización el otro un tanque lavador construidos de material de fibra de vidrio antiácida.

Centrifuga

Para la etapa de extracción de sulfato de cobre pentahidratado se requiere una centrifuga con la finalidad de secar el sulfato de cobre y dejarlo con una humedad lista para el horno rotatorio.

Secado

Se realizará mediante un horno rotatorio, donde secará el sulfato dejando con 1.5% de humedad aproximadamente y un óptimo de 25% de contenido de cobre.

Mercado del sulfato de cobre

El sulfato de cobre tiene una diversidad de aplicaciones, que ha llevado al aumento sostenido de las necesidades mundiales del sulfato de cobre, entre los principales importadores tenemos a Canadá, EEUU, Alemania, Francia, Holanda, España, Bolivia y Chile. Respecto a la oferta del sulfato de cobre entre los principales países productores y exportadores de sulfato de cobre se encuentran Rusia, México, China, Chile, entre otros.

Precio.

Morales (2015) menciona que el sulfato de cobre no cotiza en la bolsa de valores, por ende, tiene una alta varianza de acuerdo a su calidad y está determinada por su grado de impureza, granulometría y su capacidad de libre escurrimiento. Esta calidad depende mucho del material (mineral de cobre o chatarra de cobre) a usar en la alimentación del proceso de cristalización (p.17), se presenta en la Tabla 1 los precios referenciales del sulfato de cobre para los años 2014 y 2015.

Tabla 1

Precios referenciales en US$/Kg

Año	Meses	US$/Kg
2013	Enero	2.21
	Febrero	2.74
	Marzo	2.42
	Abril	2.37
	Mayo	2.22
	Junio	2.10
	Julio	2.50
	Agosto	2.17
	Septiembre	2.28
	Octubre	2.31
	Noviembre	2.20
	Diciembre	2.20
2014	Enero	2.43
	Febrero	2.39
	Marzo	2.41
	Abril	2.36
	Mayo	2.36
	Junio	2.26
	Julio	2.44
	Agosto	2.28
	Setiembre	2.33
	Octubre	2.32
	Noviembre	2.17
	Diciembre	2.15

Fuente: Morales (2015)

Usos del sulfato de cobre.

En minería es usado en las flotaciones diferenciales de sulfuros de plomo y zinc, ejemplo clásico es para la activación usando el sulfato de cobre es activar la esfalerita, ya que este mineral no flota adecuadamente con los colectores usuales. También es usado en el tratamiento de agua el sulfato es usado como base de productos para piscinas, para poder reducir la producción de algas, como también los malos olores y sabores que estas causan. En tinturas el sulfato de cobre es usado para acentuar las tinturas vegetales aplicada sobre la madera como también para oxidar los materiales ferrosos y brindarles un efecto de envejecimiento. En la agricultura usada para combatir plagas como las antracnosis, manchas de hojas, pudrición de frutos, mancha de chapopote, entre otros. También usado como alimentos balanceados, pero el tipo de sulfato grado alimenticio tipo nieve, usado para formar pre mezclas minerales para formar el alimento de aves, ganado, entre otros. En la industria metálica utilizado como electrolito en las refinerías de cobre, brindando un eficiente recubrimiento a los alambres de acero antes de trefilado de cobre.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Según Baptista (2014) la investigación descriptiva busca especificar las características, propiedades, fenómenos, entre otros. Donde solo pretenden medir o recopilar información sobre las variables a las que se refieren. Teniendo como objetivo describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin importar las razones por las que produce un determinado fenómeno, por ello solo "describe" el tema a investigar, sin dar razón el "por qué" ocurre.

También nos menciona que las investigaciones correlacionales tienen como propósito el comprender la relación o correlación entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto específico. A veces, solo se analiza la relación entre dos variables, pero la relación entre tres, cuatro o más variables se encuentra a menudo en este tipo de investigación (p.92-93).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo-correlacional, consistente en recoger y determinar los costos de operaciones mina y las inversiones realizadas por los pequeños productores mineros del segmento Pacocha-Ite y determinar la rentabilidad actual de los pequeños productores mineros esto comparar con la rentabilidad resultante mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre, dentro del área de estudio.

Nivel de investigación

El nivel de investigación para el presente trabajo de investigación es aplicativo, debido a que se requiere evaluar el éxito de la intervención o la solución del problema, ya que es una forma estructurada de recopilar, procesar y analizar

los datos obtenidos de distintas fuentes, haciendo uso de herramientas como estadística, informáticas y matemáticas para obtener los resultados.

Variables

Según Baena (2018) las variables son una característica o propiedad que pueden varias entre individuos o conjuntos (p.93).

Variables independientes.

• Costos de minado: Costo de perforación y voladura, costo de servicios, costos de seguridad, costos de transporte, inversión, entre otros.

• Ingreso por venta: Precio del sulfato de cobre, producción.

Variables dependientes.

Rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha e Ite.

Operacionalización de variables.

En la Tabla 2 mostramos la operacionalización de las variables a manejar en el presente proyecto de tesis de acuerdo a la matriz de consistencia presentado en el Anexo 2.

Dentro de las variables independientes tenemos al costo de minado e ingresos por venta de mineral de cobre, estos tienen como dimensiones los costos operativos, ley de cobre de las vetas, el precio internacional del cobre y la producción; para la variable dependiente tenemos a la rentabilidad que podremos medir mediante los indicadores como el VAN, TIR y B/C.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Tipo de variable	***Definición conceptual***	***Dimensiones***	***Indicadores***	***Herramientas***
Independiente				
-Costos de minado	Conjunto de esfuerzos y recursos invertidos, para obtener un bien.	-Costos operativos.	-US$/TM	Encuestas, datos costos unitarios
		-Ley de cobre soluble en ácido.	-% Cu	Laboratorio químico, encuestas.
-Ingresos por venta	Entradas estimadas en unidades monetarias que un yacimiento puede generar durante cada año de vida útil.	-Producción.	-TM/día	
		-Precio de sulfato de cobre.	-US$/TM	Encuestas y balanza. Reportes internacionales de precio de cobre.
Dependiente				
Rentabilidad	La rentabilidad es un índice que mide la relación entre utilidades o beneficio, y la inversión o los recursos que se utilizaron para obtenerlos.	Indicadores financieros	VAN TIR B/C	Software Marco teórico

Nota: Elaboración propia

3.2. Ámbito temporal y espacial

Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrollará la evaluación de la rentabilidad de los PPM para el año 2020 en el segmento Pacocha – Ite en las coordenadas presentadas en la Tabla 3, dicha área de 1,375 kilómetros cuadrados, comprende en partes los distritos de Pacocha, El Algarrobal, Ilo e Ite; cómo se puede apreciar en el Mapa C-001 dentro del Anexo 1.

El área de estudio está dentro del suelo tipo desierto de la costa, por lo que la flora y fauna son muy escasas, no encontramos cuerpos de aguas ni se encuentran en cabeceras de cuenca, además en este segmento las actividades mineras se desarrollan por métodos subterráneos, por lo que los impactos ambientales son poco significativos, en concordancia con los estudios de impacto ambiental aprobados a las minas dentro del área de estudio. Además, la planta de sulfato, propuesto como alternativa, para la evaluación de la rentabilidad de los PPM, es un tipo de procesamiento de minerales secundarios de cobre más amigable con el medio ambiente, ya que no se crearán PADS de lixiviación, sino bateas de concreto forrado con geomenbranas, además la solución acida siempre estará en recirculación y no generarán relaves mineros.

Tabla 3

Coordenadas del trabajo de investigación – Datum WGS84 zona 19 sur

Vértice	Este	Norte
1	258,703.00	8,071,440.00
2	242,633.30	8,052,288.88
3	284,765.75	8,016,935.57
4	300,835.44	8,036,086.68

Nota: Elaboración propia

Accesibilidad

El área de estudio contempla 5 pequeños productores mineros, distinguidos en dos zonas importantes, Pacocha e Ite, las concesiones El Nuevo Sureño, Captu Uno y Koribank ingresan por la carretera de trocha carrosable ubicado al costado de la Urb. Ciudad Jardín y las concesiones de Cinthia de Tacna y Corvinon 002 se ingresa por el kilómetro 29 contado desde Ilo por la carretera Costanera Sur, como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Accesibilidad al área de investigación

Tramo	**Distancia (km)**	**Tiempo (hrs)**	**Tipo de vía**
Lima – Ilo	874	1 hr 6 m	Vía aérea
Ilo – Urb. Ciudad Jardín	13.7	20 m	Asfaltada
Ciudad Jardín – Concesiones Pacocha	13	30 m	Trocha
Ilo – Km 29	29	30 m	Asfaltada
Km 29 – Concesiones Ite	8.5	15 m	Trocha

Nota: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

Población

Para el presente trabajo de investigación se identificaron 12 áreas con potenciales minero geológicos, dentro del segmento Pacocha-Ite, estas áreas de interés se identificaron mediante la superposición de los siguientes mapas:

Mapa estructural, muestra las intersecciones estructurales vinculadas a los afloramientos de minerales y concordante con anomalías geofísicas. Mapa geológico, importante para ubicar y distinguir las unidades estratigrafías ayudándonos a discriminar el tipo de yacimiento vinculado a determinada unidad geológica. Mapa reducción al polo y señal analítica, nos muestran la existencia de varios componentes entre bajos y altos magnéticos que podría alojar depósitos de

minerales. Mapa de Alteraciones tipo Sentinel 2, se identificaron las áreas con alteración en óxidos de hierro y arcillas. Como resultado de la superposición de estos mapas se obtuvieron las 12 áreas de interés, mostrados en el mapa de potencial minero, Mapa C-007 como se ve en el Anexo 1.

Muestra

Del total de la población identificada anteriormente se superpuso el mapa de concesiones mineras (Mapa C-008) inscritas en el proceso de formalización minera y se identificó a identificó a 7 concesiones mineras de pequeños productores de cobre que tienen el potencial geológico minero y encontrarse en la facultad de poder realizar actividades de explotación minera metálica, sin embargo solo se obtuvo la venia de 5 productores mineros para realizar las respectivas evaluaciones, estos productores mineros continuaran produciendo a la vez concluyan el proceso de formalización minera, esto en concordancia con el Decreto Legislativo N°1336 donde establece los 5 requisitos para la culminación de la formalización minera integral, las cuales son:

- Aprobación de Instrumento de Gestión Ambiental.
- Acreditación de uso de terreno superficial.
- Acreditación de titularidad de concesiones mineras o contrato de explotación.
- Autorización de inicio o reinicio de actividades mineras.

3.4. Instrumentos

Para el presente trabajo de investigación se han considerado los siguientes instrumentos:

- Registro de datos de campo, rumbo, buzamiento, ubicación, minerales.
- Encuestas de datos de costos unitarios e ingresos.
- Reportes internacionales de precio de cobre.
- Computadora.

- Softwares especializados para el procesamiento de datos.
- Imágenes Sentinel 2.
- Planos catastrales de concesiones y geología regional.
- Brújula.
- GPS navegador.
- Protactor.
- Camioneta.
- Picota.

3.5. Procedimientos

Para la recolección de datos se hará uso del método deductivo, tomando en consideración la estrategia global del marco teórico y se evaluará la nueva rentabilidad generada para los PPM acortando una distancia considerable para el transporte del mineral con la instalación de una planta de sulfato de cobre, así también se evaluará la viabilidad de la planta de beneficio, ya que también debe generar rentabilidad para que la propuesta del presente trabajo tenga sustento.

Los datos se recabarán mediante los siguientes procedimientos:

- Recolección de datos mediante teledetección.
- Recolección de datos de campo.
- Fichaje de libros, publicaciones mineras, estudios.
- Entrevista a especialistas en temas de evaluación de proyectos mineros.

Se realizará el siguiente procedimiento sistemático:

Se identificará en gabinete las muestras a tomar, posterior a ello se tomará en consideración los costos de unitarios para poder determinar los costos de producción, teniendo estos datos se realizará una proyección de los costos diario, mensual y anual, esto para determinar el costo directo en mina. Posterior a esto

se tomará en consideración el presupuesto de ingresos que está de acuerdo a la producción anual de cada mina, tomando en consideración la cotización del cobre.

Obtenidos nuestros datos de estados de costos de operación e ingresos, realizaremos el flujo caja proyectada a un horizonte de 2 años. Esto nos permitirá conocer nuestros indicadores de rentabilidad.

3.6. Análisis de datos

La medición o instrumento de recolección de datos reunirá tres requisitos esenciales:

- La confiabilidad de un instrumento de medición.
- La validez, referente al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.
- La objetividad, referente al grado en que este es permeable a la influencia de los sesgos.

Para ello las muestras tomadas no solo será representativas, sino que también serán en la cantidad adecuada, en el lugar correcto, y con un proceso de reducción de peso tomando en cuenta el protocolo para la preparación de muestras establecidos por (Simirnov, 1990, p.185-202). Además, los análisis de las muestras obtenidas, se realizarán en los laboratorios certificados que cuenta con los equipos calibrados, estos mismos laboratorios prestan el servicio de análisis de muestra a la industria minera.

Para la comprobación de la hipótesis, se realizará la prueba estadística del t-Student comparando las medias. Donde se tomarán las muestras de rentabilidad de 5 pequeños productores mineros. Para ello usaremos el software SPSS para analizar las medias y el nivel de significancia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Evaluación de rentabilidad sin planta de sulfato de cobre

Concesión minera El Nuevo Sureño y San Antonio M

Las concesiones mineras El Nuevo Sureño y San Antonio M, son operadas por Cía Minera Chaspaya S.A.C., en el año 2013 inicio su estudio de impacto ambiental EIAsd y aprobado en el febrero del 2015, posterior a ello a finales del 2015 vendió 39 toneladas de mineral oxidado de cobre a la planta Sociedad Minera Santa Ema Limitada, ubicada en región de Arica, república de Chile. A continuación, se detallarán los costos unitarios que se tuvieron para la producción de mineral oxidado de cobre.

El proyecto El Nuevo Sureño posee alrededor de 10 estructuras mineralizadas identificadas como se puede ver en algunas fotografías del Anexo 4, en su mayoría del mismo ensamble mineralógico, las mismas que fueron trabajadas posterior a la guerra con Chile, dentro de las principales vetas tenemos a la veta Flor que posee una halo de alteración argílica supérgena que llega hasta los 3.5 metros de potencia, con diseminaciones de óxidos de cobre en la caja piso, el ensamble mineralógico consta de turmalina, cuprita, yeso, atacamita, óxidos de fierro y calcantita puntualmente.

Costo perforación y voladura.

Las perforaciones se realizaban con equipos neumáticos tipo Jack-leg en la marca Atlas Copco BBC16W1, usando barras de 6 pies y broca tipo botones de 36 milímetros, la sección realizada era de 2.7 metros x 2.7 metros, realizando en promedio 39 taladros de 6 pies por malla; respecto a los explosivos usaban

detonadores ensamblados con dinamitas 45, 65 y 80, el resumen de costos de perforación y voladura se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Costo de perforación y voladura - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Total por disp.	Costo Unit. del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Jefe mina	2 HH.	4.61	9.21	0.28
Jefe de guardia	3 HH.	3.99	11.97	0.36
Maestro perforista	4 HH.	3.68	14.74	0.44
Ayudante de perforista	4 HH.	2.30	9.21	0.28
Almacenero mecánico	2 HH.	2.30	4.61	0.14
Perforadora Jackleg	206 Pies	0.07	15.01	0.45
Compresora 375cfm	2 Hrs.	16.69	33.38	1.00
Broca 36 mm	206 Pies	0.07	13.38	0.40
Barra 6 pies	206 Pies	0.10	19.76	0.59
Semexa 45	40 Und.	0.26	10.25	0.31
Semexa 65	140 Und.	0.46	64.55	1.93
Semexa 80	21 Und.	0.55	11.52	0.34
Detonador ensamblado	35 Und.	0.81	28.26	0.84
Mecha rápida	15 M	0.35	5.25	0.16
TOTAL US$/TM				**7.51**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costo operaciones mina.

Dentro de las operaciones mina en Cía Minera Chaspaya S.A.C. considera principalmente los trabajos de limpieza de frente con ayuda de un Scooptram de 2.5 yd^3 que era alquilado, sostenimiento de las labores, con pernos Split Set, mallas electrosoldadas y pernos helicoidales y ventilación será mediante la construcción de chimeneas y con la ayuda de un ventilador de 30 Hp, siendo los costos de operaciones mina mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6

Costos operaciones mina - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Total por disp.		Costo Unit. del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Jefe mina	2.0	HH.	4.61	9.21	0.28
Jefe de guardia	2.5	HH.	3.99	9.98	0.30
Operador de Scooptram	2.5	HH.	3.84	9.60	0.29
Almacenero mecánico	1.5	HH.	2.30	3.45	0.10
Ventilador	4.0	HM.	1.99	7.96	0.24
Scooptram	2.5	HM.	63.00	157.50	4.71
Sostenimiento	1.8	M	50.00	90.00	2.69
Grupo electrógeno	0.5	Hrs.	1.92	0.96	0.03
Camioneta	25.0	Km	0.27	6.72	0.20
TOTAL US$/TM					**8.82**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costos servicios auxiliares.

En los costos de servicios auxiliares minera Cía. Minera Chaspaya S.A.C. considera los costos de agua para la perforadora, regado de vías, entre otros, además toma en cuentas el uso de las herramientas y equipos e insumos necesarios para la producción, tales como barretillas, mangueras de agua de jebe reforzado, saca brocas, punzones para el encebado, lampa, pico, entre otros; estos costos se detallan en la Tabla 7.

Dentro de estos costos también se incluyen las herramientas menores tales como cucharillas necesarias para la limpieza de los taladros perforados, punzones de cobre usados para el encebado de los cartuchos de dinamita, barretillas de desate de roca que son fabricados de los barrenos usados y/o desgastados, todo ello se calcula su costo de acuerdo a su costo unitario y tiempo de vida promedio expresado en días.

Tabla 7

Costo servicios auxiliares - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Total por disp.		Costo Unit. del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Jefe de guardia	1.5	HH.	4.61	6.91	0.21
Agua para perforar	30	Días	183.10	3.05	0.09
Lampa	120	Días	7.04	0.03	0.001
Pico	120	Días	12.68	0.05	0.002
Barretillas	30	Días	4.23	0.07	0.002
Cucharillas	60	Días	4.23	0.04	0.001
Atacador	45	Días	5.63	0.06	0.002
Punzón	720	Días	7.04	0.00	0.000
Herramientas	150	Días	32.39	0.11	0.003
Manguera 1"	270	Días	13.00	0.02	0.001
Manguera 1/2"	270	Días	8.00	0.01	0.000
Saca Brocas	720	Días	22.54	0.02	0.000
TOTAL US$/TM					**0.31**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costo de carguío y manipulación de mineral.

El mineral extraído era dispuesto en la cancha de mineral denominado Stock Temporal, en esta área acumulaban mineral de acuerdo al porcentaje de ley de cobre, para posteriormente por blendear el mineral y cargar a los volquetes, con la ley requerida para ser enviado a la planta de beneficio, esta actividad se realizaba con una retroexcavadora alquilada, y se muestra en la Tabla 8 el resumen de este costo.

Tabla 8

Costo de carguío y manipulación – Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Horas	US$/Hrs	TM cargados	Costo US$/TM
Retroexcavadora	1.40	36.00	25.00	**2.016**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costos de seguridad.

Cía. Minera Chaspaya S.A.C. contaba con un supervisor de seguridad que marcaba las pautas respecto a los temas de seguridad, para ello brindaban diferentes equipos de protección personal tales como, botas de jebe, respiradores para polvo y gas, cascos tipo sombrero, lámpara, entre otros, como también poseían diferentes instrumentos de seguridad como charlas de capacitación, procedimientos de trabajo, exámenes médicos entre otros, estos costos se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9

Costos de seguridad - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Cant.		Costo del Recurso	V. Útil / mes	Costo US$/TM
Sup. Seguridad	2.5	HH.	4.61		0.34
Exámenes médicos	19	Und.	45.07	12	0.112
Botas de jebe	16	Par	21.662	4	0.065
Zapatos de seguridad	19	Par	18.310	6	0.043
Guantes de cuero	19	Par	2.986	0.5	0.085
Cascos tipo sombrero MSA.	19	Und.	11.831	12	0.014
Correas porta lámpara	19	Und.	4.141	12	0.005
Uniformes	19	Und.	37.746	6	0.089
Respiradores de dos vías	19	Und.	16.732	12	0.020
Filtros para material particulado	19	Par	5.915	0.5	0.168
Filtros para gases	19	Par	8.141	1	0.116
Adaptador de filtros	19	Par	6.563	4	0.023
Lentes	19	Und.	2.254	1	0.032
Lentes de mallas	4	Und.	6.197	1	0.019
Mandiles para perforista	4	Und.	8.423	1	0.025
Tapones de oídos	19	Par	0.479	1	0.007
Orejeras	10	Par	33.803	6	0.042
Chalecos múltiples de seguridad	3	Und.	19.718	12	0.004
TOTAL US$/TM					**0.971**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costos de transporte.

Cía. Minera Chaspaya S.A.C. contrato los servicios de un tercero para el transporte de mineral hacia la planta de beneficio de terceros, como se indicó anteriormente se envió a la planta Santa Emma ubicada en la región de Arica; para el costo de transporte fue determinante la distancia a recorrer, siendo de Ilo a Arica una distancia de 218 kilómetros, adicionalmente al ser una exportación el mineral se bajó de mina y colocado en un almacén de terceros para que la Aduanas pueda verificar el mineral a exportar, los costos son los mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10

Costos de transporte - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	TM	US$/viaje	US$/TM
Transporte mina - Sercenco	25	106.25	4.25
Transporte Sercenco-Arica	25	700	28
TOTAL US$/TM			**32.25**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Costos de exportación.

Para la exportación a Chile, tuvieron que pagar a un agente aduanero tanto en Perú como en Chile, además la SUNAT, tiene como requerimiento que toda carga a exportación debe contar con un seguro y como se mencionó anteriormente el mineral tuvo que ser colocado provisionalmente en un almacén temporal, ya que los agentes aduaneros tenían que revisar la carga que iba a ser exportada, como también revisar los tonelajes reportados. Estos costos se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11

Costos de exportación - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	US$/TM
Balanza	0.8
Almacenamiento	0.8
Seguro de carga	0.12
Agente de aduanas Perú	0.8
Agente de aduanas Chile	0.94
TOTAL US$/TM	**3.46**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Resumen de costos operativos.

En resumen, el costo operativo para la explotación de una tonelada de mineral oxidado de cobre por Cía. Minera Chaspaya S.A.C. es de 55.76 US$/TM, como se detalla en la Tabla 12, donde podemos notar que el costo de transporte representa más de 50% del costo total de explotación, el costo de exportación también se debería sumar al costo de transporte, debido a que si se vendiera dentro del territorio nacional no se tendría el costo de exportación. Los otros costos mayores son los costos de perforación, voladura y operaciones mina.

Tabla 12

Resumen costos operativos - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Costo US$/TM	Porcentaje
Costo perforación y voladura	7.51	14%
Costo operaciones mina	8.82	16%
Costo servicios auxiliares	0.31	1%
Costo de carguío y manipulación	2.01	4%
Costo de transporte	32.25	58%
Costos de seguridad	0.971	2%
Costo de exportación	3.46	6%
TOTAL US$/TM	**55.331**	**100%**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Ingreso por venta de mineral.

Cía. Minera Chaspaya S.A.C. firmó un contrato en el año 2015 con la planta de beneficio Santa Emma para la venta del mineral, el precio pactado fue en base a una fórmula que contemplaba las variables del precio internacional del cobre, poniendo como referencia el de 2.47 US$/LbCuf, y la ley de mineral siendo en promedio la ley de 2.12% de cobre como se muestra en la Tabla 13 de acuerdo a las muestras de veta del Anexo 3, como resultado el precio por cada tonelada de mineral con ley de 2.84% era de US$63.5.

Tabla 13

Leyes de cobre secuencial - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Símbolo de análisis	**Au**	**Cu _SS**	**Cu _Acs**
Símbolo de unidad	g/TM	%	%
Límite de detección	5	0.01	0.01
615-002	0.39	0.095	3.150
615-003	1.12	0.099	1.180
635-001	0.66	0.157	1.780
635-005	3.54	0.041	2.365

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Inversión.

Cía. Minera Chaspaya S.A.C. para sus operaciones en el año 2015 adquirió, una compresora, perforadoras, camioneta entre otros. Dentro de las inversiones se considera la habilitación de 15 kilómetros de accesos realizados con una tractor D-8 y posterior lastrado con material de zonas aledañas; también se considera la construcción de dos cruceros para interceptar todas las estructuras aflorantes en superficie, además se toma en cuenta la inversión realizada para la obtención de EIAsd, pagos de derecho de vigencia y demás mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14

Inversión - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo (US$)
Terreno	1	Und.	*20,000*	20,000
Oficina	1	Und.	*5,000*	5,000
Compresora	1	Und.	*27,000*	27,000
Perforadora Jack Leg	4	Und.	*2,800*	11,200
Camioneta 4x4	2	Und.	*21,000*	42,000
Accesos	15	Km	*3,000*	45,000
Construcción 2 cruceros	150	M	*700*	105,000
Estudios de ingeniería	1	Und.	*5,000*	5,000
Estudios ambientales	1	Und.	15,000	15,000
Derecho de vigencia	700	Ha	*3*	2,100
Total US$				**277,300**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Cálculo de flujos económicos.

Para el cálculo de flujo económico se consideró por un periodo de 10 años, de acuerdo al tiempo de vida reportado en el EIAsd del proyecto, mostrándose en la Tabla 15 el flujo de caja económico calculado en base a los ingresos y egresos, considerando una tasa de descuento de 9% anuales. Dentro del cálculo del flujo económico, Cía. Minera Chaspaya S.A.C. considera inversiones anuales de preparación minera, para el sostenimiento de las operaciones y producción.

Se calcula los costos de minado y transporte de acuerdo a lo analizado anteriormente y expresado en negativo (rojo) debido a que significa un egreso para la empresa de igual forma para el 28% de impuesto a pagar respecto a la utilidad antes de impuestos.

Tabla 15

Flujo económico - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

DATOS/AÑO	Año 2020	Año 2021 Inicio	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029	Año 2030
TM		6,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Ingresos por ventas (US$)		380,997	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992	1,142,992
Costos de minado (US$)		-127,830	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489
Costo de transporte (US$)		-193,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500	-580,500
Utilidad antes de impuestos (US$)		59,668	179,003	179,003	179,003	179,003	179,003	179,003	179,003	179,003	179,003
Impuestos (28%)		-16,707	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121	-50,121
Utilidad neta (US$)		42,961	128,882	128,882	128,882	128,882	128,882	128,882	128,882	128,882	128,882
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-277,300										
Costo de preparación de mina (US$)		-55,000	45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000		
Flujo de efectivo neto (US$)	-277,300	-12,039	173,882	83,882	83,882	83,882	83,882	83,882	83,882	128,882	128,882
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-277,300**	**-289,339**	**-115,457**	**-31,575**	**52,307**	**136,189**	**220,071**	**303,953**	**387,835**	**516,718**	**645,600**

Fuente: ***Cía. Minera Chaspaya S.A.C.***

Indicadores de rentabilidad.

Valor actual neto.

Para el cálculo del valor actual neto económico se considera el flujo económico y un factor simple de actualización de 9%, resultando un VAN = US$ 288,504.26.

Tasa interna de retorno.

Se tomó en cuenta el flujo neto económico actualizado dando como resultado un 26%.

Costo/beneficio.

Se considera los beneficios y costos de producción de cobre actualizados a un factor simple de actualización durante un periodo de 10 años, cuyo resultado se obtuvo B/C= 1.13.

Concesión minera Captu Uno

Esta concesión minera posee labores verticales y horizontales corridas sobre veta, y fue explotada muchos atrás, estimando posterior a la guerra con Chile, actualmente se encuentra dentro del proceso de formalización minera integral, sin embargo, no ha realizado ventas de mineral a la fecha por lo se estimara los costos operativos considerando vender el mineral a la Planta Metakab ubicada en el departamento de Arequipa.

La concesión posee principalmente la veta denominada veta Fiorela compuesta principalmente por oxidación de fierro malaquita en fracturas y parches, pequeños lentes de cuprita, limonitas y calcita marrón. La potencia de veta va desde los 10 centímetros hasta los 2 metros, se puede apreciar las fotografías en el Anexo 4.

Costo perforación y voladura.

La estimación de estos costos se basó en base a los equipos y forma de trabajar del operador minero en otras concesiones que posee, entre lo más resaltante es el uso de Anfo, preparado manualmente con nitrato de amonio y petróleo, colocando como iniciador un cartucho de dinamita con fulminante; este cartucho, fulminante y mecha de seguridad lo adquiere de manera informal, por lo que su costo es casi tres veces mayor al precio normal, también se considera una avance de 5 pies por disparo teniendo que usar los barrenos de 4 pies y posteriormente hacer un repaso con el barreno de 6 pies. La estimación de estos costos se realizó tomando en cuenta las horas maquinas, hombres y pies perforados por malla y los costos unitarios de cada recurso, para luego poder estimar el costo de perforación y voladura presentado en la Tabla 16.

Tabla 16

Costo perforación - Captu Uno

Descripción	Total por disp.		Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Supervisor	3	HH.	2.30	6.91	0.49
Maestro perforista	4	HH.	3.38	13.51	0.97
Ayudante de perforista	4	HH.	1.84	7.37	0.53
Perforadora Jackleg	119	Pies	0.08	9.38	0.67
Compresora	2	Hrs.	13.25	26.49	1.90
Broca 36 mm	119	Pies	0.07	7.72	0.55
Barra 4 pies	88	Pies	0.09	8.20	0.59
Barra 6 pies	31	Pies	0.10	2.98	0.21
Armada de Semexa 65	19	Tal.	1.72	32.71	2.34
Anfo	19	Tal.	0.58	11.09	0.79
	TOTAL US$				**9.04**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo operaciones mina.

Para las operaciones mineras el operador minero plantea limpiar los frentes disparador con el uso de un minicargador Bobcat, el mismo que extraerá el mineral a superficie, respecto al sostenimiento lo realizará con madera y pernos Split set en las zonas que los requiera, actualmente posee una chimenea de 30 metros aproximadamente por lo que planea conectar las labores a esta chimenea para tener una buena ventilación, estos costos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17

Costos operaciones mina - Captu Uno

Descripción	Total por frente		Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Supervisor	2.5	HH.	2.30	5.76	0.41
Operador de Bobcat	2.5	HH.	2.76	6.91	0.49
Bobcat	2.5	HH.	22.54	56.34	4.03
Sostenimiento	1.8	M	20.00	36.00	2.58
Grupo electrógeno	0.5	Hr.	1.92	0.96	0.07
Camioneta	25.0	Km	0.13	3.17	0.23
	TOTAL US$				**7.81**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos servicios auxiliares.

En la estimación de costos de servicios auxiliares se incluyen los costos de agua para perforar, herramientas, mangueras y adicionalmente se considera el pallaqueo de mineral para subir la ley de mineral con la ayuda de dos pallaqueros, también se consideró el costo de supervisión requerido para esta actividad. Estos costos se calcularon en base a los costos unitarios de cada recurso y el tiempo de vida útil estimado para cada recurso, presentando en la Tabla 18 los costos estimado para los servicios auxiliares.

Tabla 18

Costos servicios auxiliares - Captu Uno

Descripción	V. Útil	Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Supervisor	1.5 HH.	2.30	3.45	0.247
Pallaqueo	8.0 HH.	2.27	18.14	1.814
Agua para perforar	35 Días	183.10	2.62	0.187
Lampa	120 Días	7.04	0.03	0.002
Pico	120 Días	12.68	0.05	0.004
Barretillas	30 Días	4.23	0.07	0.005
Cucharillas	60 Días	4.23	0.04	0.003
Atacador	45 Días	3.60	0.04	0.003
Punzón	720 Días	7.04	0.00	0.000
Cargador Anfo	150 Días	32.39	0.11	0.008
Carretilla	150 Días	34.29	0.11	0.008
Manguera 1"	120 Días	1.69	0.01	0.0005
Manguera 1/2"	120 Días	0.99	0.00	0.0003
Saca Brocas	720 Días	22.54	0.02	0.001
	TOTAL US$			**2.283**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo de carguío y manipulación de mineral.

El carguío y manipulación del mineral ubicado en los stocks de mineral, serán blendeados de acuerdo a la ley de cobre requerido, además el carguío de mineral hacia los volquetes que transportarán a la planta de beneficio, se realizará con la ayuda de una retroexcavadora, siendo este costo mostrado en la Tabla 19, considerando un tiempo estimado de carguío de 0.4 horas y un costo de mercado de 28.17 dólares la hora de máquina, incluyendo el costo de combustible y la mano de obra del operador del equipo y tomado en cuenta las toneladas cargadas por un volquete de 15 m^3 el costo de carguío y manipuleo será de 0.45 US$/TM.

Tabla 19

Costos de carguío y manipulación - Captu Uno

Descripción	Horas	US$/H	TM cargados	Costo US$/TM
Retroexcavadora	0.4	28.17	25.00	0.45

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de seguridad.

Para los costos de seguridad se considera los EPP entregados a los trabajadores como también de un supervisor de seguridad, estos costos se presentan en la Tabla 20, calculados de acuerdo a los costos unitarios de cada equipo de protección personal, el tiempo de vida útil estimado de cada equipo y tomando en cuenta la cantidad de personal y el tipo de trabajo a realizar. Además, se considera el costo de supervisión de seguridad.

Tabla 20

Costo de seguridad - Captu Uno

Descripción	Cantidad	Costo Unit. Del Recurso	V.útil /mes	Costo US$/TM
Supervisor	1.5 HH.	2.30	3.45	0.25
Botas de jebe	2.0 Par	21.66	4.00	0.04
Zapatos de seguridad	5.0 Par	18.31	6.00	0.05
Guantes de cuero	5.0 Par	2.99	0.50	0.10
Cascos tipo sombrero MSA.	5.0 Und.	11.83	12.00	0.02
Correas porta lámpara	5.0 Und.	4.14	12.00	0.01
Uniformes	5.0 Und.	37.75	12.00	0.05
Respiradores de dos vías	5.0 Und.	16.73	12.00	0.02
Filtros para material particulado	5.0 Par	5.92	0.50	0.19
Filtros para gases	4.0 Par	8.14	1.00	0.11
Adaptador de filtros	4.0 Par	6.56	4.00	0.02
Lentes	5.0 Und.	2.25	1.00	0.04
Lentes de mallas	2.0 Und.	6.20	1.00	0.04
Mandiles para perforista	1.0 Und.	8.42	1.00	0.03
Tapones de oídos	5.0 Par	0.48	1.00	0.01
Orejeras	2.0 Par	33.80	6.00	0.04
TOTAL US$				**0.99**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de transporte.

Para el costo de transporte se considera vender el mineral a la planta de beneficio de terceros ubicado en el departamento de Arequipa a una distancia de 300 kilómetros, se planeaba transportar el mineral en camiones de 25 toneladas. Los camiones serán alquilados a terceros siendo el costo por viaje realizado. Este costo se representa de la Tabla 21.

Tabla 21

Costo de transporte - Captu Uno

Descripción	TM	$/viaje	$/tm
Transporte mina Arequipa	28.0	535.2	19.11
Balanza	28.0	9.859	0.35
TOTAL US$			**19.47**

Nota: ***Elaboración propia.***

Resumen de costos operativos.

Los costos se resumen en la Tabla 22, resaltando el costo de transporte un 50% del costo total por tonelada de mineral, seguido de los costos de perforación, voladura y costos de operaciones mina, con 19% y 16%, respectivamente.

Tabla 22

Resumen de costos operativos - Captu Uno

Descripción	US$/TM	Porcentaje
Costo perforación y voladura	9.04	19%
Costo operaciones mina	7.8	16%
Costo servicios auxiliares	2.3	5%
Costo de carguío y manipulación	0.5	1%
Costo de transporte	27.4	57%
Costos de seguridad	1.0	2%
TOTAL	**48.0**	**100%**

Nota: ***Elaboración propia.***

Ingreso por venta de mineral.

La planta de beneficio Metakab ubicado en Arequipa, obtiene como producto final sulfato de cobre, pagando 19 dólares por punto porcentual de cobre. La veta de la concesión minera Captu Uno, fue muestreada (veta y caja) arrojando una ley de 1.5% de cobre soluble en ácido, sin embargo, el operador minero planea realizar trabajos de pallaqueo subiendo la ley a 2% de cobre soluble en acido, pero disminuyendo el tonelaje a 30 toneladas de mineral por día. El ingreso por venta de mineral seria de US$36 por tonelada de mineral con 2% de cobre soluble en ácido.

Inversión.

Para la inversión se considera la instalación de oficinas, perforadoras, accesos por 2 kilómetros y estudios necesarios para poder concluir el proceso de formalización minera integral, todo ello se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23

Inversión – Captu Uno

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo (US$)
Oficinas	1	Und.	*10,000*	10,000
Campamento	1	Und.	*10,000*	10,000
Compresora	1	Und.	*15,000*	15,000
Perforadora Jack Leg	2	Und.	*2,400*	4,800
Camioneta usada	1	Und.	*15,000*	15,000
Derecho terreno superficial	1	Und.	*20,000*	20,000
Accesos	2	Km	*4,500*	9,000
Estudios de ingeniería	1	Und.	*5,000*	5,000
Estudios IGAFOM	1	Und.	*5,000*	5,000
Derecho de vigencia	400	Ha	*3*	1,200
Total				95,000

Nota: ***Elaboración propia.***

Cálculo de flujos económicos.

Para el cálculo de flujo económico se consideró por un periodo de 5 años, mostrándose en la Tabla 24 el flujo de caja económico calculado en base a los ingresos y egresos, además de una inversión de US$95,000 en el año cero y posteriormente una inversión de US$20,000 por año para los gastos de preparación e inversión de sostenibilidad de producción.

Se expresa en negativo los costos de minado y de transporte (rojo) debido a que significa un egreso para la mina de igual formal para el 28% de impuesto a pagar respecto a la utilidad antes de impuesto. De esta forma restando los egresos versus los ingresos se obtiene el flujo efectivo neto.

Tabla 24

Flujo económico - Captu Uno

DATOS/AÑO	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
TM		10800	10800	10800	10800	10800
Ingresos por ventas (US$)		388,800	388,800	388,800	388,800	388,800
Costos de minado (US$)		-222,173	-222,173	-222,173	-222,173	-222,173
Costo de transporte (US$)		-210,241	-210,241	-210,241	-210,241	-210,241
Utilidad antes de impuestos (US$)		-43,615	-43,615	-43,615	-43,615	-43,615
Impuestos (28%)		12,212	12,212	12,212	12,212	12,212
Utilidad neta (US$)		-31,403	-31,403	-31,403	-31,403	-31,403
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-95,000					
Costo de preparación de mina (US$)		-20,000	-20,000	-20,000	-20,000	
Flujo de efectivo neto (US$)	-95,000	-51,403	-51,403	-51,403	-51,403	-31,403
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-95,000**	**-146,403**	**-197,805**	**-249,208**	**-300,611**	**-332,014**

Nota: ***Elaboración propia.***

Indicadores de rentabilidad.

Valor actual neto.

Para el cálculo del valor actual neto económico se considera el flujo económico y un factor simple de actualización de 9%, resultando un VAN = US$ -281,940.02.

Tasa interna de retorno.

Se tomó en cuenta el flujo neto económico actualizado dando como resultado un 0%.

Costo/beneficio.

Se considera los beneficios y costos de producción de cobre actualizados a un factor simple de actualización durante un periodo de 10 años, cuyo resultado se obtuvo B/C= 0.75.

Concesión minera Korybank

En esta concesión minera viene siendo explotada por un minero artesanal, extrayendo de la veta denominada Santa Rosa compuesta predominantemente de turmalina masiva de potencia aproximada de 1 metro, en su ensamble mineralógico presenta cuprita, malaquita, atacamita, cuarzo y óxidos de fierro, como se aprecia en las fotografías del Anexo 4. Dentro de la concesión minera se identificó un dique diorítico de textura porfirítico paralela a la veta.

Costo perforación y voladura.

Para los trabajos de perforación y voladura el operador minero hace uso de un martillo bosh con una broca de 3 pies y como fuente de energía usa un generador de 3,500Watts. Respecto a la voladura el operador minero coloca un cartucho en el fondo del taladro encebado con un fulminante simple, completo la carga con Anfo. Estos costos se resumen en la Tabla 25.

Tabla 25

Costo de perforación y voladura concesión minera - Korybank

Descripción	Total por malla		Costo Unit. Del Recurso	Costo por malla	Costo US$/TM
Maestro perforista	2.5	HH.	2.76	6.91	6.28
Ayudante de perforista	2.5	HH.	2.30	5.76	5.23
Perforadora Bosh	37.8	Pies	0.17	6.34	5.76
Generador	1.5	Hrs.	1.97	2.96	2.69
Brocas SDS máx.	37.8	Pies	0.07	2.46	2.23
Armada de Semexa 65	12.0	Tal.	1.72	20.66	18.78
Anfo	12.0	Tal.	0.58	7.00	6.37
	TOTAL US$				**47.35**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo operaciones mina.

El operador minero no hace uso de ningún equipo para la extracción y manipulación del mineral, el perforista y ayudante son los que realizan la labor de limpieza del frente con ayuda de lampa y carretilla, dentro de esta actividad también realizan el pallaqueo en simultaneo, colocando el mineral en sacos mineros. Estos costos se resumen en la Tabla 26.

Tabla 26

Costos operaciones mina - Korybank

Descripción	Total por frente		Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Maestro perforista	2	HH.	2.76	5.53	5.02
Ayudante perforista	2	HH.	2.30	4.61	4.19
Camioneta	20	Km	0.13	2.54	2.31
Sacos mineros	17	Und.	0.42		7.18
Lampa	180	Días	7.04	0.02	0.013
Pico	180	Días	12.68	0.04	0.023
Barretillas	60	Días	4.23	0.04	0.023
Cucharillas	60	Días	4.23	0.04	0.023
Carretilla	180	Días	34.29	0.10	0.063
TOTAL US$					**18.85**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo de carguío y manipulación de mineral.

El mineral dispuesto en los sacos mineros es bajado en carretilla de la mina (cota 886) hasta la quebrada (cota 534) donde llega su acceso, desde de la quebrada los sacos mineros son cargados al volquete de 4 toneladas, este costo es de US$3.99 la tonelada, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27

Costo de Carguío y manipulación de mineral - Korybank

Descripción	Horas	Costo Unit. Del Recurso	Costo US$/TM
Ayudantes	4.0	2.00	**8.00**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de seguridad.

El operador minero artesanal, cuenta con lo mínimo en el implemento de seguridad, siendo estos lo siguiente en la Tabla 28.

Tabla 28

Costos de seguridad - Korybank

Descripción	Cantidad	Costo Unit. Del Recurso	V. útil /mes	Costo US$/TM
Zapatos de seguridad	2 Par	15.00	8.00	0.15
Guantes de cuero	2 Par	2.99	1.00	0.25
Cascos tipo sombrero MSA.	2 Und.	11.83	24.00	0.04
Filtros para material particulado	2 Par	5.92	1.00	0.49
Filtros para gases	2 Par	8.14	6.00	0.11
Tapones de oídos	2 Par	0.48	1.00	0.04
TOTAL US$				**1.08**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de transporte.

El mineral es transportado hasta Nazca, habiendo una distancia de 640 kilómetros, el operador minero realizo un contrato con el transportista por el monto de US$ 56.34 por tonelada.

Resumen de costos operativos.

Como resumen se tiene un costo elevado por tonelada de mineral, debido al poco tonelaje movido, los costos se resumen en la Tabla 29.

Tabla 29

Resumen de costo - Korybank

Descripción	US$/TM	Porcentaje
Costo perforación y voladura	47.35	36%
Costo operaciones mina	18.85	14%
Costo de carguío y manipulación	8.00	6%
Costo de transporte	56.34	43%
Costos de seguridad	1.08	1%
TOTAL	**131.6**	**100%**

Nota: ***Elaboración propia.***

Ingreso por venta de mineral.

El mineral pallaqueado contiene valores de cobre en óxidos y oro, por esta razón al vender mineral se realiza la valorización por el contenido de cobre y oro, sin embargo, el oro es fuertemente castigado por tener contenido de óxidos de cobre, esto por incrementar el consumo de cianuro para la recuperación del oro.

El mineral pallaqueado llega en promedio a 7.5% de cobre en óxidos y 0.13 onzas de oro, según lo indicado por el operador minero. El valor pagado por el cobre es de US$24 por punto porcentual de cobre y por el oro de acuerdo al precio internacional de oro, descontando US$150 por concepto de maquila y un 2% de castigo. Respecto al tonelaje el operador minero produce 20 toneladas al mes.

Inversión.

El operador minero realizo inversión en la instalación de un pequeño almacén, equipos y habilitación de un pequeño tramo de acceso, estos montos se presentan en la Tabla 30.

Tabla 30

Inversión - Korybank

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo (US$)
Almacén	1	Und.	*750*	750
Generador	1	Und.	*1,127*	1,127
Perforadora Bosh	1	Und.	*986*	986
Accesos	1.5	Km	*200*	300
Estudios IGAFOM	1	Und.	*500*	500
	Total US$			**3,663**

Nota: ***Elaboración propia.***

Cálculo de flujos económicos.

Para el cálculo de flujo económico se consideró por un periodo de 10 meses, mostrándose en la Tabla 31 el flujo de caja económico calculado en base a los ingresos y egresos, además de una inversión de US$3,663 en el año cero, no se consideró en la evaluación los gastos de preparación debido a que el operador minero no realizo esas actividades.

Se expresa en negativo los costos de minado y de transporte (rojo) debido a que significa un egreso para la mina de igual formal para el 28% de impuesto a pagar respecto a la utilidad antes de impuesto. De igual manera se expresa en color rojo la inversión necesaria realizada en el año cero el mismo que será descontado en el flujo efectivo acumulado. De esta forma restando los egresos versus los ingresos se obtiene el flujo efectivo neto. Para esta concesión minera no se consideró costos de preparación y desarrollo, esto a que la veta posee un buen encampane

Tabla 31

Evaluación económica Korybank

DATOS/MES	Mes 0 2020	Mes 1 2021	Mes 2 2021	Mes 3 2021	Mes 4 2021	Mes 5 2021	Mes 6 2021	Mes 7 2021	Mes 8 2021	Mes 9 2021	Mes 10 2021
TM		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ingresos por ventas Au (US$)		452	452	452	452	452	452	452	452	452	452
Ingresos por ventas Cu (US$)		3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450
		3,902	3,902	3,902	3,902	3,902	3,902	3,902	3,902	3,902	3,902
Costos de minado (US$)		-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506
Costo de transporte (US$)		-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127	-1,127
Utilidad antes de impuestos (US$)		1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270
Impuestos (28%)		-356	-356	-356	-356	-356	-356	-356	-356	-356	-356
Utilidad neta (US$)		914	914	914	914	914	914	914	914	914	914
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-3,663										
Costo de preparación de mina (US$)											
Flujo de efectivo neto (US$)	-3,663	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-3,663**	**-2,748**	**-1,834**	**-919**	**-5**	**910**	**1,824**	**2,739**	**3,653**	**4,568**	**5,482**

Nota: ***Elaboración propia.***

Indicadores de rentabilidad.

Valor actual neto.

Para el cálculo del valor actual neto económico se considera el flujo económico y un factor simple de actualización de 9%, resultando un VAN = US$ 2,206.02.

Tasa interna de retorno.

Se tomó en cuenta el flujo neto económico actualizado dando como resultado un 21%.

Costo/beneficio.

Se considera los beneficios y costos de producción de cobre actualizados a un factor simple de actualización durante un periodo de 10 años, cuyo resultado se obtuvo B/C= 1.21.

Concesión minera Cinthia de Tacna

La concesión minera Cinthia de Tacna, está ubicado en el distrito de Ite y se llega a la concesión minera mediante un acceso de 12 kilómetros en trocha partiendo de la carretera Costanera. Esta fue operada en el 2017 vendiendo el mineral a Chaviña y Nazca. La concesión minera está inscrita en el proceso de formalización minera y explotan una veta de ensamble mineralógico de cuprita, malaquita y atacamita, la veta en superficie presenta fuerte oxidación de fierra, principalmente hematitas y goetitas.

La concesión viene trabajando una veta principal, con afloración en superficie de turmalina, óxidos de fierros y de cobre principalmente de malaquita, identificaron una bolsonada de mineral el cual profundizaron con un pique, como se puede apreciar en las fotografías del Anexo 4, dando buenos valores de cobre,

principalmente malaquita, atacamita y cuprita, todo ello en una matriz de hematitas, goethitas y limonitas, siendo estas últimas las aportantes del contenido de oro. La veta posee una dirección N135E y un buzamiento de 75 SW, las potencias varían de entre 1 metros hasta los 4 metros de potencial, con rocas cajas piso y techo medianamente competentes.

Costo perforación y voladura.

El operador minero posee equipos de perforación tipo Jack leg, cuenta con una compresora alquilada y perfora por malla taladros de 5 pies, realizando 2 disparos en una guardia, los frentes perforados son cargados con Anfo mediante el uso de cargadores de Anfo tipo pistola accionados con el aire de la compresora. La malla a disparar es iniciada con un cartucho de dinamita encebado con un fulminante común en el fondo del taladro e iniciados manualmente con mecha lenta cortada cada 2 centímetros, los costos se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32

Costo de perforación y voladura - Cinthia de Tacna

Descripción	Total por malla	Costo Unit. Del Recurso	Costo por malla	Costo US$/TM
Supervisor	2 HH.	3.53	7.06	0.78
Maestro perforista	2 HH.	3.07	6.14	0.68
Ayudante de perforista	2 HH.	1.84	3.68	0.41
Perforadora Jackleg	90 Pies	0.24	21.60	2.40
Compresora	2 Hrs.	16.90	25.35	2.82
Broca 36 mm	90 Pies	0.030	2.70	0.30
Barra 6 pies	31 Pies	0.029	0.90	0.10
Armada de Semexa 65	17 Tal.	1.08	18.42	2.05
Anfo	17 Tal.	0.48	8.14	0.90
	TOTAL US$			**10.44**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo operaciones mina.

Para la limpieza de los frentes de trabajo lo realizan con carritos mineros Z20 y la extracción a superficie se realiza con un winche de izaje, debido a que la veta no cuenta con encampane, extraído el mineral a superficie es colocado en el lampón de la retroexcavadora y llevado hacia la cancha de acumulación. Estos costos se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33

Costos operaciones mina - Cinthia de Tacna

Descripción	Total por frente		Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Supervisor	2.5	HH.	3.53	8.83	0.98
Ayudantes	4	HH.	1.84	7.37	0.82
Operador winche	3	HH.	1.84	5.53	0.61
Retroexcavadora	3.0	HM.	29.74	89.23	9.91
Winche	2.5	HH.	2.01	5.02	0.56
Sostenimiento	1.4	M	17.00	23.80	2.64
Grupo electrógeno	0.5	Hr.	1.92	0.96	0.11
Camioneta	25.0	Km	0.13	3.17	0.35
Campamento	0.5	Día	169.01	84.51	9.39
TOTAL US$					**25.38**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos servicios auxiliares.

Dentro de los costos de servicios auxiliares, resalta el costo de agua que es comprado desde la ciudad de Ilo, también se considera herramientas necesarias para la actividad minera y el costo de pallaqueo para poder llegar a las leyes requeridas, estos costos se presentan en la Tabla 34.

Tabla 34

Costo de servicios auxiliares - Cinthia de Tacna

Descripción	V. Útil		Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Supervisor	1.5	HH.	3.53	5.30	0.588
Pallaqueo	4.0	HH.	2.27	9.07	0.907
Agua para perforar	20	Días	211.27	5.28	0.587
Lampa	120	Días	7.04	0.03	0.003
Pico	120	Días	12.68	0.05	0.006
Carretilla	60	Días	38.03	0.32	0.035
Reflectores	360	Días	27.61	0.04	0.004
Barretillas	30	Días	4.23	0.07	0.008
Cucharillas	60	Días	4.23	0.04	0.004
Atacador	45	Días	3.60	0.04	0.004
Punzón	720	Días	7.04	0.00	0.001
Cargador Anfo	150	Días	32.39	0.11	0.012
Carretilla	150	Días	32.00	0.11	0.012
Manguera 1"	120	Días	1.50	0.01	0.0007
Manguera 1/2"	120	Días	0.85	0.00	0.0004
Saca Brocas	720	Días	22.54	0.02	0.002
TOTAL US$					**2.175**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo de carguío y manipulación de mineral.

El mineral dispuesto en la cancha de acumulación y pallaqueado es cargado con la retroexcavadora alquilada a los volquetes de 15 metros cúbicos, siendo el costo de US$0.79 la tonelada de mineral cargado.

Costos de seguridad.

El operador minero brinda a sus trabajadores los implementos de seguridad para realizar las actividades mineras, tales como casco tipo sombrero, lámparas mineras, respiradores para gases entre otros mostrados en la Tabla 35.

Tabla 35

Costo de seguridad - Cinthia de Tacna

Descripción	Cantidad	Costo Unit. Del Recurso	V.útil /mes	Costo US$/TM
Botas de jebe	2 Par	21.66	4.00	0.05
Zapatos de seguridad	7 Par	18.31	6.00	0.11
Guantes de cuero	7 Par	2.99	0.50	0.21
Cascos tipo sombrero	7 Und.	11.83	12.00	0.03
Lampara	7 Und.	24.23	13.00	0.07
Correas porta lámpara	7 Und.	4.14	12.00	0.01
Uniformes	7 Und.	37.75	12.00	0.11
Respiradores de dos vías	7 Und.	16.73	12.00	0.05
Filtros para gases	4 Par	8.14	1.00	0.16
Lentes	5 Und.	2.25	1.00	0.06
Ropa de agua	1 Und.	8.42	1.00	0.04
Tapones de oídos	5 Par	0.48	1.00	0.01
TOTAL US$				**0.92**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de transporte.

El mineral es enviado hasta una planta ubicado en Chaviña para tratar el cobre, posterior a la recuperación del cobre, el ripio que posean valores de oro es enviado a la ciudad de Nazca para su recuperación, por consiguiente, tiene los siguientes costos de transporte mostrado en la Tabla 36.

Tabla 36

Costo de transporte - Cinthia de Tacna

Descripción	TM	$/viaje	$/TM
Mina - Chaviña	30.0	940.29	31.34
Chaviña-Nazca	30.0	240	8.00
TOTAL US$			**39.34**

Nota: ***Elaboración propia.***

Resumen de costos operativos.

El resumen se muestra en Tabla 37, evidenciando el mayor costo en el transporte evidenciando un 49.8% del total del costo operativo, esto principalmente se debe a la distancia entre la mina y la planta de beneficio (615 kilómetros). Similar a las otras concesiones mineras los otros mayores costos son los costos de perforación, voladura y los costos de operaciones minas con 13.2% y 32.1% respectivamente.

Tabla 37

Resumen de costos - Cinthia de Tacna

Descripción	US$/TM	Porcentaje
Costo perforación y voladura	10.4	13.2%
Costo operaciones mina	25.4	32.1%
Costo servicios auxiliares	2.2	2.8%
Costo de carguío y manipulación	0.8	1.0%
Costo de transporte	39.3	49.8%
Costos de seguridad	0.9	1.2%
TOTAL	**79.1**	**100%**

Nota: ***Elaboración propia.***

Ingreso por venta de mineral.

Debido a los trabajos de pallaqueo y blendeando el mineral, el operador minero envía mineral en promedio de 4% de contenido de cobre soluble, el valor pagado por la planta es de US$19 dólares por punto porcentual de cobre. Respecto al oro se valoriza de acuerdo al precio internacional del oro, restando el costo de maquila de US$160 y un castigo de 30% por deducciones. Se resalta que no todo el mineral que contiene cobre, contenga también oro, el operador minero realiza los muestreos y marca los camiones que tiene contenido de oro.

Inversión.

El operador minero indico que realizo inversiones por un estimado de US$ 29,272 en campamento, winche de izaje, perforadoras neumáticas, accesos, plataforma, madera, entre otros, para poder realizar la extracción del mineral y posterior venta, estas inversiones realizadas por el operador minero se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38

Inversión - Cinthia de Tacna

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo (US$)
Campamento	1	Und.	*7,500*	7,500
Winche	1	Und.	*3,239*	3,239
Perforadora Jack Leg	2	Und.	*2,000*	4,000
Camioneta usada	1	Und.	*6,500*	6,500
Accesos	5	Km	*870*	4,350
Madera	1	Und.	*986*	986
Estudios IGAFOM	1	Und.	*2,500*	2,500
Derecho de vigencia	200	Ha	*1*	200
Total				29,275

Nota: ***Elaboración propia.***

Cálculo de flujos económicos.

Para el cálculo de flujo económico se consideró por un periodo de 10 meses, mostrándose en la Tabla 39 el flujo de caja económico calculado en base a los ingresos y egresos, además de una inversión de US$29,275 en el mes cero, se consideró en la evaluación los gastos de preparación mina por un monto de US$ 2,500 mensuales que comprende la profundización mina.

Se expresa en negativo los costos de minado y de transporte (rojo) debido a que significa un egreso para la mina de igual formal para el 28% de impuesto a pagar respecto a la utilidad antes de impuesto. También se expresa en color rojo la inversión necesaria realizada en el mes cero.

Tabla 39

Flujo económico - Cinthia de Tacna

DATOS/AÑO	Mes0 2020	Mes1 2021	Mes2 2021	Mes3 2021	Mes4 2021	Mes5 2021	Mes6 2021	Mes7 2021	Mes8 2021	Mes9 2021	Mes10 2021
TM		325	325	325	325	325	325	325	325	325	325
Ingresos por ventas Cu (US$)		27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300
Ingresos por ventas Au (US$)		6,013	6,013	6,013	6,013	6,013	6,013	6,013	6,013	6,013	6,013
Costos de minado (US$)		-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907
Costo de transporte (US$)		-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786	-12,786
Utilidad antes de impuestos (US$)		7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620	7,620
Impuestos (28%)		2,134	2,134	2,134	2,134	2,134	2,134	2,134	2,134	2,134	2,134
Utilidad neta (US$)		9,754	9,754	9,754	9,754	9,754	9,754	9,754	9,754	9,754	9,754
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-29,275										
Costo de preparación de mina (US$)			-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500		
Flujo de efectivo neto (US$)	-29,275	9,754	7,254	7,254	7,254	7,254	7,254	7,254	7,254	9,754	9,754
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-29,275**	**-19,522**	**-12,268**	**-5,014**	**2,240**	**9,494**	**16,748**	**24,001**	**31,255**	**41,009**	**50,763**

Fuente: ***Elaboración propia.***

Indicadores de rentabilidad.

Debido a que los indicadores financieros no son los esperados por el operador minero, actualmente la actividad minera se encuentra paralizada.

Valor actual neto.

Para el cálculo del valor actual neto económico se considera el flujo económico y un factor simple de actualización de 9%, resultando un VAN = US$ 21,777.81

Tasa interna de retorno.

Se tomó en cuenta el flujo neto económico actualizado dando como resultado un 24%.

Costo/beneficio.

Se considera los beneficios y costos de producción de cobre actualizados a un factor simple de actualización durante un periodo de 10 años, cuyo resultado se obtuvo B/C= 1.01.

Concesión minera Corvinon 002.

La concesión minera actualmente es operada por un pequeño productor minero inscrito en el registro integral de formalización minera, en la visita realizada en octubre del 2020 el operador minero viene realizando piques en busca de sulfuros y con la esperanza de que las leyes de oro y cobre en sulfuros mejoren. Sin embargo, en otra zona de la misma concesión minera, posee cateos y algunos disparos realizados sobre vetas con contenido de minerales secundarios de cobre, dirección N80E, buzamiento 85 SW, potencia aproximada de 2 metros y de extensión de veta aflorante en superficie de 100 metros y con una ley de 7.24%

de cobre soluble en ácido sulfúrico, como se visualiza en las fotografías adjuntas en el Anexo 4.

El operador menciono que no ha llegado a vender el mineral producto de estas calicatas, toda vez que la planta más cercana que él tiene conocimiento y contacto se ubica en Nazca. Por ello a pesar de las buenas expectativas que da esta veta no han sido priorizados por el operador minero. Por ello en el presente trabajo se estimará los costos requeridos para la extracción del mineral secundario de cobre, siguiendo los lineamientos y capacidad del operador minero. No obstante, para dicha estimación se tomará en cuenta la planta de sulfato de cobre ubicada en Arequipa, siendo esta planta de cobre más cercana a su operación minera.

Costo perforación y voladura.

En la concesión minera posee una veta importante aflorante en superficie y con buen encampane, por lo que el operador minero va extraer todo el mineral posible aprovechando el encampane y topografía del terreno, por tal razón las actividades de perforación serán superficiales definiendo la veta y su comportamiento, los costos estimados para esta actividad se presenta en la Tabla 40, teniendo en cuenta que el operador va requerir alquilar otra compresora debido a que la distancia donde actualmente trabaja con su compresora es considerable y no sería factible hacer un tendido de manguera. De igual forma a las anteriores actividades los taladros iniciaran con un cartucho encebado con un fulminante común, este paquete de un cartucho, un fulminante y 5 pies de mecha lenta se le denomina armada, posteriormente los taladros son completados con Anfo, la iniciación se realizará taladro por taladro por ser una actividad convencional.

Tabla 40

Costo de perforación y voladura - Corvinon 002

Descripción	Total por malla	Costo Unit. Del Recurso	Costo por malla	Costo US$/TM
Maestro perforista	2 HH.	3.38	6.75	0.61
Ayudante de perforista	2 HH.	1.84	3.68	0.33
Perforadora Jackleg	99 Pies	0.08	7.81	0.70
Compresora	1.5 Hrs.	13.25	19.87	1.78
Broca 38 mm	99 Pies	0.07	6.44	0.58
Barra 4 pies	99 Pies	0.10	9.50	0.85
Armada de Semexa 65	19 Tal.	1.16	21.99	1.97
Anfo	19 Tal.	0.58	11.09	0.99
TOTAL US$				**7.81**

Nota*: **Elaboración propia.***

Costo operaciones mina.

En estos costos se considera las actividades de limpieza del frente disparado, no tendrán ningún equipo por lo que la limpieza lo realizarán con carretilla y lampa, estos costos se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41

Costos de operaciones - Corvinon 002

Descripción	Total por frente	Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Maestro perforista	3.0 HH.	2.30	6.91	0.62
Ayudante perforista	3.0 HH.	2.76	8.29	0.74
Ayudante	3.0 HH.	1.84	5.53	0.50
Auto de transporte	25.0 Km	0.13	3.17	0.28
TOTAL US$				**2.14**

*Nota: **Elaboración propia.***

Costos servicios auxiliares.

En los servicios auxiliares se considera la manguera de aire, carretilla y demás herramientas, no se considera agua para perforar, ya que el operador minero indica que perfora en seco, la estimación de estos costos se presenta en la Tabla 42.

Tabla 42

Costos de servicios auxiliares - Corvinon 002

Descripción	V. Útil	Costo Unit. Del Recurso	Costo por disp.	Costo US$/TM
Lampa	120 Días	7.04	0.03	0.003
Pico	120 Días	12.68	0.05	0.005
Barretillas	30 Días	4.23	0.07	0.006
Cucharillas	60 Días	4.23	0.04	0.003
Atacador	45 Días	3.60	0.04	0.004
Punzón	720 Días	7.04	0.00	0.000
Cargador Anfo	150 Días	32.39	0.11	0.010
Carretilla	150 Días	34.29	0.11	0.010
Manguera 1"	120 Días	1.69	0.01	0.0006
TOTAL US$				**0.041**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costo de carguío y manipulación de mineral.

La actividad de carguío del mineral lo realizaran manualmente, para ello preparan en el acceso una pequeña plataforma aprovechando la topografía del terreno para facilitar esta actividad. Los perforistas y sus ayudantes realizarán esta actividad con ayuda de carretillas. La estimación de estos costos se presenta en la Tabla 43.

Tabla 43

Costos de carguío y manipulación - Corvinon 002

Descripción	Total por frente	Costo Unit. Del Recurso	Rendimiento Tm/hr	Costo US$/TM
Maestro perforista	4.0 HH.	3.38	3.00	4.50
Ayudante perforista	4.0 HH.	2.30	3.00	3.07
Ayudante	4.0 HH.	1.84	3.00	2.46
TOTAL US$				**10.03**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de seguridad.

El operador minero brinda equipos de protección personal a su personal, tales como botas de jebe, tapones de oídos, lentes y otros básicos, sin embargo, se podría mejorar el aspecto de seguridad notablemente. Se presenta la estimación de costo en la Tabla 44.

Tabla 44

Costo de seguridad - Corvinon 002

Descripción	Cantidad	Costo Unit. Del Recurso	V.útil /mes	Costo US$/TM
Botas de jebe	2.0 Par	21.66	4.00	0.04
Zapatos de seguridad	4.0 Par	18.31	6.00	0.05
Guantes de cuero	4.0 Par	2.99	0.50	0.10
Cascos tipo sombrero	4.0 Und.	11.83	12.00	0.02
Respiradores de dos vías	4.0 Und.	16.73	12.00	0.02
Filtros para material particulado	4.0 Par	5.92	0.50	0.19
Lentes	4.0 Und.	2.25	1.00	0.04
Mandiles para perforista	1.0 Und.	8.42	1.00	0.03
Tapones de oídos	4.0 Par	0.48	1.00	0.01
TOTAL US$				**0.50**

Nota: ***Elaboración propia.***

Costos de transporte.

El mineral extraído podría ser vendido a la planta más cercana ubicada en el departamento de Arequipa siendo la distancia de 245.2 kilómetros en carretera y 24 kilómetros en trocha, por lo que considerando la tarifa promedio de los transportistas se estima un costo por viaje de 925 US$, la cantidad permitida para transportar en carretera con volquetes de 15 a 17 metros cúbicos, es de 25 toneladas, entonces el costo estimado de transporte sería de 33.80 US$/TM.

Resumen de costos operativos.

Dentro de los costos operativos podemos notar que al igual que las demás concesiones el costo de transporte representa más del 62% del costo global de operaciones, y particularmente en esta concesión minera la actividad de carguío y manipulación representa el 18% siendo el segundo mayor, esto debido a que se realiza manualmente. El resumen de los costos operativos se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45

Resumen de costos operativos - Corvinon 002

Descripción	US$/TM	Porcentaje
Costo perforación y voladura	7.8	14%
Costo operaciones mina	2.1	4%
Costo de carguío y manipulación	10.0	17%
Costo de transporte	37	64%
Costos de seguridad	0.5	1%
TOTAL	**57.5**	**100%**

Nota: ***Elaboración propia.***

Ingreso por venta de mineral.

La veta fue muestreada en dos puntos aflorantes, realizando un muestreo en canal considerando la potencia de la veta, no se consideró las cajas, ya que al tener buena potencia no existirá mayor dilución. El valor arrojado del mineral muestreado fue de 7.24% de cobre soluble en ácido; para la evaluación económica se considerará una la ley de 6% debido a que las leyes no se mantendrán uniformes. Esta ley al ser alta el precio pagado por la planta también se incrementa, pagando US$ 25 por punto porcentual de cobre soluble en ácido y por tonelada, por lo que el operador minero recibirá US$ 150 dólares por cada tonelada de mineral. Además, con la estimación de los costos realizados anteriormente se plantea una producción de 75 toneladas mensuales.

Inversión.

Dentro de las inversiones necesarias es de la compra de una perforadora Jack Leg, un auto para el traslado del personal y la habilitación de 1 kilómetro de acceso para llegar al punto de carguío, como también la realización de los IGAFOM para continuar en el proceso de formalización, la inversión necesaria se presenta en la Tabla 46.

Tabla 46

Inversión - Corvinon 002

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo (US$)
Perforadora Jack Leg	1	Und.	*1,800*	1,800
Auto usado	1	Und.	*4,000*	4,000
Accesos	1	Km	*1,014*	1,014
Estudios IGAFOM	1	Und.	*1,000*	1,000
			Total	**7,814**

Nota: ***Elaboración propia.***

Cálculo de flujos económicos.

Para el cálculo de flujo económico se consideró por un periodo de 12 meses, además se considera 2 meses sin producción debido a que la zona existe precipitación considerable y el acceso de trocha por la cantidad de limos hace que el acceso sea muy jabonoso, no permitiendo el ingreso de vehículos mayores. El cálculo de flujo económico se muestra en la Tabla 47 el flujo de caja económico calculado en base a los ingresos y egresos, además de una inversión de US$7,814 en el mes cero y posteriormente una inversión de US$2,500 en los meses 6, 7, 8, 9, 10 para los gastos de preparación e inversión de sostenibilidad de producción.

Se expresa en negativo los costos de minado y de transporte (rojo) debido a que significa un egreso para la mina de igual formal para el 28% de impuesto a pagar respecto a la utilidad antes de impuesto. También se expresa en color rojo la inversión necesaria realizada en el mes cero el mismo que será descontado en el flujo efectivo acumulado. De esta forma restando los egresos versus los ingresos se obtiene el flujo efectivo neto.

Tabla 47

Flujo económico - Corvinon 002

DATOS/MESES	Mes 0 2020	Mes 1 2021	Mes 2 2021	Mes 3 2021	Mes 4 2021	Mes 5 2021	Mes 6 2021	Mes 7 2021	Mes 8 2021	Mes 9 2021	Mes 10 2021	Mes 11 2021	Mes 12 2021
TM		75	75	75	75	75	0	0	75	75	75	75	75
Ingresos por ventas (US$)		10,575	10,575	10,575	10,575	10,575	0	0	10,575	10,575	10,575	10,575	10,575
Costos de minado (US$)		-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	0	0	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536
Costo de transporte (US$)		-2,775	-2,775	-2,775	-2,775	-2,775	0	0	-2,775	-2,775	-2,775	-2,775	-2,775
Utilidad antes de impuestos (US$)		6,264	6,264	6,264	6,264	6,264	0	0	6,264	6,264	6,264	6,264	6,264
Impuestos (28%)		-1,754	-1,754	-1,754	-1,754	-1,754	0	0	-1,754	-1,754	-1,754	-1,754	-1,754
Utilidad neta (US$)		4,510	4,510	4,510	4,510	4,510	0	0	4,510	4,510	4,510	4,510	4,510
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-7,814												
Costo de preparación de mina (US$)							-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500		
Flujo de efectivo neto (US$)	-7,814	4,510	4,510	4,510	4,510	4,510	-2,500	-2,500	2,010	2,010	2,010	4,510	4,510
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-7,814**	**-3,304**	**1,206**	**5,715**	**10,225**	**14,735**	**12,235**	**9,735**	**11,745**	**13,754**	**15,764**	**20,274**	**24,784**

Fuente: ***Elaboración propia.***

Indicadores de rentabilidad.

El operador minero actualmente tiene como enfoque el encontrar la zona de sulfuros, esperando que los valores de oro incrementen, sin embargo, los valores de cobre arrojados del muestreo, nos dan indicadores de rentabilidad considerables y posiblemente el operador minero tome en cuenta el trabajar el mineral secundario de cobre. Además, que por el encampane no requiere de mayor y topografía del terreno no va a requerir de mayor inversión a diferencia de la zona actual que vienen realizando, esto debido a que la profundización de las labores implica mayor inversión además de mayores costos operaciones posteriores.

Valor actual neto.

Para el cálculo del valor actual neto económico se considera el flujo económico y un factor simple de actualización de 9%, resultando un VAN = US$ 14,303.

Tasa interna de retorno.

Se tomó en cuenta el flujo neto económico actualizado dando como resultado un TIR de 49%.

Costo/beneficio.

Se considera los beneficios y costos de producción de cobre actualizados a un factor simple de actualización durante un periodo de 12 meses, cuyo resultado se obtuvo B/C= 1.88.

Comparación y resumen de los costos operativos

Dentro de los costos de operacionales de las concesiones mineras evaluadas, el costo mayor es el costo de transporte representando un promedio de 54% de los costos totales operacionales, como se muestra en la Tabla 49, siendo el mínimo de US$ 27.4 correspondiente a la concesión Captu Uno, y el mayor de US$ 56.34 correspondiente a la concesión Korybank, mostrados en la Tabla 48. Los altos costos de transporte obedecen principalmente a las distancias entre la concesión minera y la planta de beneficio, siendo la concesión minera Korybank y Captu Uno concesiones mineras cercanas; pero la concesión Korybank envía su mineral hasta Nazca, siendo una distancia de 640 kilómetros, mientras que la concesión Captu Uno se plantea enviar a la planta de beneficio ubicada en Arequipa y la distancia es de 250 kilómetros.

Tabla 48

Resumen de costos operacionales

Descripción	Chaspaya S.A.C.	Captu Uno	Koribank	Cinthia de Tacna	Corvinon 002
	US$/TM	US$/TM	US$/TM	US$/TM	US$/TM
Costo perforación y voladura	7.51	9.04	47.35	10.4	7.8
Costo operaciones mina	8.82	7.8	18.85	25.4	2.1
Costo servicios auxiliares	0.31	2.3	-	2.2	-
Costo de carguío y manipulación	2.01	0.5	8	0.8	10
Costo de transporte	32.25	27.4	56.34	39.3	37
Costos de seguridad	0.971	1	1.08	0.9	0.5
Costo de exportación	3.46	-	-	-	-
TOTAL US$/TM	**55.33**	**48.04**	**131.62**	**79.00**	**57.50**

Nota: ***Elaboración propia.***

Tabla 49

Resumen porcentual de los costos operacionales

Descripción	Chaspaya S.A.C.	Captu Uno	Korybank	Cinthia de Tacna	Corvinon 002	Promedio
	%	%	%	%	%	
Costo perforación y voladura	14%	19%	36%	13%	14%	19%
Costo operaciones mina	16%	16%	14%	32%	4%	17%
Costo servicios auxiliares	1%	5%	-	3%	-	3%
Costo de carguío y manipulación	4%	1%	6%	1%	17%	6%
Costo de transporte	58%	57%	43%	50%	64%	54%
Costos de seguridad	2%	2%	1%	1%	1%	1%
Costo de exportación	6%	-	-	-	-	6%

Nota: ***Elaboración propia.***

Comparación y resumen de los indicadores financieros

Dentro de los indicadores financieros presentados en la Tabla 50, se ha podido notar que la concesión minera con menor rentabilidad es la concesión minera Captu Uno, a su vez es la concesión con menos ley de cobre y la inversión que requiere hace que este proyecto sea inviable, a diferencia de Corvinon 2 que tiene mejores leyes de cobre, pero plantea menor tonelaje y le da mayor rentabilidad. En general podemos decir que los indicadores financieros no son los esperados por los operadores mineros, por ello actualmente las concesiones Captu Uno y Cinthia de Tacna, se encuentran en suspensión, la concesión Corvinon 2 se encuentra en la exploración del oro en profundidad y la concesión El Nuevo Sureño y San Antonio M después de realizar una venta a la planta ubicada en Chile y otra venta a la planta ubicada en Arequipa no volvió a realizar otra venta por no presentar los márgenes de ganancias esperados.

Tabla 50

Resumen indicadores financieros

	Chaspaya S.A.C.	**Captu Uno**	**Korybank**	**Cinthia de Tacna**	**Corvinon 2**
VAN	US$288,504	US$ - 281,941	US$ 2,206	US$21,777.81	US$14,303
TIR	26%	0%	21%	24%	49%
B/C	1.13	0.75	1.21	1.01	1.88

Nota: ***Elaboración propia.***

4.2. Evaluación de rentabilidad con planta de sulfato de cobre

Se procederá a la evaluación de la rentabilidad de las concesiones mineras anteriormente descritas, mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre más cercana y estratégica para las concesiones mineras dentro del segmento a evaluar del presente trabajo. La planta de sulfato de cobre se instalaría dentro de la Zona Especial de Desarrollo Ilo (ZED-ILO), como se ve el Mapa C-001 del Anexo 1, esto obedece principalmente a que la planta de sulfato de cobre debe

estar ubicado en una zona industrial nivel II, además de requerir un mínimo de 5,000 metros cuadros de extensión; el ZED-ILO cuenta con terrenos industriales y cada cierto periodo de tiempo realiza una subasta pública para dar en sesión de uso los terrenos en modalidad de alquiler, entre las principales ventajas tenemos que el precio del alquiler oscila entre 0.062US$ por metro cuadrado por mes, los terrenos cuentan con facilidades de luz y agua, cuentan con control de garita las 24 horas, balanza para el pesaje de camiones y al ser declarado una zona de desarrollo especial las empresas instaladas dentro de esta zona esta excepcionadas del pago de impuesto a la renta.

Se ha podido notar que el mayor costo dentro de las operaciones mineras es el costo de transporte siendo este en promedio el 53% del costo total, esto se debe principalmente a la distancia de deben recorrer los volquetes para llegar a las plantas de beneficio. Entonces al instalar una planta de sulfato de cobre más cercana a las actividades mineras, deberíamos reducir notablemente el costo de transporte y por ende mejorar la rentabilidad. Por tal razón a continuación procederemos a realizar la evaluación de la rentabilidad de las concesiones mineras únicamente estimando el nuevo costo de transporte resultante, ya que los costos de perforación, voladura, seguridad y demás no se verán afectos por la instalación de la planta de sulfato de cobre.

Concesión minera El Nuevo Sureño y San Antonio M – Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Las concesiones mineras El Nuevo Sureño y San Antonio M, poseen un trocha carrozable de 12 kilómetros hasta llegar a la carretera Ciudad Jardín – Fundición, a partir de ese punto comienza la carretera asfaltada por una distancia de 15 kilómetros hasta llegar al ZED-ILO donde se ubicará la planta de sulfato de cobre; al ser una distancia relativamente corta el costo de transporte ya no sería por viaje realizado, sino por horas de trabajo del volquete, por tal motivo se realizó

la toma de tiempos de 3 ciclos de viaje del volquete, presentados en la Tabla 51, para conocer el tiempo estimado de duración de cada ciclo. Considerando el costo del volquete de 15 y 17 metros cúbicos es de US$ 31.00 por hora y las conociendo el tiempo requerido por cada volquete por viaje se puede estimar el nuevo costo de transporte con la instalación de la planta de sulfato de cobre en el ZED-ILO.

Tabla 51

Tiempos transporte – Cía Minera Chaspaya S.A.C.

Descripción	Primer ciclo (min)	Segundo Ciclo(min)	Tercer ciclo (min)
Recorrido ZED - El Nuevo Sureño	66	86	79
Carguío de Material	30	25	27
Transporte de mineral El Nuevo Sureño – ZED	82	79	87
Pesaje y descarga de material a planta	49	12	14
Pesaje balanza TM	27.80	29.00	29.81
Total horas	3.78	3.37	3.45
Total costo	$117.28	$104.37	$106.95

Nota: ***Elaboración propia.***

De las tres mediciones de tiempo de ciclo realizados nos da un promedio de 3.53 horas por ciclo, esto por el costo de US$ 31.00 por hora nos da un valor por ciclo promedio de US$109.43; respecto al tonelaje trasladado tenemos en promedio 28.87 toneladas por ciclo, por lo tanto, nuestro nuevo costo de transporte será de 3.79 US$/TM. Este cálculo realizado con la toma de tiempo y el costo por horas maquinas, nos servirá como referencia para la estimación de costo para las concesiones mineras siguientes.

Para el nuevo cálculo de flujo económico financiero se cambiara el costo de transporte, por ser este costo el directamente impactado con la instalación de la planta de sulfato de cobre, adicionalmente para este caso, también se cambiara el costo de ingreso por tonelada de mineral, ya que el precio pactado con la planta de Chile era muy buena debido a otras condiciones ofrecidas en Chile, la nueva planta ubicada en ZED-ILO, por las leyes de entre 2 y 3% de cobre soluble en ácido sulfúrico, pagará el monto de US$ 18.00 por punto porcentual de cobre por tonelada, entonces el para el nuevo cálculo de flujo económico se modificaran los montos de ingreso y costos de transporte, manteniendo los otros parámetros de igual forma. Como resultado obtuvimos la Tabla 52 donde deducimos los nuevos indicadores financieros siguientes:

VAN (9%): US$ 1, 498,496.88.

TIR: 76%.

B/C: 1.84.

Tabla 52

Nuevo flujo económico – Cía Minera Chaspaya S.A.C.

DATOS/AÑO	Año 2020	Año 1 Inicio 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029	Año 2030
TM		6,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Ingresos por ventas (US$)		306,720	920,160	920,160	920,160	920,160	920,160	920,160	920,160	920,160	920,160
Costos de minado (US$)		-127,830	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489	-383,489
Costo de transporte (US$)		-22,740	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220	-68,220
Utilidad antes de impuestos (US$)		156,150	468,451	468,451	468,451	468,451	468,451	468,451	468,451	468,451	468,451
Impuestos (28%)		-43,722	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166	-131,166
Utilidad neta (US$)		112,428	337,285	337,285	337,285	337,285	337,285	337,285	337,285	337,285	337,285
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-277,300										
Costo de preparación de mina (US$)		-55,000	45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000	-45,000		
Flujo de efectivo neto (US$)	-277,300	57,428	382,285	292,285	292,285	292,285	292,285	292,285	292,285	337,285	337,285
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-277,300**	**-219,872**	**162,413**	**454,697**	**746,982**	**1,039,267**	**1,331,551**	**1,623,836**	**1,916,120**	**2,253,405**	**2,590,690**

Fuente: ***Elaboración propia.***

Concesión minera Captu Uno

De igual forma a lo anterior el costo de transporte ya no se realizaría por ciclo realizado, sino por las horas maquinas del volquete trabajado y tomando en consideración que la concesión minera va a tener una trocha carrozable de 10 kilómetros hasta la vía asfaltada y luego de 15.6 kilómetros hasta la planta ubicada en el ZED ILO; las distancias y características son muy similares a la concesión minera colindante de El Nuevo Sureño y tomando como referencia los tiempos y costos estimados, adicionando US$ 0.21 por concepto de incremento de tiempo al momento del carguío esto debido a que usará un equipo menor (Minicargador) el nuevo costo de transporte será de US$4.00 por tonelada de mineral trasladado.

Entonces considerando los mismos valores tomados en la Tabla 24 y variando únicamente el costo de transporte de US$19.47 a US$4.00 por la variación de distancia entre la concesión minera y la planta de proceso del mineral, los nuevos indicadores financieros del flujo económico analizado, nos da como resultante los siguientes nuevos indicadores financieros de VAN de US$185,867.73; TIR de 68% y un B/C de 1.34; de acuerdo al flujo económico mostrado en la Tabla 53.

Tabla 53

Nuevo flujo económico – Captu Uno

DATOS/AÑO	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025
TM		10800	10800	10800	10800	10800
Ingresos por ventas (US$)		388,800	388,800	388,800	388,800	388,800
Costos de minado (US$)		-222,173	-222,173	-222,173	-222,173	-222,173
Costo de transporte (US$)		-43,200	-43,200	-43,200	-43,200	-43,200
Utilidad antes de impuestos (US$)		123,427	123,427	123,427	123,427	123,427
Impuestos (28%)		-34,559	-34,559	-34,559	-34,559	-34,559
Utilidad neta (US$)		88,867	88,867	88,867	88,867	88,867
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-95,000					
Costo de preparación de mina (US$)		-20,000	-20,000	-20,000	-20,000	
Flujo de efectivo neto (US$)	-95,000	68,867	68,867	68,867	68,867	88,867
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-95,000**	**-26,133**	**42,734**	**111,601**	**180,469**	**269,336**

Nota: ***Elaboración propia.***

Concesión minera Korybank

En la evaluación del flujo económico anterior de esta concesión (Tabla 31) se consideró también el ingreso por 0.13 Oz/TM de oro, sin embargo, para la nueva evaluación mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre, no se considerará los ingresos por oro, esto debido a que con la propuesta de la planta se obtiene como producto final el sulfato de cobre pentahidratado y no se aprovecha o recupera el oro. Por otro lado, el costo de transporte se reduce a 5 US$/TM principalmente por la reducción considerable de distancia entre la concesión y la planta de proceso.

A diferencia de la anterior evaluación de flujo económico, se consideró la distancia entre la concesión y la planta ubicada en Nazca de 640 kilómetros lo que representaba un costo de transporte de 56.34 US$/TM. Con la propuesta mediante la instalación de la planta de sulfato de cobre dentro del ZED-ILO, la distancia entre la concesión minera y la planta de sulfato de cobre se reduce a 7.23 kilómetros en trocha y 15.7 kilómetros en carretera, haciendo un total de 22.93 kilómetros; respecto al nuevo costo de transporte se tiene menor distancia respecto a la concesión minera El Nuevo Sureño, no obstante las condiciones de acceso son diferentes, siendo ampliamente mejor la de El Nuevo Sureño, en tal sentido se estima el nuevo costo de transporte a 5 US$/TM. Por lo tanto, la nueva evaluación de flujo económico presentado en la Tabla 54, se obtiene los siguientes indicadores financieros:

VAN (9%): US$ 6,246.37.

TIR: 41%.

B/C: 1.72.

Tabla 54

Nuevo flujo económico – Korybank

DATOS/MES	Mes 0 2020	Mes 1 2021	Mes 2 2021	Mes 3 2021	Mes 4 2021	Mes 5 2021	Mes 6 2021	Mes 7 2021	Mes 8 2021	Mes 9 2021	Mes 10 2021
TM		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ingresos por ventas Au (US$)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos por ventas Cu (US$)		3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750
Costos de minado (US$)		-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506	-1,506
Costo de transporte (US$)		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Utilidad antes de impuestos (US$)		2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144
Impuestos (28%)		-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600	-600
Utilidad neta (US$)		1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-3,663										
Flujo de efectivo neto (US$)	-3,663	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544	1,544
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-3,663**	**-2,119**	**-575**	**969**	**2,513**	**4,057**	**5,601**	**7,146**	**8,690**	**10,234**	**11,778**

Nota: ***Elaboración propia.***

Concesión minera Cinthia de Tacna

En la evaluación anterior del flujo económico financiero de esta concesión minera se consideró 0.10 Oz/TM de oro y 4% de cobre, sin embargo, para la evaluación mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre pentahidratado ubicado en el ZED-ILO, no se valorizara el contenido de oro que posea; no obstante el costo de transporte si se verá reducido notablemente, toda vez que anteriormente se consideraba llevar el mineral hasta Chaviña para recuperar el cobre y luego trasladar el mineral hasta Nazca para recuperar el oro, esto daba un costo de transporte de 39.34 US$/TM. Con la nueva propuesta de la instalación de una planta de sulfato de cobre, la distancia se verá reducida a 5 kilómetros en trocha y 31 kilómetros por la carretera costanera sur, haciendo un total de 36 kilómetros y tomando como referencia el costo de transporte de la concesión minera “El Nuevo Sureño” de 3.79US$/TM por 27 kilómetros, el nuevo costo de transporte estimado será de 5.05 US$/TM, entonces se realizará la evaluación del flujo económico financiero en base al nuevo costo de transporte estimado y descontando los ingresos por el contenido de oro, representándose en la Tabla 55, y obteniendo los siguientes indicadores financieros:

VAN (9%): US$ 64,066.58.

TIR: 49%.

B/C: 1.42.

Tabla 55

Nuevo flujo económico - Cinthia de Tacna

DATOS/AÑO	Mes0 2020	Mes1 2021	Mes2 2021	Mes3 2021	Mes4 2021	Mes5 2021	Mes6 2021	Mes7 2021	Mes8 2021	Mes9 2021	Mes10 2021
TM		325	325	325	325	325	325	325	325	325	325
Ingresos por ventas Cu (US$)		27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300	27,300
Ingresos por ventas Au (US$)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de minado (US$)		-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907	-12,907
Costo de transporte (US$)		-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625	-1,625
Utilidad antes de impuestos (US$)		12,768	12,768	12,768	12,768	12,768	12,768	12,768	12,768	12,768	12,768
Impuestos (28%)		3,575	3,575	3,575	3,575	3,575	3,575	3,575	3,575	3,575	3,575
Utilidad neta (US$)		16,343	16,343	16,343	16,343	16,343	16,343	16,343	16,343	16,343	16,343
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-29,275										
Costo de preparación de mina (US$)			-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500		
Flujo de efectivo neto (US$)	-29,275	16,343	13,843	13,843	13,843	13,843	13,843	13,843	13,843	16,343	16,343
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-29,275**	**-12,932**	**911**	**14,754**	**28,598**	**42,441**	**56,284**	**70,127**	**83,971**	**100,314**	**116,657**

Nota: ***Elaboración propia.***

Concesión minera Corvinon 002

En esta concesión minera la única variación que se verá directamente afectado con la propuesta de la planta de sulfato de cobre será el costo de transporte debido a que anteriormente se evaluó llevar el mineral desde la concesión minera hasta la planta de sulfato de cobre ubicado en Arequipa; con la nueva evaluación mediante la instalación de la planta de sulfato de cobre ubicada dentro del ZED-ILO, la distancia se reducirá a 12 kilómetros sobre trocha y 31 kilómetros en la carretera costanera sur, haciendo un total de 43 kilómetros. Por ende, tomando como referencia el costo de transporte de la concesión El Nuevo Sureño para la estimación del nuevo de costo de transporte sería de 6 US$/TM de esta forma se mantiene todas las variables al igual que la anterior evaluación de flujo económico a excepción del costo de transporte; dando como resultado el nuevo flujo económico presentado en la Tabla 56 y los siguientes indicadores financieros:

VAN (9%): US$ 26,000.87.

TIR: 81%.

B/C: 3.04.

Tabla 56

Nuevo flujo económico - Corvinon 002

DATOS/MESES	Mes 0 2020	Mes 1 2021	Mes 2 2021	Mes 3 2021	Mes 4 2021	Mes 5 2021	Mes 6 2021	Mes 7 2021	Mes 8 2021	Mes 9 2021	Mes 10 2021	Mes 11 2021	Mes 12 2021
TM		75	75	75	75	75	0	0	75	75	75	75	75
Ingresos por ventas (US$)		11,250	11,250	11,250	11,250	11,250	0	0	11,250	11,250	11,250	11,250	11,250
Costos de minado (US$)		-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	0	0	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536	-1,536
Costo de transporte (US$)		-450	-450	-450	-450	-450	0	0	-450	-450	-450	-450	-450
Utilidad antes de impuestos (US$)		9,264	9,264	9,264	9,264	9,264	0	0	9,264	9,264	9,264	9,264	9,264
Impuestos (28%)		-2,594	-2,594	-2,594	-2,594	-2,594	0	0	-2,594	-2,594	-2,594	-2,594	-2,594
Utilidad neta (US$)		6,670	6,670	6,670	6,670	6,670	0	0	6,670	6,670	6,670	6,670	6,670
CAPEX / Capital de Trabajo (US$)	-7,814												
Costo de preparación de mina (US$)							-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500		
Flujo de efectivo neto (US$)	-7,814	6,670	6,670	6,670	6,670	6,670	-2,500	-2,500	4,170	4,170	4,170	6,670	6,670
Flujo de efectivo acumulado (US$)	**-7,814**	**-1,144**	**5,526**	**12,195**	**18,865**	**25,535**	**23,035**	**20,535**	**24,705**	**28,874**	**33,044**	**39,714**	**46,384**

Nota: ***Elaboración propia.***

Resumen de indicadores financieros con y sin planta de sulfato de cobre

En la Tabla 57 podemos ver el resumen de los indicadores financieros de las evaluaciones de flujo económico de las cinco concesiones mineras evaluadas con y sin planta de sulfato de cobre, en todas ellas podemos notar que existe un incremento significativo tanto en los VAN, TIR y B/C con la implementación de la planta de sulfato de cobre esto debido principalmente a la reducción de distancia de trasporte entre las concesiones mineras y la planta de proceso del mineral, ello hiso que el costo de transporte se redujera notablemente e influyendo en la rentabilidad de las concesiones mineras. Sin embargo, podemos notar que el menor incremento de rentabilidad con la instalación de la planta de sulfato de cobre lo tiene la concesión minera Korybank donde solo incremento un 1% de TIR, esto a causa de que el operador minero dejaría de percibir ingresos por el contenido de oro y sería poco compensado por la reducción del costo de transporte según la evaluación del flujo económico realizado.

Por otro lado, tenemos la concesión minera Captu Uno que tuvo mayor y notable incremento de rentabilidad con la evaluación de flujo económico mediante la instalación de la planta de sulfato de cobre, dado que esta concesión minera solo explotaría el contenido de cobre (2%), este porcentaje de cobre no cubriría los costos de explotación ni el costo de transporte, por ello al reducir el costo de transporte en un 20.5% el 2% de contenido de cobre se vuelve rentable su explotación.

Tabla 57

Resumen de indicadores financieros

	El Nuevo Sureño		Captu Uno		Korybank		Cinthia de Tacna		Corvinon 2	
	Sin planta	**Con planta**	**Sin planta**	**Con planta**	**Sin planta**	**Con planta**	**Sin planta**	**Con planta**	**Sin planta**	**Con planta**
VAN	$288,504.26	$1,498,496.88	-$281,941.02	$185,867.73	$2,206.02	$6,246.37	$21,777.81	$64,066.58	$14,303	$26,000.87
TIR	26%	76%	0%	68%	21%	41%	24%	49%	49%	81%
B/C	1.13	1.84	0.75	1.34	1.21	1.72	1.01	1.42	1.88	3.04

Nota: ***Elaboración propia.***

4.3. Evaluación de rentabilidad de planta de sulfato de cobre

El proyecto de instalación de la planta de sulfato de cobre pentahidratado, consiste en el tratamiento de minerales oxidados de cobre, para obtener como producto final el sulfato de cobre que tiene como mercado en el sector agro-industrial como complemento en la alimentación de animales, fungicida, alguicida y procesamiento de minerales con contenido de zinc. El proyecto contempla un nivel de tratamiento de minerales de 50 TM/mes con ley de cobre de 2% y un horizonte de 5 años; se considera los componentes de proceso de chancado, lixiviación, electrobombas, extracción por solvente, cristalización, centrifuga, secado y despacho.

Determinación de ubicación de planta de sulfato de cobre

Para la determinación de la mejor ubicación de la planta de sulfato de cobre se hiso uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que son herramientas para almacenar y analizar informaciones espaciales, para ello se tomó en consideración tres criterios de selección más resaltantes que requiere la planta de sulfato de cobre las cuales son:

- Áreas restringidas por expansión urbana, agrícola, entre otros.
- Pendiente requerida en un área de 10,000 m^2.
- Localización de fallas geológicas.

Multicriterio con Model Builder

La ubicación de la planta de sulfato de cobre se determinó analizando las tres restricciones ya mencionadas anteriormente, apoyándonos con el software ArcGIS con la herramienta Model Builder, donde primeramente analizaremos la primera restricción que es el criterio de áreas restringidas.

Las áreas restringidas se obtuvieron del aplicativo Geocatmin que es desarrollada y actualizada por el INGEMMET, donde delimitamos con polígonos en formato SHP las áreas de expansión urbana, Proyecto Especial Pasto Grande, Lomas de Tacahuay y Punta de Cole; lugares donde no se pueden realizar actividad industrial, para ello cargamos el archivo SHP en el modelo previamente creado, y procedemos a transfórmalo en un archivo ráster con la herramienta Feacture to raster, finalmente para poder clasificar las áreas que son aptas para instalar la planta y las áreas que no son aptas para instalar la planta bajo este primer criterio, usaremos la herramienta Reclassify y daremos en peso de 0 a las áreas restringidas y el peso de 1 a las áreas no restringidas, donde finalmente obtendremos el mapa que se muestra en la Figura 8.

Para instalación de la planta se requiere una pendiente menor o igual a 8%, para ello se procedió a cargar el archivo DEM del área de estudio en el modelo que se vino trabajando, donde con la herramienta Slope obtendremos el ráster de pendientes en porcentajes y posteriormente se clasifica las pendientes menores o igual a 8% y las pendientes mayores a 8% con la herramienta Reclassify daremos el peso de 0 a las áreas que no cumplen con esta restricción y el peso de 1 a las áreas que cumplen con esta restricción; obteniendo el mapa mostrado en la Figura 9.

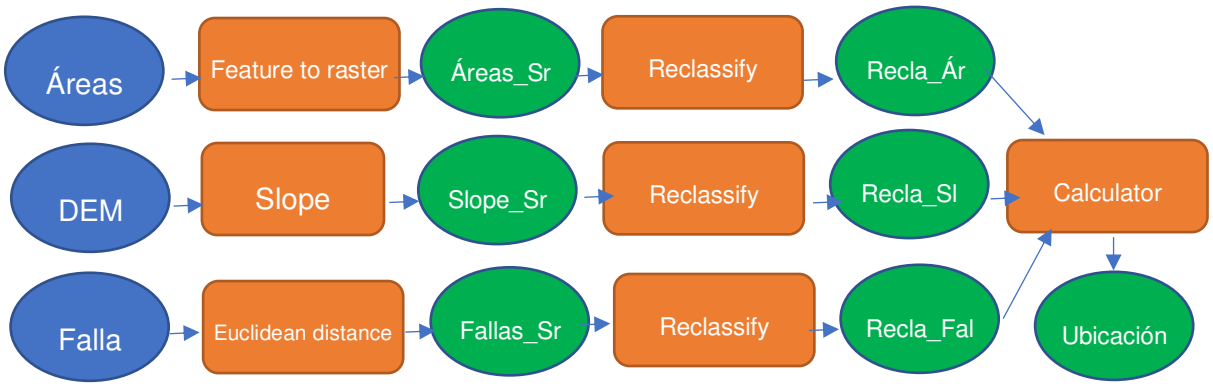
Para el criterio de fallas geológicas se cargó el archivo SHP de las fallas identificadas del área de estudio en el modelo y se analizó área de influencia de estas fallas con la herramienta Euclidean distance, seguidamente se clasifico las áreas que se encuentran dentro de los 500 metros de influencia de la fallas donde no se puede instalar la planta y las áreas fuera de los 500 metros de influencia de las fallas donde si se puede ubicar la planta, esto se realizó con la herramienta Reclassify dando el peso de 0 a las áreas que no cumplen con la condición y el

peso de 1 a las áreas que si cumplen la restricción; obteniendo como resultado el mapa mostrado en la Figura 10.

Finalmente para obtener el mapa de las áreas posibles para la ubicación de la planta cargamos la herramienta Ráster calculator en el modelo, en ello multiplicamos los tres raster obtenidos en los pasos anteriores y obtendremos el mapa C-10 del anexo 1, donde el color verde con valores de 0 son las áreas donde no se puede instalar la planta de sulfato de cobre y en color morado con valores de 1 donde si se puede instalar la planta de sulfato de cobre, finalmente se seleccionó el área dentro de la Zona Especial de desarrollo Ilo, por la facilidad de acceso que posee, mientras que en las otras áreas aptas no se cuenta con accesos ello implicaría un mayor costo de inversión. El modelo obtenido después del proceso de análisis de las restricciones se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Model builder



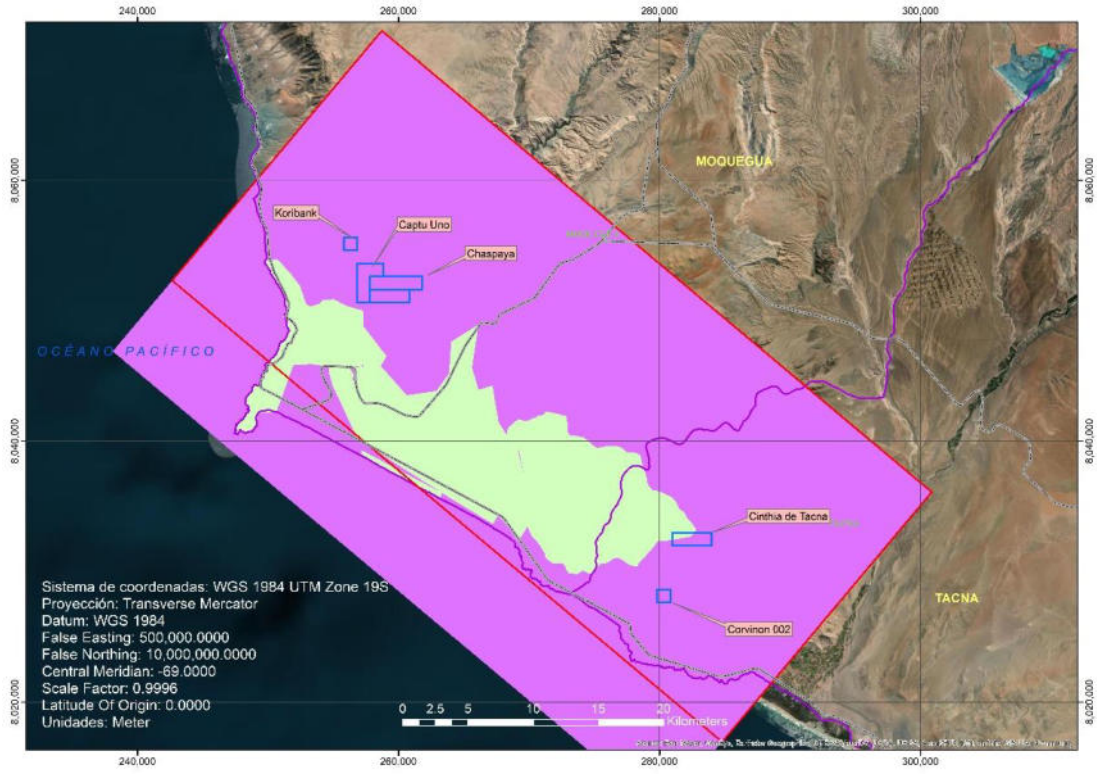
Nota: ***Elaboración propia***

Criterio de áreas restringidas

Para este criterio se consideró las áreas de expansión urbana, áreas destinadas para la agricultura, áreas intangibles, entre otros de esta forma se identificó de acuerdo al INGEMMET las áreas restringidas del Proyecto Especial Pasto Grande, las lomas de Tacahuay, área de expansión urbana Ilo y el sistema de islas Punta de Coles de la reserva nacional. Convirtiendo todas estas áreas identificadas en formato ráster y clasificándolo de acuerdo a la Figura 7 en color verde las áreas restringidas donde no podría ubicarse la planta de sulfato y en color magenta las áreas donde sí podrían ubicarse la planta de sulfato.

Figura 8

Criterio de áreas restringidas



Nota: ***Elaboración propia***

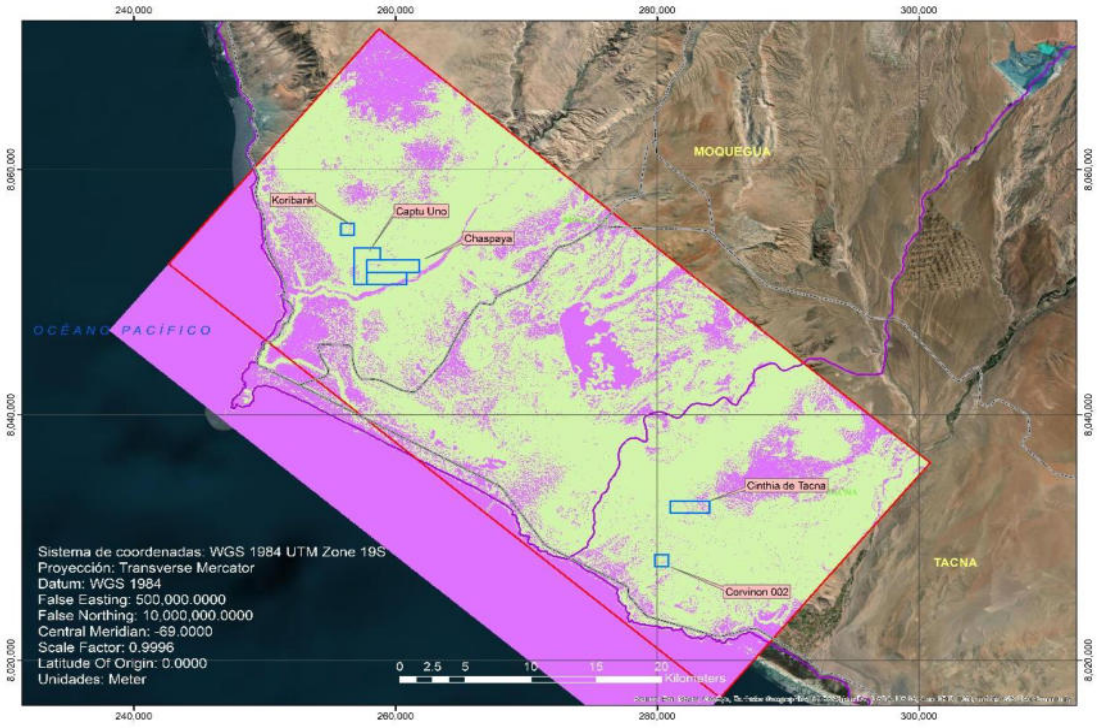
Criterio de pendientes

La planta de sulfato requiere de una pendiente ligera de un máximo de 8%, por las bateas que deben ser descargadas a las pozas RAFF y los tanques elevados que poseerá en el área de extracción por solventes. Para ello se realizó un mapa de pendientes por porcentajes de nuestro archivo DEM, posteriormente se clasifico y condiciono las áreas con pendientes menores o iguales a 8%, donde podemos notar en la Figura 8 en color verde las áreas de pendientes mayores a 8% y en color magenta las áreas

con pendientes menores o iguales a 8%, también notamos que en el área de estudio al ser parte de la cordillera de la costa posee una topografía escarpada y pendientes mayores en las cotas más altas y una topografía más ligera en la parte de cotas bajas.

Figura 9

Criterio de pendientes



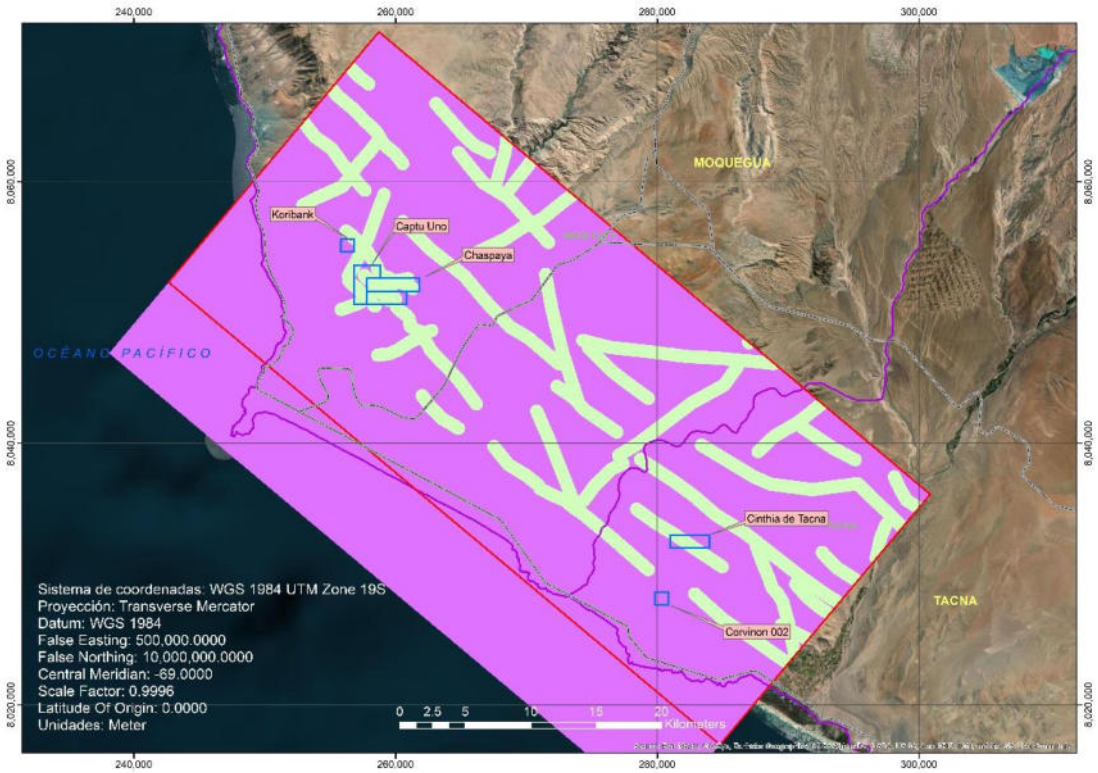
Nota: ***Elaboración propia***

Criterio de fallas geológicas

Como medida de seguridad para la sostenibilidad de la planta de sulfato de cobre esta no debe de ubicarse dentro la proyección de alguna falla geológica, por tal razón se identificaron las fallas indicadas en las cartas nacionales y se crearon contornos alrededor de estas fallas por una distancia de 500 metros donde no podrían instalarse la planta de sulfato de cobre. Teniendo como resultado la Figura 9 donde podemos notar en color verde el contorno de las fallas y en color magenta las áreas libres de fallas geológicas.

Figura 10

Criterio de fallas geológicas



Nota: ***Elaboración propia***

Selección del área

Una vez obtenido los mapas con los tres criterios analizados anteriormente, procedemos a cruzar estos criterios, multiplicando los tres criterios con ayuda de la calculadora ráster, obteniendo el Mapa C-010 del Anexo 1, donde podemos ver diferentes áreas en color magenta que cumplen con los tres criterios para la ubicación de la planta de sulfato, sin embargo, para la selección del área más adecuada también debemos tener en cuenta las facilidades de acceso, energía eléctrica y agua, que son requeridos para el funcionamiento de la planta de sulfato de cobre, por tal motivo quedarían descartados las áreas en color magenta del Mapa C-010 ubicados en las cotas mayores debido a que implicarían un costo de inversión de tendido de línea eléctrica o adquisición de un generador y la construcción de accesos. De esta forma notamos que el área industrial ZED-ILO cumple con los tres criterios establecidos además de contar con la facilidad de electricidad, agua y acceso a la costanera sur, debiendo mencionar también que su ubicación es casi un punto intermedio respecto a los pequeños productores mineros en evaluación.

Etapa de chancado

En esta etapa se reducirá la materia prima (mineral) de tamaño 100% a <1/2 pulgada con el uso de una sola chancadora de quijada de 16 x 20 usando un motor eléctrico de 35 HP, este tipo de chancadoras produce entre 10-14 TM/hora, con ello la chancadora solo se operará en el día en un lapso máximo de 6 horas por día. En esta etapa se contempla una tolva de recepción de mineral de 15 m^3, un fedder, Chancadora 10x12, faja, zaranda dinámica, faja móvil; todo ello por un costo total de inversión de US$ 25,000.

Lixiviación

Para este proceso se construirán bateas de 35 m^3 que serán de concreto armado y un falso piso, en el interior serán revestidos por geomembranas, evitando cualquier contacto de la solución dentro de la batea con el suelo, ahí se colocara el mineral chancado, agua y un lixiviante (ácido sulfúrico). Para incrementar y acelerar el proceso de lixiviación se insuflará aire. Para esta etapa se contempla la construcción de pozas de concreto, bombas inox, electrobombas, blower y tanque de ácido, por un monto total de US$ 30,900.

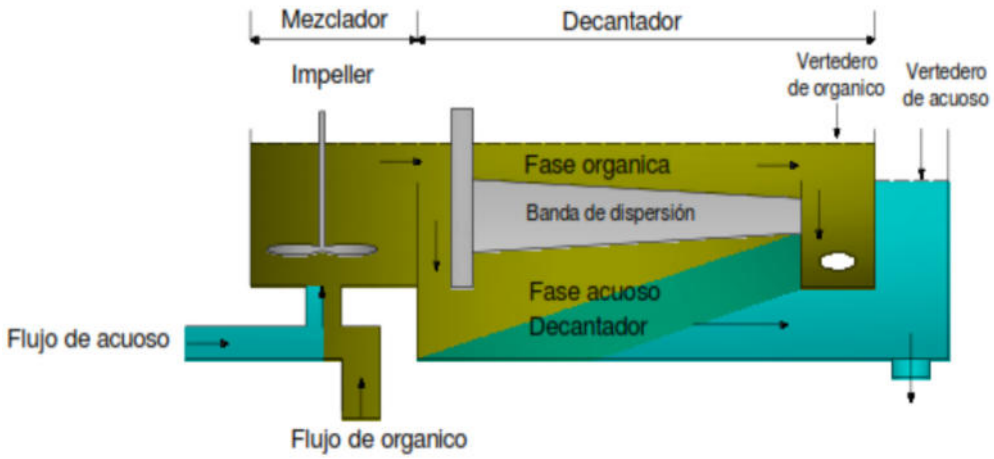
Extracción por solvente

Etapa consistente en la extracción selectiva del cobre contenido en la solución obtenida de la etapa de lixiviación, mediante un solvente orgánico, para posteriormente transferir a una solución pura y concentrada de sulfato de cobre al que se le denominara electrolito rico. La solución proveniente de la etapa de lixiviación tiene contenido de cobre como también de impurezas como Fe, Cl, Al. Mn, Na, entre otros; en esta etapa de extracción por solvente se extrae selectivamente el cobre, mediante el intercambio iónico entre fase acuosa y el reactivo orgánico.

Para esta etapa se considera tanques de fibra de vidrio reforzados, donde estará en contacto el extraente y el diluyente, para concentrar el cobre presente en la solución para posteriormente poder recuperarlo. Se considera 3 tanques de extracción de acuerdo al diagrama de la Figura 10, moto-reductores, tanque lavador, bomba de pulpa, bomba de ácido, todo ello por un costo de US$ 30,000.

Figura 11

Diagrama de flujo en el decantador del proceso de SX de cobre



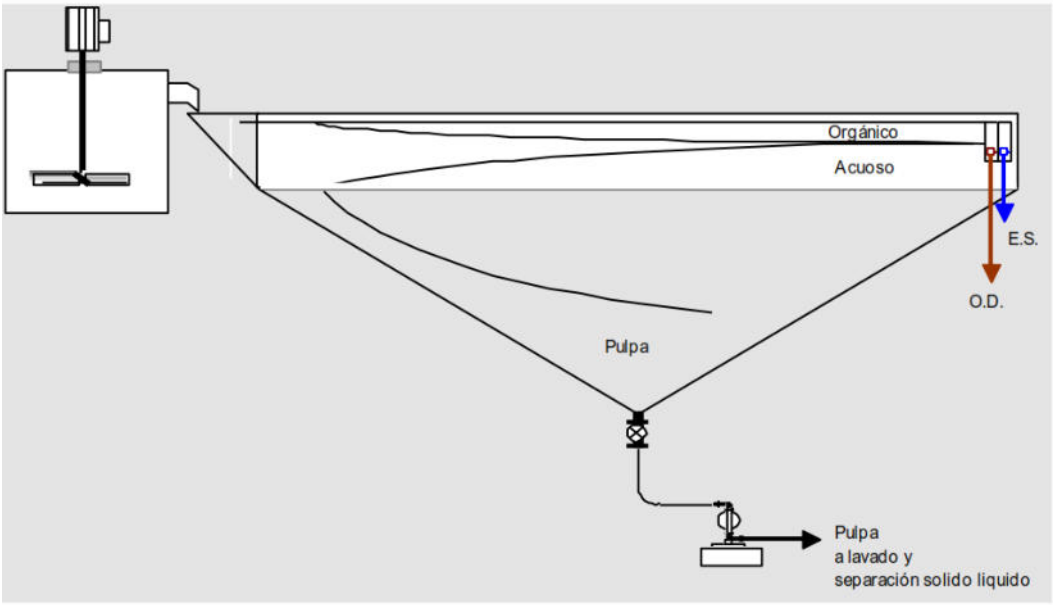
***Fuente**: Cía. Minera Chaspaya S.A.C.*

Cristalización

Consiste en la saturación de la sal de cobre y así comience la precipitación de dicha sal en forma sólida (sulfato de cobre); el sulfato de cobre se forma mientras haya una acidez suficiente para reaccionar con el orgánico cargado, como también dependerá de la temperatura de la solución. Para esta operación se requiere de dos tanques uno de cristalización de acuerdo al esquema de la Figura 11 y el otro de un tanque lavador construido de material de fibra de vidrio. Se contempla un cristalizador con su moto-reductor, tanque lavador con su moto-reductor y bombas de pulpa por un monto de US$ 28,400.

Figura 12

Esquema de cristalización



Fuente: *Cía. Minera Chaspaya S.A.C.*

Secado y despacho

En esta se considera una centrifuga para el secado del sulfato de cobre y dejarlo con una humedad lista para el horno rotario, para este proceso se usa una centrifuga con un motor eléctrico de 20 HP que tiene una capacidad aproximada de 400 Kg por Batch. En esta etapa se debe obtener el sulfato de cobre con una humedad de 1.5%, para posteriormente embolsar el producto final en sacos de 1,000 kilogramos o de 50 kilogramos para ser comercializados. Se considera la adquisición de una centrifuga y horno rotatorio por un monto de US$22,000.

Otras obras complementarias

Dentro de las obras complementarias se considera un laboratorio y su implementación por un costo de US$10,000; un taller de almacén, 2 oficinas, por un monto de US$15,000; obras civiles tales como la construcción de poza de agua, bateas de lixiviación, pozas de Pls y Raff por un monto de US$ 40,000; la conexión

de red sanitaria y agua por un costo de US$ 10,000 y como último el tendido de una red de electricidad con un transformador y de más conexiones por un monto de US$30,000.

Inversión

La estimación de inversión se realizara en base a lo descrito en las etapas de cada proceso de la planta de sulfato de cobre junto a ello también se considerara el montaje de los mismo, como la mano de obra requerida, el movimiento de tierra y demás, no se considera en la etapa de inversión la adquisición del predio, esto debido a que el ZED-ILO no vende los predios, sino los alquila por un tiempo determinado entre las partes, el resumen de la inversión se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58

Inversión planta de sulfato de cobre

Ítem	Descripción	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	**Chancado**			**$25,000**
1.1	Tolva	1	$6,000	$6,000
1.2	Fedder	1	$2,800	$2,800
1.3	Chancadora	1	$7,700	$7,700
1.4	Faja	1	$3,000	$3,000
1.5	Zaranda	1	$2,000	$2,000
1.6	Faja móvil	1	$3,500	$3,500
2	**Lixiviación**			**$30,900**
2.1	Tanque de acido	1	$6,800	$6,800
2.2	Bomba inox	1	$3,000	$3,000
2.3	Electrobombas 2Hp	2	$600	$1,200
2.4	Electrobombas 5 Hp	2	$450	$900
2.5	Blower	1	$5,000	$5,000
2.6	Pozas Raff y PLS	1	$14,000	$14,000
3	**SX-CR-Secado**			**$58,400**
3.1	Mixer decantador	2	$4,000	$8,000
3.2	Moto reductores	2	$2,200	$4,400
3.3	Electrobombas 5 Hp	5	$600	$3,000
3.4	Cristalizador	1	$7,000	$7,000
3.5	Tanque Lavador	1	$6,000	$6,000
3.6	Centrifuga	1	$15,000	$15,000
3.7	Bomba de pulpa	1	$3,000	$3,000
3.8	Faja	1	$2,500	$2,500
3.9	Bomba de acido	1	$2,500	$2,500
3.10	Horno rotario	1	$7,000	$7,000
4	**Otros**			**$175,000**
4.1	Laboratorio	1	$10,000	$10,000
4.2	Oficinas	2	$15,000	$30,000
4.3	Civil y estructuras	1	$40,000	$40,000
4.4	Instalaciones eléctricas	1	$30,000	$30,000
4.5	Techado de Nave SX	1	$35,000	$35,000
4.6	Cercado de terreno	1	$30,000	$30,000
5	**Personal**			**$52,800**
5.1	Gerente proyecto	1	$2,000	$8,000
5.2	Metalurgista	1	$1,500	$6,000
5.3	Asistente	2	$800	$6,400
5.4	Mecánico	1	$700	$2,800
5.5	Soldador	2	$750	$6,000
5.6	Electricista	1	$700	$2,800
5.7	Instrumentista	3	$800	$9,600
5.8	Operarios	4	$700	$11,200
	10% Contingencia			$34,210
	TOTAL DE INVERSIÓN			**$376,310**

Nota: ***Elaboración propia***

Costo de operación

En los costos de operación de la planta de sulfato, se estima el consumo de energía eléctrica, pago por derecho de alquiler del terreno, alquiler de retroexcavadora. Dentro del costo de mano de obra, se considera un total de 26 trabajadores, distribuidos en 3 turnos, en un sistema de trabajo de 14 días laborados por 7 días de descanso. El principal insumo es el mineral oxidado de cobre, para efectos de la evaluación se realizada en base a 2% de cobre soluble en acido, comprando el mineral a 20 dólares el punto porcentual de cobre a los pequeños productores mineros como se detalla en la Tabla 59, considerando como principales proveedores a Chaspaya y Captu Uno mientras que las concesiones Korybank, Cinthia de Tacna y Corvinon 002 se considera una baja producción y un periodo corto, pero con leyes altas para blendear el mineral, con la intención de que los primeros años la planta procese mayores leyes y se tenga una recuperación de inversión rápida.

Por otro lado, se estima un consumo de ácido de 130 TM/mes para una recuperación del 80%, también se estima un consumo de 3.5 kilos de extractante por tonelada de sulfato de cobre producido y el consumo de entre 30 a 40 kilos por tonelada de sulfato de cobre producido. Finalmente se considera los costos de laboratorio, mantenimiento, EPP, exportación e importación entre otros, el resumen de los costos operativos se puede ver en la Tabla 60.

Tabla 59

Resumen de producción y costos de minado

Descripción	Producción (TM/día)	Costo minado sin planta (US$/TM)	Costo minado con planta (US$/TM)
Chaspaya	30	55.33	26.87
Captu Uno	20	48.04	32.57
Korybank	4	131.62	80.28
Cinthia de Tacna	15	79.00	44.71
Corvinon 002	3	57.40	29.60

Nota: ***Elaboración propia***

Tabla 60

Resumen de costos operaciones planta de sulfato

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Parcial
1	**Energía eléctrica**	450	KWh/mes	$8	$3,488
2	**Pago terreno**	1	Und. /mes	$207	$207
3	**Retroexcavadora**	80	H.M./mes	$25	$2,028
4	**Mano de Obra**				
4.1	Gerente planta	1	Per. /mes	$2,000	$2,000
4.2	Jefe de planta	1	Per. /mes	$1,500	$1,500
4.3	Jefes de guardia	3	Per. /mes	$563	$1,690
4.4	Chancaco	3	Per. /mes	$423	$1,268
4.5	Lixiviación	3	Per. /mes	$423	$1,268
4.6	CX-Cristalización	4	Per. /mes	$423	$1,690
4.7	Secado-Envasado	4	Per. /mes	$338	$1,352
4.8	Mantenimiento	1	Per. /mes	$338	$338
4.9	Administración	1	Per. /mes	$423	$423
4.10	Laboratorio	5	Per. /mes	$338	$1,690
5	**Insumos**				
5.1	Mineral al 2% Cu	1500	TM /mes	$20	$60,000
5.2	Ácido sulfúrico	130	TM /mes	$220	$28,600
5.3	Extractante	91	Kg/mes	$13	$1,179
5.4	Solvente	1200	L/mes	$4	$4,364
5.5	Sacos	3840	Und/mes	$0	$806
6	**Otros**				
6.1	Laboratorio	1	Und/mes	$700	$700
6.2	Mantenimiento	1	Und/mes	$2,000	$2,000
6.3	EPP	1	Und/mes	$800	$800
6.4	Exportación/importación	1	Und/mes	$750	$750
6.5	Productos de desinfección	1	Und/mes	$600	$600
	TOTAL MES				**$118,740**

Nota: ***Elaboración propia***

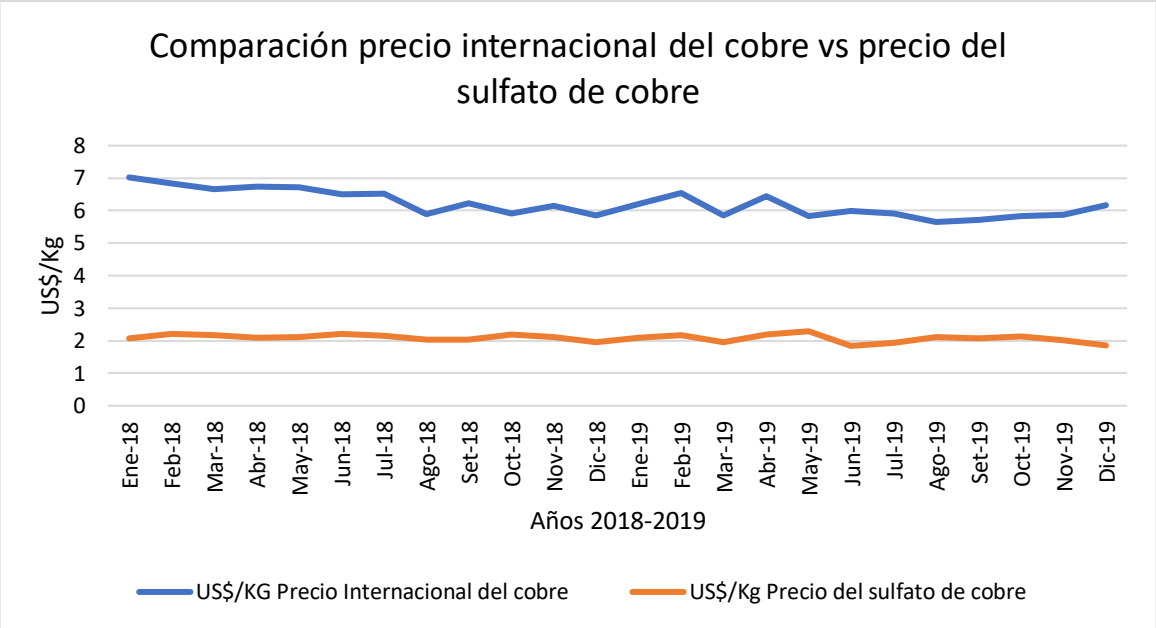
Costo de venta del sulfato de cobre

De acuerdo al portal web del Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX) se presenta en la Tabla 61 los precios FOB referenciales en el Perú expresados en dólares americanos por kilogramo del sulfato de cobre de los años 2018 y 2019, teniendo como promedio del precio del sulfato de cobre de 2.08 US$/Kg.

Podemos notar en la Figura 12 que el precio del sulfato de cobre es más estable respecto al precio internacional del cobre catódico presentado en la Tabla 62, como se puede apreciar en los meses de febrero 2019 a mayo del 2019 donde el cobre catódico presenta variaciones, esto no se ve reflejado o no tiene mayor incidencia en el precio del sulfato de cobre, manteniéndose estable.

Figura 13

Precio internacional del cobre vs precio del sulfato de cobre



Nota: ***Elaboración propia***

Para efectos de la evaluación económica financiera para determinar si es rentable la instalación de una planta de sulfato de cobre pentahidratado, se considerara para la evaluación un precio de venta del producto a 1.78 US$/Kg a pesar de que el promedio del precio según SIICEX es de 2.08 US$/Kg, esto obedece a que el precio reportado por SIICEX corresponde al precio de venta a los consumidores finales , sin embargo la planta propuesta venderá su producto final a una empresa intermediaria antes del consumidor final.

Tabla 61

Precio FOB del sulfato de cobre

PRECIOS FOB REFERENCIALES EN KILOGRAMOS (US$/Kg)																								
2018													2019											Promedio
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2.08	2.20	2.16	2.10	2.11	2.21	2.15	2.03	2.04	2.18	2.12	1.95	2.10	2.17	1.96	2.19	2.29	1.84	1.94	2.11	2.07	2.13	2.01	1.86	**2.08**

Nota: ***Elaboración propia***

Tabla 62

Precio internacional de cobre

PRECIO INTERNACIONAL DEL COBRE (US$/LbCuf)																								
2018													2019											Promedio
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
3.18	3.10	3.02	3.05	3.05	2.95	2.96	2.67	2.83	2.68	2.79	2.65	2.81	2.96	2.65	2.92	2.64	2.72	2.68	2.56	2.59	2.65	2.66	2.80	**2.82**

Nota: ***Elaboración propia***

Evaluación económica de planta de sulfato de cobre pentahidratado

Para la evaluación económica financiera de la planta de sulfato de cobre pentahidratado propiamente dicha, considerando la compra de mineral al 100% de los pequeños productores mineros y demás datos presentados en la Tabla 63, se explicaron y detallaron anteriormente. Adicionalmente debemos comentar se está considerando una recuperación metalúrgica de 70%, una ley de cabeza promedio de compra de mineral 2% de contenido de cobre soluble en ácido sulfúrico y teniendo en cuenta que el sulfato de cobre pentahidratado como producto final solo debe de llegar al 25% de contenido de cobre por lo tanto se tendrá una producción mensual de 96 toneladas de sulfato de cobre pentahidratado al mes. Se resalta que en el flujo económico financiero no se considera el 28% de impuesto a la renta por pertenecer al ZED-ILO. De esta forma de acuerdo al flujo económico financiero de la planta presentado en la Tabla 64 se obtuvieron un TIR=154%, VAN= US$3, 346,368 y un B/C de 1.31.

Tabla 63

Parámetros de evaluación planta de sulfato de cobre

Parámetros	**Datos**
Inversión planta Sulfato	376,310
Precio de venta de sulfato de cobre (US$/TM)	1,780
Sulfato de Cu pentahidratado al:	25%
Recuperación %	70%
Costo de planta US$/TM	58,740
Costo de compra de mineral mes	60,000
Gastos administrativos y deducciones	2.00
Ley de mineral de cobre	2%
Compra de mineral US$xTmx%Cu	20
Tonelaje mineral tratado mes	1,500
Producción de sulfato de cobre mes	96
Tasa	9%

Nota: ***Elaboración propia***

Tabla 64

Evaluación flujo económico planta de sulfato

Parámetros/año	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029	Año 2030
Tonelaje de mineral		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Toneladas de sulfato de Cu		1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147
Ingreso por venta		2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948	2,040,948
Costo Planta		-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880	-1,424,880
Gastos administrativos y deducciones		-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000	-36,000
Depreciación		-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631	-37,631
Utilidad antes de impuesto		542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437
Impuesto renta 0%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad después de impuesto		542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437	542,437
Depreciación		37,631	37,631	37,631	37,631	37,631	37,631	37,631	37,631	37,631	37,631
Utilidad Neta		580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068
Inversión	-376,310										
Flujo efectivo neto	-376,310	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068	580,068
flujo efectivo acumulado	-376,310	203,758	783,826	1,363,894	1,943,962	2,524,030	3,104,098	3,684,166	4,264,234	4,844,302	5,424,370

Nota: ***Elaboración propia***

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Resultados obtenidos

De los resultados obtenidos podemos notar una variación positiva de incremento de rentabilidad en todos los casos, como se muestra en la Tabla 65 donde hay un incremento promedio del VAN de US$ 347,156.67, un incremento positivo promedio del indicador TIR de 35% y también un incremento promedio positivo del indicador B/C de 0.68, también debemos de mencionar que de acuerdo a la Figura 13 el indicador B/C sin plantas versus con planta, tiene un incremento casi homogéneo, a diferencia de la Figura 14 donde podemos notar que la variación del indicador TIR sin planta versus con planta, se tiene menor incremento para las concesiones mineras Korybank y Cinthia de Tacna , esto debido a que estas concesiones también tenían ingresos por concepto de oro presente en su mineral y al ser la propuesta una planta de sulfato de cobre y no contemplar el procesamiento del oro, por tal razón en la nueva evaluación de rentabilidad de ambas concesiones no se consideró los valores de oro, no obstante a pesar de ello podemos notar un incremento notable en la rentabilidad de ambas concesiones.

Tabla 65

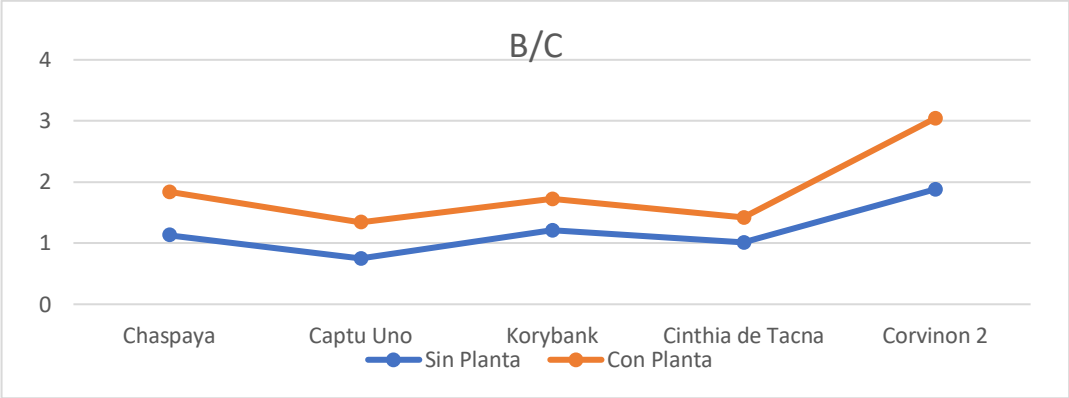
Variación de los indicadores financieros

Descripción	VAN	TIR	B/C
Chaspaya	$1,209,992.62	68%	0.71
Captu Uno	$467,808.75	20%	0.59
Korybank	$4,040.35	25%	0.51
Cinthia de Tacna	$42,288.77	32%	0.41
Corvinon 002	$11,697.87	32%	1.16

Nota: ***Elaboración propia***

Figura 14

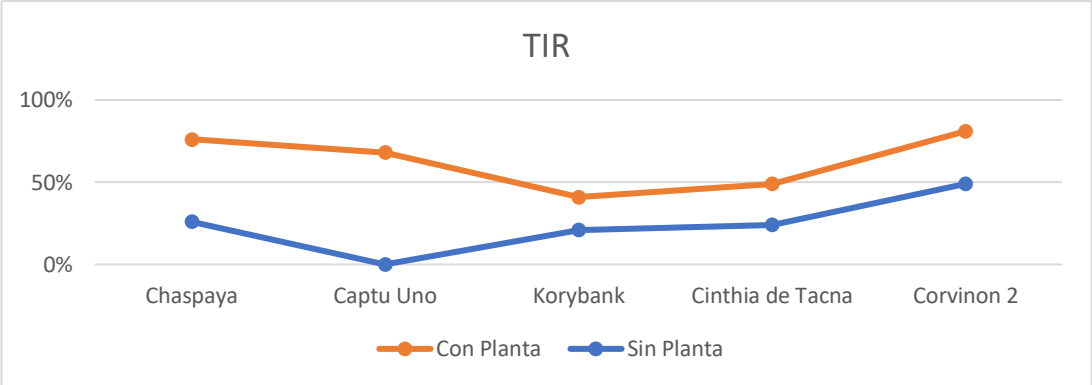
Variación de B/C



Nota: ***Elaboración propia***

Figura 15

Variación de TIR



Nota: ***Elaboración propia***

Los incrementos de rentabilidad se dieron principalmente a la reducción del costo de transporte esto implicado principalmente a la reducción de la distancia a transportar el mineral de las concesiones hacia las planta de beneficio final, pasando de un promedio de distancia anterior de 417 kilómetros a reducir con la planta de sulfato una distancia promedio de 31 kilómetros lo que implicó la reducción significativa del costo de transporte de un promedio de 36.24 US$/TM a un promedio de 4.77 US$/TM, como se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66

Resumen de distancias y costos de transporte

Descripción	Distancia anterior (Km)	Costo anterior (US$/TM	Distancia actual (Km)	Costo actual (US$/TM)	Variación de costo (US$/TM)
Chaspaya	218	32.25	28	3.8	28.46
Captu Uno	250	19.47	26	4.0	15.47
Korybank	640	56.34	23	5.0	51.34
Cinthia de Tacna	712	39.34	36	5.1	34.29
Corvinon 002	269	33.80	43	6.0	27.80

Nota: ***Elaboración propia***

Después de comprobar descriptivamente el incremento de la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha e Ite, se procedió a estimar el flujo económico financiero de la planta de sulfato de cobre para determinar su rentabilidad considerando entre otros aspectos, que las 50 TM de mineral a procesar sean compradas a terceros (pequeños productores de cobre), es así que se determina que la planta de sulfato de cobre es rentable como se muestra en la Tabla 64 y también se determinó que al precio mínimo de 1,325.24 US$/TM del sulfato de cobre, es rentable la inversión de acuerdo al análisis realizado en la Tabla 67 y la Figura 15; podemos notar también en la Tabla 61 del precio de sulfato de cobre de los años 2018 y 2019 el precio mínimo es de 1840 US$/TM muy por encima del mínimo rentable para la planta.

Tabla 67

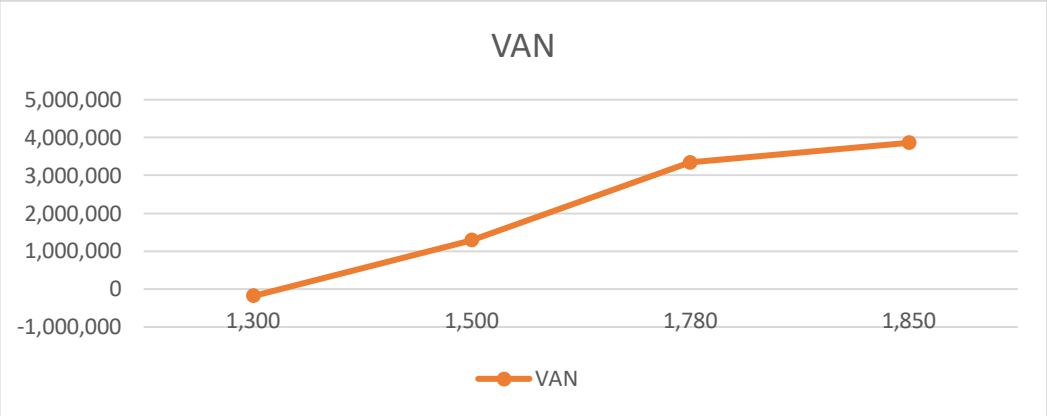
Análisis de sensibilidad

Precio Cu (US$/TM)	1,300	1,500	1,780	1,850
VAN (US$)	-185,706	1,285,992	3,346,368	3,861,462
TIR (%)	-4%	68%	154%	175%
B/C	0.957	1.105	1.311	1.362
Punto de equilibrio (US$/TM)		**1,325.24**		

Nota: ***Elaboración propia***

Figura 16

Análisis de sensibilidad del VAN



Nota: ***Elaboración propia***

5.2. Evaluación de hipótesis general

"La rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite se incrementará con la instalación de una planta de sulfato de cobre".

Para la comprobación de hipótesis se usará el T-student para las hipótesis principal y primera específica, para la comprobación de la segunda especifica se usará la prueba de bondad de ajuste.

Supuesto de normalidad

Planteamiento de la hipótesis.

H_0 : Los costos provienen de una distribución normal.

H_1 : Los costos no provienen de una distribución normal.

Nivel de significancia.

α= 5% = 0,05.

Estadístico de prueba.

Tabla 68

Estadístico de prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Grupos	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sin planta	0,287	5	0,200	0,905	5	0,439
Con planta	0,319	5	0,108	0,808	5	0,094

Nota: ***Elaboración propia***

Decisión.

Como p-valor (0,439 y 0.094) son mayores que el nivel de significancia (α=0,05), entonces se acepta H_o. Por lo tanto, al nivel del 5% de significancia se concluye que los costos provienen de una distribución normal, es decir se aplicará una prueba paramétrica de prueba de hipótesis para diferencia de medias poblacionales para muestras pequeñas.

Supuesto de homogeneidad

Planteamiento de la hipótesis.

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

Nivel de significancia.

α= 5% = 0,05

Estadístico de prueba.

Tabla 69

Estadístico de prueba de homogeneidad

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
Estadísticos	F	Sig.
Costos	0,642	0,446

Fuente: ***SPSS versión 26***

Decisión.

Como p-valor (0,446) es mayor que el nivel de significancia (α=0,05), entonces se acepta Ho. Concluyendo al 5% de significancia que las varianzas son iguales.

Verificación de hipótesis principal

"La rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite se incrementará con la instalación de una planta de sulfato de cobre".

Planteamiento de la hipótesis.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 < \mu_2$

Nivel de significancia.

α= 5% = 0,05

Estadístico de prueba.

Se aplicará la prueba de hipótesis para diferencias de medias poblacionales, aplicando la Ecuación 4 de prueba de T-student asumiendo que las varianzas son iguales.

$$t_k = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \sim t_{n_1+n_2-2} \qquad (4)$$

Donde:

$\bar{x}_1$ = Media de la muestra 1.

$\bar{x}_2$ = Media de la muestra 2.

μ_1 = Media poblacional de muestra 1.

μ_2 = Media poblacional de muestra 2.

n_1 = Muestra 1.

n_2 = Muestra 2.

S_1^2 = Varianza muestral 1.

S_2^2 = Varianza muestral 2.

Procedemos a reemplazar los datos en la Ecuación 4 de la muestra 1 correspondientes a los B/C de evaluación sin planta y a los B/C con planta correspondiente a la muestra 2.

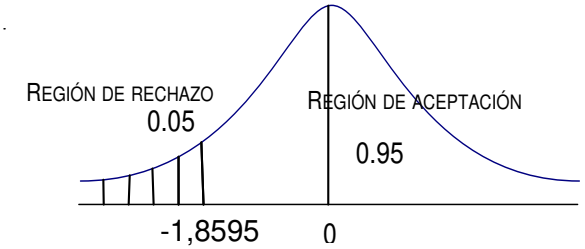
$$t_k = \frac{(1{,}1960 - 1{,}8720) - (0)}{\sqrt{\frac{(0{,}42010)^2(5-1) + (0{,}68478)^2(5-1)}{5+5-2}\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5}\right)}} \sim t_{(5+5-2)}$$

$$t_k = -1{,}882 \sim t_{(8)}$$

Región de aceptación o rechazo.

Figura 17

Gráfico de región de aceptación o rechazo Hipótesis principal



Nota: ***Elaboración propia***

Decisión.

Como -1,882 ∈ región de rechazo; entonces se rechaza H_o. Por tanto, al nivel del 5% de significancia se concluye que la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite se incrementará con la instalación de una planta de sulfato de cobre.

5.3. Verificación de la primera hipótesis específica

"Con la determinación de las rentabilidades comparativas con y sin proyecto de la planta de sulfato de cobre se conocerá el porcentaje de beneficio".

Planteamiento de la hipótesis

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 < \mu_2$

Nivel de significancia

α= 5% = 0,05

Estadístico de prueba

Se aplicará la prueba de hipótesis para diferencias de medias poblacionales, aplicando la Ecuación 4 descrita anteriormente y asumiendo que las varianzas son iguales

$$t_k = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \sim t_{n_1+n_2-2} \qquad (4)$$

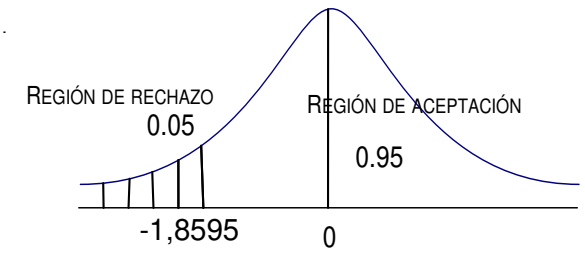
$$t_k = \frac{(24 - 63) - (0)}{\sqrt{\frac{(17,421)^2(5 - 1) + (17,306)^2(5 - 1)}{5 + 5 - 2}\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5}\right)}} \sim t_{(5+5-2)}$$

$$t_k = -3,551 \sim t_{(8)}$$

Región de aceptación o rechazo

Figura 18

Gráfico región aceptación o rechazo, primera hipótesis especifica



Nota: ***Elaboración propia***

Decisión

Como -3,551 ∈ región de rechazo; entonces se rechaza H_o. Concluyendo a un nivel del 5% de significancia se concluye que con la determinación de las rentabilidades comparativas con y sin proyecto de la planta de sulfato de cobre se conoce el porcentaje de beneficio.

5.4. Verificación de la segunda hipótesis específica

"Existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite".

Planteamiento de la hipótesis

H_0**:** No existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite.

H_1: Existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite.

Nivel de significancia

α= 5% = 0,05

Estadístico de prueba

Tabla 70

Estadístico de prueba de segunda hipótesis

Factores	N observado	N esperada	Residuo
Costo perforación y voladura	19%	15,1	3,9
Costo operaciones mina	17%	15,1	1,9
Costo servicios auxiliares	3%	15,1	-12,1
Costo de carguío y manipulación	6%	15,1	-9,1
Costo de transporte	54%	15,1	38,9
Costo de seguridad	1%	15,1	-14,1
Costo de exportación	6%	15,1	-9,1

Fuente: ***SPSS versión 26***

Tabla 71

Prueba estadística de segunda hipótesis especifica

Estadísticos	Factores
Chi-cuadrado	134,906
gl	6
Sig. asintótica	0,000

Fuente: ***SPSS versión 26***

Decisión

Como p-valor=0,000 es menor al nivel de significancia (α=0,05) entonces se rechaza H_o. Por lo tanto, al nivel del 5% de significancia se concluye que existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite. En este caso el factor que afectaría la rentabilidad de los pequeños productores de cobre es el costo de transporte.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se concluye un incremento considerable de los indicadores de rentabilidad de los 5 pequeños productores mineros evaluados, teniendo así un incremento promedio del VAN de US$ 347,165.67, TIR de 35% y un B/C de 0.68, esta mejora de rentabilidad de los pequeños productores mineros de cobre se dio por la instalación de la planta de sulfato de cobre más cercanos a ellos, determinando su mejor ubicación aplicando técnica multicriterio en SIG; reduciendo así el costo de transporte de un promedio de 36.24 US$/TM sin planta a 4.77 US$/TM en promedio con planta. Y determinando el valor de T de student calculado $t_c = -1{,}882 \in Región\ Crítica$, donde (p $<$ $\propto$), para un nivel de significancia de 5% en base a los indicadores de rentabilidad; se concluye tanto descriptiva y estadística el incremento de la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite con la instalación de una planta de sulfato de cobre.

Con la determinación de los indicadores de rentabilidad con planta y sin planta, se conoció que tanto para los indicadores de VAN, TIR y B/C se tiene un incremento sustancial en los tres indicadores, sin embargo, se ha notado que las concesiones con menores incrementos son Korybank y Cinthia de Tacna, esto debido a que dejarían de percibir ingresos por concepto de venta del mineral de oro, no obstante a pesar de ello se tiene incrementos en los indicadores de rentabilidad debido a que la reducción del costo de transporte es mayor.

Se determinó que el costos de transporte afecta directamente a la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite esto debido a que se reduce una distancia de 417 kilómetros sin planta en promedio a 35 kilómetros con planta en promedio, influyendo directamente en el costo de minado

total pasando a tener un costo de minado promedio sin planta de 74.28 US$/TM a tener un costo de minado promedio con planta de 42.81 US$, esta variación afecto positivamente en el incremento de rentabilidad de los pequeños productores mineros y comprobándose de acuerdo al valor de Chi-cuadrado con $x_c^2 = 134,906$ ubicándose en la región de rechazo, donde (p<∝) para un nivel de significancia del 5%.

Con la instalación de la planta de sulfato de cobre, se reactivará la actividad minera a pequeña escala subterranea, incentivando a explotar los demas afloramientos de mineral que se encuentren en Pacocha-Ite, creando de esta forma mayores oportunidades de inversion minera con menores riesgos, ademas tambien estos trabajos de explotación de pequeña mineria evidenciarán el comportamiento geologico y metalogenético de estos yacimientos, pudiendo en el largo plazo evidenciar la existencia cuerpos mineralizados a escalas de gran de minería.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

Se debe de identificar a otros pequeños mineros que pudieran ser impactados positivamente con la instalación de la planta de sulfato de cobre, tales como los ubicados en los distritos de Palca, Pachia, Caplina, entre otros del departamento de Tacna, como también de los distritos de Cocachacra, La Punta, Mollendo, entre otros del departamento de Arequipa. Esto sería beneficio tanto para los pequeños productores mineros como también para la planta de sulfato de cobre.

Se debe evaluar la posibilidad de mejorar aún más la rentabilidad de los pequeños productores mineros, mediante la recuperación del contenido de oro presente en las vetas, posterior a la recuperación del cobre oxidado, fomentando la formalización de las plantas de beneficio de oro más cercanas a las concesiones mineras, pudiendo ser estas las plantas de beneficio del oro identificadas en Ite y Omate, para crear más alternativas a los pequeños productores mineros.

Se recomienda a las Gerencias Regionales de Energía y Minas, adicionalmente a su rol de regulador y fiscalizador, fortalezcan su presencia en las zonas de pequeña actividad minera, disponiendo presupuestos que permitan proveer servicios de información a los PPM, como también capacitar a los mineros para lograr su formalización minera de esta forma ver a los PPM como un hecho económico real y no como un problema.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS

AIGMCA-*Australian Institute of Geoscientist and Minerals Council of Australia* (2013). *The JORC Code*. *December 2013*. Australia.

Baena, G. (2018). *Metodología de la Investigación*. Azcapotzalco México.

Banco Minero del Perú (1972). *Informe N°206/72 Div. De Sucursales*. Lima-Perú.

Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*.Mexico.

Belizario, R. (2017*). Evaluación Económica - Financiera para Reemplazar Camiones de Acarreo de Mineral y Desmonte en la Unidad Corihuarmi - Minera I.R.L. Yauyos*.

Castillo, C (2015). *Proyecto de Factibilidad para Incrementar la Producción de 600 a 1000 TM mesuales en U.E.A. Nueva Bonanza de Sociedad Minera de R.L.Don Rafo 2*. Arequipa Perú.

Chaparro, A. (2011). *Taller Preparatorio de la Conferencia Anual de Ministros de Minería / Memorias Caracas*. In *Santiago*.

Chen, H.. (2013). *Mesozoic Iron Oxide Copper-Gold Mineralization in the Central Andes and the Gondwana Supercontinent Breakup. January 2013. Australia.*

Condori, R. (2016). *Optimización de la Operación Unitaria de Transporte con la Aplicación de Estándares de Diseño de Vías en la Unidad Minera Corihuarmi*.

CONSEMINCO - Consultoria y Servicio en Mineria y Construcción (15 de julio de 2020). *Control de Operaciones Mineras.* https://es.scribd.com/presentation/223953325/Control-de-Operaciones-Mineras.

Corriveau, L. (2016).*Iron Oxide Copper-Gold (Ag-Nb-P-REE-U) deposits: A Canadian Perspective.*January 2016. Canada.

ENAMI - Empresa Nacional de Mineria (2016). R*eporte de Sustentabilidad ENAMI 2016*. Chile

EMPSAC - Estudios Mineros del Peru SAC (2011) . *Manual de Mineria*. Lima.

ESA - European Space Agency (17 de junio del 2015). *Sentinel 2*. https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/SENTINEL_2

Gomez, B. (2014). *Metodología de la Investigación: Vol. 6ta edició*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004. Estado de Mexico.

González, F., y Camprubí, A. (2010). *La Pequeña Minería en México. Boletin de La Sociedad Geologica Mexicana*, *62*(1), 101–108. https://doi.org/10.18268/bsgm2010v62n1a5

Griem, W. (28 de junio 2020). *Apuntes Depósitos Minerales: Introducción y Definiciones*. https://www.geovirtual2.cl/depos/000intro01.html.

Hoyos, U. (2018). *Apicación de Imágenes Sentinel -1 y Sentinel - 2 en la Detección y Delimitación de Información de Crisis de Desastres Naturales.* España.

INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2018). *Estudio Metalogenético de la Faja Magmática Jurásico-Cretáceo, Asociado a los Depósitos Minerales tipo IOCG y Pórfidos entre Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna*. Lima-Perú.

INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2016). *Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero*. Lima-Perú.

INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2010). *Depósitos de Hierro, Cobre y Oro Alojados en Rocas del Cretácico Inferior en la Coordillera de la Costa del Sur del Perú* . Lima-Perú.

INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2009). *Mapa Metalogenetico del Perú 2009*. Lima-Perú.

INGEMMET - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (1964). *Geologia de los Cuadrangulos de Ilo y Locumba.* Lima-Perú.

López, A. (2017) *Viabilidad Economica Financiera de Minado Veta Chaparral del Yacimiento Aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C*. Puno.

Mackenzie, B. (1992). *Economic Guidelines for Mineral Exploration; Seminar Notes*.

Miranda, F. (2019) *Analisis de Optimizacion y Costos de Transporte Convencional y Mecanizado en Mineria Subterranea*. Puno.

Morales, F. (2015). *Diseño de una Planta de Cristalización para Producir Sulfato de Cobre Pentahidratado como Alternativa para la Pequeña y Mediana Minería de la Región Sur-Perú*. https://doi.org/10.21068/c2016v17r01a02

Mora, S. (2018). *El Impacto Economico y Social de la Ley Minera en la Provincia de El Oro Periodo 2014-2016*. Ecuador.

Naupari, A. (1986). *Elaboración de Proyectos Mineros* Lima.Bautista.

Pally, C. (2017). *Determinacion de la Rentalibilidad Mediante la Evaluacion de Costos Unitarios e Inversiones en la Explotacion Aurifera de la Empresa Minera Cori Puno s.a.c.*

Perez, D. (2007) *Introducción a los Sensores Remotos-Aplicaciones en Geología. Buenos Aires - Argentina.*

Pízarro, Y. (2019). *Carguio y Acarreo de Mineral Mediante el Uso de Indicadores Claves de Desempeño (KPIs) en Cía. Minera Los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima-2018.*

Quispe, F. (2018) *Evaluación Económica para Determinar la Rentabilidad en la Explotación Aurífera de la Empresa Contratista Generales Winchumayo E.I.R.L.* - Carabaya.

Rivera, S. (2019). *Precio Internacionales y Explicación del Crecimiento de la Empresa Minera Southern Perú 1999-2018.* Moquegua-Perú.

Rodríguez, F. (2019). *Gestión del Transporte y Acarreo de Mineral y Desmonte en Mina Cuajone de Southern Peru Copper Corporation*.

Shinkuma, T., & Nishiyama, T. (2000). *The grade Selection Rule of the Metal Mines; an Empirical Study on Copper Mines*. *Resources Policy*. Kyoto-Japan.

Simirnov,N. V. (1990). S*ui la Distribution de W2 (criterium de M.R.v Mises). Comptes Rendus Paris.*

Southern Perú. (1964). *Preliminary Report of Copper Ilo*.

Tabilo, F. (2012). *Proyecto Anico*. Santiago de Chile.

Torres, D. (1945). *Informe Preliminar sobre la Reserva de Cobre de Ilo en el Departamento de Moquegua*.

Yupanqui, M. (2014). *Formulación de Proyectos en Computadora con Excel*. Lima.

ANEXOS

9.1. Anexo 1 - Mapas

Mapa C001 – Mapa de Ubicación.

Mapa C002 - Mapa Geológico.

Mapa C003 - Mapa Metalogénetico.

Mapa C004 - Mapa Reducción al Polo.

Mapa C005 - Mapa Interpretación de Señal Analítica.

Mapa C006 - Mapa Interpretación Sentinel 2.

Mapa C007 - Mapa de Potencial Minero.

Mapa C008 - Mapa Concesiones Mineras.

Mapa C009 - Mapa de Ruta Inicial.

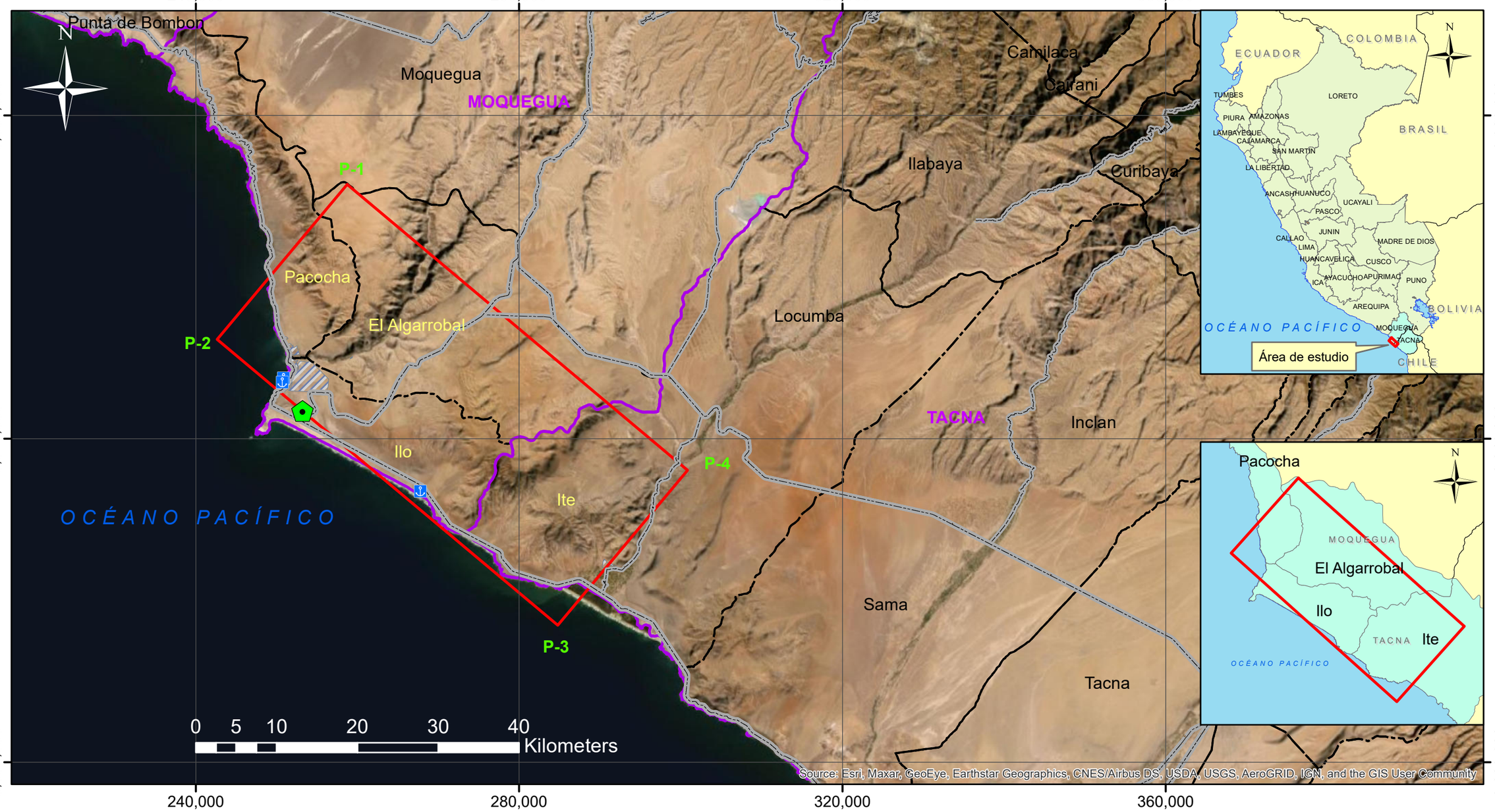
Mapa C0010 - Mapa de Nuevas Rutas.

9.2. Anexo 2 - Matriz de consistencia

9.3. Anexo 3 - Documentación

9.4. Anexo 4 – Panel fotográfico

MAPA DE UBICACIÓN



CUADRO DE DATOS DEL ÁREA DE ESTUDIO					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	55000.00	90°0'0"	258703.000	8071456.764
P2	P2 - P3	25000.00	90°0'0"	300835.444	8036103.446
P3	P3 - P4	55000.00	90°0'0"	284765.754	8016952.334
P4	P4 - P1	25000.00	90°0'0"	242633.310	8052305.653

Area: 1375000000 m²
Area: 137500 ha
Perimetro: 160000 ml

LEYENDA

- Área de estudio
- Límite distrito
- Límite departamento
- Zonas Pobladas
- Terminal Portuario
- Carretera
- Planta prop.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE UBICACIÓN

Lámina N°: **C-001**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres

Asesor: MSc.Ing.Christ Jesús Barriga Paria

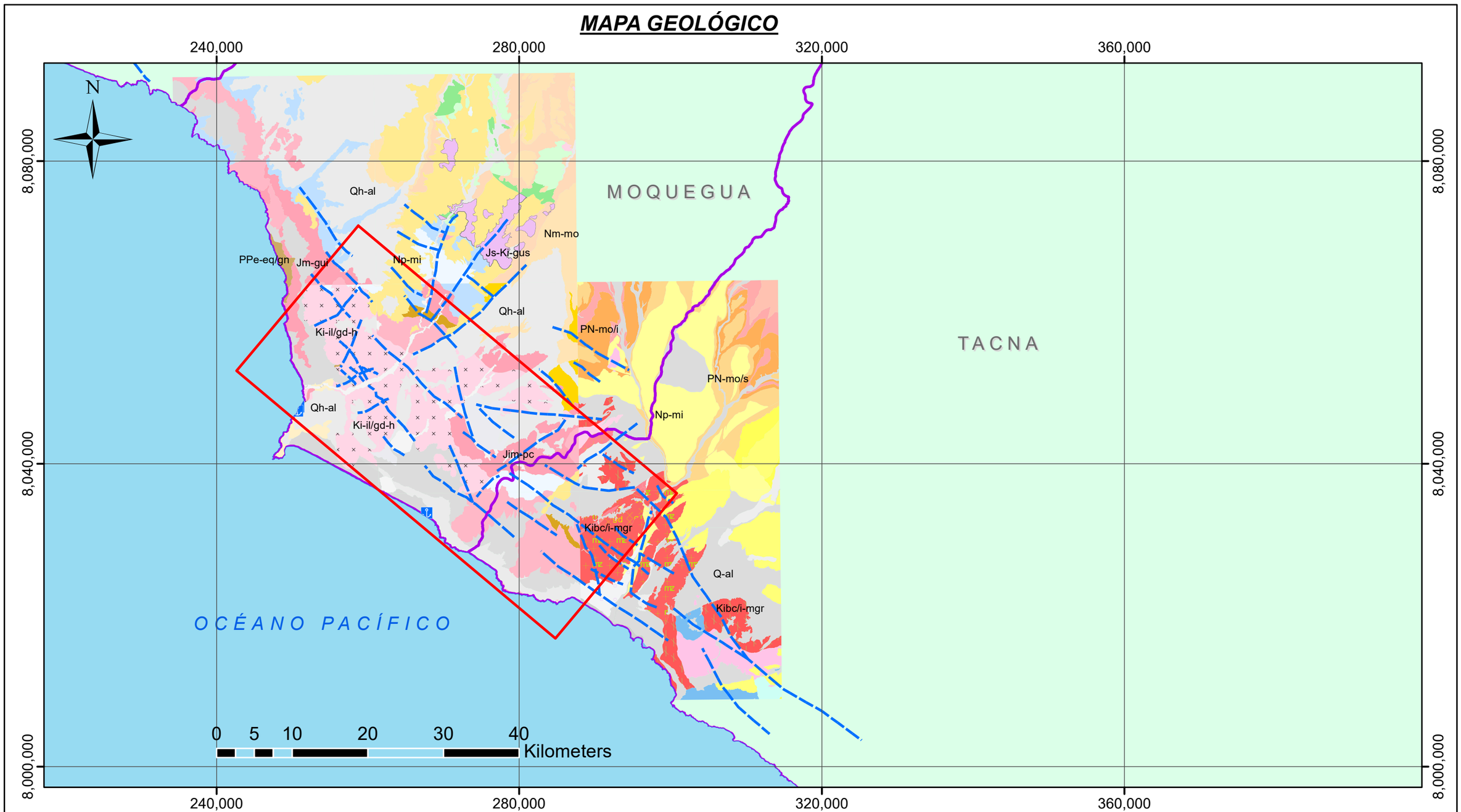
Fecha: Noviembre-2020

Formato: A-3

Datum: Wgs84 - Zona 19 Sur

Escala: 1:500,000

MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

Qh-al	Depósito Aluvial	Jm-gui/an	Subvolcánico a Form, Guaneros, andesita	Nm-Huay/s	Formación Huaylillas
Q-an	Depósitos Antropógeno	Ki-il/gb-h	Sup. Und. Ilo, granodiorita con hoernblenda	Jm-gui	Formación Guaneros
Ki-bc/i-mdi	Monzodiorita	Ki-il/gd	Sup.Und. Ilo, granodiorita		Área de estudio
Np-mi	Form. Milo	Jim-pc/di	Sup.Punta Coles.Dioritas		L.Departamental
PN-mo/s	Formación Moquegua	Jim-pc/gb	Sup. Punta Coles, gabros		Fallas
Ki-bc/i-mgr	Mozogranito	PPe-eq/gn	Com. Basal de la Costa. esquisto-gneis		
Ki-bc/i-gd	Granodiorita	D-ca	Grupo Cabanillas		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

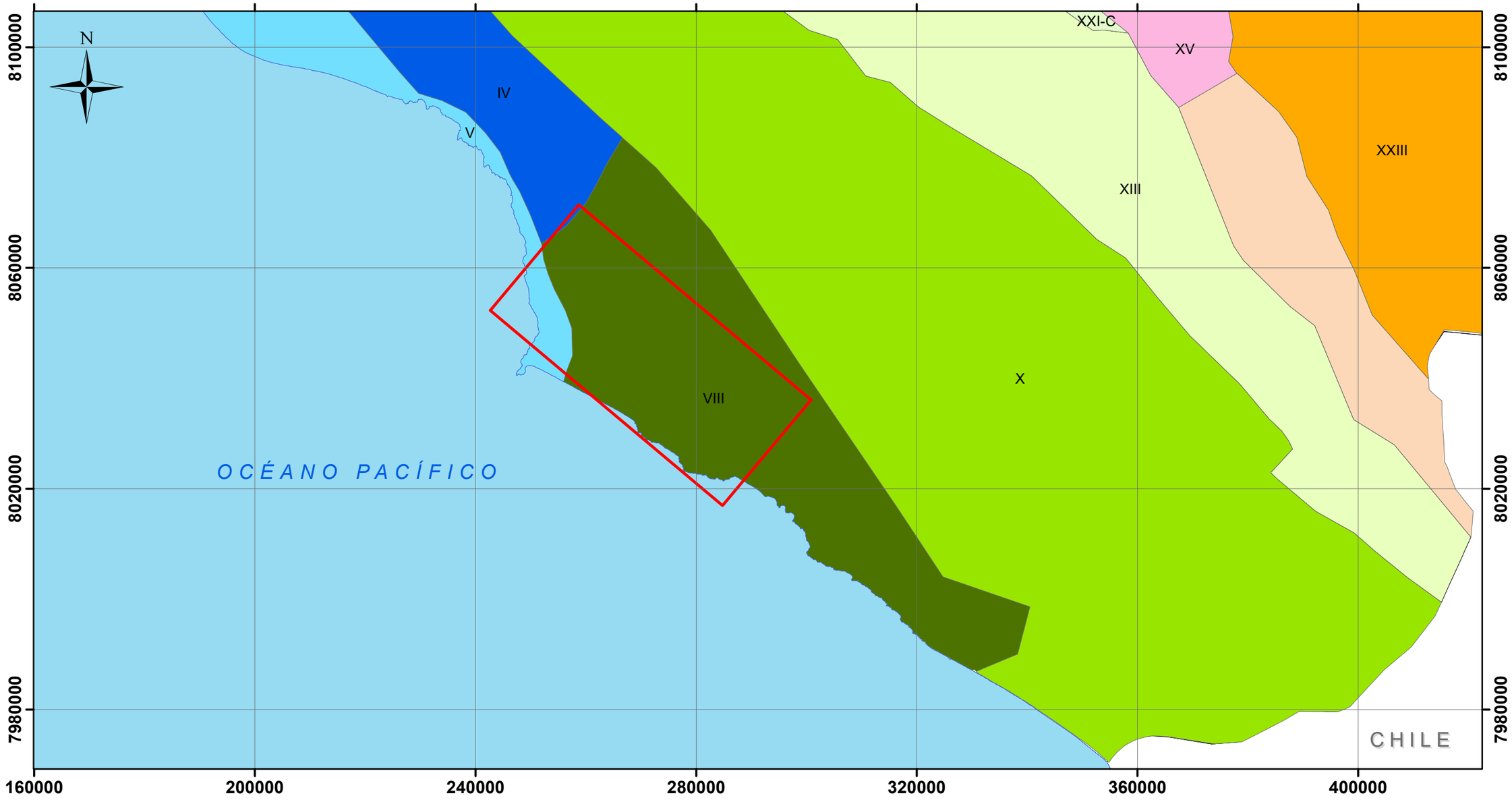
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE GEOLÓGICO

Lámina N°: **C-002**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre -2020	**Escala:** 1:500,000

MAPA METALOGENÉTICO



LEYENDA

- ÁREA DE ESTUDIO
- V-IOCG Jurasico Medio Superior
- VIII-IOCG Jurasico Cretácico Inferior
- X-Pórfidos de Cu-Mo, Cretácico Superior
- IV-Pórfidos de Cu-Mo de Jurasico Medio Superior
- XV-Pórfidos-Skarn de Cu-Mo
- XXIII-Epitermales de Au-Ag-del Mio-Plioceno
- XIII-Pórfidos de Cu-Mo y depósitos polimetálicos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

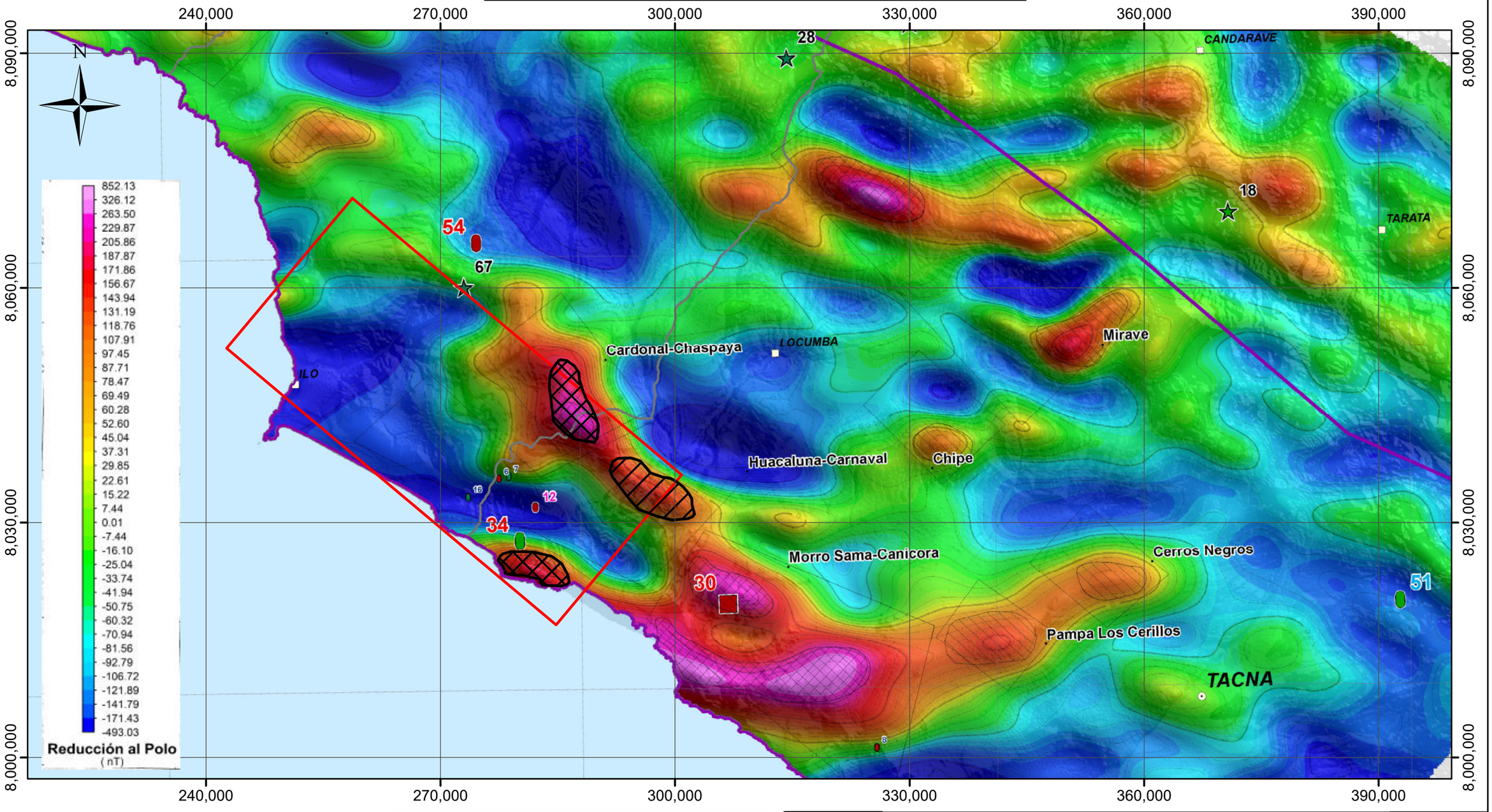
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE METALOGÉNETICO

Lámina N°: **C-003**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: MSc.Ing.Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre-2020	**Escala:** 1:750,000

MAPA DE INTERPRETACIÓN REDUCCIÓN AL POLO



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 19S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 10,000,000.0000
Central Meridian: -69.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

LEYENDA

- ÁREA DE ESTUDIO
- PRIMER ORDEN
- SEGUNDO ORDEN
- Fe-Cu-Au (IOCG)
- Vetiforme
- 3 4 Isquirimache
- 1 2 Cerro Pelado
- 1 6 Champal

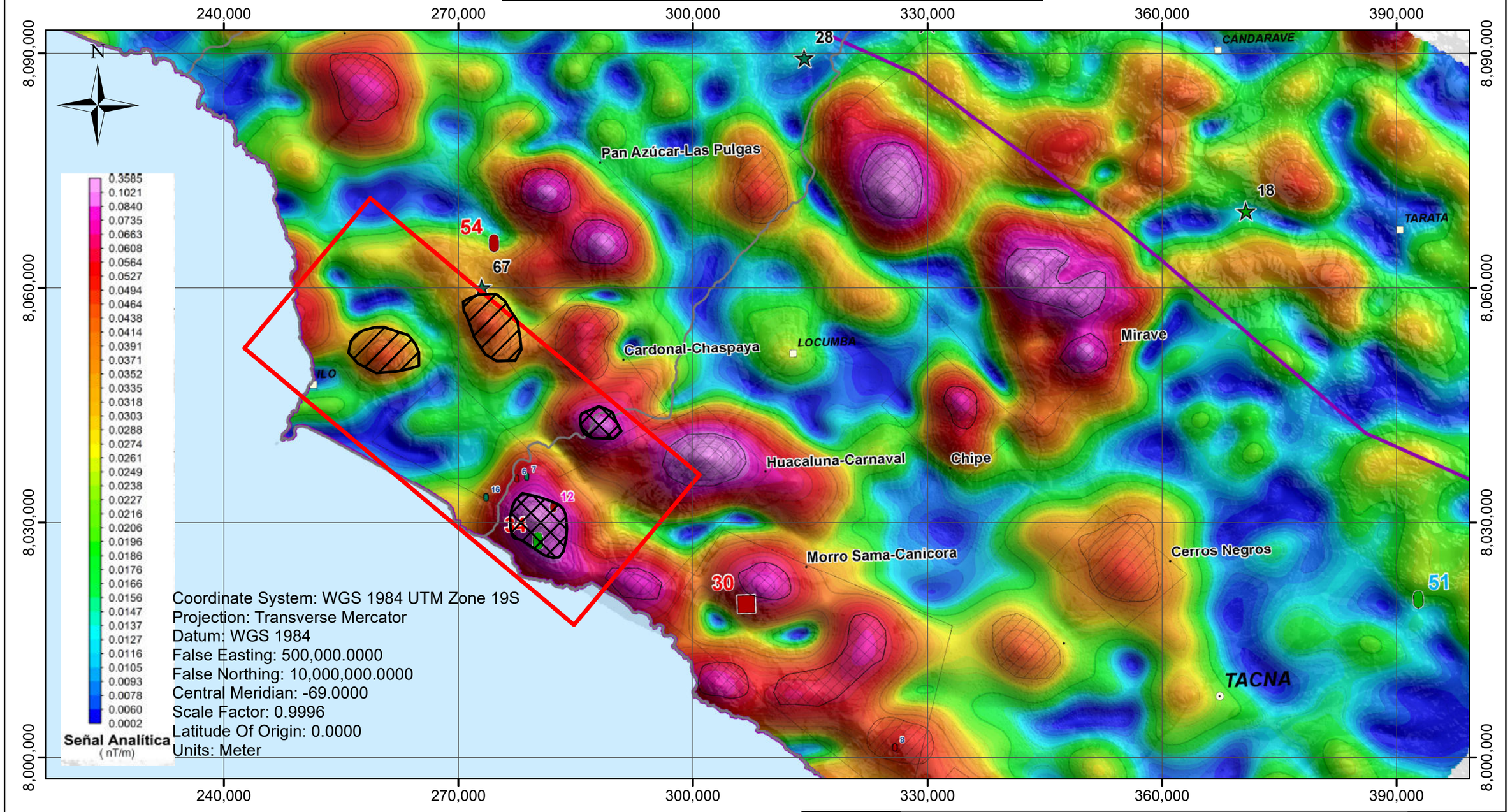
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE INTERPRETACIÓN REDUCCIÓN AL POLO

Lámina N°: **C-004**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres
Formato: A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria
Datum: Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre-2020
Escala: 1:500,000

MAPA DE INTERPRETACIÓN DE SEÑAL ANALÍTICA



LEYENDA

- ÁREA DE ESTUDIO
- (PRIMER ORDEN) POSIBLES CUERPOS MAGNÉTICOS.
- CUERPOS MAGNÉTICOS EN SEGUNDO ORDEN
- Fe-Cu-Au (IOCG)

- Vetiforme
- 3 4 Isquirimache
- 1 2 Cerro Pelado
- 1 6 Champal

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

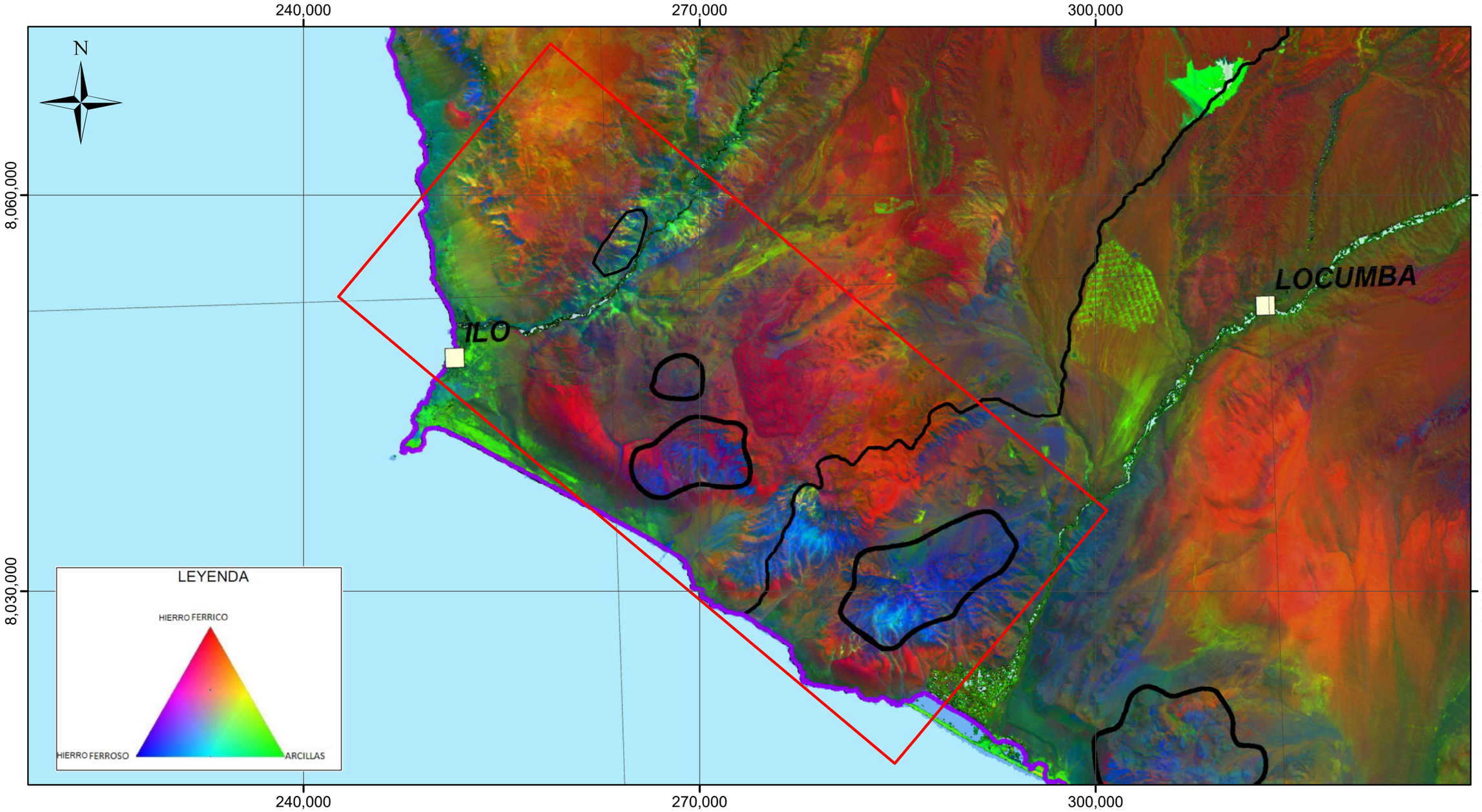
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

Lámina N°: **C-005**

MAPA DE INTERPRETACIÓN DE SEÑAL ANALÍTICA

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre-2020	**Escala:** 1:500,000

MAPA DE INTERPRETACIÓN SENTINEL 2



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 19S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500,000.0000
False Northing: 10,000,000.0000
Central Meridian: -69.0000
Scale Factor: 0.9996
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

LEYENDA

ÁREA DE ESTUDIO

ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

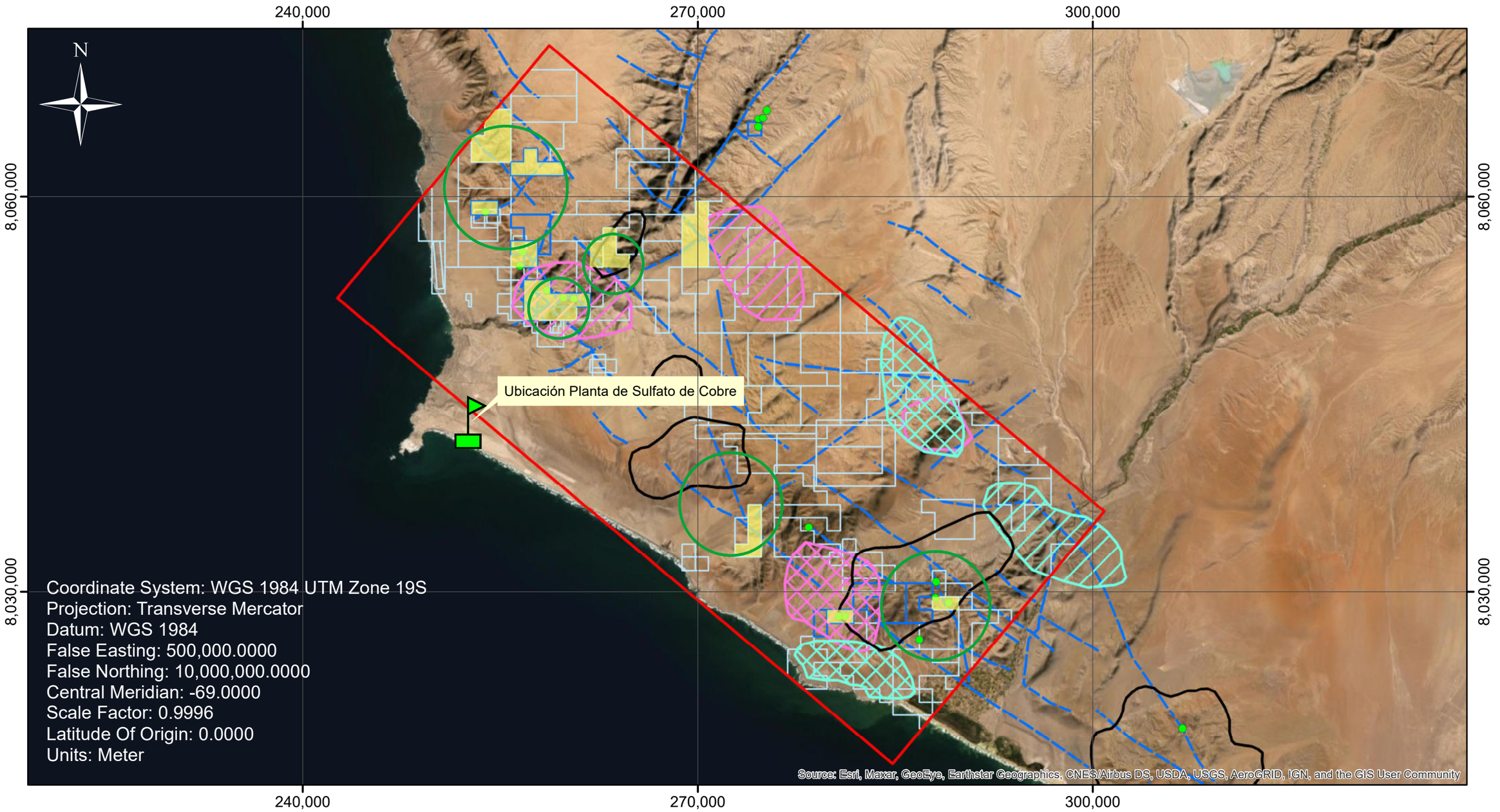
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE INTERPRETACIÓN SENTINEL 2

Lámina N°: **C-006**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre-2020	**Escala:** 1:300,000

MAPA DE POTENCIAL MINERO-PRELIMINAR



LEYENDA

- POTENCIAL MINERO_PRELIMINAR
- ÁREA DE ESTUDIO
- SEÑAL ANALÍTICA
- REDUCIÓN AL POLO
- INTERCEPCIÓN ESTRUCTURAL
- ANOMALIAS SENTINEL
- CONCESIONES EN FORMALIZACIÓN MINERA
- CONCESIONES MINERAS METALICAS
- FALLAS
- OCURRENCIAS DE MINERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

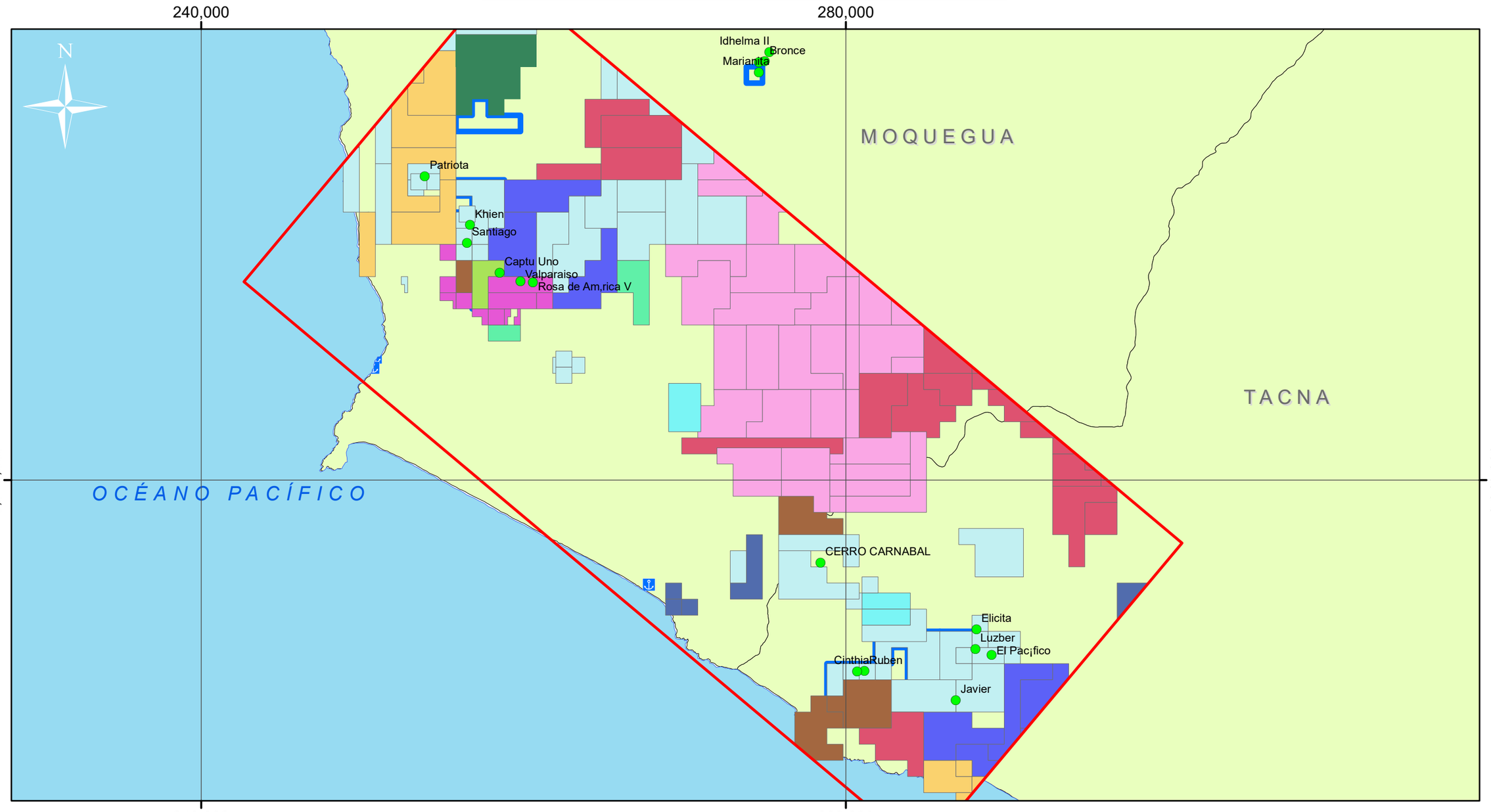
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

Lámina N°: **C-007**

MAPA DE POBLACIÓN

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Crhist Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre - 2020	**Escala:** 1:300,000

MAPA DE CONCESIONES MINERAS METÁLICOS



LEYENDA

- ÁREA DE ESTUDIO
- OCURRENCIAS DE MINERALES
- PERUVIAN LATIN RESOURCES S.A.C.
- QUESTDOR S.A.C.
- SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
- YURA S.A.
- MINERA MAPSA S.A.
- COMPAÑIA MINERA ARES S.A.C.
- COMPAÑIA MINERA CHASPAYA S.A.C.
- COMPAÑIA MINERA ZAHENA S.A.C.
- CONSORCIO CAM S.R.L.
- FUDA MINING S.A.
- GOLDEN IDEAL GOLD MINING SAC
- OTROS
- CONCESIONES EN FORMALIZACIÓN MINERA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

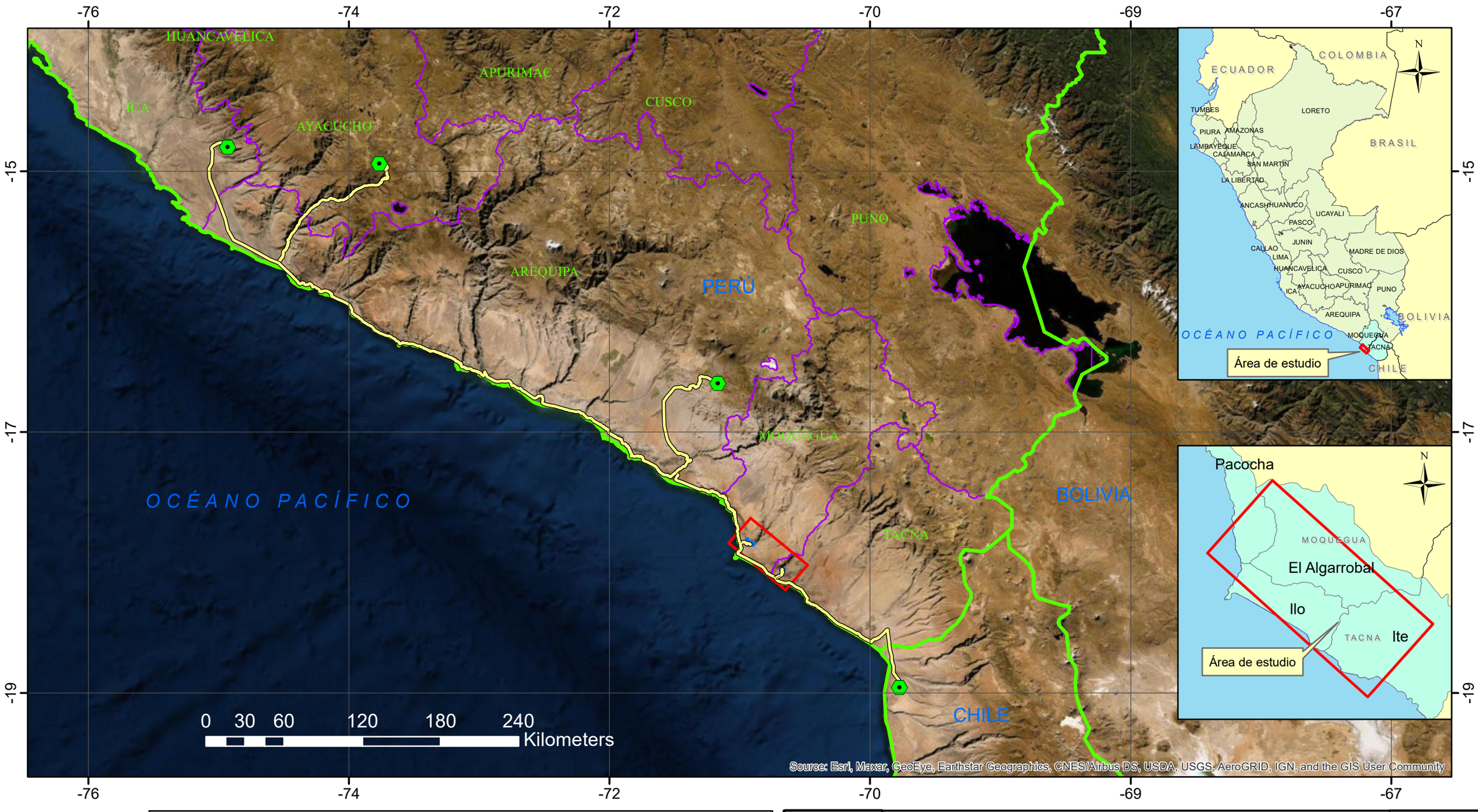
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

Lámina N°: **C-008**

MAPA DE CONCESIONES MINERAS METÁLICOS

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: M.Sc. Ing. Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** Wgs84 - Zona 19 Sur
Fecha: Noviembre -2020	**Escala:** 1:250,000

MAPA DE RUTA INICIAL



LEYENDA

- Área de estudio
- Frontera
- Límite departamental
- Rutas a plantas
- Plantas de beneficio
- Concesiones mineras evaluadas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

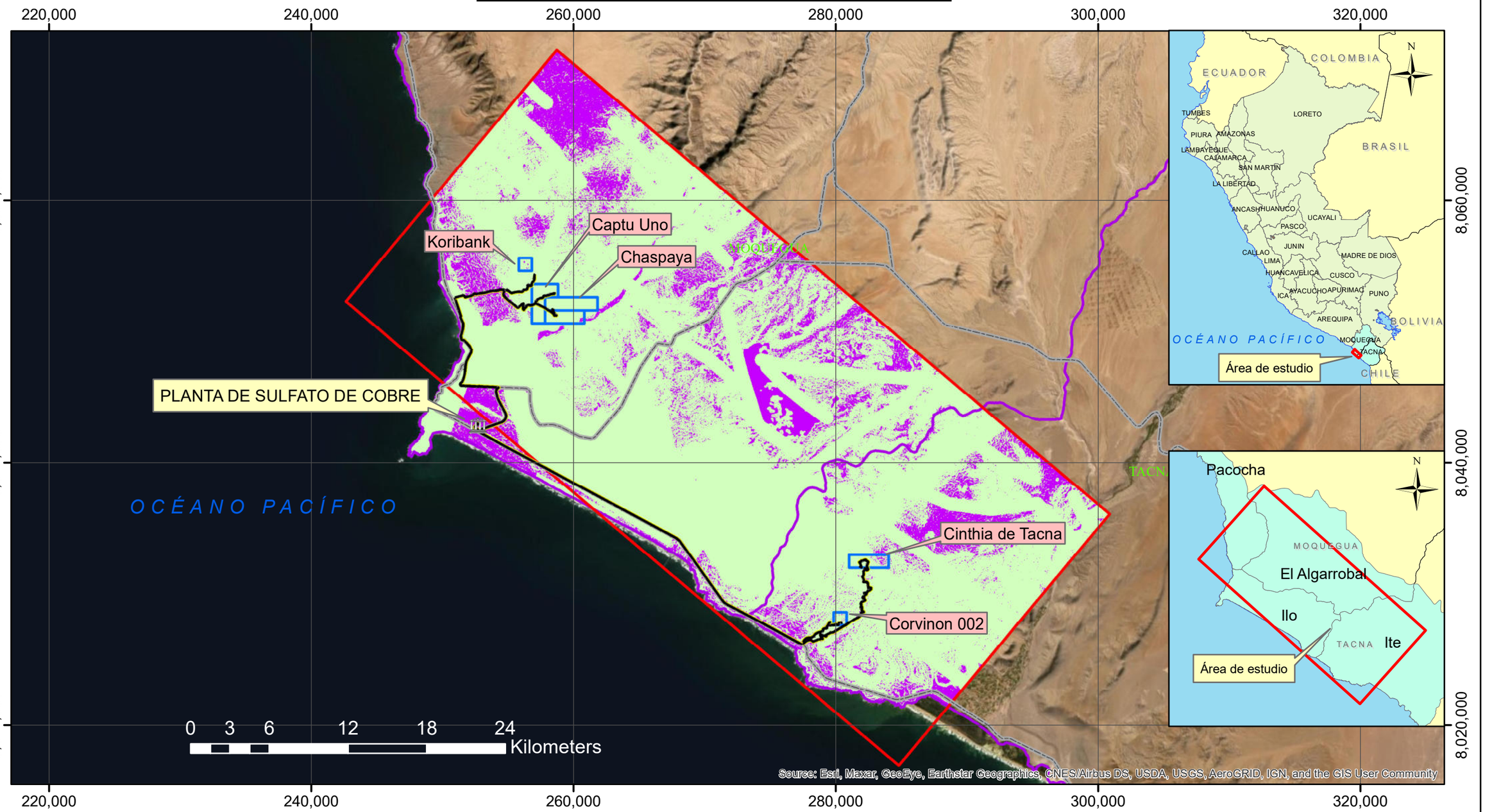
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE RUTA INICIAL

Lámina N°: **C-009**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: MSc.Ing.Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** GCS WGS 1984
Fecha: Noviembre-2020	**Escala:** 1:3,000,000

MAPA DE NUEVAS RUTAS DE TRANSPORTE



LEYENDA

- Área de estudio
- Concesiones mineras evaluadas
- Departamento
- Rutas a plantas
- Área apta
- Área de no apta
- Red vial nacional

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE PEQUEÑOS MINEROS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE SULFATO DE COBRE, PACOCHA-ITE, 2020.

MAPA DE NUEVAS RUTAS

Lámina N°: **C-010**

Realizado: Cesar Diego Yucra Torres	**Formato:** A-3
Asesor: MSc.Ing.Christ Jesús Barriga Paria	**Datum:** WGS 1984 - 19 S
Fecha: Noviembre-2020	**Escala:** 1:300,000

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
1.- Interrogante general. ¿Cuál es la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite con la instalación de una planta de sulfato de cobre? **2.- Interrogantes específicos.** ¿Como determinaremos la rentabilidad comparativa con y sin proyecto, para evaluar el porcentaje de beneficio? ¿Cuáles son los factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite?	**1.- Objetivo general.** Evaluar la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha -Ite mediante la instalación de una planta de sulfato de cobre. **2.- Objetivos especifico.** Determinar la rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha e Ite, con y sin proyecto de planta de sulfato de cobre, para evaluar el porcentaje de beneficio. Identificar los factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha-Ite.	**1.-Hipotesis general.** La rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha-Ite se incrementará con la instalación de una planta de sulfato de cobre **2.- Hipótesis especifica.** Con la determinación de las rentabilidades comparativas con y sin proyecto de la planta de sulfato de cobre se conocerá el porcentaje de beneficio. Existen factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores de cobre en Pacocha – Ite.	**Variable independiente.** -Costos de minado. -Ingreso por venta **Variable dependiente**. Rentabilidad de los pequeños productores mineros de Pacocha e Ite.	**Variable independiente.** -Costos unitarios. -Ley de cobre soluble en ácido. -Producción. -Precio de Sulfato de cobre. **Variable dependiente**. Indicadores financieros	**Variable independiente** -US$/*Tm* -% Cu -TM/Dia. -US$/TM **Variable dependiente** -VAN -TIR -B/C

Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-07526

Fecha de emisión: 16/12/2015
Pág.: 1/1

Señores: COMPAÑÍA MINERA CHASPAYA SAC
Dirección: URB. Magisterio MZ. 33 Lote 17 (P. Inalámbrica) Ilo Ilo Moquegua
Atención: Hayar Hilasaca Gómez
Recepción: 14/12/2015
Realización: 14/12/2015

Método de ensayo aplicado

*551 Método de Ensayo a fuego para Oro por Absorción atómica
*507 Método de Ensayo para Cobre Cianurable Secuencial por Absorción Atómica

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*551 Au g/TM	*551 Au oz/TC	*507 Cu Sec Cu CN %	*507 Cu Sec Cu Acs %
MN15014119	**N° 615-001**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	0,67	0,019	0,056	0,723
MN15014120	**N° 615-002**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	0,39	0,011	0,095	3,150
MN15014122	**N° 615-003**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	1,12	0,033	0,099	1,180
MN15014123	**N° 635-001**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	0,66	0,019	0,157	1,780
MN15014124	**N° 635-002**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	[b]<0,10	------	0,009	0,060
MN15014125	**N° 635-003**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	[b]<0,10	------	0,022	0,545
MN15014126	**N° 635-004**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	0,24	0,007	0,011	0,123
MN15014127	**N° 635-005**	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	3,54	0,103	0,041	2,365

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

"[a]<Valor numérico" = Límite de detección del método, "[b]<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Fotografías Concesión Minera "El Nuevo Sureño – San Antonio M" - Cía. Minera Chaspaya S.A.C.

Figura 18

Veta Flor Nv.658 – El Nuevo Sureño



Nota: Fotografía de la veta Flor en superficie en el nivel 658, venta principalmente de óxidos de fierro (hematita y limonitas), calcita y atacamita, en los bordes, caja piso y techo mineralizados con óxidos de cobre principalmente malaquita.

Figura 19

Veta Flor Nv.615 – El Nuevo Sureño



Nota: Vista de la veta Flor en el nivel 615 potencia aproximada de 4 metros controlado en la caja techo por una falla.

Figura 20

Acumulación de mineral - El Nuevo Sureño



Nota: Mineral acumulado en el Nv. 615 producto del sellado de la bocamina.

Fotografías Concesión Minera "Captu Uno"

Figura 21

Veta Fiorella Nv. 585 – Captu Uno



Nota: Fotografía dentro de una pequeña labor en el nivel 585 sobre la veta Fiorella, evidenciando cuprita en pequeños lentes, malaquita en fracturas, carbonatos, hematitas y limonita.

Figura 22

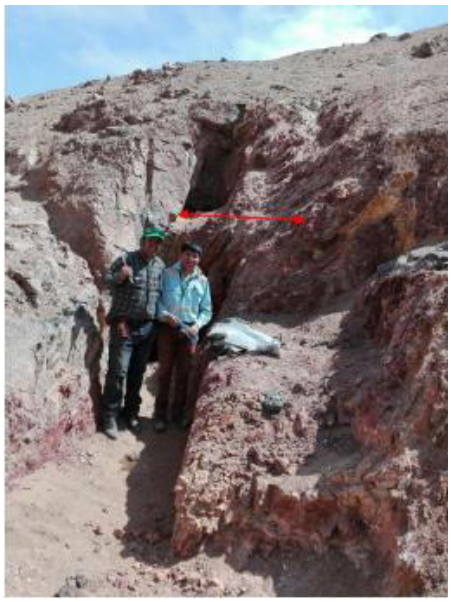
Veta Fiorella Nv. 619 – Captu Uno



Nota: Fotografía en la labor nivel 619 sobre la veta Fiorella, mostrándose el estrangulamiento de la veta y posterior ensanchamiento (tipo sigmoides), la veta está compuesta por hematitas, carbonatos, cuprita y malaquita, esta labor se conecta con un pique a los 20 metros.

Figura 23

Veta Fiorella - Captu Uno



Nota: Zona al noroeste de la veta Fiorella, presentando una fuerte oxidación, hematitas, limonitas, carbonatos en los bordes presencia de turmalina y pequeñas venillas de malaquita en la caja piso y techo.

Fotografías Concesión Minera "Korybank"

Figura 24

Veta Santa Rosa – Korybank



Nota: Fotografía de la veta Santa Rosa, se aprecia mineral acumulado, potencia de 1 metro en promedio con un encampane estimado de más de 300 metros, en la cima del cerro solo aflora turmalina masiva con pequeñas venillas de malaquita.

Figura 25

Veta Santa María - Korybank



Nota: Fotografía de veta Santa María, aparentemente tensional de la veta Santa Rosa, estructura bien definida con potencia entre 0.4 a 0.5 metros.

Fotografías Concesión Minera "Cinthia de Tacna"

Figura 26

Winche de izaje – Cinthia de Tacna



Nota: Fotografia del winche usado para el izaje y extracción del mineral del pique realizado, consta de un motor electrico de 20Hp y su generador respectivo.

Figura 27

Pique – Cinthia de Tacna



Nota: Fotografía del tesista en un subnivel ubicado dentro del pique principal de extracción de mineral.

Figura 28

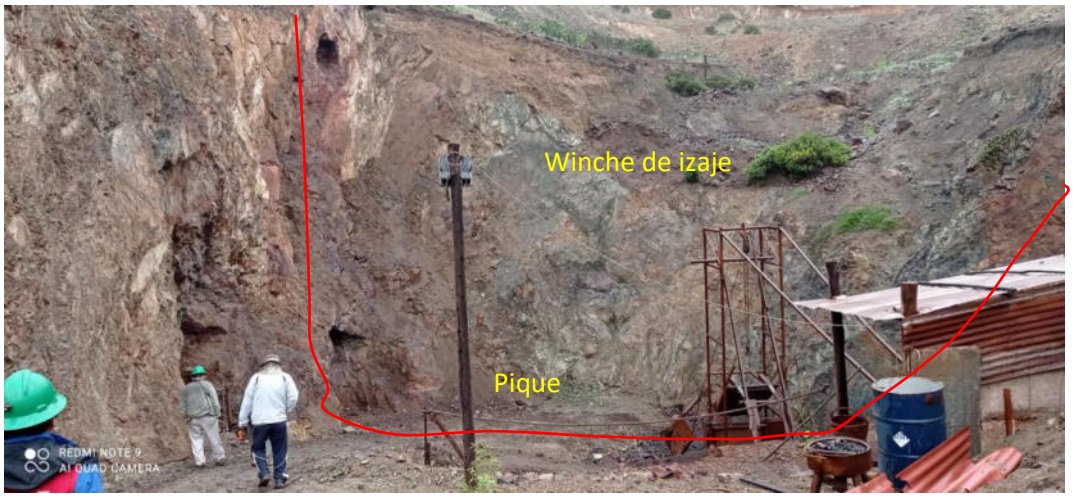
Veta – Cinthia de Tacna



Nota: Vista de la veta que es explotada, se visualiza óxidos de cobre de manera masiva y siempre acompañado de óxidos de fierro.

Figura 29

Vista panorámica – Cinthia de Tacna



Nota: En línea roja se representa la proyección y trayectoria de la veta principal, en la parte central y sobre una bolsonada realizaron el pique para extracción de mineral de niveles más profundos.

Fotografías Concesión Minera "Corvinon 002"

Figura 30

Veta – Corvinon 002



Nota: Vista de la veta principal de cobre potencia promedio de 2 metros, en la zona se observa abundante oxidación de fierro principalmente hematitas, también se pudo apreciar afloración de turmalina masiva en diferentes puntos.

Figura 31

Mineral acumulado – Corvinon 002



Nota: Mineral acumulado en la concesión minera Corvinon 002, minerales principalmente, crisocola, cuprita, malaquita y atacamita.

Figura 32

Vista panorámica – Corvinon 002



Nota: Vista panorámica de las estructuras mineralizadas en la concesión minera Corvinon 002, en línea roja se representa la proyección de la veta principal.