

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
GESTION MINERA Y AMBIENTAL



**Propuesta de mejora para el proceso de remediación de
residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonanza en la
provincia del Azuay - Ecuador, para el año 2021**

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

Maestro en
Gestión Minera y Ambiental

Autora:
Bach. Polo Torres, Raisa Catalina

Docente Guía:
Mg. Leo Rossi, Ernesto Alessandro

TACNA – PERÚ

2022

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

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	3
INDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE TABLAS.....	9
RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	14
1.1 Título del tema.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	14
1.3 Objetivos de la investigación	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4 Metodología.....	17
1.4.1. Diseño de investigación	17
1.4.2. Tipo de investigación	17
1.4.3. Técnicas e instrumentos	18
1.5 Justificación.....	18
1.5.1. Teórica	18
1.5.2. Metodológica.....	20
1.5.3. Práctica	20
1.6 Alcances y limitaciones	21
1.6.1. Geográficas.....	21

1.6.2. Sectoriales	21
1.6.3. Organizacional	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1 Conceptualización de las variables o tópicos claves.....	22
2.1.1. Proceso de remediación de las áreas contaminadas.....	22
2.1.1.1. Residuos mineros	24
2.1.1.2. Tipos de residuos mineros.....	26
2.1.1.3. Contaminación de los suelos por los residuos mineros	27
2.1.2. Objetivos del proceso de remediación	29
2.1.3. Propuesta de mejora para el proceso de remediación de los suelos	30
2.1.3.1. Pasos para ejecutar el proceso de remediación	31
2.1.4. Metodologías de remediación para los suelos afectados.....	34
2.1.4.1. Tratamientos biológicos	34
2.1.4.2. Tratamientos fisicoquímicos	36
2.1.4.3. Ventajas y desventajas de los tratamientos de remediación	37
2.1.4.4. Reaprovechamiento de los residuos mineros	38
2.1.5. Remediación de residuos.....	40
2.1.6. Análisis de riesgo	40
2.2 Importancia de la variable de estudio.....	41
2.3 Análisis comparativo	42
2.4 Análisis crítico	42
CAPITULO III MARCO REFERENCIAL	44

3.1 Reseña histórica.....	44
3.2 Filosofía organizacional.....	45
3.2.1. Objetivo.....	45
3.2.2. Misión.....	45
3.2.3. Visión.....	46
3.2.4. Valores.....	46
3.3 Diseño organizacional.....	48
3.4 Productos y servicios.....	50
3.5 Diagnostico organizacional.....	53
CAPITULO IV RESULTADOS.....	54
4.1 Diagnostico situacional.....	54
4.1.1. Diagnostico externo.....	56
4.1.1.1. Análisis del impacto ambiental de las actividades mineras.....	56
4.1.2. Diagnostico interno.....	57
4.1.2.1. Análisis de la encuesta.....	58
4.1.2.1.1. Desarrollo de la encuesta.....	59
4.1.2.1.2. Observaciones obtenidas mediante la encuesta.....	67
4.1.2.2. Análisis de la guía de entrevista.....	68
4.1.2.2.1. Desarrollo de la guía de entrevista.....	69
4.1.2.2.2. Observaciones de la guía de entrevista.....	72
4.2 Propuesta de mejora de la empresa Grupo Minero Bonanza.....	73
4.2.1. Diagrama de Ishikawa de la empresa Grupo Minero Bonanza.....	73

4.2.1.1. Análisis del diagrama de Ishikawa	74
4.2.2. Desarrollo de la propuesta de mejora	75
4.2.2.1. Instrumentos de gestión ambiental	75
4.2.2.2. Instrumentos correctivos	76
4.2.3. Componentes ambientales afectados por la actividad minera	77
4.2.4. Análisis de los efectos negativos de los componentes ambientales	78
4.2.4.1. Medio físico	78
4.2.4.2. Medio biótico	78
4.2.4.3. Medio socioeconómico cultural	79
4.2.5. Elaboración de la propuesta de mejora de la empresa Grupo Minero Bonanza	80
4.3 Mecanismo de control	81
4.3.1. Matriz de control	84
4.4 Costo beneficio de la propuesta de mejora	86
4.4.1. Análisis de costo y beneficio de la propuesta de mejora	87
CAPITULO V SUGERENCIAS	89
CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	97
Formato de la encuesta	97
Formato de entrevista	99
Fotografías de la empresa Grupo Minero Bonanza	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contaminación por residuos mineros en la provincia de Azuay	25
Figura 2. Proceso metodológico para la creación de un plan de remediación	33
Figura 3. Uso de los relaves para fabricar ladrillos	40
Figura 4. Ubicación geográfica de Grupo Minero Bonanza	45
Figura 5. Valores organizacionales	47
Figura 6. Organigrama Grupo Minero Bonanza.....	49
Figura 7. Exploración minera.....	50
Figura 8. Producción minera.....	50
Figura 9. Remediación minera.....	51
Figura 10. Unidad Productiva Ponce Enríquez.....	52
Figura 11. Unidad Productiva San Gerardo.....	52
Figura 12 Prevención del medio ambiente	59
Figura 13 Impacto negativo de la minería	60
Figura 14 Contaminación de ríos.....	61
Figura 15 Normas de prevención	62
Figura 16 Implementación de medidas de remediación ambiental.....	63
Figura 17 Preservación de flora y fauna.....	64
Figura 18 Personal capacitado	65
Figura 19 Preservación de flora y fauna.....	66
Figura 20 Remediación de residuos	100
Figura 21 Área de extracción minera.....	100
Figura 22 Infraestructura minera	101
Figura 23 Maquinaria de extracción	101

Figura 24 Maquinaria de transporte de minerales	102
Figura 25 Toma de muestras de agua de los rios cercanos al area de explotacion minera	102
Figura 26 Toma de muestras del suelo	103
Figura 27 Residuos mineros liquidos.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los tratamientos de remediación	38
Tabla 2 Prevención del medio ambiente	59
Tabla 3 Impacto negativo de la minería.....	60
Tabla 4 Contaminación de ríos.....	61
Tabla 5 Normas de prevención.....	62
Tabla 6 Implementación de medidas de remediación ambiental	63
Tabla 7 Preservación de flora y fauna	64
Tabla 8 Personal capacitado	65
Tabla 9 Proyectos de remediación	66
Tabla 10 Guía de entrevista a los colaboradores de la empresa Grupo Minero Bonanza	69
Tabla 11 Componentes ambientales	77
Tabla 12 Propuesta de mejora para la remediación de residuos mineros.....	80
Tabla 13 Matriz de control de la propuesta de mejora de la remediación de residuos	84
Tabla 14 Matriz costo beneficio de la propuesta de mejora	86

RESUMEN

La empresa Grupo Minero Bonanza comenzó sus actividades en el año 1991 con la colaboración de Ingenieros y Profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), cuenta con un registro único de contribuyentes (RUC): 0993050148001, su actividad económica está enfocada en la minería, lo que comprende la extracción y explotación de minerales del suelo en donde se enfocó en proponer metodologías y tecnologías de remediación para los suelos que han sido contaminados por los elementos nocivos que contienen los materiales residuales.

El crecimiento de la actividad minera, evidencia un incremento y desarrollo notorio, con grandes aportes económicos al país, pero a medida que las actividades mineras incrementan produce un impacto negativo, causando deterioros en el medio ambiente, por lo cual, puedo manifestar que el impacto que genera las actividades mineras perjudican, no solamente a los suelos explotados, si no también causan contaminación, en el aire, agua, flora, fauna y daños perjudiciales en salud de los pobladores, que tiene asentamientos cercanos a las minas explotadas.

Grupo Minero Bonanza S.A. actualmente opera en tres países que son: Ecuador, Colombia y Bolivia, próximamente expandirá sus operaciones al país de Perú, Grupo Minero Bonanza S.A. cumple con todas las obligaciones y regulaciones que el sector minero requiere, tomando en cuenta la protección del medio ambiente y colaboración con las comunidades establecidas en las áreas mineras.

El estudio realizado previamente evidencia que la actividad minera realizada por la empresa ha ocasionado graves problemas al medio ambiente sobre todo a las áreas de explotación. Por lo que para desarrollar la propuesta de mejora el proyecto se basó en la investigación cuantitativa, descriptiva, explicativa, aplicada y bibliográfica-documental, que conjuntamente con la aplicación de las encuestas y

entrevistas permitieron recabar los datos e información necesarios para desarrollar el trabajo investigativo.

El desarrollo de las actividades minera, genera un gran impacto negativo para el medio ambiente, esto se debe a la gran demanda de extracción de minerales del suelo, y los malos procesos que se realizan en la recuperación de suelo y manejo de la remediación de residuos mineros, pese a existir normas y leyes que buscan evitar y eliminar la contaminación causada por las actividades de explotación de las minas, existen un alto nivel de irresponsabilidad en el manejo de estas normas.

El objetivo del proyecto fue la elaboración de una propuesta de mejora para el proceso de remediación de los residuos mineros, en el que se establezcan los procesos de remediación biológicos y fisicoquímicos más adecuados para el área afectada, así como las formas de reaprovechamiento de los residuos para disminuir los contaminantes y contribuir al cuidado y equilibrio del ecosistema, dentro de este problema se ha podido proponer estrategias de mejora para mitigar otras problemáticas tales como:

- La falta de procesos y programas de recuperación ambiental.
- Sanciones económicas a la empresa por parte de las entidades regulatorias y de control.
- La carencia de análisis para determinar el impacto negativo causado por sus actividades de explotación minera.
- Falta de conocimiento del riesgo que se causa en el medio ambiente, debido a sus actividades de extracción de minerales de los sustratos del suelo.
- Falta de capacitación y conocimiento acerca de los procesos adecuados.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las actividades extractivas sobre todo aquellas vinculadas a la explotación y procesamiento de los minerales han generado un gran impacto negativo en el medio ambiente, siendo los suelos uno de los recursos no renovables más afectados por los elementos tóxicos encontrados en los residuos mineros, lo que provoca que la flora y fauna de las zonas contaminadas desaparezcan, alterando el equilibrio del ecosistema y perjudicando la salud y bienestar del ser humano.

La empresa Grupo Minero Bonanza S.A., dedicada a la extracción de diversos minerales en la provincia del Azuay, consciente de que sus actividades han contribuido con el daño y deterioro de la naturaleza, ha decidido realizar un proyecto mediante el cual se elabore una propuesta de mejora para la remediación de los suelos contaminados por los residuos mineros, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que estos residuos sólidos pueden llegar a generar.

La investigación en base a la información proporcionada por el análisis diagnóstico y situacional de los daños ocasionados a las zonas donde se produce la extracción de los minerales, pretende identificar las metodologías de remediación más adecuadas a las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos para contribuir a la reparación de sus componentes y organismos vivos.

De acuerdo a lo manifestado la propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonanza en la provincia del Azuay – Ecuador, desarrolló de la siguiente manera:

En el capítulo I, se plantean los elementos concernientes con los antecedentes de la investigación, la hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, la metodología empleada y los alcances y limitaciones del proyecto investigativo.

En el capítulo II, designado como Marco Teórico se presenta el análisis de la investigación, la conceptualización, importancia de los modelos de las variables relacionadas con el tema de estudio, así como el análisis comparativo y crítico de las variables de investigación.

En el capítulo III, denominado como Marco Referencial se establecen los elementos relacionados con la reseña histórica, filosofía y diseño organizacional del proyecto de investigación.

En el capítulo IV, señalado como Resultados se abordan los aspectos relacionados al diagnóstico situacional de la empresa, para posteriormente proceder con la formulación de la propuesta de mejora.

En el capítulo V, nombrado como Sugerencias se redactan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, así como las referencias bibliográficas utilizadas en la elaboración del trabajo investigativo.

Al finalizar se añaden los anexos de la investigación.

CAPÍTULO I ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1.1 Título del tema

Propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonanza en la provincia del Azuay - Ecuador, año 2021.

1.2 Planteamiento del problema

La empresa Grupo Minero Bonanza comenzó sus actividades en el año 1991 con la colaboración de Ingenieros y Profesores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), cuenta con un registro único de contribuyentes (RUC): 0993050148001, su actividad económica está enfocada en la minería, lo que comprende la extracción y explotación de minerales del suelo.

Para la empresa Grupo Minero Bonanza su principal enfoque es generar la mayor eficiencia y rentabilidad económica con los procesos de extracción y explotación de minerales como, el proceso de cianuración con carbón en pulpa, empleando desarrollos tecnológicos, con la finalidad de fomentar el crecimiento.

En cuanto a los sectores donde realizan sus operaciones, el Grupo Minero Bonanza S.A. actualmente, opera en tres países que son: Ecuador, Colombia y Bolivia, próximamente expandirá sus operaciones al país de Perú, Grupo Minero Bonanza S.A. cumple con todas las obligaciones y regulaciones que el sector minero requiere, tomando en cuenta la protección del medio ambiente y colaboración con las comunidades establecidas en las áreas mineras.

Dentro de los principales minerales que Grupo Minero Bonanza S.A. exporta a nivel mundial podemos encontrar, oro doré, oro, cobre, y plata, las cuales se extraen en los tres países donde opera con más de 4850 hectáreas y 8 operaciones mineras en todas las fases de la minera.

Como parte del desarrollo de la actividad minera en Ecuador y en otros países, se puede indicar que los efectos generados por la explotación minera, tiene un gran impacto en el medio ambiente, esto se debe a la gran demanda de extracción de minerales del suelo, y los malos procesos que se realizan en la recuperación de suelo y manejo de la remediación de residuos mineros, cabe recalcar que los daños causados no solo son con el medio ambiente, sino que también repercute en la salud de los pobladores y trabajadores de la empresa en general.

La empresa requiere formular una propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros, ya que es uno de los principales problemas que se presenta en la empresa, dentro de este problema puedo manifestar que están en relacionadas otras problemáticas que están suscritas al problema objeto de estudio, tales como, la falta de procesos y programas de recuperación ambiental después del proceso de extracción en las minas, lo que repercute en el medio ambiente y causa sanciones económicas a la empresa por parte de las entidades regulatorias y de control que gobiernan el estado ecuatoriano.

Es importante destacar que otro de los problemas que presenta la empresa es, la carencia de análisis para determinar el impacto negativo causado por sus actividades de explotación minera, al no realizar un análisis previo a la extracción de minerales la empresa Grupo Minero Bonanza S.A., no tiene conocimiento del riesgo que se causa en el medio ambiente, debido a sus actividades de extracción de minerales de los sustratos del suelo.

En cuanto a los empleados existe la falta de capacitación y conocimiento acerca de los procesos adecuados o personal calificado para llevar a cabo los proyectos requeridos para la correcta recuperación de residuos resultantes de la extracción minera, lo que aumenta el riesgo de contaminación para el ambiente y perjudica la

imagen de la empresa frente a sus clientes y competidores.

En la actualidad existen entidades de regulación gubernamental, que exigen a las empresas del sector minero la correcta eliminación de residuos y proyecto de recuperación del suelo colindante afectado a causa de la explotación minera, esto apoya significativamente a la recuperación del ecosistema, reduciendo el impacto que causa la explotación de las minas.

Frente a estas normativas implementadas por el gobierno aún existen un número determinado de empresas que no cumplen con las obligaciones correspondientes a la preservación del medio ambiente, como consecuencia de su irresponsabilidad e incumplimiento de las normas, existe una gran contaminación del suelo por los malos manejos de los residuos mineros.

En los últimos años la minería en el Ecuador se ha desarrollado favorablemente, que pese a la crisis vivida por la pandemia este sector ha mantenido y aumentado el nivel de su productividad, posicionándose como una de las fuentes importantes de recursos económicos para el país.

Al aplicar una propuesta de mejora en donde se puede afianzar los procesos de remediación de residuos de extracción, para mejorar el manejo de los residuos mineros tanto para el medio ambiente, como para la salud de sus colaboradores y pobladores cercanos al área de extracción minera.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonanza en la provincia del Azuay - Ecuador, para el año 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar un diagnóstico situacional, de la empresa Grupo Minero Bonanza de la provincia de Azuay, con la finalidad de conocer la situación actual del proceso de remediación de residuos mineros.
- Realizar el diseño de mejora para el proceso de remediación del suelo a través de instrumentos de gestión ambientales.
- Desarrollar el mecanismo de control para mejorar el proceso de remediación del suelo de la empresa minera en provincia de Azuay
- Calcular el costo y beneficio de la propuesta de mejora para la empresa Grupo Minero Bonanza.

1.4 Metodología

1.4.1. Diseño de investigación

Puedo indicar que el presente trabajo de investigación es de tipo no experimental, debido a que se busca dar solución al planteamiento del problema.

1.4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicará será, descriptiva, explicativa y aplicada, puesto que se detalla la situación actual de la empresa y el entorno de la misma, exploratoria debido a que se facilitará el planteamiento del problema, permitirá realizar encuestas con las que mediante los resultados obtenidos se puede diagnosticar el problema que se presenta en la empresa Grupo Minero Bonanza S.A., y plantear acciones para la mejora en el proceso de remediación de residuos mineros.

En cuanto a la investigación aplicada aportará a entender y concientizar la importancia de realizar procesos adecuados con los residuos de la minería, esto

reduciría el nivel de impacto de contaminación en el medio ambiente.

1.4.3. Técnicas e instrumentos

Para finalizar los instrumentos utilizados para la presente investigación serán, las encuestas y las entrevistas para entender de mejor manera la situación actual de la empresa Grupo Minero Bonanza S.A. frente al problema planteado en el proceso de remediación de residuos mineros.

1.5 Justificación

1.5.1. Teórica

En la presente investigación se puede comentar que la iniciativa de una propuesta de mejora, ayudara a la optimización en el proceso de remediación de residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonaza S.A., aplicar adecuadas estrategias para mejores resultados del proceso, mejorando su percepción corporativa e interna de la empresa y externa frente a sus clientes y competencia.

Según lo mencionado anteriormente la presente investigación está orientada al uso de estrategias ambientales con la finalidad de mejorar el proceso de remediación de residuos. A continuación se detallará los beneficios que se pretende alcanzar mediante el uso de estrategias ambientales:

- **Evaluación de impacto ambiental**

“Tiene como objetivo identificar, describir y evaluar, de antemano a la realización de las obras, los efectos sobre el medio ambiente, la salud y el bienestar humano de ciertos proyectos” (Maranathá, 2020). Por medio de esta evaluación, se realizará un análisis para determinar el impacto negativo causado por los procesos inadecuados de la recuperación de residuos mineros.

- **Programas de vigilancia ambiental**

“El Programa de Vigilancia Ambiental (P.V.A) es una parte del Estudio del Impacto Ambiental el cual garantiza el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras establecidas en el estudio” (Ambiente, 2019). El programa de vigilancia ambiental, realiza el seguimiento y monitoreo de la variación en la calidad del suelo sujeto a las regulaciones establecidas, y ayuda a fomentar la confianza y participación con los asentamientos cercanos a las minas.

- **Auditoría ambiental**

Trata de la evaluación del desempeño de la empresa con relación a los procesos de recuperación de residuos mineros, es decir, se realiza una evaluación objetiva periódicamente, con el propósito de verificar si los procesos son los adecuados y aportan a la recuperación de los suelos subyacentes.

- **Análisis de Riesgos**

Puede describirse como, la evolución del impacto negativo causado al ambiente, mediante los procesos de la extracción minera, con la finalidad de, determinar los elementos provoquen riesgos, tanto para el medio ambiente, como para la salud de la población.

- **Programas de recuperación ambiental**

“Constituye un instrumento de planificación y gestión ambiental, en la medida en que debe estar previsto desde las fases iniciales de un proyecto, pudiendo inclusive interferir en las orientaciones técnicas del mismo y aplicarse a áreas consideradas degradadas” (AulaFacil, 2021). Se refiere a, la planeación realizada para evitar la contaminación y posible riesgo en el proceso de extracción de minerales, desde el comienzo de un nuevo proyecto, así como también la planificación de soluciones para mantener el equilibrio del ecosistema.

1.5.2. Metodológica

Los resultados y las conclusiones que se establezcan en el trabajo de investigación de la propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos de la empresa Grupo Minero Bonanza S.A. se podrían convertir en la fuente de información y consultoría para otras empresas mineras que presente las mismas problemáticas.

La presente investigación servirá de ayuda y soporte para la toma de decisiones en los procesos de recuperación de residuos mineros, y facilitará los procesos aportando confianza y seguridad en la remediación de residuos.

1.5.3. Práctica

Es esencial elaborar una propuesta de mejora para el proceso de remediación del suelo de la empresa Grupo Minero Bonanza, puesto que en la actualidad las empresas deben cumplir con las regularizaciones y normas establecidas nacionales e internacionales, Grupo Minero Bonanza al ser una empresa minera debe cumplir con la obligación de preservación y conservación del medio ambiente. La elaboración y aplicación de la propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros, aportará a la preservación de los recursos no renovables, y garantizará una mejor calidad de vida para los pobladores de los asentamientos cercanos a las minas.

En el artículo 78 sustituido por la Ley Orgánica Reformativa a la Ley de Minería obliga a los titulares de derechos mineros, previamente a la iniciación de las actividades, a elaborar y presentar estudios o documentos ambientales, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades; estudios o documentos que deberán ser aprobados por la Autoridad Ambiental competente (Ecuador, Ministerio del Ambiente y Agua , 2020).

La presente investigación de la propuesta de mejora servirá como modelo para otras empresas del sector minero, con el fin de mejorar los procesos de recuperación del suelo a causa de los residuos mineros, y mantener los procesos adecuados de preservación del ambiente.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1. Geográficas

La ciudad de Azuay - Ecuador

1.6.2. Sectoriales

Sector minero

1.6.3. Organizacional

La empresa Grupo Minero Bonanza en la provincia del Azuay.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptualización de las variables o tópicos claves

2.1.1. Proceso de remediación de las áreas contaminadas

La actividad minera en Ecuador ha ocasionado graves impactos ambientales al medio natural, ecosistema y comunidades aledañas a las zonas de extracción., lo que disminuye la posibilidad de mantener un medio ambiente saludable. Por ello, las empresas mineras se ven obligadas a implementar diversas soluciones que estén acorde a la zona geográfica, topografía, clima y actividades extractivas.

Una de estas soluciones es la remediación de las zonas afectadas por los residuos mineros producto de las actividades de explotación y, que de acuerdo a Mitnam citado por Díaz, M. (2019) se define como la “tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas” (Díaz M. , 2019, pág. 27).

En el aspecto ambiental la remediación se entiende como el proceso de corregir, solucionar o enmendar alguna situación que atente contra la naturaleza y sus elementos. Por esto según Saval, S. (1998) la remediación se concibe como el: Conjunto de acciones necesarias para llevar a cabo la limpieza de cualquier descarga o sospecha de descarga de contaminantes incluyendo mas no limitado a la realización de una evaluación preliminar investigación del sitio determinación del alcance del problema, estudio de factibilidad y acciones correctivas (Saval, 1998, pág. 211).

Según el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC. (2007): las tecnologías de remediación pueden clasificarse de diferentes maneras, en base a los siguientes principios: (i) estrategia de remediación; (ii) lugar en que se realiza el proceso de remediación, y (iii) tipo de tratamiento. Cada una de estas clasificaciones proporciona diferente información acerca de las tecnologías de remediación (INECC, 2007).

Las técnicas utilizadas para la realización de la remediación de residuos, son los procesos de remediación, es decir el método con el cual se trabajará para la recuperación de los suelos afectados a causa de la explotación minera, existen varias herramientas para aplicar durante la remediación, esto se lo hace con el fin de recuperar la productividad del suelo, y mejorar las técnicas de remediación.

La remediación de residuos mineros constituye una serie de acciones y actividades que están destinadas a aplicarse al producto que se obtiene del proceso de extracción de minerales, con la finalidad de evitar o minimizar el impacto que estos residuos pueden provocar en el ecosistema de la zona minera.

Desde esta perspectiva uno de los aspectos vinculados a la remediación de los residuos mineros es la remediación de los suelos que han sido contaminados con los productos minerales, misma que de acuerdo a Martínez. J. & Casallas. M. (2018)“ consiste en un conjunto de técnicas que tienen como objetivo hacer la recuperación de suelos o cuerpos de agua contaminados, con miras a restaurar las características de ciertas propiedades de la matriz ambiental” (Martínez & Casallas, 2018, pág. 27).

Con la remediación de las áreas o suelos contaminados por los residuos mineros se pretende conservar o mejorar sus condiciones, preservar el equilibrio en el ecosistema y sobre todo evitar que se produzca un daño mayor a los seres vivos (animales, plantas y seres humanos).

2.1.1.1. Residuos mineros

Los residuos mineros son considerados como los materiales sólidos o semisólidos que son producto de la actividad minera, misma que de acuerdo al Banco Central del Ecuador (2014) es “una actividad económica que comprende el proceso de extracción, explotación y aprovechamiento de minerales que se hallan en la superficie terrestre con fines comerciales” (Banco Central del Ecuador, 2014, pág. 1), es decir, se refiere a la aplicación de técnicas e instrumentos que son empleados para descubrir y explotar los yacimientos mineros.

Mediante la actividad minera se extraen materiales naturales que son conocidos como minerales, que son el resultado de la actividad geológica y que poseen diversas características físicas y químicas, por lo que los minerales se clasifican en metálicos de los cuales se extraen metales preciosos (oro, plata, cobre...); y los minerales no metálicos de los que se obtienen los metales de tipo industrial, de construcción y piedras preciosas.

Los residuos mineros de acuerdo con lo manifestado por el Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI (2014) “corresponden al material estéril de la explotación minera, y a los relaves o ripios de las plantas de tratamiento, según provengan de una operación de concentración o de lixiviación respectivamente” (Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI, 2014, pág. 5).

Dada que la actividad extractiva del subsuelo implica la separación del mineral de material o sedimento que restante, el proceso de obtención de los residuos proviene de tres fases: a) de la extracción propia del mineral, b) del procesamiento del material y c) de la metalurgia, los residuos mineros se consiguen de los desechos

producto de la excavación y extracción subterránea, que son básicamente los sólidos que se desprenden de las paredes de las rocas al tratar de encontrar el mineral.

Para el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019) los residuos mineros: Son aquellos residuos sólidos, acuosos o en pasta que quedan tras la investigación y aprovechamiento de un recurso geológico, tales como son los estériles de mina, gangas del todo uno, rechazos, y las colas de proceso e incluso la tierra vegetal y cobertera en determinadas condiciones (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019, pág. 10).

En términos generales los residuos mineros son, la porción o parte de minerales que quedan en el suelo después de la extracción de los mismos, muchos de los residuos al no ser extraídos completamente causan contaminación en el suelo y medio ambiente.

Figura 1. Contaminación por residuos mineros en la provincia de Azuay



Fuente: Televistazo (2020)

2.1.1.2. Tipos de residuos mineros

Los residuos que se obtienen del proceso minero, según la Secretaría de Minería (2021) se clasifican de la siguiente manera:

- Residuos producto de las operaciones de exploración: entre estos se encuentran los restos de perforación o los materiales que son empleados en cualquiera de las actividades mineras.
- Residuos sólidos o semisólidos: son las partículas o lodos que quedan de los procesos de tratamiento o procesamiento realizado en las plantas de tratamiento de los materiales que se obtienen de las propias minas o canteras.
- Los relaves, que son los residuos de los desperdicios de minerales mezclados con agua y otros elementos obtenidos del proceso de flotación.
- Los materiales calcinados o cenizas que son resultado de las plantas de transformación y fundición de los minerales.
- Residuos estériles, desbroches y rechazos provenientes de las minas o canteras.

Desde el enfoque dado por ANEFA (2008) los residuos mineros también pueden clasificarse en: 1) *sólidos*, que engloban todos aquellos restos materiales o lodos que se desprenden de los procesos investigación, excavación y extracción como los relaves, desmontes de mina o botaderos de rípios lixiviados; 2) *residuos peligroso*, que son considerados los elementos potencialmente tóxicos como el cadmio, plomo o arsénico, este último es en especial dañino ya que puede provocar efectos cancerígenos; y 3) *residuos inertes*, que son aquellos que no presentan ningún cambio físico, químico o biológico de mayor relevancia.

2.1.1.3. Contaminación de los suelos por los residuos mineros

El suelo según afirma Pérez, L. (2018) "es la parte más superficial de la litosfera que se constituye por una mezcla variable y no consolidada de sedimentos (líticos, minerales, vítreos, entre otros), materia orgánica, agua, aire y compuestos químicos disueltos" (Pérez, 2018, pág. 8).

Los suelos constituyen la base de la mayoría de los procesos de los ecosistemas y de la vida humana, ya que a través de ellos se obtiene los alimentos, el refugio, albergue para plantas y animales. Por ello con su contaminación se produce una reducción considerable y en ocasiones total de los servicios ambientales.

Una de las actividades que causan daño y contaminación a los suelos es la minería, para cuyo proceso se llevan a cabo varias acciones que dejan un gran volumen de residuos minerales, y que ocasionan graves impactos ambientales como es la destrucción de los suelos naturales de las zonas aledañas a los lugares de explotación o la modificación de sus componentes físicos, químicos y biológicos, o que limitan y frenan el crecimiento normal de la vegetación y microorganismos.

El mal manejo de los diferentes tipos de residuos depende tanto de la forma en la que se los confina, recoge, transporta y trata, debido a que al no contar con procesos y medidas adecuados de seguridad se expone a que los restos atenten contra el medio ambiente sobre por el alto nivel de toxicidad de los componente que de ellos se desprenden, es decir, para realizar cada una de las actividades mineras, como exploración, extracción o procesamiento se emplean de sustancias químicas y agua, que sumadas a los materiales que se desprende de las minas o canteras, generan grandes porcentajes de residuos tóxicos.

Las fases mineras que más contaminantes produce son aquellas relacionadas con el antes y después del sometimiento a los procesos metalúrgicos del mineral, mediante los cuales se obtienen residuos mineros tóxicos como son algunos metales pesados que son altamente peligrosos para el medio ambiente y los suelos, ya que como asevera Londoño, I. (2020):

Este tipo de elementos se encuentran en el suelo, en zonas mineras en explotación además del mineral de interés también pueden encontrarse plomo o cadmio asociado a elementos como cobre, plata o zinc, en minería aurífera se usa el mercurio para la separación del oro de la mena (Londoño I. , 2020, pág. 11).

La toxicidad de estos elementos y otros como el azufre, arsénico, molibdeno y cianuro que contaminan los suelos no están determinados solo por sus componentes sino por los niveles de concentración de los mismos, que en la mayoría de los casos supera los límites permitidos por las normativas legales y que producen graves daños a la superficie terrestre, ya que por ejemplo metales como el mercurio tienden a biomagnificarse y bioacumularse en el medio, el cadmio se expande rápidamente a través del aire, por lo que se concentra en los organismos.

Es de mencionar que la contaminación de los suelos trae consigo otras consecuencias de gran importancia como son los daños ocasionados a la salud de las personas que residen en las zonas afectadas por la actividad minera, y entre las que según afirma Menéndez, J. & Muñoz, S. (2021) se encuentran la neumonía, cáncer, silicosis y otras.

2.1.2. Objetivos del proceso de remediación

Una vez determinados los tipos de residuos mineros y los daños que provocan a los suelos y al medio ambiente en general, el fin último de la remediación es tratar de restaurar las zonas que han sido contaminadas y afectados por estos materiales y que constituyen un riesgo potencial para la personas, plantas y animales de dicho ecosistema. Para llevar a cabo el proceso de remediación en las zonas contaminadas es necesario la aplicación de tecnologías de tratamiento que conlleva las actividades destinadas a reducir el nivel de composición de las sustancias peligrosas de los residuos mineros.

Una vez que se ha tomado la decisión de aplicar un proceso de remediación a una determinada zona o área, se debe plantear los objetivos que se desea cumplir, mismos que deben estar en relación a tres aspectos fundamentales: 1) el tipo de residuo de contaminación, 2) fuentes de exposición, y 3) organismos afectados. Según manifiesta el CORFO, Gobierno de Chile y FCH (2019) los principales objetivos que persigue la remediación son:

- ***Eliminación o disminución del factor contaminante:*** se refiere a reducir los componentes tóxicos o peligrosos que se encuentran en la zona afectada hasta que sus niveles de contención no representen un peligro o amenaza al ecosistema.
- ***Eliminación del medio de contaminación:*** consiste en impedir que los residuos mineros entren en contacto con el medio ambiente, mediante la aplicación de diferentes formas de reutilización o disposición final de los mismos.

2.1.3. Propuesta de mejora para el proceso de remediación de los suelos

De acuerdo a Cisneros, B. & Ruíz, W. (2012) la propuesta de mejora se define como una: Filosofía gerencial que asume el reto del mejoramiento de un producto, proceso y organización como un proceso de nunca acabar, en el que se van consiguiendo pequeñas victorias. Es una parte integral de un sistema gerencial de calidad total. Específicamente, esta filosofía busca un mejoramiento continuo mediante la aplicación de sugerencias e ideas aportadas por los miembros de un equipo de trabajo (Cisneros & Ruíz, 2012, pág. 24).

El plan de mejora es considerado como un sistema organizado que implica la realización de una serie de actividades y acciones orientadas a optimizar estos procesos, con el fin de alcanzar la calidad, eficiencia y eficacia en cada una de las operaciones de la organización, para contribuir al desarrollo y crecimiento económico.

Para llevar a cabo la propuesta de mejora para la remediación de los suelos afectados por los residuos mineros, es necesario el establecimiento de un plan metodológico que permitan la toma de decisiones respecto a los mejores tratamientos para para la remediación, para esto se debe seguir una serie de pasos lógicos y adaptados al contexto natural de las área y población afectada por los contaminantes.

De acuerdo con Proaño, D., Gisbert, V. & Pérez, E. (2017) manifiestan que el plan de mejora continua es: Una herramienta muy útil para las empresas que desean mejorar sus servicios, productos o procesos lo que les va a permitir permanecer en el mercado, crecer y ser competitivos. Su aplicación es muy útil y fácil e involucra a todos los niveles de la organización dependiendo del área o proceso a mejorar, lo importante para lograr los éxitos esperados en la aplicación de esta técnica es definir de manera exacta el área a mejorar (2017, pág. 55).

El plan de mejoras es un mecanismo utilizado para identificar riesgos que se presenten dentro de la empresa, los mismo que perjudican la productividad o procesos establecidos internamente, el fin de la propuesta de mejora es, corregir y mejorar los riesgos o dudas que se presenten en la empresa.

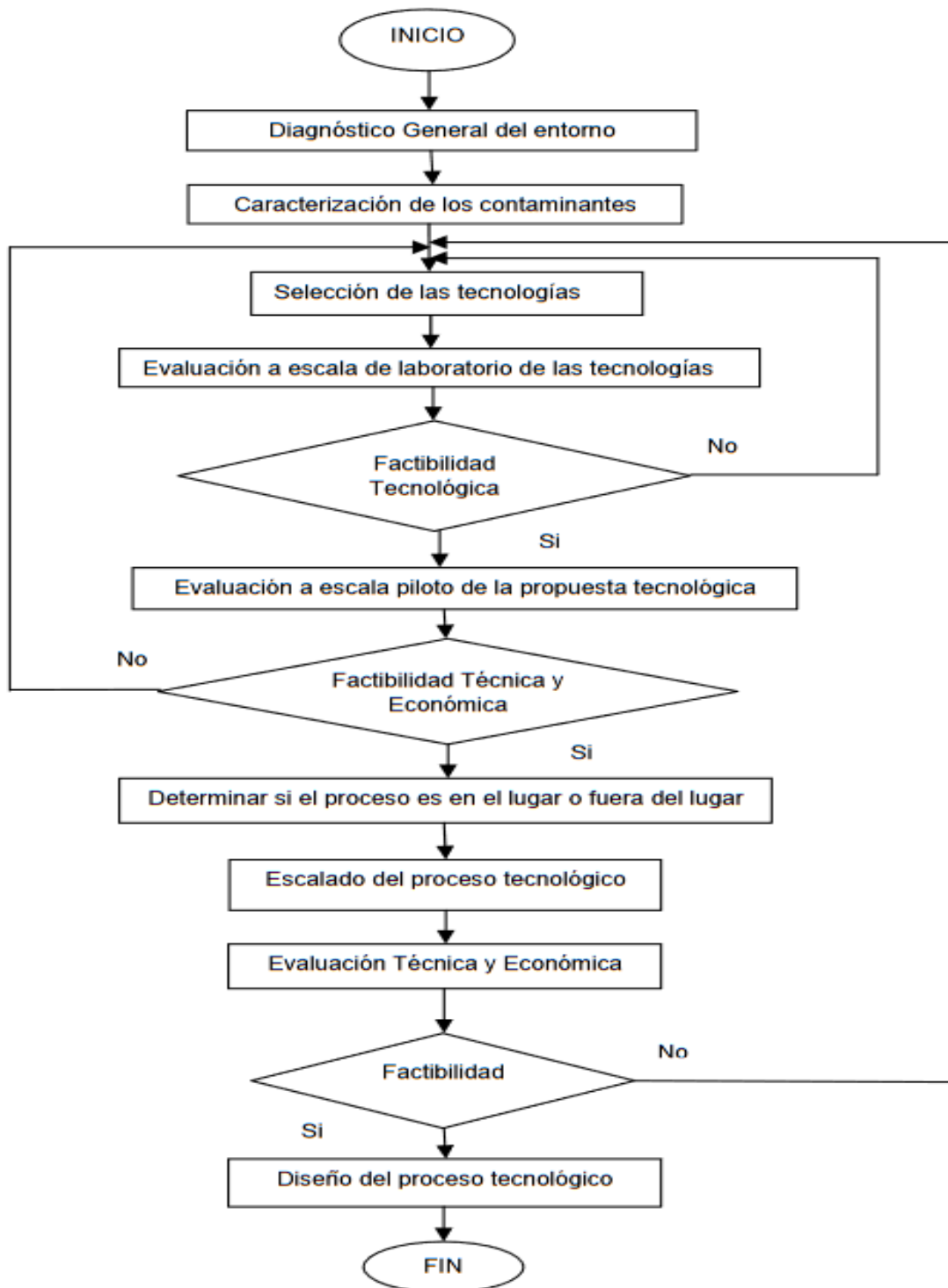
2.1.3.1. Pasos para ejecutar el proceso de remediación

De acuerdo con el autor Fabelo, J (2017) los pasos que se deben seguir para la puesta en marcha del proceso de remediación de los suelos contaminados por los residuos mineros, son los que se observan en la figura 3, y que se detallan a continuación:

- **Diagnóstico general del entorno:** consiste en identificar las zonas afectadas por los residuos, esta fase es fundamental debido a que con la ayuda de diversas técnicas e instrumentos se realiza un estudio exhaustivo del terreno a nivel geológico, hidrológico, y topográfico, mediante el cual se obtiene información del tipo de suelo, vegetación, fauna, condiciones climáticas.
- **Caracterización de los contaminantes:** se refiere a la identificación minuciosa de los componentes físicos, químicos, y biológicos que contienen los residuos que provocan el daño al suelo. Mediante la determinación de dichas propiedades se puede obtener la información necesaria para establecer el tipo de tecnologías de remediación, los tratamientos químicos, físicos o biológicos, los organismos o flora microbianos existentes en dichos suelos.
- **Selección de las tecnologías de remediación:** esta fase implica la selección de diferentes tecnologías de remediación para aplicar a las áreas afectadas, que deben experimentarse en los laboratorios de prueba, para posteriormente determinar la tecnología que más se adapte a las condiciones del suelo.

- **Determinar la factibilidad técnica y económica:** Posteriormente es indispensable llevar a cabo un plan piloto en el que se constaten los resultados arrojados por el laboratorio, para identificar su viabilidad técnica y económica del proyecto y sobre todo si la propuesta se aplicará en el lugar o fuera de él, elemento importante a considerarse, ya permite establecer otros factores o gastos extras.
- **Evaluación del proceso de remediación:** una vez realizados los pasos anteriores se debe proceder a realizar una evaluación de los componentes técnicos, económicos y de factibilidad de la propuesta, para ya ser llevados a la práctica.
- **Diseño del proceso tecnológico:** se debe redactar el plan metodológico, en el que se detallan cada uno de sus aspectos a seguir para conseguir la mejora del proceso de remediación.

Figura 2. Proceso metodológico para la creación de un plan de remediación



Fuente: Fabelo, (2017)

2.1.4. Metodologías de remediación para los suelos afectados

Para aplicar un determinado método de remediación para un suelo es importante conocer sus características microbiológicas, físicas y químicas, ya que estas están condicionadas de acuerdo al lugar en que se localizan, es necesario determinar los elementos climáticos y meteorológicos, así como el tipo de contaminante y su nivel de toxicidad, ya que no todos los poseen el mismo grado de peligrosidad para el ecosistema. Por ello, la eficacia y éxito de un tratamiento depende del tipo de suelo y del factor contaminante. Desde esta perspectiva las metodologías de remediación se clasifican en tres clases de tratamientos que son:

2.1.4.1. Tratamientos biológicos

De acuerdo a CORFO, Gobierno de Chile, FCH (2019): Los tratamientos biológicos o tecnologías de biorremediación utilizan organismos vivos (plantas, hongos, bacterias, etc.) para la degradación, transformación o remoción de compuestos orgánicos tóxicos, dependiendo de las actividades catabólicas de los organismos y de su capacidad natural para utilizar los contaminantes como fuente de alimento y energía (CORFO, Gobierno de Chile, FCH, 2019, pág. 36).

A través del tratamiento biológico se pretende reducir el porcentaje contaminante del residuo, que posteriores tratamientos físicos o químicos para el nuevo componente sea más fácil de aplicar o que bien vuelvan a la sustancia menos dañina para el suelo. Dentro del ámbito del tratamiento biológico existen diversas técnicas entre las que destacan:

- **Bioaumentación**

Esta tecnología se implementa cuando se requiere de un tratamiento inmediato para ser aplicado en el suelo contaminado, y cuando la microflora existente no puede degradarse por sí sola. Para ello se emplea algunos microorganismos que tengan la capacidad de degradar los elementos contaminantes. El tratamiento es utilizado para tratar los suelos que han sido contaminados por herbicidas, insecticidas y algunos residuos que contengan ciertas cantidades de metales.

- **Biotransformación de metales**

Consiste en la eliminación o transformación microbiana de los residuos mineros que se encuentran en los suelos, ya que como afirma Soto, C., Gutiérrez, S., Rey, A. & Gonzáles, E. (2010) “la biotransformación de estos metales es posible gracias a la presencia de algunas moléculas inorgánicas y de microorganismos capaces de interactuar, cambiando su biodisponibilidad en el medio” (Soto, Gutiérrez, Rey, & Gonzáles, 2010, pág. 1). La biotransformación se logra mediante técnicas de oxidación, minimización, metilación, acumulación, entre otras.

- **Fitorremediación**

Implica la eliminación, estabilización o transferencia de los contaminantes orgánicos, inorgánicos y metales, mediante la aplicación de diversas plantas u hongos, que pueden actuar de forma directa e indirecta sobre los suelos. Esta tecnología se clasifica a su vez en: fitoacumulación, fitodegradación, rizodegradación y fitoestabilización.

▪ **Biomineralización**

Segun Volke, T. Velasco, J. & de la Rosa, D. (2005) la biomineralización: Es la formación de precipitados metálicos insolubles por interacciones con productos del metabolismo microbiano. La biomineralización de metales y metaloides en forma de minerales de azufre, hidróxido, fosfato y carbonato, tiene aplicaciones potenciales para la biorremediación [...].Un ejemplo de este tipo de sistema es el uso de BSR, bacterias heterótrofas anaerobias, que utilizan una serie de sustratos orgánicos (etanol, acetato, butirato, celulosa) y sulfato, como aceptores de electrones (Volke, Velasco, & de la Rosa, 2005, pág. 96).

Con la utilización de este tratamiento, principalmente del sistema BSR se produce la insolubilidad de sulfuros de algunos metales considerados altamente tóxicos como el cobre, mercurio, cadmio o plomo, que se producen por la disminución biológica del sulfato, lo que provoca que los elementos se inmovilicen y se conviertan en sustancias menos toxicas o peligrosas.

2.1.4.2. Tratamientos fisicoquímicos

Son aquellos métodos o técnicas que se aprovechan las características físicas y químicas de las sustancias o elementos contaminantes que afectan a los suelos de las áreas seleccionadas, para eliminar, reducir o controlar que el contaminante siga dañando a la superficie terrestre. Las tecnologías fisicoquímicas son importantes en cuanto a que su realización no requiere mucho tiempo, ni de gran inversión económica. La mayoría de estos tratamientos se los lleva a cabo de manera in situ, es decir, en el mismo lugar o suelo de afectación.

- **Remediación electrocinética**

Según lo expuesto por Volke, T. & Velasco, J. (2002): La remediación electrocinética es una tecnología en desarrollo que aprovecha las propiedades conductivas del suelo, cuyo objetivo es separar y extraer contaminantes orgánicos e inorgánicos (metales) de suelos, lodos y sedimentos con el uso de un campo eléctrico que permite remover las especies cargadas (iones) (Volke & Velasco, 2002, pág. 40).

Este tipo de tratamiento fisicoquímico es utilizado para tratar los contaminantes orgánicos y algunos metales pesados como el plomo, níquel, mercurio, cobre, cromo, etc. Su costo depende del tipo de suelo a tratar, el contaminante y nivel de toxicidad es empleada para complementar otras tecnologías de remediación como las biológicas.

- **Solidificación /estabilización**

Es un tratamiento que se lleva a cabo en el suelo afectado mediante la aplicación de aditivos para detener a los contaminantes, reduciendo o eliminando sus niveles de lixiviación. En lo que a la solidificación se refiere, esta consiste en la utilización de diversas técnicas que atrapan físicamente los elementos nocivos, dando lugar un material solido; mientras que la estabilización actúa como un limitante de movilidad del contaminante, esto a través de la adición de algunos materiales como polímeros, cal, etc. Esta tecnología sirve para remediar los suelos que han sido dañados por residuos inorgánicos por ejemplo los suelos contaminados con metales.

2.1.4.3. Ventajas y desventajas de los tratamientos de remediación

La aplicación e implementación de algunas de las tecnologías de remediación para los suelos contaminados traen consigo algunas ventajas y desventajas en cuanto a factibilidad, tiempo y costos, mismas que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. *Ventajas y desventajas de los tratamientos de remediación*

TRATAMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
BIOLÓGICOS	Factibilidad en costos económicos	Períodos de tratamiento más largos
	Tecnologías amigables con el medio ambiente	Requiere la verificación de los niveles de toxicidad de los intermedios
	En la mayoría de los casos los contaminantes se eliminan	Si no existe crecimiento de la microflora no pueden aplicarse
	Generalmente no requiere de otro tratamiento complementario.	
FISICOQUÍMICOS	Presentan efectividad en costos de aplicación	
	Se realizan en corto tiempo	En algunas ocasiones los fluidos de extracción provocan la movilidad de los elementos contaminantes, por lo que se requiere de sistemas de recuperación
	Los recursos son de fácil acceso, no requiere de mucha energía	

Fuente: Martínez & Casalla (2018)

Elaboración: La autora

2.1.4.4. Reaprovechamiento de los residuos mineros

Las actividades de explotación de los yacimientos mineros han provocado serios problemas al medio ambiente y a los seres humanos que residen en las zonas afectadas. En cada una de las fases mineras se producen gran cantidad de residuos mineros como son los relaves o estériles que son los residuos sólidos tóxicos que provienen de la extracción y procesamiento del mineral. Los residuos juntos con otros materiales son generalmente depositados en terrenos de gran extensión.

Para tratar de minimizar el impacto ambiental ocasionados por los residuos mineros, las empresas han optado por reciclarlos y reutilizarlos empleando para ello un estudio y análisis de los materiales, así como la aplicación de diversas técnicas e instrumentos para tratar los residuos de los socavones, botaderos o relaves. Según afirma Lottermoer citado por Fidel (2020) se ha optado por reaprovecharlos en diversas opciones que se mencionan a continuación:

Rocas de desecho

- Rellenos de nuevas excavaciones.
- Materiales para jardinería.
- Material agregado para las carreteras, pavimentos o edificios.
- Producto primario para la elaboración de cemento y hormigón.

Lodos de drenaje

- Obtención óxidos férricos para pigmentos de pintura.
- Extracción de Mn para esmalte de cerámica.
- Absorbente para reducir el fosfato de las aguas residuales. (Fídel, 2020, pág. 5)

Relaves

- Los relaves compuestos de arena pueden ser utilizados como relleno de minas subterráneas.
- Los relaves que contienen arcilla son empleados en la industria de la construcción para fabricar cemento, ladrillos o baldosas.
- Los relaves que tiene magnesio son usados en agrosilvicultura, vidrio, cerámica y esmaltes.
- Los relaves con cobre se aprovechan como extensores de pintura.

Figura 3. Uso de los relaves para fabricar ladrillos



Fuente: Calderón (2020)

2.1.5. Remediación de residuos

De acuerdo a ECOLECTA S.R.L. (2015): “La remediación es el conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con los criterios ambientales específicos y alcanzar los objetivos sociales deseados. Remediación de suelos, Suelos contaminados con metales pesados, hidrocarburos Minería” (ECOLECTA. S.R.L, 2015).

La remediación de residuos se refiere a la recuperación de los daños provocados a causa de los residuos de la minería, la explotación minera causa un impacto desfavorable para el suelo, lo que se busca con la remediación es, evitar el daño del suelo y la contaminación del medio ambiente.

2.1.6. Análisis de riesgo

De acuerdo con Mora, L. (2016) el análisis de riesgo consiste en la utilización de información para “poder diferenciar los riesgos menos relevantes de los riesgos más relevantes, para así proveer información importante para la evaluación y tratamiento de los riesgos” (Mora, 2016, pág. 20).

El análisis de riesgo trata de la investigación para determinar o encontrar posibles riesgos dentro de la empresa, y calcular el impacto que causa a la productividad o funcionamiento de la misma, al mencionar la palabra riesgo, se refiere a sucesos negativos o perjudiciales para la empresa, entonces análisis de riesgos es, la investigación de acontecimientos desfavorables para la empresa.

2.2 Importancia de la variable de estudio

La remediación de los suelos que han sido contaminados por los residuos mineros es un proceso cuya finalidad es recuperar sus características físicas, químicas y microbiológicas del área, para evitar un daño progresivo no sólo al equilibrio del ecosistema sino a la vida de las personas que habitan en zonas cercanas a las zonas de explotación.

El desarrollo de la presente investigación tiene vital importancia, ya que con la misma se pretende diseñar una propuesta de mejora para los procesos de remediación de las áreas de explotación de la provincia de Azuay, permitiendo analizar el impacto que estos compuestos producen al medio ambiente y facilitando la identificación de los tratamientos y tecnologías más adecuadas para eliminar o reducir los elementos o sustancias tóxicas de los suelos.

La elaboración del proyecto de mejora y su posterior aplicación permitirá que la empresa cuente con programas de recuperación ambiental y reutilización de los desechos mineros, mismos que contribuyan a reducir algunas de las problemáticas resultantes de la contaminación de estos residuos, entre los que se encuentran la alteración y extinción de varias especies vegetales y animales o las enfermedades causadas a las personas.

2.3 Análisis comparativo

Para la elaboración del presente proyecto se requirió de fuentes bibliográficas-documentales que otorguen una guía o base para su desarrollo, por esta razón se toma como modelo la investigación denominada Medidas para la remediación del pasivo ambiental minero Relavera Pacococha, elaborada en el año 2019, misma que tiene como propósito realizar un análisis situacional de los daños provocados por los residuos de la Relaveera, para plantear algunas medidas que contribuyan a la remediación del pasivo ambiental minero con la finalidad de mejorar los ecosistemas contaminados por los erróneos procesos de remediación de sus suelos.

Para diseñar el plan de mejora para la remediación de los suelos afectados por los residuos mineros, se debe realizar en primer lugar un diagnóstico del área afectada para determinar la magnitud de los daños ocasionados, los elementos contaminantes y el nivel de toxicidad de cada uno de ellos, para posteriormente determinar los métodos de tratamiento más adecuados, ya que no todos los residuos pueden remediarse con el mismo método o tecnología, en ocasiones algunas zonas requieren de la aplicación de lo que se conoce como tren de tratamientos.

2.4 Análisis crítico

La actividad minera realizada por la empresa Grupo Minero Bonanza S.A., durante varios años en la provincia del Azuay, sumado a sus escasos estudios para analizar el impacto que tienen los residuos en el medio ambiente, han provocado la contaminación de grandes extensiones de superficie terrestre, que no sólo perjudican a la naturaleza sino también a la salud y bienestar de las personas que viven en la zona aledaña al proyecto que se pretende remediar.

La empresa Grupo Minero Bonanza S.A., dedicada a la extracción de diversos minerales en la provincia del Azuay, consciente de que sus actividades han contribuido con el daño y deterioro de la naturaleza, ha decidido realizar un proyecto mediante el cual se elabore una propuesta de mejora para la remediación de los suelos contaminados por los residuos mineros, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que genera el proyecto de Buena Bonanza.

La investigación en base a la información proporcionada por el análisis diagnóstico y situacional de los daños ocasionados a las zonas donde se produce la extracción de los minerales, pretende identificar las metodologías de remediación más adecuadas a las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos para contribuir a la reparación de sus componentes y organismos vivos.

Por ello la formulación de la propuesta de mejora para la remediación de los suelos contaminados con residuos mineros, pretende establecer los tratamientos biológicos o fisicoquímicos que mejor se adaptan a las condiciones de las áreas contaminadas con la finalidad de eliminar o reducir las sustancias nocivas de es tos terrenos, volviéndolos más productivos y estables.

CAPITULO III MARCO REFERENCIAL

3.1 Reseña histórica

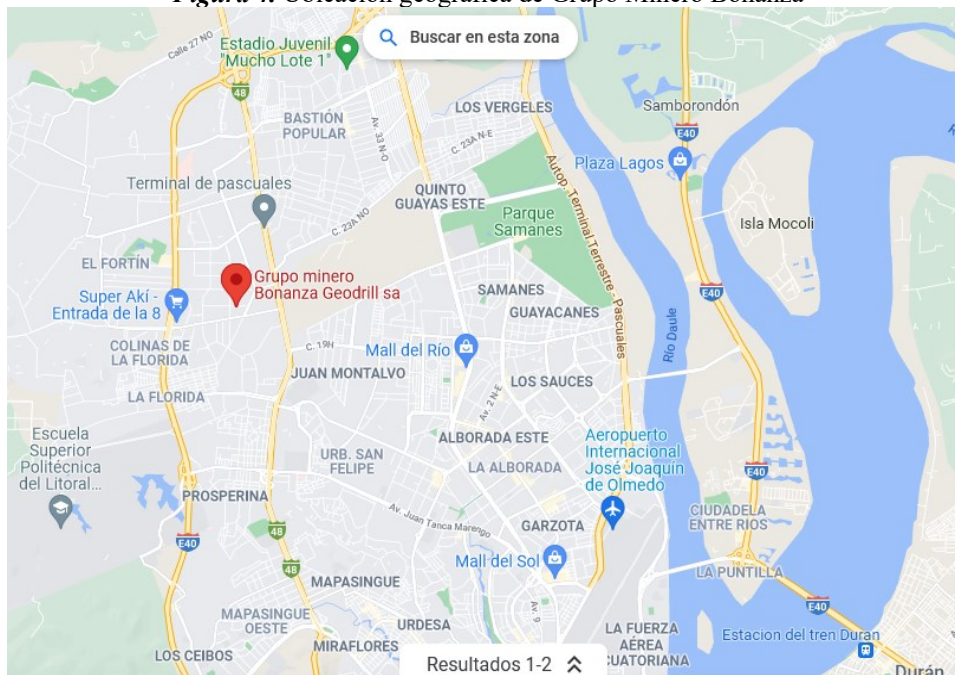
De acuerdo a lo que consta en la página oficial de Grupo Minero Bonanza S.A. (2021) la misma es una empresa minera que comenzó sus actividades en el año de 1991, con ayuda de un grupo de ingenieros y docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), que decidieron afrontar de manera técnica y empresarial el desafío de extraer y procesar residuos mineros en la localidad de Ponce Enríquez, mediante la aplicación de la técnica de cianuración con carbón en pulpa.

Grupo Minero Bonanza S. A., se identifica en el registro único de contribuyente (RUC) con el número 0993050148001. La empresa actualmente se dedica a las actividades mineras de extracción y explotación de diversos minerales en tres países de América del Sur: Ecuador, Colombia y Bolivia, y recientemente ha iniciado los trámites correspondientes para expandir sus actividades a Perú.

En sus más de 15 años de minería responsable cada uno de los procesos llevados a cabo por la empresa Grupo Bonanza se realizan cuidando a integridad de su equipo de trabajo en cada una de las actividades que desempeñan y cumplen con las normativas legales del cuidado ambiental de cada país y apoyan a las comunidades aledañas a las zonas de explotación minera.

La empresa en Ecuador se ubica en la ciudad de Guayaquil, en Bahía Norte Mz. 57 SI 1-2 Edificio Sky Building Of. 1102.

Figura 4. Ubicación geográfica de Grupo Minero Bonanza



Fuente: Google Maps (2021)

3.2 Filosofía organizacional

3.2.1. Objetivo

Grupo Minero Bonanza es una empresa minera regional que desde su creación tiene como objetivo fundamental ofrecer un servicio de calidad con eficiencia y rentabilidad, con base en el desarrollo y utilización de tecnologías y herramientas innovadoras, eficaces y que contribuyan al cuidado del medio ambiente, logrando que el conocimiento en esta área productiva sea la base del crecimiento de la organización.

3.2.2. Misión

La empresa pretende desarrollar las actividades mineras de extracción y explotación de minerales del suelo con la utilización de tecnologías de punta, minimizando los riesgos operacionales que pueden provocar al ecosistema, cumpliendo para ello con los estándares y normativas legales en materia de seguridad, salud y preservación del medio ambiente tanto a nivel nacional e internacional.

3.2.3. Visión

Consolidarse como una de las mayores empresas mineras en cada uno de los países de la región donde ejecuta sus actividades de extracción y explotación de minerales, promoviendo que cada uno de sus colaboradores realicen de manera responsable y comprometida sus funciones. Pretende convertirse en un referente en términos de seguridad, responsabilidad ambiental y social y desarrollo operacional minero.

3.2.4. Valores

Dentro del desarrollo de la empresa los valores constituyen las pautas de acción y comportamiento que se desea cada miembro de la organización siga y cumpla, ya que estos facilitan la toma de decisiones para la adecuada gestión y ejecución de cada una de las actividades mineras a las que se dedica la empresa. Por esta razón en Grupo Minero Bonanza los valores que desarrollan son los siguientes:

- **Seguridad:** implica realizar cada una de las actividades de manera adecuada y cumpliendo a cabalidad cada uno de los protocolos y normas dados por la empresa y las entidades internacionales, con la finalidad de salvaguardar la integridad de todo el equipo de trabajo.
- **Responsabilidad:** es factor clave para la consecución de las metas y objetivos organizacionales, mediante el cumplimiento eficiente y en el tiempo correcto de las tareas de cada miembro que trabaja en la empresa.
- **Integridad:** consiste en la manera honesta, transparente y solidaria de comportarse cada uno de los integrantes de la organización, así como la manera correcta y eficaz de llevar a cabo los procesos y actividades de explotación minera.

- **Compromiso:** comprende asumir los retos organizacionales como propios, logrando que los altos mandos y empleados desempeñen sus funciones de manera eficaz y eficiente.
- **Excelencia:** es un valor empresarial destinado a la consecución de la máxima eficacia de la organización.
- **Confianza:** se refiere a la calidad de las relaciones que se establecen entre la empresa y sus clientes, mediante la cual se logra la fidelización de los mismos y se incrementa el nivel de productividad.

Figura 5. Valores organizacionales



Elaboración: La Autora

Los valores adoptados por Grupo Minero Bonanza rigen las acciones desarrolladas por la organización de manera transversal, ya que consolidan las actitudes y acciones que deben desempeñar cada integrante de la minera, de forma constante y comprometida, con la finalidad de realizar sus procesos y actividades de manera responsable para ofrecer productos de calidad a nivel nacional e internacional.

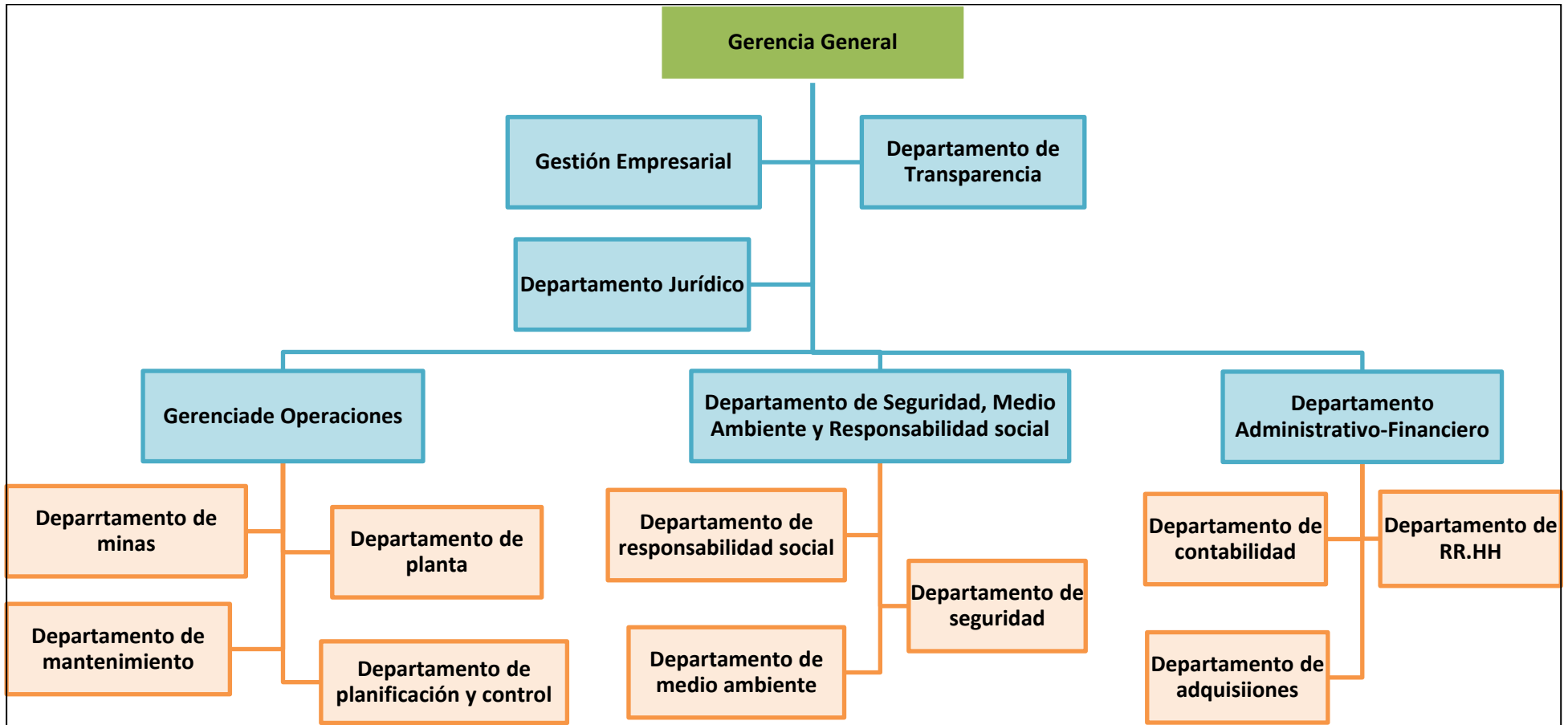
3.3 Diseño organizacional

El diseño o estructura de una empresa de acuerdo a Brumer, M. (2019) se define como: Un sistema utilizado para definir una jerarquía dentro de una organización. Identifica cada puesto, su función y dónde se reporta dentro de la organización. Esta estructura se desarrolla para establecer cómo opera una organización y ayuda a lograr las metas para permitir un crecimiento futuro. La estructura se ilustra utilizando una tabla organizacional (Brume, 2019, pág. 8).

Manifestado la estructura organizacional se entiende como una representación de las relaciones existentes entre los diferentes departamentos y áreas de la empresa. Este diseño se materializa en un organigrama es un esquema visual en forma de diagrama o cuadro en el que se presenta la estructura interna de la organización, con la descripción de cada elemento de trabajo y los empleados a su cargo.

Se el diseño organizacional de Grupo Minero Bonanza se muestra en el siguiente organigrama.

Figura 6. Organigrama Grupo Minero Bonanza



Fuente: La autora

3.4 Productos y servicios

La empresa se dedica a diversas actividades mineras en tres países de Latinoamérica, trabajando de manera eficaz y en armonía con el medio ambiente. Por ellos de acuerdo con Grupo Minero Bonanza (2021) entre sus principales actividades se encuentran:

- **Exploración:** geológica minera en áreas naturales o en crecimiento y desarrollo.

Figura 7. Exploración minera



Fuente: Grupo Minero Bonanza (2021)

- **Producción:** se refiere a la explotación de zonas ricas en minerales metálicos subterráneos.

Figura 8. Producción minera



Fuente: Grupo Minero Bonanza (2021)

- **Remediación:** implica la realización de tratamientos eficaces y adecuados de los efluentes y residuos mineros.

Figura 9. Remediación minera



Fuente: Grupo Minero Bonanza (2021)

Grupo Minero Bonanza en Ecuador trabaja en dos Unidades productivas, cada una con procesos mineros claramente especificados:

- **Unidad Productiva Ponce Enríquez:** las empresas Exportadora Aurífera, Expansa y Compañía Minera Mollopongo Comimoll explotan esta zona en tres niveles, realizando las siguientes actividades:

- Exploración
- Exploración
- Logística
- Servicios

En las plantas de beneficio a s vez se realizan los siguientes procesos:

- Molienda
- Lixiviación
- Refinación
- Remediación

Figura 10. Unidad Productiva Ponce Enríquez



Fuente: Grupo Minero Bonanza (2021)

- Unidad Productiva San Gerardo: la planta de operación de la empresa Expo bonanza S.A., brinda los servicios de:
 - Molienda y cianuración
 - Planta de flotación
 - Remediación y biodetoxificación

Figura 11. Unidad Productiva San Gerardo



Fuente: Grupo Minero Bonanza (2021)

3.5 Diagnostico organizacional

El pilar sobre el que se estructura y realiza el seguimiento y control de los diferentes procesos de la organización es el diagnóstico organizacional, el cual permite obtener la información necesaria y actualizada del funcionamiento de cada área de la empresa, con la finalidad de determinar si las metas y objetivos se están cumpliendo de manera correcta, así como de ayudar en la toma de decisiones, la identificación de los problemas e inconvenientes presentados en cada departamento y la definición de las estrategias y acciones de mejora que se han de seguir.

El análisis de la empresa Grupo Minero Bonanza a través de metodologías como el FODA permitió identificar que la organización carece de estudios sobre el nivel de impacto negativo que tienen las actividades mineras en la naturaleza y sobre todo en los suelos, perjudicando sus componentes y alterando la vida su flora y fauna. Se determinó que ligado a la contaminación de los suelos se encuentran el desequilibrio del ecosistema, y los daños ocasionados a la salud de las personas que residen en las zonas aledañas a las zonas de explotación.

Debido a los problemas ya señalados se denota la importancia de la formulación de una propuesta de mejora para identificar los mejores tratamientos y tecnologías de remediación tanto biológicas como fisicoquímicas para aplicar a las áreas contaminadas por los elementos nocivos de los residuos mineros.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Diagnostico situacional

La recopilación de información acerca de la empresa Grupo Minero Bonanza en la provincia del Azuay en Ecuador es fundamental para la elaboración del diagnóstico, debido a que sirve para determinar los aspectos más importantes de la raíz del problema, los cuales me permitirán elaborar de manera adecuada la propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros.

La empresa Grupo Minero Bonanza S.A., dedicada a la extracción de diversos minerales en la provincia del Azuay, consciente de que sus actividades han contribuido con el daño y deterioro de la naturaleza, ha decidido realizar un proyecto mediante el cual se elabore una propuesta de mejora para la remediación de los suelos contaminados por los residuos mineros, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que genera la falta de la remediación ambiental.

La investigación en base a la información proporcionada por el análisis diagnóstico y situacional de los daños ocasionados a las zonas donde se produce la extracción de los minerales, pretende identificar las metodologías de remediación más adecuadas a las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos para contribuir a la reparación de sus componentes y organismos vivos.

Para la empresa Grupo Minero Bonanza, su principal enfoque es generar la mayor eficiencia y rentabilidad económica, con los procesos de extracción y explotación de minerales como, el proceso de cianuro con carbón en pulpa, empleando desarrollos tecnológicos, con la finalidad de fomentar el crecimiento de la empresa de una manera sostenible.

En cuanto a los sectores donde realizan sus operaciones el Grupo Minero Bonanza S.A. actualmente, opera en tres países que son: Ecuador, Colombia y Bolivia, próximamente expandirá sus operaciones al país de Perú, Grupo Minero Bonanza S.A. cumple con todas las obligaciones y regulaciones que el sector minero requiere, tomando en cuenta la protección del medio ambiente y colaboración con las comunidades establecidas en las áreas mineras.

Dentro de los principales minerales que Grupo Minero Bonanza S.A. exporta a nivel mundial podemos encontrar, oro doré, oro, cobre, y plata, las cuales se extraen en los tres países donde opera con más de 4850 hectáreas y 8 operaciones mineras en todas las fases de la minera.

Como parte del desarrollo de la actividad minera en Ecuador y en otros países, se puede indicar que los efectos generados por la explotación minera, tiene un gran impacto en el medio ambiente, esto se debe a la gran demanda de extracción de minerales del suelo, y los malos procesos que se realizan en la recuperación de suelo y manejo de la remediación de residuos mineros, cabe recalcar que los daños causados no solo son con el medio ambiente, sino que también repercute en la salud de los pobladores y trabajadores de la empresa en general.

Al aplicar una propuesta de mejora en donde se puede afianzar los procesos de remediación de residuos de extracción, para mejorar el manejo de los residuos mineros tanto para el medio ambiente, como para la salud de sus colaboradores y pobladores cercanos al área de extracción minera.

4.1.1. Diagnostico externo

4.1.1.1. Análisis del impacto ambiental de las actividades mineras

En todas las actividades que se involucre la naturaleza presenta un nivel de riesgo importante debido a la intervención del hombre, pues con el uso de maquinarias e instrumentos para las actividades que se realicen, afectan directamente el entorno sea por contaminación o daños de cualquier tipo lo que podría ocasionar daños a la población en general.

El crecimiento de la actividad minera, evidencia un incremento y desarrollo notorio, con grandes aportes económicos al país, pero a medida que las actividades mineras incrementan produce un impacto negativo, causando deterioros en el medio ambiente, por lo cual, puedo manifestar que el impacto que genera las actividades mineras perjudican, no solamente a los suelos explotados, si no también causan contaminación, en el aire, agua, flora, fauna y daños perjudiciales en salud de los pobladores, que tiene asentamientos cercanos a las minas explotadas.

Grupo Minero Bonanza S.A. actualmente, opera en tres países que son: Ecuador, Colombia y Bolivia, que próximamente expandirá sus operaciones al país de Perú, Grupo Minero Bonanza S.A. cumple con todas las obligaciones y regulaciones que el sector minero requiere, tomando en cuenta la protección del medio ambiente y colaboración con las comunidades establecidas en las áreas mineras.

El impacto ambiental ocasionado por el desarrollo de las actividades mineras es, netamente negativo y genera deterioros en el ecosistema, por lo cual, el presente trabajo investigativo, requiere elaborar una propuesta de mejora que contribuya a prevenir y disminuir el nivel de contaminación del ambiente, causado por las actividades de explotación minera.

4.1.2. Diagnostico interno

La industria minera se encuentra en desarrollo constante, en la actualidad esta industria es una de las más sostenible a nivel económico para el país, por lo cual, Grupo Minero Bonanza tiene como enfoque principal, generar la mayor eficiencia y rentabilidad económica, con los procesos de extracción y explotación de minerales, con la finalidad de fomentar el crecimiento de la empresa.

El desarrollo de las actividades minera, genera un gran impacto negativo para el medio ambiente, esto se debe a la gran demanda de extracción de minerales del suelo, y los malos procesos que se realizan en la recuperación de suelo y manejo de la remediación de residuos mineros, pese a existir normal y leyes que buscan evitar y eliminar la contaminación causada por las actividades de explotación de las minas, existen un alto nivel irresponsabilidad en el manejo de estas normas, lo cual provoca gran daño en el ambiente.

La empresa requiere formular una propuesta de mejora para el proceso de remediación de residuos mineros, ya que es uno de los principales problemas que se presenta en la empresa, dentro de este problema puedo manifestar que están relacionadas otras problemáticas tales como:

- La falta de procesos y programas de recuperación ambiental
- Sanciones económicas a la empresa por parte de las entidades regulatorias y de control.
- la carencia de análisis para determinar el impacto negativo causado por sus actividades de explotación minera.
- Falta de conocimiento del riesgo que se causa en el medio ambiente, debido a sus actividades de extracción de minerales de los sustratos del suelo.

- Falta de capacitación y conocimiento acerca de los procesos adecuados.
- Personal calificado para llevar a cabo los proyectos requeridos para la correcta recuperación de residuos resultantes de la extracción minera.

4.1.2.1. Análisis de la encuesta

Para el presente trabajo de investigación es importante definir qué la elaboración de la encuesta constará con 8 preguntas cerradas, que le permitirá al encuestado responder de manera clara y sin ningún problema, el modelo de la encuesta realizada se podrá encontrar en el anexo del estudio.

El objetivo principal de la presente encuesta es, conocer el punto de vista de los encuestados, referente al impacto de contaminación ambiental causada por las actividades mineras que realiza la empresa Grupo Minero Bonanza y su interés de remediar el nivel de impacto generado por sus actividades.

La aplicación de la encuesta será realizada a los clientes frecuentes de la empresa Grupo Minero Bonanza, los cuales según, los registros de la empresa indican que son un total de 24 clientes, a los que se realizara la encuesta de manera individual.

4.1.2.1.1. Desarrollo de la encuesta

1. ¿Considera usted importante la prevención del medio ambiente por parte de las empresas mineras?

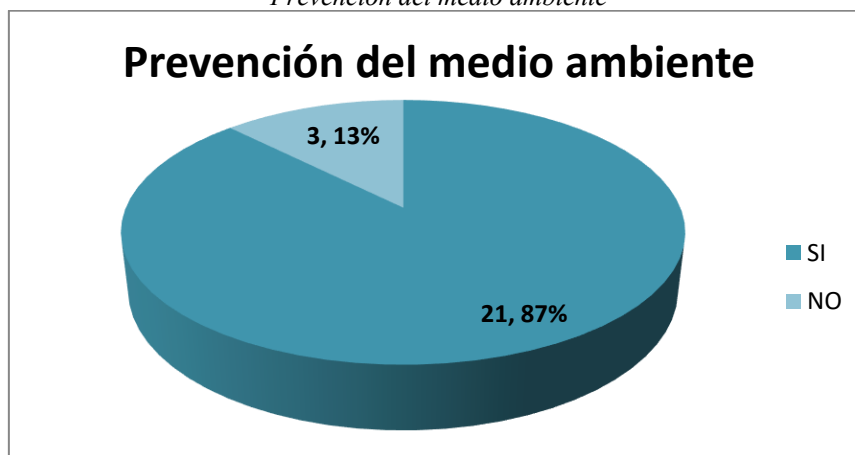
Tabla 2

Prevención del medio ambiente

DETALLLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	21	87%
No	3	13%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 12
Prevención del medio ambiente



Fuente: Elaboración propia

La prevención y cuidado del medio ambiente es de vital importancia para el país, por ello existen entidades públicas que controlan el cumplimiento de las normas establecidas para la prevención y cuidado de las áreas en donde se realizan las actividades de explotación minera, por lo cual, mediante la presente encuesta los clientes de la empresa Grupo Minero Bonanza de la ciudad de Azuay mencionan que es importante que las empresas mineras tengan el respectivo control para la prevención de contaminación del ambiente, debido a sus actividades.

2. ¿Conoce el impacto negativo que genera el desarrollo de las actividades mineras en el medio ambiente?

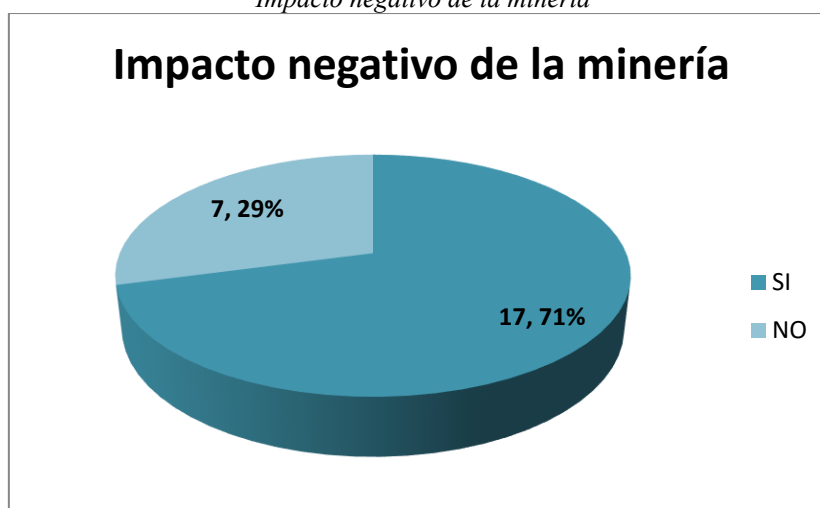
Tabla 3

Impacto negativo de la minería

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	17	71%
No	7	29%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 13
Impacto negativo de la minería



Fuente: Elaboración propia

La actividad minera se desarrolla desde hace muchos años en el país, lo cual ha provocado un gran nivel de contaminación a causa de la explotación y mal manejo de los residuos mineros, por lo cual se le pregunto a los clientes de la empresa si conocen el impacto negativo de esta actividad y se obtuvo como resultado que el mayor porcentaje de los clientes conoce y está consciente de las consecuencias e impacto negativo que genera la actividad minera en el medio ambiente, sobre todo para las áreas explotadas.

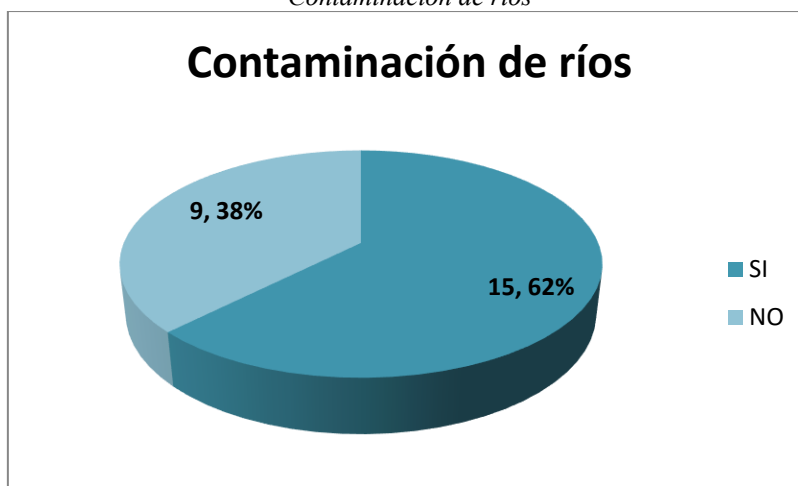
3. ¿Tiene conocimiento sobre la contaminación del agua de los ríos cercanos a las minas de explotación?

Tabla 4
Contaminación de ríos

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	15	62%
No	9	38%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 14
Contaminación de ríos



Fuente: Elaboración propia

Los residuos de los minerales que quedan en la superficie del suelo después de la extracción de los mismo, provocan un alto nivel de contaminación en las áreas de explotación a más de la erosión del suelo, también contamina los ríos cercanos a las áreas de explotación, por lo que como resultado de la encuesta, los clientes indicaron en su mayoría tener conocimiento de la contaminación que sufren los ríos a causa de los residuos de minerales que quedan una vez realizada la extracción.

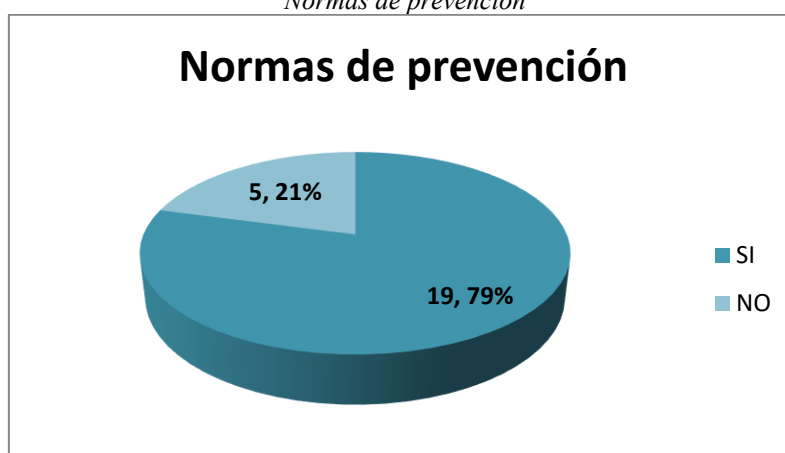
4. ¿Está de acuerdo con que la ley exija normas de prevención ambientales a las empresas mineras?

Tabla 5
Normas de prevención

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	19	79%
No	5	21%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 15
Normas de prevención



Fuente: Elaboración propia

En el país existen varias entidades que imponen normas de prevención a los proyectos y mineros, además también se encarga de controlar el cumplimiento de las mismas y sancionar a las empresas en caso de no cumplir con lo estipulado, estas normas aplican para todas las empresas del sector minero, mediante la encuesta realizada, los clientes están de acuerdo en que las leyes del país, busquen implementar la prevención del medio ambiente a través de normas que regulen el impacto ambiental causado por la actividad minera.

5. ¿Cómo cliente de la empresa Grupo Minero Bonanza, considera que es importante que la empresa implemente medidas de remediación para el impacto negativo que generan sus actividades?

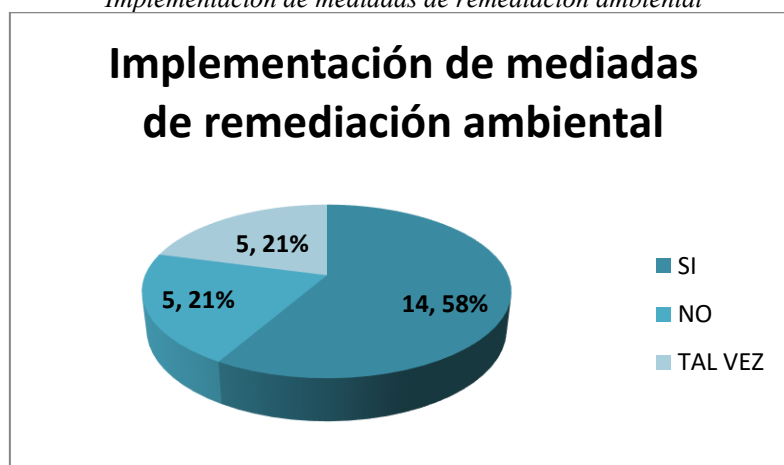
Tabla 6

Implementación de medidas de remediación ambiental

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	14	58%
No	5	21%
Tal vez	5	21%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Implementación de medidas de remediación ambiental

Fuente: Elaboración propia

Debido al nivel de contaminación en las áreas de explotación minera, las empresas que realizan esta actividad, deben presentar proyectos de remediación del nivel de contaminación, previo a la aprobación y licencia para realizar sus actividades, por esta razón se realizó la encuesta a los clientes para conocer qué opinan al respecto, obteniendo como resultado que el mayor número de clientes indican que es importante que las empresas realicen proyectos de rehabilitación de las áreas afectadas, para resarcir el daño causado por sus actividades.

6. ¿Considera importante preservar la flora y fauna de las áreas que son explotadas por la actividad minera?

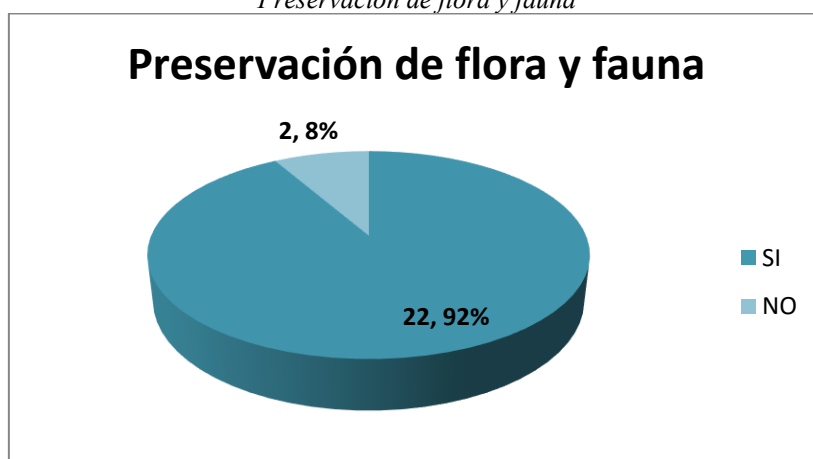
Tabla 7

Preservación de flora y fauna

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	22	92%
No	2	8%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 17
Preservación de flora y fauna



Fuente: Elaboración propia

En las áreas donde se realizan la explotación minera, existen un gran número de flora y fauna que se ven afectadas debido a la intervención realizada por el hombre y las maquinarias de explotación de minerales, además de la contaminación que se da por los residuos minerales, los clientes de la empresa Grupo Minero Bonanza concuerdan que la empresa debe preservar el cuidado de la flora y fauna de las áreas afectadas, por tal razón es importante crear proyectos que permitan rehabilitar la zona, que no afecte el ecosistema para los animales y las plantas.

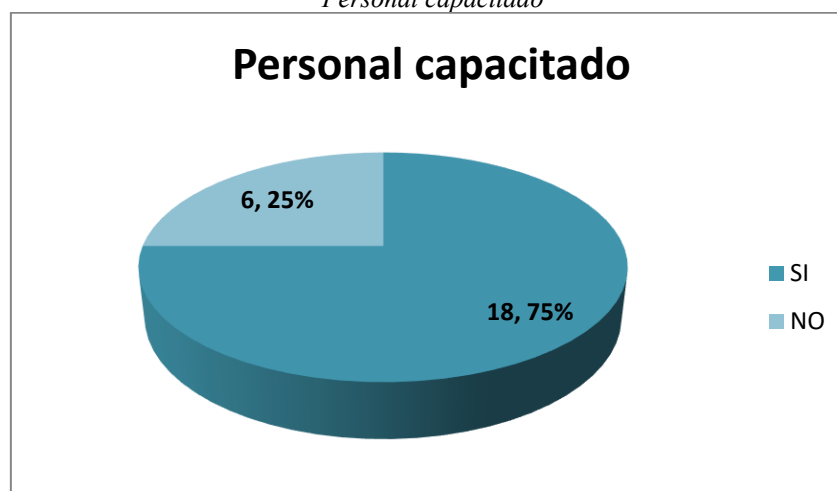
7. ¿Cree usted que el personal de la empresa Grupo Minero Bonanza está capacitado en temas de prevención Ambiental?

Tabla 8
Personal capacitado

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	18	75%
No	6	25%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 18
Personal capacitado



Fuente: Elaboración propia

Para las empresas mineras es fundamental tener conocimiento de las normas de prevención ambiental, para lograr los objetivos propuestos en cuanto a la disminución de nivel de contaminación del medio ambiente, además de que estas normas deben ser cumplidas o caso contrario serán sancionados por las entidades regulatorias del país, en la encuesta realizada los clientes manifiestan en un porcentaje del 75% que el personal de la empresa Grupo Minero Bonanza, no están debidamente capacitado en los temas de prevención cuidado y control ambiental.

8. ¿Considera necesario que las empresas mineras realicen proyectos de remediación ambiental para las áreas explotadas una vez terminada sus actividades de explotación?

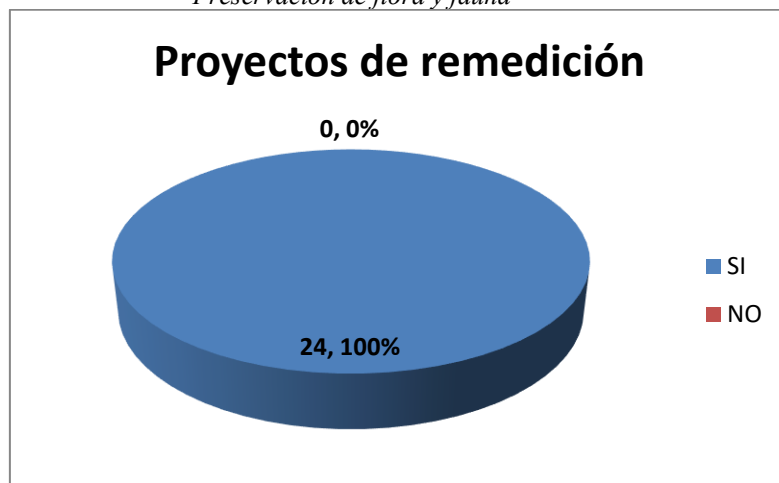
Tabla 9

Proyectos de remediación

DETALLE	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
Si	24	100%
No	0	0%
Total	24	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 19
Preservación de flora y fauna



Fuente: Elaboración propia

Las empresas mineras, en la presentación de sus proyectos de explotación minera, deben cumplir con la elaboración y presentación de un proyecto de prevención y remediación de residuos, esto con la finalidad de que la empresa realice o implemente maneras de remediar y resarcir el daño ambiental que se genera con la actividad minera, con la encuesta realizada el 100% de los encuestados menciona que si es importante que las empresas mineras implementen un plan de remediación para las áreas explotadas una vez concluya con la explotación de las minas lo cual permitiría minimizar el impacto de daño ambiental.

4.1.2.1.2. Observaciones obtenidas mediante la encuesta

Mediante los resultados obtenidos en la encuesta realizada a 24 clientes frecuentes de la empresa Grupo minero Bonanza, se tiene como resultado las siguientes observaciones. En la actualidad es de conocimiento general la importancia de la preservación del medio ambiente por ello los clientes de la empresa Grupo Bonanza concuerdan que es importante que las empresas mineras realicen proyectos enfocados a resarcir el daño provocado a las áreas mineras explotadas, con el fin de preservar y equilibrar el medio ambiente.

El sector minero es una de los sectores económicos que se encuentra en desarrollo, pues en los últimos años ha tomado fuerza y el nivel de sus actividades ha aumentado en grandes escalas, por ello los clientes de la empresa Grupo minero Bonanza manifiestan que la mejora de remediación de residuos que quiere implementar la empresa, aportará de manera favorable a la recuperación de los sectores explotados lo que favorecerá también a la empresa como imagen.

Por medio de los resultados obtenidos en la encuesta realizada es esencial indicar que los clientes coinciden en que una vez terminadas las actividades de explotación en un área determinada las empresas mineras deben implementar proyectos de remediación ambiental con la finalidad de disminuir el nivel de daño causado por las actividades realizadas en el sector.

La remediación de residuo aportara de manera favorable al área explotada y por ende también fomentara la preservación de flora y fauna del sector, disminución de la contaminación del agua en los ríos cercanos y aumentara la calidad de vida para los pobladores cercanos a los sectores de explotación minera.

4.1.2.2. Análisis de la guía de entrevista

La entrevista está compuesta por 8 preguntas cerradas de elección múltiple, esto con la finalidad de que el entrevistado no presente inconvenientes a la hora de contestar, para obtener una respuesta clara y concisa que será usada en el diagnóstico de la entrevista.

Para la aplicación de la entrevista se ha considerado al personal involucrado de la empresa con la exploración y explotación de minas esto con la finalidad de, recopilar información relevante que me permita conocer de manera clara y asertiva, los factores que influyen en la contaminación ambiental, y su opinión con respecto a la implementación de un plan de mejora de remediación de residuos mineros, para posterior a esto lograr presentar una estrategia que permita disminuir de manera considerable los niveles de la contaminación causa en la explotación minera realizada por la empresa Grupo minero Bonanza.

En cuanto a lo mencionado y una vez analizado, el personal que será tomado como muestra para el levantamiento de información serán 6 colaboradores de la empresa que mediante la guía de entrevista conoceremos su percepción y opinión sobre el tema, los colaboradores entrevistados serán:

- Gerente general
- Gerente de operaciones
- Supervisor de proyectos
- Titular de minas
- Técnico de maquinarias

4.1.2.2.1. Desarrollo de la guía de entrevista

Tabla 10 Guía de entrevista a los colaboradores de la empresa Grupo Minero Bonanza

ÍTEMS	ESPECIALISTA	ESPECIALISTA	ESPECIALISTA	ESPECIALISTA	ESPECIALISTA	ANÁLISIS
	1	2	3	4	5	
P1 ¿Qué opina acerca de la contaminación causada por la explotación de minas?	Actualmente existen normas impuesta por entes regulatorios que busca la preservación y eliminación de la contaminación en el sector minero, al ser este de gran impacto es importante mantener vigentes los procesos a seguir.	La contaminación ha crecido al igual que lo ha hecho actividad minera, por ello es importante buscar la manera de minimizar el impacto ambiental.	Al realizar la explotación de las minas, siempre quedan residuos de minerales, que son los causantes de la contaminación, considero que al realizar oportunos proyectos se puede rectificar y disminuir el nivel de contaminación de las áreas explotadas en el sector minero.	La contaminación a causa de la explotación minera, cada vez es un problema más grave, esto se debe al incremento de las actividades y mal manejo de los desperdicios.	La extracción de minerales, genera gran afectación a las áreas donde se desarrolla las actividades, esto es un problema serio, ya que afecta el ecosistema que nos rodea es importante regir normas que mejoren esta problemática.	El personal entrevistado, coincide en que la contaminación generada por la actividad minera, ha incrementado debido al desarrollo y aumento en la actividad minera. También la contaminación se ha convertido en un problema para las empresas minera, pues en la actualidad existe entes regulatorios, que buscan minimizar el impacto negativo causado por la explotación de minas
P2 ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias para el debido manejo de residuo?	El departamento de materiales se encarga de proporcionar las herramientas necesarias para el desarrollo de las actividades, pero en varias ocasiones no se dispone de todas las herramientas necesarias.	En la mayor parte de las ocasiones la empresa cuenta con herramientas adecuadas y necesarias para el correcto manejo de residuos, pero en algunas ocasiones no dispone del 100% de los materiales necesarios.	El manejo de los residuos, es un tema importante para la empresa, por lo cual, se trata de tener todos los materiales que son indispensables para el correcto manejo de los residuos.	Si la empresa procura tener a nuestra disponibilidad los materiales y herramientas para el correcto manejo de los residuos mineros.	En ciertas ocasiones no se dispone de los materiales para el correcto manejo de los residuos de la minería	El personal entrevistado de la empresa concuerda que el manejo de los residuos de minarles, es de vital importancia para evitar la contaminación ambiental, pero indican que la empresa no siempre cuenta con los materiales y herramientas necesarias para el correcto manejo de los residuos.
P3 ¿Considera importante la implementación de la propuesta de mejora para la remediación de residuo?	Si considero importante y necesario la implementación de una propuesta de mejora que aporte en la remediación del impacto ambiental	Si necesario mejorar los procesos de remediación para disminuir el nivel de la contaminación e impacto ambiental.	La implementación de una propuesta de mejora en la remediación de residuos aportaría de manera significativa la reducción del impacto en el	Si, si considero necesaria la implementación de la propuesta de remediación de residuos.	Sí, es importante la realización e implementación de una propuesta de mejora, esto mejoraría el manejo de los residuos, y la disminución de contaminación.	Según la entrevista realizada a los colaboradores de la empresa grupo minero bonanza, se tiene como resultado que si es importante la aplicación de una propuesta de mejora para la remediación de residuos lo que aportara a la disminución del factor de contaminación ocasionados por los repudios de los minerales.

	ocasionado por los residuos mineros.		medio ambiente a causa de los residuos mineros.			
P4 ¿El personal tiene conocimiento de las normas y medidas ambientales?	El personal tiene los conocimientos básicos acerca de las normas y medidas ambientales.	Actualmente existen nueva información acerca de las normas ambientales en el sector minero, por ello el personal no se encuentra debidamente capacitado en el tema ambiental.	El personal tiene conocimiento de las normas ambientales, pero no se encuentra correctamente capacitado en el tema.	La empresa tiene personal encargado para impartir la información necesaria sobre el tema, pero siempre es importante actualizarse y mejorar los conocimientos.	Existe un gran número de colaboradores que desconocen del tema de las normas ambientales en la empresa.	Con los resultados obtenidos en la entrevista realizada a los colaboradores de la empresa Grupo Minero Bonanza, se tiene como conclusión que el personal no se encuentra debidamente capacitado en los temas ambientales, por lo que se considera importante implementar capacitaciones que mejoren el conocimiento de temas ambientales.
P5 ¿Considera necesario la implementación del análisis del agua de los ríos cercanos a las minas para evitar su contaminación?	Los ríos son fuente importante para los pobladores cercanos a las minas, por ello si considero importante realizar análisis continuos que permita mantener controlada la contaminación del mismo.	Los residuos mineros, causa un gran impacto negativo en el área explotada, los ríos son una de ellos, por tal razón si es importante el control y eliminación de la contaminación del agua de los ríos.	Si, si es importante realizar análisis del agua de los ríos, para controlar el nivel de contaminación.	Es parte de la responsabilidad de la empresa evitar la contaminación del área y el análisis del nivel de contaminación del agua es una buena forma de controlar la contaminación.	Considero que si es importante la implementación del análisis del agua, con el objetivo de controlar los niveles de contaminación	Los colaboradores entrevistados coinciden que si es importante y tendría gran aporte a la remediación de residuos, la realización de análisis del agua de los ríos, para de esta manera controlar el nivel de contaminación y buscar medidas de solución.
P6 ¿La empresa cumple con las normas de seguridad y protección ambiental?	La empresa cumple con las normas de seguridad ambiental, pero si existe deficiencia en las normas establecidas.	No, no siempre se cumple con las normas de seguridad ambiental	Existen ocasiones en las que las normas no se cumplen de manera adecuada para el correcto proceso de preservación del ambiente.	Si, si se cumplen las normas establecidas de seguridad y protección ambiental.	La empresa trata de cumplir todas las normas establecidas, pero hay ocasiones en que esas normas no se cumplen a cabalidad.	Por medio de los resultados obtenidos en la entrevista realizada, se tiene como conclusión que la empresa no cumple totalmente con las normas de seguridad y prevención ambiental, lo cual aumenta el nivel de riesgo y contaminación para las áreas que son explotadas.
P7 ¿La maquinaria usada para la extracción de minerales se encuentra en	Muchas de las maquinarias usadas para la extracción de minerales, no se encuentran	La maquinaria usada para la extracción de minerales, no tiene los debidos controles y	Si, si se encuentran en condiciones funcionales para no contaminar las áreas explotadas.	Sí, yo si daría que si cumplen con todas condiciones para operar sin contaminar el área.	No, no todas las maquinarias tienen el debido mantenimiento que disminuya su	Como parte de los resultados de la presente entrevista, se puede indicar que la mayoría de los colaboradores entrevistados coinciden en que todas las maquinarias se encuentran debidamente controladas y

condiciones de operar sin contaminar el área?	óptimas condiciones.	mantenimientos lo cual genera contaminación			nivel de contaminación.	calificadas para operar sin contribuir a la contaminación del área. .
P8 ¿Considera importante la preservación de las áreas afectadas y del cuidado de la flora y fauna del sector?	El cuidado de las áreas explotadas es necesario para, preservar la flora y fauna del sector.	Por supuesto, la preservación de la flora y fauna debe ser exigida en cada proyecto minero.	Claro que sí, la importancia del cuidado y preservación de la flora y fauna es de vital importancia.	Considero que sí, el área de su habitalad se debe preservar.	Si, se debe presar las áreas para no afectar el entorno de la flora y fauna del sector.	Todos los entrevistados concuerdan que si es importante la preservación de las áreas para no afectar el entorno de la flora y fauna del sector.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2.2. Observaciones de la guía de entrevista

Mediante la encuesta realizada a los colaboradores de la empresa Grupo Bonanza, los cuales intervienen o tiene responsabilidad de cumplir la preservación y remediación de la contaminación causada por los residuos minerales, se tiene como resultado los siguientes datos.

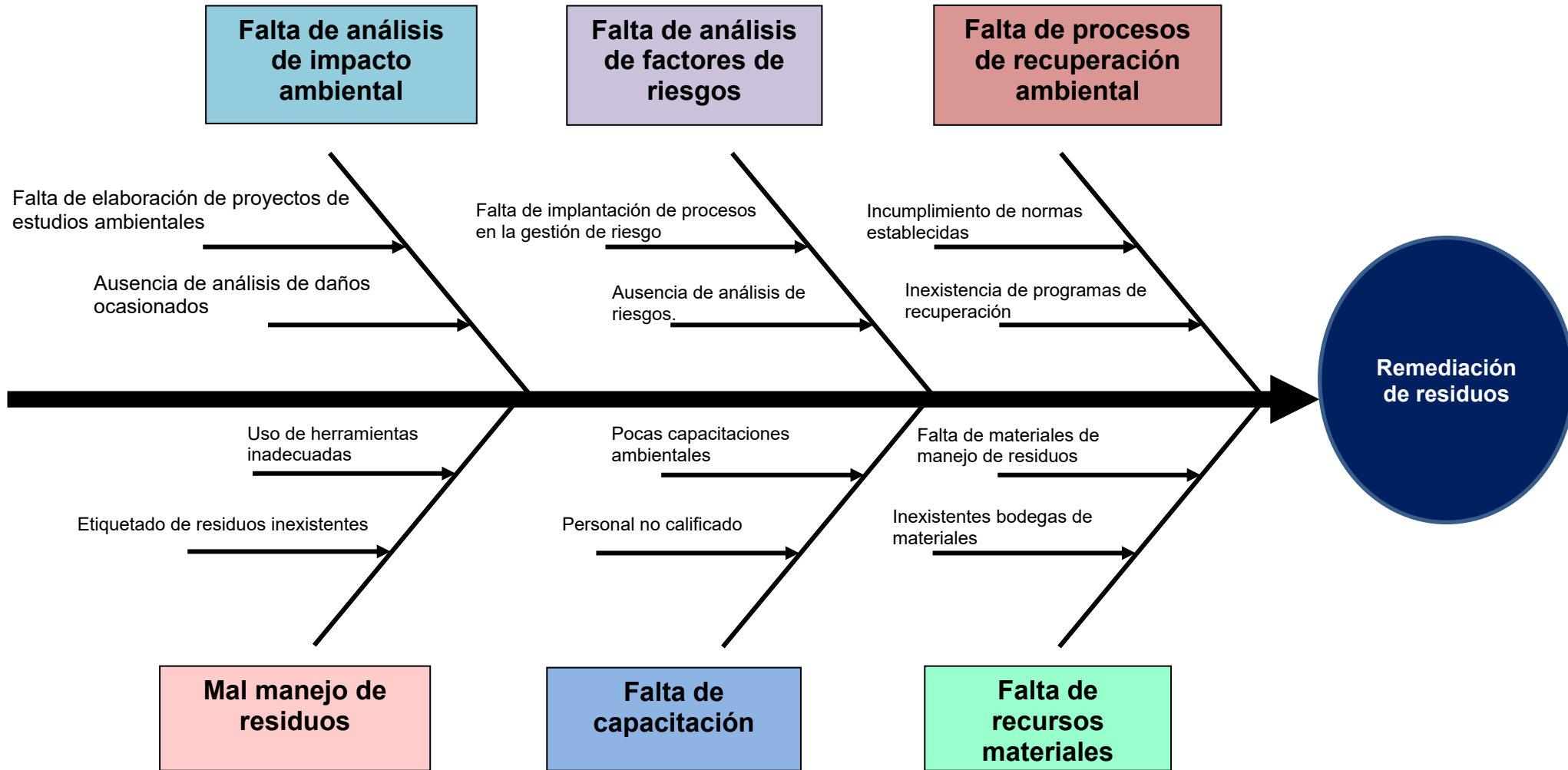
La preservación del medio ambiente para las empresas mineras es una exigencia por parte de entidades regulatorias, que aprueban los proyectos verificando las estrategias a usar para evitar y remediar la contaminación, los colaboradores mencionan que no todos tienen conocimientos y manejo adecuado de las normas establecidas para la seguridad y protección del medio ambiente ante las actividades de extracción de minerales.

Otro de los puntos importantes que se obtuvo como resultados de la entrevista, es que los colaboradores concuerdan que es necesario la implementación de una propuesta de mejora para la remediación de residuos la misma que aporte al manejo adecuado de los residuos su control y sobre todo aporte de manera positiva a la disminución de la contaminación que se genera con los residuos de los minerales ocasionados en la actividad de explotación de las minas.

La presente propuesta aportará a que la empresa Grupo Minero Bonanza, realice el manejo de residuos de manera más eficiente evitando el aumento en los niveles de contaminación en las actividades mineras estas acciones contribuirán además a la concienciación del personal mejorará la imagen de la empresa, y servirá como ejemplo para otras empresas del sector minero que busquen minimizar el impacto de contaminación causada con sus actividades de exploración y explotación minera y los impactos al medio ambiente.

4.2 Propuesta de mejora de la empresa Grupo Minero Bonanza

4.2.1. Diagrama de Ishikawa de la empresa Grupo Minero Bonanza



4.2.1.1. Análisis del diagrama de Ishikawa

En el presente estudio de investigación se elaboró el diagrama de Ishikawa, esto con la finalidad de entender cuáles son las posibles causas que genera el problema presente en la empresa Grupo minero Bonanza, con respecto a la remediación de residuos mineros.

Esta herramienta será el factor que permita identificar de manera precisa la razón del problema ya antes mencionados, una vez analizada las causas, se podrá analizar y determinar cuáles serán las estrategias a usar para la mejora necesaria y adecuada que dará solución a los problemas presentes.

Mediante el análisis del diagrama de Ishikawa se tiene como resultado los siguientes factores, posibles causas que generan la problemática en el proceso de remediación de residuos mineros.

La ausencia de procesos de recuperación ambiental es el factor más relevante dentro de este análisis ya que se puede determinar que al no tener procesos que determinen cuales son las acciones a realizar para la recuperación de los daños causados en las explotaciones de las minas, esto aumenta el riesgo de contaminación ambiental, y la falta de cumplimiento de las normas reglamentarias en los proyectos de minería, con la cual la empresa recibe sanciones por parte de las entidades regulatorias del país.

El mal manejo de los residuos mineros es otro de los factores que interviene en la problemática, ya que actualmente el manejo de estos residuos, se los realiza de manera inadecuada, esto a causa de la falta de materiales correspondiente para el manejo de cada tipo de residuo, pues al no contar con los materiales necesarios para solventar el manejo de residuos esto, genera conflictos, los cuales no permiten seguir el proceso adecuado para el manejo de dichos residuos.

La falta de capacitación del personal involucrado en el proceso de remediación de residuos, es otro de los factores importante que afectan dicho proceso, puesto que al no tener conocimientos claro de los manejos adecuados se cometen errores los cuales disminuyen el nivel del proceso e incrementan el nivel de contaminación por ello es importante las permitente capacitación de normas y procesos ambientales para los colaboradores de la empresa, esto con el único objetivo mejorar la productividad de las actividades lo cual garantiza el correcto manejo de residuos por parte de los trabajadores de la empresa.

Como resultado del diagrama realizado puedo mencionar que es importante la implementación de una propuesta de mejora la cual se enfoque en mejorar la remediación de residuos mineros con el fin de minimizar el impacto de contaminación en las áreas de explotación de la empresa Grupo minero Bonanza.

4.2.2. Desarrollo de la propuesta de mejora

La presente propuesta de mejora está enfocada en la elaboración de una propuesta que permita mejora para el proceso de remediación de residuos mineros, con el fin de disminuir y prevenir la contaminación del medio ambiente, provocada por las actividades concernientes a la exploración y explotación de minas, ubicadas en la provincia de Azuay.

4.2.2.1. Instrumentos de gestión ambiental

Son herramientas establecidas que permiten la regularización de las normas que contribuyen a la prevención del medio ambiente los instrumentos ambientales, motivan a las empresas a adoptar y fomentar una conducta de preservación ambiental, con la finalidad de aportar al cuidado y mejoras del ecosistema, dentro de los principales instrumentos de gestión ambientales se encuentran:

- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Programas de Monitoreo Ambiental.
- Análisis de Riesgo.
- Programas de Recuperación Ambiental.
- Programas de Medidas de Emergencias.
- Programas de Comunicación.
- Ordenamiento Territorial.
- Participación Pública (Audiencias Públicas).
- Sistema de Información Geográfico.

4.2.2.2. Instrumentos correctivos

Una de los objetivos principales de los instrumentos correctivos es, la modificación de acciones o procesos de las actividades mineras que causen problemas al medio ambiente, para la respectiva eliminación o reducción del impacto generado, los principales instrumentos correctivos son:

- Sistema de gestión ambiental
- Auditorías ambientales
- Prevención de riesgos
- Etiquetado ecológico
- Análisis del ciclo de vida

4.2.3. Componentes ambientales afectados por la actividad minera

Tabla 11
Componentes ambientales

MEDIOS	COMPONENTES AMBIENTALES	EFFECTOS NEGATIVOS
Físicos	Aire	▪ Gases
		▪ Polvo
	Agua	▪ Ruido
		▪ Olores
Biótico	Suelo	▪ Calidad
		▪ Contaminación
	Flora	▪ Erosión
		▪ Estabilidad
Socioeconómico cultural	Fauna	▪ Calidad
		▪ Diversidad
	Uso del suelo	▪ Diversidad
		▪ Propagación
Población	Infraestructura	▪ Migración
		▪ Diversidad
	Población	▪ Forestal
		▪ Agrícola
		▪ Red de servicios
		▪ Transporte
		▪ Comercialización
		▪ Salud
		▪ Seguridad

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Análisis de los efectos negativos de los componentes ambientales

4.2.4.1. Medio físico

El aire es el componente con mayor afectación causada por las actividades de los proyectos mineros, en las áreas de explotación y extracción de minerales, se reduce la calidad atmosférica por la liberación de gases y olores ocasionada por la maquinaria de trabajo además del ruido y levantamiento de polvo en el sector.

El agua los residuos de los minerales extraídos que quedan en la superficie de la tierra comúnmente terminan en los ríos cercanos a las minas lo cual causa contaminación en el agua que dicho sea de paso es agua de consumo para los pobladores cercanos de las minas, esto disminuye la calidad del agua, provocando serias enfermedades para quienes la consumen.

El suelo es el componente con el nivel más alto de afectación a causa de las actividades mineras, uno de los principales daños es, la erosión del suelo, debido al proceso que se llevan a cabo para la explotación de minerales, en varias acciones dejan un gran volumen de residuos minerales, lo que ocasionan graves impactos ambientales como es la destrucción de los suelos naturales de las zonas aledañas a los lugares de explotación o la modificación de sus componentes físicos, químicos y biológicos o que limitan y frenan el crecimiento normal de la vegetación y microorganismos.

4.2.4.2. Medio biótico

La flora, su diversidad y propagación se verá afectada a causa del daño del suelo ocasionado, las malas condiciones del suelo y sumando los residuos de minerales, no permiten el crecimiento adecuado de la fauna, en los alrededores de las áreas de explotación minera.

La fauna con el daño cauda en el suelo y la falta de propagación de la fauna, lo sectores se vuelven inhabitables para los animales de sector por tal razón existen muchas especies que migran con la finalidad de encontrar mejores condiciones para su subsistencia.

4.2.4.3. Medio socioeconómico cultural

Uso del suelo el daño ocasionado por la explotación de minerales, deteriora el suelo, en las áreas cercanas a las minas difícilmente se pueden realizar cultivos agrícolas o de pastizales.

La infraestructura el uso de maquinaria pesada en las áreas explotadas, deterioran la infraestructura de las calles de los sectores cercanos, la entrada y salida de vehículos pesados que llevan el material extraído, más las maquinarias de gran tamaño y peso, sobrepasan los niveles de capacidad de peso de las calzadas del sector, generando daños importantes.

La población, como punto principal la contaminación causada por la minería, afecta directamente a la salud de los pobladores debido a la falta de control en cuanto a la contaminación del suelo causada por la minería que en muchos casos genera enfermedades en los pobladores.

4.2.5. Elaboración de la propuesta de mejora de la empresa Grupo Minero Bonanza

Tabla 12 *Propuesta de mejora para la remediación de residuos mineros*

ACTIVIDAD PROPUESTA	DESARROLLO	INDICADORES	RESPONSABLES	FRECUENCIA
<i>Mantenimiento de maquinaria y herramientas de trabajo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Verificación y control de gases y ruido. Mantenimiento mecánico continuo a maquinarias. Control de uso de protección auditiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Maquinaria de uso en perfectas condiciones Equipos de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> Técnico de maquinarias Administrador de materiales Titular minero 	Bimestral
<i>Capacitación ambiental</i>	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de capacitación y orientación ambiental de remediación de residuos mineros a los colaboradores. Definición de procesos de remediación Creación de procesos de manejos de desechos 	<ul style="list-style-type: none"> Colaboradores calificados Capacitaciones permanentes Refuerzo de temas ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente de operaciones Supervisor de proyectos Titular minero 	Trimestral
<i>Manejo y control de desechos sólidos y líquidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimientos de normas ambientales Verificación de manejos de residuo 	<ul style="list-style-type: none"> Área de explotación Recipientes de almacenamiento de desechos 	<ul style="list-style-type: none"> Gente de operaciones Supervisor de proyecto Titular minero Obreros 	Diaria permanente
<i>Recuperación de áreas afectadas</i>	<ul style="list-style-type: none"> Preparar e implementar reforestación de las áreas explotadas 	<ul style="list-style-type: none"> reforestar las áreas afectadas por la actividad minera 	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de proyectos Titular minero 	Al finalizar las actitudes de extracción
<i>Monitoreo del agua</i>	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo trimestral con la toma de muestras y analizadas Análisis acreditados por organizaciones competentes (OAE) Organismos de Acreditación Ecuatoriano 	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del agua Monitoreo constante 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente general Supervisor de proyectos 	Trimestral
<i>Monitoreo de suelo</i>	<ul style="list-style-type: none"> Implementar el monitoreo del uso de suelo en las actividades de explotación 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorios de calidad del suelo Análisis d resultados 	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de proyectos Titular de minería 	Trimestral
<i>Cierre de minas</i>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar rehabilitación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de daño causado por la explotación minera 	<ul style="list-style-type: none"> Supervisor de proyectos Titular de minería 	Al finalizar las actividades.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Mecanismo de control

En la presente propuesta se plantea implementar estrategias que permitan mejorar la remediación y control de residuos mineros que para el adecuado desarrollo de las actividades propuestas debe existir el control de las misma con el cual se pueda identificar el desarrollo eficaz del proceso de remediación y verificar los resultados obtenidos, con la finalidad de saber si se cumplen los objetivos propuestos y además identificar cualquier inconveniente que se pueda presentar.

Para el control adecuado de las actividades se ha determinado un responsable encargado de verificar el cumplimiento y desarrollo de cada estrategia así como también validar los resultados obtenidos por lo cual a cada estrategia se le asignó un periodo de tiempo, para constatar si las mejoras están dando resultados positivos, o caso contrario presente algún inconveniente o problema, mismo que deberá ser analizado y rectificado de ser necesario.

Para realizar el control de las actividades cada responsable deberá documentar los procesos realizados como respaldo y constancia de la realización adecuada de las actividades, además, deberá adjuntar evidencia fotográfica en los casos necesario, como lo son la toma d muestras de agua, la toma de muestra de suelo, la recuperación de áreas afectadas y el proceso de remediación una vez culminado el proyecto.

Como mecanismos de control también se usará el monitoreo y seguimiento de las actividades propuestas, donde se priorizará el monitoreo en la calidad ambiental y el seguimiento en la verificación del cumplimiento y efectividad de cada una de las estrategias planteadas se deslizarán evaluaciones al personal con el fin de constatar los conocimientos adquiridos con respecto a los temas ambientales y la remediación de residuos mineros.

El control mediante la implementación de monitoreo tendrá como factores primordiales de control y verificación de los siguientes componentes:

- Control de las aguas superficiales
- Control del suelo
- Control de la biodiversidad
- Control de manejo de residuos
- Control de normas ambientales

Una vez realizado el respectivo seguimiento y control de las estrategias planteadas, por medio de los indicadores ambientales, al presentarse un indicador que no corresponda a los resultados esperados se deberá tomar medidas de corrección, con el fin de lograr el correcto desarrollo y resultado de la estrategia para cumplir el objetivo propuesto.

Como primer estrategia implementada en la propuesta se encuentra el, mantenimiento de maquinaria y herramientas de trabajo, para el control de esta actividad, se ha determinado un responsable, el cual deberá constatar que se cumplan los requerimientos estipulados en la propuesta, y llevar el control del desarrollo adecuado, es decir, el técnico de maquinarias, deberá realizar los mantenimientos de la maquinaria de forma bimestral con el fin de verificar el correcto funcionamiento de cada una de ellas, posterior a esto el titular minero, deberá documentar la ficha de aprobación de las maquinarias.

Como segundo punto se encuentra la capacitación ambiental, la cual se deberá realizar de manera trimestral a los colaboradores de las áreas involucradas en el manejo de los residuos mineros, donde deberá existir evidencias fotográficas de las capacitaciones impartidas y además, se deberá realizar evaluaciones al personal para constatar los conocimientos adquiridos mediante el proceso de capacitación.

El manejo y control de desechos sólidos y líquidos es otra de las actividades que deberán ser monitoreadas y controladas por el personal asignado, donde se debe verificar el cumplimiento de las normas establecidas y el correcto manejo de los residuos, para esta actividad, se debe evidenciar el proceso con fotografías que muestren el correcto uso de herramientas y materiales en el manejo de residuos, tanto líquidos como sólidos.

El monitoreo del agua y del suelo, son de las actividades que más control necesita, para esto el personal responsable, deberá constatar con evidencias fotográficas las respectivas muestras de agua y suelo, las cuales posteriormente serán enviadas a los laboratorios para el respectivo análisis de los mismo, una vez obtenidos los resultados, se deberá verificar los niveles de contaminación y tomar acciones de corrección en caso de ser necesario, la documentación pertinente debe ser archivada para el control trimestral de la actividad.

Es importante realizar un análisis del nivel de contaminación una vez culminada las actividades del proyecto de explotación de minería, para realizar la respectiva remediación y recuperación de las áreas afectadas, lo que beneficiara tanto a la empresa como a la comunidad donde realiza las operaciones la empresa como se lo ha manifestado con anterioridad.

4.3.1. Matriz de control

Tabla 13

Matriz de control de la propuesta de mejora de la remediación de residuos

CONTROL DEL PLAN DE REMEDIACION DE RESIDUOS DE LA EMPRESA GRUPO MINERO			
BONANZA			
ACTIVIDAD PROPUESTA	APLICACIÓN DE CONTROL	FRECUENCIA	RESPONSABLE
<i>Mantenimiento de maquinaria y herramientas de trabajo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de cumplimiento de normas. ▪ Registro de verificación y aprobación del estado de maquinarias. 	Bimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnico de maquinarias ▪ Administrador de materiales ▪ Titular minero ▪
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Documentación de registro de capacitación ▪ Evidencias fotográficas ▪ Evaluación escrita 		Trimestral
<i>Manejo y control de desechos sólidos y líquidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fichas de control de manejo de residuos ▪ Evidencias fotográficas de almacenamiento de residuos 	Diario permanente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gente de operaciones ▪ Supervisor de proyecto ▪ Titular minero ▪ Obreros
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificación de planes de reforestación ▪ Plan de acción 		Al finalizar las actitudes de extracción del proyecto
<i>Monitoreo del agua</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facturas de laboratorios ▪ Resultados 	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerente general

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fichas de análisis de resultados ▪ Evidencias fotográficas de toma de muestras 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisor de proyectos
<i>Monitoreo de suelo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados de monitoreo ▪ Análisis de impacto ▪ Evidencias fotográficas de toma de muestras del suelo 	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisor de proyectos ▪ Titular de minería ▪ Gente de operaciones
<i>Cierre de minas</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar niveles de contaminación del área ▪ Aplicar medidas de reducción de contaminación 	Al finalizar las actividades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Supervisor de proyecto ▪ Titular minero

Fuente: Elaboración propia

4.4 Costo beneficio de la propuesta de mejora

Tabla 14
Matriz costo beneficio de la propuesta de mejora

ACTIVIDAD PROPUESTA	OBJETIVO	VALOR EN DÓLARES
<i>Mantenimiento de maquinaria y herramientas de trabajo.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducir la contaminación generada por los gases de la maquinaria en el desarrollo de la extracción de minerales. 	\$5.500,00
<i>Capacitación ambiental</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fomentar en el personal la cultura de preservación y cuidado del ambiente 	\$2.500,00
<i>Manejo y control de desechos sólidos y líquidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejorar el manejo y control de los desechos. 	\$6.500,00
<i>Recuperación de áreas afectadas</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rehabilitar las áreas afectadas por la extracción de minerales 	\$6.300,00
<i>Monitoreo del agua</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar y controlar el nivel de contaminación 	\$4.500,00
<i>Monitoreo de suelo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar y controlar la erosión del suelo 	\$3.500,00
<i>Cierre de minas</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducir el nivel de contaminación en el área explotada 	\$6.800,00
COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA DE MEJORA		\$35.600,00

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Análisis de costo y beneficio de la propuesta de mejora

Una vez estipulados los costos por cada actividad a realizar se determina que el valor total de la implementación de la propuesta de mejora para la remediación de residuos de la empresa Minera Grupo Bonanza es de \$35.600,00.

Dentro del costo de la propuesta de mejor intervienen gastos en mantenimientos mecánicos de las maquinarias y herramientas de uso para la explotación, lo cual, brinda como beneficio el mejor funcionamiento de dichas maquinarias, mayor productividad de las actividades realizadas y la disminución de contaminación debido a los gases de las maquinarias

Otros de los gastos a realizar en la propuesta de mejora, es en la adquisición de material adecuado para el manejo de residuos con el cual se obtiene como beneficio, el adecuado manejo y control de los residuos con lo que se disminuirá el nivel de contaminación ambiental y mejorará la imagen de la empresa como tal.

La empresa Grupo Minero Bonanza al implementar la propuesta de mejora tiene como objetivo mejorar la remediación de los residuos mineros, dentro de los costos establecidos de la propuesta se puede encontrar, costos designados para el Monitoreo del agua y suelo de las áreas explotadas, donde el valor de inversión destinado para el análisis de las respectivas muestras tanto del agua como del suelo el área afectada, con los cuales se podrá medir el nivel de contaminación generado por las actividades mineras realizadas en el área lo cual trae como beneficio la identificación oportuna de contaminación, para tomar medidas que ayuden a reducir los niveles de contaminación y remediar o resarcir los daños causados por la explotación de las minas.

Con la propuesta de mejora la empresa logrará los objetivos planteados, teniendo como beneficio mejores resultados en la remediación de residuos, maquinaria y herramientas adecuadas para las actividades, control de niveles de impacto de contaminación, personal calificado y capacitado para la realización de sus actividades, mejorando notablemente la imagen de la empresa y siendo muestra de ejemplo a seguir para otras empresas mineras que requieran mejorar sus procesos de remediación de residuos y contaminación del medio ambiente.

El costo de la propuesta tiene un valor económico accesible, considerando las ventajas y beneficios que obtendrá con su implementación, por ende la presente propuesta será considerada dentro del presupuesto anual de la empresa, para su aplicación oportuna.

CAPITULO V SUGERENCIAS

Se recomienda a la empresa Grupo Minero Bonanza, realizar la implementación de la propuesta de mejora ya que una vez realizado los análisis respectivos, se demuestra que al implementar las estrategias de la propuesta, se obtendrá como resultados ventajas y beneficios que le permitirán cumplir con el objetivo propuesto en cuanto al mejoramiento de la remediación de residuos mineros.

Se recomienda la empresa Bonanza, realizar capacitaciones de conocimientos y normas ambientales al personal involucrado en las actividades de manejo y control de residuo puesto que actualmente el personal desconoce de mucha información relevante de los temas lo cual hace el desarrollo de sus actividades deficiente, provocando retrasos en los procesos y en ciertas ocasiones pérdidas económicas, debido a esto se requiere personal capacitado para un óptimo rendimiento de actividades.

Es recomendable que la empresa realice, análisis de impacto de ambiental en cada proyecto de explotación podrá tomar las medidas necesarias para la disminución de los niveles de contaminación causado por sus actividades, para esto deberá implementar, el análisis continuo del agua y el suelo del área donde se realizara la explotación de minerales y así mantener controlado el impacto de sus actividades.

Se recomienda a la empresa realizar mantenimientos y controles a las maquinarias y herramientas utilizadas en la explotación de minerales, con el fin de disminuir la contaminación emitida por los gases de la maquinaria, al igual que el uso adecuado de las herramientas para la explotación minera, evitando así el daño excesivo en las áreas que son explotadas.

CONCLUSIONES

En resumen puedo concluir que el diagnóstico situacional realizado, de la empresa Grupo Minero Bonanza, indica factores que generan inconvenientes con el debido proceso de la remediación de residuos que realiza la empresa, lo cual aumenta el nivel de contaminación emitido por las actividades mineras realizadas, esto es causa de pérdidas económicas debido a las sanciones que los entes regulatorios establecen por los incumplimientos de las medidas necesarias, ante esta problemática la empresa minera requiere, implementar una propuesta de mejora con la cual se controle y realice el debido proceso de remediación de residuo, que permita cumplir con la ley y normas ambientales establecidas.

En conclusión puedo manifestar que el desarrollo de la propuesta de mejora para la remediación de residuos mineros de la empresa Grupo Minero Bonanza consiste en, la elaboración de estrategias mediante los instrumentos de gestión ambientales, que permitan incrementar el desarrollo del proceso de remediación, donde se consideras los factores más relevantes y con mayor impacto negativo de contaminación ambiental, con la finalidad de mejorar y disminuir los niveles de contaminación que se producen con el desarrollo de las actividades mineras de la empresa.

Concluyo que como parte del desarrollo del presente trabajo de investigación, se desminó el mecanismo de control que se utilizara para la propuesta, en los cuales se determinó, la acción a realizar y se designó el respectivo responsable de llevar el control de cada actividad propuesta es decir el personal a cargo del control de las actividades deberá, constatar el cumplimiento de todas las actividades que se deben realizar para alcanzar el objetivo propuesto, para lo cual se determinó el uso de evidencias fotográficas, documentación respectiva de cada proceso y análisis de

resultados, con esto la empresa tendrá mejores resultados y cumplimiento de lo propuesto.

Puedo concluir indicando que una vez realizada la propuesta y establecido las actividades a realiza se pudo establecer el costo de la misma, cuyo costo económico es de \$35.600,00 dólares, dicha inversión trae consigo grandes beneficios para la empresa, tales como, la reducción de niveles de contaminación del ambiente en las áreas de explotación minera el correcto manejo de residuos la oportuna y eficaz remediación de residuos mineros con lo cual se evitaran las sanciones económicas para la empresa por el incumplimiento de las normas establecidas para el manejo de residuos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambiente, E. d. (2019). *PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL*. Recuperado el 2021, de <http://eimaformacion.com/programa-de-vigilancia-ambiental/>
- Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos (ANEFA). (2008). *Gestión de residuos en explotaciones mineras a cielo abierto*. Logroño: Gobierno de la Rioja.
- Aula Fácil. (2021). *Programas de Recuperación Ambiental, Programas de Medidas de Emergencia y Programas de Comunicación*. Recuperado el 2021, de <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/introduccion-a-la-gestion-ambiental/programas-de-recuperacion-ambiental-programas-de-medidas-de-emergencia-y-programas-de-comunicacion-l41794>
- Banco Central del Ecuador. (2014). *Sector minero: cartilla informativa*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Brume, M. (2019). *Estructura organizacional*. Barranquilla: Institución Universitaria Itsa.
- Calderón, M. (27 de julio de 2020). *Reaprovechamiento de relaves*. Obtenido de Petro energía: <https://www.petroenergia.info/post/reaprovechamiento-de-relaves>
- Cisneros, B., & Ruíz, W. (2012). *"Propuesta de un Modelo de Mejora Continua de los procesos en el Laboratorio PROTAL –ESPOL, basado en la integración de un Sistema ISO/IEC17025:2005 con un Sistema ISO9001:2008 en el año 2011"*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

CORFO, Gobierno de Chile, FCH. (2019). *Manual de tecnologías de remediación de sitios contaminados*. Santiago de Chile: FCH.

Díaz, M. (2019). *Medidas para la remediación del pasivo ambiental Minero Relavera Pacococha 10488 en el distrito y provincia de Castrovirreyna*. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.

ECOLECTA. S.R.L. (2015). *Remediación ambiental*. Recuperado el AGOSTO de 2020, de <https://www.ecolectasrl.com/index.php/remediacion-ambiental>

Ecuador, Ministerio del Ambiente y Agua . (2020). *Reglamento de la minería*. Recuperado el 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Reglamento-Ambiental-Actividades-Mineras-MAE.pdf>

Fabelo, J. (2017). Propuesta de metodología para la recuperación de suelos contaminados. *Centro Azúcar*, 44, 53-60.

Fidel, L. (2020). *Pasivos ambientales mineros: hacia una gestión sostenible. Visión global en Iberoamérica*. Madrid: Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericana.

Google Maps. (23 de septiembre de 2021). *Grupo Minero Bonanza*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Grupo+minero+Bonanza+Geodrill+s.a/@-2.1167505,-79.9061401,13z/data=!4m9!1m2!2m1!1sgrupo+minero+bonanza+ecuador!3m5!1s0x902d7324e13d5783:0xd5e8d210723cc1c2!8m2!3d-2.1159992!4d-79.9388697!15sChxncnVwbyBtaW5lcm8gYm9uYW56Y>

Grupo Minero Bonanza. (23 de septiembre de 2021). *Acerca de nosotros*. Obtenido de <https://www.grupominerobonanza.com/>

INECC. (15 de noviembre de 2007). *Clasificación de tecnologías de remediación*.

Recuperado el Agosto de 2021, de Tecnologías de remediación:

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/372/tecnolog.html>

Londoño, I. (2020). *Biorremediación como estrategia para la recuperación de suelos mineros contaminados con mercurio, cadmio y plomo (Hg, Cd, Pb)*. Montería: Universidad de Córdoba.

Maranathá, C. d. (2020). *IMPACTO AMBIENTAL Y SU EVALUACIÓN*. Recuperado el 2021, de <https://www.cesuma.mx/blog/impacto-ambiental-evaluacion.html>

Martínez, J., & Casallas, M. (2018). *Contaminación y remediación de suelos en Colombia. Aplicación a la minería de Oro*. Bogotá: Ediciones EAN.

Menéndez, J., & Muñoz, S. (2021). Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros. *Paideia*, 11(1), 141-154.

Ministerio de Minería, Sernageomin, SONAMI, ENAMI. (2014). *Guía de Operación para la pequeña minería: Manejo de mineral y residuos mineros*. Santiago: SONAMI.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2019). *Residuos mineros*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado el 2021, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/mineros/#:~:text=Los%20%E2%80%9Cresiduos%20de%20las%20industrias,y%20las%20colas%20de%20proceso>

- Mora, L. (2016). Guía práctica - Armandando una precisa matriz de riesgos. *Conferencia Anual Latinoamericana sobre Delitos Financieros de la ACFCS*, (págs. 1-48). Panamá.
- Pérez, L. (2018). *Análisis del aporte de residuos mineros a suelos mediante estudio de caso en Punta de Cobre y consideraciones para la normativa vigente*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Proaño, D., Gisbert, V., & Pérez, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3C Empresario*, 50-56.
- Saval, S. (1998). La reparación del daño. Aspectos técnicos: remediación y restauración. En Varios, *La responsabilidad jurídica en el daño ambiental* (págs. 209-235). México D.F.: UNAM / Petróleos Mexicanos.
- Secretaría de Minería. (2021). *Gestión racional de residuos mineros*. Buenos Aires: Ministerio de Desarrollo Productivo.
- Soto, C., Gutiérrez, S., Rey, A., & Gonzáles, E. (2010). *Biotransformación de metales pesados presentes en lodos ribereños de los ríos Bogotá y Tunjuelo*. Bogotá: Universidad Antonio Nariño.
- Televistazo. (04 de julio de 2020). *Preocupación en Ponce Enríquez por residuos mineros*. Obtenido de <https://www.ecuavisa.com/noticias/ecuador/preocupacion-ponce-enriquez-residuos-mineros-HBEC619916>
- Volke, T., & Velasco, J. (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.

Volke, T., Velasco, J., & de la Rosa, D. (2005). *Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación*. México D.F.:

Instituto Nacional de Ecología.

ANEXOS

Formato de la encuesta

Fecha de la encuesta: ___/___/_____

La presente encuesta tiene como finalidad conocer el punto de vista de los clientes de la empresa Grupo Minero Bonanza, acerca la contaminación ambiental que se produce con las actividades mineras realizada por la empresa.

Marque con una **X** la respuesta según su criterio

1. ¿Considera usted importante la prevención del medio ambiente por parte de las empresas mineras?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. ¿Conoce el impacto negativo que genera el desarrollo de las actividades mineras en el medio ambiente?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ¿Tiene conocimiento sobre la contaminación del agua de los ríos cercanos a las minas de explotación?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Está de acuerdo con que la ley exija normas de prevención ambientales a las empresas mineras?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. ¿Cómo cliente de la empresa Grupo Minero Bonanza, considera que es importante que la empresa implemente medidas de remediación para el impacto negativo que generan sus actividades?

SI NO TAL VEZ

6. ¿Considera importante preservar la flora y fauna de las áreas que son explotadas por la actividad minera?

SI NO

7. ¿Cree usted que el personal de la empresa Grupo Minero Bonanza está capacitado en temas de prevención Ambiental?

SI NO

8. ¿Considera necesario que las empresas mineras realicen proyectos de remediación ambiental para las áreas explotadas una vez terminada sus actividades de explotación?

SI NO

Formato de entrevista**Fecha de la entrevista:** ___/___/_____

La presente entrevista tiene como finalidad, conocer el punto de vista de los colaboradores de la empresa Grupo Minero Bonanza, acerca la contaminación ambiental y remediación de residuos mineros, ocasionados por la actividad minera realizada.

Marque con una **X** la respuesta según su criterio

- 1 ¿Qué opina acerca de la contaminación causada por la explotación de minas?
- 2 ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias para el debido manejo de residuo?
- 3 ¿Considera importante la implementación de la propuesta de mejora para la remediación de residuo?
- 4 ¿El personal tiene conocimiento de las normas y medidas ambientales?
- 5 ¿Considera necesario la implementación del análisis del agua de los ríos cercanos a las minas para evitar su contaminación?
- 6 ¿La empresa cumple con las normas de seguridad y protección ambiental?
- 7 ¿La maquinaria usada para la extracción de minerales se encuentra en condiciones de operar sin contaminar el área?
- 8 ¿Considera importante la preservación de las áreas afectadas y del cuidado de la flora y fauna del sector?

Fotografías de la empresa Grupo Minero Bonanza

Figura 20
Remediación de residuos



Fuente: Elaboración propia

Figura 21
Área de extracción minera



Fuente: Elaboración propia

Figura 22
Infraestructura minera



Fuente: Elaboración propia

Figura 23
Maquinaria de extracción



Fuente: Elaboración propia

Figura 24
Maquinaria de transporte de minerales



Fuente: Elaboración propia

Figura 25
Toma de muestras de agua de los ríos cercanos al área de explotación minera



Fuente: Elaboración propia

Figura 26
Toma de muestras del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 27
Residuos mineros líquidos



Fuente: Elaboración propia