

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



TESIS

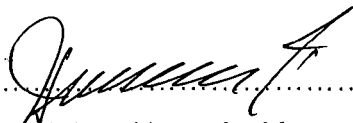
**“EVALUACION TECNICO ECONOMICO PARA EXPLOTACION,
MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE TRAVERTINOS, UNIDAD
MINERA FEDERICOS, EMPRESA MINERA ARTRAUS S.A.C, - 2019”**

PRESENTADO POR:

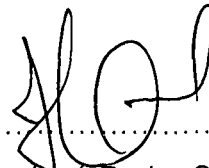
Bach. JHONATAN WILBER CARPIO OCHOA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS
AYACUCHO – PERU
2019.**

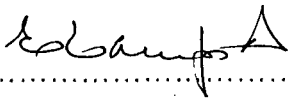
**“EVALUACION TECNICO ECONOMICO PARA EXPLOTACION,
MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE TRAVERTINOS, UNIDAD MINERA
FEDERICOS, EMPRESA MINERA ARTRAUS S.A.C, - 2019”**



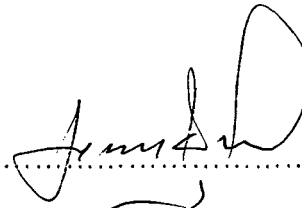
.....
Dr. Ing. Jaime Huamán Montes
Presidente



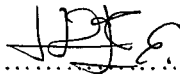
.....
Ing. Hugo José De La Cruz Flores
Miembro



.....
MSc. Ing. Edmundo Campos Arzapalo
Miembro



.....
Ing. Fortunato De la Cruz Palomino
Miembro



.....
Ing. Darwin Ortega Cáceres
Secretario Docente

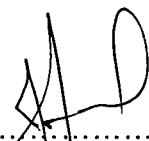
Según el acuerdo constatado en el Acta, levantado el 12 de setiembre del 2019, en sustentación de tesis profesional presentado por el Bachiller en ciencias de la Ingeniería de Minas Sr. Jhonatan Wilber Carpio Ochoa, con la tesis titulado **“EVALUACION TECNICO ECONOMICO PARA EXPLOTACION, MANUFACTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE TRAVERTINOS, UNIDAD MINERA FEDERICOS, EMPRESA MINERA ARTRAUS S.A.C, - 2019”**, fue calificado con la nota de Quince (15) por lo que se da la respectiva APROBACION.

RECOMENDADO : 09 de setiembre del 2019

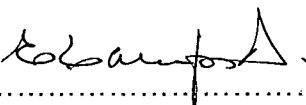
APROBADO : 12 de setiembre del 2019



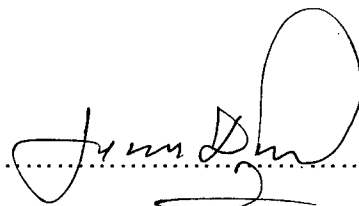
Dr. Ing. Jaime Huamán Montes
Presidente



Ing. Hugo José De La Cruz Flores
Miembro



MSc. Ing. Edmundo Campos Arzapalo
Miembro



Ing. Fortunato De la Cruz Palomino
Miembro



Ing. Darwin Ortega Cáceres
Secretario Docente

DEDICATORIA:

El presente trabajo dedico a mis seres queridos, por su apoyo incondicional en la culminación de mi carrera profesional, Con mucho aprecio, a mis queridos Padres: Nemesio Carpio Guillen, Faviana Ochoa Espino y a mi amada esposa Jhohanna Aquino Curahua por su inmenso amor y por su apoyo incondicional.

A mi hermano Yoni Carpio Ochoa que vive en mí y que siempre está presente en mi corazón y en mi mente.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS, sobre todas las cosas; al Gerente General de la C.I.A. ARTRAUS S.A.C., por las facilidades brindadas para el presente trabajo, al Ing. Edmundo Campos Arzapalo y a los docentes de mi Alma Mater; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. A la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas por los conocimientos impartidos en las aulas universitarias y a las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

RESUMEN.

La presente tesis tiene la finalidad de ayudar a la C.I.A Artraus S.A.C., para hacer viable este proyecto de inversión en la explotación de travertinos, manufactura y comercialización. En este estudio de evaluación técnica económica se realiza una valoración sobre la rentabilidad del proyecto, se investiga el método de explotación que mejor se adapta a la cantera, la manufacturación y comercialización al mercado nacional e extranjero principalmente a los EE. UU y Brasil.

La evaluación técnico económica para la explotación de travertinos, comprende estudios de geología regional, local y estructural, detalla el método de explotación, diseño de explotación, la tecnología y equipos a emplear, determina los costos de operación.

Los puntos principales de la propuesta son: la determinación de reservas y de un análisis económica enfocado en obtener la mayor productividad y rentabilidad de explotación de travertinos en la U.E.A. Federicos.

ABSTRACT

This thesis is intended to help C.I.A Artraus S.A.C., to make this investment project viable in the exploitation of travertines, manufacturing and marketing. In this study of economic technical evaluation an assessment is made on the profitability of the project, the exploitation method that best adapts to the quarry, manufacturing and marketing to the national and foreign market, mainly to the US, is investigated. UU and Brazil. The technical economic evaluation for the exploitation of travertines, includes studies of regional, local and structural geology, details the method of exploitation, exploitation design, technology and equipment to be used, determines the operating costs.

The main points of the proposal are: the determination of reserves and an economic analysis focused on obtaining the highest productivity and profitability of exploitation of travertines in the U.E.A. Federicos

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países que tiene grandes depósitos de travertinos ubicados en su mayoría en las regiones Junín, Cerro de Pasco, Ayacucho y Huancavelica, el yacimiento que evaluaremos cuenta con reservas importantes y de buena calidad para la explotación, manufactura y comercialización. La presente evaluación técnica económica detallará la geología regional, local, estructural.

El Travertino es considerado una roca ornamental, estas rocas son aquellas que luego de pasar por procesos en la etapa de transformación en la planta nos permiten tener un material idóneo para obras de arte en rama de construcción civil y en esculturas. Estos travertinos están presentes en una gran cantidad de acabados de obras civiles, desde estatuas, columnas, lapidas, mesas, así como productos que han sido elaborados y poseen un fino acabado, tales como baldosas, planchas para exteriores, interiores, etc.

El corte de los bloques de la masa rocosa se efectúa mediante taladros que consiste en perforar cada 25 cm. a los lados necesarios para la extracción, sistema que permite obtener bloques de las dimensiones requeridas por la planta de transformación o por los clientes, sin ninguna superficie dañada ni rota. Dentro de la cantera dichos bloques se explotan en proporciones de menor tamaño, los cuales se transportan a la planta, usando equipos especiales para ser procesados en este caso será a la planta del Instituto de mármol de Sicaya en donde será transformados en baldosas para ser empaquetados y luego será transportado al puerto de Callao en forma de baldosas o planchas de diferentes medidas, para su comercialización al mercado exterior.

INDICE

DEDICATORIA:.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
CAPÍTULO I.....	11
1. ASPECTOS METODOLOGICOS.....	11
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2. PROBLEMA PRINCIPAL.....	12
1.3. PROBLEMAS SECUNDARIOS	12
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	13
1.3.1. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3.2. IMPORTANCIA.....	13
1.4 HIPÓTESIS	14
1.4.1. HIPOTESIS PRINCIPAL	14
1.4.2. HIPOTESIS SECUNDARIO	14
1.5 FACTIBILIDAD Y ACCESIBILIDAD.....	15
1.5.1 Factibilidad.....	15
1.5.2 Accesibilidad a la información	15
1.6. DISEÑO METODOLOGICO	15
1.6.1 Tipo de estudio.....	15
1.6.2. Universo	15
1.6.3. Muestra.....	15
1.6.4. Técnicas.....	15
1.6.5. Análisis e interpretación de datos	16
CAPÍTULO II.....	17
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Marco institucional.....	18
DIRECCION GENERAL DE MINERIA.....	18
2.2. Marco legal.....	19
2.3. Marco ético.....	20

2.4.	Marco referencial	20
2.4.1.	Antecedentes	20
2.4.2.	Ubicación del Proyecto	21
2.4.3.	Vías de Acceso y Comunicación.....	23
2.4.4.	Topografía y Relieve de la Región	23
CAPÍTULO III		24
3.	GEOLOGÍA	24
3.1.	Geología regional.....	24
3.1.1.	Litología.....	25
3.1.2.	Rasgos estructurales	25
3.2.	Geología local.....	25
3.3.	Hidrografía	26
3.4.	Geología del yacimiento	27
3.4.1.	Ubicación y documentación de los principales afloramientos del área minera Federicos.	28
3.5.	Caracterización del macizo rocoso	30
3.5.1.	Clasificación según Beniawski (RMR)	31
3.5.2.	Clasificación según el índice Q	33
3.6.	Cálculo de reservas.....	35
3.6.1.	Reservas Probadas.....	36
3.6.2.	Reservas Probables.....	37
CAPÍTULO IV		38
4.	ELECCIÓN DEL SISTEMA Y MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	38
4.1.	Elección del sistema de explotación.....	39
4.2.	Elección del método de explotación	39
4.3.	cálculo de parámetros de diseño de la cantera	40
4.3.1.	Dirección Óptima de Explotación.....	41
4.3.2.	Ángulo de Talud de los Bancos en Receso	41
4.3.2.1.	Bermas.....	41
4.3.3.	Altura de los Bancos en Trabajo.....	41
4.3.4.	Ancho de Plataformas de Trabajo y en Receso.....	42
4.3.4.1.	Factor de seguridad del talud	44
4.3.4.2.	Cálculo del Borde de Seguridad.....	46
4.3.4.3.	Cálculo del Ancho de la Vía (T).....	47
4.3.5.	Ángulo de Borde de la Cantera en Trabajo.....	47

4.3.5. Ángulo de Borde de la Cantero en Receso.....	47
4.4. ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL PROCESO DE EXPLOTACION EN LA U.E.A.....	48
4.5. CALCULO DE RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS	49
CAPÍTULO V	56
5.1. Ubicación y tamaño de planta.....	56
UBICACIÓN.....	56
5.2. Ingeniería de la industrialización	58
5.3. Cancha de recepción de Travertino.....	59
5.3.1. Puente grúa	59
5.3.2. Cortadora	60
5.3.3. Enmallado y retapado	62
5.3.4. Pulido y abrillantado	63
5.3.5. Segmentación o calibrado.....	64
5.4. Despacho y envío al Callao	64
CAPÍTULO VI.....	66
6. EVALUACION TECNICA ECONOMICA.....	66
6.1. Evaluación económica del proyecto	66
6.2. Inversiones fijas.....	67
6.2.1. Gastos Previos.....	67
6.2.2. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	68
6.2.4. EQUIPO Y MAQUINARIA PARA LA EXPLOTACIÓN.....	72
6.2.5. PREPARACIÓN DE LA MINA.....	72
6.2.6. EQUIPOS DE SEGURIDAD Y ROTULACIÓN	72
6.2.7. SERVICIOS BÁSICOS	73
6.3. COSTOS POR OPERACIÓN DE MAQUINARIA	76
CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN	85
CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN	86
COMBUSTIBLES.....	86
6.4. COSTOS POR PERFORACIÓN	98
6.5. Costo por tonelada de mineral.....	99
6.6. Costos directos.....	100
6.7. Costos indirectos.....	100
6.8. Costo total, egreso anual.....	101
6.9. Ingreso anual por ventas de mineral	101

6.10. Rentabilidad del proyecto	102
➤ RENTABILIDAD.....	102
6.11. Estado de pérdidas y ganancias.....	102
6.12. Flujo de fondos	103
6.13. indicadores económicos.....	104
6.13.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	104
6.13.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	105
6.13.3. COEFICIENTE BENEFICIO COSTO (B/C).....	106
CAPÍTULO VII.....	107
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	107
7.1. RESULTADOS	107
DISCUSION DE RESULTADOS.	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
Conclusiones	110
BIBLIOGRAFÍA.....	112
ANEXOS.....	113

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS METODOLOGICOS

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Empresa Minera Artraus S.A.C., es una organización dedicada a la explotación, manufactura y comercialización de los travertinos provenientes de su unidad de producción Federicos y otros.

La Empresa busca mejorar sus niveles de rentabilidad, mediante el incremento de la producción, calidad de manufactura y del valor del mineral ornamental (estética, dureza, resistencia, accesibilidad y demanda en el mercado de la construcción), pero esto se ha visto limitado por el tema de información internacional sobre los precios actualizados de los productos terminados, considerando que el travertinos varía de acuerdo a los incoterms de compra y venta entre el productor y el exportador. El precio del travertinos, está controlado por la producción Europea (Italia, España, Turquía, Irán y Egipto), Norteamérica (EE.UU y México), y de nuestro país como 9eno productor en el mundo. La región Junin lidera con un 98% de la producción nacional.

Zegarra (2015), señala "El Perú cuenta con una superficie total de 1'285,215 km², alberga 3,970 concesiones mineras no metálicas con 1'083,908 hectáreas, de las cuales 594,700 hectáreas (55%) corresponden a mármol y travertinos"

Para contrarrestar este problema se plantea incrementar la producción de travertino en las Regiones de: Huancavelica, Ayacucho, Cerro de Pasco, Ancash, Moquegua, Puno, Arequipa y Cajamarca. Esta propuesta debe sintonizar con la

correspondiente instalación de Plantas de Manufacturación y no llegar al caso de la Planta de Sicaya, ubicado en el valle del Mantaro, que atiende solo al distrito de San José de Quero de la Región Junin.

Los **métodos** utilizados para la explotación de rocas ornamentales provienen de la minería metálica, en la que la roca de cajas piso y techo tiene la suficiente resistencia mecánica como para excavar **grandes cámaras**, dejando una parte de roca sin extraer para que soporte el peso de los materiales suprayacentes, volúmenes de roca, que se llaman pilares y que se diseñan a mínimas dimensiones para conseguir la mayor recuperación.

La producción del travertino en nuestro país está centralizada en 14 empresas, la exportación de las mismas está monopolizada en 08 empresas que son: Gallos Mamolería S.A, Minería Deisi SAC, One Step Perú S.A.C., Serena Marble Stone SAC, Generación Huanca EIRL., Pierinelli SAC, Murillo Matenzo Milagros Nancy y Chem Master del Perú SA.

1.2. PROBLEMA PRINCIPAL

¿La Empresa Minera Artraus, no dispone, con un estudio de evaluación técnico económico en la explotación, manufactura y comercialización de travertinos en la Unidad Minera Federicos, Empresa Minera Artraus S.A.C. - 2019?

1.2.1. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ¿En qué medida influye en la reducción de costos de operación una buena selección de los métodos de explotación? La ratio mineral/desmonte, debe ser mayor a 1. Significa, si es menor el método debería ser subterráneo.
- ¿De qué manera contribuye en la manufactura y comercialización de los productos manufacturados de buena calidad, con una aplicación adecuada de tecnologías validadas?
- ¿En qué medida influye la correcta aplicación de incotremis en la compra y venta de productos de calidad y por ende en los índices de seguridad y salud minera?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Plantear, la evaluación técnico económico de todo el proceso con el Estudio para la Explotación, manufactura y comercialización de los travertinos de la U.E.A. Federicos, al Directorio, de la Empresa Artraus S.A.C” para incrementar la rentabilidad económica en la cadena de valor.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer en cuanto se reducirán los costos de operación al aplicar una evaluación técnica económica para la explotación, manufactura y comercialización de travertinos en la U.E.A. Federicos.
- Conocer en cuanto se reducirán los indicadores de accidentabilidad y la disminución de escallas en el estudio propuesto de explotación, manufactura y comercialización de los travertinos en la U.E.A. Federicos.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. JUSTIFICACIÓN

La unidad minera Federicos perteneciente a la Empresa Artraus S.A.C, viene explotando el travertinos, de su concesión mediante el método de cantera a cielo abierto, con un sistema convencional, sin embargo, habiendo realizado un estudio de las características del yacimiento como: potencia del estrato, buzamiento del estrato y evaluando geotécnicamente la estabilidad de las cajas dan como resultado poder aplicar un sistema mecanizado de explotación masiva en estratos y así lograr incrementar los niveles de la producción, reducir los costos de operación, obtener altos indicadores de productividad y mejorar la gestión de la seguridad.

1.4.2. IMPORTANCIA

La importancia de proponer la forma de evaluar todo el proceso de explotación, manufactura y comercialización del travertinos de la unidad minera Federicos, en el centro poblado de Chala, aplicando el método de explotación masivo por cortes definidos a cielo abierto, es porque nos va aportar mayor volumen de mineral roto de alta ley que va servir de mineral regulador en la producción y de esta forma hacer viable la explotación de los estratos mineralizados en zona del distrito de San José de Quero, provincia de Concepción y Región Junín.

Otra, importancia del estudio es proponer mejorar la planta de manufacturación en Sicaya, desde su recepción, corte, cepillados de baldosas y aglomerados para su transporte. Finalmente, proponer aplicar un proceso de compra y venta con INCOTERMS específicos para beneficiar a los grupos de interés, en particular a la comunidad de San José de Quero. Lo que conlleva a lograr la mecanización de las operaciones y con ello incrementar la productividad, eficiencia y lo más importante tener una explotación segura con bajos índices accidentabilidad además de la reducción de los costos operacionales en la manufacturación y comercialización de productos terminados en Sicaya.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPOTESIS PRINCIPAL

Aplicar la forma de evaluación de todo el proceso propuesto en la evaluación técnico económico para la explotación, manufactura y comercialización de travertinos, explotados en la unidad minera Federicos, perteneciente a la empresa Artraus S.A.C – 2019.

1.5.2. HIPOTESIS SECUNDARIO

- Al aplicar un método de explotación masivo mecanizado de explotación, en cuanto se reducirán los costos de operación, por cantera a cielo abierto, manufactura y comercialización, en la unidad minera de Federicos.
- Conocer en cuanto se reducirán los indicadores de accidentabilidad al aplicar el estudio de explotación, manufactura y comercialización, en la unidad minera de Federicos, planta de Sicaya y en el Callao.
- Conocer en cuanto se incrementarán los indicadores de productividad al aplicar el estudio de explotación, manufactura y comercialización, en la unidad minera de Federicos, planta de Sicaya y en el Callao.

1.6. FACTIBILIDAD Y ACCESIBILIDAD

1.6.1 Factibilidad

Para realizar la presente investigación se cuenta con el talento humano del estudiante y los suficientes recursos tanto bibliográficos como económicos, con el asesoramiento técnico del asesor que es un profesional con mucha experiencia en el ámbito de la minería y docente de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, y la disponibilidad del tiempo suficiente, factores que garantizan la ejecución del presente trabajo.

1.6.2 Accesibilidad a la información

El titular de la U.E.A. FEDERICOS de la compañía ARTRAUS S.A.C, se ha comprometido a facilitar el libre acceso a la U.E.A. y en proporcionar la información pertinente para la realización del presente estudio, facilidades que se complementan con las investigaciones que las efectuara el autor.

1.7. DISEÑO METODOLOGICO

1.7.1 Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a un proyecto de investigación descriptivo apoyado por un estudio en el campo y documental.

Es descriptivo porque analiza la geología de la zona, la geomecánica de travertinos existente, el método y sistema de explotación a utilizarse, manufactura y comercialización, variables que se consideran en la presente investigación.

1.7.2. Universo

El universo de esta investigación está conformado por los diferentes depósitos de travertinos existentes en la C.I.A ARTRAUS

1.7.3. Muestra*

Las muestras para realizar el presente trabajo son las labores superficiales de la Unidad Minera Federicos.

1.7.4. Técnicas

Para este estudio se utilizará la técnica de la observación directa en el campo con las fichas en el cual se registrará los datos obtenidos.

1.7.5. Análisis e interpretación de datos

En el procesamiento de la información obtenida del campo y del gabinete se realizará a través de hojas de cálculos de Excel.

Para el cálculo de reservas y elaboración de planos se utilizará los programas como Autocad 2015 y Autocad Civil 3D 2015

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Travertinos es la denominación de una roca sedimentaria de origen parcialmente biogénico, formada por depósitos de carbonato de calcio y que se utiliza con frecuencia como piedra ornamental en construcción, tanto de exterior como de interior.

Roca carbonatada, normalmente de colores pardos, anaranjados o grises, pero también rojizos por contener óxidos de hierro, que puede presentar bandas con distinto porcentaje de huecos y coloraciones. Puede contener fósiles de moluscos terrestres y acuáticos de agua dulce, así como impresiones de distintas partes de vegetales. En numerosas ocasiones poseen estructuras concrecionadas y tubiformes. Algunos autores denominan tobas a las variedades muy porosas y poco compactas de travertinos.

Propiedades:

Dureza	: 3.4
Tamaño de grano	: grano fino
Porosidad	: porosa
Peso específico	: 2,60 Tn/m ³

USOS DEL TRAVERTINO

El travertino ha sido utilizado desde siempre en la construcción de pequeñas y grandes obras, especialmente en los alrededores de los yacimientos. Para los romanos era un material frecuente en las edificaciones públicas y/o importantes. Un ejemplo clave de su uso es la ciudad de Hierápolis, vecina de Denizli.

La roca sedimentaria es aprovechada en la actualidad para el revestimiento de pisos y paredes, tanto en exteriores como interiores. Se instala como pieza única o combinada con otros materiales similares (mármol, caliza, laja...). Presenta variedad de formas y colores. Por su bajo grado de dureza puede ser labrado con facilidad.

El Travertino se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura, enchapados, en alimentos balanceados etc.

A veces es translúcido, de diferentes colores, entre los que más frecuentemente se encuentran: blanco, marrón, rojo, verde, negro, gris, azul y amarillo.

2.1. Marco institucional

Los actores o instituciones que tienen incidencia específica en el desarrollo tanto de las actividades mineras como de problemáticas inherentes (social, seguridad, ambiente), son:

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Sector Minero-Energético reconocido por ser altamente competitivo a nivel Internacional, que promueve el desarrollo eficiente y sostenible de la explotación de los recursos minero energéticos para satisfacer las necesidades de la población, preservando el medio ambiente, respetando la cultura de los pueblos y contribuyendo a la reducción de la pobreza y al desarrollo integral del país, mediante la participación conjunta del Estado, la comunidad y el Sector Privado.

DIRECCION GENERAL DE MINERIA

La Dirección General de Minería (DGM) es la Unidad de Línea del Ministerio de Energía y Minas, que depende directamente del Despacho del Vice Ministro de Minas, encargada de Normar y Promover las actividades mineras cautelando el uso racional de los recursos mineros en armonía con el ambiente.

2.2. Marco legal

El marco legal proporciona aspectos sobre los cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza del comportamiento organizacional. Aquí se encuentra un gran número de provisiones regulatorias y leyes interrelacionadas entre sí. Existe una jerarquía legal, partiendo de la Constitución Política del Estado, Decreto Supremo, Decreto Legislativo, Resoluciones Ministeriales y Directorales, Reglamentos y otros similares de menor rango. Se toma en cuenta Códigos de Conducta/Ética, dados a conocer por distintas instancias reguladoras que guardan estrechos vínculos con la materia en cuestión. El marco legal regula el desempeño de las empresas. Tal es así que, en muchos países, el marco legal en materias varias ha evolucionado en una compleja combinación de estatutos y regulaciones legales, reglas judiciales y la práctica real. Ciertas legislaciones pueden ser de nueva creación o estar actualizadas, otras pueden basar su funcionamiento en estatutos obsoletos que están desactualizados, pero que sin embargo aún están vigentes. En sentido normativo es todo enunciado que impone cierta conducta como debida. Es ley reglamentaria cuando desarrolla o detalla algún precepto constitucional; orgánico, cuando crea instituciones derecho; o prescriptiva, cuando regula ciertas conductas.

Las normas que amparan la realización del presente estudio son:

- ✓ Constitución Política del Perú de 1979, (12 de Julio del 1979), Artículo 47°, corresponde al Estado dictar medidas sobre higiene y seguridad en el trabajo que permiten prevenir los riesgos profesionales y asegurar la salud y la integridad física y mental de los trabajadores.
- ✓ LEY N° 27651: Ley de Formalización y promoción de la pequeña minería y minería artesanal. - Establece que los titulares mineros calificados como pequeños mineros o productores mineros artesanales deberán contar con una certificación ambiental al inicio o reinicio de las actividades de exploración, construcción, extracción, procesamiento, transformación y almacenamiento o sus modificaciones y ampliaciones de las actividades a realizar.
- ✓ Decreto supremo N° 014-92 EM: Texto único ordenado de la Ley general de minería del 04/06/92.

- ✓ D.S. N° 013-2003 EM: Reglamento de ley de formalización y promoción de la pequeña minería y la minería artesanal.
- ✓ Constitución Política del Perú de 1993, Título III, Capítulo II del Ambiente y recursos naturales, Artículos 66, 67 y 68 que norma sobre las propiedades de los recursos, uso sostenible y su conservación.

2.3. Marco ético

Misión

Desarrollar actividades mineras explotación de canteras en todas sus fases, mediante responsabilidad técnica, social y ambiental, a través del mejoramiento continuo de todos los procesos de organización, para ser competitivos y generar valor agregado a los productos y servicios.

Visión

Ser la empresa líder en explotación, transformación, comercialización y manufactura de travertinos que cumplan con los estándares de calidad para ser utilizados en los diferentes sectores de la industria a nivel mundial.

2.4. Marco referencial

2.4.1. Antecedentes

La cantera de travertinos Federicos de la compañía ARTRAUS S.A.C. constituida por 50 hectáreas mineras contiguas, delimitadas por las coordenadas UTM, de los 4 vértices que se define el polígono que lo encierra.

Cuadro 1: Ubicación de los Vértices de la cantera Federicos. Datum WGS84

PUNTO	COORD. (NORTE)	COORD. (ESTE)	VERTICE	DISTANCIA(m)
1	8,668,740.99	445,393.83	1-2	500
2	8,667,847.60	445,843.16	2-3	1000
3	8,668,072.26	446,289.85	3-4	500
4	8,668,965.65	445,840.52	4-1	1000

Fuente: CIA ARTRAUS

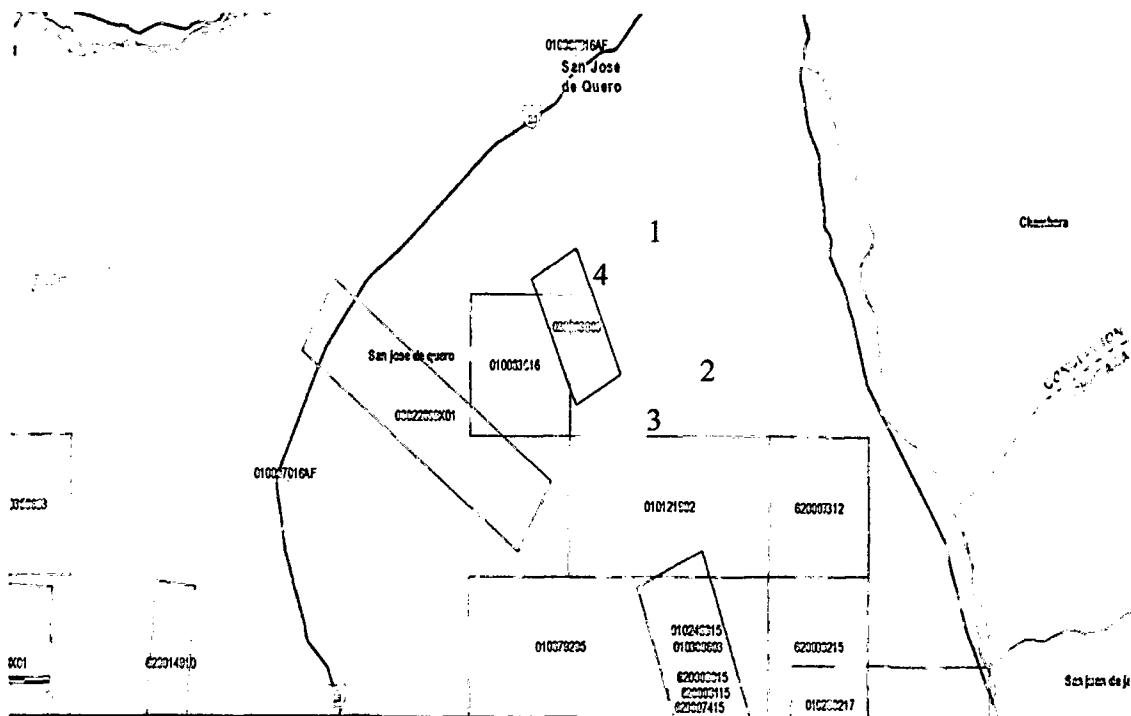


Figura N^a 1: Ubicación geográfica de la U.E.A. Federicos.

Fuente: GEOCATMIN, Sistema de información geológico catastral minero.

El 19 de marzo de 2004 otorgan el título al derecho minero "FEDERICOS" de conformidad al Art. 124° del TUO. De la ley general de la minería, aprobado por D.S. 014-92-EM.

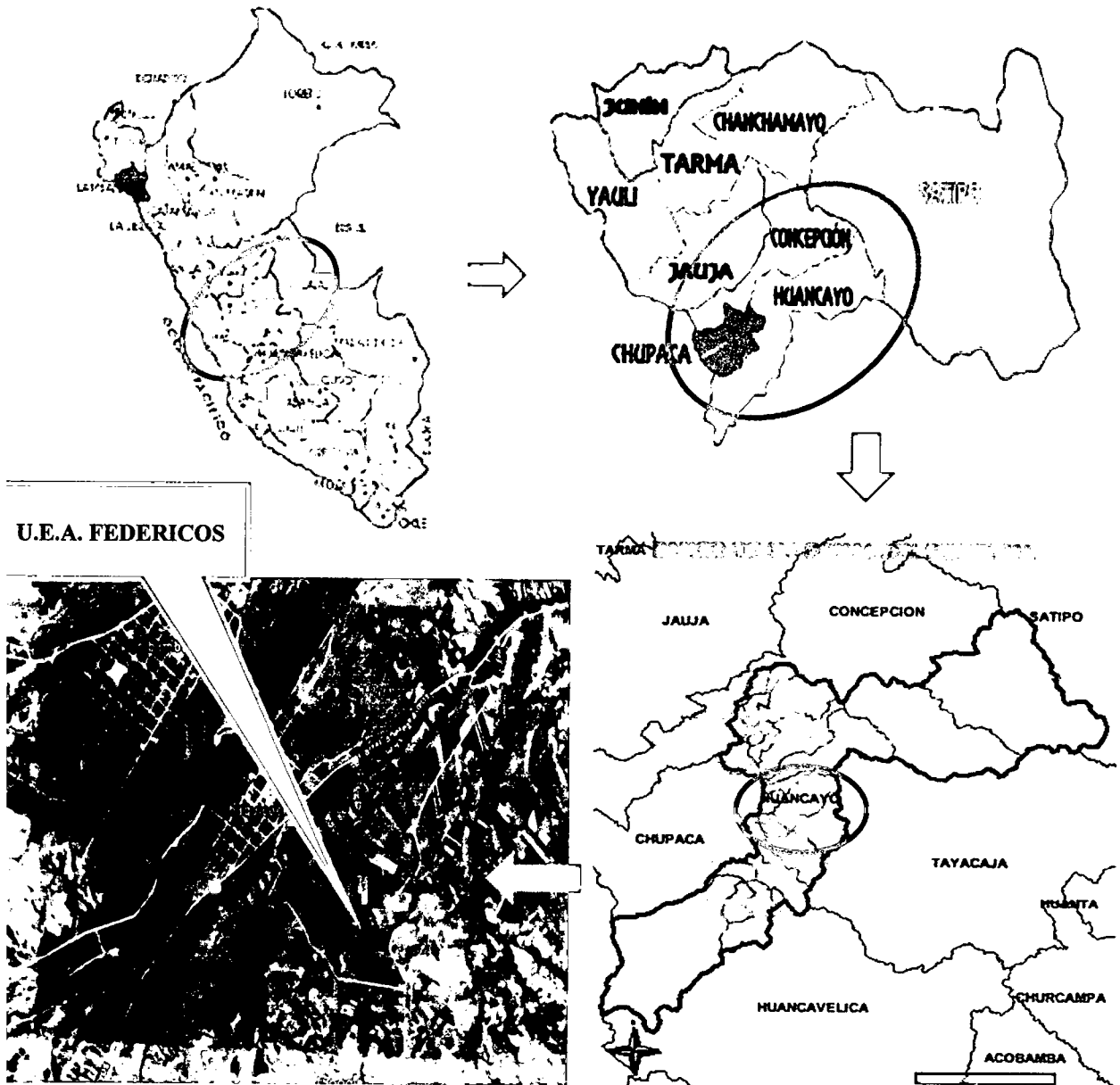
Con estos antecedentes, el titular minero de la U.E.A. FEDERICOS, se encuentra tramitando la Auditoría Ambiental de Cumplimiento y Plan de Manejo de la concesión, requisito indispensable para la obtención de la licencia ambiental.

2.4.2. Ubicación del Proyecto

La cantera de travertinos Federicos de la compañía ARTRAUS S.A.C. está ubicado en el centro poblado de Chala, Distrito de San José de Quero, provincia de Concepción, departamento de Junín, está ubicado al sur oeste de la provincia de Concepción, en las alturas de la margen derecha del río cunas (alto cunas); dista aproximadamente a 43 Km. de la ciudad de Huancayo.

MAPA Nº 1

UBICACIÓN NACIONAL, DEPARTAMENTAL, PROVINCIAL, DISTRITAL Y LOCAL



2.4.3. Vías de Acceso y Comunicación

La cantera de explotación de travertinos FEDERICOS de la compañía ARTRAUS S.A.C. Es accesible desde Ayacucho por una vía que se encuentra en la carretera de Huancayo - Chupaca – San José de Quero, luego a Centro Poblado de Chala:

Cuadro 2: VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION

RUTA	DISTANCIA (km)	TIPO DE VIA
Ayacucho-Huancayo	260	Asfaltado
Huancayo – Chupaca	08	Asfaltado
Chupaca – Chaquicocha	42.5	Asfaltado
Chaquicocha-Chala	03	Afirmado
TOTAL	313.5	

Fuente: Elaboración Propia

2.4.4. Topografía y Relieve de la Región

La topografía en la Cantera Federicos de la CIA. ARTRAUS S.A.C., Es moderada, poco accidentada, con pendientes máximas de 20%. En el área del proyecto se puede observar algunos afloramientos de cuerpos de travertinos. La población más cercana es Chala, ubicada a 1 km. de la unidad minera.

La zona de influencia forma parte de una cuenca estructural andina, siendo las principales características geomorfológicas, la de presentar flancos escarpados con laderas disectadas y algunas fuertemente disectadas, todas estas formaciones se encuentran dentro de una altitud comprendida entre los 3 300 y 4 300 m.s.n.m., presentando un subpaisaje con presencia de pampas, propio del piso ecológico formando las quebradas por donde discurren los cursos hídricos de la zona de influencia como del río Mantaro.

Las quebradas corresponden a regímenes de cauces jóvenes, es decir tienen bastante pendiente y un caudal variable estando en situación de socavamiento de sus cauces del riachuelo de alto cunas.

CAPÍTULO III

3. GEOLOGÍA

3.1. Geología regional

En la U.E.A. Federicos de la C.I.A. ARTRAUS S.A.C., se presentan las siguientes formaciones Geológicas:

VOLCÁNICO ASTOBAMBA

Esta formación sobreyace a las capas rojas y a las rocas más antiguas con fuerte discordancia angular, consiste de una secuencia de derrames y conglomerados de composición basáltica a andesítica y coloraciones que varían entre marrón, gris y verde. Estos volcánicos se encuentran bien expuestos en los alrededores de la depresión Chala y en especial en la cercanía de la localidad de chala.

FORMACIÓN INGABUASI

La secuencia inferior está compuesta de tufos, conglomerados y areniscas volcánicas, mal compactadas, de color amarillo que varía a rosado, los conglomerados contienen cantos de rocas volcánicas y escasos cantos de cuarcita. En la secuencia superior aparecen intercalaciones de travertinos hasta de 2 m. de potencia con estratificación fina. Luego se presenta travertinos blancos, en bancos de hasta 10 m. de potencia, estos travertinos son resistentes y forman acantilados. Los travertinos provienen de la redeposición, parte en ambiente lacustre y parte al aire libre, de grandes cantidades de CaCO_3 , disueltas de las calizas Pucará.

3.1.1. Litología

En el área de estudio se pueden evidenciar las siguientes litologías:

- ✓ **Rocas Metamórficas.** - Se encuentran ónix y mármoles blancos y grises que son producto de un metamorfismo de contacto de las rocas calcáreas preexistentes y la presencia de intrusivos cercanos posiblemente de diques volcánicos, producto de fracturamiento y fallamiento en zonas de debilidad estructural.
- ✓ **Rocas sedimentarias.** - Constituidas por paquetes de calizas gris claras a oscuras en estratos medios a delgados, bandeado con abundante chert, arenisca calcárea negras y módulos de caliza y calizas compactas.
- ✓ **Rocas Ígneas.** - Presentan morfología plutónica, de composición: granito, granodiorita, tonalita, diorita, etc. Entre otras intrusiones menores como: andesitas, dacitas, diabasa, monzonita, etc. Comprenden al periodo cretáceo terciario del Mesozoico.

3.1.2. Rasgos estructurales

La prolongación del fallamiento regional que divide la zona Subandina de la Región, también afecta a la parte oriental. Esta zona corresponde a una subducción permanente, de dirección S-N y S-NE y de buzamiento occidental, que además ha producido plegamientos fuertes en los depósitos Cretácicos de la región.

3.2. Geología local

En la cantera Federicos de la CIA ARTRAUS SAC., afloran rocas sedimentarias en forma de mantos y cuerpos irregulares que generalmente se encuentran fracturadas por el metamorfismo ocurrido en la zona, entre las rocas sedimentarias presentes tenemos a una variedad de travertinos de color crema de potencias variables. También se puede observar pequeños diques volcánicos posteriores al metamorfismo.

En el sentido geológico y petrográfico se denomina travertino a la roca caliza que ha sufrido transformación a consecuencia de altas temperaturas y presiones; es decir han sufrido metamorfismo originándose un alto grado de cristalización

apreciable a simple vista. El mármol consta en forma predominante de calcita o de calcita y dolomita. La presencia de tremolita, forsterita, diópsida y wollastonita, indican la temperatura que tuvo la caliza para su transformación al mármol.

Los mármoles de calcita están formados por un conjunto de gránulos y laminillas macladas de calcita. Los de color blanco deben su resplandor, a la luz que penetra hasta dos o tres centímetros de profundidad y se refleja sobre las facetas de las maclas y granos de calcita. Los travertinos dolomíticos presentan granos de mayor tamaño, pero carecen de las laminillas macladas.

El color es una de las principales características para la valoración comercial del travertino. Los mármoles blancos presentan escasa pigmentación; siguen los grises con bandeados decorativos de tonalidad más oscura. Los amarillos deben su color a la presencia de arcilla, llegando hasta el 10 % de contenido. Los mármoles rojos deben su gradación del rosa pálido al rojo intenso, a la dispersión del óxido de hierro o hematita. La presencia de material carbonatado da lugar a diversas tonalidades de marrón y la presencia de compuestos de magnesio origina mármoles de coloración violeta. Los mármoles negros se encuentran contaminados por material carbonoso, variando su coloración desde el gris en diversos grados, hasta el negro intenso. Las variedades de mármoles verdes deben su coloración a la presencia de serpentina, clorita, mica u óxidos ferrosos.

En la Cantera Federicos, afloran rocas sedimentarias en forma de mantos y cuerpos irregulares que generalmente se encuentran fracturadas por el metamorfismo ocurrido en la zona, entre las rocas sedimentarias presentes tenemos a una variedad de travertinos de color crema de potencias variables. También se puede observar pequeños diques volcánicos posteriores al metamorfismo.

3.3. Hidrografía

La cuenca hidrográfica perteneciente a la zona de influencia corresponde a la cuenca del Río Mantaro cuyas aguas de vertimiento se dirigen al Océano Atlántico. En el área existen muchas fuentes hídricas cercanas y de diferentes orígenes como la del río alto cunas que está cercano al emplazamiento y diversos

manantiales, los cuales son aprovechados por la calidad de sus aguas para consumo doméstico.

Los efluentes generados (domésticos) no confluyen a ningún curso hídrico.

Los caudales de los ríos de la cabecera alta son muy variables y de muy poco volumen según la estación del año. Para el sector comprendido entre 3,900 y 4,300 msnm. (Paramo muy Húmedo Subalpino Tropical) las temperaturas son bajas y presentan un promedio anual que varía entre 3.8°C y 6.0°C. Las temperaturas mínimas se mantienen casi siempre bajo el punto de congelación.

La formación ecológica inmediata inferior es el Páramo Muy Húmedo Subalpino. Este sector varía entre los 3,900 y 4,500 msnm de altitud y en este el clima se caracteriza por ser muy húmedo y frígido (con temperaturas por debajo de 0°C). Las precipitaciones anuales promedio oscilan entre los 584 mm y 1,255 ms.

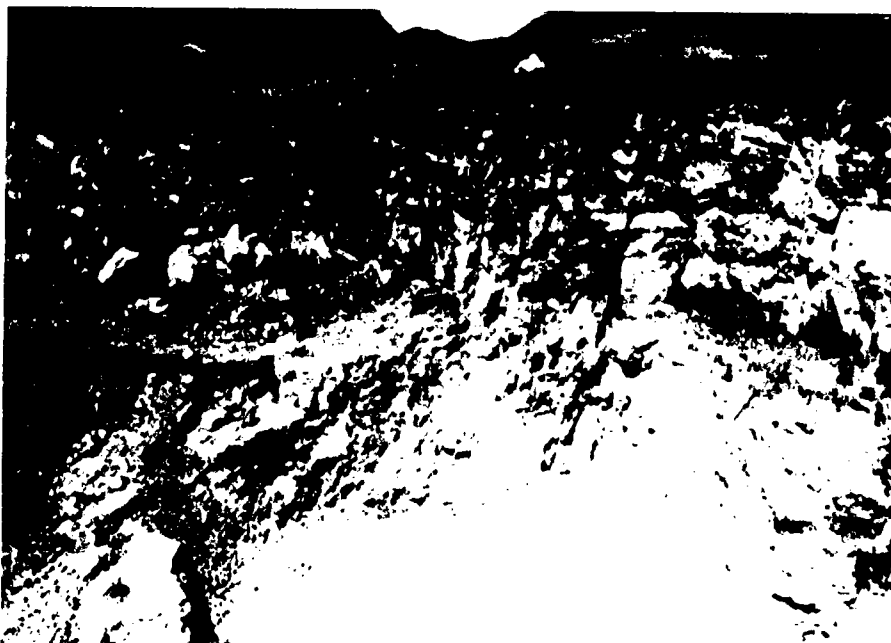
3.4. Geología del yacimiento

Los depósitos de travertinos son de origen sedimentario que provienen de la redeposición de grandes cantidades de CaCO_3 presentan un rumbo N 10° W con buzamiento de 5° al NO, se observa en el afloramiento una potencia promedio de 15 metros. El travertino es una roca de origen calcáreo (99% CaCO_3) porosa de bajo peso específico (2.60 Tm/m³). Otra variedad es el mármol, también de origen calcáreo, menos porosa y más compacta, roca metamórfica recristalizada de 99% de CaCO_3 con un peso específico (2.70 Tm/m³).

Travertino, su formación se debe a la emisión de agua subterránea que llega a la superficie por aberturas o vertientes por donde fluyeron soluciones de ácido carbónico que al contacto con el oxígeno dieron lugar a la precipitación de carbonato de calcio (travertino).

Resumiendo, se puede decir que el travertino es de origen marino, ya que los flujos termales subterráneos al llegar a la superficie calcárea se precipitaron dando lugar a la formación de carbonatos de calcio por rede posición.

3.4.1. Ubicación y documentación de los principales afloramientos del área minera Federicos.



Fotografía 1: A floración I de travertinos en la U.E.A. Federicos.



Fotografía 2: Muestras de travertino extraídos.



Fotografía 3: A floración II de travertinos en la U.E.A. Federicos.



Fotografía 4: Explotación de travertinos en la U.E.A. Federicos.

Cuadro 3: Resultados de Análisis

MINERAL	PORCENTAJE
Carbonato de calcio (Ca ₂ CO ₃)	98,70 %
Ganga:	
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0,30 %
Carbonato de Mg (Ca ₂ Mg ₃)	0,28 %
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	0,01 %
Insolubles	0,22 %
Humedad	0,39 %
Peso específico	2,60 TM/m ³
Esfuerzo a la compresión	80 Mpa
esfuerzo a la tracción	95 Mpa
carga puntual	65 Mpa

Fuente: CIA ARTRAUS

3.5. Caracterización del macizo rocoso

La geo mecánica es quizás una de las ramas tecnológicas más antiguas del universo, los griegos y egipcios en sus construcciones emplearon los macizos rocosos para obras monumentales. En las pirámides construidas en Egipto se emplearon bloques de caliza dura. Todas estas etapas contaron con excelentes mineros que desarrollaron una amplia gama de construcciones que se observan y conservan hasta nuestros días.

Macizo Rocos, se denomina al conjunto conformado por la matriz rocosa y las discontinuidades que afectan al material de roca en conjunto. En cuanto a propiedades geomecánicas, un macizo rocoso se considera como un medio discontinuo, anisótropo y heterogéneo.

La clasificación de macizos rocosos en base a aspectos geotécnicos, surge por la necesidad de obtener parámetros geomecánicos que sean útiles en el diseño de proyectos de ingeniería. (Karzulovic, 1998) Actualmente en Geotecnia se manejan

algunos tipos de clasificaciones de macizos rocosos entre las más utilizadas tenemos:

- ✓ Sistema GSI (Geological Strength. Index)
- ✓ Índice de calidad de la Roca R.Q.D.
- ✓ Evaluación de Estructura Rocosa (R.S.R.).
- ✓ Método de Clasificación de Bieniawski (R.M.R).
- ✓ Clasificación de acuerdo al Índice Q.

3.5.1. Clasificación según Bieniawski (RMR)

El método RMR (Rock Mass Rating) fue desarrollado por BIENIAWSKI en 1979. Este método de clasificación permite caracterizar y estimar la calidad de un macizo rocoso de manera rápida, sencilla y de bajo costo en el trabajo de campo; la clasificación RMR tiene en cuenta varios parámetros que reciben una valoración según las características medidas en campo para luego asignarle un puntaje, luego de lo cual quedará la posibilidad de conocer los particulares geotécnicos preliminares del macizo.

El sistema R.M.R valora los siguientes parámetros para llegar a clasificar un macizo rocoso:

- ✓ Resistencia a la Compresión Uniaxial de la roca.
- ✓ Índice de Calidad de la roca.
- ✓ Espaciado entre Discontinuidades.
- ✓ Condición de las Discontinuidades.
- ✓ Condición de Infiltración de agua.

El método consiste en evaluar cuantitativamente cada uno de estos factores, sumar los puntajes obtenidos y clasificar a la roca en familias. Con esta clasificación se obtiene el Coeficiente de Cohesión y el Ángulo de Resistencia Interna.

La toma de datos de campo se llevó a cabo en los afloramientos mencionados anteriormente, tomando como punto de partida una planilla de apuntes donde se registran los datos de las diferentes familias de diaclasas medidas. Se optó por

“dividir” el macizo rocoso en 3 zonas diferentes con el fin de facilitar el trabajo para luego integrar los datos y generar una sola salida de resultado.

Tabla N^o 01: Clasificación Geomecánica de RMR (índice de macizo rocoso)

Parámetro		Rango de valores							
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa			
		Compresión simple	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	5-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	valor		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	valor		20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2 m	0,6-2 m	0,2-0,6 m	6-20 cm	< 6 cm		
	valor		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
		Valor	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm		
		Valor	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		valor	6	5	3	1	0		
5	Flujo de agua en las juntas	Relación P _{agua} / P _{roca}	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Condiciones Generales	Completamente secas	Ligeramente húmedas	Húmedas	Goteando	Agua fluyendo		
	valor		15	10	7	4	0		

Fuente: Rock Mass Rating System (After Bieniawski, 1989).

Resultados:

- ✓ Resistencia de la roca intacto (travertinos) : 7
(Ensayo carga puntual o compresión simple)
- ✓ R.Q.D. : 80% : 17
- ✓ Espaciado de las discontinuidades : 8
- ✓ Estado de las discontinuidades.
- longitud de la discontinuidad : 2
- Abertura : 1
- Rugosidad : 3
- Relleno : 6
- Alteración : 5
- ✓ Flujo de aguas en las juntas : 10

RMR: $7+17+8+2+1+3+6+5+10= 59$

Tabla 2: Clasificación del Macizo Rocoso de la U.E.A. FEDERICOS.

Clase	Calidad de Roca	RMR
I	Muy buena	81 – 100
II	Buena	61 – 80
III	Regular	41 – 61
IV	Mala	21 – 40
V	Muy Mala	0 – 20

Fuente: RMR (Rock Mass Rating)

Según el resultado este valor se encuentra en el rango de 41 - 60, por lo tanto, la calidad de la roca de acuerdo al RMR es una roca regular.

3.5.2. Clasificación según el índice Q

Este método fue desarrollado por el NGI (Instituto Geotécnico de Noruega), y se basó en casos históricos en Escandinavia, propuestos por Barton, Lien y Lunde en 1974. Esta clasificación cataloga a los macizos rocosos según el denominado

Índice de calidad Q, que se fundamenta en la siguiente expresión matemática:
(Geomecánicas, 2015)

$$Q = \frac{RQD}{J_n} + \frac{J_r}{J_a} + \frac{J_w}{SRF}$$

Dónde:

R.Q.D = Índice de Calidad de la Roca.

J_n = Número de familias de discontinuidades.

J_r = Rugosidad de las discontinuidades, también depende de la presencia de relleno y del tamaño de las discontinuidades.

J_a = Meteorización de las discontinuidades.

J_w = Coeficiente reductor que tiene en cuenta la presencia de agua.

S.R.F. = Factor de Reducción que depende de las tensiones.

$J_n = 4$, Dos familias de juntas.

$J_r = 4$, Juntas discontinuas.

$J_a = 2$, Juntas con minerales de relleno en pequeño espesor, con partículas arenosas.

$J_w = 0.66$, Afluencia media con lavado de algunas juntas.

$SRF = 1$, Roca competente de Cobertura media.

Reemplazando valores

$$Q = \frac{RQD}{J_n} + \frac{J_r}{J_a} + \frac{J_w}{SRF} = \frac{88.6}{4} + \frac{3}{2} + \frac{0.66}{1}$$

$$Q = 22.15 + 1.5 + 0.66 = 24.31$$

Tabla 3: Clasificación del Macizo Rocosos de la U.E.A. FEDERICOS. por el Índice “Q”.

Q (rock mass quality)	Valoración
0.001 – 0.01	Excepcionalmente mala
0.01 – 0.1	Extremadamente mala
0.1 – 1.0	Muy mala
1.0 – 4	Mala
4 – 10	Regular
10 – 40	Buena
40 – 100	Muy Buena
100 – 400	Extremadamente buena
400 – 1000	Excepcionalmente buena

Fuente: NGI (Instituto Geotécnico de Noruega),

De acuerdo a los métodos de clasificación de macizos rocosos de Índice “Q” el Macizo Rocosos de la U.E.A. FEDERICOS., se encuentra en categoría buena.

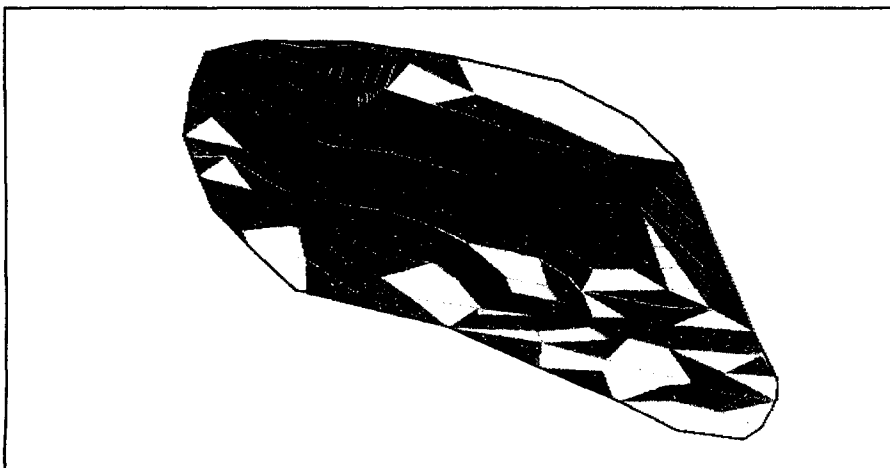
3.6. Cálculo de reservas

Si bien las labores de muestreo y determinación de la ley media ocupan un lugar muy importante en la evaluación de los recursos minerales, sin duda alguna la cubicación de las reservas, es decir, la definición de cuánto, dónde y cómo están, es la labor que adquiere un carácter más crítico, pues permitirá conocer las características generales del yacimiento en cuanto a las toneladas de mineral útil, así como la morfología de los cuerpos mineralizados, lo que incidirá, posteriormente, en el método de explotación minero a elegirse. El intentar llevar a cabo este trabajo con el mínimo error posible no sólo es deseable sino imprescindible.

Existen dos grandes grupos de métodos a la hora de llevar a cabo la estimación de las reservas de un yacimiento mineral, los que suelen llamarse métodos clásicos o geométricos y los denominados geoestadísticos. Estos últimos aparecieron a comienzos de los años sesenta y han alcanzado su máximo esplendor con el desarrollo de los ordenadores, a principios de los ochenta, pues son necesarios extensos cálculos matemáticos para su realización.

Al no poseer sondajes que nos permitan obtener una variable regionalizada como es la ley de corte que nos admita calcular un semivariograma, que a su vez nos facilite calcular las reservas a través de métodos geoestadísticos, optamos por aplicar al presente estudio el método tradicional de los Perfiles o Cortes topográficos que es una aproximación práctica para el cálculo de superficies.

figura 02: bloque de depósito de travertinos



Fuente: Auto Cad 3D Civil 2015

elaborado: por Jhonatan Carpio

3.6.1. Reservas Probadas

Es el volumen de material calculado del que se tiene una alta certeza de su existencia, se encuentra determinado por registros de afloramientos y la utilización del método de perfiles basado en un levantamiento topográfico a detalle.

3.6.2. Reservas Probables

Es el volumen de material calculado del que se tiene una media certeza de su existencia.

Cuadro 4: Total de reservas de travertinos.

U.E.A. FEDERICOS	RESERVAS DE MINERAL (Tn)		
	PROBADAS	PROBABLES	TOTAL
MATERIAL SUELTO	120,000	50,000	170,000
MATERIAL PARA BLOQUES	300,000	105,00	405,000
TOTAL	420,000	155,000	575,000

Fuente: CIA. Artraus

➤ TIEMPO DE VIDA DE LA MINA

Producción diaria promedio = 300Tn /dia

Producción mensual = 6500 Tn /mes

Producción anual = 6500 *12 = 78000 Tn /año

En base al recurso minero explotable y producción determinada, la vida útil de la cantera

$$\text{Vida util} = \frac{\text{reservas}}{\text{produccion Anual}}$$

$$\text{Vida util} = \frac{5750000}{78000}$$

$$\text{Vida util} = 7.37 = 8 \text{ años}$$

CAPÍTULO IV

4. ELECCIÓN DEL SISTEMA Y MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Son varios los factores que intervienen en el diseño y planificación de las explotaciones mineras, lo que hace de ésta, una formidable y complicada tarea, tal vez sólo superada, por la propia operación minera.

La geología, la extensión y morfología del yacimiento, la distribución espacial de la calidad y cantidad de los diferentes materiales, la climatología, la hidrogeología e hidrología, las características geomecánicas de los materiales, la topografía y su relación con el depósito, los taludes finales de la excavación, los límites de la concesión minera; las leyes de corte, las leyes medias y las ratios, los ritmos de producción en mina y en planta, las horas anuales de trabajo, las productividades, los factores de eficiencia, la flexibilidad de la operación, el número de frentes de trabajo, su longitud, la separación entre ellos, el grado de selectividad requerida, la dilución, las necesidades de producir compósitos; los posibles métodos, el tipo, tamaño y número de equipos a emplearse, sus necesidades operativas:

altura de los bancos, necesidades de espacio en los frentes de trabajo, pendientes y dimensiones de las pistas; la infraestructura necesaria, las inversiones y los costos, la recuperación, las limitaciones económicas y financieras de la empresa, los mercados, los precios, las incertidumbres, también se debe tener en cuenta las diferentes técnicas con las que se modela estos factores y sus interrelaciones y, cómo no, el criterio que prevalecerá a la hora de realizar el diseño y tomar la decisión final: maximizar el beneficio global, la vida de la explotación y minimizar los costos y el riesgo de la inversión. (López Jemino, 1997)

4.1. Elección del sistema de explotación

Los sistemas mineros pueden definirse como los procedimientos utilizados y el orden espacial con el que se llevan a cabo la extracción de los materiales de interés y estériles asociados, dependiendo fundamentalmente de las características morfológicas del yacimiento y topografía del terreno, se clasifican principalmente en minería a cielo abierto y minería subterránea. Por las características del Yacimiento de la U.E.A. Federicos, el sistema seleccionado es el de Cielo Abierto. Según la dirección en la que se realizan los trabajos de excavación, pueden distinguirse los siguientes métodos:

- ✓ Avance frontal y frente de trabajo de altura creciente.
- ✓ Excavación descendente y abandono del talud final en bancos.
- ✓ Avance lateral y abandono del talud final.
- ✓ Excavación troncocónica con pérdida del macizo de protección.

Considerando que el presente yacimiento es de tipo calcáreo (sedimentario), se hace indispensable ejecutar un método de explotación que cubra los siguientes requerimientos:

- ✓ Permitir el movimiento de grandes volúmenes de mineral.
- ✓ Asegurar el normal funcionamiento de la maquinaria que se requiere para cumplir con la producción requerida.
- ✓ Asegurar una mínima inversión en trabajos preliminares.

Se aplicará la segunda alternativa “excavación descendente y abandono del talud final en bancos”, esto es desde los bancos superiores hasta los de menor cota. Lo que requiere una definición previa del talud final.

4.2. Elección del método de explotación

Los factores que determinan la elección entre los métodos de explotación, ya sea a cielo abierto o subterráneo, son los costos de operación, la recuperación, la dilución del mineral, ente otros.

Se sabe que el presente depósito de material no metálico se encuentra en forma

superficial, presenta estratificación, por ende, el “método de cortes definidos a cielo abierto” es la elección más conveniente, para la extracción de los bloques de travertinos.

4.3. cálculo de parámetros de diseño de la cantera

La finalidad principal del Diseño de Minas, constituye la tendencia a conseguir un empleo más racional y económico del trabajo social y los recursos mineros y de dinero, conseguir alta calidad, bajo costo de producción, rentabilidad para la empresa, alto rendimiento, mejor condición de trabajo para el personal; costo y plazo mínimo para la construcción de la mina.

Todo esto se puede lograr introduciendo al proyecto (diseño) las soluciones técnicas más progresivas y tomando en cuenta los alcances científicos más recientes y las condiciones técnico económicas concretas del país. (Sosa, 1998).

Normalmente en el diseño de explotación se define:

- a) El sistema y método de explotación adecuado.
- b) El ritmo de producción anual
- c) La secuencia de extracción
- d) La maquinaria a utilizarse

La elección del sistema y método de explotación depende de numerosos factores, como son: la profundidad y la morfología del yacimiento y las características geomecánicas de los materiales.

La determinación de la capacidad de producción es una decisión crítica que incide directamente sobre la rentabilidad del negocio minero y que debe realizarse por los analistas de técnicas de optimización sobre la base de modelos económicos.

El plan de extracción básico es el que establece la secuencia y el orden con que se llevará a cabo el mismo.

4.3.1. Dirección Óptima de Explotación

Para determinar la dirección óptima de explotación en la U.E.A. Federicos se considera la topografía del sector, la morfología del yacimiento sus condiciones geotécnicas y las propiedades físicas y mecánicas del macizo rocoso, se considera que la dirección óptima de explotación de la cantera es NE-SW.

4.3.2. Ángulo de Talud de los Bancos

El Angulo de talud se determinará en función del tipo del material y la altura del banco. Cuanto más resistente es la roca y más bajo sea el banco, más vertical puede ser el ángulo de talud.

Normalmente para este tipo de roca de grado de dureza media, es aconsejable utilizar durante el trabajo ángulos entre 60 y 75°.

Una de las formas de cálculo es sobre la base del coeficiente de resistencia de Prodiakonov, que en este caso de acuerdo a los ensayos es 280 Kg/cm² entonces:

$$F = 280 / 100 = 2.8$$

$$\alpha_1 = \arctan (2.8)$$

$$\alpha_1 = 70^\circ; \text{ optamos por } 65^\circ$$

4.3.2.1. Bermas

Las bermas se utilizan como áreas de protección para detener los materiales que puedan desprenderse de los frentes de los bancos superiores, normalmente se recomienda del 30 al 40% de la altura del banco.

$$\text{Ancho min} = 6 * 40\%$$

$$\text{Ancho min} = 2.4 \text{ m}$$

4.3.3. Altura de los Bancos en Trabajo

La altura del banco se establece, generalmente a partir de las dimensiones de los equipos de excavación y carga, las características físicas – mecánicas del macizo y las exigencias de selectividad.

Fundamentalmente es el equipo de carga, y la altura máxima del cucharón, el condicionante para establecer la altura del banco. Este criterio permite utilizar la

pala o excavadora para sanear cualquier punto del frente de tal manera que permita mantener condiciones operativas de seguridad aceptables.

Existen varias formas de calcular la altura de los bancos, la más común es la siguiente:

$$Hb = 0.9 * H \text{ exc máx}$$

$$Hb = 0.9 * 7.60$$

$$Hb = 6.66 \text{ m, optamos por } 6 \text{ m}$$

Dónde:

Hb = altura del banco

H exc máx = máxima altura que alcanza el Brazo

H exc máx = 7.40m (Excavadora CAT -330DL).

4.3.4. Ancho de Plataformas de Trabajo

Para este tipo de trabajos es necesario espacio para el movimiento cómodo de los diferentes equipos que trabajen en la plataforma, mientras que la plataforma de receso comprende el espacio horizontal requerido para la restauración de la zona que ha sido explotado.

$$B_{pt} = A + C + T + B$$

$$B_{pt} = 5 + 17 + 4.80 + 2.4$$

$$B_{pt} = 29.20 \text{ m}$$

Dónde:

B= borde de seguridad, m

T= ancho de la vía, = 4.80 m.

C= espacio de maniobra de la excavadora, m

A= ancho de la pila de material (aproximadamente 3m)

Se procede a calcular las variables, para determinar el ancho de la plataforma de trabajo.

El espacio de maniobra para la excavadora depende del ancho de la excavadora, se calcula:

$$C = 1.5 Ae$$

Donde:

Ae = ancho de la excavadora según catálogo (3.34m)

$$C = 1.5 * 3.34$$

$$C = 5.01 = 5 \text{ m}$$

Finalmente, al reemplazar los valores tenemos:

$$B_{pt} = A + C + T + B$$

$$B_{pt} = 3 + 5 + 4.80 + 2.54$$

$$B_{pt} = 15.34 \text{ m}$$

En referencia a la dirección de explotación y a la topografía de la U.E.A. Federicos, las plataformas de trabajo serán de 15.34 m, recalcando que los volquetes accederán al frente de explotación en reversa (debido al ancho de la rampa de acceso que es de 4.80 m,

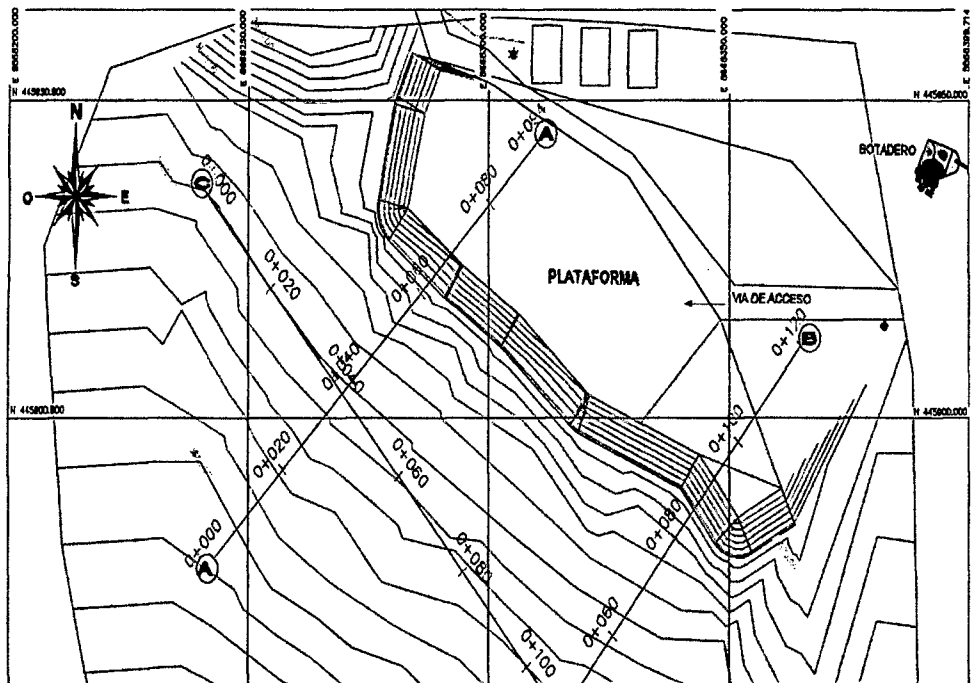


Ilustración I: vías de acceso y plataforma de trabajo.

4.3.4.1. Factor de seguridad del talud

El Factor de Seguridad es empleado por los Ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$F.S. = \text{Resistencia al corte} / \text{Esfuerzo al cortante}$

En superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

Soto Mestanza Marco A., Chávez Rodríguez Miguel A. Pág. 67

$F.S. = \text{Momento resistente} / \text{Momento actuante}$

Existen, además, otros sistemas de plantear el factor de seguridad, tales como la relación de altura crítica y altura real del talud y método probabilístico. La mayoría de los sistemas de análisis asumen un criterio de “equilibrio límite” donde el criterio de falla de Coulomb es satisfecho a lo largo de una determinada superficie. Se estudia un cuerpo libre en equilibrio, partiendo de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio. Calculada esta fuerza resistente, se compara con la disponible del suelo o roca y se obtiene una indicación del factor de seguridad.

Cálculo del factor de seguridad del talud aplicando Slide V 5.0

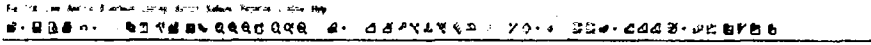
Características del modelo:

- ✓ Talud de material único del macizo rocoso, homogéneo.
- ✓ Ninguna presión de agua, seco.
- ✓ Búsqueda de superficie de desplazamiento circular (búsqueda de cuadrícula)

Primero ajustamos los límites de la región del dibujo, de manera que podamos ver al modelo siendo creado cuando ingresemos la geometría.

Select View – Limits (seleccione: vista – límites).

Se ingresa las coordenadas x – y mínimas y máximas en diálogo.



Fuente: Elaboración propia.

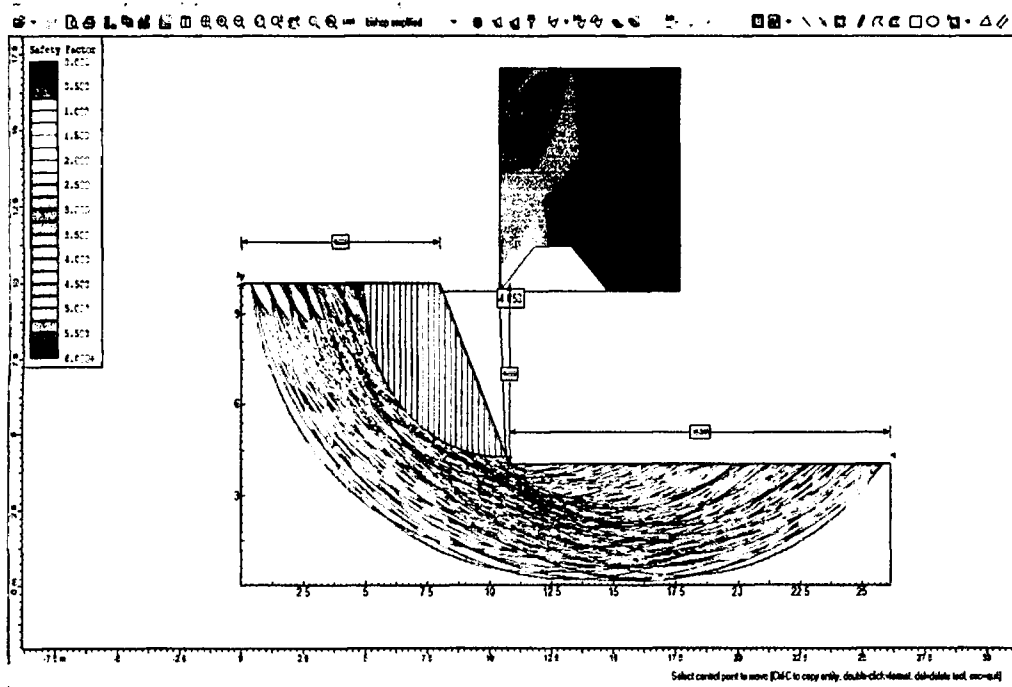


Ilustración II: factor de seguridad 4.85.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.4.2. Cálculo del Borde de Seguridad

Es el espacio de seguridad que se deja desde la arista superior del talud subyacente hacia la plataforma debido a la presencia de la cuña de desprendimiento.

$$B = H_b * \tan (\alpha_e - \alpha_1)$$

$$B = 6 * \tan (90 - 65)$$

$$B = 2.54m$$

Dónde:

α_e = ángulo del talud del banco valor máximo= 90°

α_1 = ángulo del talud del banco = 65°

H_b = altura del banco = 6m.

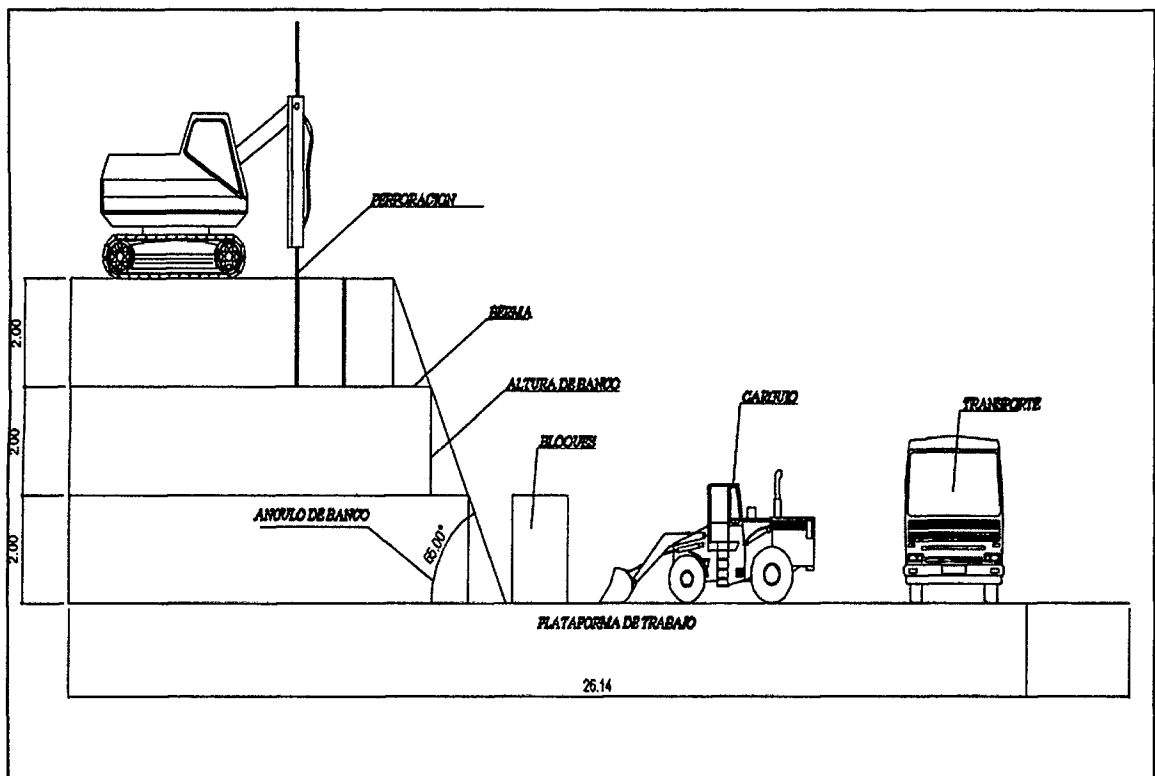


Ilustración III: Ciclo de operación

4.3.4.3. Cálculo del Ancho de la Vía (T)

Es el espacio de la plataforma que será ocupado para el normal desenvolvimiento de las actividades de carguío y transporte del mineral extraído en la fase de producción.

$$T = a * (0.5 + 1.5 n)$$

Donde:

a= ancho de vehículo según catálogo (Volqueta FMX), 2.40 m

n= número de carriles =1

$$T = 2.40 * (0.5 + 1.5 * 1)$$

$$T = 4.80 \text{ m}$$

4.3.5. Ángulo de Borde de la Cantera en Trabajo

$$\phi = \arctan \frac{Hb}{Hb(\cot \alpha_1) + Apt}$$

$$\phi = \arctan \frac{6}{6(\cot 63^\circ) + 37.50}$$

$$\phi = 4.7 = 5^\circ$$

Dónde:

α_1 = ángulo de talud del banco

Hb = altura del banco

Bpt = ancho de la plataforma de trabajo

4.3.6. Ángulo de Borde de la Cantera en Receso

Al terminar la explotación, después de haber extraído todas las reservas calculadas se deben dejar bancos que contribuyan al cierre de mina y remediación ambiental. En este caso dichos bancos serán de 6 m de alto con 75° de ángulo de talud.

Hay que tener en cuenta que, al variar las alturas en los bancos de liquidación, el ángulo de borde de la cantera varía, dicho ángulo se calcula:

$$\beta = \arctan \frac{Hc}{(n \text{receso} * Hb * \tan \phi) + (x * Nbr)}$$

$$\beta = \arctan \frac{30}{(4 * 6 * \tan 75^\circ) + (2.4 * 5)}$$

$$\beta = 16.45$$

Donde:

hc= profundidad límite de la cantera, 30 m

n receso= número de bermas en receso, 4

h= altura del banco en trabajo, 6 m

ϕ = ángulo de talud del banco en receso, 75°

X= ancho de berma de resguardo (40% de la altura del banco), 2.4 m

Nbr= número de bancos en receso, 5

4.4. ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL PROCESO DE EXPLOTACION EN LA U.E.A.

➤ ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL DESTAPE.

La construcción de accesos y el destape de la sobrecarga se efectuará con un tractor de orugas CAT D-6T, una vez que el sitio se encuentre destapado éste procederá al arrastre del material hacia el talud por donde aprovechando la gravedad será arrojado hacia la plataforma de recepción.

➤ ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL ARRANQUE E.

Se realizará con una perforadora Track drill Furukawua HCR 900-DS con tren de rodaje. La perforación es por rotopercusión y el diámetro de perforación es de 2.5 – 3 pulgadas.

➤ **ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL CARGUIO.**

Mediante el empleo de una cargadora CAT 938G con una capacidad del cucharón de 2.5 m³ (CATERPILLAR, 1991).

➤ **ELECCION DE LA MAQUINARIA PARA EL TRANSPORTE INTERIOR MINA.**

Volquete FMX 440 de 15 m³ de capacidad.

4.5. CALCULO DE RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS

➤ **CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL TRACTOR CAT D6T**

Se asume una distancia máxima de 50m de empuje.

$$Re = \frac{60 * Ch * E}{Tc}$$

Donde:

E = Eficiencia operativa (0.66 regular de tablas)

Tc = tiempo del ciclo empuje (2.502 min)

Ch = Capacidad de la hoja (5m³)

$$Re = \frac{60 * 5 * 0.66}{2.502}$$

$$Re = 79.2m^3/h$$

La profundidad, espaciamento y longitud de las pasadas tendrán un valor que estará determinado por las características del material y condiciones de trabajo.

Cálculo de la capacidad de la hoja

$$Ch = 0.8 * h^2 * L h$$

$$Ch = 0.8 * (1.4)^2 * 3.2$$

$$Ch = 5 m^3$$

Dónde:

h = altura de la hoja (m)

L h = longitud de la hoja (m)

Tiempo del ciclo empujando

Tiempo fijo (T_f).- maniobra de acuerdo a las condiciones de trabajo = 0.25 min

Tiempo Fijo de Maniobra

Condiciones de trabajo	Tiempo fijo
Medias	0.15- 0.25
Favorables	0.10-0.15

Fuente: Manual de Áridos del ETSI de Minas de Madrid.

Tiempo variable (T_v)

$$T_v = \frac{\text{dist de ida}}{\text{Velocid. de ida}} + \frac{\text{dist de vuelta}}{\text{Velocid. de vuelta}} * \frac{60}{1000}$$

$$T_v = \frac{50\text{m}}{2\text{Km/h}} + \frac{50\text{m}}{4\text{Km/h}} * \frac{60}{1000}$$

$$T_v = 2.25\text{min}$$

Tiempo total del ciclo de empuje: $T_f + T_v = 0.25 + 2.25$

Tiempo total del ciclo de empuje: = 2.50 min. / Ciclo

➤ CALCULO DEL RENDIMIENTO DE LA CARGADORA CAT 950G

$$R_p = \frac{60 * C_c * E * F}{T_c}$$

Dónde:

Cc = capacidad del cucharón = 2.5 m³ del catálogo

E = factor de eficiencia operativa (regular) = 0.66 de tablas

F = factor de llenado del cucharón (difícilmente excavable) = 0.8 de tablas

Tc = Tiempo promedio (3 medid.) del ciclo medido in situ: = 45seg = 0.75min

Tabla 4: Factor de Llenado

MATERIAL A CARGAR	PALAS DE RUEDAS	EXCAVADORA	DRAGALINA
Fácilmente excavable	0.95- 1.00	0.95-1.00	0.95-1.00
Excavabilidad media	0.80- 0.95	0.85-0.95	0.85-0.95
Difícilmente excavable	0.50- 0.80	0.75-0.85	0.70-0.80

Fuente: Manual de Áridos del ETSI de Minas de Madrid.

$$R_p = \frac{60 * 2.5 * 0.66 * 0.8}{0.75}$$

$$R_p = 105.6m^3/h$$

➤ **CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA EXCAVADORA CAT 330DL**

$$R_E = \frac{V_c * 3600 * F_e * F'_e * C_t}{T_c}$$

Dónde:

Vc = capacidad del cucharón = 2 m³ del catálogo

Fe = factor de eficiencia operativa (regular) = 0.70-0.80 de tablas

F'e = factor de llenado del cucharón (moderadamente excavable) = 0.65 de tablas

Tc = Tiempo promedio (4 medid.) del ciclo medido in situ: = 26 seg = 0.44min

Ct = Coeficiente de transformación: = 1

Clase de Terreno	Perfil	Material esponjado	Material compactado
Tierra	1	1.25	0.9
Arcilla	1	1.4	0.9
Arena-grava	1	1.1	0.9

Fuente: Manual de Áridos del ETSI de Minas de Madrid.

$$RE = \frac{2m^3 * 3600 * 0.75 * 0.65 * 1}{0.44min}$$

$$RE = \frac{2m^3 * 3600 * 0.75 * 0.65 * 1}{0.44min}$$

$$RE = 79.77m^3/h$$

➤ CALCULO DEL RENDIMIENTO DEL VOLQUETE

transporte desde el frente de explotación al sitio de cancha de acopio, 200 m de distancia)

$$Rv = \frac{60 * Cv * E}{Tc}$$

Donde:

Cv = capacidad del balde volquete = 15m³

E = factor de eficiencia operativa (regular) = 0.70 de tablas

Tc = 6 min.

Cuando no se conoce el ciclo la forma de cálculo es la siguiente:

Tiempos fijos

El tiempo total del ciclo se obtiene sumando a los tiempos fijos de carga, maniobras, etc., los invertidos en el trayecto de ida y vuelta.

$$N^{\circ} \text{ de Cucharones} = \frac{\text{Capacidad de tolva}}{\text{Capacidad de cucharon}} * 0.85$$

$$N^{\circ} \text{ de Cucharones} = \frac{15}{2.5} * 0.85$$

$$N^{\circ} \text{ de Cucharones} = 5$$

Tiempo de cargado con pala = 50seg *5cuch = 4min

Tiempo de descarga y maniobras = 1.5 min medición in situ

Tiempos variables

Los tiempos de acarreo y retorno se calculan dividiendo la distancia de transporte entre las velocidades medias en ambos trayectos.

$$T_{\text{transp.}} = \frac{D \text{ trayecto ida}}{V_m} + \frac{D \text{ trayecto vuelta}}{V_{\text{mvacio}}}$$

$$T_{\text{transp.}} = \frac{D \text{ trayecto ida}}{V_m} + \frac{D \text{ trayecto vuelta}}{V_{\text{mvacio}}}$$

$$T_{\text{transp.}} = \frac{200\text{m}}{5.55\text{m/s}} + \frac{200\text{m}}{6.92\text{m/s}} = 64.90 \text{ seg} = 1 \text{ min}$$

Dónde:

dist. trayecto de ida = dist. trayecto de vuelta = 50 m

$V_{\text{media}} = 20 \text{ Km/h}$

$V_{\text{media}} = 5.55 \text{ m/s}$

$V_{\text{media vacio}} = 25 \text{ Km/h}$

$V_{\text{media vacio}} = 6.92 \text{ m/s}$

Tiempo total del ciclo = Tiempos fijos + Tiempo variable

Tiempo total del ciclo = 5.5 + 1 = 6 min

$$R_v = \frac{60 * 15 * 0.7}{6}$$

$$R_v = 630 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL TRACK DRILL FURUKAWUA HCR 900-DS

El tonelaje a extraer es de 2500 Ton o lo que es lo mismo 961.5 m³, entonces:

$$L_p = \frac{\text{m}^3 \text{ min. ext.}}{P_e}$$

Donde:

L_p = longitud de perforación m.

P_e = Perforación específica = 6.96 m³/m(catalogo)

➤ **TIEMPO DE PERFORACION**

$$L_p = \frac{961.5}{7} \quad L_p = 138m$$

$$T_p = \frac{L_p}{V_m}$$

Donde:

V_m = velocidad media de perforación = 25m/h (según tabla)

$$T_p = \frac{138}{25} \quad T_p = 5.52 \text{ h} = 6h$$

$$RP = \frac{961.5}{6} = 160.25m^3/h$$

Tabla 5: Rendimientos Mecánicos de Equipos de Perforación

	DIÁMETRO	PROFUNDIDAD		N° DE OPERA.	VEL.	VEL.
		MÁXIMA (m)	MEDIA (m)		PEN. (cm/min)	PERF. (m/h)
Martillo de mano 20 kg	32-48	1.3	1.0	1	25	4
Martillo de mano 30 kg	38-45	3.0	2.0	1	35	6
Carro sobre orugas (martillo en cabeza)	64-100	20.0	10.0	1-2	60	19
Carro sobre orugas (martillo en fondo)	85-150	30.0	15.0	1-2	40	13
Carro sobre orugas pequeño	50-75	20.0	10.0	1-2	80	25
Carro sobre orugas grande	64-125	30.0	15.0	1-2	100	35

CAPÍTULO V

5. PROCESO DE COMERCIALIZACION Y INDUSTRIALIZACION

5.1. Ubicación y tamaño de planta

Macro localización

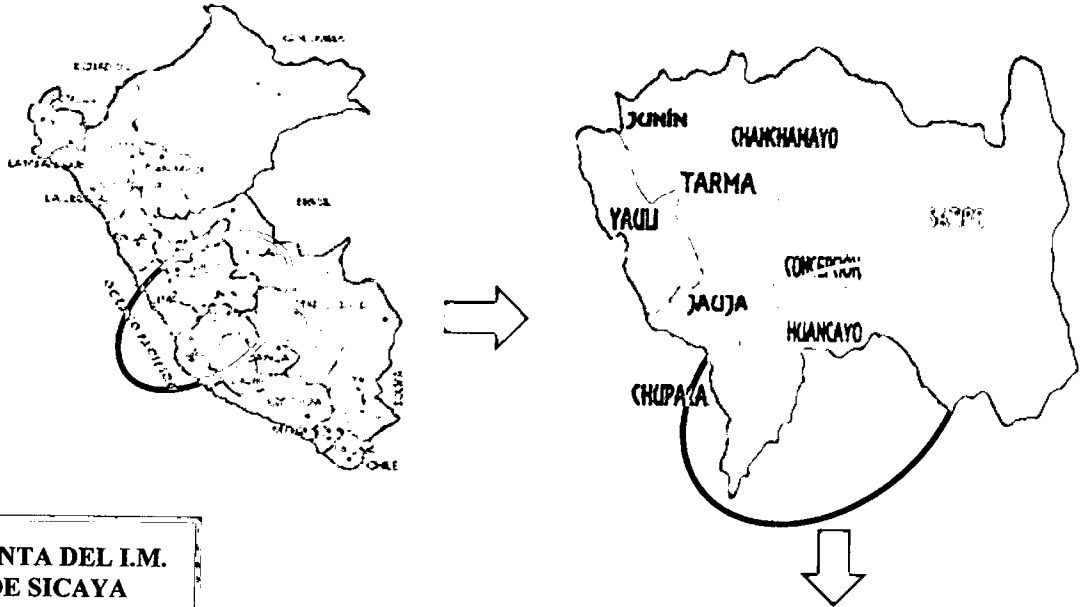
La planta que se utilizará para el proceso de manufactura será la planta del Instituto de mármol de Sicaya.

UBICACIÓN

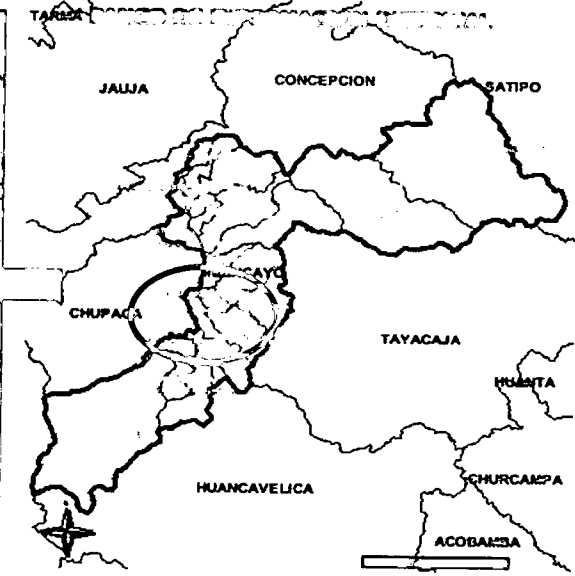
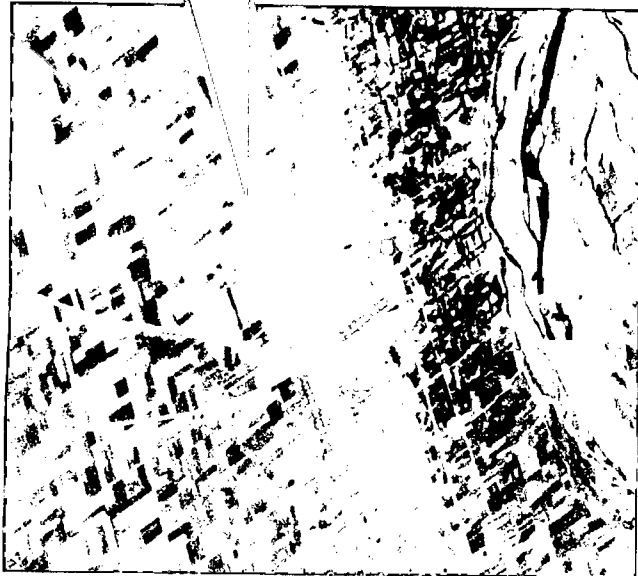
El distrito de Sicaya está ubicado a 3273 m.s.n.m. y cuenta con una superficie de 42.30 kilómetros cuadrados. La población de Sicaya está conformada aproximadamente por 7936 personas. A continuación, se presenta el mapa político de la provincia de Huancayo y ahí también se apreciará al distrito de Sicaya que está ubicado a unos 13 kilómetros de distancia del centro urbano de la ciudad de Huancayo.

MAPA Nº 2

UBICACIÓN NACIONAL DEPARTAMENTAL PROVINCIAL DISTRITAL Y LOCAL



PLANTA DEL I.M. DE SICAYA



5.2. Ingeniería de la industrialización

En esta etapa los bloques son trasladados desde la cancha mediante grúa puente, para depositarlo sobre el carro porta – bloques, en donde se fija los bases firmemente.

Posteriormente el bloque es llevado por el carro porta- bloques sobre rieles hasta debajo debajo de la maquina corta-bloques. Esta máquina es la que genera la provisión de material a procesar para el resto de la línea por lo que es el limitante de la capacidad productiva, El corta-bloque entonces actúa retirando y recuadrando la primera cama de trabajo, cuya profundidad de corte será igual a la altura de baldosa que se requiere obtener. Mediante pasadas sucesivas de uno o varios discos diamantados, va cortando el bloque obteniéndose tiras (placas o filagnas) de espesor aproximado al doble de la baldosa final y de longitud igual al máximo posible que se puede obtener.

Posteriormente las filagnas son recuadradas en sus extremos mediante una maquina “descabezadora de tiras” monodisco, de esta forma se logra retirar las imperfecciones fruto del corte del bloque en cantera.

La filagna es llevada a la maquina calibradora que rectificará la superficie y obtendrá el espesor nominal final, dejándola además alisada para poder recibir la capa de resina de poliéster.

Posteriormente se seca las filagnas y se le aplican manualmente una capa de poliéster para sellar la superficie y así obtener un producto de mayor aceptación en el mercado objetivo.

Esta filagna luego es abrillantada y cortada a medias finales de baldosa. Finalmente, las baldosas son secadas mediante sopladores y un túnel de calor, de esta manera las baldosas se encuentran listas para el embalaje.

La manera más común de exportar mármol o travertino es en forma de baldosas o planchas pulidas de diferentes medidas, siendo las más comerciales de: 12"x12", 16"x16", 24"x24" a 1.0 y 1.5 cm de espesor.

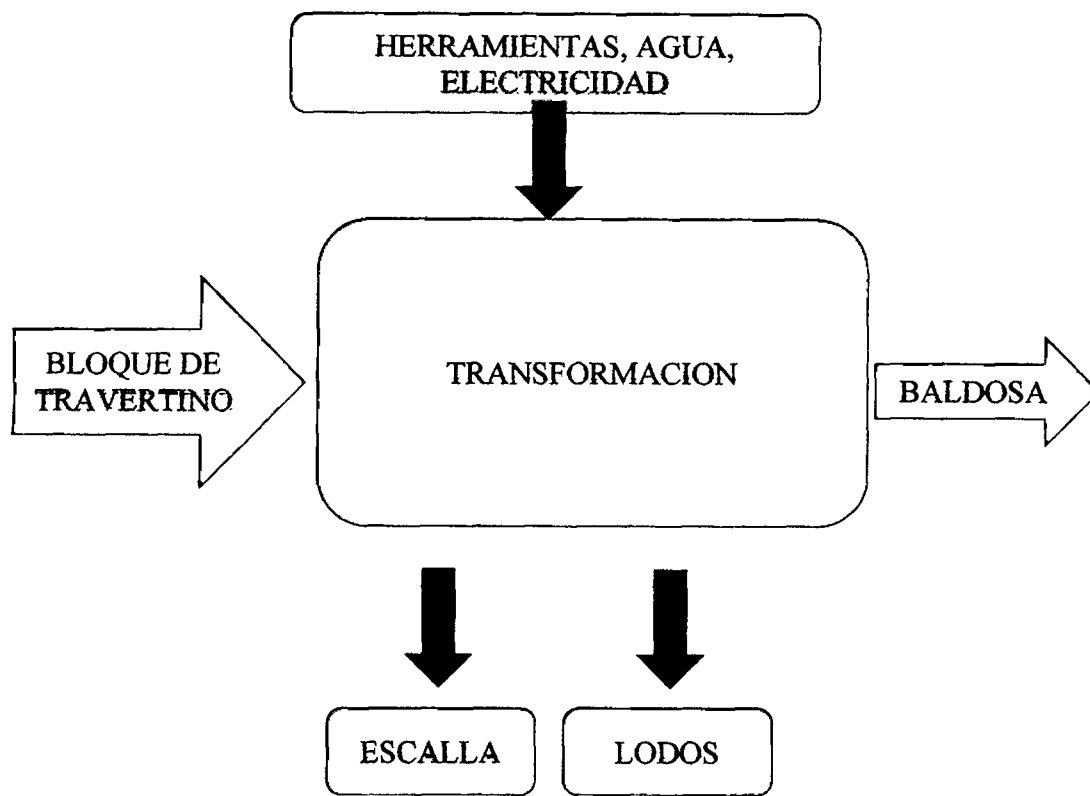


Figura 1. Diagrama del proceso de transformación

5.3. Cancha de recepción de Travertinos

Es un espacio designado para la recepción de bloques de travertinos, en donde se almacenará por un periodo de tiempo y luego será trasladado mediante la grúa puente para ser procesados.

Dicho establecimiento contara con los estándares de seguridad establecidos dentro de la cancha, para evitar accidentes por aplastamiento de estos bloques.

5.3.1. Puente grúa

Puente grúa, es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industrias, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical. Un puente grúa se compone de un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales del edificio con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas. El guinche, también

conocido como polipasto, es el dispositivo de izaje de la grúa, se desplaza junto con el puente sobre el cual se encuentra; el guinche, a su vez se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

El puente grúa se ubicara en un espacio determinado para el descargue de bloques de travertinos y colocar en la cancha de recepción y luego será trasladado para ser cortado con cortadora de puentes.

Fotografía 04: puente grúa



Fuente: Planta del Instituto de mármol de Sicaya

5.3.2. Cortadora

La cortadora es una máquina construida en hierro fundido, el movimiento de los ejes se realiza sobre guías a recirculo de esferas, mediante cremallera de alta precisión, reductor de juego reducido.

En el modelo Base, la máquina dispone de 3 ejes interpolados (X,Y,Z), controlados por un control numérico de 4 ejes interpolados, el cuarto viene usado para visualizar la posición de la mesa que gira de forma manual. La inclinación del

cabezal en el modelo base se realiza mediante volante, pero los cortes vienen gestionados por el CNC que interpola los ejes Z e Y, consiguiendo realizar cortes a inglete a pasadas en el interior de las piezas.

Las sierras cortabloques se encuentran a la cabeza de la fabricación en grandes series de productos terminados cuadrados y rectangulares de medida constante o variable, procediendo directamente al corte de los bloques según un ciclo específicamente desarrollado y puesto a punto en el curso de los diez últimos años, aunque limitado a las rocas de dureza media y planchas con anchuras que, en general, no superan los 60 cm. También se utilizan cuando el bloque es muy irregular y es desaconsejable su corte con telar debido al bajo rendimiento y elevado coste que supondría. Al disponer de discos diamantados de gran diámetro se pueden realizar cortes muy profundos en sucesivas pasadas de 3 a 5 cm cada una, llamadas "incrementos", empleándose uno o varios discos verticales en paralelo, normalmente de 3 a 12 cm, que pueden cortar en un sentido o en ambos, y obteniéndose tiras divididas cuyo ancho en conjunto puede llegar a ser 30 cm. El número de "incrementos" necesarios para alcanzar una profundidad dada disminuye con la serrabilidad de la roca.

Asimismo, estos equipos suelen estar dotados de un disco horizontal acoplado con el vertical y que permite obtener baldosas cuyos lados paralelos tienen una altura máxima igual a $1/3$ del diámetro del disco vertical. El corte horizontal se efectúa una vez que las tiras están cortadas a la profundidad definitiva. La potencia de estas máquinas es de 112 kW para el motor vertical y de 37 kW para el horizontal, consumiéndose el 50-60 % de la potencia instalada. Por medio de diversos ensayos de laboratorio se ha podido comprobar la relación existente entre la velocidad periférica del disco y la serrabilidad, para obtener los resultados más idóneos.

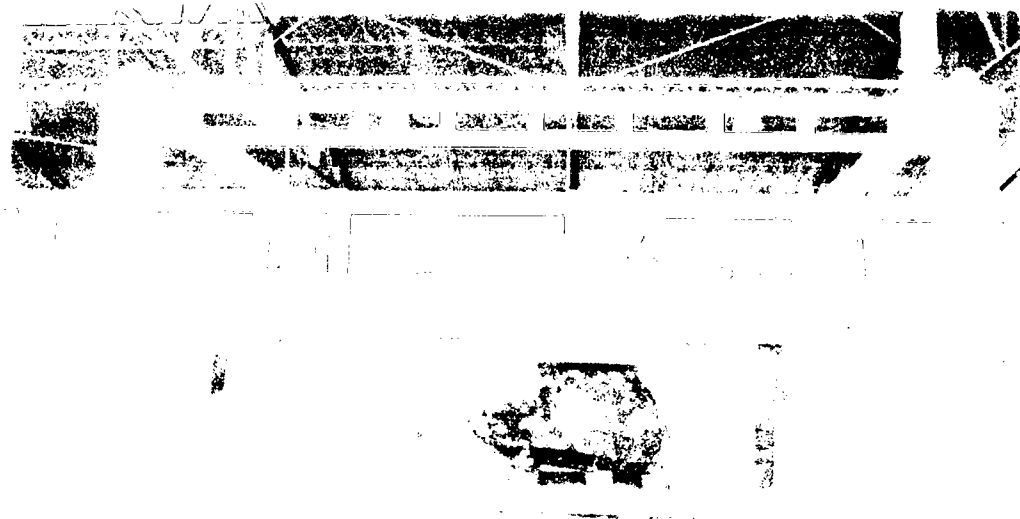
Cada régimen de corte, función de la mayor o menor serrabilidad de la roca, tiene una velocidad de disco óptima. Al aumentar la velocidad del disco, aumenta la velocidad de corte y con ella el par de torsión. Así, para el caso del travertino, un régimen de corte de 150 cm²/min con una velocidad periférica de 26m/s, necesita

una potencia media de corte de 2.6 kW y un par de torsión de 0.2 Nm. Para una velocidad de corte de 600 cm² /min la velocidad de disco óptima es de 38 m/s , con una potencia media de 7.7 kW y un par de torsión de 0.39 Nm.

Por ello, al tener unos parámetros óptimos de corte cada tipo de roca, éstos han de estudiarse en cada planta con el fin de abaratar los costes de aserrado al ser uno de los que más pesan de todo el proceso de elaboración de la roca ornamental.

El consumo de agua para la refrigeración del corte y evacuación de detritus varía desde los 35 a 60 L/min por disco vertical, hasta los 25 L/min para el disco horizontal.

Fotografía 5: Cortadora De Puente



Fuente: Planta del Instituto de mármol de Sicaya.

5.3.3. Enmallado y retapado

Es común que, al momento de ser cortados en láminas, los bloques presenten imperfecciones (huecos). Para subsanar estas irregularidades, se aplica un material importado de España e Italia fabricado a base de resina epóxica, que tiene

la propiedad de reforzar la lámina para que pueda resistir la fricción a la que será sometida en el proceso de pulido.

Antes de pasar a la fase de pulido y abrillantado, las placas se recubren con poliéster, con la finalidad de terminar de cubrir cualquier alteración.

5.3.4. Pulido y abrillantado

Las láminas inician su fase de abrillantamiento, consistente en la aplicación de abrasivos y agua. En los casos en que se registren síntomas de porosidad, se aplica a las placas un relleno de resina transparente para retornarlas al proceso de pulido.

se procederá a la obtención de superficies planas y lisas a partir de las planchas obtenidas directamente del bloque para ello se utilizan diferentes muelas abrasivas de grano progresivamente decrecientes montada sobre una pulidora.

Imagen 6: pulido y abrillantado

Fotografía 06: pulido y abrillantado



Fuente: Planta del Instituto de mármol de Sicaya.

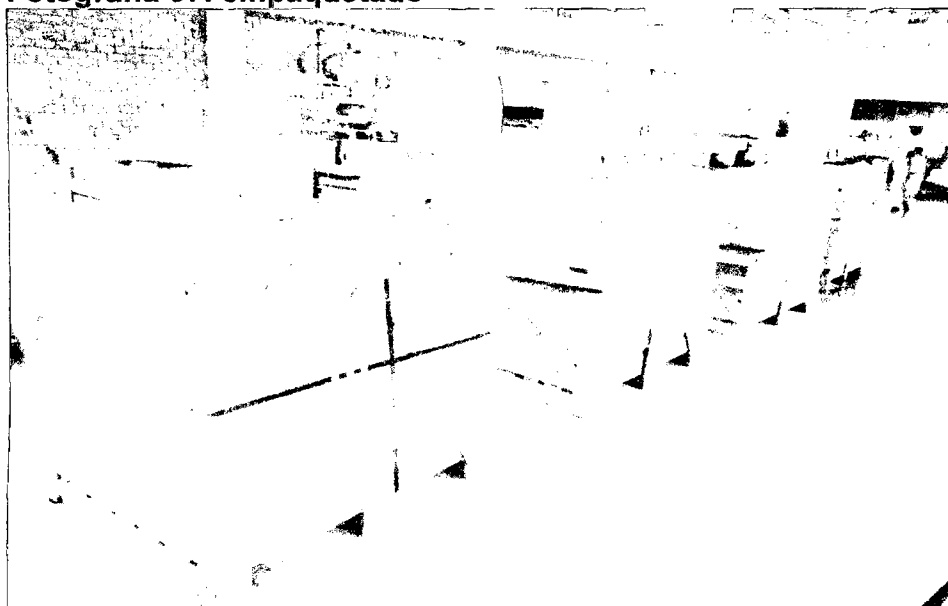
5.3.5. Segmentación o calibrado

Se realizan cortes de acuerdo al diseño o a las especificaciones requeridas por los clientes. Para cumplir cabalmente las instrucciones de los demandantes el producto puede ser sometido a una rectificación de medidas, las medidas que trabajarán en la planta son los requeridos por las empresas de diferentes tamaños y medidas

5.4. Despacho y envío al Callao

Es el proceso final dentro de la Planta que consiste en encajonar las baldosas de travertinos de acuerdo a las medidas requeridas por los mercados en cajas de roble corriente tratadas a 55°C. estos son cargados en camiones de doble eje y enviados al puerto del Callao para su despacho a los mercados extranjeros en este caso a los EE.UU.

Fotografía 07: empaquetado



Fuente: Planta del Instituto de mármol de Sicaya.

5.5. COSTOS DE PROCESO DE TRANSFORMACION Y TRANSPORTE

Costo de transporte de la mina-planta	: S/.30.00 / Ton
Descargue y Traslado con grúa puente	: S/. 0.30 / Ton
Cortado	: S/. 0.50 / m
Enmallado y pulido	: S/. 0.50 / m2
Pulido y abrillantado	: S/. 0.70 / m2
Segmentación o calibrado	: S/. 0.50 / m2
Empaquetado	: S/. 5.00 / caja
Costo Total en la planta	: S/. 37.50/ BALDOSA
Costo de Transporte de planta a callao	: S/ 60.00 /Ton

Fuerza laboral

La fuerza laboral estará dada por los obreros y empleados, quiénes desarrollarán diferentes actividades de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro 4: Fuerza Laboral

AVTIVIDAD	OBREROS	EMPLEADOS	TOTAL
CORTADORA	2	1	3
PULIDO	1		1
ACABADOS	1	1	2
GUARDIAN	1		1
total	5	2	7

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

6. EVALUACION TECNICA ECONOMICA

6.1. Evaluación económica del proyecto

Para el proceso de estimación de costos es importante identificar los principales mecanismos de los mismos, que establece que, en cualquier distribución global de conceptos que tiene un efecto variable sobre los costos, aproximadamente el 20% de los conceptos principales producen el 80% de los efectos totales sobre dichos costos.

Esto implica que no siempre, por tener identificados muchos componentes de costos, la precisión de la estimación aumenta, ya que solo unos pocos son los que tienen una gran influencia.

Bajo este sentido el análisis económico de este proyecto, se realizó con el objeto de determinar si la ejecución del mismo es económicamente rentable o no, ya que la inversión es considerable, por lo tanto, es indispensable disponer de esta información.

En este análisis se tomó en cuenta, todos los elementos que inciden en el proyecto, tales como los costos directos que incluyen mano de obra, equipos, materiales e insumos, y los costos indirectos donde se incluyen los costos por administración y otros.

Para realizar el estudio económico del proyecto de extracción de travertinos en la U.E.A. "Federicos", se consideró los siguientes aspectos:

La infraestructura requerida para iniciar las actividades.

- ✓ El equipo necesario
- ✓ Los costos de operación de acuerdo a datos reales y/o actuales,

- ✓ Los gastos administrativos.

6.2. Inversiones fijas

En la industria minera por su naturaleza y complejidad de ejecución exige a los inversionistas el desembolso de grandes cantidades de dinero los cuales se transforman en un constante flujo de capital para poner en marcha las distintas actividades de explotación (destape, perforación, voladura, carguío, transporte y procesamiento de mineral), todo este flujo de dinero tiene que ser constantemente evaluado a fin de poder alcanzar el máximo rendimiento del capital invertido.

Cabe recalcar que el rendimiento de la inversión está sujeto a variación debido a un conjunto de fenómenos de mercado externos (inflación, oferta-demanda, competencia, impuestos, etc.) que son propios de la economía de mercado capitalista a la que estamos sujetos, por lo tanto, el estudio económico ha de estar en el mayor grado posible sujeto a los parámetros anteriormente enunciados a fin de que la evaluación económica sea fiable.

En las inversiones se han considerado todos aquellos valores invertidos de:

- ✓ Gastos previos.
- ✓ Construcción de infraestructura.
- ✓ Ingeniería de diseño.
- ✓ Equipo y maquinaria para la explotación.
- ✓ Preparación de la mina.
- ✓ Explotación de la Mina.
- ✓ Equipos de seguridad y rotulación.
- ✓ Servicios básicos.
- ✓ Imposiciones.
- ✓ Estos parámetros se detallan a continuación.

6.2.1. Gastos Previos

Dentro de los gastos previos se considera los siguientes.

- ✓ levantamiento topográfico.
- ✓ geología local.
- ✓ análisis estructural.

- ✓ pruebas físico-mecánicas.
- ✓ elaboración de planos.
- ✓ licencia ambiental.
- ✓ trincheras evaluación de reservas.

a continuación, se indican los costos respectivos.

Cuadro 4: Subtotal Inversiones por Gastos Previos.

GASTOS	COSTOS (COP)
Topografía	2,500.00
Geología	1,500.00
EIA	10,000.00
Evaluación de reservas	2,000.00
Planos	1,200.00
Trincheras	700.00
total	17,900.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

➤ COSTO POR CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTO

Para determinar el costo de la construcción del campamento, se tomó en cuenta las necesidades indispensables del personal técnico, administrativo y trabajadores; además, se consideró el número de personas requeridas en la cantera.

El área de construcción del campamento es de 200 m² dividida de la siguiente forma:

- ✓ Vivienda : 150 m²
- ✓ Oficina : 25 m²
- ✓ Bodega : 25 m²

SERVICIOS AUXILIARES

- ✓ 01 depósito de IPP : 4 x 4 m.
- ✓ 01 almacén de herramienta : 3 x 3 m.
- ✓ 01 área para el depósito de agua (cilindros) : 2 x 2 m.
- ✓ 01 silo para el uso del personal : 1,2 x 4 m.

- ✓ 01 poza de sedimentación : 3 x 7 m.
- ✓ 01 trinchera para residuos : 9 x 10 m.
- Área total de instalaciones Auxiliares : **126,46 m²**

El costo por m² de construcción para el Campamento es de:

- ✓ Vivienda :150 S./m²
- ✓ Oficina : 150 S./ m²
- ✓ Bodega : 95 S./ m²

El costo por m² de construcción para instalaciones Auxiliares es de:

- ✓ 01 Depósito de IPP : 80 S./m².
- ✓ 01 Almacén de herramienta : 80 S./m².
- ✓ 01 Area para el depósito de agua (cilindros) : 40 S./m².
- ✓ 01 Silo para el uso del personal : 30 S./m².
- ✓ 01 Poza de sedimentación : 15 S./m².
- ✓ 01 Trinchera para residuos : 10 S./m².

El costo de construcción de la vivienda incluye edificación y equipamiento (camas, veladores, closets, muebles de cocina, equipos de cocina, muebles de comedor y sala de estar).

Cuadro 5: Costo por Construcción de Campamento.

INFRAESTRUCTURA	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
Vivienda	150	22,500.00
Oficina	150	3,750.00
Bodega	95	2,375.00
SUB TOTAL		28,625.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6: Costo por Construcción de Servicios auxiliares.

INFRAESTRUCTURA	COSTO UNIT. S/.	COSTO TOTAL S/.
Depósito de IPP	80	1,600.00
Almacén de herramienta	80	720.00
Area para el depósito de agua	40	192.00
Silo para el uso del personal	30	144.00
Poza de sedimentación	15	630.00
Trinchera para residuos	10	900.00
SUB TOTAL		4,186.00

Fuente: Elaboración propia

➤ **COSTO DE EQUIPAMIENTO DE OFICINA.**

Cuadro 7: Costo por Equipamiento de Oficina.

Descripción	Costo total s/.
Mobiliario de oficina	1,300.00
Equipo de oficina	900.00
Equipo de computación	2,500.00
Equipo de comunicación	1,800.00
SUBTOTAL	6,500.00

Fuente: Elaboración propia

➤ **COSTO POR CONSTRUCCIÓN DEL GALPÓN.**

Para la construcción del galpón, se tomó en cuenta las necesidades indispensables del almacenamiento, cuidado y mantenimiento de la maquinaria. Teniendo en cuenta todas las especificaciones técnicas de seguridad y protección ambiental.

El galpón para la maquinaria contara con un área construida de 185 m², con la siguiente distribución: 120 m² para el almacenamiento, cuidado y mantenimiento de la maquinaria, 40 m² para el taller mecánico y 25 m² para la bodega.

Cuadro 8: costo por Construcción del Galpón.

Descripción	Area (m2)	Costo Unt. s/.	Costo Total s/.
Galpón	120	120	14,400.00
Taller mecánico	40	120	4,800.00
Bodega	25	120	3,000.00
SUBTOTAL			22,200.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Resumen de costo por Construcción de Infraestructura

Descripción	Costo Total s/.
Construcción de Campamento	28,625.00
Servicios Auxiliares	4,186.00
Equipamiento de Oficina	6,500.00
Construcción Galpón	22,200.00
TOTAL INFRAESTRUCTURA	61,511.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. INGENIERÍA DE DISEÑO

Cuadro 9: Costo por Ingeniería de Diseño.

Descripción	Costo s/.
Costo de diseño de explotación	8,000.00
Maqueta	1,500.00
Total Ingeniería de Diseño	9,500.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.4. EQUIPO Y MAQUINARIA PARA LA EXPLOTACIÓN

Tabla 10: Costo por Adquisición de Equipo y Maquinaria.

Equipo	Costo unitario s/.
perforadora tracdrill Forukawa	330,000.00
Tractor CAT D6T	750,000.00
Excavadora CAT - 336	740,000.00
Cargador frontal CAT 950G	540,000.00
Volquete FMX 440	352,000.00
Total Equipo y Maquinaria	2,712,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.5. PREPARACIÓN DE LA MINA

Para la preparación de la mina, se consideró un rubro para la construcción de la trinchera principal, lastre con la colocación de la subbase y base, nivelación, compactación, drenajes, etc. desde la carretera más cercana hasta el interior mina, con una longitud de 300m.

Cuadro 10: Subtotal Inversiones por Preparación de la Mina.

Descripción	Costo s/.
500m de ampliación y afirmado de la vía	9,000.00
Total Preparación de la Mina	9,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.6. EQUIPOS DE SEGURIDAD Y ROTULACIÓN

Los Equipos de Seguridad, está comprendido por cascos, guantes, mamelucos, botas, mascarillas, chalecos, lentes, estos equipos tendrán una vida útil de 6 meses y los rótulos de seguridad tendrán una vida útil de 24 meses.

Cuadro 11: costo por Equipos de Seguridad y Rotulación.

Descripción	Costo s/.
Equipos de seguridad	5,000.00
Rótulos de prevención	1,500.00
Total Equipos de Seguridad y Rotulación	6,500.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.7. SERVICIOS BÁSICOS

➤ Costo por Obras de Captación y Conducción de agua

La U.E.A. "Federicos" de la CIA ARTRUAS S.A.C. no cuenta con el servicio de agua potable, razón por la cual, es necesario realizar obras de captación y conducción de agua para el consumo humano y actividades del proyecto. El agua transportada será almacenada en un reservorio de concreto armado de $F_c=210$ Kg/cm², de 25 m³ de capacidad, esta agua será usada en los sanitarios.

Para el abastecimiento de agua, para consumo humano se construirá una cisterna de 5 m³ de capacidad.

Esta obra tiene un costo de S/. 19,500.0 distribuido de la siguiente manera:

1. Tendido de 200m de tubería de 1" subterránea desde la captación, conducción de agua hasta el Reservorio S/.5,000.00.

(Costo metro lineal de tendido de tubería de 1 pulgadas para captación y conducción de agua S/.25).

2. Reservorio S/. 12,500.00.

Área de construcción 25 m²

Costo metro cuadrado de construcción S/. 500.

3. Cisterna S/. 2,000.00.

Área de construcción 4 m²

Costo metro cuadrado de construcción S/.500.00.

➤ **Costo por Construcción de Sistemas de Aguas Servidas y Lluvia**

La U.E.A. FEDERICOS no cuenta con alcantarillado, por lo que es necesario la construcción de un pozo séptico y obras de drenajes como: canales y cunetas para recoger las aguas utilizadas en las oficinas y las aguas de lluvia.

El costo de estos sistemas es de 1600 \$ los cuales, se distribuye de la siguiente manera:

1.- Pozo séptico S/. 1,200.00

Área de construcción 5 m²

Costo metro cuadrado de construcción S/. 240.

2.- Obras de drenaje S/. 1,250.

Área de construcción 50 m

(Costo metro lineal de tendido de tubería de 4 pulgadas para drenaje y construcción de canales y cunetas para recoger aguas de lluvia S/.95).

➤ **Costo por Construcción del Relleno Sanitario**

En el sector minero se carece de recolección de desechos inorgánicos degradables, no degradables y especiales, razón por la cual, se requiere de la construcción de un relleno sanitario que evitará perjuicios al medio ambiente y peligros para la salud.

El costo de construcción de este relleno sanitario es de S/.1, 800.

Área de construcción del relleno sanitario 15m²

Costo metro cuadrado de construcción S/. 120.

➤ **Costo por Tendido de Red Eléctrica**

La U.E.A. Federicos se encuentra ubicada a unos trescientos metros del lugar por donde pasa el tendido de la red de energía eléctrica, por lo cual, se requiere extender dicha red para proveer al proyecto de este servicio.

El costo de extender aproximadamente 300 metros de cables de red eléctrica para proveer al proyecto minero es de: S/. 13,500.

➤ **Costo por Construcción del Sistema de Almacenamiento y Despacho de Combustible**

El combustible será almacenado en un tanque de 1.000 galones.

El suministro se lo realizará por medio de un tanquero.

El costo de la elaboración e instalación del sistema de almacenamiento y despacho de combustible es de S/. 5,000.

Cuadro 12: costo de Servicios Básicos

Descripción	Costo S/.
Obras de captación y conducción de agua	19,500.00
Sistemas de aguas servidas y lluvia	2,450.00
Relleno sanitario	1,800.00
Tendido de red eléctrica 800m	13,500.00
Almacenamiento y Despacho de Combustible	5,000.00
SUBTOTAL SERVICIOS BASICOS	42,250.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13: costo Total de Inversión fija

Descripción	Costo S/.
Gastos previos	17,900.00
Construcción de infraestructura	61,511.00
Ingeniería de diseño	9,500.00
Equipo y maquinaria	2,712,000.00
Preparación de la mina	9,000.00
Equipos de seguridad y rotulación	6,500.00
Servicios básicos	42,250.00
TOTAL	2,858,911.00

Fuente: Elaboración propia.

6.3. COSTOS POR OPERACIÓN DE MAQUINARIA

CALCULO DE COSTO HORARIO DEL TRACTOR CAT D6T

Producto	Tractor Oruga
Modelo	CAT D6T
Valor de Adquisición (Va)	S/. 750,000.00 (Sin IGV)
Potencia	205 HP
Peso de operación	36,151 kg (Aprox.)
Vida Económica Útil (VEU)	n=5años, 2,000 horas anuales = 10,000 horas
Valor de rescate (Vr)	25% del Va = S/. 187,500.00

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$IMA = \frac{Va(n + 1) + Vr(n - 1)}{2n} = \frac{750,000(5 + 1) + 187,500(5 - 1)}{2(5)}$$

$$IMA = S/. 524,800.00$$

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA) = S/. 524,800.00/año

Costo horario de la depreciación:

$$DE = \frac{Va - Vr}{n} = \frac{750,000 - 187,500}{5}$$

$$DE = S/. 112,600.00/año$$

$$DE = S/. 112,600.00/2,000hora$$

$$DE = S/. 56.30/hora$$

Costo horario de los intereses:

Para el presente estudio usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2019 que fue del 14.54 %.

$$\text{Intereses} = \frac{IMA + \% \text{tasa anual}}{\text{N}^\circ \text{ horas anuales}} = \frac{524,800.00 + 0.1454}{2000}$$

$$\text{Interes} = S/. 38.15/hora$$

Costo horario de: seguros, impuestos y almacenaje(SIA):

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

✓ Seguros	:2.5%
✓ Impuestos	:2 %
✓ Almacenaje	:1%
TOTAL	:5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual Seguros, Impuestos y Almacenaje

$$SIA = \frac{IMA * (\sum TASAS ANUALES)}{N^{\circ} \text{ de horas anuales}} = \frac{524,800.00 * (0.055)}{20000}$$

SIA= S/.14.43/hora

TOTAL, COSTO HORARIO DE POSESION

✓ Depreciación	: S/.56.3/hora
✓ Intereses	: S/. 38.15/hora
✓ Seguros, impuestos y almacenaje	: S/.14.43/hora
Total costo horario de posesión	: S/.108.88/hora

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN

DATOS GENERALES

Motor Diésel marca Caterpillar modelo CAT D6T, turboalimentado, que desarrolla una potencia a la volante de 268 HP a 1800 RPM.

COMBUSTIBLES

Consumo de petróleo (promedio) : 4.0 gal/hora

LUBRICANTES

Consumo de Aceite Motor Grado 40 : 0.05 gal/hora

Consumo de Aceite Hidráulico :0.004 gal/hora

Consumo de Aceite Transmisión : 0.004 gal/hora

Grasa : 0.20 lib/hora

Filtros

Filtros :20% (combustible+lubricante)

Carrilería

reemplazo a las 8,000 horas

Operador

Operador de equipo pesado 1.5 H-H del operario de Construcción Civil

Cotizaciones

Galón de petróleo (galón)	: S/. 13.50 sin IGV
Galón aceite Motor Grado 40 (galón)	: S/. 30.00 sin IGV
Aceite Hidráulico	: S/. 50.00 sin IGV
Aceite de Transmisión	: S/. 35.00 sin IGV
Grasas (libra)	: S/. 6.00 sin IGV
Carrilería (juego completo)	: S/. 155,000.00 sin IGV
Operario de Construcción Civil	: S/. 16.25 HH

CÁLCULO DE COSTO HORARIO

Petróleo	: 6.0 gal/h x S/.13.50 = S/. 81.00/hora
Lubricantes	
Aceite Motor	: 0.050 gal/h x S/. 30.00 = S/. 1.50/hora
Aceite Hidráulico	: 0.004 gal/h x S/. 50.00 = S/. 0.20
Aceite de Transmisión	: 0.004 gal/h x S/. 35.00 = S/. 0.14
Grasas	: 0.20 lib/h x S/. 6.0 = S/. 1.20/hora
Filtros	: 20% (combustible + lubricante)
	: 0.2 (S/.81.00/hora + S/.1.84/hora)
	: S/. 16.57/hora
Carrilería	: S/. 155,000.00/8,000 horas = S/. 19.37
Operador Especializado	: 1.5 H-H x S/.16.25 = S/. 24.37

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Para el presente trabajo consideramos que el costo total del mantenimiento del tractor, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total de mantenimiento	100% del Valor de Adquisición
:	100% x S/.750,000.00
:	S/.750,000.00
Costo del mantenimiento por mano de obra	25% x S/.750,000.00/VEU
	S/. 187.500.00/VEU
Costo del mantenimiento por repuestos	75% x S/. 750,000.00/VEU
	S/. 562,500.00/VEU

*Considerando que la VEU del tractor es de 10,000 horas.

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA

$$\text{MMO} = \text{S/. } 187.500.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/. } 18.75/\text{hora}$$

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR RESPUESTOS

$$\text{MR} = \text{S/. } 562,500.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/. } 56.25/\text{hora}$$

TOTAL COSTO HORARIO DE OPERACION

- ✓ Petróleo : S/. 81.00/hora
- ✓ Aceite Motor Grado 40 : S/. 1.50/hora
- ✓ Aceite Hidráulico : S/. 0.20/hora
- ✓ Aceite de Transmisión : S/. 0.14/hora
- ✓ Grasas : S/. 1.20/hora
- ✓ Filtros : S/. 11.17/hora
- ✓ Carrilería : S/. 19.37/hora
- ✓ Gastos de mantenimiento:
- ✓ Mano de obra : S/. 18.75/hora
- ✓ Repuestos : S/. 56.25/hora

Total, Costo Horario de Operación = S/. 189.58/hora

TOTAL, COSTO DE HORARIO DE OPERACION

TOTAL_{CHO} = COSTO DE POSESION + COSTO DE OPERACIÓN

TOTAL_{CHO} = S/. 108.88/hora + S/. 189.58/hora
 TOTAL_{CHO} = S/. 298.46 / hora

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE LA CARGADORA CAT 950G

Producto	CARGADOR FRONTAL
Modelo	CAT 950G
Valor de Adquisición (Va)	S/. 540,000.00 (Sin IGV)
Potencia	180 HP
Peso de operación	17,782 kg (Aprox.)
Vida Económica Útil (VEU)	n=5años, 2,000 horas anuales = 10,000 horas
Valor de rescate (Vr)	25% del Va = S/. 135,000.00

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$IMA = \frac{Va(n + 1) + Vr(n - 1)}{2n} = \frac{540,000(5 + 1) + 135,000(5 - 1)}{2(5)}$$

$$IMA = S/. 378,000.00$$

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA) = S/. 378,000.00/año

Costo horario de la depreciación:

$$DE = \frac{Va - Vr}{n} = \frac{540,000 - 135,000}{5}$$

$$DE = S/. 81,000.00/año$$

$$DE = S/. 81,000.00/2,000hora$$

$$DE = S/. 40.50/hora$$

Costo horario de los intereses:

Para el presente estudio usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2019 que fue del 14.54 %.

$$\text{Intereses} = \frac{\text{IMA} + \% \text{tasa anual}}{\text{N}^\circ \text{ horas anuales}} = \frac{378,000.00 * 0.1454}{2000}$$

Interés= S/. 27.48/hora

Costo horario de: seguros, impuestos y almacenaje (SIA):

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

✓ Seguros	:2.5%
✓ Impuestos	:2 %
✓ Almacenaje	:1%
TOTAL	:5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual Seguros, Impuestos y Almacenaje

$$\text{SIA} = \frac{\text{IMA} * (\sum \text{TASAS ANUALES})}{\text{N}^\circ \text{ de horas anuales}} = \frac{378,000.00 * (0.055)}{20000}$$

SIA= S/.10.39/hora

TOTAL, COSTO HORARIO DE POSESION

✓ Depreciación	: S/.40.50/hora
✓ Intereses	: S/. 27.48/hora
✓ Seguros, impuestos y almacenaje	: S/.10.39/hora
Total, costo horario de posesión	: S/.78.37/hora

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN

DATOS GENERALES

Motor Diésel marca CAT modelo 950G, turboalimentado, que desarrolla una potencia a la volante de 180 HP a 1800 RPM.

COMBUSTIBLES

Consumo de petróleo (promedio) : 4.88 gal/hora

LUBRICANTES

Consumo de Aceite Motor Grado 40 : 0.04 gal/hora

Consumo de Aceite Hidráulico : 0.003 gal/hora

Consumo de Aceite Transmisión : 0.003 gal/hora

Grasa : 0.10 lib/hora

Filtros

Filtros : 20% (combustible+lubricante)

Neumáticos

reemplazo a las 3,000 horas

Operador

Operador de equipo pesado 1.5 H-H del operario de Construcción Civil

Cotizaciones

Galón de petróleo (galón)	: S/. 13.50 sin IGV
Galón aceite Motor Grado 40 (galón)	: S/. 30.00 sin IGV
Aceite Hidráulico	: S/. 50.00 sin IGV
Aceite de Transmisión	: S/. 35.00 sin IGV
Grasas (libra)	: S/. 6.00 sin IGV
Neumáticos 4 llantas	: S/. 26,400.00 sin IGV
Operario de Construcción Civil	: S/. 16.25 HH

CALCULO DE COSTO HORARIO

Petróleo		4.88 gal/h x S/. 13.50 = S/. 65.88/hora
Lubricantes		
Aceite Motor		0.040 gal/h x S/. 30.00 = S/. 1.20/hora
Aceite Hidráulico		0.003 gal/h x S/. 50.00 = S/. 0.15
Aceite Transmisión		0.003 gal/h x S/. 35.00 = S/. 0.11
Grasas		0.10 lib/h x S/. 6.0 = S/. 0.60/hora
Filtros		20% (combustible + lubricante) 0.2 (S/. 65.88/hora + S/. 1.46/hora) S/. 13.46/hora
Neumáticos	4	S/. 26,400.00/3,000 horas = S/. 8.80
llantas		
Operador		1.5 H-H x S/. 16.25 = S/. 24.37
Especializado		

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Para el presente trabajo consideramos que el costo total del mantenimiento del tractor, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total de mantenimiento	100% del Valor de Adquisición
:	100% x S/. 540,000.00
:	S/. 540,000.00
Costo del mantenimiento por mano de obra	25% x S/. 540,000.00/VEU
	S/. 135,000.00/VEU
Costo del mantenimiento por repuestos	75% x S/. 540,000.00/VEU
	S/. 405,000.00/VEU

*Considerando que la VEU del Cargador es de 10,000 horas.

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA

$$\text{MMO} = \text{S/} 135.000.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/} 13.50/\text{hora}$$

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR RESPUESTOS

$$\text{MR} = \text{S/} 405,000.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/} 40.50/\text{hora}$$

TOTAL, COSTO HORARIO DE OPERACION

✓ Petróleo	: S/. 65.88/hora
✓ Aceite Motor Grado 40	: S/. 1.20/hora
✓ Aceite Hidráulico	: S/. 0.15/hora
✓ Aceite de Transmisión	: S/. 0.11/hora
✓ Grasas	: S/. 0.60/hora
✓ Filtros	: S/. 13.46/hora
✓ Neumáticos 4 llantas	: S/. 8.80/hora
✓ Gastos de mantenimiento:	
✓ Mano de obra	: S/. 13.50/hora
✓ Repuestos	: S/. 40.50/hora

Total Costo Horario de Operación = S/. 144.20/hora

TOTAL COSTO DE HORARIO DE OPERACION

$\text{TOTAL}_{\text{CHO}} = \text{COSTO DE POSESION} + \text{COSTO DE OPERACIÓN}$

$\text{TOTAL}_{\text{CHO}} = \text{S/} 78.37/\text{hora} + \text{S/} 144.20/\text{hora}$

$\text{TOTAL}_{\text{CHO}} = \text{S/} 222.57 / \text{hora}$

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE LA EXCAVADORA CAT 330DL

Producto	:EXCAVADORA SOBRE ORUGAS
Modelo	:CAT 330DL
Valor de Adquisición (Va)	: S/. 740,000.00 (Sin IGV)
Potencia	:268 HP
Peso de operación	: 36,151 kg (Aprox.)
Vida Económica Útil (VEU)	n=5años, 2,000 horas anuales = 10,000 horas
Valor de rescate (Vr)	:25% del Va = S/. 185,000.00

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$IMA = \frac{Va(n + 1) + Vr(n - 1)}{2n} = \frac{740,000(5 + 1) + 185,000(5 - 1)}{2(5)}$$

$$IMA = S/. 518,000.00$$

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA) = S/. 518,000.00/año

Costo horario de la depreciación:

$$DE = \frac{Va - Vr}{n} = \frac{740,000 - 185,000}{5}$$

$$DE = S/. 111,000.00/año$$

$$DE = S/. 111,000.00/2,000hora$$

$$DE = S/. 55.50/hora$$

Costo horario de los intereses:

Para el presente estudio usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2019 que fue del 14.54 %.

$$\text{Intereses} = \frac{\text{IMA} + \% \text{tasa anual}}{\text{N}^\circ \text{ horas anuales}} = \frac{518,000.00 * 0.1454}{2000}$$

Interés= S/. 37.65/hora

Costo horario de: seguros, impuestos y almacenaje(SIA):

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

✓ Seguros	:2.5%
✓ Impuestos	:2 %
✓ Almacenaje	:1%
TOTAL	:5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual Seguros, Impuestos y Almacenaje

$$\text{SIA} = \frac{\text{IMA} * (\Sigma \text{TASAS ANUALES})}{\text{N}^\circ \text{ de horas anuales}} = \frac{518,000.00 * (0.055)}{20000}$$

SIA= S/.14.24/hora

TOTAL, COSTO HORARIO DE POSESION

✓ Depreciación	: S/.55.50/hora
✓ Intereses	: S/. 37.65/hora
✓ Seguros, impuestos y almacenaje	: S/.14.24/hora
Total, costo horario de posesión	: S/.107.39/hora

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN

DATOS GENERALES

Motor Diésel marca CAT modelo 950G, turboalimentado, que desarrolla una potencia a la volante de 268 HP a 1800 RPM.

COMBUSTIBLES

Consumo de petróleo (promedio) : 4.10 gal/hora

LUBRICANTES

Consumo de Aceite Motor Grado 40	: 0.08 gal/hora
Consumo de Aceite Hidráulico	:0.002 gal/hora
Consumo de Aceite Transmisión	: 0.003 gal/hora
Grasa	: 0.20 lib/hora

Filtros

Filtros :20% (combustible+lubricante)

Carrilería

reemplazo a las 8,000 horas

Operador

Operador de equipo pesado 1.5 H-H del operario de Construcción Civil

Cotizaciones

Galón de petróleo (galón)	: S/. 13.50 sin IGV
Galón aceite Motor Grado 40 (galón):	S/. 30.00 sin IGV
Aceite Hidráulico	: S/. 50.00 sin IGV
Aceite de Transmisión	: S/. 35.00 sin IGV
Grasas (libra)	: S/. 6.00 sin IGV
Carrilería	: S/. 140,000.00 sin IGV
Operario de Construcción Civil	: S/. 16.25 HH

CALCULO DER COSTO HORARIO

Petróleo 4.10 gal/h x S/. 13.50 = **S/. 55.35/hora**

Lubricantes

Aceite Motor 0.060 gal/h x S/. 30.00 = **S/. 1.80/hora**

Aceite Hidráulico 0.002gal/h x S/. 50.00 = **S/. 0.10**

Aceite Transmisión 0.003 gal/h x S/. 35.00 = **S/. 0.11**

Grasas 0.20 lib/h x S/. 6.0 = **S/. 1.20/hora**

Filtros 20% (combustible + lubricante)
0.2 (S/55.35/hora + S/.2.01/hora)

S/. 11.47/hora

Carrilería S/. 140,000.00/8,000 horas = S/.
17.50

Operador 1.5 H-H x S/.16.25 = S/. **24.37**
 Especializado

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Para el presente trabajo consideramos que el costo total del mantenimiento del tractor, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total de mantenimiento	100% del Valor de Adquisición
	100% x S/.740,000.00
	S/.740,000.00
Costo del mantenimiento por mano de obra	25% x S/.740,000.00/VEU
	S/. 185.000.00/VEU
Costo del mantenimiento por repuestos	75% x S/.740,000.00/VEU
	S/. 555,000.00/VEU

*Considerando que la VEU de la excavadora es de 10,000 horas.

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA

MMO= S/. 185.000.00/10,000 h = S/. 18.50/hora

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR RESPUESTOS

MR= S/. 555,000.00/10,000 h = S/. 55.50/hora

TOTAL, COSTO HORARIO DE OPERACION

- ✓ Petróleo : S/. 55.35/hora
- ✓ Aceite Motor Grado 40 : S/. 1.80/hora
- ✓ Aceite Hidráulico : S/. 0.10/hora
- ✓ Aceite de Transmisión : S/. 0.11/hora
- ✓ Grasas : S/. 1.20/hora

- ✓ Filtros : S/. 11.47/hora
 - ✓ Carrilería : S/. 17.57/hora
 - ✓ Gastos de mantenimiento:
 - ✓ Mano de obra : S/. 18.50/hora
 - ✓ Repuestos : S/. 55.50/hora
- Total, Costo Horario de Operación = S/. 150.13/hora**

TOTAL, COSTO DE HORARIO DE OPERACION

TOTAL_{CHO} = COSTO DE POSESION + COSTO DE OPERACIÓN

TOTAL_{CHO} = S/. 107.39/hora + S/. 150.13/hora

TOTAL_{CHO} = S/. 257.52 / hora

COSTO HORARIO DE OPERACIÓN DEL VOLQUETE FMX 440

Producto	:VOLQUETE
Modelo	: FMX 440
Valor de Adquisición (Va)	: S/. 352,000.000(Sin IGV)
Potencia	:440 HP
Peso de operación	: 4,100.00 kg (Aprox.)
Vida Económica Útil (VEU)	n=5 años, 2,000 horas anuales = 10,000 horas
Valor de rescate (Vr)	:25% del Va = S/. 88,000.00

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$IMA = \frac{Va(n + 1) + Vr(n - 1)}{2n} = \frac{352,000(5 + 1) + 88,000(5 - 1)}{2(5)}$$

$$IMA = 246,400.00$$

Calculo de la Inversión Media Anual (IMA) = S/. 246,400.00/año

Costo horario de la depreciación:

$$DE = \frac{Va - Vr}{n} = \frac{352,000 - 88,000}{5}$$

$$DE = S/. 52,800.00/año$$

$$DE = S/. 52,800.00/2,000hora$$

$$DE = S/. 26.40/hora$$

Costo horario de los intereses:

Para el presente estudio usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2019 que es del 14.54 %.

$$\text{Intereses} = \frac{IMA + \% \text{tasa anual}}{\text{N}^\circ \text{ horas anuales}} = \frac{246,400.00 + 0.1454}{2000}$$

$$\text{Interés} = S/. 17.91/hora$$

Costo horario de: seguros, impuestos y almacenaje(SIA):

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

✓ Seguros	:2.5%
✓ Impuestos	:2 %
✓ Almacenaje	:1%
TOTAL	:5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual Seguros, Impuestos y Almacenaje

$$SIA = \frac{IMA * (\sum TASAS ANUALES)}{N^{\circ} \text{ de horas anuales}} = \frac{246,400.00 * (0.055)}{20000}$$

SIA= S/.6.16/hora

TOTAL, COSTO HORARIO DE POSESION

✓ Depreciación	: S/.26.40/hora
✓ Intereses	: S/. 17.91/hora
✓ Seguros, impuestos y almacenaje	: S/.6.16/hora
Total costo horario de posesión	: S/.50.47/hora

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN DATOS GENERALES

Motor Diésel marca CAT modelo 950G, turboalimentado, que desarrolla una potencia a la volante de 440 HP a 1800 RPM.

COMBUSTIBLES

Consumo de petróleo (promedio) : 3.50 gal/hora

LUBRICANTES

Consumo de Aceite Motor Grado 40 : 0.04 gal/hora

Grasa : 0.22 lib/hora

Filtros

Filtros :20% (combustible+lubricante)

Neumáticos

reemplazo a las 3,000 horas

Operador

Operador de equipo pesado 1.5 H-H del operario de Construcción Civil

Cotizaciones

Galón de petróleo (galón)	: S/. 13.50 sin IGV
Galón aceite Motor Grado 40 (galón)	: S/. 30.00 sin IGV

Grasas (libra)	: S/. 6.00 sin IGV
Neumáticos 4 llantas	: S/. 16,800.00 sin IGV
Operario de Construcción Civil	: S/. 16.25 HH

CALCULO DER COSTO HORARIO

Petróleo 3.50 gal/h x S/.13.50 = **S/. 47.25/hora**

Lubricantes

Aceite Motor 0.040 gal/h x S/. 30.00 = **S/. 1.20/hora**

Grasas 0.22 lib/h x S/. 6.0 = **S/. 1.32/hora**

Filtros 20% (combustible + lubricante)
 0.2 (S/47.25/hora + S/.1.20/hora)
S/. 9.69/hora

Neumáticos S/. 16,800.00/3,000 horas = **S/. 5.60**

Operador 1.5 H-H x S/.16.25 = **S/. 24.37**

Especializado

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTINIMIENTO

Para el presente trabajo consideramos que el costo total del mantenimiento del tractor, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total de mantenimiento	100% del Valor de Adquisición
	100% x S/.352,000.00
	S/.352,000.00
Costo del mantenimiento por mano de obra	25% x S/.352,000.00/VEU
	S/. 88.000.00/VEU
Costo del mantenimiento por repuestos	75% x S/. 352,000.00/VEU
	S/. 264,000.00/VEU

Considerando que la VEU del Volquete es de 10,000 horas.

Cotizaciones

Galón de petróleo (galón)	: S/. 13.50 sin IGV
Galón aceite Motor Grado 40 (galón)	: S/. 30.00 sin IGV
Aceite Hidráulico	: S/. 50.00 sin IGV
Aceite de Transmisión	: S/. 35.00 sin IGV
Grasas (libra)	: S/. 6.00 sin IGV
Carrilería	: S/. 140,000.00 sin IGV
Operario de Construcción Civil	: S/. 16.25 HH

CALCULO DER COSTO HORARIO

Petróleo 3.20 gal/h x S/. 13.50 = **S/. 43.20/hora**

Lubricantes

Aceite Motor 0.040 gal/h x S/. 30.00 = **S/. 1.20/hora**

Aceite Hidráulico 0.002gal/h x S/. 50.00 = **S/. 0.10**

Aceite Transmisión 0.003 gal/h x S/. 35.00 = **S/. 0.11**

Grasas 0.20 lib/h x S/. 6.0 = **S/. 1.20/hora**

Filtros 20% (combustible + lubricante)
0.2 (S/43.20/hora + S/.1.41/hora)

S/. 8.90/hora

Carrilería S/. 140,000.00/8,000 horas = **S/. 17.50**

Operador Especializado 1.5 H-H x S/. 16.25 = **S/. 24.37**

COSTO HORARIO DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Para el presente trabajo consideramos que el costo total del mantenimiento del tractor, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total de mantenimiento	100% del Valor de Adquisición
	100% x S/.330,000.00
	S/.330,000.00
Costo del mantenimiento por mano de obra	25% x S/.330,000.00/VEU
	S/. 82.500.00/VEU
Costo del mantenimiento por repuestos	75% x S/. 330,000.00/VEU
	S/. 247,500.00/VEU

*Considerando que la VEU de la excavadora es de 10,000 horas.

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA

$$\text{MMO} = \text{S/. } 82.500.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/. } 8.25/\text{hora}$$

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR RESPUESTOS

$$\text{MR} = \text{S/. } 247,500.00 / 10,000 \text{ h} = \text{S/. } 24.75/\text{hora}$$

TOTAL, COSTO HORARIO DE OPERACION

- ✓ Petróleo : S/. 43.20/hora
- ✓ Aceite Motor Grado 40 : S/. 1.20/hora
- ✓ Aceite Hidráulico : S/. 0.10/hora
- ✓ Aceite de Transmisión : S/. 0.11/hora
- ✓ Grasas : S/. 1.20/hora
- ✓ Filtros : S/. 8.90/hora
- ✓ Carrilería : S/. 17.50/hora
- ✓ Gastos de mantenimiento:
- ✓ Mano de obra : S/. 8.25/hora
- ✓ Repuestos : S/. 24.75/hora

Total, Costo Horario de Operación = S/. 105.21/hora

TOTAL, COSTO DE HORARIO DE OPERACION
TOTAL_{CHO} = COSTO DE POSESION + COSTO DE OPERACIÓN
TOTAL_{CHO} = S/. 47.89/hora + S/. 105.21/hora
TOTAL_{CHO} = S/. 153.10 / hora

6.4. COSTOS POR PERFORACIÓN

Es el costo por tonelada arrancada por concepto de aceros de perforación.

Cuadro 14: Costo por Metro Perforado (\$/m)

Descripción	Nº de Unid. por juego de aceros	COSTO TOTAL (\$/.)	VIDA UTIL (m perf.)	Costo/ m. perf. (\$./m)
BARRAS T-45 SANDVICK	4	1,400.00	1000	1.40
BROCA DE BOTONES SANDVICK (76 mm)	1	250.00	1000	0.25
ACOPLE SANDVICK	3	350.00	3000	0.12
SHANK SANDVICK	1	275.00	1000	0.28
TOTAL	9	3,315.00	6,000.00	2.05

FUENTE: CIA. ARTRAUS

Considerando que la perforación específica de la perforadora TRACDRILL FURUKAWUA HCR900-DS es de 6.96 m³/m perforado =18.1 Ton/m perforado), entonces el costo por tonelada será:

$$\text{COSTO}_{m/perf.} = \frac{2.05 \text{ \$/m}}{18.4 \text{ Ton/m}}$$

$$\text{COSTO}_{m/perf} = 0.11 \text{ \$/Ton} = 0.36\text{S/Ton}$$

6.5. Costo por tonelada de mineral

Una vez definidos los rendimientos de cada equipo (Tn/h), así como, establecidos los costos horarios de operación de equipos, materiales y personal, se calcula el costo por unidad de producción (CPU) S/ Por tonelada.

Cuadro 15: Costo de Operación por Maquinaria y Equipos.

Descripción	Rendimiento Tn/h	Costo horario S/h	Total S/Tn
Cargadora CAT 950G	274.6	222.57	0.81
Tractor Oruga D-6T	205.92	298.46	1.45
Volquete FMX 4400	1638	150.73	0.10
Excavadora CAT 330DL	207.40	257.52	1.24
Perforadora	416.65	153.10	0.37
TOTAL			4.60

FUENTE: Elaboración Propia

Cuadro 16: Costos por Mano de Obra (Personal)

Personal	Sueldo S/ mes	Costo S/año
Ing. de Minas	3,000.00	36,000.00
Contador	2,500.00	30,000.00
Ayudante	1,500.00	18,000.00
Cocinero	1,500.00	18,000.00
Guardian	1,200.00	14,400.00
Mecánico	1,800.00	21,600.00
TOTAL	11,500.00	138,000.00

FUENTE: Elaboración Propia

La producción promedio mensual comercializada es de 6500 Tn.

Costo personal = S. / Producción

Costo personal = 11,500 / 6500

Costo personal = 1.77 S./Tn

Costo inversiones =S. / Años de vida de la mina

Costo inversiones = 2,858,911.00/7

Costo inversiones = $408,415.857 / 780000 = 5.23$ S./Tn

Costo Tonelada = Costo maquinaria y equipos + Costo perforación + Costo personal + Costo inversiones

Costo Tonelada = $4.60 + 0.36 + 0.56 + 1.77 + 5.23$

Costo Tonelada = $12.52 + 10\%$ imprevistos

Costo Tonelada = 13.77 S/ Tn = 4.17 \$ / Tn

6.6. Costos directos

Comprende los gastos que se realizan en los elementos que están en contacto físico o son parte integrante de la actividad minera.

Los Costos Directos básicamente comprenden: los costos de propiedad o de posesión, de funcionamiento y de personal. Como se aprecia en el siguiente cuadro.

Cuadro 17: Costos de Propiedad

EQUIPOS	Costo S/h	Costo S/mes	Costo S/Año
Tractor CAT D-6T	298.46	71, 630.40	859,564.80
Cargadora	222.57	53,416.80	641,001.60
Volquete	150.73	36,175.20	434,102.40
Excavadora	257.52	61,804.80	741,657.60
Perforadora	153.10	36,744.00	440,928.00
personal de mina		11,500.00	138,000.00
TOTAL costos DIRECTOS		271,271.20	3,117,392.40

Fuente: Elaboración Propia

6.7. Costos indirectos

Comprende los gastos que se realizan en elementos que sirven de apoyo a la ejecución de la actividad minera. Ejemplo: parte administrativa, adquisiciones, finanzas, contabilidad, comunicaciones, imposiciones, etc., corresponden al 5% de los Costos Directos, distribuidos en los siguientes costos.

- ✓ COSTOS POR ADMINISTRACIÓN = 2% del COSTO DIRECTO.
- ✓ COSTO POR MOVILIZACIÓN = 1% del COSTO DIRECTO.
- ✓ COSTO POR IMPREVISTOS = 2% del COSTO DIRECTO.

Cuadro 18: Costos Indirectos.

Descripcion	Costo S/mes	Costo S/Año
Costos Administración por	5,425.424	62,347.848
Costos Movilización por	2712.712	31,173.924
Costos Imprevistos por	5,425.424	62,347.848
TOTAL	13,563.56	155,869.62

FUENTE: propia

6.8. Costo total, egreso anual

Comprenden todos los costos y gastos en que se hayan incurrido.

Cuadro 19: Costo Total

Descripcion	Costo S/Año
Costos Directos	3,117,392.40
Costos Indirectos	155,869.62
Informe de Producción	3,000.00
Topografía	1,500.00
TOTAL	3,277,762.02
	US\$
	993,261.218

FUENTE: propia

6.9. Ingreso anual por ventas de mineral

Los ingresos se basan en la producción anual de la cantera.

Producción diaria promedio (material que se comercializa) = 300 tn /día

Producción mensual = 6500 /mes

Producción anual = 6500 * 12 =78000 Tn/añual

Costo tonelada= Costo Total /producción anual

Costo tonelada= **3,277,762.02 /78000.**

Costo tonelada= 42.00 S/ Tn=12.72 US\$

Precio tonelada= 42.00 S/Tn +10% imprevistos+ 15% utilidad.

Precio tonelada= 42.00S/Tn + 4.20 S/Tn + 6.30 S/Tn

Precio tonelada = 52.25 S/Tn=15.90 US\$

Ingreso Anual= 78000 Tn * 52.25 S/Tn

Ingreso Anual= S/ 4,075,500.00= US\$1,235,000.00

6.10. Rentabilidad del proyecto

UTILIDAD (U) = INGRESOS (I) – EGRESOS (E)

U = S/ 4,075,500.00– S/. 3,277,762.02

U= S/. 797,737.98

MARGEN NETO DE UTILIDAD (MNU)

15% (U) Participación de trabajadores y comunidad (10% trabajadores y 5% comunidad), 25% (U) Impuesto a la Renta

➤ RENTABILIDAD

RE = U – 1% U – 25% U

RE = S/. 797,737.98– S/. 7,977.3798– S/. 199,434.495

RE= S/. 591,326.1052

MNU = rentabilidad / inversión

MNU = 18.04 %

La rentabilidad real del proyecto de explotación es del 18.04 %. Por tanto, el proyecto es rentable.

6.11. Estado de pérdidas y ganancias

Constituye el documento contable que muestra los ingresos y egresos; tratando de identificar la utilidad o pérdidas en el periodo contable proyectado.

Contiene el informe de las actividades de la empresa durante el periodo de 10 años; en nuestro caso.

Cuadro N° 20. Estado de ganancias y pérdidas de la U.E.A. Federicos (miles US\$)

Estado de Ganancias y Pérdidas (Miles US\$)											
	0	1.00	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por ventas		1069.46	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	
Otros ingresos										87	
Costos Producción		330.26	385	385	385	385	385	385	385	385	
Depreciación		86.60	87	87	87	87	87	87	87		
Utilidad Bruta		652.60	776	776	776	776	776	776	776	862	
Gastos operativos		3.20	3	3	3	3	3	3	3	3	
Amortización Inteng.		0.91	1	1	1	1	1	1	1	1	
Utilidad Operativa		648.49	772	772	772	772	772	772	772	858	
Gastos Financieros		10.00	9	8	7	6	5	4	3	54	
Utilidad antes Imp.		638.49	763	764	765	766	767	768	769	804	
Participación Trab.		51.08	61	61	61	61	61	61	61	64	
Impuesto Renta		191.55	229	229	229	230	230	230	231	241	
Utilidad Neta		395.86	473	473	474	475	475	476	477	499	4,218

La utilidad neta desde el primer año hasta el décimo año de operación de la U.E.A. Federicos según el estado de ganancias y pérdidas es US\$ 4,218.000

6.12. Flujo de fondos

Constituye uno de los elementos más importantes del evaluación del proyecto; ya que muestra los ingresos y egresos, por tanto la evaluación se efectuada sobre los resultados en el que se efectuaron. En los cuadros proyectados, se indican los flujos de entrada y salida de recursos proyectados por periodos anuales, abarcando la totalidad de su horizonte. Para el presente proyecto, se ha elaborado las proyecciones de los Estados de Ganancias y Pérdidas, Flujo de Fondos, tomando en cuenta lo siguiente:

- Se debe gravar con el 30% (impuesto a la Renta Neta), a las utilidades netas generadas en la actividad minera.
- Participación de trabajadores en el 8 % de las utilidades.
- No se consideró la recuperación del activo fijo, por el horizonte temporal de 10 años en la vida del proyecto.

Cuadro N° 21. Flujo de fondos de la U.E.A. Federicos (miles US\$)

FLUJO DE FONDOS											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos del Proyecto											
Préstamos	16										
Ingresos por ventas		1069.46	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	
Valor Residual											
Total ingresos	16	1069.46	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	1,248	
Egresos del Proyecto											
Inversiones	993										10
Costos de producción		330.26	385	385	385	385	385	385	385	385	
Gastos operativos		3.20	3	3	3	3	3	3	3	3	
Gastos Financieros		10.00	9	8	7	6	5	4	3	2	
Amortización deuda		0.00	2	2	2	2	2	2	2	2	
Participación											
Trabajadores		51.08	61	61	61	61	61	61	61	64	
Impuesto Renta		191.55	229	229	229	230	230	230	231	241	
Total egresos	993	586.09	689	689	688	687	687	686	686	698	10
Ingresos- Egresos	977	483.37	558	559	560	560	561	561	562	550	10

6.13. indicadores económicos

Tiene por objetivo establecer la rentabilidad del proyecto a través de la identificación del valor intrínseco, independientemente de la manera como se invierte y como se distribuyen los excedentes netos que se forman. Para este tipo de evaluación, los flujos de costos y beneficios, causan saldos anuales netos que van a constituir los flujos económicos del proyecto, que se utilizara para el cálculo de los indicadores de rentabilidad VAN, TIR, B/C.

6.13.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es la suma algebraica de los valores actuales de los costos y beneficios (flujos netos de fondos) generados por el proyecto durante su horizonte de evaluación, descontados a una tasa de interés ($i = 12\%$), que es equivalente al costo de oportunidad del capital. Se usa la fórmula matemática siguiente:

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

donde:

Bt = Beneficios generados durante el periodo t.

Ct = Costos exigidos durante el periodo t.

i = Tasa de descuento correspondiente al periodo t, (12 %).

n = Numero de periodos en el horizonte (10 años)

Decisiones:

- Si VAN es mayor que 0; se acepta el proyecto.
- Si Si VAN es menor que 0; se rechaza el proyecto.
- Si VAN es igual a 0; es indiferente efectuarlo.

VAN (i=12%) = US\$ 1,622.00

6.13.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Es aquella tasa de descuento, para lo cual el VAN resulta igual a cero (VAN = 0). Se calcula utilizando una hoja en Excel, Representa el máximo tipo de interés que se puede pagar por un capital que se invierte sin ganar ni perder.

$$\sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1 + R)^t} = 0$$

donde:

Bt - Ct = Flujo de fondos neto

t = Número de años

R = Tasa interna de retorno (TIR=R)

La TIR del Proyecto es 42 %, considerando toda la vida del proyecto (10 años).

6.13.3. COEFICIENTE BENEFICIO COSTO (B/C)

Es un coeficiente que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados generados por el Proyecto durante toda su vida, entre los gastos generales en dicho periodo de vida económica.

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

Decisión:

Para el caso de un proyecto único:

$B/C > 1$; se acepta el Proyecto

$B/C < 1$; se rechaza el Proyecto.

Para el presente proyecto se tiene con $r = 12 \%$, con un horizonte de 10 años:

Para el presente proyecto se tiene con $r = 12 \%$, con un horizonte de 10 años:

$B / C = 1.63$

CAPÍTULO VII

7. RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS

I. Resultados del RMR (Índice de Macizo Rocoso)

Clase	Calidad de Roca	RMR
I	Muy buena	81 – 100
II	Buena	61 – 80
III	Regular	41 – 61
IV	Mala	21 – 40
V	Muy Mala	0 – 20

Fuente: RMR (Índice de Macizo Rocoso)

Según el resultado este valor se encuentra en el rango de 41 - 60, por lo tanto, la calidad de la roca de acuerdo al RMR es una roca regular.

II. **Resultados del Índice Q de Barton (Rock Mass Quality)**

Q (rock mass quality)	Valoración
0.001 – 0.01	Excepcionalmente mala
0.01 – 0.1	Extremadamente mala
0.1 – 1.0	Muy mala
1.0 – 4	Mala
4 – 10	Regular
10 – 40	Buena
40 – 100	Muy Buena
100 – 400	Extremadamente buena
400 – 1000	Excepcionalmente buena

Fuente: NGI (Instituto Geotécnico de Noruega),

De acuerdo a los métodos de clasificación de macizos rocosos de Índice “Q” el Macizo Rocoso de la U.E.A. FEDERICOS., se encuentra en categoría buena.

III. **Resultados de reservas de mineral en Tn**

Cuadro 4: Total de reservas de travertinos.

CONCESIÓN MINERA FEDERICOS	RESERVAS DE MINERAL (Tn)		
	PROBADAS	PROBABLES	TOTAL
MATERIAL SUELTO	120,000	50,000	170, 000
MATERIAL PARA BLOQUES	300,000	105,00	405, 000
TOTAL	420,000	155,000	575, 000

Fuente: CIA. Artraus

DISCUSION DE RESULTADOS.

- I. El método de explotación seleccionado, es el método de **cortes definidos** a cielo abierto, con una altura de banco de explotación como máximo de 6 m., El cálculo, nos arroja que la longitud de brazo será de 7.40m, teniendo en cuenta que la capacidad de la cuchara de 2.8 yardas cúbicas, equipo que se utilizará, para las labores de desbroce de material.
- II. El ángulo de nuestro talud será de 65° dependiendo sobre todo de la geotecnia y geomecánica del macizo rocoso y del mineral. El estudio arroja los siguientes parámetros: El RMR es de 59, el esfuerzo a la compresión es de 80 Mpa, el esfuerzo a la tracción es de 95 Mpa.y el esfuerzo a la carga puntual es 65 Mpa. El factor de seguridad según slide, versión 5.0 es de 4.85, considerando un modelo de macizo rocoso homogéneo sin ninguna presión de agua, seco es decir no se consideró el nivel freático.
- III. Al realizar el estudio geomecánica del proyecto se determinó un Índice "Q, del Macizo Rocosos está en rango de 10 a 40, lo cual se clasifica como una roca buena, de igual manera,se calculó el RMR (59), clasificando al macizo rocoso como regular y al determinar las características geomecánicas de las diaclasas se clasificó como una roca de buena calidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- I. El diseño de explotación elegida para la U.E.A. Federicos es de, cortes definidos a cielo abierto, con una altura de banco de 6 m. El ángulo de talud es de 65° con un factor de seguridad de 4.85 lo que demuestra una explotación segura y de libre accidentabilidad.
- II. La determinación de las características geo mecánicas del macizo rocoso en la U.E.A Federicos, señala que el RMR es de 59, este parámetro establece, que es una roca competente y buena que asegura en definitiva la estabilidad del tránsito de los equipos. Además, el Factor de Seguridad obtenida es 4.85, asegura que las operaciones no tendrán riesgos.
- III. La evaluación técnico económica para la explotación de travertinos constituye un factor clave para determinar la rentabilidad del proyecto, esto se evidencia claramente en los resultados de la reserva estimado, en 575 000 Tm., obtenido del cálculo de reservas.
- IV. Las reservas de travertinos existentes en la U.E.A. Federicos son de 575,000.00 Ton. de mineral. La limpieza y carguío del desmonte y mineral en la U.E.A. Federicos es de arriba hacia abajo para aprovechar la gravedad en la remoción de escallas y material sucio y de esa forma controlar los taludes de manera eficiente y segura.
- V. El costo de operación obtenido es de S/ 4.6 por tonelada de mineral, lo que significa que es la suma de todas las operaciones unitarias.
- VI. Las baldosas como producto de manufactura serán transportados a Callao, directo para su exportación en containers preparados.
- VII. La mano de obra requerida en la U.E.A. Federicos, en la explotación de bloques de travertinos es no calificada, debido a que la demanda será cubierta con pobladores de la zona.

Recomendaciones

- I. Se recomienda realizar estudios de exploración de recursos para ampliar las reservas probadas y probables para asegurar la continuidad de la mina.
- II. Se recomienda continuar con las labores de extracción, manufactura y comercialización de los bloques de travertino de la U.E.A. Federicos, debido a que los indicadores económicos del proyecto estiman en 180\$/ Ton.
- III. Instalar una planta en la U.E.A. Federicos para el procesamiento de los escallas en la producción de los finos de travertinos los cuales serán utilizados en las diferentes industrias como en pinturas, clinkler para cementos.

BIBLIOGRAFÍA

- I. Lopez C. (2006). Manual de rocas ornamentales. Madrid, España: Arias, Montano.
- II. Zegarra, A.N. (2015). Estudio de factibilidad de un proyecto de explotación y transformación de mármol. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- III. López Dávila, H. (2014). Evaluación del proceso de explotación de blocks de travertinos para la prevención de riesgos en las empresas mineras del departamento de Junín(pp88-112)-Perú.
- IV. CATERPILLAR, (Octubre 2000) Manual de Rendimiento 31ª Edición,.(pp-21-60)-EE.UU.
- V. López, C. (1997) Manual de Áridos del ETSI de Minas de Madrid. Entorno Gráfico.
- VI. Karzulovic, A. (1998). Apuntes de Mecánica de Rocas.
- VII. Soto Mestanza Marco Antonio, Chávez Rodríguez, Miguel Ángel (2016) estudio de factibilidad técnica económica de explotación de mármol, para optimizar la rentabilidad económica en la concesión minera cantera Santa Rita 2010. - Perú
- VIII. MUÑOZ R. CARLOS R. (2015) evaluación de reservas y diseño del sistema de explotación del área minera Mary Elena código: 102317(pp- 24-114) Ecuador.

ANEXOS

Tabla N^o 01: Clasificación Geo mecánica de RMR (índice de macizo rocoso)

Parámetro		Rango de valores							
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa			
		Compresión simple	> 250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	< 1 MPa
	valor		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	valor		20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2 m	0,6-2 m	0,2-0,6 m	6-20 cm	< 6 cm		
	valor		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
		Valor	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm		
		Valor	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
valor	6	5	3	1	0				
5	Flujo de agua en las juntas	Relación P _{agua} / P _{origen}	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5		
		Condiciones Generales	Completamente secas	Ligeramente húmedas	Húmedas	Goteando	Agua fluyendo		
	valor		15	10	7	4	0		

Fuente: Rock Mass Rating System (After Bieniawski, 1989).

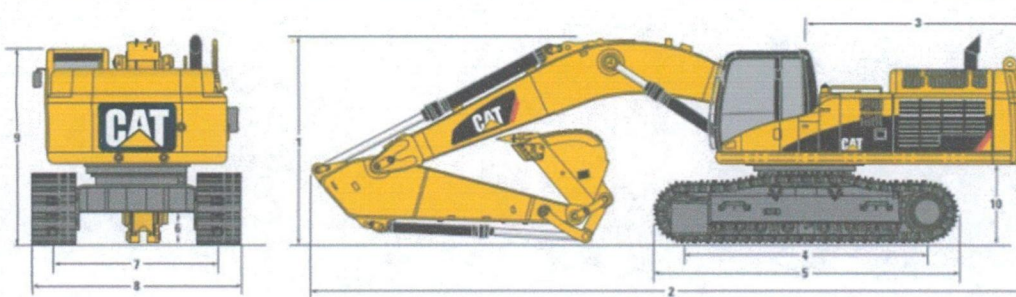
Fotografías de la U.E.A FEDERICOS.



Extracción de muestras de travertinos.



Afloramientos compactos de travertinos.



Pluma	Pluma de largo alcance 7,4 m (24 pies 3 pulg)		Pluma de alcance HD 6,9 m (22 pies 8 pulg)		Pluma para excavación de gran volumen 6,55 m (21 pies 6 pulg)	
Brazo	R4.3TB (14 pies 1 pulg)	R3.9TB (12 pies 10 pulg)	R3.9TB (12 pies 10 pulg)	R3.35TB (11 pies 0 pulg)	M3.0UB (9 pies 10 pulg)	M2.5UB (8 pies 2 pulg)
1 Altura de embarque						
Tren de rodaje de entrevía fija	3.680 mm (12 pies 1 pulg)	3.570 mm (11 pies 8 pulg)	3.660 mm (12 pies 0 pulg)	3.690 mm (12 pies 1 pulg)	4.020 mm (13 pies 2 pulg)	3.960 mm (13 pies 0 pulg)
Tren de rodaje de entrevía variable	3.630 mm (11 pies 11 pulg)	3.550 mm (11 pies 7 pulg)	3.640 mm (11 pies 11 pulg)	3.720 mm (12 pies 2 pulg)	4.050 mm (13 pies 3 pulg)	4.000 mm (13 pies 2 pulg)
2 Longitud de embarque						
Tren de rodaje de entrevía fija	12.450 mm (40 pies 10 pulg)	12.430 mm (40 pies 9 pulg)	11.950 mm (39 pies 2 pulg)	11.940 mm (39 pies 2 pulg)	11.640 mm (38 pies 2 pulg)	11.710 mm (38 pies 5 pulg)
Tren de rodaje de entrevía variable	12.400 mm (40 pies 8 pulg)	12.370 mm (40 pies 7 pulg)	11.910 mm (39 pies 1 pulg)	11.910 mm (39 pies 1 pulg)	11.620 mm (38 pies 1 pulg)	11.680 mm (38 pies 4 pulg)
3 Radio de giro de cola	3.770 mm (12 pies 4 pulg)	3.770 mm (12 pies 4 pulg)	3.770 mm (12 pies 4 pulg)	3.770 mm (12 pies 4 pulg)	3.770 mm (12 pies 4 pulg)	3.770 mm (12 pies 4 pulg)
Tren de rodaje	Entrevía fija		Entrevía variable			
4 Longitud hasta el centro de los rodillos	4.360 mm (14 pies 4 pulg)		4.340 mm (14 pies 3 pulg)			
5 Longitud de cadena	5.360 mm (17 pies 7 pulg)		5.340 mm (17 pies 6 pulg)			
6 Espacio libre al suelo	510 mm (1 pie 8 pulg)		740 mm (2 pies 5 pulg)			
7 Entrevía						
Posición retraída (transporte)	2.740 mm (9 pies 0 pulg)		2.640 mm (8 pies 8 pulg)			
Posición extendida (trabajo)	2.740 mm (9 pies 0 pulg)		2.890 mm (9 pies 6 pulg)			
8 Ancho de cadena*						
Posición retraída (transporte)	3.640 mm (11 pies 11 pulg)		3.540 mm (11 pies 7 pulg)			
Posición extendida (trabajo)	3.640 mm (11 pies 11 pulg)		3.790 mm (12 pies 5 pulg)			
9 Altura de cabina	3.210 mm (10 pies 6 pulg)		3.360 mm (11 pies 0 pulg)			
10 Altura del contrapeso (hasta la parte inferior)	1.320 mm (4 pies 4 pulg)		1.470 mm (4 pies 10 pulg)			

* El ancho de cadena que se muestra corresponde a zapatas de cadena de 900 mm (36 pulg). Reste 150 mm (6 pulg) para zapatas de cadena de 750 mm (30 pulg).

Tabla de dimensiones de la excavadora CAT 320 DL