

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA DE PROYECTOS PARA
DETERMINAR LA VIABILIDAD EN PEQUEÑOS PRODUCTORES MINEROS
DE HIERRO”**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

ELABORADO POR:

RODOLFO BRAYAN INGA RIVERA

ASESOR

MBA. ING. VICTOR MANUEL HERNANDEZ DIAZ

LIMA – PERU

2021

DEDICATORIA:

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi hija Saori y esposa Dayan. A mi Hija que con su sola presencia a este mundo ha logrado que mis esfuerzos de superación profesional cambien de manera exponencial y a mi esposa por su incondicional apoyo es todo este tiempo de elaboración de la investigación.

RESUMEN

La industria minera controla todas las variables de la operación para obtener el máximo de rentabilidad con el mínimo costo, El presente trabajo de suficiencia tiene por objetivo desarrollar la evaluación técnica-económica en pequeños productores mineros de Hierro para determinar la viabilidad de los proyectos mineros de inversión.

los aspectos técnicos del método de explotación, parámetros del diseño del tajo, las operaciones unitarias (perforación, voladura, carguío, acarreo, chancado) y el proceso de comercialización del mineral de hierro de alta Ley (mayor 62%) serán detallados en la investigación.

Para desarrollar el presente trabajo de suficiencia se empleará las matemáticas financieras e indicadores económicos que permitirán tomar decisiones frente a la evaluación de la viabilidad del proyecto. Para ello se recopilará información del precio del mineral de Hierro, inversión inicial, costos directos e indirectos, activos, vida útil de la mina y producción mensual de mineral.

La información recopilada será utilizada para calcular los diferentes indicadores económicos (VAN, TIR Y payback) y se realizara un análisis de sensibilidad para el proyecto. Al ser un proyecto enfocado al mineral de Hierro se contempla otros factores adicionales para decidir la viabilidad del proyecto (ley mínima exportable, ubicación estratégica del proyecto)

Palabras claves: técnico – económico, proyectos de inversión, viabilidad de proyectos

ABSTRACT

The mining industry tries to control all the variables of the operation to obtain the maximum profitability with the minimum cost. The objective of this sufficiency work is to develop the technical-economic evaluation in small iron mining producers to determine the viability of the project.

The technical aspects of the exploitation method, pit design parameters, unit operations (drilling, blasting, loading, hauling and crushing) and the commercialization process of high-grade iron ore (greater than 62%) will be detailed in the investigation.

To develop this sufficiency work, financial mathematics and economic indicators will be used to make decisions regarding the evaluation of the viability of the project. For this, information on the price of iron ore, initial investment, direct and indirect costs, assets, useful life of the mine and monthly mineral production will be collected.

The different economic indicators (NPV, IRR and payback) will be calculated and a sensitivity analysis will be carried out for the project. As it is a project focused on iron ore, other additional factors are considered to decide the viability of the project (minimum exportable grade, strategic location of the project)

Keywords: technical - economic, investment projects, project viability

PROLOGO

El trabajo de suficiencia profesional estará dividido en 6 capítulos descritos a continuación.

En el capítulo I, se desarrollará las generalidades del trabajo de suficiencia, la descripción de la problemática, el objetivo general, la hipótesis y los antecedentes investigativos internacionales, nacionales y locales.

En el capítulo II, se desarrollará las bases teóricas y el marco conceptual, se definirá la evaluación de proyectos mineros, se clasificará los diferentes tipos de proyectos mineros, se describirá las etapas de un proyecto minero, se definirá los diferentes métodos de evaluación de proyectos mineros (VAN, TIR y Payback)

En el capítulo III, se desarrollará la hipótesis del trabajo de suficiencia y la identificación de variable independiente y dependiente.

En el capítulo IV, se desarrollará la metodología de la investigación, describiendo el tipo y diseño de la investigación, la unidad de análisis en la cual se describirá al proyecto y la matriz de consistencia

En el capítulo V, se desarrollará la evaluación técnica del proyecto como método de explotación, operaciones unitarias adicionalmente se evaluará económicamente el proyecto, calculando los indicadores económicos (VAN, TIR y payback).

En el capítulo VI, en el presente capítulo se analizará los resultados de los indicadores económicos y se discutirán los resultados del capítulo V.

Finalmente se abordará el tema de las conclusiones y recomendaciones y los anexos para culminar el trabajo de suficiencia.

INDICE

DEDICATORIA:	I
RESUMEN.....	II
ABSTRACT	III
PROLOGO	IV
CAPÍTULO I.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	7
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	8
1.4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	8
1.4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES.....	9
CAPÍTULO II.....	12
2.1 MARCO TEORICO.	12
2.1.1 DEFINICION DE EVALUACION DE PROYECTOS MINEROS.....	12
2.1.2 TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS.....	12
2.1.3 TIPOS DE INVERSION MINERA	13
2.1.4 ETAPAS DE UN PROYECTO MINERO.....	14
2.1.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS.	15
2.1.5.1 DISCOUNTED CASH-FLOW ANALYSIS (DCF)	15
2.1.5.2 VALOR ACTUAL NETO. (VAN O VPN)	16
2.1.5.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	18
2.1.5.4 PAYBACK O PLAZO DE RECUPARACION	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL	20
CAPÍTULO III.....	22
HIPOTESIS Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	22
3.1 HIPÓTESIS.....	22
3.1.1 HIPOTESIS GENERAL	22
3.2 VARIABLES.....	22
3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.	22

3.2.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	22
	CAPITULO IV	23
	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	23
3.3	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	23
3.4	UNIDAD DE ANALISIS	24
3.4.1	UBICACIÓN	24
3.4.2	FLORA Y FAUNA.....	26
3.4.2.1	FLORA	26
3.4.2.2	FAUNA.....	27
3.4.3	TOPOGRAFÍA Y SUELO	28
3.4.4	CLIMA	29
3.4.5	HIDROGRAFÍA.....	29
3.4.6	GEOLOGÍA	30
3.4.6.1	GEOLOGÍA REGIONAL.....	30
3.4.6.2	LITOLOGÍA	32
3.4.6.3	ALTERACIÓN HIDROTHERMAL.....	33
3.4.6.4	MINERALIZACIÓN.....	34
3.4.6.5	POTENCIAL DE MINERALIZACIÓN:	35
3.4.6.6	MUESTREO GEOQUIMICO:	36
3.5	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	38
	CAPÍTULO V.....	39
4.1	RECOLECCION DE DATOS.....	39
4.1.1	ANALISIS TECNICO DEL PROYECTO IRON LION.....	39
4.1.1.1	METODO DE EXPLOTACION.....	39
4.1.1.2	DISEÑO DEL TAJO	41
4.1.1.3	DESCRIPCION DEL CICLO DE MINADO	44
4.1.1.3.1	PERFORACION	44
4.1.1.3.2	VOLADURA:	45
4.1.1.3.3	LIMPIEZA Y ACARREO:.....	45
4.1.1.3.4	CHANCADO.....	46
4.1.1.3.5	CARGUIO DE MINERAL Y TRANSPORTE	48

4.1.2	ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO IRON LION.....	49
4.1.2.1	COMERCIALIZACION DE MINERAL.....	49
4.1.2.2	COSTOS DE PRE-INVERSION E INVERSION.....	49
4.1.2.3	COSTOS OPERATIVOS.....	50
4.1.2.3.1	COSTOS DE MINA.....	50
4.1.2.3.2	COSTO DE CHANCADO.....	51
4.1.2.3.3	COSTO DE TRANSPORTE.....	51
4.2	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	51
4.3	ANALISIS DE LA INFORMACION.....	55
4.3.1	CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	55
4.3.2	CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	56
4.3.3	CALCULO DEL PAYBACK.....	56
4.3.4	CALCULO DE LOS PUNTOS CRITICOS.....	57
4.3.5	ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	57
CAPITULO VI.....		61
5.1	ANALISIS DE RESULTADOS.....	61
5.2	DISCUSION DE RESULTADOS.....	62
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES.....		65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		67
ANEXOS.....		68

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1- 1.1 Inversión minera en Millones de dólares en los último 10 años	1
Figura 2 - 1.2 Inversiones mineras según rubro (participación %)	2
Figura 3 - 1.3: la proporción de la población total que reside en zonas urbanas en el mundo y en las diferentes regiones geográficas entre los años 1980 -2050.....	5
Figura 4 - 1.4 precio del hierro en el año 2020.....	6
Figura 5 - 4.1: Plano de ubicación del proyecto Iron Lion 02.....	25
Figura 6 - 4.2 Columna estratigráfica regional.....	31
Figura 7 - 4.3 Mapa litológico del proyecto Iron Lion 2.	32
Figura 8 - 4.4 Mapa de alteraciones del proyecto Iron Lion 2.	33
Figura 9 - 4.5 Estructuras mineralizadas en el proyecto Iron Lion 2.....	34
Figura 10 - 4.6 mapa de ubicación de la franja mineralizada (en morado) de la cual es parte es el proyecto Iron 2.....	35
Figura 11 - 4.7: Leyes de muestras extraídas con porcentaje de Fe en el proyecto Iron Lion. ...	37
Figura 12 - 5.1: Área del tajo Actual y área del tajo Proyectado.	41
Figura 13 - 5.2: Diseño de Tajo (Parámetros de Diseño)	43
Figura 14 - 5.3 flujo del ciclo de minado	44
Figura 15 - 5.4 Limpieza y acarreo.	45
Figura 16 - 5.5 carguío de mineral a tolva.	47
Figura 17 - 5.6 Reducción de bancos a granulometría menos de 17"	47
Figura 18 - 5.7 Planta Chancadora	48
Figura 19 - 5.8 carguío de Mineral de hierro de 62%.	49
Figura 20 - 5.9 Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de precio).....	58
Figura 21 - 5.10 Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de Costo).....	59
Figura 22 - 5.11 Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de producción)...	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 1.1 Estratificación de la minería formal en el Perú.....	2
Tabla 2 - 1.2 Inscripciones en el REINFO según el estrato de actividad mineral formal en el Perú.	3
Tabla 3 - 1.3 Reservas probables y Probadas en Miles de Toneladas Métricas Finas	4
Tabla 4 - 2.1 Técnicas de evaluación de proyectos mineros según las prioridades.	16
Tabla 5 - 4.1: características epistemológicas de la investigación.....	23
Tabla 6 - 4.2: tipo de vías y distancias.....	26
Tabla 7 - 4.3 cuadro de especies de flora en el proyecto Iron Lion 2.	27
Tabla 8 - 4.4: Cuadro de Fauna silvestre.	28
Tabla 9 - 4.5 leyes de Fe en el tajo Iron Lion 2.....	36
Tabla 10 - 4.6: La matriz de consistencia.	38
Tabla 11 - 5.1: Coordenadas del tajo actual	40
Tabla 12 - 5.2: Coordenadas del tajo proyectados.	40
Tabla 13- 5.3: Parámetros del Diseño.....	43
Tabla 14 - 5.4: Costo de mineral de Hierro.	49
Tabla 15 - 5.5: Costo de Pre – inversión e inversión.....	50
Tabla 16 - 5.6: Costo operativos.	50
Tabla 17 - 5.7: Costo Mina.	50
Tabla 18 - 5.8: Costo Chancadora.	51
Tabla 19 - 5.9: Costo transporte	51
Tabla 20 - 5.10: Información económica del proyecto.	52
Tabla 21 - 5.11 variables en el Tiempo, flujo de capital.	53
Tabla 22 - 5.12 variables en el Tiempo, flujo de capital.	54
Tabla 23 - 5.13: Puntos críticos.....	57
Tabla 24 - 5.14: Diferentes valores del VAN y TIR variando el precio de venta de Hierro	58
Tabla 25 - 5.15: Diferentes valores del VAN y TIR variando el costo de mina.....	59
Tabla 26 - 5.16: Diferentes valores del VAN y TIR variando la producción anual.....	60

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES.

En los últimos años en el Perú la inversión en el sector minero se incrementó desde el año 2016, excepto en el 2020 por la coyuntura de la pandemia causada por virus Coronavirus SARS-CoV-2. según el reporte de estadística minera del Ministerio de Energía y Minas ESTAMIN “Boletín estadístico Minero Edición N 12” en el año 2020, las inversiones han crecido desde el 2016 según la figura 1.1



Figura 1- 1.1 Inversión minera en Millones de dólares en los último 10 años

Fuente: Dirección de Promoción Minera - Ministerio de Energía y Minas. “Boletín estadístico Minero Edición N 12” 2020

Las inversiones se distribuyen en diferentes rubros en el sector minero, en plantas de beneficios, equipamiento minero, exploración, infraestructura desarrollo y preparación u otros, como se observa en la figura 1.2.

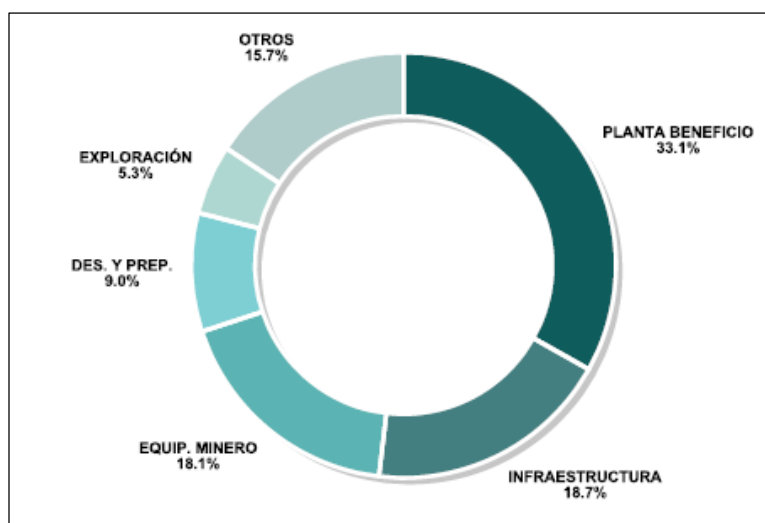


Figura 2 - 1.2 Inversiones mineras según rubro (participación %)

Fuente: Dirección de Promoción Minera - Ministerio de Energía y Minas. "Boletín estadístico Minero Edición N 12" 2020

La estratificación de la actividad minera formal en el Perú, según a la ley General de Minería en su artículo 91. Define a los Pequeños Productores Mineros y productores mineros Artesanales según la tabla 1.1

Tabla 1 - 1.1 Estratificación de la minería formal en el Perú.

ITEM	ESTRATO	HECTAREAS	CAPACIDAD PRODUCTIVA
1	GRAN Y MEDIANA MINERIA	MAS DE 2000 HAS	MAS DE 350 TMD
2	PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO (PPM)	METALICO: HASTA 2000 HAS	HASTA 350 TMD
3	PRODUCTOR MINERO ARTESANAL (PMA)	METALICO: HASTA 1000HAS	HASTA 25 TMD

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. "Ley General de minería" 2019

Hasta el mes de marzo 2020 se recibieron las inscripciones en el REGISTRO INTEGRAL DE FORMALIZACION MINERA (REINFO) según detalla la tabla 1.2, donde se observa que un porcentaje importante es de PPM y PMA. En este sector es donde se desarrolla el presente trabajo de suficiencia.

Tabla 2 - 1.2 Inscripciones en el REINFO según el estrato de actividad mineral formal en el Perú.

ESTRATO	REGISTRO	%
MEDIANA Y GRAN MINERIA	11007,00	27%
PPM - PMA	30168,00	73%
TOTAL	41175,00	100%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. "anuario minero" 2019

El mineral de hierro se extiende por todo el territorio peruano, pero las reservas probadas y probables en las diferentes regiones del país esta calculadas como se observa en la tabla 1.3. En la región Ica se ubica el mayor porcentaje de mineral de hierro debido a que en esa región trabajan las dos productoras de Mineral de hierro de alta calidad, también se observa que en la Región Ancash donde se realiza el presente trabajo de investigación se tiene 24 mil Toneladas métricas finas entre reservas probadas y probables.

Tabla 3 - 1.3 Reservas probables y Probadas en Miles de Toneladas Métricas Finas

HIERRO			
REGIÓN	PROBABLES (miles TMF)	PROBADAS (miles TMF)	TOTAL (miles TMF)
ICA	284,721	836,231	1,120,951
AREQUIPA	76,425	271,140	347,565
JUNIN	576	3,567	4,143
LIMA	1,233	389	1,622
PASCO	326	293	619
LALIBERTAD	155	18	173
TACNA	120	-	120
ANCASH	17	7	24
TOTAL	363,573	1,111,644	1,475,217

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. "anuario minero" 2019

Con todo lo descrito, evaluar técnica y económicamente los proyectos mineros de hierro en PPM en un importante sector de inversión facilitara determinar la viabilidad del proyecto.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad la población mundial aumenta el urbanismo, en la fig. 1.3 se presenta la proporción de la población total que reside en zonas urbanas en el mundo y en las diferentes regiones geográficas entre los años 1980 -2050.

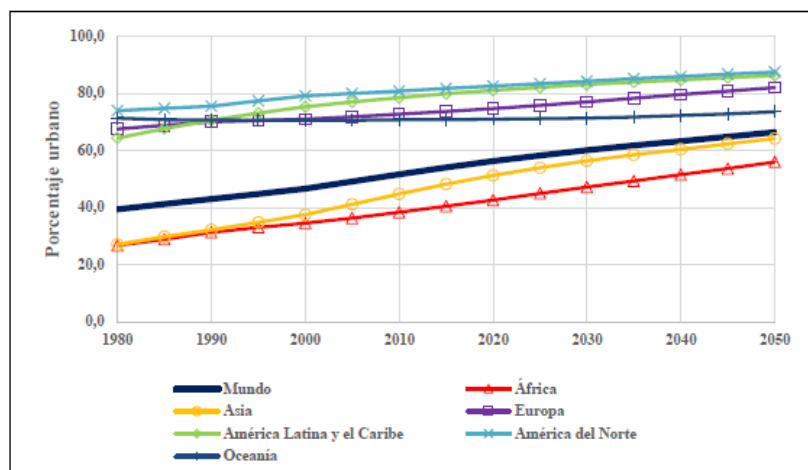


Figura 3 - 1.3: la proporción de la población total que reside en zonas urbanas en el mundo y en las diferentes regiones geográficas entre los años 1980 -2050.

Fuente: Naciones Unidas, "World Urbanization Prospects: the 2014 revision" 2014

La migración a las ciudades es una problemática con consecuencia de construcción de megaciudades y construirlas consume un alto requerimiento de materiales, entre ellos el acero, La principal materia prima para la producción del acero es el mineral de Hierro de alta calidad.

La Asociación Mundial del Acero (worldsteel) 2020, publicó su Perspectiva a Corto Plazo (SRO) para 2021 y 2022. worldsteel pronostica que la demanda de acero crecerá un 5,8% en 2021 para llegar a 1.874,0 millones de toneladas (Mt), tras haber disminuido un 0,2% en 2020. En 2022, la demanda de acero experimentará un mayor crecimiento del 2,7% para llegar a 1.924,6 Mt. Al aumentar la demanda del acero y teniendo como materia prima al Hierro, se debe de evaluar la viabilidad de los diferentes proyectos mineros de Hierro que tiene el país.

Según el Banco Central de Reserva, en su publicación “Exportaciones de productos tradicionales (precios) - Mineros - Hierro - Precio (US\$ por toneladas)” en el 2020 indica que el precio de hierro en el último año se recupera, después valorizar un máximo en el año 2011 y caer en el mínimo a fines del 2015, El panorama es atractivo a las inversiones en los proyectos mineros de Hierro. En la figura 1,4 se muestra el precio de hierro en el año 2020.

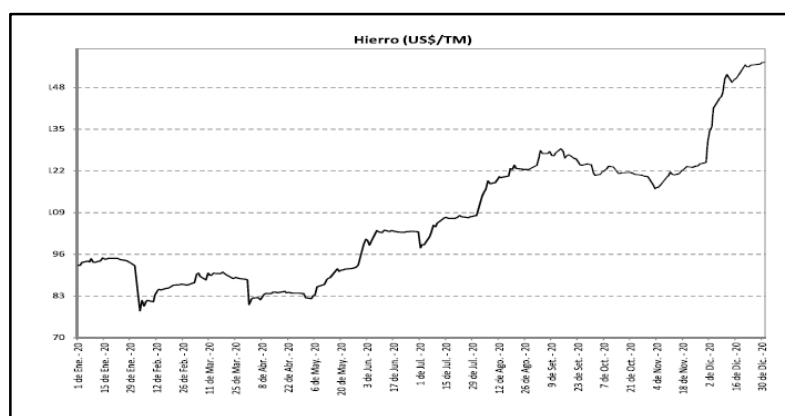


Figura 4 - 1.4 precio del hierro en el año 2020

Fuente: Banco Central de Reserva, Exportaciones de productos tradicionales (precios) - Mineros - Hierro - Precio (US\$ por toneladas), 2020

En el Perú, solo existen dos empresas que exportan Hierro, según el reporte de estadística minera del Ministerio de Energía y Minas ESTAMIN “Boletín estadístico Minero Edición N 12” en el año 2020, las empresas Mineras que exportaron Mineral de Hierro, fueron en primera posición Shougang Hierro Perú S.A.A. con una participación de 97.1% y en segunda posición Minera Shouxin Perú S.A.A. con el 2.9%.

La producción del mineral de hierro de alta calidad en el Perú se encuentra limitada debido a la ubicación de los proyectos, los dos mayores Productores de Hierro exportan el mineral de Hierro por el puerto de Marcona el cual se ubica estratégicamente, los costos de traslado por tonelada varían dependiendo la ubicación del puerto donde se trasladará, esto genera que el costo operativo aumente significativamente y por ende la inviabilidad de los proyectos de Hierro.

La calidad del mineral de hierro exportable debe ser mayor de 62% de ley, y para asegurar la ley, el mineral debe de concertarse el mineral aprovechando las propiedades magnéticas del mismo, esta concentración se obtiene por vía seca o por vía húmeda, por la vía seca existe una tecnología limitada en el Perú debido a que no se encuentra mercado local para abastecer el producto (tambores magnéticos y poleas magnéticas), este factor influye que los inversionistas a contratar la tecnología en el extranjero (Chile y Brasil) , el cual aumenta significativamente los gastos operativos del proyecto para asegurar la calidad del producto.

Con todo lo descrito anteriormente se formula la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los principales factores en una Evaluación técnica - económica en pequeños productores mineros que determinan la inviabilidad de proyecto de inversión?

1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una evaluación técnica - económica a los proyectos de Hierro en Pequeños Productores Mineros para determinar su viabilidad.

1.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

1.4.1 INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

- Ramírez Zamora, R (2017) en sus tesis de pregrado “Análisis técnico-económico explotación yacimiento Amancaya”, [12] realizó una investigación para prolongar la vida útil de la Mina Guanaco, la cual compró a Yamana Gold el Yacimiento Amancaya que se encuentra a 70 km sur de la mina Guanaco, la investigación utiliza los recursos inferidos para determinar el método de explotación adicionalmente se evalúa el proceso metalúrgico de lixiviación, en la etapa económica consideran la implementación de una nueva planta, calculan el valor presente neto (NPV), la tasa de descuento anual y la tasa interna de retorno (TIR). Al finalizar la investigación realizaron un estudio de Pre – factibilidad con los recursos medidos e indicados.
- Menéndez Suarez, C (2015) en su artículo “Metodología para la valoración de explotaciones mineras”, [8] en el artículo considera el estado actual de la mina, en qué etapa se encuentra en exploración, desarrollo o producción, las instalaciones y las condiciones generales de la mina para poder determinar todas las inversiones necesarias, considera las reservas y producción anual con las cuales se cuantificaron los flujos de fondos anuales que genere la operación, el valor de la misma y su rentabilidad, para cuantificar los flujos de cajas se consideraron los indicadores de rentabilidad del VAN (Valor Actualizado Neto o Valor Capital) y el TIR (Tasa Interna de Rentabilidad).

- Mandones Alarcón, J. et all (2008) en el trabajo “Estudio, análisis y evaluación económica de un proyecto de inversión de alta incertidumbre, mediante el algoritmo Least Square Montecarlo de Longstaff y Schwartz”, [7] se analizan y comparan los resultados obtenidos en la valoración económica de un proyecto de inversión, por medio de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos ($VAN > 0$) y la metodología de opciones reales propuesta por S. Myers en el año 1977. Con objetivo, utilizando el algoritmo Least Square Montecarlo (LSM), se valoran dos opciones de tipo americano posibles de ejercer, bajo dos estrategias de inversión distintas, aplicables durante los cuatro primeros años de vida del proyecto.
- Naranjo Nuñez, R (2005) en su tesis doctoral “Modelo de riesgo para la evaluación económica Financiera de Proyectos Mineros” [10] analiza al sector de la mediana empresa minera, luego describe los factores para poder iniciar una actividad minera desde el punto de vista financiero y describe la viabilidad del proyecto minero, finalmente presenta una metodología para la evaluación financiera de los proyectos mineros. Para validar la información usa un caso real “Proyecto las Cruces”

1.4.2 INVESTIGACIONES NACIONALES.

- Jesús Aranda, D (2018) en su tesis de Pregrado “Evaluación técnica – económica del proyecto minero Utcuyacu 2016”, [6] realizó una investigación en la región de Ancash, en un pequeño productor minero de vetas angostas de oro, en los cuales se determinó el método de explotación, ritmo de producción, cálculo de reservas, determinación de costos de operación. Finalmente se evaluará los indicadores económicos (VAN , TIR , B/C) para determinar la viabilidad del proyecto.

- Condori Mamani, J (2018) en su tesis de Pregrado “Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huáscar nivel 2220 - 2296 mina Yanauquihua - Arequipa” [4] en su trabajo de investigación primero caracteriza el método de explotación de la veta en la Mina Yaniquihua, luego describe los fundamentos desde una perspectiva económica y finalmente presenta una metodología para la evaluación técnica- económica y financiera, en el análisis de la metodología presente tres escenarios,” sin cambios” “mejorado” y “agresivo” calcular los indicadores económicos para los tres escenarios y adicionalmente evalúa el riesgo de inversión en la variación del precio del oro.
- Verastegui León, M (2016) en su tesis de postgrado “ Evaluación de la Factibilidad Económica - Financiera del Proyecto Aurífero Minero "Las Alexas" ubicado en el distrito de Rio Grande, provincia de Condesuyos, región Arequipa”, [14] La investigación tiene como propósito demostrar la factibilidad económica-financiera de un proyecto minero en minería artesanal formal, en la cual recopila información técnica, como las dimensiones del yacimiento, método de explotación, recuperación del mineral y capacidad financiera de inversionistas, y con toda esa información se evalúa de forma macroeconómica (factibilidad económica – financiera del proyecto) finalmente desarrollo el flujo de caja y estados financieros.

- Meres Vargas, A (2014), en su tesis de Pregrado “Evaluación de riesgos asociados a proyectos de inversión minera: Caso mina cuprosa” , [9] en el presente trabajo de investigación se evalúa los riesgos de inversión en el sector minero utilizando el modelo planteado por H. M. Park y M. G. Nelson (SME, Octubre 201) en la cual clasifica a los riesgos de mayor importancia sujetos a variables tanto internas como externas, para ampliar la realidad del proyecto estos riesgos son clasificados por categorías. Adicionalmente se considera la incertidumbre a lo largo de todo el proyecto para asegurar así el desarrollo del proyecto y el crecimiento en el largo plazo.

CAPÍTULO II.

MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEORICO.

2.1.1 DEFINICION DE EVALUACION DE PROYECTOS MINEROS

Según el Instituto Tecnológico Geo minero de España, (1991) en el Manual De Evaluación Técnico - Económica De Proyectos Mineros De Inversión menciona que **“La evaluación de proyectos mineros de inversión se define como el conjunto de acciones que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas e inconvenientes que presenta la asignación de recursos económicos a una iniciativa”**.

2.1.2 TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS

Sapag Chain, N (2011) “Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2da edición”[13]. Describe las diferentes tipologías de los proyectos. Las opciones de inversión se clasifican preliminarmente en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes.

Las inversiones dependientes son aquellas que para ser realizadas requieren otra inversión. Las inversiones independientes son las que se realizan sin depender ni afectar o ser afectadas por otros proyectos. Las inversiones mutuamente excluyentes, como su nombre lo indica, corresponden a proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se ejecute el otro.

2.1.3 TIPOS DE INVERSION MINERA

Según el Instituto Tecnológico Geo minero de España, (1991) en el Manual De Evaluación Técnico - Económica De Proyectos Mineros De Inversión [5], Clasifica la inversión en el sector minero de la siguiente manera:

- a) Adquisición de una propiedad minera desarrollada.
- b) Investigaciones para descubrir posibles yacimientos o ampliar el volumen de reservas existentes.
- c) Desarrollo y construcción de nuevas minas.
- d) Ampliación de operaciones existentes.
- e) Mejores de métodos y procesos de producción.
- f) Sustitución de equipos.
- g) Alquileres de equipos o propiedades.
- h) Contratación de servicios.

2.1.4 ETAPAS DE UN PROYECTO MINERO

En el desarrollo de un proyecto minero existen tres fases típicas:

a) Fase de planificación. Conocida como la fase de pre-inversión o de estudio. En esta fase se llevan 3 tipos de estudio.

- **Estudio conceptual,** Un estudio conceptual representa la transformación de una idea de proyecto en una amplia proposición de inversión.
- **Estudio de previabilidad,** Un estudio de pre-viabilidad es un ejercicio de nivel intermedio, que normalmente no es adecuado para tomar una decisión de inversión. Tiene los objetivos de determinar si la idea de proyecto justifica un análisis detallado para un estudio de viabilidad.
- **Estudio de Viabilidad.** Proporciona una base técnica, económica y comercial para una decisión de inversión. Se usan procedimientos y técnicas iterativas para optimizar todos los elementos críticos del proyecto.

b) Fase de implementación. También conocida como fase de inversión, o fase de diseño y construcción. Normalmente, incluye el período de desarrollo y preparación de la mina, se divide en dos etapas.

- **Diseño y construcción.** Incluye la ingeniería básica y de detalle, la compra de materiales y equipos y las actividades de construcción y montaje. Esta materialización supone iniciar la etapa económicamente más costosa y, en consecuencia, la más irreversible. Cualquier error o defecto en las fases de ingeniería básica o de detalle se corrigen con un cierto coste, pero los errores o malos planteamientos, una vez materializados, son muy difíciles de remediar sin incurrir en gastos muy altos.

- **Arranque y pruebas.** Consiste en la operación de prueba de los componentes individuales de los equipos y sistemas, en vacío o sin materias primas en la línea de proceso, y con vistas a asegurarse del correcto funcionamiento de los mismos. Las exigencias de esta etapa, frecuentemente es una subetapa dentro del período de construcción, y los costes asociados con ella son, muchas veces, subestimados en la evaluación de los recursos necesarios del proyecto. Durante esta etapa de trabajo, la custodia y el control de las instalaciones se transfiere del constructor contratista al operador propietario
- c) Fase de producción.** También llamada fase operacional, y que incluye el arranque y puesta en marcha.

2.1.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS MINEROS.

2.1.5.1 DISCOUNTED CASH-FLOW ANALYSIS (DCF)

Según Bhappu y Guzman, (1995) en la encuesta. "Mineral Investment Decision Making, A Study of Mining Company Practices. Engineering and Mining Journal" [2]. encuestaron a 20 compañías mineras ubicadas en los EEUU, Canadá, México, Australia y Gran Bretaña. Como se observa en la tabla 2.1 en el sector minero se emplea el método DCF, donde el valor actual neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son las técnicas de evaluación de proyectos mas utilizado en la toma de decisiones de inversión.

El método evalúa los proyectos descontando los flujos de caja por el riesgo, el tiempo y el costo de capital. Cuanto mayor sea el riesgo del proyecto, mayor será el costo de oportunidad del capital utilizado.

Tabla 4 -2.1 Técnicas de evaluación de proyectos mineros según las prioridades.

Number of Companies using Capital Budget Priority				
	IRR	PAYBACK	NPV	Other
Primary	11	3	8	3
Secondary	3	6	5	-
Tertiary	1	2	-	-

Fuente: Encuesta Bhappu, y Guzmán, *Mineral Investment Decision Making, A Study of Mining Company Practices. Engineering and Mining Journal. 1995*

Alrededor del 55% de las empresas encuestadas utilizan el TIR como criterio principal de evaluación del proyecto y el 40% utiliza el VAN como herramienta preferida. Al combinar las prioridades primarias y secundarias, el 70% de las empresas encuestadas utiliza el TIR, el valor actual neto un 65% y el payback un 45%.

2.1.5.2 VALOR ACTUAL NETO. (VAN O VPN)

Sapag Chain, N (2011) "Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2da edición"[13]. Define al valor actual neto (VAN) como el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0.

Expresándolo matemáticamente se tendría la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{CASHFLOW_j}{(1+i)^n} \right)$$

Donde:

$CASHFLOW_j$ = flujo de caja en el periodo j

I_0 = Inversión inicial en el año 0

i = Tasa de interés, tasa de descuento o costo de capital (%)

n = Numero de Periodos

Si el resultado es mayor que 0, mostrará cuánto se gana con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de retorno que se exigía al proyecto; si el resultado es igual a 0, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión.

En resumen:

- VAN > 0; se recomienda invertir.
- VAN = 0; no se recomienda invertir.
- VAN < 0; no se recomienda invertir.

En caso de tener dos proyectos con VAN > 0, se debe elegir el de mayor VAN.

Se concluye entonces que las principales ventajas de evaluar proyectos de inversión con el método valor actual neto son:

- Una matemática fácil de calcular.
- Incorpora el valor del dinero en el tiempo.

- Incluye un descuento por costo de capital y entrega información para una buena toma de decisión de inversión.

Sus principales desventajas:

- En el flujo de caja se define un grupo de variables definidas con un enfoque determinístico, asumiendo que éstas no varían en el tiempo.
- Para incorporar el riesgo en la evaluación, en la tasa de descuento se incorporan preferencias temporales y de mercado, pero no considera los riesgos propios de cada proyecto, ya que el costo de capital promedio ponderado que determina esta tasa dependerá del riesgo sistemático al que está expuesta la firma, suponiendo implícitamente que el proyecto evaluado es un proyecto de riesgo promedio.
- En la evaluación se asume una trayectoria fija de los resultados del proyecto sin considerar la flexibilidad que tiene la administración de tomar distintas decisiones favorables a medida que se despejan las incertidumbres.

2.1.5.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).

Un segundo criterio de evaluación lo constituye la tasa interna de retorno (TIR), que mide la rentabilidad como porcentaje. La tasa interna de retorno se define como la tasa de descuento en la cual el valor actual neto es igual a 0, por lo tanto, para definirla en un proyecto de “n” periodos se despeja de la ecuación:

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{CASHFLOW_j}{(1 + TIR)^n} \right)$$

Donde:

$CASHFLOW_j$ = flujo de caja en el periodo j

I_0 = Inversión inicial en el año 0

n = Numero de Periodos

La regla general de la tasa interna de retorno consiste en aceptar un proyecto de inversión si el costo promedio ponderado capital (CPPC) es menor que la tasa interna de retorno, es decir:

- $i < TIR$, el $VPN > 0$.
- $i = TIR$, el $VPN = 0$.
- $i > TIR$, el $VPN < 0$.

La TIR presenta algunas desventajas:

1. Entrega un resultado que conduce a la misma decisión que la obtenida con el VAN.
2. No es utilizado para comparar proyectos, por cuanto una TIR mayor no es mejor que una menor, la decisión se mide en función de la cuantía de la inversión realizada.
3. Cuando hay cambios de signos en el flujo de caja, por ejemplo, por una alta inversión durante la operación, se encuentran diferentes TIR como cambios de signo se observen en el flujo de caja.

2.1.5.4 PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACION

El payback o plazo de recuperación es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión. Es un método estático para la evaluación de inversiones.

Por medio del payback sabemos el número de periodos (normalmente años) que se tarda en recuperar la inversión. Lo que es crucial a la hora de decidir si embarcarse en un proyecto o no.

Si los flujos de caja son iguales todos los años la fórmula para calcular el payback será esta:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial en el año 0

F = flujo de caja

Si por el contrario, los flujos de caja no son iguales todos los periodos (por ejemplo un año recibimos 100 euros de beneficio, al siguiente 200 y después 150 euros), habrá que ir restando a la inversión inicial los flujos de caja de cada periodo, hasta que lleguemos al periodo en que recuperamos la inversión. Entonces aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Donde:

a = número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

I_0 = Inversión inicial del proyecto

b = suma de los flujos hasta el final del periodo "a"

F_t = flujo de caja del año en que se recupera la inversión

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Evaluación.

La evaluación económica corresponde al proceso de identificación, medición, y valorización de los beneficios y costos de un proyecto.

Flujo.

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado

Indicador.

Los indicadores financieros son herramientas que se diseñan utilizando la información financiera de la empresa, y son necesarias para medir la estabilidad, la capacidad de endeudamiento, la capacidad de generar liquidez, los rendimientos y las utilidades de la entidad, a través de la interpretación de las cifras.

Ley

La ley mineral es una medida que describe el grado de concentración de recursos naturales valiosos.

Recursos

Un recurso mineral es una concentración natural de algún elemento o compuesto de la corteza terrestre, que al ser extraído o procesado con los medios tecnológicos disponibles. Se clasifican en recurso mineral medido o indicado.

Reservas

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material.

Explotación

Es el conjunto de las actividades económicas que se llevan a cabo para obtener recursos de una mina (un yacimiento de minerales)

Tasa.

hace referencia a la cantidad que se abona en una unidad de tiempo por cada unidad de capital invertido.

CAPÍTULO III.

HIPOTESIS Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 HIPOTESIS GENERAL

Al efectuar una evaluación técnico – económica de proyectos de Hierro en PMM permitirá disminuir el riesgo de incertidumbre para decidir la viabilidad del proyecto.

3.2 VARIABLES.

3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Evaluación técnica – económica de proyectos

3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE.

- Viabilidad del proyecto.

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.3 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.

El tipo de investigación desde el punto de vista de enfoque se definirá con las características epistemológicas en la tabla 4.1

Tabla 5 - 4.1: características epistemológicas de la investigación

Características	Cualitativas	Cuantitativas
Percepción de la realidad		objetiva
Razonamiento		Contrasta hipótesis
Finalidad		comprobación
orientada		Al resultado
Principio de verdad		Centrada en similitudes
Perspectiva del investigador	Desde dentro	
causalidad	Iteración de factores	

Fuente: elaboración propia.

Debido a que se cumple con 5 características epistemológicas en la tabla 4.1 se concluye que la investigación desde el punto de vista de enfoque es cuantitativa.

Desde el punto de vista de alcance el trabajo de investigación es descriptivo por que pretenden hacer caracterizaciones del proyecto, hechos, grupos o acontecimientos, de tal forma que detallan, especifican, precisan las condiciones, características, componentes, cualidades, propiedades que revisten los elementos constitutivos de un problema de investigación.

Según el diseño de la investigación es experimental porque trabaja de una o varias variables independientes por parte del investigador para estudiar sus efectos en variables dependientes

3.4 UNIDAD DE ANALISIS

La investigación se efectuará en La empresa minera global Investment & Consulting Sac en su abreviatura GIC SAC, la empresa es dueña del contrato de explotación Minera de la concesión Iron Lion 02.

3.4.1 UBICACIÓN

El Proyecto Iron Lion 02 se ubica en el departamento de Ancash, provincia del Santa, a la altura del kilómetro 46.5 de la carretera Santa – Puente Chuquicara como se observa en la figura 4.1.

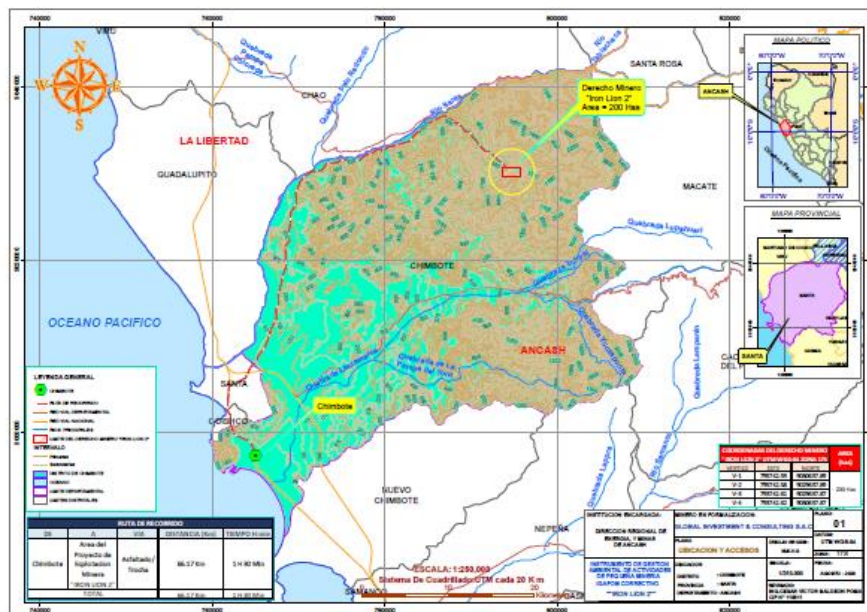


Figura 5 - 4.1: Plano de ubicación del proyecto Iron Lion 02

Fuente: Baldeon, V. (2020) Instrumento de gestión ambiental de actividades de pequeña minería – IGAFOM PREVENTIVO [1].

La ubicación geográfica del centro de operaciones está en zona 17 con coordenadas en el sistema de WGS 84, 9030505 N y 794947 E. Al proyecto se accede desde Lima por la panamericana norte hasta la Chimbote, departamento de Ancash, luego 10 km hasta el distrito del Santa, de ahí unos 46.5 km en dirección a Chuquicara, en el km 46.5 acceder por una trocha la distancia de 10 km hacia el proyecto Iron Lion 2 como detalla la tabla 4.2. los tipos de vías y distancias.

Tabla 6 - 4.2: tipo de vías y distancias

TRAMO	VIA	DISTANCIA
Lima - Chimbote	Asfaltado	412.0 km
Chimbote – Santa	Asfaltado	10.0 km
Santa – km 46.5	Asfaltado	46.5 km
Km 46.5 – proyecto Iron Lion 2	Trocha	10.0 km
	TOTAL	478.5 km

Fuente: elaboración propia

3.4.2 FLORA Y FAUNA

3.4.2.1 FLORA

En la zona del proyecto “IRON LION 2”, se registraron 3 especies de Cactáceae, agrupadas en 3 géneros que corresponden a 01 Familia. También 01 especie de Poaceae, agrupada en un género, correspondiente a una 01 familia, una especie Burceraseae agrupada en un género y por último a la especie Fabaceae también agrupada en un género, el cual es resumida en la tabla 4.3.

Tabla 7 - 4.3 cuadro de especies de flora en el proyecto Iron Lion 2.

Nº	REINO	DIVISION	CLASE	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
1	P L A N T A E	M A G N O L I O P H Y T A	M A G N O L I O P S I D A	CACTACEAE	HAAGEOCEREUS ACRANTHUS	COLA DE ZORRO
2				CACTACEAE	CORRYOCACTUS BREVISTYLUS	CACTUS
3				CACTACEAE	NEORAIMONDIA AREQUIPENSIS	CACTUS
3				BURSERACEAE	BURSERIA GRAVEOLENS	PALO SANTO
4			L I L I O P S I D A	POACEAE	ZEA MAYS	MAIZ
5			FABACEAE	P. PALLIDA	HUARANGO	

Fuente: Baldeon, V. (2020) Instrumento de gestión ambiental de actividades de pequeña minería – IGAFOM PREVENTIVO [1].

3.4.2.2 FAUNA

Sobre la base de entrevistas realizadas a los pobladores del lugar, los avistamientos hechos en el área del entorno del proyecto, y la revisión de bibliografía de respaldo, se ha obtenido un listado de especies las que se van a distribuir dependiendo en gran parte de la formación vegetal presente.

La fauna de la zona de estudio se conforma por especies típicas de las zonas semidesérticas según la tabla 4.4.

Tabla 8 - 4.4: Cuadro de Fauna silvestre.

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Sauropsida	Squamata	Tropiduridae	Microlophus peruvianus	Lagartija
Mamíferos	Artiodactyla	Bovidae	Capra aegagrus hircus	Cabra silvestre
aves	Passeriformes	Emberizidae	Sicalis olivascens	Chiringüe verdoso
	Falconiformes	Falconidae	Falco femoralis	Halcón perdiguero

Fuente: Baldeon, V. (2020) Instrumento de gestión ambiental de actividades de pequeña minería – IGAFOM PREVENTIVO [1].

De acuerdo categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, ninguna especie se encuentra amenazadas de Fauna Silvestre con respecto a las especies identificadas en el entorno del proyecto.

3.4.3 TOPOGRAFÍA Y SUELO

El relieve topográfico varía desde suave plano hasta colinado, propios de las planicies de la llanura costera hasta muy accidentado, característico de las laderas de la vertiente occidental andina.

El escenario edáfico es bastante heterogéneo, apareciendo suelos relativamente profundos, de textura variadas, que acumulan calcio y yeso (yermosoles y xerosoles). Los suelos de la vertiente occidental andina se caracterizan por ser rocosos o peñascoso y muy someros (Litosoles y formaciones líticas).

3.4.4 CLIMA

Existen aproximadamente 4 estaciones climatológicas y 2 pluviométricas a lo largo del territorio que ocupa esta zona de vida, la temperatura media anual máxima es de 23.4 °C y la media anual mínima de 20.8 °C, además el promedio máximo de precipitación total por año es de 104.2 mm y el promedio mínimo de 73.5 mm.

3.4.5 HIDROGRAFÍA

El Área del proyecto hidrográficamente pertenece a la cuenca Santa de la Vertiente del Pacífico. El Área del proyecto donde se encuentra el derecho minero "IRON LION 2", se encuentra a 10.2 km de distancia del río Santa, en dirección Oeste (W), dentro del área de la concesión minera existe la quebrada Cayhuamarca el cual cruza por el área del derecho minero. Cabe mencionar que la quebrada Cayhuamarca es totalmente seco.

La cuenca del río Santa es parte de la cuenca del Océano Pacífico y pertenece a la Región Hidrográfica del Pacífico, como parte de la Unidad Hidrográfica 137. Tiene una extensión de 11 661,53 km², de los cuales aproximadamente 10 405 km² corresponden a la cuenca húmeda, situada por encima de los 2 000 msnm. La longitud promedio de la cuenca es de aproximadamente 316 km hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, siendo su ancho promedio de 38 km. Comprende altitudes desde el nivel del mar hasta los 6 768 msnm, correspondiente al nevado Huascarán.

La cuenca del río Santa está delimitada por la Cordillera Blanca al este (E), conformada por la cadena glacial más extensa del Perú, y por la Cordillera Negra al Oeste (O), conformada por una cadena montañosa carente de glaciares. Ambas cadenas se unen a la altura de la laguna de Conococha en el extremo S de la cuenca. Por el N la cuenca tiene sus límites en áreas montañosas altoandinas sin glaciares desembocando finalmente en el océano Pacífico cerca de la localidad de Santa.

El escurrimiento superficial del río Santa se origina de las precipitaciones en la cuenca alta y, además, en los deshielos de la cordillera Blanca, cuyos aportes contribuyen a mantener considerable descarga, aun en época de estiaje, lo cual hace del río Santa uno de los más regulares de la Costa peruana.

3.4.6 GEOLOGÍA

3.4.6.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La mineralización se encuentra alojada en las secuencias volcanoclásticas del Grupo Casma. La secuencia estratigráfica de la zona corresponde a esta columna según la figura 4.2.

Los stocks intrusivos son parte del Batolito de la Costa, conformando el arco magmático desarrollado durante el Cretácico hasta incluso el Paleoceno en la zona norte del Perú.

Eratema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Espesor (m)	Columna	Descripción Litológica	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO				Depósitos aluviales, coluviales, fluviales, fluvio-glaciares.	
		PLEISTOCENO					
	NEÓGENO	PLIOCENO	Grupo Lloclla	300		Depósitos fluvio-glaciares, con clastos de rocas intrusivas y volcánicas. ----- DISCORDANCIA EROSIONAL -----	
			Fm. Fortaleza	700	5.84 Ma	Intercalaciones de tobas de cristales ricos en cuarzo y tobas líticas.	
		MIOCENO	Formación Calipuy Superior		18.1/15.2 Ma	----- DISCORDANCIA ANGULAR Y EROSIONAL ----- Tobas	
	PALEÓGENO	OLIGOCENO	Grupo Calipuy	Formación Calipuy Interior	1200 - 3000		----- LIGERA DISCORDANCIA ANGULAR ----- Intercalaciones de tobas y lavas Intercalaciones de lavas y tobas
				EOCENO			Intercalaciones de aglomerados, brechas y tobas
		PALEOCENO			53.5/40 Ma	Intercalaciones de lavas y tobas ----- DISCORDANCIA ANGULAR -----	
							Secuencias volcanoclasticas y limoarcillitas. Lavas almohadilladas.
	MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Grupo Casma	300		
INFERIOR				Fm. Carhuaz	400		Secuencias de areniscas grises intercaladas con lutitas y limoarcillitas rojizas.
Fm. Santa			50		Niveles de caliza		
Fm. Chimú			350-800		Secuencias de arenisca cuarzosa blanca con estratificación cruzada, niveles superiores presenta conglomerados de arenisca cuarzosa blanca.		
Fm. Oyón			100		Areniscas en capas delgadas intercaladas con capas de carbón y restos de plantas.		
JURÁSICO		SUPERIOR	Grupo Chicama	600		Secuencias de areniscas grises y blancas intercalados con lutitas y niveles de carbón. Presenta resto de plantas fósiles.	
						200 0	

Figura 6 - 4.2 Columna estratigráfica regional

Fuente: Pajuelo D. (2015), "Magmatismo, petrografía y estratigrafía de los depósitos volcánicos cenozoicos (grupo Calipuy), en el segmento cordillera negra, sector sur-Ancash"[11]

3.4.6.2 LITOLOGÍA

Las litologías presentes en el área del proyecto pertenecen a los Volcánicos Casma (Trottereau y Ortiz, 1963). De edad Albiano – Cenomaniano. Quienes describen una secuencia de aproximadamente 1700 m de espesor compuesta por volcánicos andesíticos intercalados con lutitas, lutitas calcáreas y materiales piroclásticos según la figura 4.3. Localmente, se observan paquetes volcánicos de andesitas y secuencias volcanoclásticas. Estas secuencias se encuentran en contacto con cuerpos intrusivos de grano medio entre granodioritas y dioritas, pertenecientes al Batolito de la Costa.

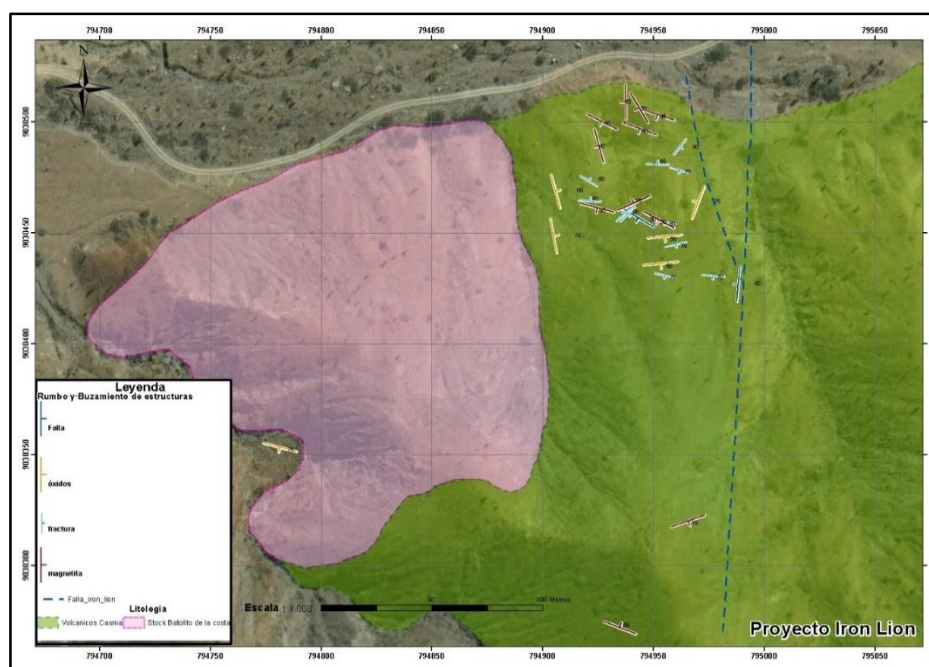


Figura 7 - 4.3 Mapa litológico del proyecto Iron Lion 2.

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2 [3].

3.4.6.3 ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

Los halos de alteración se encuentran controlados principalmente por la ocurrencia de estructuras mineralizadas como se observa en la figura 4.4

Las principales ocurrencias de alteración hidrotermal son:

- Silicificación: Se presenta como reemplazamiento próximo a los mantos de magnetita. Se encuentra asociada a minerales de arcilla.
- Argilización: Se presenta como halos a la zona de los mantos mineralizados, principalmente conformado por illita.
- Cloritización: Se presenta en las zonas más alejadas a la mineralización, asociado a arcillas.

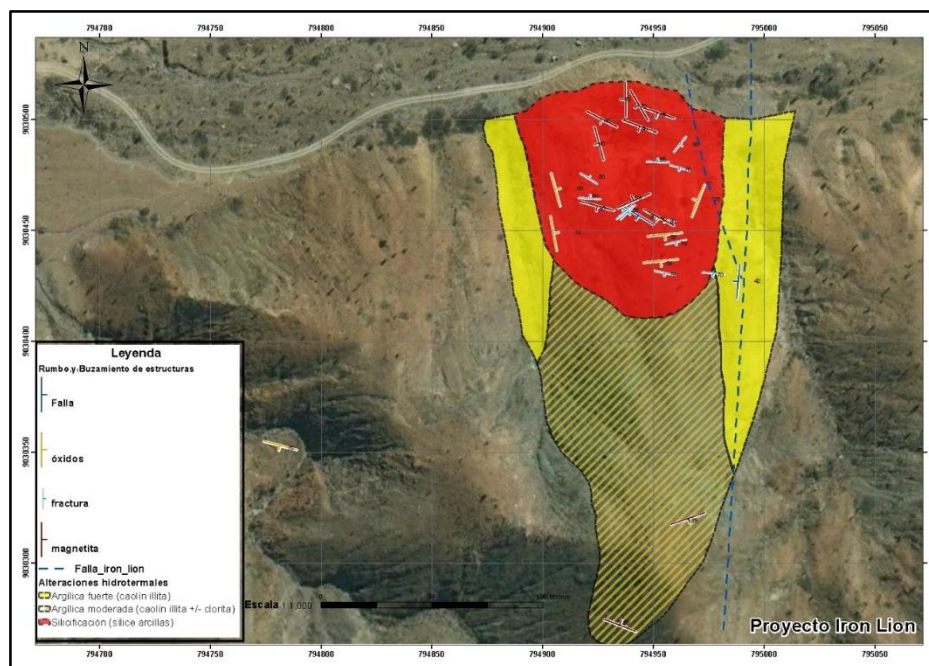


Figura 8 - 4.4 Mapa de alteraciones del proyecto Iron Lion 2.

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2.[3]

3.4.6.4 MINERALIZACIÓN

La mineralización se observa en forma de lentes o mantos irregulares, presentan potencias desde 0.2m hasta 3m. Los rumbos fluctúan entre 100 o a 130 o con buzamientos entre 30 o a 85 o al SW. En estos mantos predomina la magnetita, pero también se encuentra importante contenido de goethita y hematita. En el frente de operaciones de Iron Lion como se observa en la figura 4.5, la diferencia entre las cotas donde existe ocurrencias de cuerpos mineralizados es mayor a los 50 metros. La franja mineralizada tiene un ancho aproximado de 50m y su potencial es a todo lo largo de las concesiones del proyecto.

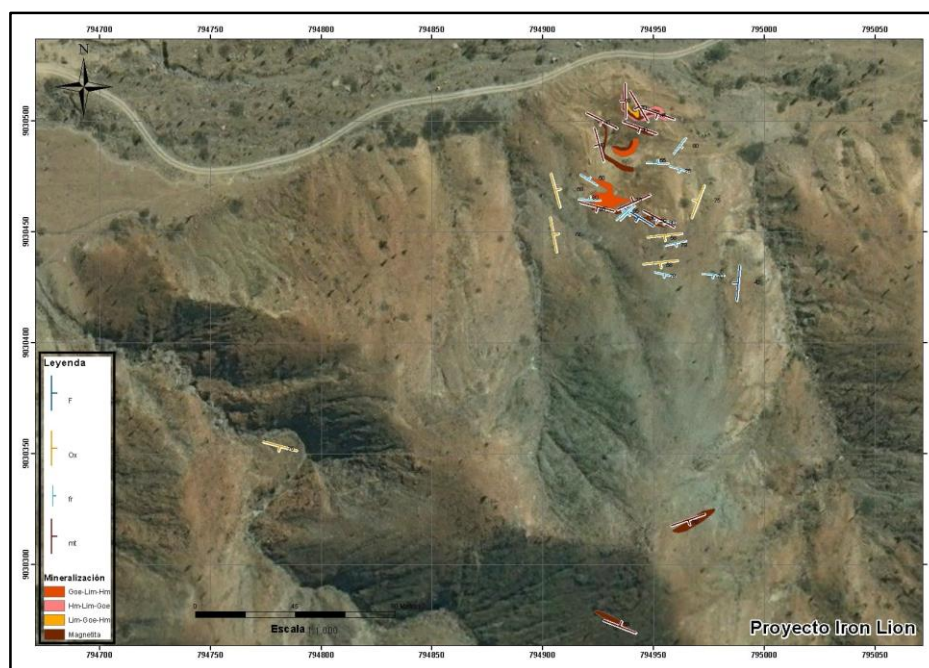


Figura 9 - 4.5 Estructuras mineralizadas en el proyecto Iron Lion 2.

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2[3].

3.4.6.5 POTENCIAL DE MINERALIZACIÓN:

El proyecto Iron Lion se encuentra ubicado dentro de una franja con ocurrencia irregular de lentes o mantos mineralizados. La franja mineralizada tiene como dimensiones aproximadas: 3 km. de largo por 600 m. de ancho, cuya mineralización se desarrolla dentro de cuerpos andesíticos de los paquetes volcánicos del Grupo Casma. Como se observa en la figura 4.6 la franja tiene alto potencial de mineralización de hierro, los cuerpos son observados en superficie y cuyas muestras superficiales extraídas in situ poseen valores en porcentaje de Fe sobre el 52% en promedio. El mineral seleccionado para comercialización tiene leyes superiores al 62%.

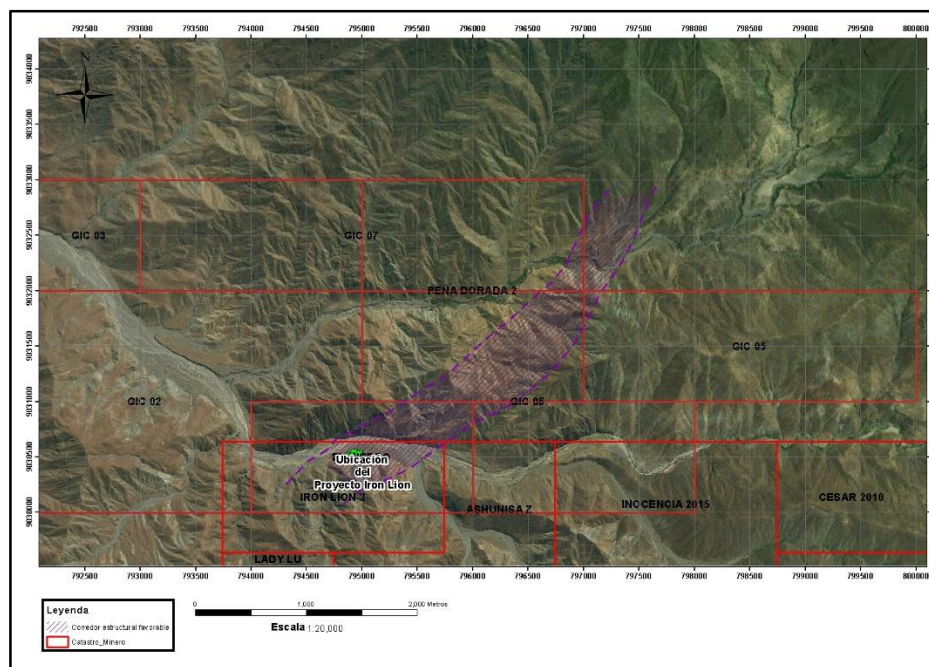


Figura 10 - 4.6 mapa de ubicación de la franja mineralizada (en morado) de la cual es parte el proyecto Iron 2.

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2[3].

3.4.6.6 MUESTREO GEOQUIMICO:

Se han realizado análisis geoquímico a 16 muestras superficiales, las cuales se recolectaron en canal, de manera masiva sin seleccionar, los resultados las leyes como se describe en la tabla 4.5.

Tabla 9 - 4.5 leyes de Fe en el tajo Iron Lion 2.

Muestra	Este	Norte	Cota	%Fe	Descripción
IL-001	794949	9030460	831	37,916	Manto superior
IL-002	794945	9030464	119	36,476	Caja con laminaciones de arcillas hematita y magnetita
IL-003	794914	9030478	839	16,825	Cobertura de material a desbrozar
IL-004	794946	9030473	835	55,178	Manto de hierro principalmente magnetita
IL-005	794944	9030486	820	56,434	Manto de hierro principalmente magnetita
IL-006	794946	9030499	831	61,437	Manto de hierro principalmente magnetita
IL-007	794947	9030505	829	59,782	Material acumulado de moderada calidad
IL-008	794947	9030507	840	53,142	Material acumulado de moderada calidad
IL-009	794948	9030514	839	52,14	Material acumulado de moderada calidad
IL-010	794952	9030522	841	57,3	Material acumulado de moderada calidad
IL-021	794966	9030319	923	49,316	Estructura rellena de magnetita. OxFe (goe 60% jar 30% hm 5%)
IL-022	794935	9030273	926	50,645	Estructura rellena de magnetita. OxFe (hm 70% goe 20% jar 10%)
IL-023	794927	9030277	938	53,073	Estructura rellena de magnetita. OxFe (hm 70% goe 20% jar 10%)
IL-025	794924	9030489	830	42,723	Lentes de magnetita con presencia de hm, goe, jar y arcillas
IL-026	794926	9030488	835	41,838	Lentes de magnetita con presencia de hm, goe, jar y arcillas
IL-027	794894	9030510	812	21,642	Laminaciones de OxFe (hm, goe) con roca caja andesítica

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2[3].

La ubicación de cada uno de las muestras se observa en la figura 4.7

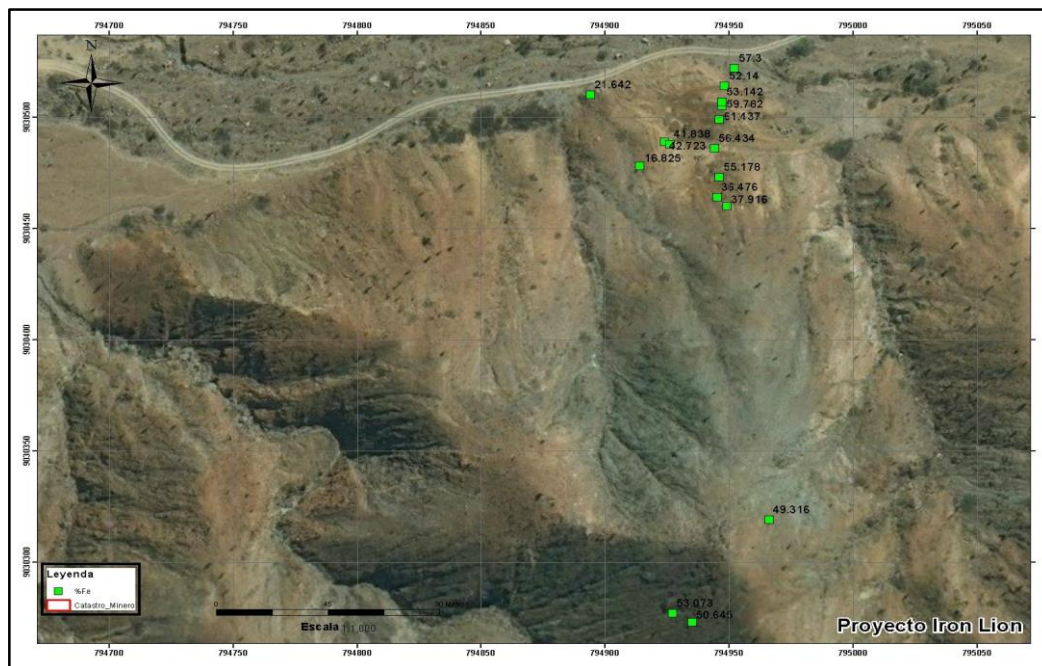


Figura 11 - 4.7: Leyes de muestras extraídas con porcentaje de Fe en el proyecto Iron Lion.

Fuente: Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2[3].

3.5 MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Título: “EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA DE PROYECTOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD EN PEQUEÑOS PRODUCTORES MINEROS DE HIERRO”

En la tabla 4.6 se observa la matriz de consistencia.

Tabla 10 - 4.6: La matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE		INDICADORES	TECNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
			DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE		
¿Cuáles son los principales factores en una Evaluación técnica - económica en pequeños productores mineros que determinan la inviabilidad de proyecto de inversión?	Desarrollar una evaluación técnica - económica a los proyectos mineros de Hierro en PPM para determinar su viabilidad.	Al efectuar una evaluación técnico – económica de proyectos de Hierro en PPM permitirá disminuir el riesgo de incertidumbre para decidir la viabilidad del proyecto.	V.D.1 Viabilidad del proyecto.	V.I. 1 Evaluación técnica – económica de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Precio mundial de hierro de alta calidad. (\$/TM) • Producción mensual. (TM/mes) • Costos directos e indirectos. (\$/TM) • Costo de chancado. (\$/TM) • Costo de transporte al puerto (\$/TM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte del precio del hierro. • Facturas de compras • Reporte diario de producción • Reportes contables. • Contratos por servicios de terceros

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V.

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.

4.1 RECOLECCION DE DATOS

4.1.1 ANALISIS TECNICO DEL PROYECTO IRON LION

4.1.1.1 METODO DE EXPLOTACION.

El proyecto Iron Lion 2 actualmente se desarrolla sobre la estructura mineralizada de la veta principal llamada Annie; El método de explotación es el superficial, debido a que las rocas con contenido de óxidos de fierro (Hematita y magnetita), se encuentran conformando cuerpos que afloran en las laderas del cerro, que es de interés para la ejecución de las actividades proyectados, actualmente el tajo principal comprende 4,500.00 m², el cual se encuentra delimitado por los vértices descritos en la tabla 5.1:

Tabla 11 - 5.1: Coordenadas del tajo actual

Coordenadas del Tajo Principal Actual - UTM WGS-84 Zona 17S			
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)	AREA (m2)
V-1	794954.13	9030546.16	4,500.00 m2
V-2	794956.86	9030487.55	
V-3	794892.94	9030462.55	
V-4	794855.40	9030496.01	

Fuente: elaboración propia

El tajo Proyectado comprende 44,425.00 m2, el cual se encontrará delimitado por los vértices descritos en la tabla 5.2.

En la figura 5.1 se muestra el plano, se indican los vértices correspondientes a las coordenadas que delimitan a los polígonos del tajo actual y a los del tajo proyectado.

Tabla 12 - 5.2: Coordenadas del tajo proyectados.

Coordenadas del Tajo Principal Proyectado - UTM WGS-84 Zona 17S			
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)	AREA (m2)
V-1	794954.13	9030546.16	44,425.00 m2
V-5	794172.88	9030899.31	
V-6	794191.23	9030820.63	
V-7	794243.80	9030750.45	
V-8	794113.05	9030681.98	
V-9	793957.48	9030728.79	
V-10	793884.23	9030799.77	

Fuente: elaboración propia

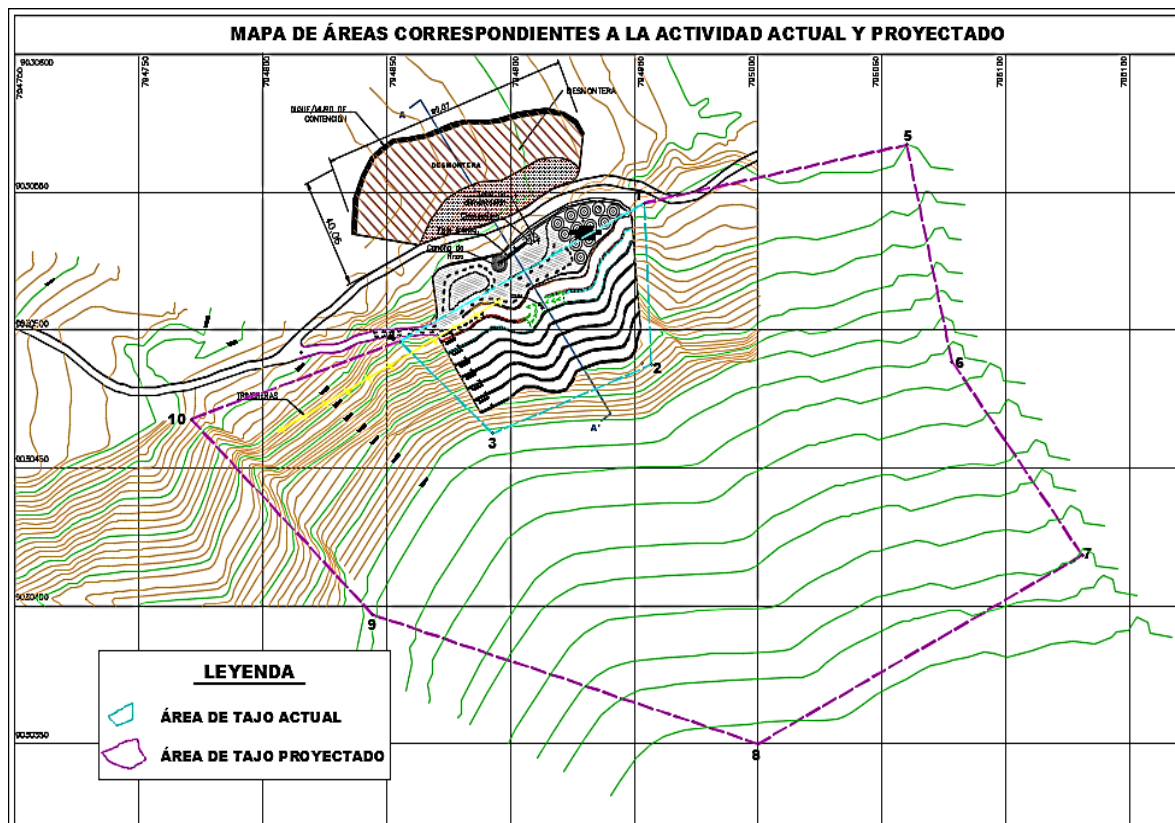


Figura 12 - 5.1: Área del tajo Actual y área del tajo Proyectoado.

Fuente: elaboración Propia.

4.1.1.2 DISEÑO DEL TAJO

Los parámetros para el diseño del tajo a realizarse en el proyecto Iron Lion se detallarán a continuación:

- Tajo Abierto.** Los trabajos actuales corresponden al desbroce del material estéril y a la extracción de mineral de la parte baja del tajo inicial, los cuales conllevarán a conformar los dos primeros bancos con altura de 3.00 m y alto de 4.00 m. El tajo abierto a explotar tendrá un volumen de 54,000 ton, de la cota 0 hasta el nivel superior de explotación tendrá una altura de 24.00 m, los taludes del tajo final tendrán una pendiente de 75°, esto debido a que el comportamiento de las rocas volcánicas presentes, son competentes.

- **Depósito de Desmante:** Se ha preparado un área de 25000.00 m², la cual se empleará como desmontera, la cual tendrá una capacidad de almacenamiento de desmante de 35,000.00 m³.
- **Trincheras:** Se han realizado 11 excavaciones con la finalidad de determinar las leyes del mineral existentes en el área de interés.
- **Accesos:** El acceso al área de trabajo se realizó mediante una trocha de 4.00 m de ancho, 58.00 m de longitud y una pendiente de 6%, que partirá de la carretera principal hacia la plataforma de maniobras.
- **Rampas:** Las rampas de acceso a la parte superior donde se formarán los nuevos bancos, se realizarán en la parte media de los bancos inferiores, de tal manera que se tendrán dos frentes de trabajos, de tal forma que se podrán ciclar las operaciones mineras, el ancho de la rampa será de 4.00 m.
- **Depósito de Desmante:** Se preparo un área de 100 m x 40 m en el pie de la ladera del cerro, frente a área a explotar, en la base inferior de este botadero proyectado, se construirá un muro de contención, el cual permitirá darle una buena estabilidad física.
- **Polvorín:** Se construirá un polvorín superficial, este estará ubicado a una distancia aproximado de 275 m del depósito de combustible y almacén de grasas y aceites, con respecto al campamento y comedor se encuentra a 366 m en dirección Oeste (W). Contará con 2 contenedores de 20 cubos cada contenedor (1er contenedor con altos explosivos y el segundo con los accesorios) estará cercado y custodiado por personal Armado.

Este polvorín contará con todas las medidas de seguridad como son; doble puerta de seguridad metálica, extintores de seguridad en cada ambiente, garita de control con su respectivo cerco de seguridad y respetando los 80 cm de distancia en los hastiales, las cajas de explosivos irán sobre parihuelas tratadas con pintura ignifuga, también tendrán un tubo de PVC de 12" la cual servirá para mantener ventilada los dos ambientes.

Los componentes del tajo se basarán con los siguientes parámetros de diseño, como se observa en la tabla 5.3:

Tabla 13- 5.3: Parámetros del Diseño.

Parámetros de Diseño	Medida (m)
Ancho de banco	4.00 m
Altura de banco	3.00 m
Ancho de berma	2.00 m
Angulo de banco	75°
Angulo final de tajo	75°

Fuente: elaboración propia

La figura 5.2 describe el diseño del tajo abierto del proyecto Iron Lion

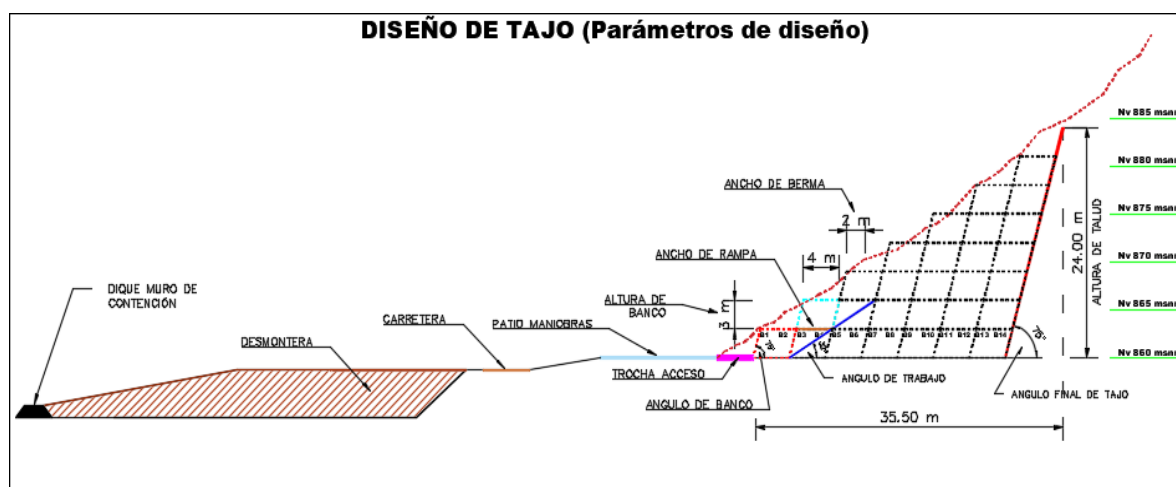


Figura 13 - 5.2: Diseño de Tajo (Parámetros de Diseño)

Fuente: elaboración Propia.

Para desarrollar los trabajos de preparación y explotación del área se ejecutarán las labores de perforación, voladura, acarreo o limpieza, chancado y almacenamiento. En la figura 5.3 se detalla el flujo del ciclo de Minado, así como la acumulación de desmonte con el respectivo botadero (desmontera).

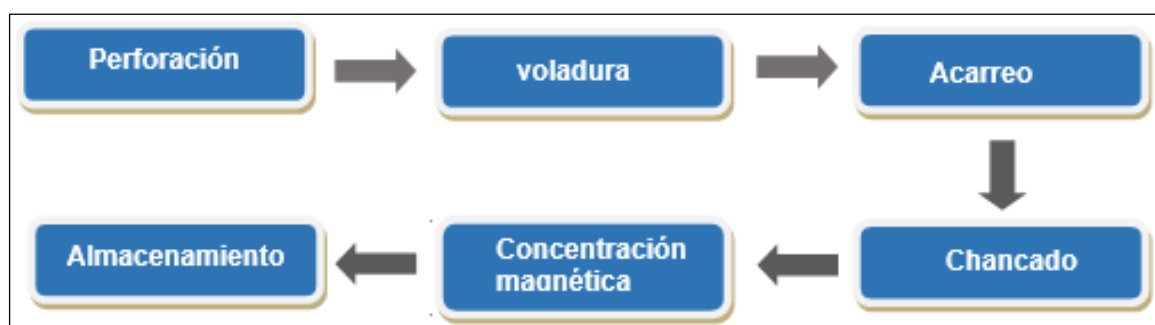


Figura 14 - 5.3 flujo del ciclo de minado

Fuente: elaboración Propia

4.1.1.3 DESCRIPCION DEL CICLO DE MINADO

4.1.1.3.1 PERFORACION

La perforación se realizará con tres máquinas perforadoras jackleg/día, cada perforista realizará 42 taladros y avanzarán 5.00 m, con un avance lineal efectivo de 15.00 m/día, se dispararán 126 taladros/día, con lo cual se producirán 1000 ton/día (El peso específico del mineral es de 3.80 ton/m³), el diámetro de los taladros será 41 mm, 6 pies de longitud, con inclinación de 75° y una malla de 0.60 m x 0.60 m, la profundidad de rotura efectiva será de 1.50 m por disparo, deben realizarse dos disparos en vertical para conformar la altura de bancos, según diseño (3.00 m).

4.1.1.3.2 VOLADURA:

Para la voladura de los bancos, se empleará dinamita de 7/8" x 7" y 65% de potencia (Semi gelatina), los accesorios de voladura como fulminantes comunes cápsula N°8 y mecha lenta, cada taladro se cargará con 6 cartuchos de dinamita.

4.1.1.3.3 LIMPIEZA Y ACARREO:

Para la limpieza del mineral roto, se empleará una excavadora con capacidad de cuchara de 2.3 m³, la cual llenará los volquetes 15.00 m³, los cuales trasladarán el mineral en diferentes granulometrías hacia la cancha de almacenamiento temporal de mineral, el mineral de baja ley o desmonte será dispuesto en la desmontera, la cual se ubica en el extremo opuesto del patio de maniobras. En la imagen 5.4 se observa el carguío del mineral.



Figura 15 - 5.4 Limpieza y acarreo.

Fuente: elaboración Propia

4.1.1.3.4 CHANCADO.

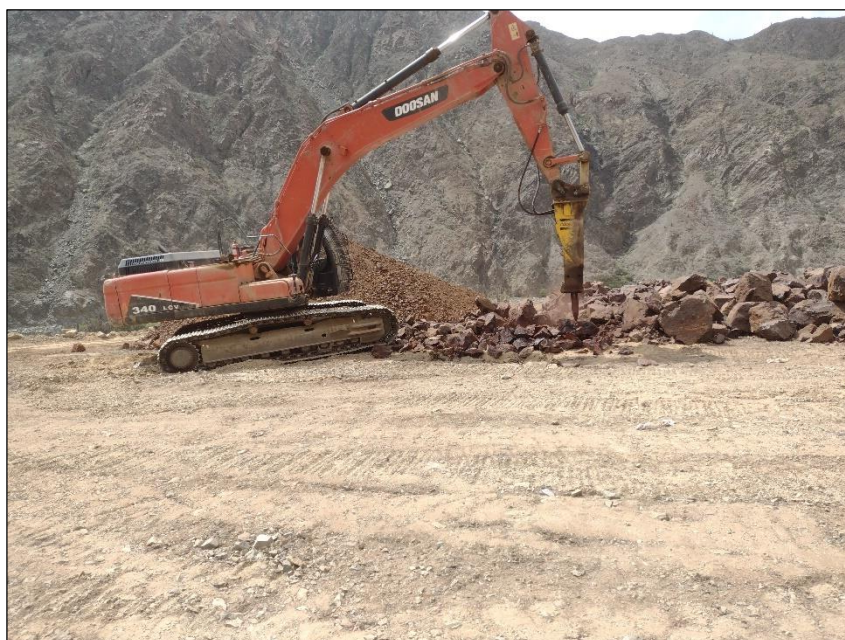
El mineral menor a 17" de granulometría es almacenado en cancha temporal, luego este mineral será cargado a la tolva principal de la chancadora móvil Primaria como se observa en la figura 5.5, los bloques grandes mayores a 17" serán reducidos con el martillo hidráulico como se observa en la figura 5.6.

La planta chancadora consta con los siguientes elementos, en la figura 5.7 se observa la planta chancadora. La planta tiene la distribución de la siguiente manera:

- Chancadora Móvil Primario
Chancadora de quijada Trio 20"x36", motor de 100 HP
Grissly Trio TF4016, motor de 25 HP
Faja de evacuación 36"x6mtrs, motor de 15 HP
- Zaranda 5'x16' MEKA 1650 de 20 HP.
- Faja transportadora COMECO de 30" x 18 mts, motor de 25 HP
- Faja transportadora COMECO de 24" x 15 mts, motor de 10 HP (2)
- Grupo electrógeno 250kW



*Figura 16 - 5.5 carguío de mineral a tolva.
Fuente: elaboración Propia.*



*Figura 17 - 5.6 Reducción de bancos a granulometría menos de 17".
Fuente: elaboración Propia.*



Figura 18 - 5.7 Planta Chancadora

Fuente: elaboración Propia.

4.1.1.3.5 CARGUIO DE MINERAL Y TRANSPORTE

Todo el mineral con tamaño adecuado 3" a 10mm será cargado en plataformas de 35 tm de capacidad, mediante un cargador frontal de 4 m³ como se observa en la figura 5.8, los cuales realizarán el respectivo traslado, a los almacenes de la empresa para su comercialización.



Figura 19 - 5.8 carguío de Mineral de hierro de 62%.

Fuente: elaboración Propia.

4.1.2 ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO IRON LION.

4.1.2.1 COMERCIALIZACION DE MINERAL.

El precio del mineral de Hierro se detalla en la siguiente tabla 5.4.

Tabla 14 - 5.4: Costo de mineral de Hierro.

ITEM	DESCRIPCION	LEY	OBSERVACION	COSTO USD
1	1 TM de mineral Hierro	62%	Granulometria 90% 10-75mm como minimo 10% a 10 mm como maximo	\$ 36,50

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.2 COSTOS DE PRE-INVERSION E INVERSION.

Los gastos de pre – inversión e inversión se resumen en la siguiente tabla 5.5, revisar los detalles en el anexo 1.

Tabla 15 - 5.5: Costo de Pre – inversión e inversión.

1.-PRE INVERSION E INVERSION		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Pre - inversion	\$ 23.000,00
2	Obras Civiles	\$ 260.500,00
3	Infraestructura y Equipos	\$ 26.000,00
4	Compra de maquinaria y equipos	\$ 14.300,00
		\$ 323.800,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3 COSTOS OPERATIVOS.

4.1.2.3.1 COSTOS DE MINA.

Los costos operativos se resumen en la siguiente tabla 5.6, revisar los detalles en el anexo 1.

Tabla 16 - 5.6: Costo operativos.

2.- COSTOS OPERATIVOS		
ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Alquiler de maquinarias y equipos	\$ 85.000,00
2	combustible	\$ 24.480,00
3	Planillas	\$ 9.160,00
4	Alimentacion	\$ 3.000,00
5	Capital efectivo de trabajo	\$ 10.500,00
		\$ 132.140,00

Fuente: elaboración propia.

Con una producción mensual de 10,000 TM, el costo operativo por tonelada se describe en la tabla 5.7

Tabla 17 - 5.7: Costo Mina.

ITEM	COSTO TOTAL	TM PRODUCIDO	COSTO USD/TM
1	\$ 132.140,00	10000,00	\$ 13,21

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3.2 COSTO DE CHANCADO.

El costo de chancado (US\$/TM) se calculó de la siguiente manera. Según el anexo 2 la valorización de la empresa encargada de la planta a todo costo es de \$ 24,784.97, produciendo un total 8851.78 TM de mineral de Hierro de 61.02% (4500.00 TM aproximadas) y 60.99% (4300 TM aproximadas) con certificación de la empresa Boreau Veritas como se observa en el anexo 3.

El costo de chancado se resume en la siguiente tabla 5.8.

Tabla 18 - 5.8: Costo Chancadora.

ITEM	COSTO TOTAL	TM PRODUCIDO	COSTO USD/TM
1	\$ 24.784,97	8851,78	\$ 2,80

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.3.3 COSTO DE TRANSPORTE.

El costo de transporte desde el proyecto hacia los almacenes del puerto Salaverry ubicado en la ciudad de Trujillo con una distancia aproximada de 172 km. En la tabla 5.9 se observa el costo de transporte.

Tabla 19 - 5.9: Costo transporte

ITEM	COSTO USD/KM	KM TOTAL	COSTO USD/TM
1	0,096	172	\$ 16,50

Fuente: elaboración propia.

4.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.

Recopilando la información de todo el proyecto se tiene en la tabla 5.10.

Tabla 20 - 5.10: Información económica del proyecto.

INFORMACION ECONOMICA DEL PROYECTO	
Producción mensual (TM)	10.000,00
meses	12
Producción Anual (TM)	120.000,00
Vida útil (años)	10
Plazo de depreciación (años)	10
Valor de mineral US \$/TM	\$ 36,50
Costo Mina US\$/TM	\$ 13,21
Costo chancado US\$/TM	\$ 2,80
Costo flete US\$/TM	\$ 16,50
Inversión inicial (Activos)	\$ 323.800,00
Capital de trabajo inicial US \$	\$ 132.140,00
Tasa marginal impositiva	30%
CPPC	12%

Fuente: elaboración propia.

Procesando la información se tendrá las variables en el tiempo, flujo de capital, Como se observa en tabla 5.11

Tabla 21 - 5.11 variables en el Tiempo, flujo de capital.

VARIABLES EN EL TIEMPO											
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000
Capital de trabajo total		\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140	\$ 132.140
Depreciación		\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380
FLUJO DE CAPITAL											
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión en activo fijo	\$-323.800										
Capital de trabajo	\$-132.140	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
F.C. Capital	\$-455.940	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 132.140

Fuente: elaboración Propia

Con la información de la tabla 5.10 y tabla 5.11 se calcula el Flujo operativo y el flujo de caja total, como se detalla en la tabla 5.12

Tabla 22 - 5.12 variables en el Tiempo, flujo de capital.

FLUJO OPERATIVO											
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000	\$ 4.380.000
Egresos											
Costo Mina US\$/AÑO		\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200	\$ 1.585.200
Costo chancado US\$/AÑO		\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000	\$ 336.000
Costo flete US\$/AÑO		\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000	\$ 1.980.000
* Depreciación		\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380
Total Egresos		\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580	\$ 3.933.580
U.A.I.		\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420	\$ 446.420
Impuestos		\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926	\$ 133.926
U. Neta		\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494	\$ 312.494
(+) Depreciación		\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380	\$ 32.380
Fondos Generados		\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874
FLUJO DE CAJA TOTAL											
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capital	\$ -455.940	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 132.140
Operativo	\$ -	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.C. Económico	\$ -455.940	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 344.874	\$ 477.014

Fuente: elaboración Propia

4.3 ANALISIS DE LA INFORMACION.

4.3.1 CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

De la tabla 5.11 se obtiene la siguiente información la cual será reemplazada en la fórmula para calcular VAN.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{CASHFLOW_j}{(1+i)^n} \right)$$

Donde:

$CASHFLOW_j$ = flujo de caja en el periodo j

I_0 = Inversión inicial en el año 0

i = Tasa de interés, tasa de descuento o costo de capital (%)

n = Numero de Periodos

$$\begin{aligned} VAN = & -455\,940 + \frac{334\,874}{(1+12\%)^1} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^2} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^3} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^4} \\ & + \frac{334\,874}{(1+12\%)^5} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^6} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^7} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^8} + \frac{334\,874}{(1+12\%)^9} \\ & + \frac{477\,014}{(1+12\%)^{10}} \end{aligned}$$

Resolviendo la ecuación;

$$VAN = 1\,535\,220.56$$

4.3.2 CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

De la tabla 5.11 se obtiene la siguiente información la cual será reemplazada en la fórmula para calcular TIR.

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{CASHFLOW_j}{(1+TIR)^n} \right)$$

Donde:

$CASHFLOW_j$ = flujo de caja en el periodo j

I_0 = Inversión inicial en el año 0

n = Numero de Periodos

Reemplazando en la formula se tiene la siguiente ecuación.

$$0 = -455\,940 + \frac{334\,874}{(1+TIR)^1} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^2} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^3} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^4} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^5} \\ + \frac{334\,874}{(1+TIR)^6} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^7} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^8} + \frac{334\,874}{(1+TIR)^9} + \frac{477\,014}{(1+TIR)^{10}}$$

Resolviendo la ecuación;

$$TIR = 75.45\%$$

4.3.3 CALCULO DEL PAYBACK

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial en el año 0

F = flujo de caja

$$Payback = \frac{455940}{334874}$$

$$Payback = 1.36$$

4.3.4 CALCULO DE LOS PUNTOS CRITICOS.

Se calculo los diferentes puntos críticos, como la producción mínima, el costo de mina máximo, el costo de chancado máximo y costo de flete máximo para que el valor del VAN = 0. En la tabla 5.13 se resumen los valores.

Tabla 23 - 5.13: Puntos críticos.

PUNTOS CRITICOS	
Producción mínima TM	1893
Valor de mineral mínimo US \$/TM	33,27
Costo Mina máximo US\$/TM	16,44
Costo chancado máximo US\$/TM	6,03
Costo flete máximo US\$/TM	19,73

Fuente: elaboración propia.

4.3.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

Se realiza un análisis de sensibilidad variando el precio, el costo, producción y el costo promedio ponderado de capital (CPPC) en diferentes escenarios.

El precio cambiara según la tabla 5.14 y el valor de VAN y TIR, tomaran los siguientes valores.

Tabla 24 - 5.14: Diferentes valores del VAN y TIR variando el precio de venta de Hierro

		VAN	TIR
P R E C I O	-20%	\$ -1.929.496,2	0,00%
	-10%	\$ -197.137,8	1,87%
	-5%	\$ 669.041,4	41,05%
	0%	\$ 1.535.220,6	75,45%
	10%	\$ 3.267.578,9	142,87%
	15%	\$ 4.133.758,1	176,50%
	20%	\$ 4.999.937,3	210,13%
	30%	\$ 6.732.295,7	277,38%
	40%	\$ 8.464.654,1	344,62%

Fuente: elaboración propia.

Se grafica los valores del VAN vs la variación del precio como se observa en la siguiente figura 5.9.

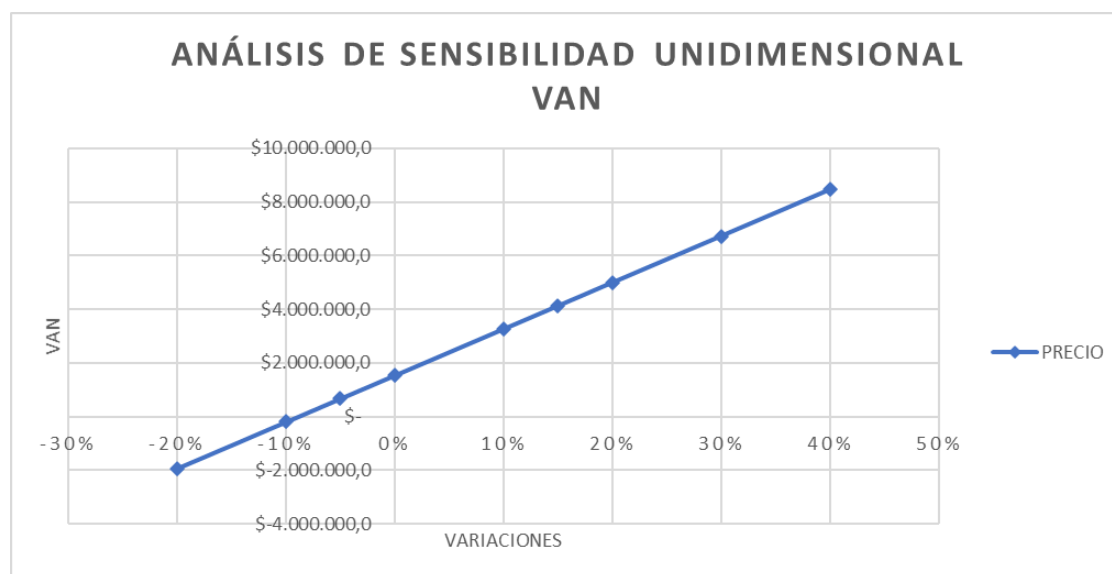


Figura 20 - 5.9 Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de precio)

Fuente: elaboración Propia.

El costo de mina cambiara según la tabla 5.15 y el valor de VAN y TIR, tomaran los siguientes valores.

Tabla 25 - **5.15:** Diferentes valores del VAN y TIR variando el costo de mina.

		VAN	TIR
%	-20%	\$ 4.621.191,6	195,43%
	-10%	\$ 3.078.206,1	135,52%
	-5%	\$ 2.306.713,3	105,53%
C	0%	\$ 1.535.220,6	75,45%
O	10%	\$ -7.764,9	11,62%
S	15%	\$ -779.257,7	0,00%
T	20%	\$ -1.550.750,5	0,00%
O	30%	\$ -3.093.736,0	0,00%
	40%	\$ -4.636.721,5	0,00%

Fuente: elaboración propia.

Se grafica los valores del VAN vs la variación del costo de Mina como se observa en la siguiente figura 5.10.

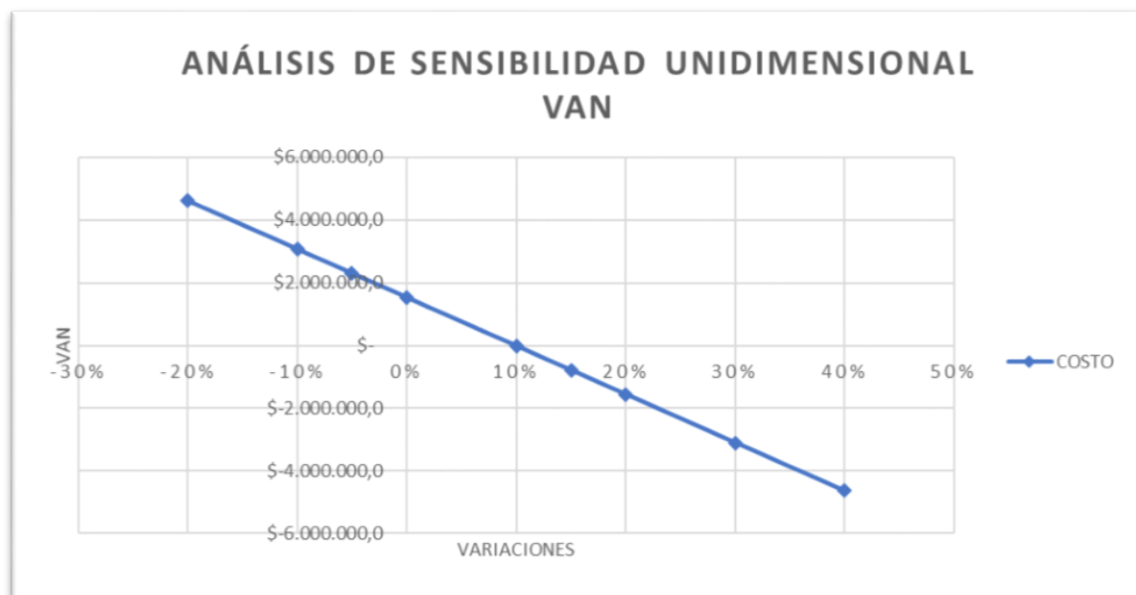


Figura 21 - **5.10** Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de Costo)

Fuente: elaboración Propia.

La producción anual de la mina cambiara según la tabla 5.16 y el valor de VAN y TIR, tomaran los siguientes valores.

Tabla 26 - 5.16: Diferentes valores del VAN y TIR variando la producción anual.

		VAN	TIR
%	-20%	\$ 1.156.474,8	60,56%
	-10%	\$ 1.345.847,7	68,02%
	-5%	\$ 1.440.534,1	71,74%
P R O D ·	0%	\$ 1.535.220,6	75,45%
	10%	\$ 1.724.593,4	82,85%
	15%	\$ 1.819.279,9	86,55%
	20%	\$ 1.913.966,3	90,24%
	30%	\$ 2.103.339,2	97,62%
	40%	\$ 2.292.712,1	104,99%

Fuente: elaboración propia.

Se grafica los valores del VAN vs la variación de la producción como se observa en la siguiente figura 5.11.

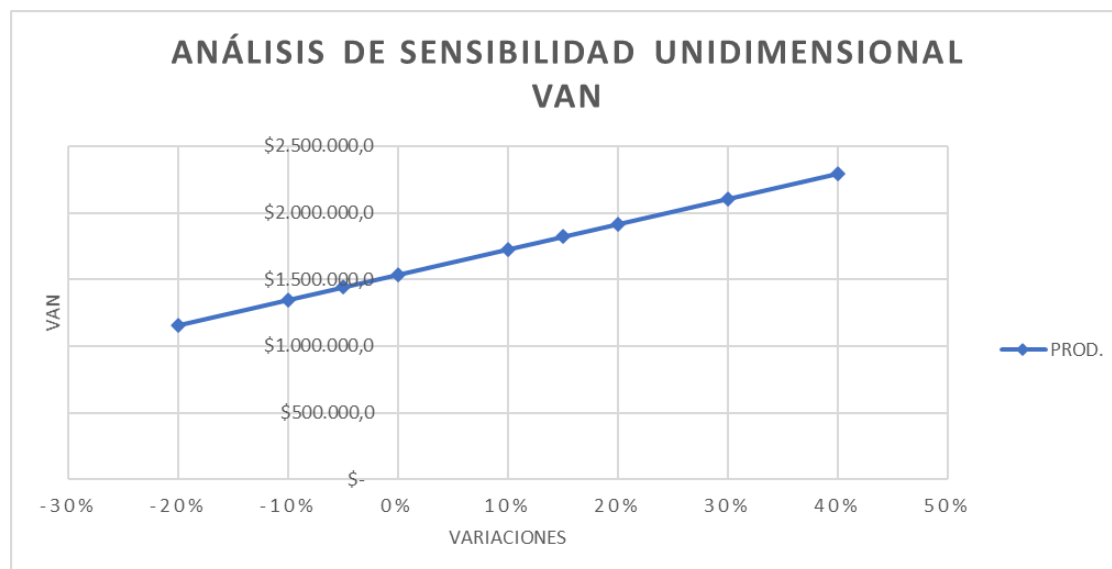


Figura 22 - 5.11 Análisis de sensibilidad unidimensional (VAN vs variaciones de producción)

Fuente: elaboración Propia.

CAPITULO VI

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS.

- Como se observa en la tabla 5.11 con los diferentes valores de flujo de caja durante los 10 años del proyecto y con la inversión inicial se calculó el valor de un indicador económico VAN que es igual 1 535 220.56, y al tener un VAN > 0, el proyecto Iron Lion 2 con las condiciones detalladas es viable.
- Adicionalmente de la tabla 5.11 se calculó el indicador económico del TIR que es igual a 75.45% y al ser el valor mayor que CPPC de 12%, el proyecto Iron Lion 2 es viable.
- Utilizando los valores de la tabla 5.11 se calculó el payback es igual 1.36 el cual hace que la recuperación de la inversión es aproximadamente de 1 año 4 meses.
- Los valores calculados en la tabla 5.12 la producción mínima del proyecto Iron Lion 2 es de 1893 TM para que el proyecto no genere utilidad.
- Adicionalmente en la tabla 5.12 el mínimo precio del mineral de Hierro que no genera utilidad es de 33.24 \$/TM, el costo máximo de la mina de 16.44 \$/TM, el costo máximo de chancado de 6.03 \$/TM y el costo del flete máximo 19.73 \$/TM.

5.2 DISCUSION DE RESULTADOS.

- Al realizar un análisis de sensibilidad de los valores del VAN con respecto a la variación del precio del mineral según la figura 5.7, se logra observar que el VAN aumenta de manera lineal, cuando el precio del mineral se reduce en 10% el VAN tiende a ser cero, y al tener ese valor el proyecto es no rentable.
- Al realizar un análisis de sensibilidad de los valores del VAN, con respecto a la variación del costo de mina según la figura 5.8, se logra observar que el VAN disminuye de manera lineal, cuando el costo de mina aumenta en 10% el valor del VAN se acerca a 0, si ocurre ese escenario el proyecto es no rentable.
- Al realizar un análisis de sensibilidad de los valores del VAN, con respecto a la variación de la producción de la Mina según la figura 5.9 se logra observar que el VAN aumenta de manera Lineal, obteniendo como valor de una producción de 1893 TM/mes el proyecto no es rentable

CONCLUSIONES

1. Con respecto al indicador económico del VALOR ACTUAL NETO (VAN) es positivo, en consecuencia, el proyecto es rentable con el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) de 12%, la recomendación técnica es que se invierta. (VAN=1 535 220.56).
2. Con respecto al indicador económico de la tasa interna de retorno (TIR) con valor de 75.45% es mayor que el costo promedio ponderado (CPPC) 12%, el proyecto es rentable.
3. Con el indicador económico de payback 1.36 la recuperación de inversión es de 1 año 4 meses.
4. Con los tres indicadores económicos calculados la conclusión principal es que el proyecto Iron Lion 2 es Viable.
5. La producción mínima del proyecto es de 1893 TM de mineral de hierro de una granulometría de 3" con una ley de 62%.
6. El precio Mínimo del Hierro colocado en un puerto para su exportación deberá de ser 33.24 \$/TM.
7. El costo Máximo de la operación de mina podría ser de 16.44 \$/TM.
8. El costo máximo de chancado para una reducción de a 3" es de 6.03 \$/TM.
9. El costo Máximo de traslado del mineral de la mina al puerto será de 19.73 \$/TM.
10. El método de explotación es de cielo abierto, debido al requerimiento de tonelaje mensual y características del relieve topográfico y el cuerpo mineralizado está expuesto.

11. Las evidencias de campo y los resultados de los análisis geoquímicos realizados en el frente actual de minado, así como el muestreo superficial realizado en las concesiones del proyecto Iron Lion nos permite confirmar el gran potencial de recursos de hierro en la franja mineralizada de la cual es parte el proyecto Iron Lion.
12. EL mineral de Hierro producido por los pequeños productores mineros con la calidad de mineral exportable no será comercializado en el mercado Nacional debido a los precios bajos que se comercializa el mineral de Hierro en el Perú.
13. El principal mineral es la magnetita sobre la hematita y goethita. Los contenidos de Fe sobrepasan el 52% en promedio sin que las muestras hayan sido seleccionadas. El mineral seleccionado para comercialización tiene leyes superiores al 62%.
14. La ley de mineral exportable que solicita el mercado internacional es de mineral de Hierro magnetita es de mayor igual a 62%, con contaminantes de Al_2O_3 (4% máximo), SiO_2 (6% máximo), P (0.04% máximo) y S (0.01% máximo).
15. Para aumentar la ley de Hierro por vía seca se usarán métodos magnéticos para la concentración del mineral de Hierro, si el % de SiO_2 sobrepasa el máximo se tiene que realizar un chancado de menor granulometría y usar los métodos magnéticos para lograr la ley mínima exportable.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda tener los valores de los puntos críticos bien identificados para que el proyecto Iron Lion sea Rentable.
2. Se recomienda realizar un estudio de granulometría para encontrar el tamaño óptimo de la fragmentación del mineral exportable para reducir el costo de chancado y reducir el % de SiO₂ en el mineral.
3. Se recomienda realizar estudios de tambores y poleas magnéticas para asegurar la calidad del mineral para exportación.
4. Se recomienda destinar inversión para estudios estudio geofísico y de magnetometría que permita confirmar las evidencias realizadas en el proyecto Iron Lion 2.
5. Se recomienda realizar muestreo frecuente del mineral de Hierro para asegurar la calidad del mineral exportable, para tener monitoreado los contaminantes, para el mineral de Hierro los principales contaminantes son Al₂O₃ (4% máximo), SiO₂ (6% máximo), P (0.04% máximo) y S (0.01% máximo). Las muestras deberán de ser sacadas en la cancha de mineral de la mina debido al alto volumen trasladado al puerto el riesgo debe de ser mínimo para que el mineral no sea rechazado.
6. Se recomienda que el muestreo del mineral para comercialización deberá de hacerse con una empresa internacional certificada.
7. Se recomienda apilar mineral en rumas de 5 mil toneladas y tomar una muestra representativa.

8. Se recomienda producir al mes mineral de hierro 30 mil toneladas con las leyes exportables debido a que el tipo de comercialización común en el mercado es sobre ese tonelaje, caso contrario sino se tiene esa producción mensual se recomienda asociarse con otros Pequeños productores mineros para llegar a la meta del tonelaje planteado.
9. Se recomienda formular una metodología para el tipo de negocio de la comercialización de Hierro de alta calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- [1] Baldeon, V. (2020) Instrumento de gestión ambiental de actividades de pequeña minería – IGAFOM PREVENTIVO.
- [2] Bhappu y Guzman, (1995) en la encuesta. “Mineral Investment Decision Making, A Study of Mining Company Practices. Engineering and Mining Journal”.
- [3] Cano, O. (2020). Informe geológico del proyecto minero Iron Lion 2
- [4] Condori Mamani, J (2018) en su tesis de Pregrado “Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huáscar nivel 2220 - 2296 mina Yanaquihua - Arequipa”.
- [5] Instituto Tecnológico Geo minero de España, (1991) en el Manual De Evaluación Técnico - Económica De Proyectos Mineros De Inversión.
- [6] Jesús Aranda, D (2018) en su tesis de Pregrado “Evaluación técnica – económica del proyecto minero Utcuyacu 2016”.
- [7] Mandones Alarcón, J. et all (2008) en el trabajo “Estudio, análisis y evaluación económica de un proyecto de inversión de alta incertidumbre, mediante el algoritmo Least Square Montecarlo de Longstaff y Schwartz”.
- [8] Menéndez Suarez, C (2015) en su artículo “Metodología para la valoración de explotaciones mineras”.
- [9] Meres Vargas, A (2014), en su tesis de Pregrado “Evaluación de riesgos asociados a proyectos de inversión minera: Caso mina cuprosa”.
- [10] Naranjo Nuñez, R (2005) en su tesis doctoral “Modelo de riesgo para la evaluación económica Financiera de Proyectos Mineros”.
- [11] Pajuelo D. (2015) , “Magmatismo, petrografía y estratigrafía de los depósitos volcánicos cenozoicos (grupo calipuy), en el segmento cordillera negra, sector sur-ancash”.
- [12] Ramírez Zamora, R (2017) en sus tesis de pregrado “Análisis técnico-económico explotación yacimiento Amancaya.
- [13] Sapag Chain, N (2011) “Proyectos de inversión. Formulación y evaluación 2da edición”.
- [14] Verastegui León, M (2016) en su tesis de postgrado “ Evaluación de la Factibilidad Económica - Financiera del Proyecto Aurífero Minero "Las Alexas" ubicado en el distrito de Rio Grande, provincia de Condesuyos, región Arequipa”,

ANEXOS

1.-PRE INVERSION

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Permisos de inicio de actividades (Pagos realizados a Ministerio de Minas)	\$ 4.500,00
2	Igafon preventivo y correctivo	\$ 7.500,00
3	Plan de minado (Realizado por Ing. De Minas -Plan de Explosivos)	\$ 5.000,00
4	Permisos para la adquisición de Explosivos MIN-SUCAMEC	\$ 3.000,00
5	Levantamiento Topográfico de zonas y cuadraturas	\$ 3.000,00
		\$ 23.000,00

2.- OBRAS CIVILES

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Habilitación de terrenos para acceso al proyecto	\$ 5.000,00
2	Habilitación de terrenos para Campamentos	\$ 1.000,00
3	Habilitación de terrenos para Patio de maniobras	\$ 1.000,00
4	Habilitación de terrenos para Planta de chancado	\$ 1.500,00
5	Habilitación de terrenos para comedor	\$ 1.000,00
6	Habilitación de terrenos para oficinas, almacenes y talleres	\$ 1.000,00
7	Habilitación de accesos (Mina y accesos principales)	\$ 100.000,00
8	movimiento de tierras (desbroces)	\$ 150.000,00
		\$ 260.500,00

3.- INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Instalaciones campamentos	\$ 5.000,00
2	Instalaciones Sanitarias	\$ 1.000,00
3	Instalación y montaje planta de chancado (Obras civiles y montaje)	\$ 10.000,00
4	Implementación y equipamiento del comedor	\$ 2.000,00
5	Implementación y equipamiento de campamentos	\$ 3.000,00
6	Implementación y equipamiento de oficinas	\$ 5.000,00
		\$ 26.000,00

4.COMPRA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
4	Camionetas 4x4 doble cabina	\$ 12.000,00
6	Laptops empresariales	\$ 1.000,00
7	Impresoras multifuncionales	\$ 300,00
9	Grupo electrógeno de 3,5 Kw	\$ 1.000,00
		\$ 14.300,00

5.ALQUILER DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Excavadora Cat 330 BL	\$ 18.000,00
2	Tractor	\$ 15.000,00
3	Cargador Frontal Cat 966H	\$ 12.000,00
5	Volquetes de 30 Ton (flete interno)	\$ 10.000,00
8	Planta de chancado Completa capacidad de 1000 Ton/dia (alquiler y montaje)	\$ 30.000,00
		\$ 85.000,00

6.-COMBUSTIBLES

ITEM	EQUIPO	COSTO USD
1	Excavadora Cat 330 BL	\$ 6.800,00
2	Tractor	\$ 6.120,00
3	Cargador Frontal Cat 966H	\$ 4.080,00
4	Volquetes de 30 Ton (flete interno)	\$ 2.380,00
5	Planta de chancado Completa capacidad de 1000 Ton/dia (alquiler y montaje)	\$ 4.760,00
6	Grupo electrogeno de 3,5 Kw	\$ 340,00
		\$ 24.480,00

7.-PLANILLAS

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Jefe del proyecto Proyecto (1)	\$ 930,00
2	Ing. De Minas (1)	\$ 930,00
3	Ing. Geólogo (1)	\$ 930,00
4	Administrador (1)	\$ 800,00
5	Supervisor de Operaciones mina (4)	\$ 2.400,00
6	Vigilantes (día y noche) (4)	\$ 2.100,00
7	Obreros diversos (cocinero, pallaqueadores) (5)	\$ 2.000,00
		\$ 9.160,00

8.-ALIMENTACION

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Alimentación para el personal	\$ 3.000,00
		\$ 3.000,00

9- CAPITAL EFECTIVO DE TRABAJO

ITEM	DESCRIPCION	COSTO USD
1	Adquisiciones no contempladas en el listado (EPP)	\$ 1.000,00
2	Contingencias, emergencias e imprevistos (gestiones por COVID 19)	\$ 1.000,00
3	Capital efectivo de trabajo	\$ 3.000,00
4	Pasajes + viáticos	\$ 500,00
5	Gastos administrativos	\$ 5.000,00
		\$ 10.500,00



SERVICIO DE ALQUILER DE PLANTA DE CHANCADO

VALORIZACION N° 1

Cliente: CLOBAL INVESTMENT & CONSULTING SAC	Fecha de inicio 01/04/2021	Periodo: del 16/04/2021 al 15/05/2021 30
Proyecto: IRON LION	Fecha de Termino 28/09/2021	Periodo Transcurrido: abr-21
Contratista: COMPAÑÍA MECANICA Y CONMINUCION S.A.C	días: 181	Fecha de Presentación: 15/05/2021

Item	ORDEN DE SERVICIO -	VALORIZACIONES											SALDO POR VALORIZAR						
		Und.	Horas	PrecioUS\$	Total US\$	ACUMULADO ANTERIOR			AVANCE DEL PERIODO			ACUMULADO A LA FECHA							
						Horas	MontoUS\$	%	Horas	MontoUS\$	%	Horas	MontoUS\$	%	Horas	MontoUS\$	%		
01	COSTO DIRECTO																		
1,01	PARTIDAS GENERALES				167.400,00		-		177,67	24.784,97		177,67	24.784,97			142.615,03	85,19%		
	SERVICIO DE ALQUILER DE PLANTA DE CHANCADO	Horas	1.200,00	139,50	167.400,00		-		177,67	24.784,97		177,67	24.784,97		1.022,33	142.615,03	85,19%		
							-		-	-		-	-						
	SUB-TOTAL				167.400,00		-		24.784,97		24.784,97			142.615,03					
	AMORTIZ.	Horas	143,37	139,50	20.000,00				3.333,33		3.333,33			16.666,67					
	MONTO BRUTO				147.400,00		-		21.451,64		21.451,64			125.948,36					
	I.G.V. (18%)				26.532,00		-		3.861,29		3.861,29			22.670,71					
	TOTAL				173.932,00		-		25.312,93		25.312,93			148.619,07					



BUREAU
VERITAS

ACCREDITED TEST LABORATORY BY ACCREDITATION
BODY INACAL-DA WITH REGISTER N° LE-031



Inspectorate Services Perú S.A.C.
RUC: 20385739771
Av. Elmer Faucett N° 444, Prov. Const. del Callao, Perú

Test Report with Official Value N° LMA2130520

Job Number	LMA2130520
Report Date	30/Apr/2021
Commodity	Iron Ore

Sample ID	Lot Ref	Sample State	Weight/Unit	Method	ISP-117	ISP-117	ISP-149	ISP-210	ISP-701
				Analyte	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SiO ₂	Fe	S
				%	ppm	%	%	%	%
001	LOTE 01	Dry State			1.17	597	8.14	61.02	0.16
002	LOTE 02	Dry State			1.44	694	8.17	60.99	0.09

-----End of Document-----