

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

**MAESTRÍA EN
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL**



**“Estudio del impacto ambiental antes de la ejecución de un
proyecto minero de extracción de zeolita natural en la
comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas, en el año 2022”**

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

**Maestro en
Gestión Minera y Ambiental**

Autor:

Ing. Cobeña Bravo, Jeniffer Elizabeth

Docente Guía:

Mg. Leo Rossi, Ernesto Alessandro

**TACNA – PERÚ
2022**

25% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 30 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, ya que gracias a él he concluido una de mis metas propuestas, me guio durante toda esta etapa de mi vida, abriendo las puertas delante de mí en cada paso y decisión que he enfrentado y me ha demostrado que su presencia y amor está conmigo.

Con mucho amor y cariño a mis padres que me han dado fuerzas y con sus enseñanzas me han hecho fuerte y me siguen fortaleciendo con sus consejos y ejemplos, y aquellas personas que estuvieron a mi lado en este proceso de profesionalización y me dieron su apoyo incondicional.

A mi hermosa hija Aslyn que ha sido mi motivación, inspiración, amor y alegría para seguir continuando con mis metas, por ella y para ella me esfuerzo cada día en dar lo mejor de mí.

Jeniffer Cobeña Bravo

AGRADECIMIENTO

Yo, Jeniffer agradezco a papito Dios por haberme dado salud, la sabiduría, fuerza, necesaria para superar los obstáculos presentados durante el trayecto maestrante y permitirme lograr esta meta.

A mi familia que sin duda alguna son parte importante en este proyecto ya que siempre estuvieron conmigo sin importar la condición. En especial a mis padres quienes fueron mis pilares fundamentales en el trayecto de mi vida, sembraron en mí valores, me enseñaron a ser una persona de bien y también no darme por vencida ante cualquier obstáculo y recordar la meta que tenía que cumplir.

A mi tutor por su tiempo brindado y conocimientos impartidos que con paciencia supo guiarme durante el desarrollo de esta investigación.

Sin su ayuda no hubiese sido posible cumplir una meta más en mi vida.

Este logro no ha sido fácil, pero tampoco imposible.

ÍNDICE

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	3
1.1. Título del tema	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivos General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.4.1. Justificación Teórica	5
1.4.2. Justificación Metodológica.....	5
1.4.3. Justificación Práctica	5
1.5. Metodología.....	6
1.5.1. Tipo de investigación	6
1.5.2. Diseño de investigación.....	7
1.5.3. Técnica e instrumento	7
1.6. Definiciones	8
1.7. Alcances y Limitaciones.....	10
1.7.1. Alcances.....	10
1.7.2. Limitaciones.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Estudio teórico.....	11
2.1.1. Operaciones Mineras en la extracción de la zeolita natural	11
2.1.2. Impacto Ambiental	13
2.1.3. Estudio del Impacto Ambiental	14
2.1.4. Análisis comparativo	15
2.1.5. Análisis critico.....	16
2.2. Normativa vigente e Institucional.....	17
2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador.....	17
2.2.2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	18
2.2.3. Código Orgánico Integral Penal	18
2.2.4. Código Orgánico del Ambiente	19
2.2.5. Ley de Patrimonio Cultural	21

2.2.6.	Acuerdo Ministerial 026.....	21
2.2.7.	Decreto Ejecutivo 1040.....	21
2.2.8.	Acuerdo Ministerial 103.....	22
2.2.9.	Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del Ambiente de trabajo	22
2.2.10.	Reglamento de la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamientos del agua.	23
2.3.	Ley Minera	24
2.3.1.	De la formulación, ejecución y administración de la política minera.....	24
2.4.	Métodos de evaluación de impacto Ambiental.....	26
2.4.1.	Matrices de Análisis costes-beneficio.....	27
2.4.2.	Matriz de Leopold.....	28
2.4.3.	Matriz de sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG)	29
CAPITULO III MARCO REFERENCIAL		30
3.1.	Definición y generalidades de la zeolita	30
3.1.1.	Zeolita Natural	30
3.1.2.	Composición mineralógica de la zeolita	31
3.1.3.	Composición química de la zeolita	32
3.1.4.	Principales propiedades de las rocas zeolíticas.....	33
3.2.	Proceso de extracción	34
3.2.1.	Uso de la zeolita en la agricultura y ambiente.....	34
3.2.3.	Empresa de estudio	34
3.2.4.	Característica de la empresa	35
3.2.5.	Organigrama de la empresa.....	35
CAPITULO IV RESULTADO		36
4.1.	Diseño de estudio.....	36
4.2.	Tipo de investigación.....	36
4.3.	Población.....	37
4.4.	Muestra	37
4.5.	Análisis del conocimiento existente en la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica, acerca de la producción y exportación del mineral zeolita.	39
4.5.1.	En las encuestas que se realizaron las siguientes preguntas:	40
1.	¿Ha escuchado Ud. sobre el Mineral Zeolita y las Bondades que posee este producto?	40
2.	Siendo la zeolita un mineral que sirve para alimentar el ganado, neutralizar olores, absorber el amonio e impurezas del agua ¿Considera Ud. que es un producto novedoso para comercializarlo?.....	41

3. ¿Considera usted que la población debe conocer que es el mineral de la zeolita?.....	42
4. ¿Cree que los explotadores y las entidades competentes dan a conocer el mineral?	43
5. ¿Usted por qué considera que la zeolita es importante en el sector productivo? 44	
6. ¿Considera usted que en el país se debe promover la explotación de este mineral?	45
7. ¿Considera usted que en el país se debe promover la exportación de este mineral?	46
8. ¿Cree usted que la comercialización de este mineral ayude a la economía del país?	47
4.6. Análisis socioeconómico, biótico, y cultural del área de influencia con sistema de información geográfico (SIG).....	48
4.6. Evaluación del impacto ambiental utilizando la Matriz de Leopold	51
4.7. Plan de manejo ambiental (PMA), para disminuir y/o mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad en la extracción de la zeolita natural	56
4.7.1. Medio físico:.....	56
4.7.2. Medio biótico:	56
4.7.3. Medio socioeconómico cultural:.....	57
4.8. Presupuesto	67
4.8.1. Plan de producción y utilidad mensual	67
4.8.2. Resumen	67
4.9. Tiempo estimado de la propuesta	68
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1. Conclusiones	69
5.2. Recomendaciones.....	70
VI. Bibliografía.....	71
VII. Anexo.....	78

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Ubicación del estudio de impacto ambiental en la explotación de la Zeolita Natural	6
Imagen 2.- Índice de vegetación (NDVI), de la localidad a realizar la explotación de la zeolita, utilizando imagen del satélite landsat 8, interacción de las bandas 4 y 5.....	49
Imagen 3.- Tipo de suelo que se encuentran en el sitio de Tatica de la provincia de Esmeraldas.....	50
Imagen 4.- Análisis de las muestras de suelo del laboratorio de la ESPOL	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Porcentaje del Géneros Masculinos y Femeninos encuestados de la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica.....	39
Gráfico 2.- Porcentaje de la edad de encuestados de la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica.	40
Gráfico 3.- ¿Ha escuchado Ud. sobre el Mineral Zeolita y las Bondades que posee este producto?	41
Gráfico 4.- ¿Considera Ud. que es un producto novedoso para comercializarlo?	42
Gráfico 5.- ¿Considera usted que la población debe conocer que es el mineral de la zeolita?.....	43
Gráfico 6.- ¿Cree que los explotadores y las entidades competentes dan a conocer el mineral?	44
Gráfico 7.- ¿Usted por qué considera que la zeolita es importante en el sector productivo?	45
Gráfico 8.- ¿Considera usted que en el país se debe promover la explotación de este mineral?	46
Gráfico 9.- ¿Considera usted que en el país se debe promover la exportación de este mineral?	47
Gráfico 10.- ¿Cree usted que la comercialización de este mineral ayude a la economía del país?	48
Gráfico 11.- Diagrama de inicio en la extracción y explotación de la mina de zeolita natural	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Derecho relacionados a la Carta Magna de 2008.....	17
Tabla 2.- Derechos de ordenanza territorial	17
Tabla 3.- Ejes normativos del código orgánico territorial autonomía y descentralización (COOTAD).	18
Tabla 4.- Aprobación y publicación del COIP, vinculada al objeto del estudio. 19	
Tabla 5.- Código orgánico del ambiente, con respecto a las actividades mineras	19
Tabla 6.- Artículos relacionados al DE 1040.....	21
Tabla 7.- Descripción del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores (RSST).....	22
Tabla 8.- Reglamento LORH-Usos	23
Tabla 9.- Principales tipos de zeolitas naturales	31
Tabla 10.- Datos de la población Económicamente Activa del sitio Tatica.....	37
Tabla 11.- Descripción de la fórmula para obtener la muestra	38
Tabla 12.- Valor a considerar el impacto del proyecto al medio ambiente	54
Tabla 13.- Evaluación del impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold 55	
Tabla 14.- Plan de prevención y mitigación de impacto.	58
Tabla 15.- Plan de manejo de desecho	61
Tabla 16.- Plan de información y comunicación a los moradores de la zona del proyecto.....	62
Tabla 17.- Plan de capacitación y educación ambiental.....	63

RESUMEN

La minería es un campo amplio donde muchos países están incursionando en el tema para generar mayores ganancias. Las minas generalmente son conocidos por el uso de maquinaria pesada y el uso de la mano de obra humana, se tiene que considerar el mantenimiento de la mina, se necesita altos costos para cubrir los gastos que se genera durante todo el proceso de extracción del metal o mineral.

Por tener varios usos en la industria agropecuaria tiene gran demanda en los mercados internacionales, países vecinos ofrecen demanda de este mineral tales como Colombia, Argentina y Brasil recibiendo una gran oferta por parte de uno de los mayores productores como es China además de otros países como Rusia, Cuba y Estados Unidos.

Como problema de esta investigación, se considera la extracción a cielo abierto de la minería, donde, se evidencia un escaso uso de maquinarias profesionales, donde los mineros son personas poco experimentadas en el área, y las condiciones de vida son escasamente favorables para los habitantes del sector. El objetivo que esta investigación se plantea es identificar y realizar una extracción y explotación de la zeolita natural en el sector de Tatica de la provincia de Esmeraldas identificando la calidad de la zeolita y el conocimiento y los beneficios que tiene este mineral en la agricultura, llegando a mejorar la economía del sector.

La metodología que se emplea la investigación tipo explicativo, acompañada de una investigación descriptiva, debido a la obtención de datos que permitieron tener una mejor proyección de los resultados. Así mismo, se utilizó el programa para

procesar imágenes satelitales, que son necesarias para visualizar un antes y después de la explotación de este tipo de mineral.

Entre los resultados obtenidos, se menciona que el impacto ambiental es bajo, dado que se encuentra una magnitud de 4.9 y una importancia de 6.4 en el aspecto negativo y en el aspecto positivo encontramos que la magnitud es de 2.3 y su importancia es de 5, considerando los rangos de importancia se encuentra que tiene un impacto ambiental bajo. Con el final de esta investigación es poder entregar a la comunidad un proyecto donde no se va ver afectado el ambiente ni la comunidad.

Palabras clave: zeolita, medio ambiente, extracción, explotación

INTRODUCCIÓN

El tema de esta investigación se refiere al estudio del impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto minero de extracción de zeolita natural en la comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas, en el año 2022.

En la actualidad, la minería busca ser la principal fuente de ingreso económico del país, dejando en segundo lugar al petróleo, es por eso que cada vez se están ampliando los sectores para la explotación minera (Campoverde, 2013). Para poder mitigar la contaminación de una explotación minera de Zeolita natural, o acogiendo al reglamento de los gobiernos de turno con las leyes que orienten a la estructuración de un estudio del impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto minero de extracción de zeolita natural en la comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas, donde se enmarcaran en las disposiciones del Art. 78 de la reforma a la Ley de Minería publicada en el RO – Segundo Suplemento N°37 de 16 de Julio de 2013 (Asamblea Nacional, 2009).

La razón principal del porque se escoge este tipo de investigación, a parte del acceso de información directa, son los múltiples beneficios que presenta este tipo de material, el cual, es explotado de manera inadecuada, entre ellos, la remoción de metales pesados en efluentes minero metalúrgicos, en el tratamiento de drenaje ácido de mina y de roca, para la adsorción de vapores de mercurio en hornos de copela quemadores de amalgamas y también en el tratamiento de suelos contaminados por radiación y de licores radioactivos provenientes de centrales nucleares, por lo tanto, existen varios motivos para poder estudiar la zeolita.

Como en toda investigación, se evidencian diversas problemáticas, entre ellas, la contaminación existente por la explotación contante, con maquinarias y equipos

inadecuados, proliferan el aumento de la contaminación en la localidad. Como también, una escasa regulación conlleva a un aumento de narcotráfico y contrabando.

Se justifica la realización de esta investigación, por la viabilidad teórica, esto debido al acceso de información que se obtiene desde diversas fuentes, también aporta, al desarrollo económico y social del cantón. Se cuenta con los recursos económicos y aporte de los involucrados para la realización adecuada de este estudio.

Se plantea el desarrollo de este estudio en la comunidad "Tatica" del cantón Esmeraldas, dentro del periodo 2022, el cual, tiene como objetivo principal realizar el estudio del impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto para la extracción de zeolita natural en la comunidad "Tatica" del cantón Esmeraldas.

Esta investigación se desarrolla en varios capítulos, en el primer capítulo, se encuentran los antecedentes, donde se presenta una breve propuesta sobre un buen plan de manejo ambiental. Como segundo capítulo, se detalla diversas definiciones de autores que brindan información concreta sobre el tema antes mencionado. En el tercer capítulo, se describe a la empresa, aquella encargada de la extracción de zeolita, en el cuarto capítulo, se presenta el presupuesto y tiempo estimado de la propuesta. En el último capítulo, corresponde a las conclusiones y recomendaciones de este estudio.

CAPITULO I. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1. Título del tema

Estudio del impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto minero de extracción de zeolita natural en la comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas, en el año 2022.

1.2. Planteamiento del problema

El cantón San Mateo de la provincia de Esmeraldas se ubica al noroccidente del Ecuador, sus principales actividades económicas incluyen la agricultura, ganadería, la pesca y el comercio. El ambiente social se destaca por el abandono de las autoridades y la ineficiente planificación estructural. Una importante parte del territorio, incluidos los barrios más antiguos, está conformada por sectores rurales, aledaños a la ribera del río Esmeraldas (GAD-Esmeralda, 2020).

Debido a sus condiciones económicas precarias, han surgido una numerosa cantidad de emprendimientos, los cuales no logran trascender por diversos factores, entre ellos, la falta de apoyo de las autoridades y de promoción de la formalización. Estas se consideran actividades cuyo objetivo principal es la subsistencia de sus actores; la proyección de estas, pocas veces llegan a un nivel de impacto suficiente para influenciar las mejoras de la economía local (GAD-Esmeralda, 2020).

En el tema minero, la provincia de Esmeraldas destaca la minería legal e ilegal junto a la falta de regulación, hay áreas en proceso de remate para la minería industrial esta actividad se observa junto a otros problemas como el narcotráfico o el contrabando (GAD-Esmeralda, 2020).

Se cuenta con la presencia de zeolita natural en el territorio del cantón de Esmeraldas. Es necesaria la formalización de la explotación de estos depósitos minerales presentes en la zona, acción que además de generar un impacto económico positivo y contribuir al dinamismo de la zona, permite prevenir un impacto ambiental mayor al necesario (Canter, 2002).

La elaboración de un plan de manejo ambiental para la explotación de zeolita en la zona, es uno de los primeros pasos para un proyecto con las características anteriormente mencionadas. Esto permite conocer la viabilidad ambiental del proyecto y tramitar los permisos estatales necesarios para una explotación a cielo abierto de zeolita (Canter, 2002).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos General

General un plan de mitigación del impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto para la extracción de zeolita natural en la comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas.

1.3.2. Objetivos Específicos

Obtener información sobre el impacto ambiental donde nos permite conocer los problemas que ocasionan la explotación de la zeolita.

Identificar medidas para mitigar, controlar y recuperar los daños al medio ambiente, provocados por la ejecución del proyecto.

Realizar un Plan de Manejo Ambiental, a fin de disminuir y/o mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad en la extracción de la zeolita natural.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La presente investigación se basa en el análisis de un área geográfica como objeto de estudio, tomando como variables las características ambientales, geográficas y socioeconómicas de esta. La correcta evaluación del comportamiento de estas variables permite obtener conocimiento inductivo sobre los posibles cambios que se puedan presentar en caso de una intervención planificada.

1.4.2. Justificación Metodológica

Se utiliza metodologías de estudios de impacto ambiental que se encuentran comprobadas y desarrolladas en la actualidad bajo diferentes contextos. Su aplicación ha permitido no solo conocer el tipo de impacto de las actividades productivas y su intensidad, sino también la evasión del impacto mediante la adopción de alternativas desde la etapa de planificación y el conocimiento temprano de las medidas de mitigación más efectivas amparada en la legislación ambiental y minera de Ecuador (GAD-Esmeralda, 2020).

1.4.3. Justificación Práctica

La propuesta de la explotación legal de tolvas zeolíticas que contribuye al desarrollo económico y social del cantón. La zeolita natural es un recurso muy importante para la implementación de sistemas de eliminación de metales pesados en el ambiente (agua y suelo), actividad agropecuaria (Englert, A & Rubio, J. 2005). El estudio de impacto ambiental finalizado representa un precedente y facilita una extracción del mineral, a corto, mediano o largo plazo. Además, las valoraciones de

las condiciones ecológicas pueden ser aplicadas a otros proyectos para minimizar el impacto ambiental (Englert & Rubio, 2005).

1.5. Metodología

La siguiente investigación se la realizó en el sitio de Tatica de la provincia de Esmeralda, en la imagen 1, se puede ver el área a intervenir, con un área de 300 hectáreas teniendo las siguientes coordenadas: Latitud $0^{\circ}49'46.06''$ Norte, Longitud $79^{\circ}38'07.70''$ Oeste y Altitud 98 msnm (Dices, 2018).



Imagen 1.- Ubicación del estudio de impacto ambiental en la explotación de la Zeolita Natural

1.5.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo explicativo, donde se utilizó los conocimientos adquiridos en el curso, teorías, normas y leyes del estado ecuatoriano. Todos estos datos ayudan a dar un buen diagnóstico del impacto ambiental a la explotación minera

de la zeolita natural. La investigación es de carácter descriptivo, porque se obtuvo datos de acumulación de materia de seguridad con descripciones exactas de las actividades que se van a realizar antes de la explotación minera.

1.5.2. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es cuasi-experimental, debido a que se observa los fenómenos (medio ambientales, flora y fauna) y los procesos a realizar para la explotación a cielo abierto de la zeolita natural como (instalaciones, equipos, tareas, actividades, formas de trabajo, en cuanto a temas de seguridad) para observar su efecto y relación en su realidad o ambiente natural para después poder analizarlos, causa – efecto; sin necesidad de cambiar la variable independiente.

1.5.3. Técnica e instrumento

La presente investigación se utilizó el análisis estadístico, manipulando los programas para procesar imágenes satelitales, para poder visualizar el antes y después de la intervención de la explotación minera, donde se mostrará la información en imagen, y gráficos.

Para tener un mejor desarrollo de la información se implementó las siguientes técnicas:

- Trabajo de campo y gabinete.
- Observación directa en las diferentes áreas de trabajo.
- Análisis de FODA: Se utilizó para el análisis o estudio de una empresa en su condición actual donde su significado es la siguiente:

a) Fortalezas: Los atributos o destrezas que una empresa contiene para alcanzar los objetivos.

b) Oportunidades: Las condiciones externas, lo que está a la vista por todos o la popularidad y competitividad que tenga la industria u organización útiles para alcanzar el objetivo.

c) Debilidades: Lo que es perjudicial o factores desfavorables para la ejecución del objetivo.

d) Amenazas: lo perjudicial, lo que amenaza la supervivencia de la empresa que se encuentran externamente, las cuales, pudieran convertirse en oportunidades, para alcanzar el objetivo.

- Matrices de Análisis costes-beneficio.
- Matriz de Leopold.
- Matriz de sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG).

Como instrumentos en esta investigación se realizó el de campo y gabinete, con el propósito de verificar y revisar los datos, para llevarse a cabo se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Procesamientos.
- Formatos.
- Programa Arcgis.

1.6. Definiciones

Contaminación: La contaminación es la introducción de materiales nocivos en el medio ambiente. (National Geographic, 2022)

Efluente: Líquido que procede de una planta industrial. (RAE, 2022).

Explotación minas: Implica la recuperación de mineral de un foso que se va ensanchando y profundizando en el suelo, con vehículos de gran tamaño para transportar el mineral desde allí hasta las instalaciones de tratamiento. (ICMM, 20223)

Extracción de metal: El proceso consiste en modificar la naturaleza química de los minerales para separar el metal de sus compuestos sulfúricos, óxidos, silicatos o carbonatos. (SGM, 2017)

Legislación ambiental: es un complejo conjunto de tratados, convenios, estatutos, leyes, reglamentos, que, de manera muy amplia, funcionan para regular la interacción de la humanidad y el resto de los componentes biofísicos o el medio ambiente natural, con el fin de reducir los impactos de la actividad humana. (COATZACOALCOS, 2022)

Medio ambiente: sistema que se forma por elementos naturales y culturales que se interrelacionan entre ellos y que son modificados por la acción del hombre. (Ecología Verde, 2022).

Minas: El lugar donde identificamos que existe un mineral se convierte en una mina cuando comenzamos un proceso de trabajo con mineros, máquinas y otros recursos, para extraer el mineral, procesarlo y trabajarlo. (Agencia Nacional de Minería, 2020)

Zeolita: son minerales de aluminosilicatos hidratados provenientes de metales alcalinos y alcalinotérreos (Hernández, et al. 2021).

1.7. Alcances y Limitaciones

1.7.1. Alcances

El presente trabajo tiene la finalidad de elaborar un plan de manejo ambiental para la explotación de depósitos minerales de zeolita natural, ubicado en el sector “Tatica” del cantón Esmeraldas en el año 2022. Se planea utilizar métodos de identificación y valoración de impactos ambientales, donde se incluye la observación del estado del agua, suelo y aire, la flora y fauna, y las principales características socioeconómicas del área de influencia, así como el mapeo de la zona de estudio; todas estas comprendidas en la matriz de Leopold. Esto permitirá la valoración del impacto ambiental causado por la ejecución de un proyecto minero de extracción de zeolita natural en la comunidad “Tatica” del cantón Esmeraldas, en el año 2022.

1.7.2. Limitaciones

Los trabajos de evaluación correspondientes a identificación taxonómico de especies, así como la identificación de fauna esquivada, pueden verse limitados físicamente por el difícil acceso a ciertas zonas, propiedad privada, por desconocimiento taxonómico de flora y fauna, rechazo de las comunidades o individuos particulares a las actividades de estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Estudio teórico

2.1.1. Operaciones Mineras en la extracción de la zeolita natural

Se extrae el mineral en la cantera mediante el uso de una retroexcavadora de oruga con brazo mecánico con puntas de desgarre, explotación que se realiza a cielo abierto por ser un mineral que aflora en la superficie y está clasificado como un mineral no metálico que se somete a un proceso de trituración física y no interviene elemento químico alguno.

Para iniciar el proceso de extracción, se toma una muestra del mineral del área que se va a realizar las excavaciones y se la envía a realizar un análisis que se demora 15 días en completar el análisis de calicatas que cubre un volumen de 7500 m³, el cual, ayuda a garantizar la pureza y la calidad del mineral, como segundo paso se realiza la delimitación del área a ser explotada, en tercer lugar, se ejecuta la excavación del mineral, una vez seleccionado y clasificado el material se procede a cargar las volquetas y se transporta desde la cantera hasta la planta de trituración. En el siguiente diagrama se explica el proceso de extracción de la zeolita natural.

Por otra parte, (Medina et al., 2022) presento su tesis de grado sobre la Georreferenciación de zeolitas naturales en la cordillera Chongon-Colonche del Ecuador, en la Universidad Técnica de Ambato, en la que se llevó a cabo un estudio sobre la zeolita, agrega que por su geología y al encontrarse en el “Cinturón de Fuego”, presenta varios afloramientos de minerales preciosos, entre estos, los aluminosilicatos cristalinos (zeolitas naturales) que se encuentran en la Cordillera Chongón-Colonche de la Formación Cayo.

De acuerdo con (Bnamericas, 2022) “Ecuador tiene funcionando solo dos operaciones mineras a gran escala: Mirador, mina de cobre de US\$1.400 millones concesionada a Ecuacorriente; y Fruta del Norte, mina de oro de US\$692 millones de propiedad de Lundin Gold”. Las otras minerías son de menor escala, debido a que aportan al país menos ingresos, como es el caso de la zeolita.

Desde el punto de vista de algunos investigadores, consideran que la zeolita en el Ecuador comenzó en la ciudad de Guayaquil, y después se fue extendiendo a otras ciudades, en el que definía dos zonas, una zona rica en zeolita se encuentra en la parte superior de la sección (zona 1 espesor ~ 1,5 km) y una zona de albita cuarzcalcita (laumontita) se encuentra en la parte basal (zona 2, espesor ~ 1,5 km), así lo menciona (Cornejo et al., 2014).

Según la (Superintendencia de Compañías, Valores y seguros, 2016) menciona que la presencia de zeolita, en pequeñas canteras artesanales alrededor de la cordillera Chongon-Colonche han ido apareciendo a lo largo de los años, pero la explotación y aplicación local de estos minerales se ha limitado a la acuicultura y agricultura. La producción minera mundial de esta clase de minerales en el 2021 fue de 1.6 millones de toneladas.

Por otra parte, la (Agencia de Regulación y Control Minero, ARCOM, 2018) la producción reportada de este mineral fue de 3300 toneladas. Más tarde, existe una reducción significativa en los años 2010 y 2012, a 119.90 y 28.20 toneladas, respectivamente; los factores que han incidido se relacionan a un bajo nivel de estudio y conocimiento de sus reservas, a fin de establecer la posibilidad de aprovechamiento industrial.

Para el año 2019 según la (agencia de regulación y control minero ARCOM 2019) la exportación minera de zeolita en el país fue de \$ 118.176,00, equivalente en toneladas a 1.604,00.

Actualmente, la producción de zeolita natural se direccionada más hacia el área agrícola en el Ecuador, sin embargo, se usa en menor grado en el área agropecuaria, para la crianza de animales, como es el caso de la producción de camarones. También en la industria de la construcción, como es el caso del cemento, así lo menciona (Salcedo, 2021) Este tipo de mineral no se explota en gran medida debido a las políticas de control minero, que impiden el acceso a los permisos de explotación.

De acuerdo con (Morante, 2014) la producción de zeolita comienza a inicio del año de 1999, sin embargo, en los años posteriores la extracción de este mineral se disminuye.

Según (Valenzuela, 2017) presento su tesis sobre el Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón al emplear zeolita natural en reemplazo parcial del cemento, en la Universidad Técnica de Ambato, resaltando que en los “últimos diez años el registro cuantitativo de la producción de zeolitas naturales es casi nulo, sin embargo, del 2017 al 2019 se reporta su uso y exportación al país vecino Colombia”.

2.1.2. Impacto Ambiental

Según, el Ministerio del Ambiente (2017) Un impacto ambiental es un cambio en el medio ambiente, sea positivo o negativo, que es causado por las actividades que realiza el hombre, causando daño a la salud de las personas y alterando el entorno que los rodea. El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia

entre la situación del medio futuro modificado en consecuencia de la realización de un proyecto y la situación del medio ambiental futuro.

De acuerdo con (Egocheaga, 2018) en su tesis de grado sobre Impacto del uso de zeolitas en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la Urbanización la Palma Grande – Ica, 2018. En la Universidad Alas Peruanas, en el que agrega que las zeolitas permiten llevar a cabo el tratamiento de aguas de una forma más eficiente y económica que otros materiales conocidos para estos efectos. Adicionando adecuadamente zeolitas naturales en sus diversas modificaciones catiónicas en los sistemas de filtración se puede alcanzar niveles de purificación de aguas bastante notables y lograr no solo la remoción de fosfatos, sulfatos y cloruros, sino también la eliminación de metales pesados.

Lo que reduce el número de bacterias (coliformes y mesofílicas) mejora la eficiencia hidráulica (disminuye en dos veces la caída de la presión) se aumenta la remoción de materia orgánica

Por otra parte, (Obregon et al., 2016) en su investigación sobre los Efectos de la zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz, menciona que La aplicación de zeolita presentó beneficios en la producción de granos frente a la producción de biomasa del cultivo, efecto regulador de la zeolita en los procesos de transformación del nutriente, en relación con la afinidad en la absorción de una u otra forma por la planta contribuye a mejorar la eficiencia en el uso.

2.1.3. Estudio del Impacto Ambiental

Un estudio de impacto ambiental es un instrumento importante para evaluar un impacto ambiental de una actividad. Es un estudio técnico, objetivo, interdisciplinario,

que se realiza para predecir los impactos ambientales que puedan derivarse de la ejecución de un proyecto, ayudando a tomar las mejores decisiones que sean viables para el proyecto.

De acuerdo con (Chica et al., 2006) en su investigación sobre la zeolita en la mitigación ambiental menciona que la utilización de agroquímicos en la actividad agrícola, como los fertilizantes, genera un impacto ambiental negativo cuando los iones disueltos en éstos pasan directamente a las aguas subsuperficiales a través de los lixiviados edáficos. La adición de zeolita, una arcilla natural, crea una malla molecular capaz de retener iones en el suelo, haciendo que el sistema suelo-planta sea más eficiente en términos de mayor producción por unidad de área y de menor contaminación del recurso hídrico de los acuíferos.

2.1.4. Análisis comparativo

De acuerdo con (Gómez, 2001) en su tesis doctoral Caracterización y Aplicaciones Catalíticas de Zeolitas Básicas, de la Universidad Complutense de Madrid, sobre la capacidad de las zeolitas para intercambiar sus cationes depende fundamentalmente de la mayor o menor proporción de aluminio en su estructura, mostrando cada tipo de zeolita una selectividad diferente hacia determinados cationes. La capacidad de intercambio va a depender de: Su naturaleza, temperatura a la cual se realiza el intercambio, concentración de las especies catiónicas en disolución y la naturaleza del disolvente.

Figueredo, D., y Pinto, N. (2006), comentan que en el plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el bajo cauca-regional de la Mojana, donde realizaron análisis de campo e

investigación en los sectores, obteniendo matrices de impacto para los factores biotíticos, abióticos y social. Donde se encontró problema de contaminación en el suelo, agua superficial y subterráneo, erosión del suelo y afectación a la flora y fauna del sector y a su vez proporcionando una solución para esos problemas.

Por otra parte, según (Acevedo et al., 2011) realizó un estudio de valoración de la eficiencia de una batería de filtros empacados en zeolita en la remoción de metales pesados presentes en un licor mixto bajo condiciones de laboratorio, demostrando que con la zeolita presenta una solución preparada con metales pesados con una concentración conocida, mediante el uso de una batería de filtros empacados en zeolita clinoptilolita. Se encontró que la eficiencia de los filtros bajo las condiciones específicas de diseño es significativamente alta en la remoción de los metales pesados evaluados en la solución acuosa.

2.1.5. Análisis crítico

Las propiedades físicas y químicas únicas, sobresalientes de los materiales de zeolita los hacen extremadamente útiles en una variedad de aplicaciones que incluyen agronomía, ecología, fabricación y procesos industriales. Sin embargo, todavía existe mucha incertidumbre con respecto a la relación entre el comportamiento de nucleación de los productos de fusión y la cristalinidad de la zeolita.

De acuerdo con (Sener et al., 2021) argumenta que existe una falta de información, todavía no hay consenso en la literatura sobre el parámetro principal en la formación de zeolita a partir del producto de fusión.

Este tipo de contradicción provoca limitaciones al predecir la calidad del producto final en función de parámetros de síntesis personalizados. Además de

eliminar las contradicciones con respecto al efecto de los parámetros de síntesis, es crucial desarrollar un método que requiera un mínimo de pasos de proceso y uso de agua.

2.2. Normativa vigente e Institucional

Dentro del estudio de impacto ambiental (ESIA) y plan de manejo ambiental (PMA) se aplica al proyecto toda la reglamentación ambiental vigente nacional y local en el siguiente orden.

2.2.1. Constitución Política de la República del Ecuador

La constitución de la república que fue reformada y aprobada con la mayoría del pleno en Montecristi, en octubre de 2008 (RO – Nro.449); en la tabla 1, se puede identificar las siguientes normativas que se orienta los derechos.

Tabla 1.- Derecho relacionados a la Carta Magna de 2008

Capítulos relacionados	Sección	Derechos	Referencias artículos	Referencias numerales
Segundo	Dos	Buen Vivir	14 - 15	-----
Séptimo	-----	Naturaleza	71 al 74	-----
Noveno	-----	Responsabilidad	83	3,6 y 12

Fuente: Asamblea Nacional, (2009)

En la tabla 2; se visualiza los ejes normativos relacionados con la ordenación que se efectiviza en territorio a través del Gobierno Central.

Tabla 2.- Derechos de ordenanza territorial

Capítulos relacionados	Referencias	Artículos	Alcances	Referencias numerales
Cuarto	Régimen de Competencias	261	Las competencias que tiene el estado sobre los GAD	7
		262	Regionales	1,6 y 7
		263	Provinciales	1,4
		264	Municipales	1,2 y 4

Fuente: Asamblea Nacional, (2009)

Con las normativas del Buen Vivir, son artículos que van desde el capítulo dos que aborda la biodiversidad, recursos naturales, naturaleza y ambiente, que se encuentran en los artículos (395 – 400 y 408).

2.2.2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)

El código orgánico de organización territorial fue publicado en octubre de 2010, a través del RO-Nro. 303, en la tabla 3 se visualiza los ejes normativos:

Tabla 3.- Ejes normativos del código orgánico territorial autonomía y descentralización (COOTAD).

Títulos	Detalles	Artículos	Propósito	Numeral/Literal
II	Principios Generales	4	Se establece la finalidad que tiene cada GAD dentro de las circunscripciones	-----
	Organización del territorio	10,13	Refiere los niveles de organización que se desarrollen el territorio, así como el cumplimiento de las disposiciones	-----
III	GAD	28	Enfoque general de los GAD	A, b, c y d

Fuente: Asamblea Nacional, (2009)

2.2.3. Código Orgánico Integral Penal

La aprobación y publicación del COIP se realizó en febrero de 2014 (RO-Nro. 180), el cual, se desprenden del objeto del estudio, ver la tabla 4.

Tabla 4.- Aprobación y publicación del COIP, vinculada al objeto del estudio.

Capítulos	Sección	Delitos	Artículos
Cuarto	Primera	Biodiversidad	245
	Segunda	Recursos naturales	251 – 253
	Tercera	Gestión Ambiental	255
	Cuarta	Disposiciones habituales	256 – 258
	Quinta	Recursos naturales no renovables/contra recursos mineros	260

Fuente: Asamblea Nacional, (2010)

2.2.4. Código Orgánico del Ambiente

En el código se registró con número 983 en abril de 2017 y vincula los siguientes aspectos normativos con respecto a las actividades mineras ver tabla 5.

Tabla 5.- Código orgánico del ambiente, con respecto a las actividades mineras

Libro	Título	Derechos/Régimen	Artículos	Alcance
Preliminar	II	A la naturaleza	6	-----
		Deberes comunes del Gobierno central y las personas	7	-----
	III	Responsabilidad Ambiental	10,11	Considera las responsabilidades del estado y personas en general con respecto a los daños al ambiente, el control y las medidas que se deben adoptar para mitigar los efectos ambientales
Régimen institucional	I-Cap. II	Descentralización de la gestión ambiental	19	SUIA cuyo instrumento informático que se mantiene actualizado de las actividades y control de las

				actividades ambientales nacionales	
	II-Cap. I	Institucionalidad y articulación en los niveles del Estado (SNDGA)	23	Se faculta al MAE como ente rector ambiental	
	II-Cap. II		25	Facultades ambientales de los GAD	
Patrimonio Natural	II-Cap. II	Conservación en sitio	43.53	Corresponde al SNAP	
Calidad Ambiental	I	Calidad Ambiental	159	-----	
SUMA	I	Régimen institucional	160, 162, 164, 166	-----	
	III	Regulación Ambiental	173	Obligaciones del operador	
	IV	Instrumentos para regular las actividades ambientales	177	-----	
			EIA	179	-----
			PMA	181	-----
			Participación ciudadana	184	-----
V	Calidad y estado componentes abióticos	190, 191 y 194	Calidad y Monitoreo ambiental		
III, Cap. II	Mecanismos y control de seguimiento ambiental	201	-----		
III, Cap. IV	Monitoreo y seguimiento	208 y 209	Refiere a los muestreos en las fuentes de descarga, emisiones y vertidos. Además de la calidad del recurso que puede dañarse por distintas actividades.		
V, Cap. II	Gestión Integral de Residuos Sólidos no peligrosos	228	-----		

Fuente: Aduana del Ecuador, (2017).

2.2.5. Ley de Patrimonio Cultural

Con esta ley se oficializó en el decreto RO-Nro.465 en noviembre de 2004 vincula los siguientes aspectos normativos con relación a las medidas de protección al patrimonio cultural que tiene el país, señalados en el art. 40.

2.2.6. Acuerdo Ministerial 026

Su registro se lo hizo en mayo de 2008 (RO-Nro.334), el cual, se desprende al Anexo B que refiere el procedimiento anticipado de las licencias ambientales para el tratamiento de desechos peligrosos, describiendo las acciones del MAE para otorgar este documento habilitante cuando se pone en marcha un proyecto.

2.2.7. Decreto Ejecutivo 1040

Instrumento normativo, con RO-Nro. 3320 de mayo de 2008, en el cual se orienta la participación ciudadana, ver la tabla 6.

Tabla 6.- Artículos relacionados al DE 1040

Título	Artículos	Alcance	Numeral/literales
Participación Social	6,7	Fortalecimiento de procesos de valoración del Impacto Ambiental y disminución de los márgenes de riesgo ambiental	-----
	8	Orienta los mecanismos de participación social con base a la Carta Magna	A, b, e, f, g, h y j
	9	Participación de la ciudadanía como elemento en la gestión ambiental	-----
	10	Establecimiento de la participación de las personas previo a la aprobación de los ESIA	-----
	11, 12	Refieren a la autoridad rectora para organizar, desarrollar y aplicar los mecanismos de participación ciudadana	-----

	13	Costo del desarrollo de mecanismo de participación	-----
	14	Funciones de la autoridad	a, b y c
	15	Sujetos de participación social	a, b, c y d
	16	Mecanismos	1, 2 y 3
	17	Información requerida y procedencia	-----
	18	Convocatorias mecanismos de participación/metodología	a, b y c
	19	Conocer los criterios de los sujetos de participación	-----
	20	Identificación de plazos de aplicación de los mecanismos	-----

Fuente: Aduana del Ecuador, (2017).

2.2.8. Acuerdo Ministerial 103

Complemento N°607 del 14 de octubre de 2015, el ámbito de aplicación de la participación de las personas se direcciona en los arts. 1-4; así como los procesos de dicha participación en los arts. 27-29, que corresponden a los capítulos I y III, respectivamente.

2.2.9. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del Ambiente de trabajo

Este instrumento tuvo su registro en mayo de 2016 (RO-Nro, 247) en el que describen las siguientes acciones regulatorias, ver la tabla 7.

Tabla 7.- Descripción del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores (RSST).

Título	Capítulo/Artículos	Alcance	Numerales
I	8	Obligaciones que deben cumplir los titulares del derecho minero	-----

	9	Seguridad y Salud en el trabajo	-----
	10	Derecho trabajadores mineros	-----
	11	Obligaciones del personal	-----
	12	Requisitos	-----
	13	Obligaciones de los trabajadores	1, 2, 3, 4, 5 y 10
	14	Comités de SHT	1, 2, 4, 5 y 10
II	I-18,20	Seguridad relacionada a los proyectos	
	II-34	Edificación y locales	2,3,4,5,7,8 y 11
	III-39	Servicios permanentes	1,2,5,6
	III-40	-----	1,2,3,4
	III-41	Establecimiento elementos aseo personal	-----
	III-42	-----	1,3 y 4
	III-43	-----	1,2
	III-44	-----	1,3 y 4
	III-45	-----	1,2 y 3
	V-53,54,55 y 53	Medio ambiente, riesgos laborales	-----
III	I-73, 74 y 75	Infraestructura de máquinas fijas	-----

Fuente: Aduana del Ecuador, (2017).

2.2.10. Reglamento de la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamientos del agua.

Esta ley se publicó con RO-Nro. 483 en 2015 relacionado específicamente con los siguientes artículos, ver la tabla 8.

Tabla 8.- Reglamento LORH-Usos

Detalle art.	Descripción
22	Principios globales (usuarios-organización)
42	Responsabilidad derechos
52	Extensión y propósitos de la servidumbre de uso público
74	Derecho-obligaciones predio sirviente
82	Uso del agua
83	Clase de usos

Fuente: Ministerio del Ambiente, (2017).

2.3. Ley Minera

2.3.1. De la formulación, ejecución y administración de la política minera

Art. 8 ARCOM (Agencia de Regulación y Control Minero). - El ARCOM es una entidad del sector público, encargada de controlar, vigilar, auditar todas las actividades mineras que realicen las empresas dedicadas a este sector. También tiene el control y la potestad de adoptar y supervisar ciertos actos administrativos que ayuden al recurso minero (Asamblea Nacional,2009).

Art. 9 Facultades del ARCOM son las siguientes:

- a) Asegurar que se cumplan todos los reglamentos en base a la ley minera.
- b) Mencionar todas las regulaciones para que funcionen bien todo el sector minero en base a la ley vigente.
- c) Emitir reportes de los procesos, extinción y conservación, autorizaciones para implementar plantas mineras, refinación y fundición (tratamientos) y del registro de los contratos de explotación minera.
- d) Publicar por medio de sitios electrónicos e informáticos los registros y catastro de las licencias mineras.
- e) Resolver los reclamos y demás asuntos que afecten las resoluciones de la minería.
- f) Dar seguimiento y solución a los demás procesos administrativos.
- g) Auditar todas las actividades mineras que realicen las empresas conforme a sus derechos o títulos mineros.

h) Observar los procedimientos que realicen las empresas mineras, es decir, no deben prestar servicios ajenos a su actividad o prestando servicios de cualquier otro tipo.

i) Aplicar sanciones de acuerdo a la ley minera y su reglamento.

h) Las industrias mineras no deben contratar o tener niños, niñas o adolescentes laborando, ya que estarían incumpliendo la normativa de la niñez y adolescencia.

j) Nombrar un funcionario para que resuelva e intervenga en los casos que la ley disponga.

k) Establecer los derechos del sector minero conforme la ley y sus reglamentos, así como también cobrar por las multas y sanciones en caso de que se incumpla la ley.

l) Revisar de una manera técnica todos los casos de sanciones para que la ley pueda ser respetada.

m) Iniciar y disponer todos los procesos fijados o destinados a sanciones declaradas por la ley.

n) Publicar y examinar todas las estadísticas del sector minero.

o) Entregar las licencias de comercialización que tramiten las empresas mineras conforme a la ley.

p) Las demás leyes que correspondan a la ley y a los estatutos aplicables.

El reglamento del ARCOM considerara las obligaciones de las agencias regionales, conforme la presente ley.

Art. 12.- Empresa Nacional Minera. - Es una entidad del sector público con personería jurídica, capital propio, que se dedica a las actividades de gestión minera. Beneficiándose de todos los recursos minerales y materia prima con el fin de

aprovechar todos los recursos sustentables. La empresa minera es dependiente del control y regulación específica de la ley actual y deberá manejarse con todos los parámetros de calidad. (Asamblea Nacional, 2010 (Vigente))

2.4. Métodos de evaluación de impacto Ambiental

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental (EIA) de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí sólo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo tanto, el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto.

Los métodos más usados, tienden a ser los más sencillos, incluyendo analogías, listas de verificación, opiniones de expertos (dictámenes profesionales), cálculos de balance de masa y matrices, etc. Aún más, los métodos de evaluación de impacto ambiental (EIA) pueden no tener aplicabilidad uniforme en todos los países debido a diferencias en su legislación, marco de procedimientos, datos de referencia, estándares ambientales y programas de administración ambiental. Las características deseables en los métodos que se adopten comprenden los siguientes aspectos:

1. Deben ser adecuados a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.
2. Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos.
3. Ser económicos en términos de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.

2.4.1. Matrices de Análisis costes-beneficio

Un análisis costes-beneficios, puede permitir valorar un problema ambiental mediante una comparación de los costes por daños frente a los costes para evitarlos. Cuando existen datos, este sistema analítico, de tipo económico, puede ser usado para comparar opciones alternativas.

En un análisis costes-beneficios, los costes se sitúan en oposición a los beneficios. Aunque este concepto posee elementos engañosos, ya que el contrario de los beneficios son las pérdidas. El procedimiento costes-beneficios supone un intercambio a dos bandas cuando en la realidad es un trato a tres bandas. Las pérdidas como tercer elemento, han estado claramente desvinculados de este proceso de análisis. La industrialización dio a este proceso un ímpetu sin precedentes. Es esta una de las razones de la problemática ambiental a la cual se debe enfrentar. Como el papel de las pérdidas no se consideró en el proceso, ni en las cuentas. La pérdida de calidad ambiental y de diversidad tampoco se tuvo presente. (Leopold,1973)

El intento actual es tener en consideración y valorar estas pérdidas, que es un reconocimiento del hecho de que el crecimiento ilimitado genera desbeneficios y pérdida de calidad ambiental. Es también una reconciliación con los desbeneficios tanto sociales como ambientales. Un marco utilizado para evaluar el daño a los recursos naturales y elegir entre diferentes opciones de restauración, en el que consiste en tres pasos principales:

- 1.- Evaluación del daño y su significado.
- 2.- Principales posibilidades de restauración.

3.- Posibilidades de restauración compensatoria.

El primer paso concierne a la definición del estado del recurso antes del incidente que ha provocado el daño, la evaluación de la escala de daño, la evaluación del impacto y cómo determinar si el daño es "significativo".

El segundo paso clarifica cómo abordar la restauración principal, es decir, las medidas dirigidas a restaurar el recurso dañado y, si es posible, regresar al recurso al punto de referencia (anterior al incidente). Este paso concierne al establecimiento de los objetivos de la restauración, la identificación y la elección de las principales opciones de restauración y la estimación de las pérdidas provisionales.

El tercer paso trata sobre cómo establecer los objetivos para las opciones de restauración compensatoria y cómo calcular la compensación monetaria y, también, cómo identificar y elegir las opciones de compensación. Todo ello implica definir un marco y métodos para evaluar el daño a los recursos naturales. Por ejemplo, el estudio de casos, el papel de la evaluación económica y del análisis de coste-beneficio dentro de ese marco.

2.4.2. Matriz de Leopold

Desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Estados Unidos, inicialmente fue diseñado para evaluar los impactos asociados con proyectos mineros y posteriormente ha resultado útil en proyectos de construcción de obras. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de

acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto (Leopold, 1973 y Ramos, 2004).

Para la utilización de la Matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

2.4.3. Matriz de sistemas basados en un soporte informatizado del territorio (SIG)

Los Sistemas computarizados de Información Geográfica (SIG), surgen como una herramienta para el manejo de los datos geo-espaciales, aportando soluciones a problemas geográficos complejos, lo cual, permite mejorar la habilidad del usuario en la toma de decisiones en investigación, planificación y desarrollo. Los sistemas de información geográfica (SIG) son útiles en algunas fases del proceso de EIA.

Este sistema de manejo de datos automatizado por ordenador puede capturar, gestionar, manipular, analizar, modelar y trazar datos con dimensiones espaciales para resolver la planeación compleja y la gestión de problemas. La adquisición de datos se refiere al proceso de identificación y recopilación de los datos requeridos para la aplicación. Después del acopio de datos, el procedimiento usado para convertir un conjunto de datos dentro de un formato apropiado para introducir el GIS, se llama pre-procesamiento.

CAPITULO III MARCO REFERENCIAL

3.1. Definición y generalidades de la zeolita

3.1.1. Zeolita Natural

La zeolita natural son hidratos aluminosilicatos, que están altamente cristalinos que en su punto máximo forman un cristal ideal. La zeolita se puede obtener de varias formas, sea de manera natural o de manera sintética. Este material es muy usado en proceso de intercambio iónico por tener un bajo costo.

La estructura que la conforma es tridimensional, acompañada por tetraedros de SiO_4 y AlO_4 . De acuerdo con (Curkovic et al., 1997) La zeolita es utilizado en los procesos de remoción de metales pesados indeseables en efluentes de desecho. Por otra parte, (Sandalio et al., 2010) citado por (Haggerty y Bowman 1994) agrega que se presenta de varios tamaños y no presenta algún desgaste. Así también, (Faghihian et al., 1999) en su investigación menciona que este material es térmicamente estable, resistente y tiene afinidad por los cationes. Según (Ramos, 2004) la zeolita posee una estructura tridimensional rígida, es decir, parecido a un panal de abeja.

De acuerdo con (Clinoptilolita, Mordenita, Chabazita, Fillipsita, Heulandita, etc.) la zeolita presenta alrededor de 50 tipos de zeolita, en la que varía por sus propiedades físicas y químicas, como es el caso de la clinoptilolita, el cual, este material es ampliamente utilizado como cargas inorgánicas, para la posible separación de gases.

Tabla 9.- Principales tipos de zeolitas naturales

Zeolitas	Formula Química
Laumontita	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
clinoptilolita	$(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Stilbita	$\text{Na Ca}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$
Phillipsita	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_{1-2} (\text{Si}, \text{Al})_8 \cdot \text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Erionita	$(\text{K}_2, \text{Ca}, \text{Na}_2)_2\text{Al}_4\text{Si}_{14}\text{O}_{36} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
Offretita	$(\text{K}_2, \text{Ca})_5\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72} \cdot 30\text{H}_2\text{O}$
Faujazita	$(\text{Na}_2\text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Chabazita	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Natrolita	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Thomsonita	$\text{Na Ca}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Mordenita	$(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Epistilbita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Analcima	$\text{Na}, \text{AlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Heulandita	$(\text{Na}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

3.1.2. Composición mineralógica de la zeolita

Según la investigación de este material, la zeolita está compuesto por el mineral silicio y aluminio, el cual, se encuentra generalmente en las rocas volcánica.

Así también, se analiza en este estudio que se encuentran alrededor de 40 minerales, en el que se destacan los siguientes, Analcima, Clinoptilolita, Erionita, Ferrierita y Gismondita.

Al ser considerado un mineral de origen volcánico, este material no es tan abundante, dando lugar a métodos artificiales. Donde se detalla que la zeolita se encuentra unida con el agua, a tal forma que la zeolita se desprende por el calor, sin alterar la estructura del mineral.

Por otra parte, se evidencia los filones minerales, en yacimientos de magnetita, como también en las calizas metamórficas de contacto. Sin embargo, también existen elementos constitutivos de las rocas magmáticas, estos debido al proceso de segregación temprano. Otras de las opciones, en el que se detalla la presencia de la zeolita es en las aguas termales, sea por cristalización directa o por formación de pseudomorfosis de minerales.

3.1.3. Composición química de la zeolita

Como ya se menciona anteriormente, la composición química de la zeolita puede variar, por intercambio iónico, no obstante, solo de cationes presentes en el Sodio, Calcio, Magnesio, entre otros. Durante el intercambio de estos minerales, la zeolita tiene un comportamiento que va de acuerdo a sus propias leyes, en el que se debe considerar siempre la selectividad y afinidad de los cationes.

Así también, se considera dentro del proceso de generación del mineral la temperatura y concentración iónica, logrando así, la composición deseada del material de la zeolita.

3.1.4. Principales propiedades de las rocas zeolíticas

La roca zeolita presenta propiedades físicas y químicas que van en función de: la catálisis, absorción e intercambio catiónico. Para la actividad agrícola la propiedad catálisis suele ser poco conocida, sin embargo, es muy importante, debido a que actúa como catalizador en procesos fisiológico de los vegetales.

En el proceso de intercambio, la zeolita suele ser un gran intercambiador de catión, alcanzando así un nivel de intercambio superior a los 200 meq /100 gr. de zeolita. En la estructura de la zeolita también posee mineral del cuarzo, calcita y otros minerales, que suelen intervenir y varían en el yacimiento de otros minerales.

Además, la zeolita consta de estructura cristalina donde sus minerales están interconectados, por pequeñas cavidades que se conocen como microporos, que son los que forman los canales de la zeolita, dando origen a las reacciones físico-químicas.

El Calcio, Sodio, Magnesio, entre otros minerales, están presentes también en la estructura cristalina de la zeolita, los cuales, pueden ser reemplazados por otros iones, sin modificar de alguna manera su composición y estructura cristalina, a esto se lo conoce como intercambio catiónico.

Al ser intercambiadores de iones, pueden ser utilizados en el proceso de concentración de la zeolita, de acuerdo con (Rodrigo Mundaca y Paulo Díaz Canales 2008) se obtiene zeolitas con una composición iónica específica y en correspondencia con sus necesidades.

3.2. Proceso de extracción

3.2.1. Uso de la zeolita en la agricultura y ambiente

Dentro del ámbito agrícola el material de la zeolita, según (Sanchez, et al., 1994) en sus investigaciones teóricas y prácticas, argumentan los siguientes usos:

1. En mezclas con fertilizantes, pesticidas y otros productos que suelen ser aplicados en el suelo.
2. En la retención del agua que es aplicado en el suelo.
3. En los cultivos de invernaderos.
4. En la absorción de gases de desechos.
5. En la absorción de iones de metales pesados.
6. En los fertilizantes sólidos.
7. En la nitrificación de los suelos.
8. En el control de acidez del suelo.

3.2.3. Empresa de estudio

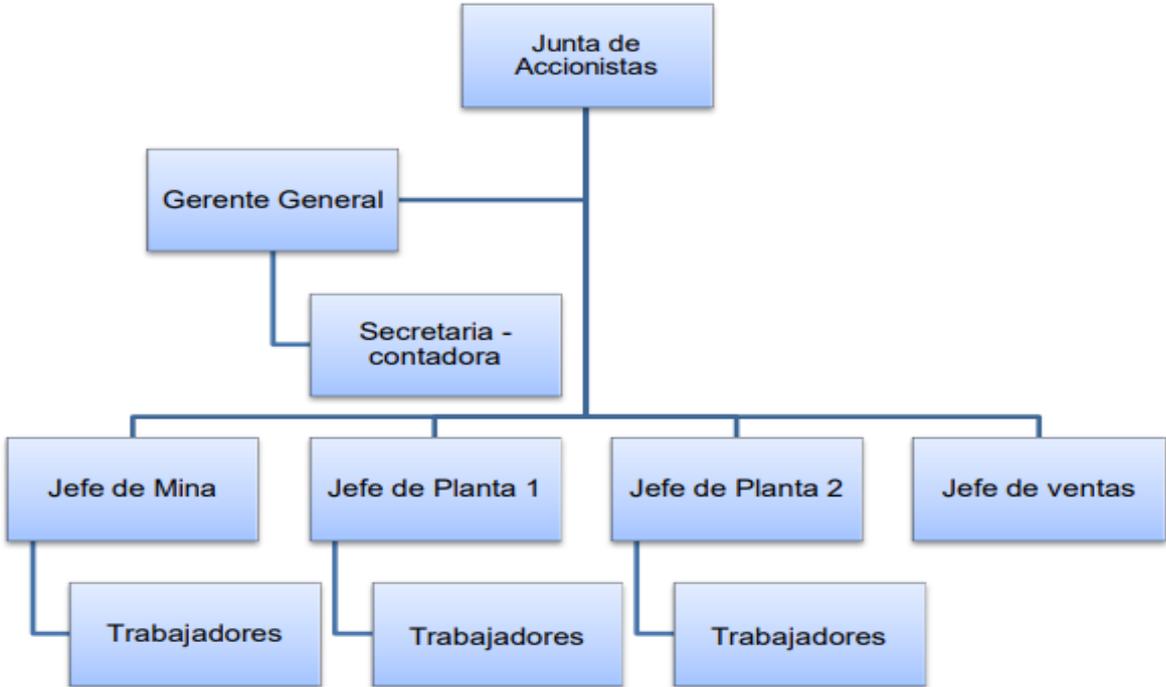
La empresa ZEONATEC; es una empresa dedicada a procesar y comercialización de minerales naturales, como la zeolita entre otros; su creación fue en el año 2006, siendo una empresa con una amplia experiencia en la extracción de zeolita natural a cielo abierto, sus productos obtenidos del proceso del mineral son utilizados ampliamente en el sector agrícola para mejorar notablemente sus rendimientos (Guevara, A. 2002). Siendo una de las favoritas para que se encargue de extraer la zeolita natural, en la comunidad Tatica, del cantón Esmeraldas, debido que en el sector existe importantes volúmenes que se pueden extraer y, por ende, vender en una gran proporción, tanto en el mercado nacional como internacional, generando y produciendo una gran rentabilidad económica.

Este estudio se orienta en realizar un estudio sobre el impacto ambiental que genera la extracción de la zeolita en la comunidad Tatica, así también, se analiza la situación socioeconómica, biótica y cultura, lo que se pretende a la realización de un buen plan de maneja ambiental, el cual, es necesario para saber cómo mejorar el desarrollo y calidad de vida de la comunidad objeto de estudio y evitar el deterioro del medio ambiente.

3.2.4. Característica de la empresa

Es una empresa joven donde tiene gran aceptación en el mercado local y está teniendo sus crecimientos a pasos gigantes, tiene a su disposición dos plantas procesadoras, una está dedicada al proceso de la zeolita natural y la otra a procesar carbonato de calcio, cuenta con varios puntos de distribución en todo el país para sus productos (ZEONATEC S.A. 2023).

3.2.5. Organigrama de la empresa



Fuente: ZEONATEC S.A. 2023.

CAPITULO IV RESULTADO

4.1. Diseño de estudio

Como diseño de esta investigación, se precisa detallar información recopilada mediante el tipo de investigación descriptiva, donde el fin del mismo, es conocer y realizar análisis de la situación en el que se encuentra la variable, como es la zeolita en el medio ambiente y las personas que se involucran en la zona.

Por otra parte, es necesaria la aplicación de técnicas de investigación, tales como la encuesta y la entrevista, siendo la manera más eficaz para explorar las respuestas de las personas y analizar la información de forma profunda. Por ende, este estudio es tipo cualitativo, debido a la observación de los factores que intervienen en las variables. Con investigación deductiva, siendo relevante para profundizar en temas específicos que involucra la explotación de zeolita, y sus posibles daños al medio ambiente.

4.2. Tipo de investigación

En el apartado anterior, se menciona el tipo de investigación que se utilizó, tal es el caso de la investigación descriptiva, en el que intervino la entrevista, y la encuesta, para posteriormente ser analizada. Estas fueron dirigida a la población de Tatica, del cantón Esmeralda.

Estudio que comprende de hombres y mujeres del sector, desde la edad de 18 años en adelante, se escoge esta población porque en su mayoría ya se encuentran trabajando o realizando alguna actividad laboral. Para conocer con exactitud la

población a encuestar, se extrae dicha información del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), del Ecuador, en el periodo 2010.

4.3. Población

La población escogida corresponde a la zona Tatica del Cantón Esmeralda, en la edad comprendida de 18 años en adelante, siendo desde esa edad, aquella población que se encuentra en su mayoría laborando en alguna institución pública o privada.

El total de la población es de 8,087 habitantes, dato que se extrae del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), en cual, se incluye a los hombres y mujeres de la localidad.

4.4. Muestra

La población es considerablemente grande, por lo tanto, es necesario la aplicación de cálculos estadísticos que determinen una población más pequeña, obteniendo como resultado a 368 habitantes, el cual, estos fueron los actores principales de la encuesta. A continuación, en la tabla 10 y 11, se representa el número de muestras a evaluar según el número de habitantes del sector Tatica.

Tabla 10.- Datos de la población Económicamente Activa del sitio Tatica.

Población Económicamente Activa del cantón Esmeraldas del sitio Tatica que se dedican a la Agricultura, Pesca y Silvicultura	
Hombres	8,087
Mujeres	611
Población	8,698

Fuente: INEC, 2010.

Tabla 11.- Descripción de la fórmula para obtener la muestra

n: Tamaño de la muestra	368
N: Tamaño de la población	8,698
p: Posibilidad de que ocurra un evento	0.5
q: Posibilidad de que no ocurra un evento	0.5
E: Error, se considera el 5%	0.05
z: Nivel de confianza 95%	1.96

Para poder determinar el número de muestras de la población escogida, fue necesario la aplicación de la siguiente fórmula estadística, el cual, determinar el número de personas a encuestar en el sector de Tatico del cantón Esmeraldas, obteniendo un total de 368 habitantes, entre hombres y mujeres, mayores de 18 años:

$$n = \frac{N_{pq}}{\frac{(N-1)E^2}{z^2} + pq} \quad n = \frac{(8698) * (0.5) * (0.5)}{\frac{(8698-1)(0.05)^2}{(1.96)^2} + (0.5) * (0.5)}$$

$$n = \frac{2174.5}{\frac{21.7425}{3.8416} + (0.25)}$$

$$n = \frac{2174.5}{5.65975 + (0.25)}$$

$$n = \frac{2174.5}{5.90975}$$

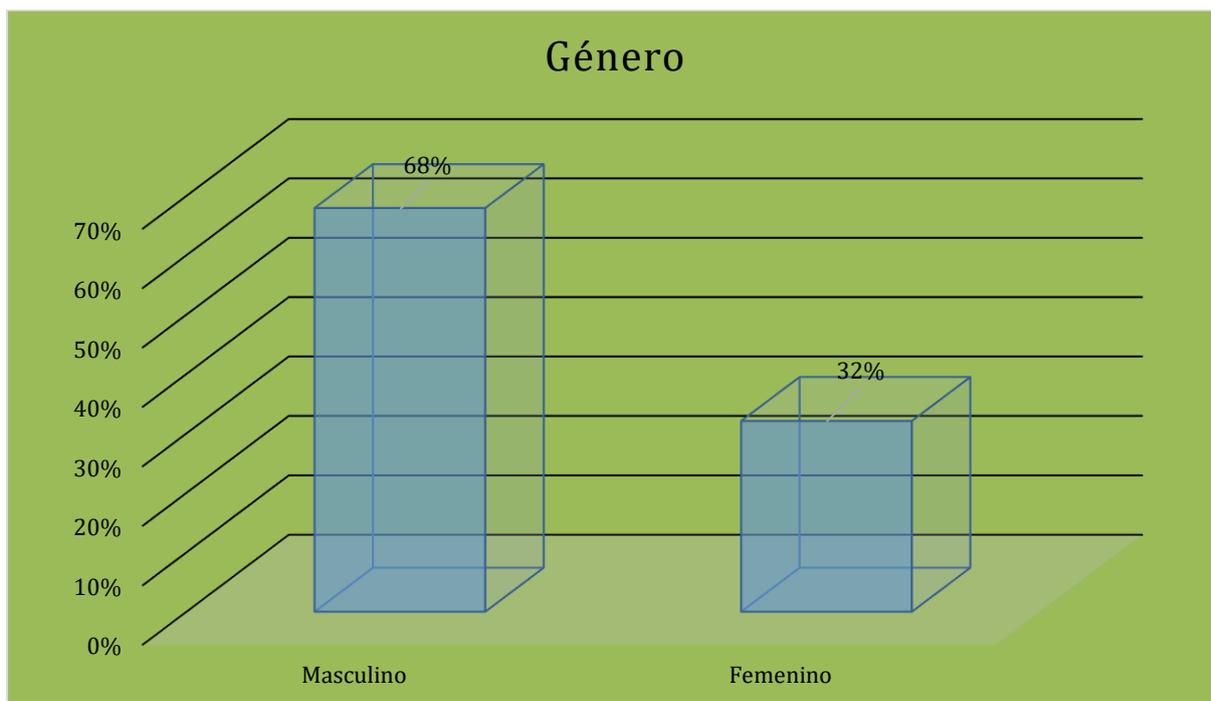
$$n = 367.9512$$

$$n = 368$$

4.5. Análisis del conocimiento existente en la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica, acerca de la producción y exportación del mineral zeolita.

Según los datos recolectados en el gráfico 1, la población de la muestra encuestada, el 68% que representa a 250 personas, manifestaron que son de género masculino, mientras que el 32% es decir 118 personas manifestaron que son femeninas, teniendo casi un equilibrio entre los encuestados.

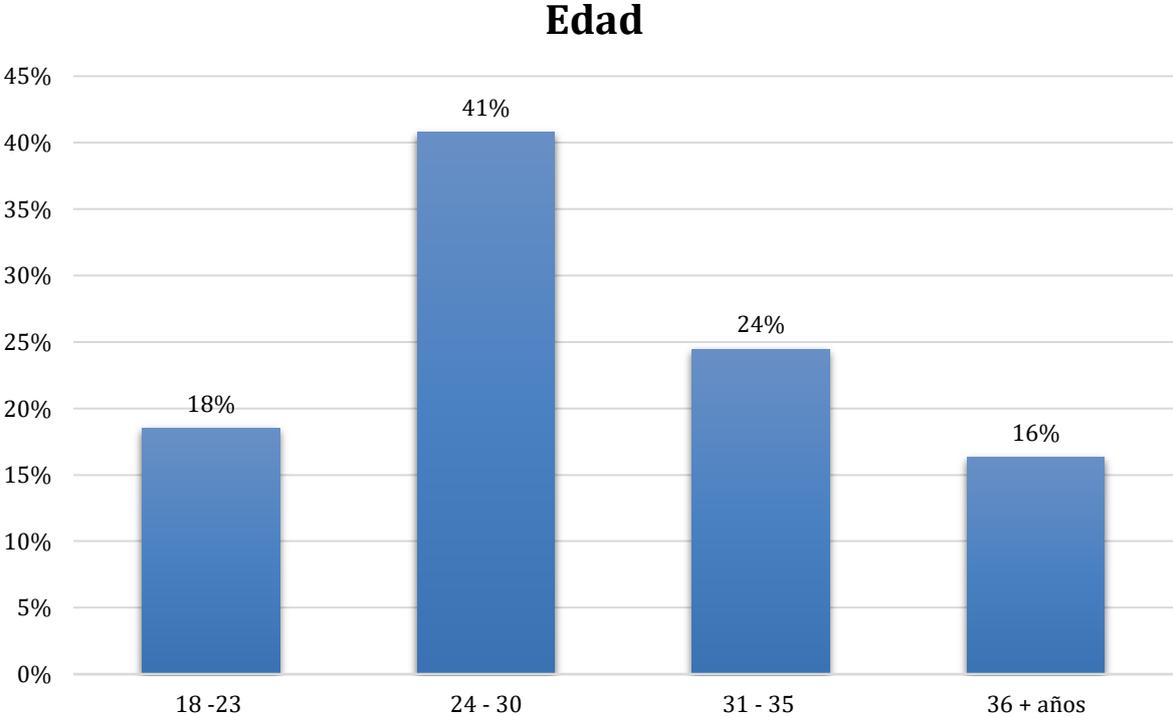
Gráfico 1.- Porcentaje del Géneros Masculinos y Femeninos encuestados de la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica.



Fuente: elaboración propia del autor

En el gráfico 2; se encuentra la edad de los encuestados, teniendo como de mayor rango la edad de 24 – 30 años con un 41%, siguiendo la edad de 31 – 35 años con un 24%, y con un rango inferior las personas de 36 años en adelante.

Gráfico 2.- Porcentaje de la edad de encuestados de la provincia de Esmeralda, del sitio Tatica.



Fuente: elaboración propia del autor

4.5.1. En las encuestas que se realizaron las siguientes preguntas:

1. ¿Ha escuchado Ud. sobre el Mineral Zeolita y las Bondades que posee este producto?

En el grafico 3, de las 368 personas encuestadas, el 14% de las personas conocen sobre las bondades de la zeolita natural, el cual, representa a 50 personas, mientras que 318 personas; que son el 86%, desconocen del tema y de las bondades que aporta la zeolita en la agricultura, y al medio ambiente, las personas que tenían el conociendo del mineral, pero desconocían de donde se obtenía ni su aporte en la agricultura.

Gráfico 3.- ¿Ha escuchado Ud. sobre el Mineral Zeolita y las Bondades que posee este producto?

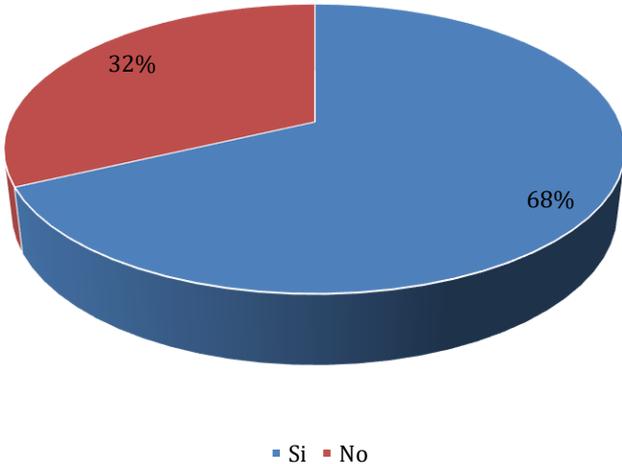


2. Siendo la zeolita un mineral que sirve para alimentar el ganado, neutralizar olores, absorber el amonio e impurezas del agua ¿Considera Ud. que es un producto novedoso para comercializarlo?

En el gráfico 4, se puede identificar que es muy importante la zeolita para la comercialización, con el fin de mejorar el ingreso de la comunidad Tatica, siendo de esta forma que el 68% de los encuestados comenta que es muy importante conocer este tipo de mineral que ayuda al medio ambiente y a mejora la calidad de alimentación del ganado, solo un 32% de las personas no estaban conforme o están en desacuerdo, en conocer el uso de este mineral en la agricultura, siendo una gran alternativa para mejorar la economía y poder conocer más sobre la Zeolita Natural.

Gráfico 4.- ¿Considera Ud. que es un producto novedoso para comercializarlo?

2. ¿considera Ud. que es un producto novedoso para comercializarlo?



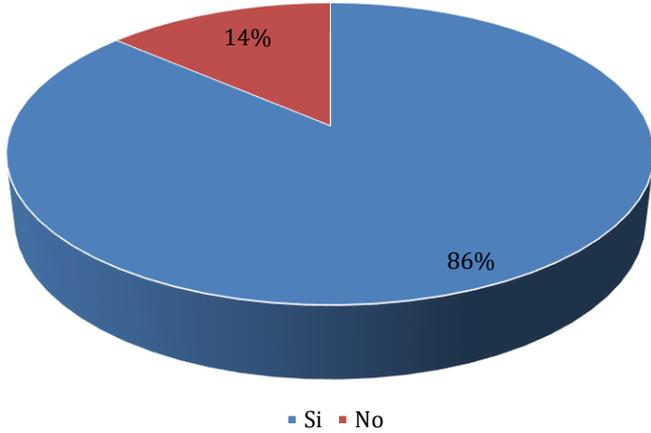
3. ¿Considera usted que la población debe conocer que es el mineral de la zeolita?

En el gráfico 5, se puede identificar que la comunidad de Tatico, de la provincia de Esmeraldas tiene un buen criterio sobre la zeolita, el 86% de la población encuestada están de acuerdo que se conozca las bondades de la zeolita y sus diferentes tipos en el uso para mejorar la agricultura, ganadería y medio ambiente.

Mientras que el 14% de ellos, tienen un criterio muy ambiguo, por desconocimiento de cómo se puede extraer, su proceso, comercialización, y sobre todo que las empresas públicas y privadas no dan a conocer este tipo de información.

Gráfico 5.- ¿Considera usted que la población debe conocer que es el mineral de la zeolita?

3. ¿Considera usted que la población debe conocer que es el mineral zeolita?

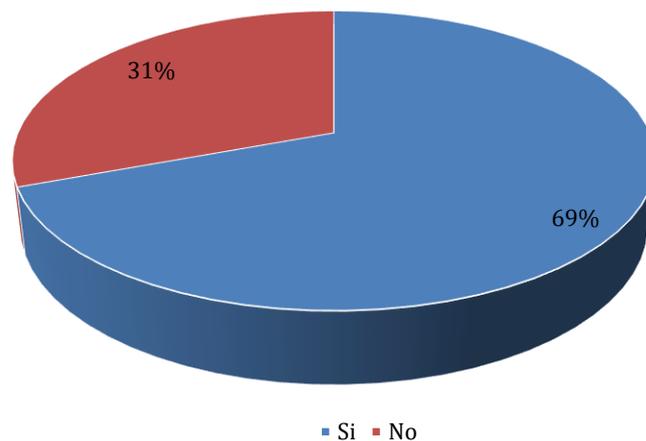


4. ¿Cree que los explotadores y las entidades competentes dan a conocer el mineral?

En el gráfico 6, de la pregunta cuatro, de las 368 personas encuestadas, representa un 69% que comentan que las entidades encargadas de difundir la información sobre el uso, la explotación y comercialización no están cumpliendo con su trabajo, mientras que un 31% cree que la información que se encuentra en el medio es suficiente para poder incursionar en la explotación y extracción de la zeolita natural.

Gráfico 6.- ¿Cree que los explotadores y las entidades competentes dan a conocer el mineral?

4. ¿Cree que los explotadores y las entidades competentes dan a conocer el mineral?

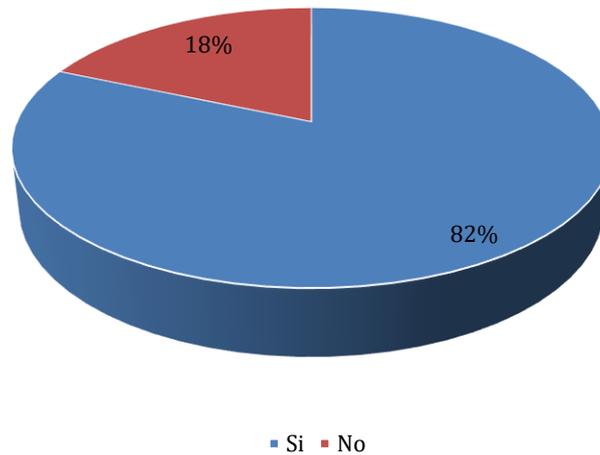


5. ¿Usted por qué considera que la zeolita es importante en el sector productivo?

En el gráfico 7, se puede identificar que el 82% de la población encuestada comentan que, al ser un mineral con gran impacto en la agricultura, ganadería y al medio ambiente, y con un gran impacto ecológico que ayuda a disminuir el uso de fertilizantes químicos que dañan el suelo y contaminan el ambiente, siendo un elemento muy apetecible para el mercado local e internacional que se dedican a la explotación agrícola o pecuaria. Mientras que el 18%, se conforma con los grandes paquetes tecnológicos que al final están causando daño al medio ambiente y dañando los suelos.

Gráfico 7.- ¿Usted por qué considera que la zeolita es importante en el sector productivo?

5. ¿Usted por qué considera que la zeolita es importante en el sector productivo?

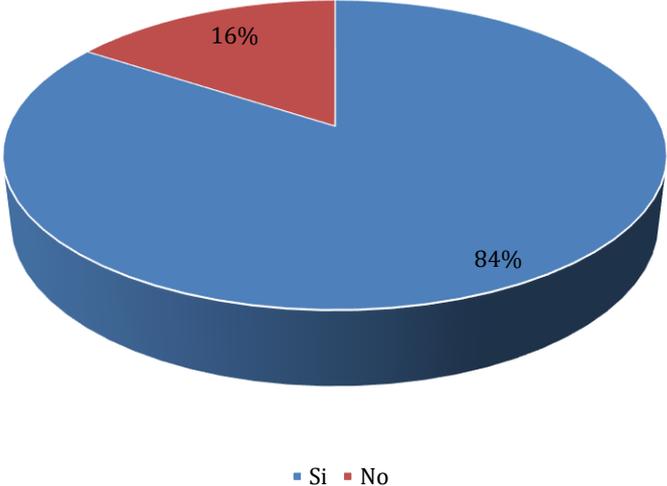


6. ¿Considera usted que en el país se debe promover la explotación de este mineral?

En el gráfico 8, se puede identificar que el 84% de la población encuesta tiene un criterio sobre la importancia de cubrir la demanda del área local, luego provincial y el país, sin saturar los mercados, y pensando que se tendrá suficiente mineral para poderse extender al exterior. Mientras que el 16%, piensa que al difundir sobre las bondades y como realizar la explotación de este mineral, en poco tiempo saturan el mercado o lo peor no van a cubrir las necesidades locales ni menos internacionales.

Gráfico 8.- ¿Considera usted que en el país se debe promover la explotación de este mineral?

6. ¿Considera usted que en el país se debe promover la explotación de este mineral?

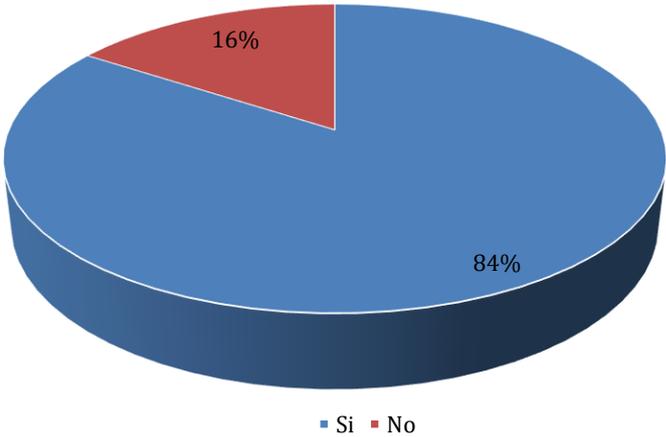


7. ¿Considera usted que en el país se debe promover la exportación de este mineral?

En el gráfico 9, se identifica que el 84% de la población encuesta, donde tienen un criterio que el mineral siendo muy importante para la agricultura, ganadería y acuicultura, se le dé importancia a su explotación de este mineral y sin descartar las exportaciones de la zeolita, siempre considerando a las pequeñas y grandes empresas que se dediquen a la extracción y comercialización del mineral. Mientras que el 16% de la población encuestada comenta que para ellos la zeolita es un mineral muy bueno pero el protocolo de las identidades encargadas para su extracción, explotación y comercialización internacional se desconoce, quienes son, y cuáles son sus requisitos.

Gráfico 9.- ¿Considera usted que en el país se debe promover la exportación de este mineral?

7. ¿Considera usted que en el país se debe promover la exportación de este mineral?

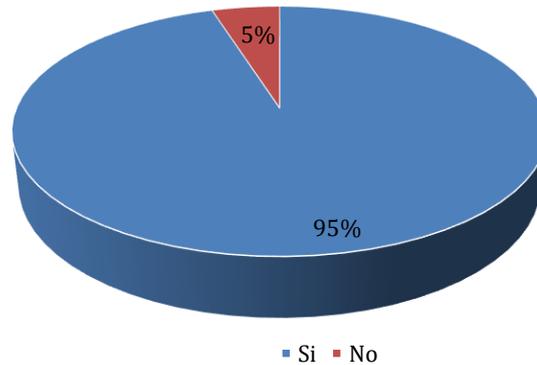


8. ¿Cree usted que la comercialización de este mineral ayude a la economía del país?

En el gráfico 10, de los 368 encuestados, 350 personas representando un 95% comentan que, al incentivar y tener protocolos de explotación y comercialización, mejorarían el ingreso económico y social de la comunidad, por ser un mineral poco explotado y de poco conocimiento en el uso y beneficios que tiene en la agricultura, ganadería y acuicultura. Mientras que 18 personas representadas por el 5% de la comunidad encuestada comenta que no tendría un impacto favorable y destruiría su ecosistema dañando su flora y fauna de la localidad.

Gráfico 10.- ¿Cree usted que la comercialización de este mineral ayude a la economía del país?

8. ¿Cree usted que la comercialización de este mineral ayude a la economía del país?



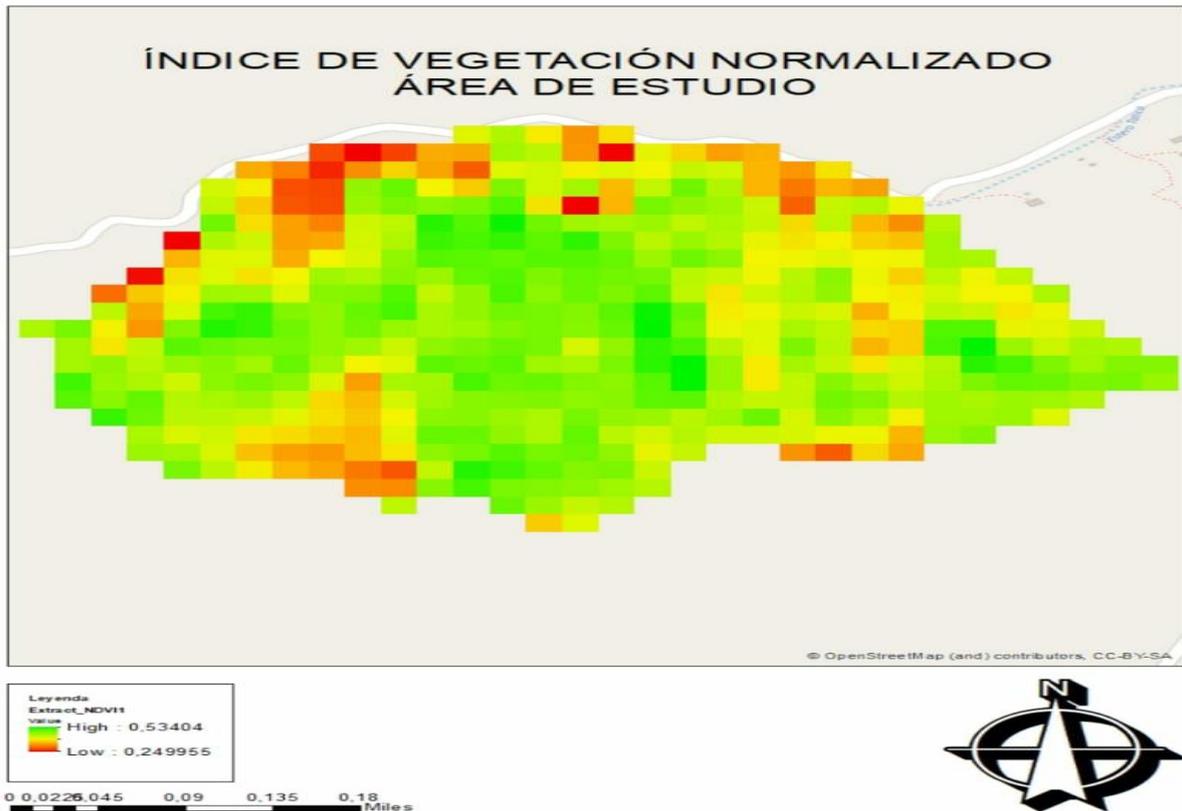
4.6. Análisis socioeconómico, biótico, y cultural del área de influencia con sistema de información geográfico (SIG).

En la imagen 2, se puede identificar las plantas que están sanas, representadas con el color verde intenso, esta reflectancia va de un rango de 0.55 a 0.66, siendo plantas sanas, las de color amarillo van del rango 0.22 a 0.33 que se consideran plantas con baja reflectancia por problemas de alguna enfermedad, y las de color anaranjado son las que van de un rango 0.22 a -0.10, considerándose plantas enfermas, y las de color rojo son fuentes de agua o suelos totalmente sin ninguna cubierta vegetal.

Para obtener los índices de vegetación se combinaron las bandas espectrales registradas por los satélites landsat 8, y su función es a la respuesta espectral, donde sus rangos van de 1 a -1, las plantas sanas están en un rango de 0.66 a 1, y las plantas enfermas están del -1 a 0.33, para poder realizar el NDVI se utilizó la siguiente formula:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Imagen 2.- Índice de vegetación (NDVI), de la localidad a realizar la explotación de la zeolita, utilizando imagen del satélite landsat 8, interacción de las bandas 4 y 5.



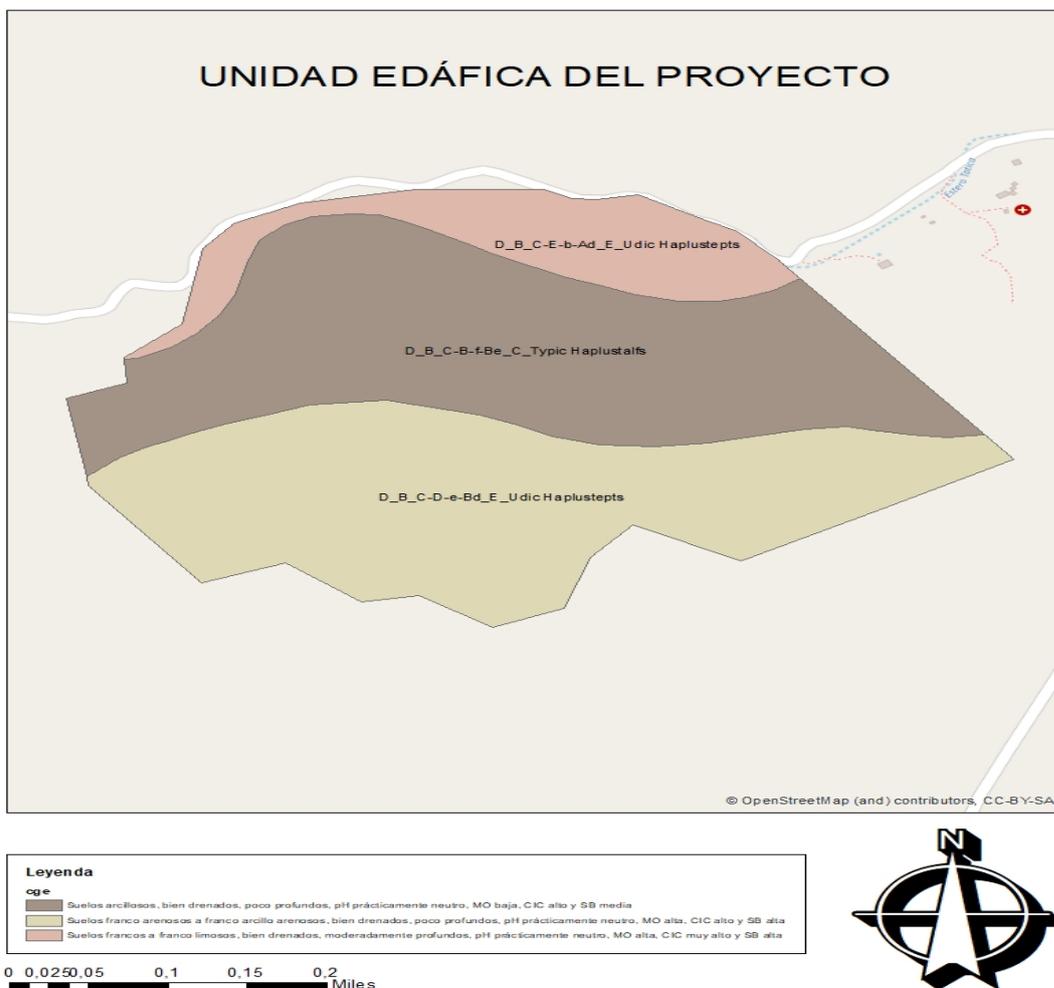
Fuente: elaboración propia del autor

Analizando el tipo de suelo que se encuentran en el sitio de Tatica de la provincia de Esmeraldas, ver la imagen 3, el suelo que se encuentran de color gris son suelos arcillosos, con un buen drenaje, llegando a tener un PH neutro, con una materia orgánica baja, teniendo una capacidad de intercambio catiónico alta y con una saturación base alta.

Seguido la parte que tiene el color blanco hueso, son suelos franco arenoso a franco arcillosos con un buen drenaje, su PH es neutro con materia orgánica alta y su capacidad de intercambio catiónico es alto y con una saturación baja es alta.

El color rosa son suelos franco limoso, bien drenados, con un PH prácticamente neutro, con materia orgánica alta, y su capacidad de intercambio catiónico muy alto.

Imagen 3.- Tipo de suelo que se encuentran en el sitio de Tatica de la provincia de Esmeraldas.

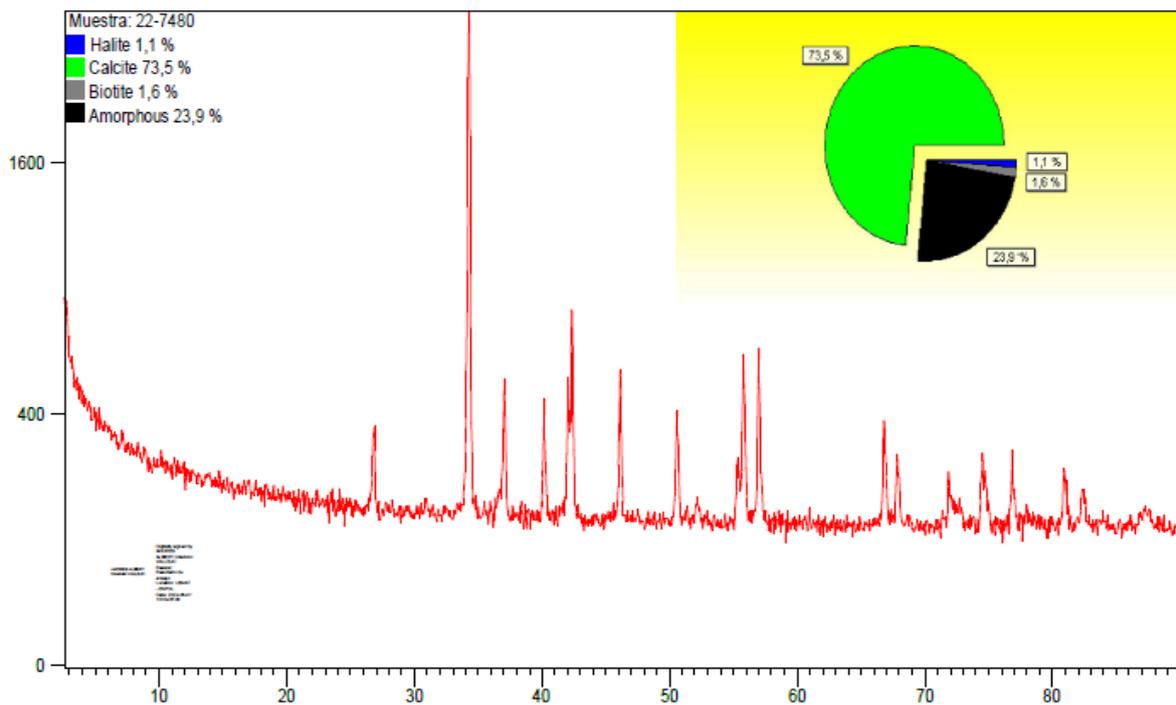


Fuente: elaboración propia del autor

Una vez realizado el análisis con las imágenes satelitales, se realizó una toma de muestra del tipo de suelo para conocer el tipo de zeolita que se encuentra en el lugar de donde se piensa realizar la extracción de la zeolita natural.

Estos análisis se lo realizaron en la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), en el laboratorio de evaluación de materiales; donde se encontraron los siguientes minerales: Halite 1.1%; Calcite 73.5%; Biotite 1.6%; Amorphous 23.9%, siendo la Calcite con el más alto porcentaje, en el grafico..... se puede ver los resultados del análisis del laboratorio ver imagen 4.

Imagen 4.- Análisis de las muestras de suelo del laboratorio de la ESPOL



4.6. Evaluación del impacto ambiental utilizando la Matriz de Leopold

Con esta matriz permite identificar los diferentes tipos de impacto ambientales potenciales del proyecto de explotación minera de la zeolita natural. Siendo de doble

entrada, tiene como fila los factores ambientales que pueden ser afectados y en las columnas las acciones que tendrán lugar y que pueden causar impactos. Los cuadros se dividen en diagonal. En la parte superior se coloca la magnitud -M (extensión del impacto), procedida del signo “+” o bien “-“, según el impacto sea positivo o negativo respectivamente. Se utilizó una escala con valores del 1 al 10, siendo 1 la alternativa mínima y 10 la alternativa máxima. La escala que se utilizó para darles los valores son los siguientes criterios:

Signo	
Caracteres beneficiosos o perjudiciales de las acciones que se van a realizar en los distintos factores	
Beneficioso	+
Perjudiciales	
Intensidad (In)	
Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa	
Afección mínima	1
Situaciones intermedias	2 a 11
Destrucción total	12
Extensión (Ex)	
Área de influencia teórica del impacto con el entorno del proyecto (% de área, con respecto del entorno en que se manifiesta el efecto).	
Puntual: efecto muy localizado	1
Parcial	2
Toral:	8
Momento (Mo)	
Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado	
Inmediato: tiempo transcurrido nulo	4
Corto plazo: inferior a un año	4

Mediano plazo: entre 1 y 5 años	2
Largo plazo: más de 5 años	1
Persistencia (Pe)	
Tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por medio naturales o mediante la introducción de medidas correctas.	
Efecto fugaz: menos de un año	1
Efecto temporal: entre 1 y 10 años	2
Efecto permanente: superior a los 10 años	4
Recuperabilidad (Rv)	
Posibilidad de reconstrucción, total o parcial, factor afectado como consecuencia del proyecto.	
Recuperable totalmente en forma inmediata	1
Recuperable totalmente a medio plazo	2
Irrecuperable	4
Certidumbre (Ce)	
Grado de seguridad con el que se produzca el efecto	
Improbable	1
Probable	2
Cierto	3

Para poder analizar la matriz se utilizó la siguiente formula:

$$I = \pm(In + Ex + Mo + Pe + Rv + Ce)$$

De esta forma, se calculó las interacciones correspondientes a cada matriz, obteniendo la importancia total de cada efecto, así como el grado de afectación de cada factor analizado. La interacción de la fila de la matriz del factor ambiente (F) y la columna es la acción del proyecto (A), es decir, son las actividades del proyecto que se van a realizar antes de ponerse en marcha. Esta interacción del factor (F) y el factor

(A), en la siguiente tabla 12, se representa los valores a considerar el impacto del proyecto al medio ambiente.

Tabla 12.- Valor a considerar el impacto del proyecto al medio ambiente

IMPACTO BAJO	1 - 30
IMPACTO MEDIO	31 - 61
IMPACTO SEVERO	61 - 92
IMPACTO CRITICO	> 93

Analizando la Matriz de Leopold, se menciona que el impacto es bajo porque posee una magnitud de 4.9 y una importancia de 6.4 en el aspecto negativo y en el aspecto positivo se encuentra con la magnitud de 2.3 y su importancia es de 5, considerando los rangos de importancia se detalla que tiene un impacto ambiental bajo; esto se lo puede ver en la siguiente tabla 13.

4.7. Plan de manejo ambiental (PMA), para disminuir y/o mitigar los impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad en la extracción de la zeolita natural

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión que establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los impactos ambientales identificados en el proyecto. Para de manejo ambiental se analizó y se describe conforme a las condiciones vigentes en el país, planteadas en el código orgánico del ambiente y el texto unificado de legislación secundaria ambiental.

El proceso de la identificación de los impactos ambientales que alcanza el desarrollo del proyecto de la actividad de concesión minera, ha sido determinado utilizando una (Matriz de Leopold,), Interaccionando las operaciones con los diferentes factores ambientales, se examina si hay algún tipo de impacto en la calidad ambiental de cada factor.

Los factores ambientales que se consideraron en este estudio son:

4.7.1. Medio físico:

- Suelo: Geomorfología, geología, Topografía, calidad.
- Agua: Calidad del agua (acta para el consumo o turbidez)
- Aire: Ruido, olores, partículas suspendidas, vapores.

4.7.2. Medio biótico:

- Flora: El desbroce de la vegetación para el ingreso de las maquinarias, especies de vegetación, diversidad.

- Fauna: diversidad de animales, migración.

4.7.3. Medio socioeconómico cultural:

- Uso del suelo: Forestal, agrícola.
- Infraestructura: Servicio de transporte, red de abastecimiento y comercialización.
- Población: Seguridad, Salud, empleo.

A continuación, se presenta la Matriz de Identificación de Impactos, realizada para cada una de las acciones del proyecto sobre un determinado factor ambiental que indican la posibilidad de verse afectados o beneficiados.

El plan de manejo ambiental está conformado por 3 planes, ver las tablas 14, 15, 16 y 17 con sus respectivos programas divididos en 6 columnas las cuales contienen el aspecto ambiental, impacto identificado, medidas propuestas, indicadores, medios de verificación y plazo de ejecución, los planes son de manejo ambiental son:

1. Plan de prevención y mitigación de impacto.
2. Plan de manejo de desecho.
3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental.

Tabla 14.- Plan de prevención y mitigación de impacto.

Programa de mitigación de ruido, gases y material particulado					
Objetivos:					
<ul style="list-style-type: none"> Disminuir la causa, atenuar el ruido entre emisores y receptores, a fin de que la emisión de sonido no supere los niveles máximos permitidos por la normativa ambiental vigente. Mitigar la contaminación del aire por gases y partículas generadas por las máquinas de la empresa 					
Sitio de aplicación: Comunidad de Tatica, provincia de Esmeralda					
Responsable: Promotor del proyecto					
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo (meses)
Calidad del aire	Aumento de presión sonora (ruido)	Evitar el uso prologando de maquinarias o equipos que producen o generan ruido, es decir, no exceder el tiempo recomendado que se encuentra estimado. Así mismo, se colocan letreros que señalan la prohibición del ruido en estos lugares, lo cual se los colorada en toda el área a intervenir.	Se colocarán un promedio de 6 letreros en cada zona donde se va a intervenir. Los que no cumplan con esta regla se los sancionara con un salario básico.	Observación directa -Fotografía -Facturas	1 mes
	Presencia de material particulado y gases provenientes de maquinaria y equipos	Dar mantenimiento a las máquinas de manera semestral, las que se encuentran realizando mucho ruido se las cambiara por otro equipo nuevo.	Mantenimientos al año de los compresores, bombas y motores utilizados en la Planta de Beneficio	Tener los informes de los mantenimientos realizados de Facturas de mantenimientos	1 mes
		Trasladar al taller de mecánica la maquinaria y equipos	Los monitoreos de ruidos llevados a cabo a los 6 meses	Monitoreo de ruido realizado con laboratorios	1 mes

		<p>existentes en la Planta de Beneficio que estén generando ruido sobre los 75 dB (límites) para su mantenimiento y/o reparación, estas retornarán cuando cumplan con los niveles admisibles.</p> <p>. Para tal efecto se deberá seguir con el cronograma para el monitoreo del ruido dentro del proyecto, el cual indica:</p> <p>-La primera medición se llevará a cabo a los 6 meses.</p> <p>-La segunda medición al momento de la elaboración de la Auditoría Ambiental de cumplimiento.</p>	<p>monitoreos de ruido llevado a cabo al momento de la elaboración de la Auditoría Ambiental de cumplimiento</p>	<p>acreditado</p> <p>-Reporte de mantenimiento de las máquinas y equipos.</p>	
		<p>Dotar de 45 protectores auriculares al personal que labora en la Planta de Beneficio y obligar su uso en las áreas donde se encuentra la maquinaria.</p>	<p>De los EPP entregados al personal de la planta de beneficio en el primer mes de trabajo de actas de entrega recepción del EPP</p>	<p>Acta de entrega recepción de EPP al personal</p> <p>-Facturas</p> <p>-Visitas</p>	<p>1 mes</p>
		<p>Mediante la entrega de hojas volantes se deberá informar a los moradores de la zona de influencia del proyecto las actividades</p>	<p>Las hojas volantes entregadas a los moradores de la zona</p>	<p>Acta de entrega firmada.</p> <p>-Fotografías</p>	<p>1 mes</p>

		que se realizan en la Planta de Beneficio. Firmar acta de entrega-recepción de hojas volantes.			
		Las actividades que generen ruido deberán ser realizadas únicamente dentro del horario establecido de trabajo que es de 08H00 a 18H00	La planta de beneficio labora en horario de 08H00 hasta las 18H00	Consulta a moradores de la zona	1 mes
		Notificar a los transportistas del carbón libre que la velocidad de circulación no debe superar los 30km/h, esto con el fin de evitar la generación de material particulado.	Las notificaciones entregadas al transportista del carbón libre	Revisión de la notificación entregada -Observación directa -Consulta a moradores del lugar	1 mes
		La empresa del proyecto deberá dotar de una lona o carpa para evitar la dispersión del material particulado.	Las volquetas que transportan el material utilizan carpa o lona que cubra el material transportado	-Observación directa -Consulta a moradores de la zona -Fotografías	1 mes

Tabla 15.- Plan de manejo de desecho

Programa de gestión de escombros					
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Manipular correctamente los escombros que se producen en la explotación de la zeolita. <p>Sitio de aplicación: Comunidad de Tatica, provincia de Esmeralda, explotación de la zeolita.</p> <p>Responsable: Promotor del proyecto</p>					
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo (meses)
Calidad del suelo	Generación y mal manejo de los escombros	Los escombros que se generan en el proceso de explotación, se colocaran de una forma ordenada, para evitar exceso de suelo.	Por cada metro cubico de suelo o escombro generado tiene que ser trasladado a su lugar donde sea aprovechado	Observación directa Fotografía	1 mes
		Se prohíbe: Depositar suelos o escombros en las orillas del rio o quebrada - Colocar escombros en terrenos privados - Se colocarán letreros que indiquen esta prohibición en las orillas del rio o quebradas.	Colocación de letreros en los lugares indicados	Observación directa Fotografía Consulta a moradores Facturas	1 mes

Tabla 16.- Plan de información y comunicación a los moradores de la zona del proyecto.

Programa de información y comunicación a los moradores de la zona del proyecto					
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comunicación a los moradores de lo que se va a realizar en la comunidad sobre las actividades de la explotación minera de la zeolita. <p>Sitio de aplicación: Comunidad de Tatica, provincia de Esmeralda, explotación de la zeolita.</p> <p>Responsable: Promotor del proyecto</p>					
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo (meses)
Social	Molestias a los vecinos de la explotación de la zeolita	Elaboración de tríptico que contenga las actividades que se van a desarrollar, para entregar a los moradores del sector.	Se llevará un registro de las personas que se le entrega los trípticos	Registro Fotográfico -Facturas -Registro de entrega de trípticos	1 mes
		Realizar charla de socialización y educación ambiental, dirigida a los vecinos de la zona donde se realizará la explotación de la zeolita.	Tener un registro de las personas que asisten a las charlas de socialización y educación ambiental.	Registro técnico del material difundido en la charla -Fotografías -Registro de asistencia	1 mes

Tabla 17.- Plan de capacitación y educación ambiental

Programa de capacitación y educación ambiental					
Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> Realizar charla de capacitación dirigida al personal, capacitarlos en tema de salud ocupacional, seguridad industrial y medio ambiente. Sitio de aplicación: Trabajadores. Responsable: Promotor del proyecto					
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Plazo (meses)
	La capacitación estará a cargo de un profesional calificado, con un tiempo mínimo de 30 min de duración, los temas que se deberán considerar	Elaboración de tríptico que contenga las actividades que se van a desarrollar, para entregar a los moradores del sector.	Eventos para la capacitación, Trabajadores de la planta.	Número de talleres realizados -Registro fotográfico -Registro de asistencia -Registro técnico de material impartido en los talleres	5 mes
Seguridad industrial Seguridad ocupacional Medio ambiente	son: -Seguridad Industrial -Uso de equipos de protección personal -Riesgos de trabajo -Buenas prácticas ambientales -Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.	Realizar charla de socialización y educación ambiental, dirigida a los vecinos de la zona donde se realizará la explotación de la zeolita.	Los trabajadores de la planta beneficio	-Registro Fotográfico -Registro de entrega -Facturas	5 mes

De acuerdo con Echeverría, M. (2013). Uno de los problemas que tiene la empresa es que no cumple a tiempo los pedidos y hay retraso en la entrega de los pedidos por no tener lugares donde poder extraer la zeolita natural.

Guevara, A. 2002. Comenta que la actividad de la extracción de la zeolita natural a cielo abierto no causa mucho impacto ambiental, en la mina de zeolita natural “yacimiento Leon” era una mina con vida útil de 6 años donde se extraían 67200 toneladas, y el estudio ambiental de la mina está dirigida a la vida útil de la mina y al sector donde se la extrae.

De acuerdo con Canter (2002) la atención creciente le ha sido dada, por el sector industrial, para la remoción de metales pesados presentes en efluentes líquidos procurando atender la legislación ambiental. En los efluentes de la industria minera los tratamientos normalmente recomendados para remover metales pesados, incluyen procesos como precipitación, evaporación, electrodiálisis, absorción en carbón, extracción por solventes e intercambio iónico con resinas sintéticas.

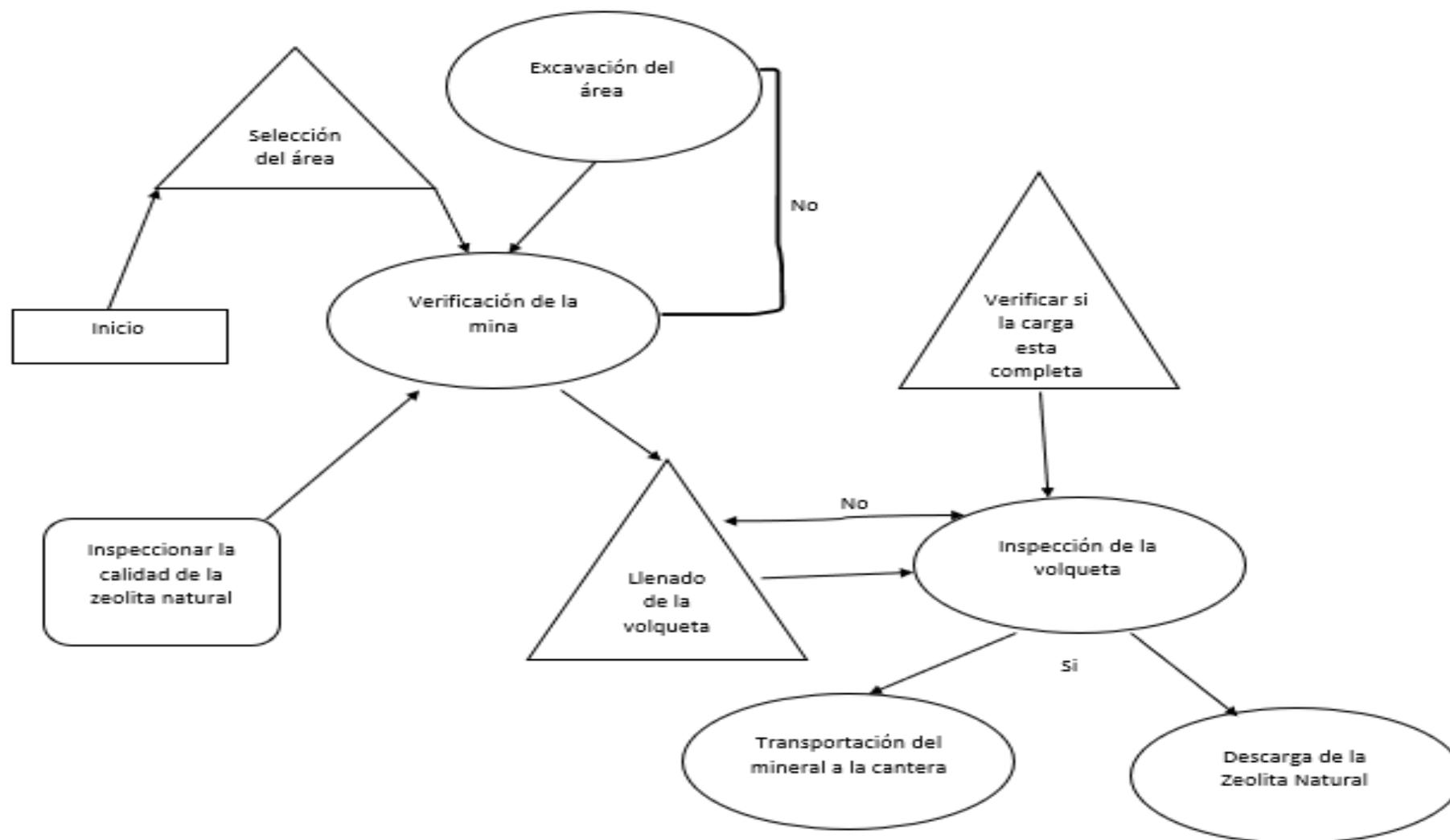
Desde el punto de vista ambiental, la gran mayoría de los autores coinciden en la superioridad de las zeolitas naturales atendiendo a: -bajo costo de extracción, disponibilidad de grandes volúmenes, excelente estabilidad a los procesos químicos y térmicos que permiten su reactivación y utilización en varios ciclos. Según Englert y Rubio (2005) las investigaciones con zeolitas naturales y sus aplicaciones en los trabajos relativos al medio ambiente están aumentando debido a sus propiedades y significativa incidencia.

El cuidado del medio ambiente es uno de los puntos importantes al momento de realizar una producción o extracción de minerales previa comercialización, la explotación del mineral zeolita se llevó a cabo siguiendo todos los parámetros

establecidos por la ley vigente en donde se busque salvaguardar la seguridad e integridad del medio ambiente.

Este mineral además de cumplir con los requerimientos para una explotación sin daño al medio ambiente, cuida de el al ser comercializado, debido a que es empleado en diversas actividades tales como mitigar el daño causado por elementos tóxicos en los relaves mineros, acondicionamiento al suelo para la agricultura, ablandador de aguas en la acuicultura, alimentación del ganado entre otras actividades. En el siguiente gráfico se puede ver el proceso de extracción de la zeolita natural:

Gráfico 11.- Diagrama de inicio en la extracción y explotación de la mina de zeolita natural



4.8. Presupuesto

Maquinaria	Descripción	Valor total USD
1 Excavadora de oruga, modelo 320 capacidad 20 toneladas.	Permitirá la extracción del material de manera más accesible.	\$ 200.000,00
1 molino, trituradora y pulverizadora	El mismo que nos permite moler y procesar el mineral	\$ 670.000,00
2 volquetes tipo mula.	Las mismas nos permitirán transporte material	\$ 230.000,00
1 cargadora frontal.	La misma nos permitirá cargado y despacho del material	\$ 125.000,00
2 compresores de aire.	Los mismos que nos permiten la explotación del mineral en túnel.	\$ 130.000,00
Componentes y accesorios para el funcionamiento de los compresores.	Mangueras, taladros, brocas, acoples y más accesorios.	\$ 60.000,00
1 Generador de 150kva	El mismo que nos dotara de energía eléctrica al campamento.	\$ 90.000,00
Kits de explosivos	Mechas, emulsor, cordón detonante.	\$ 60.000,00
Adecantamiento de terreno y construcción de oficinas.	Nos permitirá una mejor comodidad y mejor rendimiento con el personal.	\$ 50.000,00
Inversión total		USD. 1.815.000,00

4.8.1. Plan de producción y utilidad mensual

Producción mensual	2000 Tm
Gastos de producción mina/ton	\$ 80
Gastos de pulverización	\$ 30
Total de gastos de producción/Ton	\$ 110

4.8.2. Resumen

Producción mensual	2000 Tm
Gastos de operación/ton	\$ 110
Valor en venta/ton	\$ 260
Utilidad/ton	\$ 150

Utilidad mensual/ton aproximadamente:

2000ton x \$ 150 = USD 300.000

4.9. Tiempo estimado de la propuesta

ACTIVIDADES	TIEMPO											
	Ene/22	Feb/22	Mar/23	Abr/23	Mayo/23	Jun/23	Jul/23	Agosto/23	Sept/23	Oct/23	Nov/23	Dic/23
Proponer alternativas y diagnóstico de las condiciones e hipótesis	X											
Analizar los datos, encontrar patrones y extraer información		X										
Establecer la intencionalidad del proyecto y su función			X									
Reconocer el contexto y el espacio del objeto de estudio				X								
Realizar una encuesta para conocer la opinión sobre la implementación de un plan de manejo ambiental					X							
Observar el comportamiento y analizar las necesidades de los habitantes						X						
Explorar conceptos, integrarlos dentro del proyecto							X					
Diseñar matrices de un plan de manejo ambiental.								X	X	X		
Determinar el tipo de software a utilizar para la implementación de los objetivos.											X	
Diseño de la propuesta.												X

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al implementar este tipo de estudio, se pudo comprobar el impacto que produce la Zeolita, precisamente en la comunidad Tatica, del cantón Esmeralda, donde cerca del 86%, de la población, desconocen de las bondades que aporta la zeolita en la agricultura, y al medio ambiente, solo un 14% conoce lo básico de este material, que son generalmente quienes se encuentran en contacto diario con la Zeolita. Y, aun así, desconocen el origen y sus múltiples aportes en la agricultura.

Se observa que la agricultura artesanal de la comunidad Tatica está interfiriendo en la destrucción del ecosistema, repercutiendo en la siembra de cultivos y de pasto para el ganado. Entonces, la zeolita representa un mineral importante en el sector productivo en el que se debe aprovechar, y de acuerdo a la encuesta realiza, determina que el 82% considera que ayudaría a disminuir el uso de fertilizantes químicos, que son uno de los causantes del daño al medio ambiente.

Mediante la aplicación y análisis de matriz de Leopold, se determinó que el proyecto es de bajo impacto al medio ambiente, por lo tanto, el mineral Zeolita no genera daños al ambiente, esto debido a que se extrae la materia prima, se procesa en un lugar distinto, manteniendo un protocolo de calidad de producto minero, en el que se enfoca en mitigar el posible impacto ambiental en áreas de influencia directa e indirecta. Y que, a su vez, el 84% de la población están de acuerdo con la extracción y comercialización de este mineral, donde solo el 16% considera que este mineral es muy bueno, sin embargo, el protocolo para llevarse a cabo de manera correcta es de cierta manera desconocido. Lo que provoca un retraso en estos procesos.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que las autoridades encargadas del sector minero de la localidad, proporcionen facilidades, entre ellos, capacitaciones que permitan conocer y entender los protocolos a seguir, ante una explotación minera ecológica, donde el enfoque es mejorar la agricultura y ayudar al medio ambiente.

La zeolita se puede emplear en varios campos tanto de la agricultura, ganadería como también en la salud, lo que a su vez cuenta con grandes geografías de este material, se recomienda unificar esfuerzos con otras asociaciones donde se pueda aprovechar la zeolita, y brindar mejores beneficios no solo a los habitantes sino tener generar grandes aportes al país.

La investigación observó que la zeolita que no está explotando como debería, donde su comercialización es mínima, por lo que se recomienda implementar ciertas políticas que normalicen el uso adecuado de los recursos minerales, principalmente el de la zeolita y así evitar el desperdicio y el alto impacto en el ambiente.

VI. Bibliografía

Acevedo, D., Builes, S., Ordóñez, C., & López, I. (2011). Evaluación de la eficiencia de una batería de filtros empacados en zeolita en la remoción de metales pesados presentes en un licor mixto bajo condiciones de laboratorio. *Revista Ingenierías. Universidad de Medellín*, 10(18).

Acuerdo Ministerial. (2016). Procedimiento anticipado de las licencias ambientales para el tratamiento de desechos peligrosos. Obtenido de: <http://www.mineria.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/04/ACUERDO-MINISTERIAL-04.pdf>

Aduana del Ecuador. (2017). Código orgánico del ambiente, con respecto a las actividades mineras. Obtenido de <https://www.aduana.gob.ec/index.action>

Agencia Nacional de Minería. (2020). Que es la minería. Obtenido de: <https://www.anm.gov.co/portalninos/Queeslamineria>

ARCOM (2018). Agencia de Regulación y Control Minero.

ARCOM. (2017). Agencia de Regulación y Control Minero. Obtenido de <http://www.controlminero.gob.ec/>

ARCOM. (2019). Informe de rendición de cuentas 2020. Obtenido de: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/10/Informe-Narrativo-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas-2019-ARCOM.pdf>.

Asamblea Nacional. (2009). Ley de Minería. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-de-mineria.pdf>

Asamblea Nacional. (2010). Ley de Minería. Obtenido de: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-de-Mineria.pdf>

Bnamericas. (2022). Ecuador apunta a incrementar exportaciones mineras. Obtenido de: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/ecuador-apunta-a-incrementar-exportaciones-mineras>

Bosch, P & Schifter, I. (1997). La zeolita. Una piedra que hierve.

Breck, D. (1974). Zeolites Molecular Sieves. Wiley Interscience, USA. Ed. 1a ed.

Campoverde, C. (2013). Sociedad Ecuatoriana para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Obtenido de Sociedad Ecuatoriana para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Obtenido de: <http://sedpgym-ecuador.blogspot.com/2013/03/zonas-mineros-deecuador.html>

Canter, L. (2002). Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de Impacto. Traducción al español de Ignacio Español. Madrid: McGraw Hill.

Chica, F., Londoño, L & Alvarez, M. (2006). La zeolita en la mitigación ambiental. Revista lasallista de investigación. 3(1). Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69530106>

COATZACOALCOS. (2022). Legislación ambiental. Obtenido de: <https://desarrollourbano.coatzacoalcos.gob.mx/medio-ambiente/legislacion-ambiental/que-es-la-legislacion-ambiental/>

Cornejo, M., Elsen, J., Paredes, C., & Baykara, H. (2014). Thermomechanical treatment of two Ecuadorian zeolite-rich tuffs and their potential usage as

supplementary cementitious materials. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 115(1), 309-321

Echeverría, M. 2013. Standarización del proceso de explotación y transformación de la zeolita natural de la empresa ZEONATEC S.A. en el cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas. Universidad Técnica del Norte. Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas. Carrera de ingeniería Industrial. En línea. Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3790/1/04%20IND%20023%20TE SIS.pdf>

Ecología Verde. (2022). Que es el medio ambiente: definición y resumen. Obtenido de: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-medio-ambiente-definicion-y-resumen-1674.html>

Egocheaga, L. (2018). Impacto del uso de zeolitas en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la Urbanización la Palma Grande – Ica, 2018. Tesis de pregrado. Universidad Alas Peruanas. ICA-Perú. Obtenido de: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7534/Tesis_impacto_uso%20de%20zeolitas_tratamiento_aguas%20residuales%20dom%C3%A9stica_ica.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Englert, A. & Rubio, J. (2005). Characterization and environmental application of a Chilean natural Zeolite. International Journal of Mineral Processing. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301751604000067>

Faghihian H., Ghannadi Maragehb M., Kazemianb H. (1999) The use of clinoptilolite and its sodium form for removal of radioactive cesium, and strontium from

nuclear wastewater and Pb²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺, Ba²⁺ from municipal wastewater. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969804398001341>

Figueredo, D; y Pinto, N. (2016). Plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechí en el bajo cauca-región de la Mojana. Universidad Católica de Colombia, Facultad de ingeniería, programa de ingeniería civil. Bogotá. En línea. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/65bcee09-5955-43eb-bb92-da44dfb4ca24/content>

GAD Esmeraldas. (2020). Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. Obtenido de: <https://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/>

Galindo, J. (2006). Empleo de la Zeolita en la alimentación del Camarón Blanco. IV congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Obtenido de: <http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/2619/GALINDO%20CIVA%202006.pdf;jsessionid=ABCDE5063BD0ABC32076FF543D952EFD?sequenc=1>.

Gómez, J. (2001). Síntesis, caracterización y aplicaciones catalíticas de zeolitas básicas. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Madrid

Guevara, A. 2002. Explotación de zeolita natural a cielo abierto referencia: concesión minera el refugio. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Tesis de grado. 78 pág.

Haggerty, G & Robert S. (1994). Sorption of Chromate and Other Inorganic Anions by Organo - Zeolite. Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco, (Environ. Sci. Technol), 1 10. Obtenido de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22165880/>

ICMM. (2023). Explotación de minas. Obtenido de: <https://www.icmm.com/es/mineria-y-los-metales/acerca-de-la-mineria/la-explotacion-minera>

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2010). Estadística población del Cantón Esmeraldas. Obtenido de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B & Balsley, J. (1973). A procedure for Evaluating Environmental Impact. US Department of the Interior. USA: Gov. Print. Office. Obtenido de: <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>.

Medina, S., Ureña, M., Medina, C & Coello, D. (2022). Georreferenciación de zeolitas naturales en la cordillera Chongon-Colonche del Ecuador. Revista de Investigación de Talentos. 9(1). Obtenido de: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/340/393>

Melamed, R & Benvindo, A. (2006). Efficiency of industrial minerals on the removal of mercury species from liquid effluents. Science of The Total Environment. Obtenido de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V78-4HH819M-4/2/04^a1f51f7b71eaf36a7684ca73b527a3>.

Ministerio del Ambiente. (2017). Texto Unificado de legislación Secundaria de medio Ambiente. Obtenido de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Morante, F & Morante Carballo. (2014). Zeolitas Naturales del Ecuador: Geología, Caracterización y Aplicaciones.

National Geographic, (2022). Contaminación. Obtenido de: <https://education.nationalgeographic.org/resource/pollution/>

Obregon, N., Diaz, J., Daza, M., & Aristizabal, H. (2016). Efectos de la zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. Revista Scielo. 65(1).
Obtenido de: <https://doi.org/10.15446/acag.v65n1.47762>

Ramos, A. (2004). Metodologías Matriciales de Evaluación Ambiental para Países en Desarrollo: Matriz de Leopold y Método Melenel. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de: <https://docplayer.es/68724231-Metodologias-matriciales-de-evaluacion-ambiental-para-paises-en-desarrollo-matriz-de-leopold-y-metodo-mel-enel.html>.

Real Academia Española. (2022). Efluente. Obtenido de: <https://dle.rae.es/>

Roskill. (1998). The Economics of Zeolites. (5a ed.). Uk: Roskill Information Services Ltd.

Salcedo, V. (2021). Estudio de las propiedades físicas de zeolita natural de tipo clinoptilolita para remplazo parcial del cemento portland. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32000?mode=full>

Sánchez, N., Subero, N & Rivero, C. (2018). Determinación de la adsorción de cadmio mediante isothermas de adsorción en suelos agrícolas venezolanos. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-28122011000200011&lng=e&nrm=iso&tlng=es

Sandalio, L., Dalurzo, H., Gomez, M., Romero, M & Del Rio, L. (2001). Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants. J. Environ. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/0A52.364.2115>.

Sarango, S. (2013). La minería artesanal y pequeña minería en el cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe: Análisis socioeconómico y ambiental, período 2001-2013. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja. Obtenido de:

https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/7943/3/Sarango_Morocho_Sonnia_Miranda.pdf

Sener, S., Kaan, S., Kazanc, F & Akata, B. (2021). Análisis crítico de la síntesis de zeolita 4A a través de un enfoque de tratamiento hidrotérmico de fusión en un solo recipiente para cenizas volantes de clase F. Revista Science Direct. 325. Obtenido de:

<https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2021.111338>

Servicios de Aduana del Ecuador. (2012). Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. Obtenido de: https://www.aduana.gob.ec/pro/to_export.action

SGM. (2017). Beneficio y transformación de minerales. Obtenido de: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Beneficio-y-transformacion--minerales.html

SUPERCIAS (2016). Superintendencia de compañías, valores y seguros. Resolución No. 97.1. 7.3. 0011, Doctrina, 65. Quito.

Valenzuela, G. (2017). Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón al emplear zeolita natural en reemplazo parcial del cemento. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25828>.

ZEONATEC S.A. 2023. Empresa privada encargada de la extracción de la zeolita natural y otros minerales no metales. Guayaquil- Ecuador. En línea. Disponible en: <https://agroshow.info/agroexponente/zeonatec/>

VII. Anexo



