

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE MINAS**



**EVALUACIÓN DEL DETERIORO AMBIENTAL DE ÁREAS
AFECTADAS POR LA ACTIVIDAD MINERA EN LA
EXTRACCIÓN DE DIAMANTE A CIELO ABIERTO EN LA
PARCELA GUANIAMO 3 DEL SECTOR GUANIAMO,
MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LA
BACHILLER JOELYN N.
SUMOZA H. PARA OPTAR
AL TÍTULO DE
INGENIERO DE MINAS**

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “**Evaluación del deterioro ambiental de áreas afectadas por la actividad minera en la extracción de diamante a cielo abierto en la parcela Guaniamo 3 del sector Guaniamo, municipio Cedeño, estado Bolívar**”, presentado por la bachiller **Sumoza H Joelyn N**, ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Profesora Haydee Mendoza

(Asesor)

Firma:

Profesor William Caña

Jefe del Departamento de minas

Ciudad Bolívar, Julio de 2010

DEDICATORIA

Principalmente a Dios y la virgen del valle por darme la fuerza, paciencia y fe en este proyecto.

A mi madre que con amor y disciplina me impulsó a estar donde estoy y cumplir mis sueños y metas.

A mi padre que en todas mis decisiones me apoyo y me brindó siempre lo que estuvo a su alcance.

Y a mí amado Raunir por brindarme su amor, confianza e incentivo para la realización de este trabajo.

Y para todos déjenme decirles que los amo y han sido motores guía en mi vida.

Joelyn Sumoza.

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer a muchas personas en la vida porque cada una de ellas fueron piezas importantes en mi camino para encontrarme donde me encuentro, especialmente a:

Mi madre Ingrid Herrera por sus consejos y ejemplo de fortaleza ante las dificultades, y padre Joel Sumoza por su apoyo y comprensión en todas mis decisiones.

Mi esposo Raunir Ordaz por amor, paciencia e incondicional apoyo siempre.

Mi tutor industrial Geólogo José Neumann por haberme dado la oportunidad de trabajar en este proyecto, y tutora académica profesora Haydee Mendoza por guiarme y brindarme sus conocimientos.

Mi querida Universidad de Oriente, que me albergó durante mis años de estudios brindándome la oportunidad de estudiar en ella, así como a los profesores que me formaron y proporcionaron todos los conocimientos que tengo hasta el día de hoy, y mis compañeros de clase que estuvimos muchas madrugadas estudiando, así como fines de semanas de lápices, papeles y calculadoras, y todos los que me ayudaron a realizar éste trabajo: Leandro, Jorge, Isidro, Miriam, Luis y José. Entre otros

Gracias a todos.

RESUMEN

Guaniamo 3, está ubicado en el sector Guaniamo, municipio Cedeño, estado Bolívar al noroeste del mismo, con coordenadas N704654 E188720, N704.640 E191.220, N703.134 E191.212 y N703.147 E188.721. Considerándose la problemática de la zona se procedió a realizar la evaluación del deterioro ambiental de áreas afectadas por la actividad minera en la extracción de diamante a cielo abierto, para ello se diagnosticaron desde el punto de vista ambiental las áreas que se encontraban afectadas, encontrándose un total de 18 áreas y diferentes sectores con pozos verticales. Luego se identificaron y describieron los impactos que causan la minería artesanal de la zona siendo los siguientes: Remoción de la capa vegetal, Remoción de grandes volúmenes de terreno, Vertido de una mezcla de sedimentos y agua a los afluentes, Desvío de curso de agua, Agotamiento de quebradas de segundo y tercer orden, Contaminación de Quebrada Grande, Frentes de explotación no controlados, Lagunas en frentes de trabajos abandonados, Excavaciones verticales sin control. Los sistemas de explotación utilizados son sistema de monitores hidráulicos y abertura de pozos verticales. Se tomaron muestras de suelos para la determinación de sus características físicas y químicas, parámetros como pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, c.i.c, calcio, magnesio, potasio, sodio, entre otros) comprendiendo suelos afectados y suelos vírgenes, preparadas por el laboratorio de preparación de muestras de INGEOMIN y analizado por el laboratorio del Centro Geociencia no habiendo valores críticos ni mostrando contaminación a los suelos. Se tomaron muestras de sedimentos con un total de 7 muestras, preparadas por el laboratorio de INGEOMIN, y analizadas por el Centro Geociencia (parámetros como: sílice SiO_2 %, aluminio Al_2O_3 %, hierro Fe_2O_3 %, óxido cálcico CaO %, óxido de magnesio MgO %, óxido de sodio Na_2O %, óxido de potasio K_2O %, óxido de manganeso MnO %) no mostrando valores de contaminación química. Para el estudio de las aguas se tomaron 3 muestras por punto (margen izquierdo, margen medio, margen derecho) con la finalidad de realizar análisis físicos-químicos y bacteriológicos, tales como temperatura, turbidez, pH, alcalinidad, cloruros, dureza total, DBO, OD, sólidos totales, fosfatos, nitratos, metales trazas, coliformes totales y fecales, los cuales fueron analizados en el laboratorio de Geociencia. Los análisis físicos-químicos y bacteriológicos se interpretaron de acuerdo a las normas para la clasificación del agua según el Decreto 883 de la gaceta oficial 5021 considerándose un agua 1B y de la ley de agua “calidad exigida a las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable” no presentando valores críticos pero de importancia los de sólidos totales y turbidez. Como metodologías para la restauración de límites de afectación a márgenes de los ríos, reducción de las pendientes de los taludes artificiales causados por la explotación, entre otros. Y finalmente como propuestas para mejorar estas condiciones Se establecieron propuestas que dan soluciones a las situaciones más

críticas, como lo son conservar Quebrada Grande, la capa vegetal y mejorar las condiciones de toda la comunidad de la zona.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABLAS	xiv
CAPÍTULO I	1
SITUACIÓN DE ESTUDIO	1
1.1 Situación objeto de estudio	1
1.2 Objetivos de la investigación	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.3 Justificación de la investigación	2
1.4 Alcance de la investigación	3
1.5 Limitaciones de la investigación	3
CAPÍTULO II	4
GENERALIDADES	4
2.1 ubicación geográfica del área de estudio	4
2.2 Acceso al área de estudio y Vías de Acceso	6
2.3 Características físicas y naturales del área de estudio	6
2.3.1 Clima	6
2.3.2 Geomorfología	11
2.3.3 Suelo	13
2.4 Hidrología	16
2.5 Vegetación	18
2.5.1 Matorral	19
2.5.2 Herbazal	20
2.5.3 Bosque Bajo Denso	22
2.5.4 Bosque Medio Denso	24
2.6 Fauna	25
2.7 Geología regional	26
2.8 Geología Local de Guaniamo	26
CAPÍTULO III	27
MARCO TEÓRICO	27

3.1 Antecedentes	27
3.2 Bases teóricas	28
3.2.1 Deterioro ambiental	28
3.2.2 Diagnóstico ambiental	29
3.2.3 Evaluación ambiental	29
3.2.4 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	29
3.2.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales y medidas correctoras	30
3.2.6 Grados de afectación	34
3.2.7 Suelo	35
3.2.8 Erosión de los suelos	36
3.2.9 Calidad y salud del suelo	37
3.2.10 Rehabilitación y uso final del terreno	40
3.2.11 Sedimento	42
3.2.12 Características de las aguas	44
3.2.12.1 Características físicas	46
3.2.12.2 Características químicas	46
3.2.12.3 Características biológicas	47
3.2.13 Contaminación del agua	47
3.2.13.1 Contaminaciones dispersas	48
3.2.13.2. Contaminantes físicos	48
3.2.13.3 Contaminantes químicos (orgánicos e inorgánicos)	48
3.2.13.4 Contaminantes biológicos	49
3.2.14 Parámetros que se utilizan para el análisis de la calidad de agua	49
3.2.14.1 Parámetros físicos	49
3.2.14.2 Parámetros químicos	50
3.2.14.3 Parámetros bacteriológicos	52
3.2.15 Efectos de la contaminación de un curso de agua	53
3.2.16 Normas de calidad bacteriológica	54
3.2.17 Fundamentos legales	55

3.2.18 Marco legal venezolano	56
3.2.19 Normas que rigen sobre contaminación de cuerpos de agua, valores permisibles	60
CAPÍTULO IV	61
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	61
4.1 Nivel de la investigación	61
4.2 Diseño de la investigación	61
4.2.1 Etapas para el desarrollo del proyecto	62
4.2.2 Metodología empleada para cada objetivo	64
CAPÍTULO V	69
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	69
5.1 Diagnóstico desde el punto de vista ambiental las áreas afectadas por la actividad de minería artesanal en el área de estudio	69
5.2 Descripción de los impactos asociados a las actividades de minería artesanal.	83
5.3 Determinación los sistemas de explotaciones utilizados y su influencia en el medio ambiente.	92
5.4 determinación de las características físico-químicas del suelo en el área de estudio	94
5.5 determinar las características químicas de los sedimentos	96
5.6 determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de los afluentes afectados en las áreas de estudio.	97
5.7 Evaluar metodologías para la restauración de áreas intervenidas por dicha actividad	99
5.8 Establecer propuestas o normas técnicas que oriente a la actividad de minería artesanal en relación con el medio ambiente	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
Conclusiones	102
Recomendaciones	104
REFERENCIAS	106
APENDICES	112
APENDICE A	112
PLANILLAS DE RESULTADOS EMITIDAS POR LOS LABORATORIOS	112
HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABLAS	xiv
CAPÍTULO I	1
SITUACIÓN DE ESTUDIO	1

1.1 Situación objeto de estudio	1
1.2 Objetivos de la investigación	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.3 Justificación de la investigación	2
1.4 Alcance de la investigación	3
1.5 Limitaciones de la investigación	3
CAPÍTULO II	
GENERALIDADES	4
2.1 ubicación geográfica del área de estudio	4
2.2 Acceso al área de estudio y Vías de Acceso	6
2.3 Características físicas y naturales del área de estudio	6
2.3.1 Clima	6
2.3.2 Geomorfología	11
2.3.3 Suelo	13
2.4 Hidrología	16
2.5 Vegetación	18
2.5.1 Matorral	19
2.5.2 Herbazal	20
2.5.3 Bosque Bajo Denso	22
2.5.4 Bosque Medio Denso	24
2.6 Fauna	25
2.7 Geología regional	26
2.8 Geología Local de Guaniamo	26
CAPÍTULO III	27
MARCO TEÓRICO	27
3.1 Antecedentes	27
3.2 Bases teóricas	28
3.2.1 Deterioro ambiental	28
3.2.2 Diagnóstico ambiental	29
3.2.3 Evaluación ambiental	29
3.2.4 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	29
3.2.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales y medidas correctoras	30
3.2.6 Grados de afectación	34
3.2.7 Suelo	35

3.2.8 Erosión de los suelos	36
3.2.9 Calidad y salud del suelo	37
3.2.10 Rehabilitación y uso final del terreno	40
3.2.11 Sedimento	42
3.2.12 Características de las aguas	44
3.2.12.1 Características físicas	46
3.2.12.2 Características químicas	46
3.2.12.3 Características biológicas	47
3.2.13 Contaminación del agua	47
3.2.13.1 Contaminaciones dispersas	48
3.2.13.2. Contaminantes físicos	48
3.2.13.3 Contaminantes químicos (orgánicos e inorgánicos)	48
3.2.13.4 Contaminantes biológicos	49
3.2.14 Parámetros que se utilizan para el análisis de la calidad de agua	49
3.2.14.1 Parámetros físicos	49
3.2.14.2 Parámetros químicos	50
3.2.14.3 Parámetros bacteriológicos	52
3.2.15 Efectos de la contaminación de un curso de agua	53
3.2.16 Normas de calidad bacteriológica	54
3.2.17 Fundamentos legales	55
3.2.18 Marco legal venezolano	56
3.2.19 Normas que rigen sobre contaminación de cuerpos de agua, valores permisibles	60
CAPÍTULO IV	61
METODOLOGÍA DEL TRABAJO	61
4.1 Nivel de la investigación	61
4.2 Diseño de la investigación	61
4.2.1 Etapas para el desarrollo del proyecto	62
4.2.2 Metodología empleada para cada objetivo	64
CAPÍTULO V	69
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	69

5.1 Diagnóstico desde el punto de vista ambiental las áreas afectadas por la actividad de minería artesanal en el área de estudio	69
5.2 Descripción de los impactos asociados a las actividades de minería artesanal.	83
5.3 Determinación los sistemas de explotaciones utilizados y su influencia en el medio ambiente.	92
5.4 determinación de las características físico-químicas del suelo en el área de estudio	94
5.5 determinar las características químicas de los sedimentos	96
5.6 determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de los afluentes afectados en las áreas de estudio.	97
5.7 Evaluar metodologías para la restauración de áreas intervenidas por dicha actividad	99
5.8 Establecer propuestas o normas técnicas que oriente a la actividad de minería artesanal en relación con el medio ambiente	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
Conclusiones	102
Recomendaciones	104
REFERENCIAS	106
APENDICES	112
APENDICE A	112
PLANILLAS DE RESULTADOS EMITIDAS POR LOS LABORATORIOS	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.	4
Figura 2.2 Mapa de Ubicación Relativa del Proyecto de Explotación Diamantífera Aluvional. (Vielma, Graffe 2008)	5
Figura 2.3 Vías de acceso y comunicación.	6
Figura 3.1 Factores que influyen en la erosionabilidad de los suelos	37
Figura 4.1 Imagen flujograma de la investigación.	62
Figura 5.1 Zona de afectación 01.	69
Figura 5.2 Zona de afectación 02.	70
Figura 5.3 Zona de afectación 03.	71
Figura 5.4 Zona de afectación 04.	72
Figura 5.5 Imagen panorámica de la zona de afectación 05.	72
Figura 5.6. Imagen panorámica de la zona de afectación 06.	73
Figura 5.7 Panorámica de la zona de afectación 07.	74
Figura 5.8 Zona de afectación 08.	75
Figura 5.9 Zona de afectación 09.	76
Figura 5.10 Zona de afectación 10.	77
Figura 5.11 Zona de afectación 11.	77
Figura 5.12 Panorámica de la zona de afectación 12.	78
Figura 5.13 Panorámica de la zona de afectación 13.	79
Figura 5.14 Panorámica de la zona de afectación 14.	79
Figura 5.15 Zona de afectación 15.	80
Figura 5.16 Zona de afectación 16.	81
Figura 5.17 Panorámica de la zona de afectación 17.	81
Figura 5.18 Zona de afectación 18.	82
Figura 5.19 Pozos verticales.	83
Figura 5.20 Remoción parcial de la capa vegetal.	84
Figura 5.21 Remoción total de la capa vegetal.	85
Figura 5.22 Remoción de grandes volúmenes de terreno.	86
Figura 5.23 Lavadoras en funcionamiento.	87
Figura 5.24 Rabin los indios represado.	88
Figura 5.25 Contaminación a Quebrada grande.	89
Figura 5.26 Frente de explotación sector 23.	90
Figura 5.27 Mineros realizando pozos verticales.	91
Figura 5.28 Surcos en los suelos.	92
Figura 5.29 Sistema de explotación Monitores Hidráulicos.	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Coordenadas U.T.M. (Vielma, Graffe 2008)	5
Tabla 2.2 Proyecto “GUANIAMO III” Unidades de Suelo Identificados (Salas, Francisco 1998 en Vielma, G 2008)	13
Tabla 2.3 Proyecto “GUANIAMO III” Principales Cursos de Agua (Vielma, Graffe 2008)	18
Tabla 2.4 Proyecto “GUANIAMO 3” Vegetación Presente en Área de Emplazamiento (Vielma Graffe, 2008)	19
Tabla 3.1 Grados de afectación por actividad de pequeña minería (División de Ambiente, INGEOMIN).	35
Tabla 3.2 Características de las aguas (Kiely, G 1.999).	45
Tabla 3.3 Límites permisibles de los elementos de las aguas, Decreto Ejecutivo N° 883 (Gaceta Oficial N° 5.021 de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995).	58
Tabla 3.4 Clasificación de las Aguas, Decreto Ejecutivo N° 883 (Decreto Ejecutivo N°883, del 11 de Octubre de 1.995. Gaceta Oficial N° 5.021 Extraordinario del 18 de Diciembre de 1.995, “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”).	59
Tabla 4.1 coordenadas de las muestras de suelo	65
Tabla 4.2 coordenadas de las muestras de sedimentos	66
Tabla 4.3 coordenadas de las muestras de agua	67
Tabla 5.1 Resultados físicos y químicos de los suelos en el sector Guaniamo 3.	95
Tabla 5.2 Resultados químicos de los sedimentos en el sector Guaniamo 3	96
Tabla 5.3 Resultados físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas en el sector Guaniamo 3.	98

CAPÍTULO I

SITUACIÓN DE ESTUDIO

1.1 Situación objeto de estudio

En Venezuela la minería artesanal es una actividad económica que realizan muchas familias, en zonas ricas en minerales como oro y diamante, desarrollando tal actividad sin planes ni recursos para recuperar todo el entorno que resulta afectado. El estado Bolívar es un rico en maravillas naturales como el Salto Ángel, los tepuyes, grandes y caudalosos ríos como el Orinoco y el Caroní y por supuesto la Gran Sabana, que es una de las regiones más hermosas del mundo y con los depósitos minerales más representativos del país, por tal motivo es el más afectado en lo que a esta problemática social-ambiental se refiere; Guaniamo es un sector diamantífero del estado, que no escapa de dicha problemática sufriendo una explotación sin control trayendo como consecuencia un gran impacto ambiental.

El área de estudio, parcela Guaniamo 3 presenta afectaciones que son causadas por la minería artesanal, actividad que desempeñan los pobladores de los caseríos cercanos, teniéndose desconocimiento de la magnitud de los impactos causados, además el grado de contaminación de los afluentes de dicho sector.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el deterioro ambiental de áreas afectadas por la actividad minera en la extracción de diamantes a cielo abierto en la parcela Guaniamo 3 en el sector Guaniamo, Municipio Cedeño, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

Diagnosticar desde el punto de vista ambiental las áreas afectadas por la actividad de minería artesanal en el área de estudio.

Describir los impactos asociados a las actividades de minería artesanal.

Determinar los sistemas de explotación utilizados y su influencia en el medio ambiente.

Determinar las características físico-químicas del suelo en el área de estudio.

Determinar las características químicas de los sedimentos

Determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de los afluentes afectados en las áreas de estudios

Evaluar metodologías utilizadas para la restauración de áreas intervenidas por dicha actividad.

Establecer propuestas o normas técnicas que oriente la actividad de minería artesanal en relación con el medio ambiente.

1.3 Justificación de la investigación

El daño progresivo al ambiente debido a una actividad minera, son acciones que afectan directamente a los poblados que rodean a la mismas, deteriorando su calidad de vida así como también el hábitat de la fauna, cursos del agua entre otros. La realización de una evaluación de áreas afectadas mediante un estudio

multidisciplinario busca identificar, diagnosticar y prevenir las consecuencias o efectos sobre las áreas afectadas por la actividad minera en la parcela Guaniamo 3 del sector Guaniamo, municipio Cedeño, estado Bolívar.

1.4 Alcance de la investigación

El trabajo investigativo está basado en la evaluación del deterioro ambiental de áreas afectadas por actividad minera en la extracción de diamantes a cielo abierto, en la parcela Guaniamo 3 en el sector Guaniamo, municipio Cedeño, Estado Bolívar.

1.5 Limitaciones de la investigación

En el desarrollo de esta investigación se realizaron visitas a campo para verificar las condiciones actuales de las áreas afectadas en dicha zona, así como el reconocimiento del área de estudio. Se identificó como limitación la dificultad para acceder al sector, sólo vehículos de doble tracción pueden llegar al campamento, por el tipo de vialidad fangosa entre otros factores, dificultad de trasladar muestras de agua por la distancia y disponibilidad del laboratorio para recibir dichas muestras.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 ubicación geográfica del área de estudio

La zona en estudio, sector minero Guaniamo, está ubicada en la Hoja de Radar NB-20-5, a escala 1:250.000, localizada al Noroeste del estado Bolívar. Geográficamente el área se enmarca entre los paralelos 6° 09' y 6° 38' de latitud Norte y los meridianos 65° 30' y 66° 00' de longitud Oeste, y las coordenadas correspondientes en el sistema UTM (Universal Transverse Mercator) E168.233 N223.305 y E680.440 N734.227 (figura 2.1)

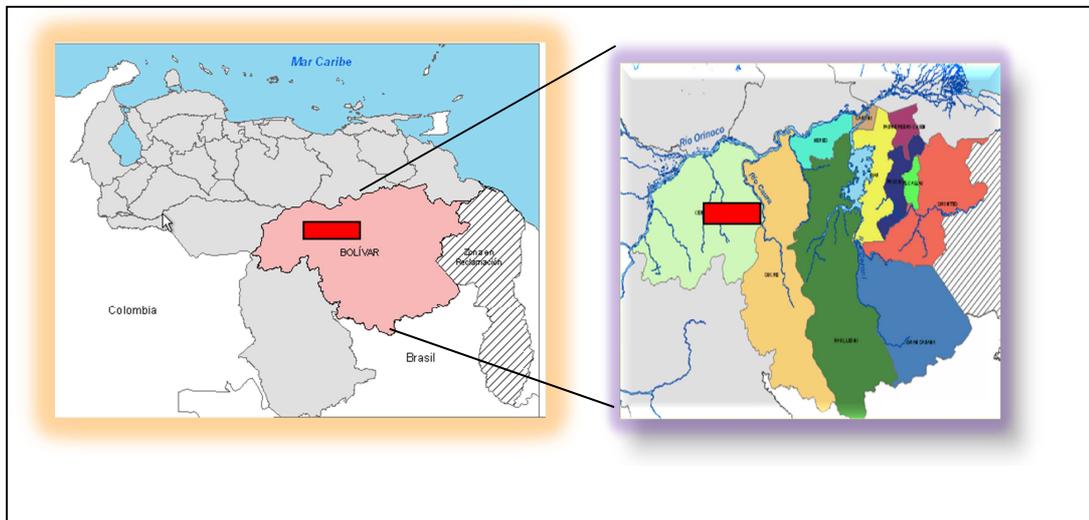


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

La Concesión Guaniamo 3 se encuentra localizada a una distancia aproximada de ciento setenta (170) kilómetros al Sur de la población Caicara del Orinoco, municipio Autónomo Cedeño del estado Bolívar. Geográficamente se encuentra entre las coordenadas UTM que se presentan en la tabla 2.1 y figuras 2.1 y 2.2

Tabla 2.1 Coordenadas U.T.M. (Vielma, Graffe 2008)

BOTALÓN	NORTE	ESTE
B1	704.654	188.720
B2	704.640	191.220
B3	703.134	191.212
B4	703.147	188.721

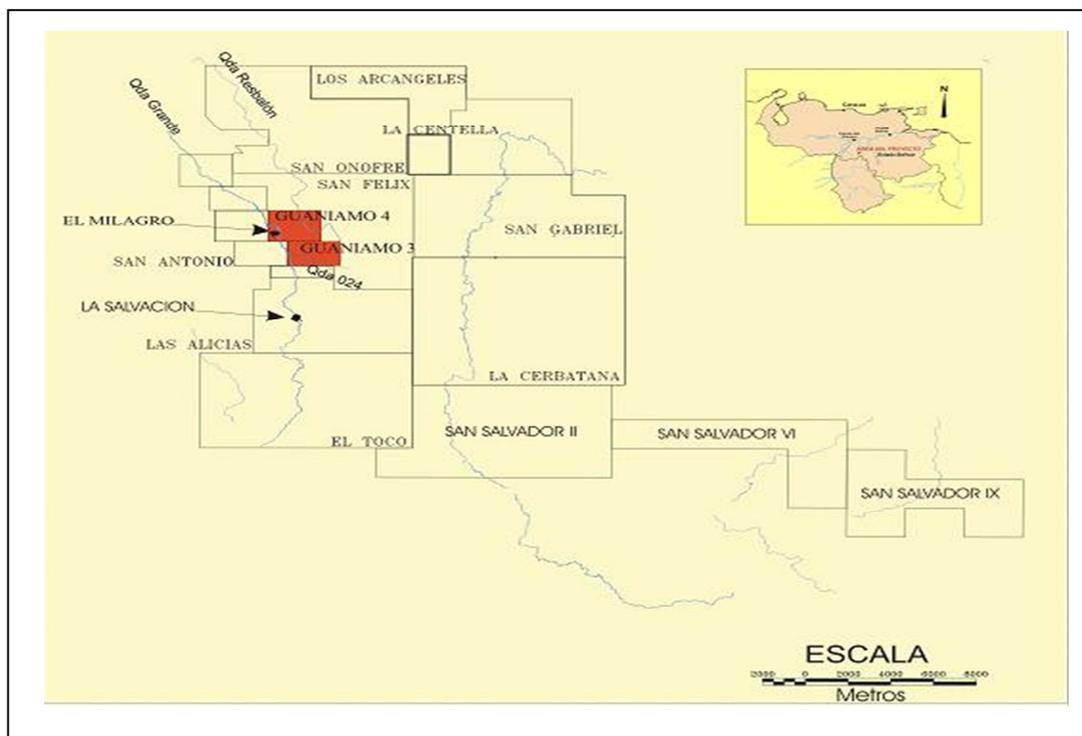


Figura 2.2 Mapa de Ubicación Relativa del Proyecto de Explotación Diamantífera Aluvional. (Vielma, Graffe 2008)

2.2 Acceso al área de estudio y Vías de Acceso

Se llega por vía terrestre o aérea. Por tierra, a través de una carretera asfaltada que une a Ciudad Bolívar con Caicara del Orinoco (370 km), mientras que de aquí, con dirección Sur (150 Km), se llega hasta el campamento minero El Toco a través de una carretera en mal estado la cual cuenta con solo 80 km pavimentados, mientras que el resto está engrazonado, en malas condiciones, prácticamente intransitable durante el período lluvioso.

Durante el trayecto se cruza el río Guaniamo usando una chalana, y otros ríos y pequeñas quebradas con puentes mayormente de madera. El acceso dentro del área es limitado pero existen algunos caminos principales que son transitables. (Figura 2.3)

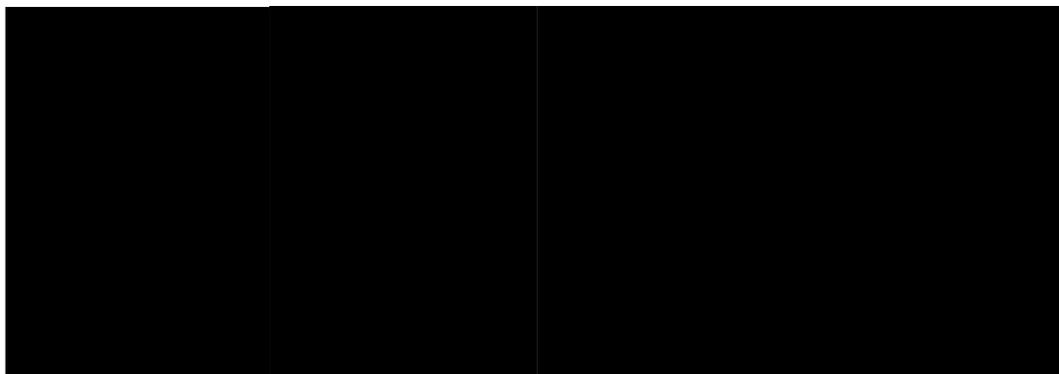


Figura 2.3 Vías de acceso y comunicación.

2.3 Características físicas y naturales del área de estudio

2.3.1 Clima

El sector Guaniamo, no cuenta con estaciones climatológicas cercanas, por lo que se vio limitado a estimar el comportamiento espacial y temporal de las variables

climatológicas, basado en el estudio climático realizado por el Proyecto Inventario de Recursos Naturales realizado por CVG TECMIN, cubierto por la Hoja de Radar NB-20-05. En el caso de la Precipitación, se utilizaron los registros de la estación “La Candelaria”. Pertenecientes al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, identificada con el serial 4665, zona 06, de tipo PR, localizada a 07°07'00" de latitud Norte y 65°35'00" de longitud Occidental y que se ubica a una altura de 150 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente en unos 100 Km, al Norte del área. (Vielma, G 2008)

En documentación del área se estimó la distribución anual de las siguientes variables climatológicas: Precipitación, Evaporación, Temperatura, Radiación Solar, Insolación, Humedad Relativa y Viento, describiendo en forma general el comportamiento espacial de dichas variables. (Vielma, G 2008)

Los valores promedios espaciales de las variables climáticas fueron estimados mediante la interpretación del método de las curvas de isolíneas, y en el cual se calcula las áreas entre líneas limítrofes y cada una de ellas se multiplica por el promedio de las isolíneas del área correspondiente, de esta manera forma el valor promedio, resultado de sumar todos los productos descritos anteriormente y dividido entre el área total. (Vielma, G 2008)

El análisis e interpretación de los datos con isolíneas fue realizado utilizando los mapas de isolíneas de la Hoja de Radar NB-20-05 del Proyecto inventario de Recursos Naturales Región Guayana CVG TECMIN. (Vielma, G 2008)

2.3.1.1 Características de Precipitación: La distribución espacial de la precipitación total media anual en la cuenca de Quebrada Grande, en el sector Guaniamo, varía entre 1.600 mm y 1.700 mm aumentando en dirección de Este a Oeste. (Vielma, G 2008)

Existe una marcada estacionalidad en el área, el régimen pluviométrico es de tipo unimodal, se registra un solo máximo en el año, el cual ocurre en el mes de Julio (395 mm). El período de lluvias va desde los meses de Abril a Noviembre, con un 90% del total de la precipitación. La estación seca se manifiesta durante los meses de Diciembre a Marzo.

2.3.1.2 Característica de la Evaporación: La evaporación media anual al sol estimada es de 1.800 mm. Se estima por igual que tenga un comportamiento anual bimodal un máximo principal en el mes de Marzo, mínimo en Junio donde se observa el valor más bajo de evaporación. (Vielma, G 2008)

2.3.1.3 Características de la Temperatura: El conocimiento espacial de la temperatura media anual, se determinó en función de la altitud, en la cuenca de Quebrada Grande se estima de unos 26.0 °C. La variación anual debe tener un comportamiento bimodal, presentando un máximo principal en el mes de Abril y el secundario en el mes de Octubre, el mínimo principal ocurre en el mes de Julio y el secundario en Diciembre. (Vielma, G 2008)

2.3.1.4 Características de la Radiación Solar: La radiación solar media anual estimada es de aproximadamente unos $370 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{día}$. Por igual se supone que debe presentar un régimen anual bimodal, con un valor máximo principal en el mes de Marzo, y otro secundario en el mes de Septiembre, equinoccio de primavera y otoño respectivamente. El mínimo principal debe presentarse en Diciembre y el secundario en Junio, durante los solsticios de verano e invierno respectivamente. (Vielma, G 2008)

2.3.1.5 Características de la Insolación: La zona en estudio debe recibir en promedio 6.3 horas sol, con un comportamiento anual bimodal, presentando un máximo principal en el mes de Febrero y el secundario en Septiembre, el mínimo principal se estima ocurre en el mes de Junio y el secundario en Diciembre. (Vielma, G 2008)

2.3.1.6 Características de la Humedad Relativa: Los valores de humedad relativa medio estimados están en un 75% aproximadamente. El período de alta humedad debe de ocurrir en el lapso entre los meses de Junio Agosto, siendo Marzo el mes del menor valor de humedad relativa. (Vielma, G 2008)

2.3.1.7 Características del Viento: El régimen de los vientos en la zona de estudio está determinado por los Vientos Alisios, la convergencia intertropical (TIC) y los efectos orográficos locales. Se estima que en la zona el viento predomina en la dirección Este-Noreste, con velocidades bajas. La mayor velocidad del viento debe presentarse en la época seca (Enero - Marzo) y las velocidades más bajas en el mes de Agosto. (Vielma, G 2008)

2.3.1.8 Clasificación Climática:

a) Clasificación Climática Según Köppen: Esta es ampliamente aceptada y usada por requerir datos mensual y anual de temperatura y precipitación, que son los parámetros climatológicos más corrientes y extensamente medidos en todo el mundo.

El sistema de Köppen emplea un grupo de letras para designar los grandes grupos climáticos, los subgrupos dentro de éstos y posteriormente subdivisiones para señalar características especiales de temperatura y precipitación.

Como resultado de la clasificación climática en este sistema, el área de estudio presenta un clima tropical de sabana (Awgi), caracterizado por presentar una estación lluviosa, que tiene su máximo en el verano astronómico (Julio) y el invierno es seco o con poca precipitación, siendo la precipitación media mensual menor de 60 mm.

La temperatura en el mes más frío es superior a los 18 °C, con una oscilación térmica media anual menor de 5 °C. Los meses más calurosos son Marzo y Abril.

b) Clasificación Climática Según Holdridge (1953): El sistema de clasificación de zonas de vida o de las formaciones vegetales del mundo del Doctor Leslie R. Holdridge (1953), se caracteriza porque define, cuantitativamente la relación de dependencia que existe entre la vegetación natural y los principales elementos del clima: Biotemperatura, Precipitación y Humedad Ambiental. Estos factores climáticos al actual en forma integral se consideran independientes, mientras que los factores bióticos se toman como dependientes, es decir, subordinados a la acción del clima sobre el ecosistema en cualquier parte del mundo.

Estas relaciones fueron sintetizadas en el modelo matemático el cual describe las principales cualidades de las unidades bioclimáticas o zonas de vida, así como

también los valores climáticos. Sus términos cuantitativos se derivan de observaciones de campo y trabajos experimentales.

El modelo matemático sobre el cual se apoya este sistema es un diagrama triangular, constituido por tres escalas logarítmicas, donde se expresan las magnitudes de los elementos esenciales para especificar las “zonas de vida”, en particular biotemperatura, precipitación y la relación de evapotranspiración potencial con la precipitación.

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, la zona en estudio se encuentra dentro de un clima perteneciente a la transición entre el Bosque Seco Tropical y El Bosque Húmedo Premontano (T-Bs-T – Bh p), con mayor tendencia al seco; la precipitación media anual oscila entre 1.600 a 1.700 mm., con una temperatura media anual de unos 26 °C.

2.3.2 Geomorfología

Según Vielma Graffe (2008), Se considera el área de Guaniamo dividida, geomorfológicamente, en dos sectores: el Sur dominado por montañas de relieves bajos (400 a 700 m) y el Norte, cubierto por llanuras de denudación (200 a 450 m). Los tipos de relieves en la zona de estudio son: lomas, colinas, glacis y vallecitos, y como forman terrenos principales se encuentran topes, vertientes, planos inclinados y vegas.

Las lomas poseen desniveles superiores a los 50 m y las pendientes dominantes son de 8 a 16 % y ocasionalmente pueden superar el 30 %. Los topes presentan pendientes entre 6 a 20 %, el estado de la superficie revela una alta proporción de afloramiento rocoso lo que le confiere el carácter dómico a estos sitios. Los topes y

cimas, constituyen filas con orientación Noreste, de configuración alargada y con poca expresión areal.

En las colinas, los toques tienen mayor expresión, pero de forma discontinua; se trata de áreas de configuración ondulada, con poca expresión en las fotografías aéreas de estrecha amplitud y poco cartografiables, con desniveles entre tope y base menores de 15 m.

Los perfiles topográficos son variables, desde plano convexo a irregular como respuesta a la abundante pedregosidad superficial, su amplitud puede llegar a unos 300 m, las pendientes van por lo común entre 4 a 8 % y los afloramientos rocosos son frecuentes. Sobre las colinas bajas, al margen de la Quebrada Grande, pasa la carretera principal. La erosión es laminar, en escurrimiento difuso de ligera a moderada intensidad.

El plano inclinado es más expresivo en algunos lugares que en otros, sus pendientes son suaves entre 4 a 6 %, el componente principal es el glacis, formado por derrubios o bloques rodados que forman la planada, con declive continuo con depósitos de coluviones con materiales mixtos.

La planada coluvio - aluvial está localizada en las áreas de drenaje o vallecitos. Desde las vegas, las planadas varían en anchura hasta más de 1.000 m, la pendiente es menor al 4 % y el perfil es rectilíneo, aunque irregular para las áreas explotadas.

La vega coluvio - aluvial, que bordea a los cursos principales de aguas como la propia Quebrada Grande y sus afluentes principales, tiene configuración alargada. Junto con la planada constituye la zona de explotación más afectada por la minería. En muchos sectores, la Quebrada presenta abundante rocosidad y ciertos cursos de aguas, presentan lecho rocoso o pedregoso.

2.3.3 Suelo

Según su posición geomorfológica, en el área de estudio se identifican cinco (5) unidades de suelo, agrupadas, según su origen geológico, en dos (2) grandes grupos.

Tabla 2.2

Tabla 2.2 Proyecto “GUANIAMO III” Unidades de Suelo Identificados (Salas, Francisco 1998 en Vielma, G 2008)

GRUPO	UNIDAD
Suelos Residuales	Haplustults en lomas y colinas altas Haplustults en lomas bajas
Suelos Aluviales	Dystrustepts en Terrazas antiguas Depósitos aluviales en planicie aluvial Depósitos coluvio-aluviales en valles TOTAL

A continuación, se describe un resumen de las características físicas y la capacidad agrológica, de cada una las actividades (Vielma, G 2008).

2.3.3.1 Haplustults en Lomas y Colinas: Los relieves de lomas y colinas altas representan las mayores elevaciones topográficas, con alturas de 300 a 500 msnm y pendientes superiores a 20 %, formando, en algunos casos, escarpes y acantilados, con afloramientos de rocas graníticas. (Vielma, G 2008)

Gran parte de la unidad, está cubierta por vegetación boscosa, densa y poco intervenida, la cual, unida a la alteración física del basamento rocoso, determina que la infiltración del agua en el suelo, sea el proceso pedogenético dominante.

Esta unidad presenta severas limitaciones para uso agropecuario, fundamentalmente por las fuertes pendientes y la alta susceptibilidad a la erosión hídrica si se elimina la cobertura vegetal. Hay presencia de afloramientos rocosos y baja fertilidad natural.

2.3.3.2 Haplustults en Lomas Bajas: Las lomas bajas conforman el relieve que pone en contacto las colinas con los fondos de valle o planicies aluviales. Estas lomas tienen altura inferior a 300 msnm y pendientes entre 16 % y 20 %, formando en algunos casos, escarpes, con presencia de algunos bloques rocosos. (Vielma, G 2008)

Las características del relieve ondulado, con pendientes inferiores al 20 %, unido a la cobertura boscosa protectora, favorecen la pedogénesis, donde la infiltración es el proceso dominante para la formación de estos suelos residuales y de moderada profundidad.

Estos suelos presentan severas limitaciones para uso agropecuario; debido fundamentalmente a limitaciones por pendientes fuertes, alta susceptibilidad a la erosión si se elimina la cobertura boscosa y baja fertilidad natural.

2.3.3.3 Dystrudepts en Terrazas Antiguas: Esta unidad, se ubica en las partes marginales de los rellenos de fondos de las quebradas y ocupan extensiones muy pequeñas y estrechas, en las posiciones más elevadas del lecho de inundación, con lomas bajas en las zonas de contacto.

Los suelos son de origen aluvial, formados a partir de deposiciones de sedimentos por aporte longitudinal o paralelo a los cursos de agua, constituyendo posiciones geomorfológicas de terrazas, con relieve ligeramente ondulado a plano, de pendientes menores al 8 %, inclinadas hacia el lecho de las quebradas. Los procesos

morfogenéticos predominantes son la infiltración y un incipiente escurrimiento difuso.

a) Depósitos en Planicie Aluvial

Esta unidad es un medio de constante transformación, cuyos procesos pedogenéticos predominantes son la infiltración, la erosión de orilla, el transporte y mezclado permanente de sedimentos finos en suspensión, producto de la actividad minera antrópica, constituida por la remoción y lavado de materiales para la obtención de diamantes.

Estos suelos constituyen superficies planas, de poca pendiente (<5 %), conformados por un estado profundo de materiales aluviales fino y medios totalmente mezclados, de texturas granzonadas o gravas finas, sin estructura y de rápida permeabilidad.

b) Depósitos Coluvio-Aluviales en Valles

Esta unidad, definida geomorfológicamente por conjunto de pequeños valles estrechos en forma de “V”, formados en las quebradas tributarias del colector principal del área en estudio (Quebrada Grande), presenta suelos conformados a partir del material coluvial arrastrado por las quebradas. Estos materiales presentan granulometría poco selectiva, de canto rodados heterométricos y de mayor tamaño que el material aluvial de las terrazas, especialmente cerca de los contactos con los relieves rocosos.

Actualmente es muy limitada la posibilidad de desarrollo agropecuario en estos valles, el material parental, altamente mezclado, constituye un estrato de lodos y cantos rodados, que constantemente están sometidos a “relaves” por los mineros.

2.4 Hidrología

Se ubica en dos (2) subcuencas, la primera y más extensa pertenece a cuenca del río Guaniamo y está representada por la Quebrada Grande, mientras que la segunda vierte sus aguas hacia el río Cuchiverito y está representada por la Quebrada Puente Palo. (Vielma, G 2008)

La subcuenca de la Quebrada Grande abarca una extensión de, aproximadamente, 2 ha en el área de la concesión “GUANIAMO 3”, del total del área de la concesión (375 ha). Este curso de agua, de régimen permanente, confluye al río Guaniamo, aproximadamente a 30 Km. al Norte del área en estudio. El río Guaniamo, nace en cerro Yavi y fluye con rumbo Noroeste hasta el sitio conocido como “Los Coquitos”, donde se desvía al Noreste, hasta su desembocadura en el río Cuchivero, afluente del río Orinoco.

La Quebrada Grande recorre los terrenos de la concesión “GUANIAMO 3”, con rumbo predominante Noroeste, por espacio de, aproximadamente 1 Km., con una pendiente de 2 %, siguiendo un patrón estructural muy fuerte, con una altura promedio de 260 msnm.

En la subcuenca de la Quebrada Grande se puede discriminar tres (3) órdenes de drenaje. El primer orden corresponde a la Quebrada Grande, que es de régimen permanente. El caudal promedio mensual (medido en la Estación LAZ), ubicada aguas arriba del puente “La Ceniza”, varía entre 0,86 m³/s en estiaje (Marzo) y 7,8 m³/s en crecidas (Junio), según aforos realizados por “Canteras el Toco C.A.”, desde Marzo 1997 hasta Septiembre 1.998. Después de lluvias intensas, según los mismos registros los valores picos diarios pueden llegar hasta 55 m³/s.

El segundo orden de drenaje corresponde también a quebradas de régimen permanente que tributan a la Quebrada Grande por ambos márgenes, entre las que destacan Resbalón, El Candado, El Toco, Q24 y La Cuaima.

Para la mayoría de estos cursos de agua no existen datos sobre el gasto promedio, pero se estima que en estiaje escurran cerca de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ y en crecidas hasta $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mediciones hechas en la Quebrada El Toco (estación ET1), registran valores entre $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (Estiaje) y $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Crecidas).

El tercer orden de drenaje corresponde a caños, quebradas y cursos pequeños (Rabines), de régimen estacional intermitente, entre los que destacan: Agua Blanca, Nevera, Vejuquero, Pantaleta, Ceniza, La Hoya, Cordero, Alcántara, Hueso Duro, Cachapo, Cepillo, Cuaimita, Resbalón, El Cristo, Bicicleta y Caracolito, entre otros. Tanto los cursos de segundo como los de tercer orden siguen más o menos el mismo patrón estructural de la Quebrada Grande, confluyendo con ésta debido a desvíos ocasionados por fallas geológicas locales. Las quebradas de segundo orden están a una altura promedio de 300 msnm y algunas tienen caídas fuertes y rocosas (El Candado, Q24), para llegar al nivel medio de la Quebrada Grande. Tabla 2.3

Tabla 2.3 Proyecto “GUANIAMO III” Principales Cursos de Agua (Vielma, Graffe 2008)

ORDEN	RÉGIMEN	NOMBRE	CAUDAL MEDIO	
			<u>m³/s</u>	
			Estiaje	Crecidas
1	Permanente	Quebrada Grande	0,86	7,38
2	Permanente	El Toco	0,2	2,6
		Resbalón , El Candado, 024, La Cuaima y otras	0,1	1
3	Intermitente o Estacional	Agua blanca, Nevera, Bejuquero, Pantaleta, Ceniza La Hoya, Cordero, Alcántara y otras,	-	-

2.5 Vegetación

La vegetación del área de emplazamiento del proyecto “GUANIAMO 3”, debido a las características climáticas, condiciones edáficas e intervenciones antrópicas, presenta una variedad de aspectos fisonómicos, estructurales y de formas de vida, encontrándose desde bosques virgen hasta áreas totalmente desprovistas de vegetación. (Vielma, G 2008)

En general, la vegetación del área presenta un carácter siempre verde, aunque por las condiciones minerales, también se presentan “manchas” o sectores de vegetación semidecidua a decidua, especialmente en áreas con suelos muy superficiales y esqueléticos asociados a afloramientos rocosos.

Desde el punto de vista florístico y estructural, se presenta una gran diversidad de especies, distribuidas en diferentes pisos sociológicos, predominando una cobertura densa del dosel, cuando la vegetación no ha sido intervenida.

En general, se distinguen en el área dos tipos de formaciones vegetales, uno corresponde a una sabana gramínea arbustiva, y el otro a un bosque de mediana a baja altura y de media a densa cobertura; siendo esta última formación la más representativa del área, ocupando 68,29% de la superficie total de las parcelas.

En la formación de sabana se presentan tres subtipos o unidades de vegetación: Naturales, Herbazales y áreas sin vegetación; mientras que en la formación boscosa se presentan los subtipos: Bosques bajo denso y Bosques medio, de mediana cobertura. Se presenta la distribución espacial de cada unidad de vegetación, según se refleja en la Tabla 2.4

Tabla 2.4 Proyecto “GUANIAMO 3” Vegetación Presente en Área de Emplazamiento (Vielma Graffe, 2008)

TIPOS DE FORMACIÓN	ESTRUCTURA	UNIDAD
SABANA	Matorral	M
	Herbazal	H
	Sin Vegetación	SV
BOSQUE	Bosque bajo – denso	Bbd
	Bosque medio – denso	Bmd

2.5.1 Matorral

Los matorrales se localizan en las zonas cercanas a los actuales frentes de trabajo, en la zona de contacto con la vegetación boscosa virgen. Por lo general, este

tipo de vegetación, de origen antrópico, se desarrolla en antiguos sitios de intervención minera, que tienen más de 3 años abandonados. (Vielma, G 2008)

Se caracterizan por presentar un estrato arbustivo de 1,5 m a 5 m de altura, acompañado por individuos herbáceos y árboles con alturas entre 8 m y 10 m. También es frecuente en esta unidad la presencia de cultivos, tales como el cambur, lechosa, yuca y árboles frutales (Mango, Guayaba y Naranja).

En los matorrales se presentan tres pisos fitosociológicos, poco diferenciados, predominando en el estrato arbóreo con especies: Guácimo (*Guazima olmipolia*), Caujaro (*Cordia* sp), Yiguire (*Piptadenia pay lostaclyia*), Carnertolendo (*Clochospermum orinocensis*), Yagrumo (*Cecropia angulata*), Araguaney (*Tabebuia* sp), Cañafistola (*Cassia moschata*), y Fruta de burro (*Xylophia aromática*).

Entre las especies arbustivas se destacan: Onotillo (*Bixa* sp), Canaquito (*Lantana minor*), Bola de gato (*Solunum rugismo*), Lacre (*Vismia cayannensis*), Tornillo (*Helictens* sp), Rabo de alacrán (*Stachy tarpheta* sp), Mimora (*Mimosa hirsulutum*). También es común la presencia de los bejucos *Passiflora* sp., *Coccoloha* sp, *Bauhinia guianensis*, *Mikania micrantha* y *Acacia* sp.

Entre las especies herbáceas se destacan: Paja de sabana (*Axonopus* sp), Guinea (*Panicum fasciculatum*), Cola de zorro (*Chlons norgata*) y Cabezona (*Cyperus lizulae*).

2.5.2 Herbazal

En esta unidad se agrupan aquellas áreas que han sido pobladas naturalmente por especies herbáceas pioneras e invasoras, después de la actividad minera. El herbazal se caracteriza por presentar una cubierta herbácea densa; con algunos

elementos arbustivos y/o arbóreos, que por lo general se desarrolla a orillas de los cauces de agua y lagunas formadas por las colas mineras. (Vielma, G 2008)

En el herbazal predominan las siguientes especies: *Andropogon bicornis*, *Cyperus lizulae*, *Fimbristylis dichotoma*, *Eleusine indica*, *Torulinium odoratum* y *Scoptonia dudcis*. Acompañando al estrato herbáceo es común la presencia de las siguientes especies subfrutícolas y cespitosas: *Liudwigia octovalis* y *Cuphea antspylitica*.

En las colas abandonadas, de granulometría fina, el estrato herbáceo tiende a ser de mayor altura y cobertura, predominando las siguientes especies: *Andropogon bicornis*, *Axonopus anceps*, *Rhynchospora cephalotes*, *Rhynchospora pibsa*, *Torulinium odoratum*, *Trachypogon spicatus*, *Panicum máximum* (Guinea), *Panicum laxum*, *Leptocoryphium lanatum*, *Paspalum virgatum*, *Aristida* sp y *Prachiararia* sp.

Donde el estrato herbáceo es alto y denso se observan algunos individuos de las especies arbustivas siguientes: *Mimosa lursulutum*, *Solanum hirtum*, *Solanum rugosum*, *Sida acuta*, *Sida agregata*, *Hyptis suave oleons*, *Hyptis dilatata*, *Conyza bonariensis*, *Stachytarpheta* sp, *Trema micrantha*. También es frecuente algunos grupos de individuos pertenecientes a las especies: *Lechosa* (*Canica papaya*) y *cambur* (*Musa paradisiaca*).

La unidad de herbazal se encuentra próxima a los cursos y cuerpos de agua, cubriendo las orillas y terrenos con alto contenido de humedad, a lo largo del eje de la Quebrada Grande, ocupando 392 ha (6,42 %) del área total bajo estudio.

Las áreas sin vegetación o con secases de la misma se presentan en las colas mineras más recientes, con abundante pedregosidad en los afloramientos rocosos que abundan en las lomas y colinas altas.

En las áreas de colas mineras, compuestas por materiales gruesos, los individuos arbustivos y herbáceos se encuentran muy aislados y dispersos, sin llegar a formar una cobertura continua. Por lo general, se presentan las siguientes especies: *Andropogon bicornis*, *Bulbostyph junciformis*, *Axonopus anceps*, *Minora hirsuta*, e *Hyptis dilatata*.

En los afloramientos rocosos, la vegetación que raramente se presenta está conformada por las siguientes especies, propias de ambientes secos: *Chamaecrista* sp, *Cochlospermum onnocensis*, *Erythroxylum rufum*, *Lippia organoides*, *Ocotea* sp, *Andropogon* sp, *Sida ginellor marginata*, *Ouratea* sp, *Tractinickia burserifolia*, *Ananas* sp, *Cortus spiralis*, *Cotus scaber* y *Philo dendwum* sp.

Esta unidad se presenta principalmente en las áreas alrededor de los centros poblados, donde la actividad minera ha sido más intensa y en algunas zonas donde actualmente se siguen realizando trabajos mineros denominados “relaves”. La unidad ocupa 432 ha (7,05%) del área total bajo estudio.

2.5.3 Bosque Bajo Denso

En general, este tipo de bosque ocupa áreas de fuertes pendientes y topes de lomas, con suelos superficiales asociados a afloramientos rocosos. Estructuralmente, está conformado por dos estratos, el primero lo constituyen individuos con alturas entre 10 m y 15 m, siendo frecuente la presencia de árboles emergentes que llegan a alcanzar 20 m de altura, Perfil estructural c.

El segundo estrato lo conforman individuos con altura inferior a 10 m, siendo común la presencia de bejucos, muchos de ellos con circunferencias a altura del pecho mayores de 30 cm. El sotobosque que tiene una densidad que varía de ralo a

medio y está compuesto por la regeneración de las especies arbóreas, arbustos, subfrutiles y hierbas.

Según los resultados del levantamiento de vegetación realizado en el área en estudio (Rodríguez y Hernández, 1998 en Vielma, G 1999); las especies más abundantes en esta formación boscosa son Chicle (12,9 %), Dusta (10,77 %), Coroní (10,77 %), Kamaravi (8,6 %), Lalo carborí (7,5 %), Tee-tei (6,15 %), Saladillo (5,8 %), Dividive (5,4 %).

Dasonomicamente, las especies con mayor dominancia, según el área basal por hectárea que ocupan son: Saladillo (6 m²/ha), Chile (4,31 m²/ha), Guamo (2,30 m²/ha), Kamaravi (2,23 m²/ha), Tacamajaka (1,75 m²/ha), Caroní (1,61 m²/ha), Waikawa (1,54 m²/ha), Dusta (1,45 m²/ha) y Wenwadai 1,44 m²/ha⁹.

En cuanto a la porción sociológica, las especies Chile, Kamaravi, Palo Carbón, Dividive, Saladillo, Dusta, Caroní, Tei-tei, Guatava y Manirui, se presentan en todos los estratos del bosque, los que les asegura su permanencia en el tiempo. Adicionalmente, las especies con mayor regeneración natural son: Saladillo, Chicle, Kamaravi, Tei-tei, Mayagua, Charachacha y Desta, lo cual garantiza su permanencia en la comunidad boscosa.

La distribución de los árboles por categorías diamétricas se muestra de manera regular, con suficiente biomasa joven para sustituir los individuos viejos a los extraíbles. El bosque bajo denso ocupa una extensión de 1.844 ha (30,20 %) del área de las parcelas "San Antonio y Las Alicia". Esta unidad será poco intervenida por las actividades del proyecto propuesto.

2.5.4 Bosque Medio Denso

Es el tipo de bosque más extendido en el área de estudio y se caracteriza por desarrollarse en zonas poco intervenidas, con suelos bien drenados, pendientes desde ligera hasta fuertemente onduladas, en contacto o encerrando bosques bajos y densos, que comúnmente presentan la misma composición florística. Este bosque presenta un dosel menor a los 25 m, con árboles emergentes que alcanzan los 30 m de altura.

Estructuralmente, se observan tres estratos arbóreos bien definidos. El primer estrato lo constituyen individuos con alturas entre 15 m y 25 m, siendo frecuente la presencia de árboles emergentes, que llegan a alcanzar 30 m de altura. El segundo estrato lo conforman individuos con altura entre 10 m y 15 m, siendo común la presencia de bosques y lianas.

Según los resultados del levantamiento de vegetación realizado en el área en estudio (Rodríguez y Hernández, 1998), las especies más abundantes en esta formación boscosa son: Mosqua (22,64 %), Guatora (16,67 %), Chicle (14,91 %), Majugia (10,53 %), Saladillo (9,43 %), Guamo (7,55 %) y Anoncillo (6,14 %).

Dasonomicamente, las especies con mayor dominancia, según el área baral por hectárea que ocupan son: Sabarika (15,57 m²/ha), saladillo (8,60 m²/ha), Chicle (4,08 m²/ha), Yeu (3,53 m²/ha), Didive (1,81 m²/ha) y Zapatero (1,81 m²/ha).

En cuanto a la posición sociológica, las especies Mosqua, Guatara, Chicle, Majagua, Didive, Kamarasi, Tei-tei, Guamo, Charachacha y Saladillo, presentan en todos los estratos del bosque, lo que les asegura su permanencia en el tiempo. Las especies con mayor regeneración natural son Kamaravi, Palo ardilla, Adina, Ikina, Turi, Saladillo, Tei-tei y Chicle, lo cual asegura su permanencia dentro de la comunidad.

La distribución de los árboles por categorías diamétricas se muestra de manera regular, con suficiente material joven para sustituir los individuos sobremaduros o los extraíbles.

2.6 Fauna

Zoogeográficamente, el área de emplazamiento del proyecto debería caracterizarse por tener una alta diversidad de especies, según los inventarios de fauna realizados por Ochoa y Sánchez en 1988 (Molina, 1998 en Vielma, G 1999), en ambientes similares y cercanos a Guaniamo. Sin embargo, la situación de la fauna silvestre en la concesión “GUANIAMO 3” se presenta diferente, lo cual puede ser explicado por las siguientes razones:

Desde 1970 hasta la fecha ha existido una destrucción de hábitats como consecuencia de la actividad de pequeña minería aluvional e hidráulica, que provoca escasez de refugios, alimentos, madrigueras, contaminación y destrucción de bebedores.

A partir de la misma fecha, los mineros han ejercido la cacería para suplir parte de sus requerimientos alimentarios, especialmente cuando se internan a realizar exploraciones.

En los últimos años se ha intensificado la transculturización de los indígenas Panares que habitan la zona, quienes se han profesionalizados como expertos cazadores de especies de particular interés cinegético y económico.

La fauna silvestre en esta zona se considera como un recurso natural de importancia, en razón de su valor ecológico, económico, recreativo, cultural, farmacéutico y alimentario que representa.

De acuerdo a diferentes fuentes y estudios, para la zona se reportan 244 especies de aves, 141 especies de mamíferos, 83 especies de reptiles, 25 especies de peces y 15 especies de anfibios.

2.7 Geología regional

El área de Guaniamo, donde se localiza la zona de estudio, está incluida en la Región Guayana, una zona constituida por rocas muy antiguas de edad precámbrica y un relieve de formas residuales. El escudo de Guayana, comprende áreas en Colombia, Brasil, Guyana, Surinam, Guayana Francesa y Venezuela (Aproximadamente un 25% del total).

2.8 Geología Local de Guaniamo

El área del proyecto Guaniamo 3, se ubica en la región de Guaniamo, localizada a unos 130 Km. al Sur de Caicara del Orinoco. La geología de la zona ha sido descrita por Díaz, 1977 y Channer y Cooper, 1997, en términos generales la parte Occidental está cubierta por rocas extrusivas félsicas, la oriental por rocas graníticas foliadas y la Sur por intrusiones de granito de grano grueso. Las intrusiones de gabro, son muy comunes en toda la región. Las formaciones principales son similares a las descritas para el grupo Cuchivero y posiblemente para el Suapure.

Los primeros estudios efectuados en la región se dirigieron hacia los aluviones diamantíferos de Quebrada Grande (Díaz, 1977; Baptista y Svisero, 1977; Michel y Serre, 1978; Añez y Rodríguez, 1978). La primera publicación que trata específicamente sobre las kimberlitas de Guaniamo se debe a Nixon et al (1988). Los artículos más recientes publicados sobre el tema se deben a Channer y Cooper (1997) y Kaminsky et al (2004).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Vielma, Graffe (1999) en el Estudio de Factibilidad técnico-económico de los contratos de explotación de oro y diamante denominados “San Antonio y Las Alicia” municipio Cedeño, Estado Bolívar dice. “de acuerdo, a las explotaciones llevadas a cabo por la pequeña minería, el potencial diamantífero es halagador y se requiere realizar una explotación temprana, siguiendo el método de minería de contornos y tratando el mineral en una planta de concentración hidrogravimétrica (jigs) para evaluar los parámetros técnicos y económicos que nos permitan en un futuro cercano realizar una explotación a gran escala.”

Añez, (1978) realizó un estudio basado en la exploración y evaluación de posibles depósitos diamantíferos. Delimitó seis áreas anómalas diamantíferas y una aurífera. Durante la observación de concentrados pesados distinguió minerales tales como: ilmenita, espinelas, y granates; generalmente, estos son minerales satélites del diamante, provenientes de rocas peridotíticas. Igualmente, menciona la presencia de metabasitas (anfíbolitas y diabasas) en la zona comprendida entre el río Guaniamo y el río Cuchivero.

Asedan et al (1979), señala que “no hay evidencias específicas para establecer la presencia de rocas de afinidad kimberlíticas en la Guayana Venezolana” y considera tres hipótesis relativas al origen de los diamantes de Guaniamo. Indica que estos pueden provenir de kimberlitas, meta-kimberlitas o de conglomerados de Roraima. También hicieron estudios mineralógicos con concentrados pesados de la zona de Guaniamo y determinaron la presencia de diamantes, ilmenita

(picroilmenita), rutilo-ilmenita, magnetita, hematita, cromita, rutilo-anatasa, pirita, piropo, almandino, espinela, circón, turmalina, apatito, thorita, monacita y xenotima. Cabe destacar que la asociación ilmenita magnesiana, piropo y diópsido cromífero son indicativos de la existencia de rocas kimberlíticas: la presencia de minerales de tierras raras, tales como anatasa, monacita, thorita y xenotima, son indicios de la existencia de intrusiones kimberlíticas.

Mendoza, V. (2005), en su publicación “Evolución Geotectónica y Recursos Minerales del Escudo de Guayana en Venezuela (Y su relación con el Escudo Sudamericano)” cita en el mismo los antecedentes de la zona diamantífera de Guayana donde en Quebrada Grande, pequeños mineros exploradores de Caicara del Orinoco, descubrieron en 1.968 los primeros diamantes aluvionales y en 1.982 por la acción hidráulica de los monitores de pequeños mineros se hizo aflorar la primera kimberlita en la zona. Hoy se conocen más de 30 diques y sills de bajo buzamiento, $30^{\circ} - 50^{\circ}$, con rumbo NW (siguiendo el trend Cuchivero), intrusivos en rocas graníticas y granodioríticas. El área ocupada por las kimberlitas en forma de diques y sills es de unos 10 Kms de largo por unos 5 Kms de ancho aproximadamente.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Deterioro ambiental

Refiérase al deterioro de uno o varios de los componentes del medio ambiente (por ejemplo, el aire, el suelo, el agua, etc.), situación la cual afecta en forma negativa a los organismos vivientes.

3.2.2 Diagnóstico ambiental

Descripción de una situación ambiental, sobre la base de la utilización integrada de indicadores con origen en las ciencias naturales, exactas y sociales.

3.2.3 Evaluación ambiental

Por una parte, es el proceso que consiste en obtener el conocimiento más acabado posible acerca del estado y tendencias del ambiente y, por otro, consiste en la realización de los estudios generales que permitan establecer el impacto ambiental preliminar de las diversas alternativas de realizar un proyecto de inversión.

3.2.4 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Un concepto amplio que analiza a través de parámetros cuantitativos y cualitativos el estado del medioambiente antes, durante, y después de la actividad minera propuesta. No solo la minería, sino que cualquiera actividad económica que implique una "intrusión" en el medioambiente requieren de una EIA para su aprobación por las autoridades pertinentes.

Es importante resaltar el concepto temporal-continuo que posee la EIA: estado del medioambiente "antes", "durante", y "después" de la actividad industrial. Esto significa en términos prácticos, que los proponentes de la actividad deberán predecir los cambios que se producirán en el medio, y sugerir medidas correctoras que impidan o mitiguen en lo posible los inherentes trastornos que serán causados, incluyendo un plan que permita restaurar (lo más cercanamente posible) el medio físico y biológico a su estado original.

3.2.5 Descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales y medidas correctoras

Por definición todo proyecto minero causará un severo impacto en una zona, el EIA debe incluir un listado de los impactos ambientales que podría generar el proyecto minero, como los siguientes:

3.2.5.1 Impacto visual: a menudo la visión de una mina y sus instalaciones es el único contacto que tiene la gente con la actividad minera (por ejemplo, desde una carretera). Así el informe de EIA deberá dejar claro cuál será la extensión de dicho impacto y las medidas correctoras que se adoptarán.

3.2.5.2 Manejo de las aguas: Deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Control de escorrentías y procesos erosivos.
- Capacidad de almacenamiento de agua para las actividades de mina y planta de tratamiento de minerales.
- Minimización del impacto causado por la extracción de aguas subterráneas.
- Prevención de fenómenos de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

3.2.5.3 Flora y fauna: por definición las actividades mineras impactarán negativamente en la flora y fauna. Aún si la actividad minera es subterránea (menor impacto que la minería a cielo abierto), ésta afectará a la fauna debido a la presencia humana, maquinaria, movimiento de vehículos, o ruido. Se deberá evaluar dichos impactos o aplicar las medidas correctoras.

3.2.5.4 Ruido: el ruido puede ser importante si las operaciones mineras se desarrollan cerca de núcleos urbanos. Aun si éstos no existen, el ruido afectará a la fauna (ver punto anterior). En áreas urbanas la EPA (Environmental Protection Agency) de Australia recomienda los siguientes valores:

- Durante el día: 45 dB
- Durante el anochecer: 37 dB
- Durante la noche: 32 dB

3.2.5.5 Vibraciones estabilidad del terreno: si la actividad minera se desarrolla cerca de centros urbanos, la voladura de rocas puede inducir vibraciones inaceptables en éstos. A este problema debemos agregar el de las ondas de choque generadas por las explosiones. El informe deberá entregar datos predictivos de dichos impactos. Otro factor a considerar, esta vez en relación a la minería subterránea, es la subsidencia del terreno debido al desarrollo galerías y cámaras de extracción.

3.2.5.6 Polvo y otras emisiones a la atmósfera: el polvo puede ser un problema serio en regiones áridas y semi áridas si existen centros urbanos en las cercanías de la explotación minera. Aun si la zona no está habitada el polvo afectará a la vegetación. Si las hojas se recubren de polvo disminuye la capacidad de fotosíntesis de la planta. Por otra parte, la obstrucción de los estomas (poros en las hojas) impedirá la absorción de CO₂. Este impacto puede ser corregido mediante el regado de la mina (en el caso de una explotación a cielo abierto) y de las pistas por las que circulan los camiones y otros vehículos. Además los molinos deberán ser localizados en naves construidas a tales efectos. Otras emisiones relacionadas con la actividad minera incluyen las generadas por la combustión de los motores de los vehículos y maquinaria minera, y muy importantemente; las producidas por las fundiciones

3.2.5.7 Tráfico: el movimiento de camiones y otros vehículos causa trastornos en las comunidades locales, generando ruidos, pérdida de seguridad vial, y problemas con el mantenimiento de las carreteras. El informe deberá incluir los siguientes puntos:

- Tipo y volumen de tráfico antes de la actividad minera.
- Identificación de las rutas a utilizar y tipo de vehículos que circularán por ellas.
- Evaluación del impacto ocasionado por el aumento de tráfico rodado.
- Proyecto de mantenimiento de las rutas.

3.2.5.8 Manejo de productos químicos, hidrocarburos, y explosivos: las actividades mineras utilizan una amplia gama de este tipo de productos. El informe deberá incluir un listado de éstos y cumplir con la ley de manejo de sustancias peligrosas. Además deberá dejar claro como se almacenarán dichas sustancias.

3.2.5.9 Manejo de riesgos: a pesar de todas las precauciones que se puedan tomar, siempre existirá la posibilidad de accidentes (e.g., vertido incontrolado a un río). El informe deberá incluir un listado de aquéllos riesgos y detallar los planes de contingencia para tratar con los mismos si ocurriera un accidente.

3.2.5.10 Manejo de materiales de desecho: por definición las actividades mineras generan una gran cantidad de desechos químicos provenientes de las plantas de tratamiento, pilas de lixiviación, escombreras de estériles, etc. El informe deberá explicitar los siguientes aspectos:

- Las características químicas de los desechos, concentraciones estimadas de los compuestos tóxicos, y el potencial de éstos para generar soluciones ácidas.
- Una estimación del volumen de desechos, y una demostración de que la compañía dispone de la capacidad física como para acumular éstos.
- El impacto en la fauna, por ejemplo, el envenenamiento de aves en las piscinas de soluciones ácidas o cianuradas, el esparcimiento de soluciones cianuradas por el viento más allá de los límites de las pilas de lixiviación.
- Un plan para el vertido controlado de otros desechos, por ejemplo, aguas de alcantarillas, desechos orgánicos, materiales de construcción, etc.

3.2.5.11 Impacto social y económico; la actividad minera tiene un carácter económico que puede incidir de manera importante en las comunidades locales. El informe deberá incluir los siguientes puntos:

- Una estimación del valor de la producción.

- Empleo directo e indirecto, número estimado de gente local que será empleada, impacto en la tasa de paro (desempleo) local.
- Movimiento de personas hacia las comunidades locales.
- Estimación de los dineros que se gastarán en las comunidades locales.
- Infraestructuras adicionales que serán requeridas, por ejemplo, carreteras, escuelas.
- Impacto en el estilo de vida de las comunidades locales.
- Impacto en las actividades locales de agricultura y/o ganadería.

Una herramienta para prever los impactos potenciales lo constituye el método de las matrices, el que permite relacionar de una manera visual simple, las acciones de un proyecto minero con los componentes ambientales

3.2.6 Grados de afectación

Están representados en una tabla, que fue realizada por La División de Ambiente de INGEOMIN Región Guayana, para cuantificar rápidamente la afectación causadas por minería artesanal de oro y diamante mediante un una escala del 1 al 5 representando el numero 1 el de menor afectación y el numero 5 el del mayor afectación, se pueden observar en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Grados de afectación por actividad de pequeña minería (División de Ambiente, INGEOMIN).

Grados de afectación por actividad de pequeña minería	
Grado 1:	Remoción parcial de la capa vegetal, suelo original aun presente en la mayor parte del área, afectación del drenaje y calidad del agua bajo y pocas excavaciones mineras.
Grado 2:	Remoción intensa de la vegetación natural, remoción del suelo superficial, afectación al drenaje a la calidad del agua, presencia de huecos mineros de poca profundidad, con apreciación visual de extensión de baja a moderada.
Grado 3:	Remoción intensa de la vegetación natural, remoción del suelo superficial, afectación al drenaje ay a la cálida del agua, presencia de huecos mineros de mediana profundidad, con apreciación visual de extensión significativa
Grado 4.	Remoción total de la vegetación, remoción total de suelo superficial, fosas y lagunas profundas, modificación intensa del relieve original extensa apreciación visual.
Grado 5	Afectación directa de la actividad minera al eje del drenaje, remoción total de la vegetación ribereña y del suelo, modificación del curso original del drenaje.

3.2.7 Suelo

Es la capa superficial de la tierra. Se forma a partir de la desintegración de las rocas causado por factores meteorológicos cómo la lluvia, el clima, la temperatura y también por la acción de organismos vivos. Dependiendo de la proporción del material que lo compone éste puede ser arenoso, arcilloso o limoso

3.2.8 Erosión de los suelos

La erosión se define como el desgaste de la superficie terrestre por la acción de agentes externos como el viento o el agua. Y pueden clasificarse de la siguiente manera:

3.2.8.1 Erosión eólica: tiene importancia según las circunstancias de la explotación, pero se puede asociar al movimiento de partículas muy finas como consecuencia de corrientes de aire, unas de carácter natural “viento” y otras provocadas por el paso de maquinaria pesada o por acciones que disgregan los materiales, hasta triturarlos y convertirlos en “finos”, y luego los mueven y los dejan en suspensión en el ambiente, de manera que el viento traslada a estos finos de un lado a otro hasta que se depositan.

3.2.8.2 Erosión hídrica: el impacto de las gotas de lluvia sobre las superficies desnudas de los nuevos Suelos de las áreas excavadas y de la constituida con estériles, provoca, por un lado, una destrucción de los agregados de esos materiales superficiales y son arrastrados de dichas superficies por la acción del agua. Según la forma de manifestarse, la erosión hídrica puede clasificarse en: laminar, regueros o surcos y en barrancos o cárcavas

- La erosión laminar: resulta de la disgregación de los agregados del suelo por la acción combinada de los impactos de las gotas de lluvia y de escorrentía. Se manifiesta por la remoción más o menos uniforme de delgadas capas sucesivas, este tipo de erosiones la más peligrosa que otras, detectándose, por lo general, grandes cantidades de material removido que se deposita en los cursos de agua.

- La erosión por regueros o surcos: se produce al arrastrar el agua elementos terrosos, cuando esta circula por la superficie, tomando pequeños canales con una

orientación sensiblemente normal a las curvas de nivel. Esos surcos se forman cuando el agua no discurre uniformemente por la superficie, sino que lo hace concentrada en corrientes de una potencia erosivas capaz de abrir pequeñas incisiones en el suelo que con el tiempo pueden eliminarse mediante escarificaciones

- La erosión por barrancos o cárcavas: se manifiesta por las profundas incisiones en el terreno que el agua de escorrentía genera cuando existe una alta concentración de esta. En las paredes laterales se pueden producir, desprendimientos de los agregados de los suelos, debido a la falta de cohesión de los mismos por el exceso de humedad. (figura 3.1)

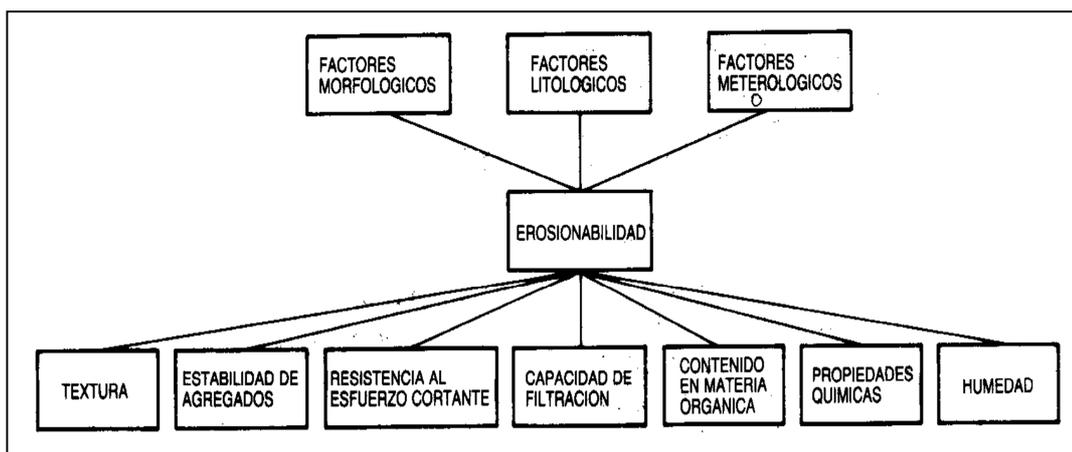


Figura 3.1 Factores que influyen en la erosionabilidad de los suelos

3.2.9 Calidad y salud del suelo

Es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar en un ecosistema natural o antrópico (generado por el hombre), para sostener o mejorar la productividad de las plantas y animales, controlar la polución del agua y del aire, favorecer la salud y la habitación del hombre. Enfoca en forma integral los efectos

que pueden tener sobre el suelo los diferentes usos y las actividades tecnológicas (erosión, salinización, acidificación, pérdida de materia orgánica, contaminación química). Lo novedoso de este concepto es que calidad aquí no es sinónimo de producir, es decir el suelo de mejor calidad es el que produce cultivos de alta calidad, sino se considera al suelo como parte del sistema ecológico, en el cual interactúa y afecta a otras partes. Calidad entonces es la capacidad de producir sin resultar degradado o sin perjudicar al ambiente. La salud de un suelo se determina por la evaluación a través del tiempo de su calidad.

Los indicadores de calidad y salud son todas las propiedades positivas y negativas determinantes de la función y utilización del suelo, en arreglo a la productividad y a la calidad ambiental. Estos indicadores se seleccionan según el uso de la tierra (agrícola, ganadera, forestal, urbanos) y entre ellos se encuentran la acidez, salinidad, actividad microbiana, erosión, contenido de humedad, infiltración.

La calidad y salud se mantiene mediante el cuidado del suelo, término propuesto por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo. Es un conocimiento para que productores, técnicos, políticos y el ciudadano puedan trabajar para salvaguardar y preservar las tierras, para las futuras generaciones, usándolas en forma sostenible.

Entre las propiedades de los suelos se encuentran: El color, distribución del tamaño de las partículas, consistencia, textura, estructura, porosidad, atmósfera, humedad, densidad, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio iónico, sales solubles y óxidos amorfos-sílice alúmina y óxidos de fierro libres.

Las propiedades físicas de los suelos dependen de la composición mineralógica, de la forma y del tamaño de las partículas que lo forman y del ambiente que los rodea. El tamaño, la forma y la composición química de las partículas determinan la

permeabilidad, la capilaridad, la tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo.

Las propiedades físicas permiten conocer mejor las actividades agrícolas fundamentales como el laboreo, la fertilización, el drenaje, la irrigación, la conservación de suelos y agua, así como, el manejo adecuado de los residuos cosechas. Tanto las propiedades físicas como las químicas, biológicas y mineralógicas determinan, entre otras, a la productividad de los suelos.

3.2.9.1 Clases de Textura de los Suelos: Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman.

- Textura arcillosa: Un suelo con textura arcillosa es aquel en el que predomina la arcilla. Piensa en un fango como lo más arcilloso que hay.
- Textura arenosa: El suelo de textura arenosa tiene sobre todo arena. La playa sería el ejemplo extremo
- Textura franca: En un suelo con textura franca abunda el limo. Es algo intermedio a los dos anteriores. Ni es arcilloso, ni es arenoso. Son suelos francos típicos los de las vegas de los ríos.
- Textura franco-arcillosa: Entre arcilloso y franco. Tiene bastante arcilla pero también lleva mucho limo. De arena, poca.
- Textura franco-arenosa: Entre franco y arenoso.

3.2.9.2 Color de los suelos: Es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus.

A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaño-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro (derivado de las rocas primigenias) que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil.

Los suelos amarillos o amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado.

Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio.

3.2.10 Rehabilitación y uso final del terreno

La rehabilitación es un aspecto integral de las operaciones mineras e incorpora dos elementos básicos:

- El plan de uso final del terreno.
- El plan de rehabilitación progresiva.

3.2.10.1 Plan de uso final del terreno: existe una diversidad de usos finales posibles para un terreno que ha sido sujeto a actividades mineras. Estos incluyen:

- Retorno a las condiciones iniciales: naturaleza pura o actividades agrícola-ganaderas, según haya sido el caso.

- Usos industriales.
- Lagos o lagunas artificiales para uso recreativo.
- Vertederos controlados.

En el primer caso existen dos variantes. Si la zona no presentaba actividades agrícolas, entonces el fin último será reconstruir el ecosistema original. En la segunda opción el terreno deberá quedar apto para sostener actividades agrícolas, no siendo necesario que éstas sean idénticas a las originales. En el caso de las actividades industriales la situación es más compleja, ya que dichas actividades deberán contar con su propia EIA. En el caso de vertederos o lagunas artificiales habrá que contar con las características hidrogeológicas del terreno, y además con unas características químicas que no vayan a inducir problemas de contaminación.

3.2.10.2 Plan de rehabilitación progresiva: éste deberá describir, por lo menos de manera conceptual, los trabajos de rehabilitación que se llevarán a cabo durante la actividad minera, el cómo se realizarán, y la secuencia de los trabajos. Los elementos de la actividad minera que deben ser considerados en el plan de rehabilitación progresiva son los siguientes:

- Balsa de estériles.

- Escombreras de estériles y pilas de mineral tratadas.
- Sectores de la mina que van siendo abandonados.

Y el plan deberá incluir los siguientes puntos:

- Revegetación, densidad de plantas.
- Diversidad de especies.
- Productividad de los terrenos agrícolas rehabilitados.
- Ángulo final de pendiente de los taludes de la mina y escombreras.
- La química y los sólidos en suspensión de las aguas de escorrentía.

3.2.11 Sedimento

Es un material sólido que se acumula sobre la superficie terrestre, producto de las acciones de fenómenos y procesos que actúan sobre él.

3.2.11.1 Transporte de sedimentos: El mecanismo fundamental que rige el transporte de sedimentos es el movimiento de un fluido, el aire o el agua, provocando una puesta en movimiento (erosión), un transporte y finalmente la sedimentación de partículas. La puesta en movimiento es provocada por la tracción que origina una corriente al actuar sobre una superficie sedimentaria o de rocas meteorizadas. Cuando esta fuerza es superior a la resistencia de fricción e inercia de las partículas, éstas se pondrán en movimiento. Esta fuerza que actúa sobre el fondo es proporcional a la velocidad de escorrentía del fluido.

La velocidad necesaria para erosionar un sedimento es función de las dimensiones de los granos y de su cohesión. Para los sedimentos arenosos la cohesión intergranular es relativamente débil, mientras que para los sedimentos limosos y arcillosos la cohesión es más importante. Numerosos estudios han permitido trazar curvas que relacionan la velocidad necesaria para erosionar y la granulometría. Esta es la velocidad crítica de erosión y transporte. También existe una velocidad de sedimentación, la velocidad de la corriente por debajo de la cual la fuerza del fluido es insuficiente para mantener las partículas en movimiento. Por debajo de esta velocidad, las partículas no pueden ser transportadas y se sedimentan. Esta velocidad es forzosamente inferior a la velocidad de erosión, ya que esta última debe superar la inercia de las partículas, para lo cual debe aumentar su valor.

Generalmente en la naturaleza, las velocidades de las corrientes raramente superan los 2 – 3 m/s, lo cual limita la dimensión de las partículas transportadas a algunas decenas de centímetros. Al contrario, cuando una corriente es muy viscosa (turbiditas y coladas fangosas), las dimensiones de las partículas transportadas puede ser mucho mayor. Una vez puesto en movimiento, el sedimento puede ser transportado por dos mecanismos diferentes: sobre el fondo por tracción o en la misma corriente, en suspensión.

Cuando la turbulencia de la corriente es insuficiente para elevar y mantener las partículas a cierta distancia del fondo el sedimento es transportado sobre el fondo por tracción. En esta modalidad de transporte, los granos se mueven entre pocos milímetros y algunos centímetros del fondo y la fuerte densidad de los granos por unidad de volumen provoca numerosos choques entre las partículas, el cual da lugar a la “saltación”. En general arenas y gravas son transportadas por tracción sobre el fondo, mientras que los sedimentos finos son transportados en suspensión. (Allen, G 1975).

3.2.11.2 Procesos sedimentarios: Los aportes fluviales representan el medio esencial que controla la sedimentación clástica, ya que determina la propia existencia de los sedimentos. Todos los depósitos clásticos tienen su origen de una u otra manera en los aportes fluviales. El volumen de los aportes de sedimentos por los ríos es ante todo función del área de la cuenca fluvial y de la pluviosidad. A medida que aumentan estos parámetros, mayor es el volumen de estos aportes.

Los aportes fluviales en las zonas continentales, están regidas y caracterizadas sobre todo por los depósitos durante las crecidas, que es el momento en el cual la mayor parte de los materiales son transportados y sedimentados. Así, durante algunos días de una crecida muy fuerte del río es transportado y sedimentado un volumen considerable de materiales. Esta sedimentación casi instantánea a la escala geológica es uno de los aspectos que caracterizan los aportes fluviales.

3.2.12 Características de las aguas

En las aguas naturales hay sustancias disueltas, material en suspensión, partículas coloidales, iones y aniones que dan características especiales a las aguas naturales (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Características de las aguas (Kiely, G 1.999).

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS DE ESTUDIO
Físicos	Color Temperatura Turbidez Conductividad eléctrica
Químicos	Nutrientes (N,P) Metales Trazas (Cr,Pb) Dureza Oxígeno disuelto Demanda química de oxígeno (DQO) Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO _{5,20}) Aceites y Grasas Sólidos (Totales, suspendidos) pH Alcalinidad
Bacteriológicos	Coliformes totales Coliformes fecales Estreptococos Fecales

En la naturaleza no se encuentra agua químicamente pura, es importante conocer las características de las aguas para establecer la calidad de las mismas y sus usos potenciales. Las características de las aguas son físicas, químicas y biológicas, según la naturaleza de las impurezas que se encuentren en las mismas. (Kiely, G 1.999).

3.2.12.1 Características físicas: son características físicas de las aguas aquellas propiedades causadas por sustancias que sólo se pueden medir mediante pruebas físicas: olor, turbidez, color, sabor, temperatura y conductividad eléctrica.

3.2.12.2 Características químicas: son aquellas características del agua que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos.

En aguas naturales hay un grupo de compuestos químicos que se encuentran con frecuencia y en menor proporción algunos otros compuestos. Por el contrario, también existen compuestos químicos que sólo están presentes en las aguas que han fluido por formaciones ricas en ciertos minerales (Kiely, G 1999). Los principales componentes iones y sustancias no ionizadas que se encuentran en las aguas son:

- a) Iones
- b) Cationes: Ca^{++} ; Mg^{++} ; Na^+ ; K^+ ; P^+
- c) Aniones: SO^-
- d) Cl^- ; HCO^-
- e) Sustancias no ionizadas: SiO_2 ; O_2 ; CO_2 ; NH_3 ; CH_4 ; H_2S ; y N_2

El oxígeno, el dióxido de carbono y nitrógeno son gases que se disuelven en el agua desde la atmósfera, el amoníaco, metano, ácido sulfúrico y dióxido de carbono se originan por la descomposición biológica de la materia orgánica.

Por otro lado, hay que considerar la sílice que se encuentra disuelta de las rocas y el oxígeno proveniente de la fotosíntesis de plantas y algas.

3.2.12.3 Características biológicas: las características dadas al agua por los organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del hombre en el ambiente, aumenta la concentración de desechos a los cuerpos de agua, cambia el hábitat, y se modifica la composición de las especies, aumentando el número de individuos de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles.

Las características dadas al agua por los organismos son de carácter biológico. En aguas naturales generalmente se encuentran escasos individuos de cada especie y una gran variedad de especies. A medida que se intensifica la intervención del hombre en el ambiente, aumenta la concentración de desechos a los cuerpos de agua, cambia el hábitat, y se modifica la composición de las especies, aumentando el número de individuos de las especies tolerantes a los cambios ambientales y disminuyendo la población de las especies sensibles.

Las características biológicas de un cuerpo de agua permiten establecer las condiciones en que se encuentra y junto con las características físicas y químicas es posible determinar la calidad las aguas, indicando si el grado de polución es mínimo, moderado o severo y nos permite conocer las concentraciones de contaminantes o identificar los pulentes. (Kiely, G 1999).

3.2.13 Contaminación del agua

En el deterioro de la calidad del agua intervienen contaminantes físicos, químicos y biológicos (virus, bacterias, hongos, algas, protozoarios, plancton en general y especies bentónicas), de los grupos biológicos mencionados, solo las bacterias son objeto de estudio en este trabajo. (Kiely, G 1999).

3.2.13.1 Contaminaciones dispersas: las contaminaciones dispersas tienen su origen en actividades, por ejemplo cuando se hace uso inadecuado de fertilizantes, cuyo arrastre y eliminación depende de la intensidad de las lluvias, de la escorrentía, de las partículas del suelo, de la protección de la superficie y de las partículas del suelo, de la cantidad de productos químicos y de la dosificación utilizada.

3.2.13.2. Contaminantes físicos: entre los contaminantes físicos se encuentran la temperatura, la cual modifica el ambiente acuático y afecta la biota. Estos efectos son irreversibles cuando el cambio de temperatura es mayor a 2 °C; los sólidos en suspensión y la temperatura disminuyen la penetración de la luz y la actividad fotosintética de las algas y las plantas acuáticas. La radioactividad destruye los tejidos y es el contaminante mejor controlado en aquellos lugares donde se produce; se han desarrollado métodos de manejo, control, explosiones nucleares y accidentes en centrales de energía atómica.

3.2.13.3 Contaminantes químicos (orgánicos e inorgánicos): los orgánicos incluyen orgánicos biodegradables, detergentes, biocidas, etc.; entre sus efectos se puede se puede mencionar la demanda de oxígeno para los contaminantes inorgánicos, que incluyen sales minerales, las cuales se encuentran normalmente en las aguas y llegan a deteriorar su calidad una vez que han alcanzado concentraciones que alteran las propiedades del agua.

Los ácidos y álcalis que modifican el ambiente acuático pueden hacerlo desfavorable a especies acuáticas definidas. Los metales pesados tales como: cadmio, mercurio y plomo, pueden acumularse en la cadena trófica y afectar la biota y al hombre.

Los detergentes, en ocasiones difíciles de degradar, pueden tener efecto tóxico en la biodiversidad.

3.2.13.4 Contaminantes biológicos: los contaminantes biológicos que más preocupan al hombre son los organismos patógenos, estos pueden transmitir enfermedades a veces endémicas si no se observan prácticas de saneamiento ambiental.

Estos depósitos son particularmente frecuentes en las llanuras de inundación, los diques naturales, y las zonas marginales de los canales activos, así como en las barras de desembocadura deltaicas dominadas por la acción fluvial. (Allen, G 1975).

3.2.14 Parámetros que se utilizan para el análisis de la calidad de agua

3.2.14.1 Parámetros físicos: los parámetros físicos dan una información clara de determinadas características del agua. Entre las más importantes tenemos: Color, olor, turbidez, conductividad eléctrica, temperatura (Kiely, G 1999).

- Color: las aguas en la naturaleza presentan tonalidades diferentes, debido a diversas causas internas y externas. La mayoría de las veces el color es producido por partículas coloidales, principalmente ácidos orgánicos de la descomposición de materia orgánica. Respecto al agua de consumo, el color debe ser eliminado en el proceso de tratamiento y debe estar por debajo de 50 unidades (medido en unidades platino – cobalto), siendo este el límite máximo para el agua de consumo. (Kiely, G 1999).

- Temperatura: es la medida de calor almacenado en el agua. Se determina su valor con un termómetro en una escala específica de grados. En relación con las aguas potables la temperatura deseable para uso es de 10 a 14 °C. (Kiely, G 1999).

- Conductividad eléctrica: mide el paso de una corriente eléctrica por una muestra de agua. Los iones presentes en la muestra de agua contribuyen a aumentar la

conductividad, de esta manera la conductividad resulta ser una medida directa de las sales en solución la cual es expresada en ohm/cm. (Kiely, G 1999).

3.2.14.2 Parámetros químicos: son aquellos que se miden mediante pruebas químicas o la adición de compuestos químicos. Estos parámetros tienden a ser más específicos en su naturaleza que algunos parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra de inmediato, (Kiely, G 1999). Entre ellos se tienen: pH, alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, metales traza (cromo y plomo), etc.

- pH: es la medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Se expresa matemáticamente como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. El pH del agua en su estado natural puede variar entre 5,5 y 9,0; pero para el consumo humano debe estar entre un mínimo de 6,0 y 8,5. (Degremont, 1979 en Kiely, G 1999).

- Alcalinidad: es la capacidad del agua para neutralizar los ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, calcio o sodio) presentes en el agua, expresándose en mg/L o en ppm. (Kiely, G 1999).

- Dureza: se ha entendido como dureza de un agua a su propiedad de precipitar el jabón y a la formación de sedimentos y costras en las tuberías y en las unidades donde haya principalmente aumento provocado de temperatura, como calentadores y tubos de calderas. (Kiely, G 1999).

Para fines analíticos se define como dureza de un agua la suma de la concentración de todos los cationes metálicos, menos los alcalinos, expresados en concentración equivalente de carbonato de calcio. (Kiely, G 1999).

La dureza del agua se origina mayormente debido a los hechos siguientes:

a) Presencia de carbonatos cálcicos y magnésicos producto de la meteorización física y química de rocas sedimentarias. (Kiely, G 1999).

b) El agua de lluvia infiltrada en el suelo que entra en contacto con formaciones rocosas. (Kiely, G 1999).

c) Las aguas descargan anhídrido carbónico por acción bacteriana. (Kiely, G 1999).

d) Las soluciones acuosas con CO₂ tienen reacción ácida debido a la acción reversible del gas con el agua para formar ácido carbónico, el H₂CO₃ ha sido definido por Stumm y Morgan (1981), como $H_2CO_3 = CO_2.H_2O + CO_2(ac) + H_2CO_3$ en donde CO₂.H₂O es verdaderamente ácido carbónico en su forma predominante. (Kiely, G 1999).

- Metales traza: los metales se encuentran en las aguas naturales o en aguas polucionadas como consecuencia del lavado de los terrenos que drenaron o proceden de una fuente de contaminación. Tiene una gran importancia debido al papel físico – químico y biológico que desempeñan. (Kiely, G 1999).

Los más significativos son: arsénico, cobre, cromo, hierro, mercurio, manganeso, plomo, zinc y se expresan en mg/L, los cuales no deben exceder los límites establecidos en la Gaceta Oficial N° 5.021: Pb=0,01mg/L, Cr= 0,05 mg/L, Fe=mg/L, Na=200mg/L, respectivamente.

- Demanda química de oxígeno (DQO): es una medida de oxígeno en mg/L consumido por los cuerpos conductores de agua, mediante oxidantes químicos, sin intervención de los organismos vivos. Es una prueba muy empleada en estudios de

control de cauces receptores de desechos con sustancias tóxicas y en plantas de tratamiento de líquidos residuales. (Apha, Awwa, 1995 en Abud, J 2002).

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, 20): el consumo de oxígeno realizado en una corriente de agua por los organismos aeróbicos, se llama Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅, 20). Esta capacidad de consumir oxígeno con la presencia de microorganismos, se usa para medir el potencial polucionante de un agua y se realiza por medio del ensayo de la DBO₅, 20. La demanda bioquímica de oxígeno es la prueba más importante que se emplea para determinar la polución. Es una prueba que reduce a números un fenómeno natural, muy sencillo en teoría, pero muy complejo en la realidad. (Apha, Awwa, 1995 en Abud, J 2002).

3.2.14.3 Parámetros bacteriológicos: estos parámetros están representados por la determinación del número más probable (N.M.P.) de organismos coliformes totales y fecales, y la determinación de colonias mesófilicas en un máximo de 100 en 100ml. Los indicadores más comunes para medir la calidad del agua, están representados por los organismos coliformes y el indicador más idóneo de la contaminación por materia de origen fecal, lo constituye la bacteria *Escherichia coli*, pero también existen otras bacterias afines no fecales, indicadoras de contaminación bacteriana. (Freeman, 1986 en Abud, J 2002).

Mesófilos aerobios o bacterias heterotróficas: se refiere a aquellos microorganismos aerobios o anaerobios facultativos, los cuales son incapaces de usar el CO₂ (dióxido de carbono) como única fuente de carbono y requiere uno o más componentes orgánicos para su crecimiento. Este grupo de organismos incluye a los coliformes, así como también una gran variedad de otras bacterias. Ellos pueden crecer bien en una gran variedad de medios de cultivos en unos rangos de temperatura que oscilan entre 30 a 35 °C. (Lennete et al, 1987 en Abud, J 2002).

Estos contajes consisten en la determinación cuantitativa de colonias de bacterias en agua mediante la utilización de placas de Petri y en un medio de cultivo apropiado.

- Coliformes totales: se refiere a un grupo de bacterias pertenecientes a la familia de las Enterobacterias que se definen como bacilos gram negativos aerobios o anaerobios facultativo, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa a 35° C en 24 a 48 horas; o si es aplicada la técnica de filtros de membrana, el término sería, un grupo de bacterias gram negativas, no formadoras de esporas, que desarrollan unas colonias rojas con o sin brillo verde metálico dentro de las 24 horas a 35° C en un medio que contiene lactosa. (Hurtado, 1956 en Abud, J 2002).

- Coliformes fecales: son un pequeño grupo de coliformes totales que son resistentes al calor pudiendo así fermentar la lactosa a 44,5 ° C en 25 horas características que los diferencia del resto de los coliformes que no pueden fermentar la lactosa a esta temperatura. (Hurtado, 1956 en Abud, J 2002).

3.2.15 Efectos de la contaminación de un curso de agua

La contaminación del agua conlleva una serie de consecuencias que son preocupantes por las razones que a continuación se resumen:

a) Destrucción y pérdida de los escasos recursos hídricos con que cuenta el planeta tierra. (Hynes, H 1960).

b) Disminución de la calidad del agua que consume la población o para otros usos tales como riego o abastecimiento de la industria, cada caso tiene limitaciones cualitativas. (Hynes, H 1960).

c) Suspensión del poder autodepurador de los cauces receptores con pérdida de la flora y la fauna, haciendo imposible o difícil su uso. (Odum, E 1971).

3.2.16 Normas de calidad bacteriológica

Los requisitos bacteriológicos que deben satisfacer las aguas que se suministran para el uso humano son las siguientes. (Kiely, G 1999):

a) Dichas aguas no deben contener organismos causantes de enfermedades ni otros que contengan su origen en la fauna o en la flora intestinal humana.

b) La calidad de las aguas estará definida por la ausencia de organismos del grupo coliformes, que se detectará mediante el examen bacteriológico respectivo, con el cual se determinará el índice coliforme (o número más probable de organismos coliformes) o el número de colonias de organismos coliformes, se utiliza el método de la membrana filtrante.

Esta determinación se hace de las muestras bacteriológicas que deben ser captadas y examinadas con la frecuencia, en los intervalos y en el número de que se establece en las normas al respecto.

c) Para que dichas aguas se consideren bacteriológicamente aceptadas para uso humano, los resultados de los exámenes bacteriológicos deberán satisfacer los siguientes requisitos:

1. Ninguna muestra deberá indicar la frecuencia de *Escherichia coli* en cien mililitros (100ml) de muestra examinada.

2. El 95 por ciento de las muestras que deben ser captadas y examinadas durante un año, un mes y un día, no deberán indicar la presencia de organismos coliformes en 100 mililitros (100ml).

3. Ninguna de las muestras examinadas deberá contener unos diez (10) organismos coliformes en 100 mililitros (100ml).

4. En ningún caso deberá encontrarse organismos coliformes en 100 mililitros (100 ml) en dos muestras consecutivas, captadas en el mismo sitio. (Apha, Awwa, 1995 en Kiely, G 1999).

3.2.17 Fundamentos legales

Existe en Venezuela un marco legal que contempla la preservación del ambiente por medio de acciones preventivas, correctivas y de control; tal como lo establecen la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley Orgánica del Ambiente y el Decreto Ejecutivo N° 883, relacionado a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”.

Según el Artículo 127 de Constitución de la República Bolivariana de Venezuela:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener un ambiente en beneficio de sí misma y el mundo futuro. Toda persona tiene un derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, genética, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. Es una obligación fundamental del Estado, con la

activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”

Esta disposición es recogida en forma explícita en la Ley Orgánica del Ambiente, cuando en su Artículo N° 3 Ordinal 5 establece la “conservación, defensa y mejoramiento del ambiente”.

El Decreto Ejecutivo N° 883, relacionado a las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, establece la clasificación de las aguas, las actividades sujetas a control, las diferentes formas de descargas (a cuerpos de aguas, medio marino – costero, redes cloacales) así como del seguimiento y control y el régimen de adecuación que deben cumplir todas las actividades generadoras de contaminación.

3.2.18 Marco legal venezolano

La legislación existente para el uso y reglamentación del agua, en el caso venezolano, es la siguiente:

1. Decreto Ejecutivo N° 883, del 11 de Octubre de 1.995. Gaceta Oficial N° 5.021 extraordinario del 18 de Diciembre de 1.995, “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos y efluentes líquidos”. (Tablas 3.3 y 3.4).

2. Ley Orgánica del Ambiente (1.978), “Reglamento Parcial N° 4 sobre la clasificación de las Aguas”.

Las disposiciones legislativas, relativas a la calidad de las aguas, deberán considerar los siguientes puntos de vista:

a) Conservación de los recursos: Cursos de agua navegables, no navegables y cursos de aguas subterráneas.

b) Salud pública: Protección sanitaria del agua y alimentos, protección contra la contaminación.

c) Vida piscícola: Protección de la calidad del agua, protección contra la contaminación.

d) Ubicación de industrias y algunas actividades pecuarias: Por ejemplo, granjas porcinas, las cuales son insalubres y peligrosas.

Tabla 3.3 Límites permisibles de los elementos de las aguas, Decreto Ejecutivo N° 883 (Gaceta Oficial N° 5.021 de la República de Venezuela, 18 de Diciembre de 1995).

PARÁMETRO	LÍMITES O RANGOS MÁXIMOS				
	1 A	1 B	1 C	2 A	2 B
Ph	6,0 a 8,5	6,0 a 8,5	3,8 a 10,5		
Turbiedad	Menor de 25 UNT	Menor de 250 UNT			
Cloruros	600mg/L	600mg/L			
Sulfatos	400 mg/L	400 mg/L			
Nitratos	10,0 mg/L	10,0 mg/L			
Dureza CaCO₃	500 mg/L	500 mg/L			
Sólidos Totales	1500 mg/L	1500 mg/L		3000 mg/L	3000 mg/L
Cadmio	0,01 mg/L	0,01 mg/L		0,005 mg/L	0,005 mg/L
Hierro	1,0 mg/L	1,0 mg/L		1,0 mg/L	1,0 mg/L
Plomo	0,05 mg/L	0,05 mg/L		0,05 mg/L	0,05 mg/L
Sodio	200 mg/L	200 mg/L			
Manganeso	0,1 mg/L	0,1 mg/L		0,5 mg/L	0,5 mg/L
O.D.	Mayor a 4,0 mg/L	Mayor a 4,0 mg/L			
Coliformes Totales	Promedio mensual menor a 2000 NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 10000 NMP por cada 100 ml		Promedio mensual menor a 1000 NMP por cada 100 ml	Promedio mensual menor a 5000 NMP por cada 100 ml
Coliformes Fecales				Menor a 100 NMP por cada 100 ml	Menor a 1000 NMP por cada 100 ml

Tabla 3.4 Clasificación de las Aguas, Decreto Ejecutivo N° 883 (Decreto Ejecutivo N°883, del 11 de Octubre de 1.995. Gaceta Oficial N° 5.021 Extraordinario del 18 de Diciembre de 1.995, “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”).

TIPO		SUB-TIPO	
	Aguas Destinadas al uso domestico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él	1A	Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.
		1B	Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación floculación, sedimentación, filtración, y cloración
		1C	Aguas que pueden ser acondicionadas por procesos de potabilización no convencional.
	Aguas destinadas a usos agropecuarios	2A	Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.
		2B	Aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.
	Aguas Marinas o de medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo		
	Aguas destinadas a balneários, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial.	4A	Aguas para el contacto humano total.
		4B	Aguas para el contacto humano parcial
	Aguas destinadas para usos industriales que no requieren agua potable.		
	Aguas destinadas a la navegación y generación de energía		
	Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.		

3.2.19 Normas que rigen sobre contaminación de cuerpos de agua, valores permisibles

La calidad del agua es la condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos, está representada por el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que ella debe contener en su estado natural, las cuales pueden ser alteradas por el exceso de materiales extraños en el agua, ya sea por la actividad humana (contaminación) o por la acción de la naturaleza (polución). (Kiely, G 1999).

En la calidad de agua la hidrología es importante debido a que indica el origen, la cantidad de agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos. Estas condiciones tienen relevancia ya que según los tipos de substratos por los cuales fluye el agua, esta se cargará de unas sales u otras en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dichos substratos.

La cantidad y la temperatura son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra. Lógicamente para una cantidad de contaminante dado; cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos y la pérdida de calidad será menor. Por otra parte, la temperatura tiene relevancia ya que los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de desechos potencialmente tóxicos se pueden ver acelerados por el aumento de temperatura. (Kiely, G 1999).

La alteración del estado natural del agua por causas humanas o no naturales se le denomina actividad antrópica, que proviene del griego Tropos, que significa características. Sin embargo no es solo el hombre el que se encarga de contaminar, puesto que también la misma naturaleza por su ciclo natural colabora con dicho proceso.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1 Nivel de la investigación

Para el presente trabajo se usó la investigación de tipo proyectiva; Este tipo de investigación intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta. Dentro de esta categoría entran los estudios de factibilidad o “proyectos factibles”. Todas las investigaciones que conllevan el diseño o creación de algo también entran en esta categoría. Los proyectos pueden ser de tipo económico, social, educativo, tecnológico, etc. El término proyectivo está referido a proyecto en cuanto a propuesta; sin embargo, a este proyecto o propuesta el investigador puede llegar mediante vías diferentes, las cuales involucran procesos, enfoques, métodos y técnicas propias: la perspectiva, la prospectiva y la planificación holística. (Hurtado de Barrera, 2008).(figura 4.1)

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación está basado en la investigación de campo, ésta consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

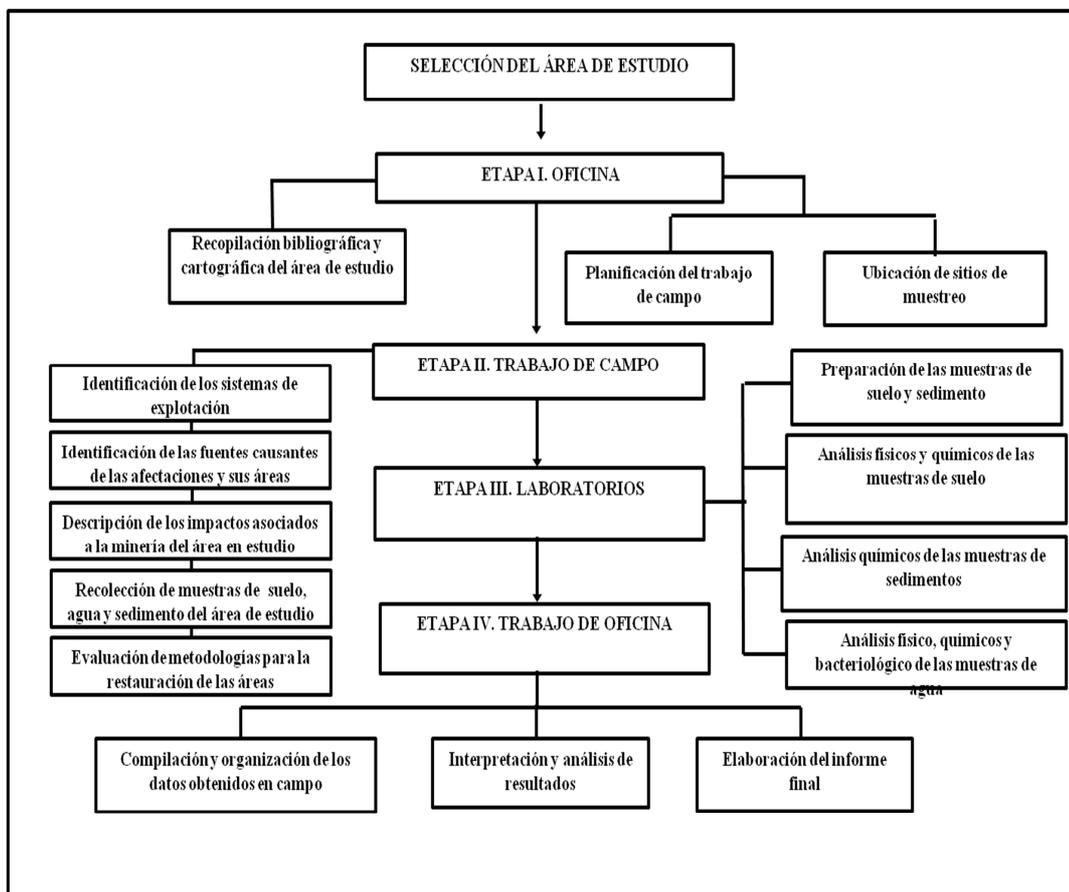


Figura 4.1 Imagen flujograma de la investigación.

4.2.1 Etapas para el desarrollo del proyecto

4.2.1.1 Etapa de oficina: Consistió en la revisión y búsqueda documental y cartográfica de toda la información posible del área en estudio, como mapas, trabajos previos, textos, trabajos similares realizados en otras zonas.

- Recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio: Se realizó la recopilación de la bibliografía existente cuya información pudiera ser útil para la

evaluación del área. Además se utilizó la información cartográfica existente del área, incluyendo así también mapas topográficos y geológicos.

- Planificación del trabajo de campo: se estableció un plan de trabajo dentro de los días que se determinan estar en campo, ubicando los primeros 5 días se hará un recorrido o reconocimiento del área en estudio, para así comprobar y señalar su ubicación con coordenadas geográficas en los puntos de interés; los siguientes 15 días se procederá a la descripción de cada una de las áreas y recolección de toda la información que se requiera, así como corroborar los puntos en donde se hará el muestreo, luego los 9 días restantes se ejecutara el muestreo, preparación de la muestra y vaciado de información en digital; para culminar el ultimo día el muestreo de las aguas y de la misma manera salida oficial del campamento.

- Ubicación de sitios de muestreo: Como referencia para establecer la ubicación de los puntos de trabajo se contó con el mapa topográfico de la zona, correspondiente a la hoja cartográfica 7035, sector Guaniamo 3.

Tomando en cuenta las áreas y considerando además, que los puntos a tomar permitieran obtener el mayor número posible de unidades, de manera tal, que las mismas se encuentren afectadas por minería artesanal y otras no afectadas que sirvan de comparación. También se consideró la accesibilidad a dichos puntos.

4.2.1.2 Etapa de campo: esta etapa consistirá en reconocer el área de estudio e identificar las fuentes principales de la afectación del área para un posterior diagnóstico desde el punto de vista ambiental de las áreas afectadas en el sector, describir los impactos que se observaron y la identificación de los sistemas de explotación, además de la recolección de muestras de suelo, sedimento y agua.

4.2.1.3 Etapa de laboratorio: Se llevó a cabo en 3 (tres) fases, la primera de campo y el laboratorio del campamento las cenizas donde se prepararon las muestras de sedimentos para ser trasladada; La segunda fase en el Laboratorio de preparación de muestra INGEOMIN donde las muestras de suelo y sedimento serán preparadas para ser analizadas por el laboratorio de Geociencia de la Universidad de Oriente que esta comprende la tercera fase; las muestras de agua se llevaron directamente al laboratorio de Geociencia de la universidad de oriente.

4.2.2 Metodología empleada para cada objetivo

4.2.2.1 Diagnóstico desde el punto de vista ambiental de las áreas afectadas por la actividad de minería artesanal en el área de estudio: Para hacer un diagnóstico detallado de distintas áreas se procedió primero a identificarlas y tomar coordenadas geográficas de ellas, dar un punto de referencia, descripción de lo observado, un cálculo aproximado de su extensión, y para una valoración por su afectación se utilizo una tabla elaborada por INGEOMIN, región Guayana, división de ambiente.

4.2.2.2 Descripción de los impactos asociados a las actividades de minería artesanal: Durante el periodo en campo se realizo una lista de los impactos que se fueron observando en cada una de las zonas afectadas numeradas, propias de los sistemas de explotación de la zona, para luego realizar una descripción de cada uno de ellos y muestra de fotografías tomadas en campo.

4.2.2.3 Determinación de los sistemas de explotación utilizados y su influencia en el medio ambiente: Previa recopilación bibliográfica, ya se tenía información de los tipos explotación que existían en Guaniamo 3, y durante la etapa de campo de valido la información, Se fotografió y esquematizo.

4.2.2.4 Determinación de las características físico- químicas del suelo en el área de estudio: Se procedió a la toma de muestras de suelos en los puntos que se observaron de importancia necesarios para la descripción del mismo, luego las muestras se pasaron al laboratorio de preparación muestras de INGEOMIN para ser secada y cuarteada; una fracción es pasados en los tamices 10, 20, 4, 60, 120, 200; la otra fue llevada al laboratorio de Geociencia para los análisis como textura color clasificación entre otros, en donde serian cuantificados. Los puntos de muestreo se muestran en la tabla 4.1

Tabla 4.1 coordenadas de las muestras de suelo

Nomenclatura	Este	Norte
G3-sue01	190360	703419
G3-sue02-1	190249	704202
G3-sue02-2	190249	704202
G3-sue03	189985	704239
G3-sue04	190126	704111
G3-sue05	189914	703782
G3-sue06	189348	703638
G3-sue07	188889	704049

4.2.2.5 Determinación de las características química de los sedimentos: Se recorrió el área en estudio y se ubicaron las áreas afectadas, para luego procedió a la recolección de las muestras en los márgenes de los ríos y considerando también los albardones naturales, estas fueron trasladadas en bolsas plásticas identificadas al laboratorio la ceniza en donde se secaron para facilitar su traslado, luego se llevaron las muestras al laboratorio de preparación de muestras de INGEOMIN para que estas fueran secadas, pulverizadas y cuarteadas según los requerimientos del laboratorio de Geociencia que sería el siguiente punto o siguiente estación para las muestras (las muestras estuvieron allí un periodo de 2 meses). Las coordenadas de las muestras tomadas están en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 coordenadas de las muestras de sedimentos

Muestra	Este	Norte
G3- sed01	189592	703803
G3- sed02	190296	703368
G3- sed03	190296	703367
G3- sed04	189271	703576
G3- sed05	188640	704095
G3- sed06	188742	703959
G3- sed07	188701	703857

4.2.2.6 Determinación de las características física, químicas y bacteriológicas de los afluentes afectados en las aéreas de estudio: Se ubico el mapa del área de interés para así acotar los afluentes presente, luego se planteo un esquema de muestreo representativo para así proceder a la recolección de la muestras en los puntos seleccionados, realizándose respectivamente margen izquierdo, margen derecho y centro del afluente, unas vez tomadas se marcaron y posteriormente se almacenaron en una cava con hielo para conservarlas terminado este procedimiento se sello dicha cava, y se traslado en los carros al laboratorio de Geociencia donde serian cuantificados los parámetros a estudiar cómo fueron: sólidos totales, nitratos, fosfatos, pH, turbiedad, entre otros. Las coordenadas de las muestras de aguas están en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 coordenadas de las muestras de agua

Muestra	Este	Norte
G3-a01	190248	703320
G3-a02	190094	704555
G3-a03	189590	703799
G3-a04	189309	703558
G3-a05	188794	703385
G3-a06	188663	703732
G3-a07	188632	704073

4.2.2.7 Evaluación de metodologías utilizadas para la restauración de áreas intervenidas por dicha actividad: luego de una inspección detallada del área en estudio y actividades anteriores para poder desarrollar este objetivo, se consideraron aspectos y diferentes propuestas de recuperación de áreas afectadas por minería del manual de tópicos mineros especiales, determinando cual era factible adaptándose a las diferentes condiciones del sector Guaniamo 3.

4.2.2.8 Establecer propuestas o normas técnicas que oriente la actividad de minería artesanal en relación con el medio ambiente: se consideraron propuestas a largo, mediano y corto plazo que requieren de un seguimiento e interés de la comunidad, y organismos gubernamentales para que estos sean efectivos y se preserve, cuide y recupere el ambiente.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico desde el punto de vista ambiental las áreas afectadas por la actividad de minería artesanal en el área de estudio

Zona de afectación 01: se encuentra en el sector planada los indios con coordenadas 703807N y 189825E; tiene aproximadamente 2 años de afectada; se observó la remoción de material de un área de aproximados 200 mts² y una profundidad de 3 mts, presencia de agua retenida de olor fétido y coloración verduzca y material descompuesto, en sus alrededores se observa una vegetación densa de sabana y algunos arbusto, sin embargo el frente de explotación z.a-01 no presenta recuperación vegetal. Este frente de explotación abandonado esta tapado por la vegetación a sus orillas, grado de afectación 4. Figura 5.1.



Figura 5.1 Zona de afectación 01.

Zona de afectación 02: ubicado en el sector planada los indios, con coordenadas 703826N y 189806E es un área afectada aproximadamente hace 2 años, se observó la remoción de material de 150mts² y una profundidad de 3 mts, con agua de coloración blanquecina y olor fétido y muy escasa recuperación vegetal, muy cerca se encuentran varias áreas de afectación aunque sus alrededores son de vegetación abundante de sabana, no se encuentra visible por la vegetación de los bordes lo que representa un riesgo para aquellos que por allí caminen. Grado de afectación 4. Figura 5.2.



Figura 5.2 Zona de afectación 02.

Zona de afectación 03: ubicada en el sector la planada los indios, con coordenadas 703871N y 189626E, afectación con un área aproximada de 150mts² donde se pudo observar la integración de la quebrada Los Indios al antiguo frente de explotación z.a-03 causando la formación de una laguna; dicho punto de estudio se explotó con monitores hidráulicos arrojando todo el agua y material desprendido por las monitores hidráulicos así como los sedimentos de la tamizadora al cauce de la quebrada a pesar de que este frente se encuentra parado desde hace 2 años su

recuperación es muy poca debido a que no existe vegetación y es depósito de muchos desechos sólidos que traslada la quebrada. Grado de afectación 4. Figura 5.3.



Figura 5.3 Zona de afectación 03.

Zona de afectación 04: se encuentra en el sector los tres choques, con coordenadas 703808N y 189122E, afectación realizada hace aproximadamente 4 años, es un área con mucha minería a sus alrededores, se observa mediana recuperación vegetal en sus alrededores que también fueron parte de la afectación, tiene una área de afectación aproximada de 1000m^2 . Grado de afectación de 4. figura 5.4.



Figura 5.4 Zona de afectación 04.

Zona de afectación 05: cercano al sector los tres choques, con coordenada 703966N y 188949E, área fue afectada aproximadamente hace 4 años; su explotación se realizó con monitores hidráulicos, la zona se encuentra inundada con agua de coloración verdusca, el afluente más cercano es Quebrada Grande, también se observó campamentos mineros cercanos, recuperación vegetación a su alrededor que también fue afectada, y la inundación cubre toda el área que tiene una extensión de 900m². Grado de afectación 4. Figura 5.5.



Figura 5.5 Imagen panorámica de la zona de afectación 05.

Zona de afectación 06: sector planada los indios, con coordenadas 704217N y 190176E, afectación de hace aproximados 15 años, se trabajo con monitores hidráulicos, sin embargo a sus al alrededores se encuentran mineros realizando pozos verticales, se encuentra inundado con agua de coloración verdosa, ha tenido una recuperación vegetal a las orillas, todavía se observan equipos como tamizadoras, tiene una extensión de 750 mt² aproximados. Grado de afectación 4. Figura 5.6.



Figura 5.6. Imagen panorámica de la zona de afectación 06.

Zona de afectación 07: ubicado en el sector la planada los indios, con coordenadas 704174N y 190209E, afectación realizada hace aproximadamente 20 años, se observa tiene un talud descubierto que en su parte superior esta el bosque virgen y parte de lo que fue la explotación se encuentra inundado con poca recuperación vegetal, con equipos a sus orillas, esto tiene una extensión de 750mt². Grado de afectación de 4. Figura 5.7.



Figura 5.7 Panorámica de la zona de afectación 07.

Zona de afectación 08: ubicado en el sector de zona de 24, con coordenadas 703687N y 190454E, afectación realizada hace aproximadamente 15 años mediante la explotación de monitores hidráulicos, según los pobladores de la zona y trabajadores del mismo nos informaron que se abandonaron los trabajos en este frente porque comenzó a emanar mucha agua, sin embargo este lugar es utilizado para lavar material extraído de los verticales; se tiene un área de afectación de 400 m² aproximadamente. Grado de afectación de 4. Figura 5.8.



Figura 5.8 Zona de afectación 08.

Zona de afectación 09: ubicado en el sector la planada los indios, con coordenadas 704225N y 190039E, es un área afectada hace aproximadamente 15 años con monitores hidráulicos, se encuentra inundado con un agua de coloración verdusca, en sus orillas se tiene vegetación de manera parcial, su extensión es de 400m² aproximadamente. Grado de afectación de 4. Figura 5.9.



Figura 5.9 Zona de afectación 09.

Zona de afectación 10: ubicado en el sector de 24, con coordenadas 703474N y 190557E, se realizo su explotación hace 2 años aunque sus trabajos fueron más que nada exploratorios y por ello no se utilizo ningún sistema de explotación, se puede observar un talud expuesto con verticales muy cercano, se observó en algunas partes recuperación vegetal, se observa erosión por la acción de la lluvia, su extensión se estima de 150m². Grado de afectación de 3. Figura 5.10.



Figura 5.10 Zona de afectación 10.

Zona de afectación 11: ubicado en el sector planada los indios, con coordenadas 704126N y 189817E, se realizo su afectación hace aproximadamente 15 años mediante monitores hidráulicos, con recuperación vegetal natural a sus alrededores y gran parte inundado creando una laguna con agua de coloración verduzca, su extensión es de aproximados 400 mt². Grado de afectación de 4. Figura 5.11.



Figura 5.11 Zona de afectación 11.

Zona de afectación 12: ubicado en el sector 24, con coordenadas 703524N y 189282E, su afectación se realiza hace aproximadamente 15 años mediante el sistema de monitores hidráulicos, tiene muy poca vegetación y de suelo muy suelto tiene como lindero quebrada 24 y cercano a otras zona de actividad minera activa, tiene un extensión aproximada de 1000mt². Grado de afectación de 3. Figura 5.12.



Figura 5.12 Panorámica de la zona de afectación 12.

Zona de afectación 13: ubicado en el sector de 23, con coordenadas 703710N y 188646E, actualmente explotado mediante el sistema de monitores hidráulicos, con descargas directas a Quebrada Grande, se observa desde muy poca vegetación a nula y por los drenajes causados por las descargas de los equipos al suelo, su extensión es de un aproximado de 210000 mt². Grado de afectación de 5. Figura 5.13.



Figura 5.13 Panorámica de la zona de afectación 13.

Zona de afectación 14: ubicada en el sector de 23, con coordenadas 703710N y 188646E Se encuentra activo este frente de explotación, se encuentra a los márgenes de Quebrada Grande y todos los líquidos y desechos de las maquinas son arrojados al mismo; Se encuentra activo un campamento y sus alrededores se encuentran llenos de desechos como latas, papeles, bolsas, embases de lubricantes entre otros; se observan filtros retenedores de sedimentos, tienen una extensión aproximada de 800 mt². Grado de afectación de 5. Figura 5.14.



Figura 5.14 Panorámica de la zona de afectación 14.

Zona de afectación 15: ubicado en el sector de 24, con coordenadas 703162N y 190295E, área que se encuentra activa su explotación, se tiene represada unos de los afluentes de grado 3 llamado por el sector como Rabines de quebrada 24 se observan equipos como bombas, tamizadoras entre otros; a unos 50 mts se encuentra un campamento conocido como salvador, también se tienen filtros de antiguo trabajos a uno de los taludes, y algunas área inundadas, su extensión es de 1800mt² aproximados. Grado de afectación de 5. Figura 5.15.



Figura 5.15 Zona de afectación 15.

Zona de afectación 16: ubicado en el sector de 24 con coordenadas 703368N y 190296E, área con la actividad minera activa desde hace aproximadamente 5 meses, se observaron equipos como bombas, tamizadoras e incluso desperdicios como envases de lubricantes, bolsas entre otros; se tiene uno de los afluentes de tercer grado conocido como los Rabines de quebrada 24 represados para surtir de agua a todo el sistema de explotación (monitores hidráulicas) y también se observan filtros artesanales hechos con hojas de palmas donde son arrojados los vertidos de la tamizadora para luego ser dirigidos a la quebrada 24, con un extensión de 500 mts. Grado de afectación 5. Figura 5.16.



Figura 5.16 Zona de afectación 16.

Zona de afectación 17: ubicado en el sector de 24, con coordenadas 703576N y 189271E, esta área actualmente se encuentra activa desde hace 2 años aproximadamente, en este punto se muestreo sedimento, se puede ver los equipos como tamizadoras, bombas, entre otras, dicho punto se encuentra en uno de los márgenes de el afluente quebrada 24, los mineros trabajando en este frente, se tienen filtros de elaboración artesanal con palmas, se estima un área de afectación de unos 3750 mt² aproximados, se considera un grado de afectación de 5. Figura 5.17.



Figura 5.17 Panorámica de la zona de afectación 17.

Zona de afectación 18: sector los 3 choques, con coordenadas 704095N y 188640E, este punto se encuentra activa su explotación, se observó abundante vegetación a su alrededor, parte del terreno inundado y muy cercano a uno de los márgenes de Quebrada Grande, esto comprende un extensión de 1250mt² aproximada, se considera un grado de afectación de 5. Figura 5.18.



Figura 5.18 Zona de afectación 18.

Pozos verticales artesanal: mientras se reconocía el área, recolección de muestra y otras actividades que se realizaron en la etapa de campo se tomo coordenada y se realizo un conteo de todos los verticales que se observaron la mayoría de ellos abandonados y sin ninguna señalización representando un peligro para aquellos que los puede tomar por sorpresa dichos pozos verticales. Figura 5.19.



Figura 5.19 Pozos verticales.

5.2 Descripción de los impactos asociados a las actividades de minería artesanal.

Se Presenta una lista de los impactos observados en el sector de Guaniamo 3 para posteriormente ser descritos; y estos son:

- a) Remoción de la capa vegetal.
- b) Remoción de grandes volúmenes de terreno.
- c) Vertido de la mezcla de sedimentos y agua a los afluentes
- d) Desvíos de cursos de agua.
- e) Agotamiento de quebradas de segundo y tercer orden.
- f) Contaminación de Quebrada Grande con sedimentos.
- g) Frentes de explotación no controlados (taludes).

- h) Lagunas en frentes de trabajos abandonados.
- i) Excavaciones verticales sin control.
- a) Remoción de la capa vegetal.

El sistema de explotación que se utiliza en Guaniamo 3, afecta directamente la capa vegetal, que es de vital importancia para la vida de la flora de la zona. La minería de Guaniamo es una minería sin planificación, capital, ni investigación previa esto hace que la afectación se acentuó cada vez mas así no sea directamente la intensión de los mineros que allí laboran. En las distintas zonas de afectación mencionadas en el objetivo anterior se observó retiro parcial de la capa vegetal en algunas de ellas, como es mostrado en la figura 5.20, y retiro total en otras zonas como lo muestra la figura 5.21, esto varía según el tiempo que se ejecuto trabajos en el lugar o la intensidad de los mismo.



Figura 5.20 Remoción parcial de la capa vegetal.



Figura 5.21 Remoción total de la capa vegetal.

b) Remoción de grandes volúmenes de terreno.

Al momento de practicarse la minería siempre ocurren cambios en la morfología del terreno, sobre todo si dicha minería no es planificada, y Guaniamo 3 no se encuentra exento de esto; a nivel ambiental e ingenieril se tienen distintas propuestas para la solución de este problema, pero esto también requiere de mucho personal y maquinarias y espacio. El sector de los tres choques es uno de los más afectados, en toda su extensión se puede apreciar prácticamente un terreno plano con rastros de antigua actividad minera. Figura 5.22.



Figura 5.22 Remoción de grandes volúmenes de terreno.

c) Vertido de una mezcla de sedimento y suelo a los afluentes.

Esta mezcla es creada por los líquidos que desecha la lavadora al momento de cribar el material y del fuerte chorro de agua que impacta directamente a la pared que están trabajando los mineros, integrándose y luego cayendo al cauce de algún afluente, el más cercano que tenga, como el de quebrada 24 y Quebrada Grande. Este vertido no es regular este depende de los frentes de explotación que se encuentren activos y de los días de labores que ellos programen. Figura 5.23.



Figura 5.23 Lavadoras en funcionamiento.

d) Desvíos de cursos de agua.

Para los mineros de la zona que poseen maquinas para trabajar por el sistema de monitores hidráulicos, es de vital importancia tener suficiente agua para suministrar a los equipos, pero muchos de los frentes que ellos desean explotar no poseen afluentes de fácil acceso, para solventar esa situación los mineros represan y desvían los afluentes de manera que se les haga lo más cercanos posible y tenga suministro de agua permanentemente usando sacos, piedras y utilización de herramientas como picos, palas, entre otros. Figura 5.24.



Figura 5.24 Rabin los indios represado.

- e) Agotamiento de quebradas de segundo orden y tercer orden.

El sistema de monitores hidráulicos necesita de cierto volumen de agua por minuto de igual manera que su suministro de agua sea constante durante toda su jornadas de trabajo, y como canal hídrico más cercanos a los frentes de explotación en algunos casos se tiene quebradas de segundo y tercer orden que no poseen ese caudal que se le es exigido para suministrar el agua a las bombas y esto es causante que se acelere el proceso de secamiento de estas quebradas.

- f) Contaminación de Quebrada Grande con sedimentos.

Quebrada Grande es afectada en por dos fuentes, la primera son los frentes de explotación ubicados a los márgenes del mismo arrojando directamente todos sus desperdicios, vertido de líquidos y material desprendido de los frentes de explotación directamente al afluente, siendo este el de mayor importancia con respecto al grado de afectación que este propicia a Quebrada Grande, y preferido por los mineros ya que tienen acceso total al recurso hídrico, para suministrar a sus equipos hallándose más frecuente o constante, como segunda fuente se tienen todos los vertidos a lo largo

de las quebradas de menor orden, que desembocan a la cuenca principal donde es cargado con desechos provenientes de otros frentes de explotación. Figura 5.25.



Figura 5.25 Contaminación a Quebrada grande.

g) Frentes de explotación no controlados.

Los mineros instalan campamentos, bombas hidráulicas y lavadoras (tamizadoras), para luego concentrar el personal que va a trabajar en el frente seleccionado, pudiendo quedarse en el sitio el tiempo que ellos decidan; Si no tienen tanta suerte como esperan, se mudan más rápido de lo que se imagina a otro frente, quedando el anterior entorno destruido o muy gravemente afectado. Figura 5.26.



Figura 5.26 Frente de explotación sector 23.

h) Excavaciones verticales sin control.

Los pobladores que trabajan la minería realizando excavaciones verticales, cavan a profundidades de 10 mts aproximadamente o más, hasta conseguir la kimberlita (en el sector le dan el nombre de PINTURA), extraen el material y es lavado en el río con surucas, si el pozo vertical es productivo se comienzan las galerías que son de un riesgo máximo, pero si no consiguen la kimberlita abandonan el pozo vertical sin dejar ninguna señalización y el espacio vacío, para migrar y comenzar alguna otra excavación vertical nueva. Figura 5.27.



Figura 5.27 Mineros realizando pozos verticales.

i) Erosión y sedimentación de los suelos.

Los suelos de Guaniamo 3 sufre una fuerte erosión por el agua que derraman los equipos que se encarga de hacer el lavado y cribado del material, esta se describe como una erosión por reguero o surcos, producidos al arrastrar el agua elementos terrosos, estos surcos se forman cuando el agua no discurre uniformemente por la superficie sino lo que hace concentrada en corrientes de una potencia erosiva capaz de abrir pequeñas incisiones en el suelo que con el tiempo pueden llegar a ser importantes. Figura 5.28.



Figura 5.28 Surcos en los suelos.

5.3 Determinación los sistemas de explotaciones utilizados y su influencia en el medio ambiente.

Los sistemas de explotación que se observaron fueron:

- a) Monitores hidráulicos.
- b) Pozos verticales.
- a) Monitores hidráulicos

Con sus fuertes chorros de agua arranca el material y se obtiene una mezcla de agua y sedimentos que es bombeada a las maquinas de lavado y cribado, donde se captura la fracción útil. El resto de la mezcla de agua y sedimentos es vertido generalmente aguas abajo y así se mantiene un ciclo continuo de arranque de aluvio y desecho de material lavado. Para asegurar este proceso productivo es indispensable almacenar suficiente agua para lo cual el minero constituye estanques, desvía cursos

de agua obligado a reciclar el agua, traspasa aguas de curso a otro y en ocasiones se ve obligado a reciclar el agua que sería, en último caso, la opción menos agresiva al medio. Figura 5.29.

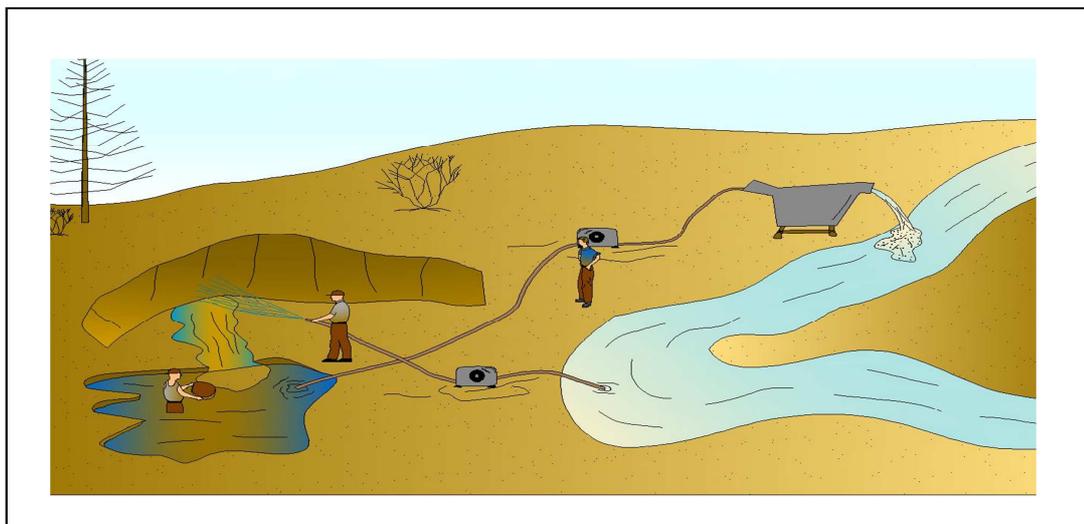


Figura 5.29 Sistema de explotación Monitores Hidráulicos.

b) Pozos verticales

Estas excavaciones son realizadas por los mineros con instrumentos como palas, palines y tobos, llegando a grandes profundidades hasta conseguir el manto kimberlítico y usando el material estéril que se extrae para represar sectores de las quebradas, así lavar el material mediante surucas; los pozos verticales que resultan productivos pueden llegar a tener galerías, en cambio otros llegan a ser sólo de exploración al no encontrar el manto kimberlítico, quedando estos descubiertos.

5.4 determinación de las características físico-químicas del suelo en el área de estudio

En el sector de Guaniamo 3 se tomaron distintos puntos de muestreo, en donde para las muestras de suelo que se consideraron para los análisis determinación de sus parámetros físicos y químicos fueron g3-sue01, g3-sue02, g3-sue02-1, g3-sue06, g3-sue07. Dando los siguientes resultados (tabla5.1):

Tabla 5.1 Resultados físicos y químicos de los suelos en el sector Guaniamo 3.

Parámetros	Unidades	g3-sue01	g3-sue02	g3-sue02-1	g3-sue06	g3-sue07
pH	-----	5,39	5,35	5,32	5,28	5,32
Materia orgánica	%	1,37	1,29	1,17	1,06	1,09
Nitrógeno	%	0,07	0,08	0,06	0,05	0,06
Fosforo	Ppm	15	16	15	12	11
C.I.C	Meq/100gr suelo	10,03	11,29	9,68	6,01	4,31
Calcio	Meq/100gr suelo	6,82	7,92	6,49	3,29	2,39
Magnesio	Meq/100gr suelo	1,7	1,97	1,74	1,21	1,06
Potasio	Meq/100gr suelo	0,6	0,45	0,39	0,69	0,35
Sodio	Meq/100gr suelo	0,15	0,13	0,09	0,12	0,1
Aluminio	Meq/100gr suelo	0,76	0,82	0,97	0,7	0,41
Arena	%	64,52	25,61	22,93	59,6	85,47
Limo	%	8,59	13,51	9,85	12,54	3,74
Arcilla	%	26,89	60,68	67,21	27,86	10,79
Textura	-----	Media	Finas	finas	media	gruesa
Clasificación	-----	franco arcillo arenoso	Arcilloso	arcilloso	franco arcillo arenoso	arena francosa

Los resultados mostraron suelos con valores no críticos, sin afectaciones a su composición original y pH dentro de los valores o rango normales.

5.5 determinar las características químicas de los sedimentos

En el sector Guaniamo 3, se consideraron puntos de muestreo que fueron llamados g3- sed01, g3-sed02, g3-sed03, g3-sed04, g3-sed05, g3-sed06, g3-sed07, y en dando como resultados en sus análisis químicos lo siguiente (tabla 5.2):

Tabla 5.2 Resultados químicos de los sedimentos en el sector Guaniamo 3

Muestra	Sílice SiO ₂ %	Aluminio AL ₂ O ₃ %	Hierro Fe ₂ O ₃ %	Oxido Cálcico CaO %	Oxido de Magnesio MgO %	Oxido de Sodio Na ₂ O %	Oxido de Potasio K ₂ O %	Oxido de Manganeso MnO %
g3- sed01	84,49	6,22	2,73	0,76	0,57	1,38	0,89	0,07
g3- sed02	85,64	6,35	2,65	0,68	0,42	1,23	0,74	0,08
g3- sed03	86,27	6,17	2,82	0,83	0,69	1,19	0,93	0,06
g3- sed04	85,31	6,29	2,79	0,74	0,58	1,22	0,89	0,07
g3- sed05	86,94	6,49	2,34	0,59	0,62	1,17	0,75	0,08
g3- sed06	86,03	7,01	2,58	0,69	0,49	1,28	0,81	0,09
g3- sed07	86,04	6,48	2,61	0,81	0,53	1,24	0,91	0,07

Los resultados mostraron sedimentos no afectados químicamente, y no presentando valores críticos en los parámetros estudiados.

5.6 determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas de los afluentes afectados en las áreas de estudio.

Las muestras de suelos se les dio la nomenclatura de g3-a01, g3-a02, g3-a03, g3-a04, g3-a05, g3-a06, g3-a07, la temperatura del agua es de 27 °C y los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos fueron los siguientes (tabla 5.3):

Tabla 5.3 Resultados físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas en el sector Guaniamo 3.

Muestr	S.	Nitrato	Fosfato	pH	Turbie	Alcalin	Dureza	Ca	Mg	O.D.	Col.	col.	Fe ₂ O ₃	Cr	Pb	Cd
3- a01	181	3,71	0,10	5,96	88,33	6	8	1,75	0,49	2,02	<2	110	0,37	0,08	<0,05	<0,03
3- a02	218	2,95	0,08	6,03	95	7	8	2,04	0,64	2,06	<2	78	0,29	<0,05	<0,05	<0,03
3- a03	234,67	2,94	0,09	6,05	101,67	8	9,67	2,40	0,86	2,12	<2	140	0,29	0,08	<0,05	<0,03
3- a04	255,33	3,13	0,08	6,10	103,33	8,67	10,67	2,56	0,92	2,19	<2	170	0,26	0,07	<0,05	<0,03
3- a05	172	2,37	0,05	6,19	105	9	11	2,87	1,03	2,77	<2	130	0,29	0,06	<0,05	<0,03
3- a06	178,50	2,74	0,06	6,19	102,50	10	12	2,92	1,07	3,07	<2	160	0,30	<0,05	<0,05	<0,03
3- a07	179,33	2,90	0,05	6,21	103,33	10	11,33	2,91	1,07	3,07	<2	170	0,28	<0,05	<0,05	<0,03

Según los valores límites de la Gaceta Oficial n° 5.021 para un “agua de tipo 1B, aguas que pueden ser condicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración”; no presenta valores críticos de contaminación. Y según la tabla de la ley de agua “calidad exigida a las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable” se tiene como valor por encima de lo permitido los coliformes totales y turbiedad.

5.7 Evaluar metodologías para la restauración de áreas intervenidas por dicha actividad

Como metodologías para la restauración se toman en consideración los problemas observados y que requieren de solución inmediata, están a continuación:

a) Selección de las especies vegetales: Se debe solicitar asesoramiento al ministerio del ambiente, así como las semillas de los árboles y especies vegetales del entorno, junto con la Organización de una jornada de plantación dichas especies a vegetales y luego un seguimiento que asegure la evolución y fructífero crecimiento.

b) Límites de afectación a márgenes de los ríos: Desocupar los trabajos que se realizan a los márgenes del río y hacer un diseño de apantallamiento para ocultar visualmente los trabajos que se estén realizando, así como enseñar orientación que deben seguir los frentes de explotación, así como dirección de avance.

c) Reducción de la pendiente en taludes artificiales: Debido al espacio y vías de acceso con que se cuentan, es más factible realizar el diseño de un mallado según las características del suelo así como y estudio de los explosivos ideales para el mismo.

d) Relleno de pozos verticales: Una metodología viable y de manera rápida para rellenar los pozos verticales es como primera instancia tomar material prestado que se encuentre a su alrededor y de taludes o explotaciones cercanas.

e) Saneamiento de campamentos: Abastecimiento de bolsas de basura a los campamentos y saneamiento de los mismos para asegurar los entornos limpios, recordando que los campamentos se encuentran una zona muy cerca de zonas vírgenes.

f) Conciencia minera: Se requiere Organización de jornadas ambientalistas e información para las comunidades cercanas como lo son el milagro y la salvación, así como visitas de asesoramiento jurídico, ambiental, geológico e ingenieril para el desarrollo de frentes de explotación justamente asegurar un mejoramiento exitoso del sector en conjunto de actividades, cursos o charlas durante todo el año.

5.8 Establecer propuestas o normas técnicas que oriente a la actividad de minería artesanal en relación con el medio ambiente

a) Establecer una distancia determinada entre los márgenes de algún afluente y el área que se desea trabajar, con el fin de reducir el impacto visual que genera la explotación, y no alterar morfológicamente el cauce del afluente

b) Determinar o proponer un filtro que detenga una mayor cantidad de desechos de los equipos, que por lo general son arrojados al río: un mejor diseño evitara que menos cantidad de sólidos sean arrojados al río y tornarse menos turbia cada vez.

c) Constante supervisión de las afectaciones que se realicen en Guaniamo 3 así como supervisión de los frentes activos que cumplan las normas de explotación y recuperación.

d) Talleres concientizadores así como actividades constantes para estar en firme comunicación con los mineros y proporcionarles las explicaciones de todas las medidas que se quieren tomar y la importancia de las mismas

e) Retiro y almacenamiento de la capa vegetal antes de cada trabajo o labor minera para una posterior colocación y restauración del área.

f) Creación de sistemas de drenajes desde los filtros hasta el afluyente más cercano para evitar la sedimentación excesiva del suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En Guaniamo 3 Se contabilizaron 18 áreas afectadas con una extensión total de 224350 mts², y según la tabla de grados de afectación por actividad de pequeña minería estas áreas se encuentran dentro de los grado 3,4 y 5 con porcentajes de un 11,11% de grado de afectación 3, un 55,56% de grado de afectación 4 y un 33,33% de grado de afectación 5. Siendo el de grado 4 el de mayor proporción.

- La extensión total de Guaniamo 3 es de 1960000 mts² y la extensión de la afectación representa un 11,45% del área total del sector

- Los pozos verticales se consideraron en grado de afectación 3 debido a son en su mayoría de mediana profundidad, y en algunas zonas se encuentran muy cercanos uno del otro.

- Los impactos observado y acotados fueron los siguientes: -Remoción de la capa vegetal, -Remoción de grandes volúmenes de terreno, -Vertido de una mezcla de sedimentos y agua a los afluentes, -Desvió de curso de agua, -Agotamiento de quebradas de segundo y tercer orden, -Contaminación de Quebrada Grande con sedimentos, -Frentes de explotación no controlados, -Lagunas en frentes de trabajos abandonados, -Excavaciones verticales sin control.

- Se considera como impacto de mayor importancia los frentes de explotación no controlados debido a que se debe comenzar un frente de explotación para tener como consecuencia los demás impactos antes mencionados.

- Se identificó como sistemas de explotación utilizados en Guaniamo 3 a los sistemas de monitores hidráulicos y excavaciones verticales.

- El sistema de explotación que propicia más niveles de afectación para el área es el sistema de monitores hidráulicos, debido al uso indiscriminado del recurso hídrico así como la contaminación al mismo con sólidos y líquidos que desechan las lavadoras.

- Los análisis químicos para los suelos según los resultados arrojados por el centro de Geociencia, en áreas afectadas no arrojaron valores anormales o que esté siendo contaminado químicamente.

- Los análisis físicos del suelo según los resultados arrojados por el centro de Geociencia, presenta un suelo franco arcillo arenoso para las muestras g3-sue01 y g3-sue06 suelos afectados, una arena francosa en la muestra g3-sue07 suelo afectado y un suelo arcilloso en las muestras g3-sue02-1 y g3-sue02-2 suelo no afectado.

- La mayor afectación la está recibiendo el suelo, es la pérdida de la capa vegetal dejándolo expuesto a la intemperie, y otra de importancia es la erosión que está sufriendo el mismo.

- Los análisis químicos de los sedimentos según los resultados arrojados por el centro de Geociencia, no mostraron anomalías ni valores críticos.

- Los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua según los resultados arrojados por el centro de Geociencia, describe que todos los parámetros se encuentran dentro de los rangos normales no presentando contaminación por lubricantes y desechos de otros tipos significativos, ni de ningún tipo de aguas

residuales. sin embargo los niveles que se deben vigilar sería el de sólidos totales debido a las descargas realizadas por las lavadoras.

- Los niveles de contaminación de las aguas son bajos sin embargo, en ciertos días los trabajos realizados a los márgenes del río son de mayor intensidad y los niveles de contaminación son más elevados (esto depende de la cantidad de combustible que se encuentre en la zona) teniéndose como parámetro que se eleva sólidos totales.

- Como metodología se plantean las que resulten de mejor y rápido manejo para la zona, considerando que es una zona estratégica para la explotación de diamante para el gobierno, dentro de esta metodología se dio límites de afectación a márgenes de los ríos, reducción de las pendientes de los taludes artificiales causados por la explotación, entre otros.

- Se establecieron propuestas que dan soluciones a las situaciones más críticas en las afectaciones allí realizadas como lo son cuidar nuestro cause principal, de la capa vegetal y de toda la comunidad de la zona, así mejorar sus condiciones de vida, pretendiendo la ayuda de entidades gubernamentales, cooperativas y la comunidad de Guaniamo.

Recomendaciones

- Realizar un diagnóstico ambiental de las parcelas vecinas a Guaniamo 3.
- Desarrollar un estudio o mejoramiento del sistema de explotación por monitores hidráulicos.

- Ejecutar el muestreo y estudio de las agua en el periodo en donde abundan los frentes de explotación y así cuantificar la afectación a los afluentes en épocas de alto laboreo minero en la zona.

- Elaboración de un proyecto de restauración de las áreas que fueron diagnosticadas en este trabajo según el grado de afectación de las mismas.

- Selección de especies vegetales para la restauración a la parcela Guaniamo 3.

- Hacer un estudio de integración paisajística en Guaniamo 3, donde el laboreo minero fue más intenso.

- Estudio de estabilidad y reducción de pendiente en taludes en la parcela Guaniamo 3

- Realizar un diseño o mejoramiento de los filtros retenedores de residuos o de presas de residuos que utilizan los mineros en el sector de Guaniamo.

- Seguimiento y control de los frentes de afectación y del crecimiento de zonas afectadas en el sector de Guaniamo.

REFERENCIAS

Abud, Jorge (2002). **CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO SAN RAFAEL EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA Y LLUVIA (2000-2002), CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de ascenso inédito, Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. p. 15-102

Allen, G. P y Segura, F. (1975). **SEDIMENTOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS CLÁSTICOS.** pp 3-16

Añez Guillermo. (1.985). **EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSIBLES DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS EN EL DISTRITO CEDEÑO DEL ESTADO BOLÍVAR.** (Informe interno) Ciudad Bolívar, pp 443-463.

Añez Guillermo. (1.978) **BÚSQUEDA DE KIMBERLITAS, MÉTODOS A USARSE EN EL ESTUDIO DE CONCENTRADOS DE MINERALES PESADOS.** (informe interno C.V.G TECMIN C.A) Ciudad Bolívar, pp 1-30.

Balestrini Acuña, Miriam. (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial BL. Consultores asociados, 6ta edición, Caracas, Venezuela. pp 131-132

Baptista, G. y Svisero, D.P. (1.977) **COMPOSICIÓN Y ORIGEN DE INCLUSIONES MINERALES EN DIAMANTES DE VENEZUELA.** Congreso Geológico venezolano, memoria VIII, tomo I.

Cassedane J.P., y Cassedane J.O. (1.979) **ESTUDE DE QUELQUES CONCENTRES DE LA QUEBRADA GRANDE. VENEZUELA. ORIGINE DE LEVIS DIAMANTS.** Anais Da Academia Brasileira de Ciencias, Río de Janeiro pp. 177-193.

Channer, D. et al. 1997. **THE GUANIAMO DIAMOND REGION, BOLIVAR STATE, VENEZUELA: A NEW KIMBERLITE PROVINCE.** Memorias del VIII Congreso Geológico Venezolano, Sociedad Venezolana de Geol. – tomo 1. PP. 143-146.

Charles Boss and Kenneth Fredeen. (2004) **CONCEPTS, INSTRUMENTATION, AND TECHNIQUES IN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY.** 3rd Edition, Printed U.S.A.

Coenraads, Robert. 1994. **DEPÓSITOS DIAMANTÍFEROS DEL RÍO GUANIAMO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** Boletín de la Sociedad Venezolana de Geólogos, Vol. 19. PP. 41-49.

Conrad W Leo. (1.979) **PROSPECTED ORIGINFOR GUIANIAN DIAMONDS FORUM V2-NB-20-5.** Geological Survey. Reston. Virginia U.S.A. pp 20-31.

C.V.G TECMIN C.A. (1.993) **CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y BIOLÓGICO DEL ÁREA DE PEQUEÑA MINERÍA DEL SECTOR GUANIAMO (PEQUEÑA MINERÍA).** Ciudad Bolívar, Septiembre 1.993. Gerencia de estudios Ambientales, p 205.

CVG-tecmin, (2008) **INVENTARIO DE ÁREAS AFECTADAS POR LA MINERÍA DE DIAMANTE UBICADA EN EL SECTOR GUANIAMO.** Municipio Cedeño, Estado Bolívar capítulo 2 pp 1-12 y capítulo 3 pp 1-3

Enciclopedia virtual ecología Perú. **PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO,** 20 de julio 2009. http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t03.htm

Estrucplan, **IMPACTOS AMBIENTALES,** 20 de julio 2009, <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=966>

Fernández, f y Martínez, r (2008). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA BÁRBARA EN ÉPOCA DE LLUVIA, AÑO 2007,** municipio autónomo Heres del Estado Bolívar. Pp 29-35

Gaceta oficial N° 5.021 de la República de Venezuela (1995). **NORMAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O EFLUENTES LÍQUIDOS.** Decreto Ejecutivo N° 883. pp 1-6.

Gaceta oficial extraordinaria N° 5.453 de la República Bolivariana de Venezuela (2002). **CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.** Capítulo IX, De los derechos ambientales, Art. 127

Graterol, m y Marengo y (1998). **AFECTACIÓN DE LOS SUELOS POR PEQUEÑA MINERÍA Y SU RECUPERACIÓN AMBIENTAL EN ALGUNAS ÁREAS DEL ESTADO BOLÍVAR,** pp42-57

Hernández, Maria. (1998). Tesis: **EXPLORACIÓN GEOLÓGICA POR MUESTREO GEOQUÍMICO PARA LOCALIZAR DEPÓSITOS DE KIMBERLITA EN GUANIAMO, ESTADO BOLÍVAR.**

Hurtado de Barrera, Jacqueline (2008), **INVESTIGACIÓN PROYECTIVA**, <http://investigacionholistica.blogspot.com/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>

Hynes, H.B.N. (1960). **BIOLOGY OF POLLUTED WATERS.** Liverpool University press, Liverpool. pp 463.

Instituto de ciencias de la tierra, UCV. **MUESTREO DE SEDIMENTO**, , 15 de agosto 2009 <http://gea.ciens.ucv.ve/slomonac/geocampo/archivosword/temasedimentos.htm>

Kaminsky, F. et al. 2004. **NEOPROTEROZOIC “ANOMALOUS” KIMBERLITES OF GUANIAMO.** Venezuela, 8th. International Kimberlite Conference. Guaniamo Mining Company. PP. 17.

Kiely, G. (1999). **INGENIERÍA AMBIENTAL, FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN.** Ediciones Mc Graw Hill/interamericana de España, S.A.U. Madrid, España. pp 43-70; 75-115; 309-351; 355-373; 411-436; 570-581; 593-606; 1218-1237.

Ley Orgánica del ambiente (1978). **REGLAMENTO PARCIAL N° 4 SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS.** Art. N° 3. pp 2-4.

Mendoza S, Vicente. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA**

Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO. Estado Bolívar, Venezuela. pp 13-20; 58,83-120

Mendoza, Vicente. (2005) **ESCUDO DE GUAYANA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE.** Ciudad Bolívar, pp. 162-200.

Nixon P. (1988). **DIAMOND SOURCE ROCKS FROM VENEZUELA.** Industrial Diamond Quaterly, N° 51, pp. 23-29.

Odum, E.P. (1971). **FUNDAMENTALS OF ECOLOGY.** WB. Saunders Company. Philadelphia. pp 15-56.

Oyarzun R., Higuera P. (2006). **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.** [http://www.ucm.es/info/crimine/geología_minas/eia_minería.html]

Reid Allan R. (1974) **A STRATIGRAPHY OF THE TYPE AREA OF THE RORAIMA GROUP.** Cof. Geol Interguayanans, MEM, pp 343-363

Shumm, S.A. (1977). **RIVER MORPHOLOGY.** Hutchinson & Ross. Cop. pp 429.

Sanchez, Luis. **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,** 15 de octubre 2009, <http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/4evaluacion.pdf>

The National Sanitation Foundation- NSF Internacional. (2006). **WATER QUALITY INDEX.** Consultada el 19 de noviembre de 2009. [<http://www.nsfconsumer.org/environment/wqi.asp>].

Vallera Sujaila. (2008). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOQUÍMICA A ESCALA 1:20.000 DEL ÁREA SUROESTE DE QUEBRADA GRANDE EN EL SECTOR GUANIAMO, MUNICIPIO CEDEÑO DEL ESTADO BOLÍVAR.**

Vielma Graffee, Consultores y Asociados, Enero de 1999. **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS CONTRATOS DE EXPLOTACIÓN DE ORO Y DIAMANTE DE VETA DENOMINADO SAN ANTONIO Y LAS ALICIAS MUNICIPIO CEDEÑO ESTADO BOLÍVAR.** Pp 17-39

Vielma graffe consultores & asociados (2008). **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONOMICO-AMBIENTAL,** concesión Guaniamo3, Estado Bolívar pp 17-110

Wyatt B.A., Baumgartner M., Anckar E. and Grütter H.S. (2004) **COMPOSITIONAL CLASSIFICATION OF “KIMBERLITIC AND NON-KIMBERLITIC” ILMENITE.** Lithos, V. 77, pp 841-857.

APENDICES

APENDICE A

PLANILLAS DE RESULTADOS EMITIDAS POR LOS LABORATORIOS

Tabla A.1 Resultados de los análisis químicos de los sedimentos.



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA
CENTRO DE GEOCIENCIAS

TLF.0285 6179814 / E-mail: Geociencias@udo.edu.ve

Solicitante: Br Joelyn Sumoza
 Muestra: Sedimentos Guaniamo 3
 Fecha: 18 / 02 / 2010

RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

Muestra No.	Sílice SiO ₂ %	Aluminio Al ₂ O ₃ %	Hierro Fe ₂ O ₃ %	Oxido Calcico CaO %	Oxido MgO %	Oxido de Sodio Na ₂ O %	Oxido de Potasio K ₂ O %	Oxido de Manganeso MnO %
01	84.49	6.22	2.73	0.76	0.57	1.38	0.89	0.07
02	85.64	6.35	2.65	0.68	0.42	1.23	0.74	0.08
03	86.27	6.17	2.82	0.83	0.69	1.19	0.93	0.06
04	85.31	6.29	2.79	0.74	0.58	1.22	0.89	0.07
05	86.94	6.49	2.34	0.59	0.62	1.17	0.75	0.08
06	86.03	7.01	2.58	0.69	0.49	1.28	0.81	0.09
07	86.04	6.48	2.61	0.81	0.53	1.24	0.91	0.07

Técnico Isidro Fariás
 Analista

Prof. Liebig Ramirez
 Coordinador del Centro de Geociencias

Tabla A.2 Resultados análisis químicos y físicos de los suelos.



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CENTRO DE GEOCIENCIAS
La Sabanita - Ciudad Bolívar - Venezuela
Teléfonos: 0285-6179814 - e-Mail:



Análisis Químico de Suelo

Solicitante: Br Joelyn Sumoza

Lugar: Guaniamo 3

Fecha: 17/ Febrero / 2010

Parámetros	01	02-1	02-2	unidades
PH	5.39	5.35	5.32	-----
Materia Orgnic	1.37	1.29	1.17	%
Nitrógeno	0.07	0.08	0.06	%
Fosforo	15	16	15	ppm
C.I.C	10.03	11.29	9.68	Meq/ 100 gr suelo
Calcio	6.82	7.92	6.49	Meq/ 100 gr suelo
Magnesio	1.70	1.97	1.74	Meq/ 100 gr suelo
Potasio	0.60	0.45	0.39	Meq/ 100 gr suelo
Sodio	0.15	0.13	0.09	Meq/ 100 gr suelo
Aluminio	0.76	0.82	0.97	Meq/ 100 gr suelo
Arena	64.52	25.61	22.93	%
Limo	8.59	13.51	9.85	%
Arcilla	26.89	60.68	67.21	%
Textura	Media	Finas	FINAS	-----
clasificación	Franco arcillo arenoso	Arcilloso	Arcilloso	-----



Tecnico: Isidro Fariás
Analista



Profesor: Liebig Ramirez
Coordinador Centro de Geociencias

Tabla A.3 Resultados análisis químicos y físicos de los suelos.



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CENTRO DE GEOCIENCIAS
La Sabanita - Ciudad Bolívar - Venezuela
Teléfonos: 0285-6179314 - e-Mail:



Análisis Químico de Suelo

Solicitante: Br Joelyn Sumoza

Lugar: Guaniamo 3

Fecha: 17/ Febrero / 2010

Parámetros	06	07	-----	unidades
PH	5.28	5.32	-----	-----
Materia Orgnic	1.06	1.09	-----	%
Nitrógeno	0.05	0.06	-----	%
Fosforo	12	11	-----	ppm
C.I.C	6.01	4.31	-----	Meq/ 100 gr suelo
Calcio	3.29	2.39	-----	Meq/ 100 gr suelo
Magnesio	1.21	1.06	-----	Meq/ 100 gr suelo
Potasio	0.69	0.35	-----	Meq/ 100 gr suelo
Sodio	0.12	0.10	-----	Meq/ 100 gr suelo
Aluminio	0.70	0.41	-----	Meq/ 100 gr suelo
Arena	59.60	85.47	-----	%
Limo	12.54	3.74	-----	%
Arcilla	27.86	10.79	-----	%
Textura	Media	Gruesa	-----	-----
clasificación	Franco arcillo arenoso	Arena francosa	-----	-----



Tecnico: Isidro Fariás
Analista



Profesor: Liebig Ramirez
Coordinador Centro de Geociencias

Tabla A.4 Resultados análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas (hoja 1).

		UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA CENTRO DE GEOCIENCIAS <small>TLF.0285 6179814 / E-mail: Geociencias@udo.edu.ve</small>								
Solicitante: Br. Joclyn Sumoza/Tesis de Grado Muestra: Aguas Fecha: 04/03/2010										
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLOGICO										
No.	S. Totales mg/L	Nitratos	Fosfatos mg/l	pH	Turbiedad	Alcalinidad mg/l	Dureza mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	OD mg/l
01	183	4.09	0.09	5.95	85	6	8	1.71	0.71	2.01
02	171	3.28	0.11	5.98	90	6	8	1.73	0.68	1.95
03	189	3.75	0.10	5.94	90	6	8	1.81	0.69	2.10
04	218	2.95	0.08	6.03	95	7	8	2.04	0.64	2.06
05	229	2.98	0.08	5.99	100	8	10	2.06	0.68	2.09
06	234	3.06	0.10	6.10	105	8	9	2.63	0.97	2.11
07	241	2.79	0.09	6.05	100	8	10	2.52	0.94	2.15
08	268	3.09	0.08	6.09	105	8	10	2.43	0.92	2.15
09	241	3.19	0.09	6.12	105	8	10	2.59	0.95	2.17


 Técnico Isidro Farias
 Analista


 Prof. Liebig Ramirez
 Coordinador del Centro de Geociencias

Tabla A.5 Resultados análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas (hoja 2).

		UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA CENTRO DE GEOCIENCIAS <small>TLF.0285 6179814 / E-mail: Geociencias@udo.edu.ve</small>								
Solicitante: Br. Joclyn Sumoza/Tesis de Grado Muestra: Aguas Fecha: 04/03/2010										
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLOGICO										
No.	S. Totales mg/L	Nitratos	Fosfatos mg/l	pH	Turbiedad	Alcalinidad mg/l	Dureza mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	OD mg/l
10	257	3.12	0.07	6.10	100	10	12	2.67	0.89	2.26
11	175	2.17	0.05	6.17	110	8	10	2.82	0.97	2.45
12	169	2.57	0.05	6.20	100	10	12	2.92	1.08	3.09
13	182	2.62	0.04	6.21	105	10	12	2.94	1.03	2.98
14	175	2.86	0.08	6.17	100	10	12	2.89	1.11	3.15
15	180	3.01	0.05	6.20	105	10	10	2.91	1.09	3.01
16	176	2.82	0.06	6.23	100	10	12	2.88	1.12	3.10
17	182	2.88	0.05	6.20	105	10	12	2.93	0.99	3.09


 Técnico Isidro Farias
 Analista


 Prof. Liebig Ramirez
 Coordinador del Centro de Geociencias

Tabla A.6 Resultados análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas (hoja 4).

UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA CENTRO DE GEOCIENCIAS TLF.0285 6179814 / E-mail: Geociencias@udo.edu.ve						
 						
Solicitante: Br. Joelyn Sumoza/Tesis de Grado Muestra: Aguas Fecha: 04/03/2010						
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO						
No.	Hierro	Cromo	Cadmio	Plomo	Coliformes Fecales NMP/100ml	Coliformes Total NMP/100ml
01	0.35	0.80	< 0.03	< 0.05		
02	0.37	0.079	< 0.03	< 0.05	< 2	110
03	0.39	0.081	< 0.03	< 0.05		
04	0.29	< 0.05	< 0.03	< 0.05	< 2	78
05	0.27	0.08	< 0.03	< 0.05		
06	0.31	0.07	< 0.03	< 0.05	< 2	140
07	0.29	0.05	< 0.03	< 0.05		
08	0.28	0.07	< 0.03	< 0.05		
09	0.22	0.08	< 0.03	< 0.05	< 2	170
 Técnico Isidro Farias Analista		 Prof. Liebig Ramirez Coordinador del Centro de Geociencias				

Tabla A.7 Resultados análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas (hoja 5).

UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO BOLÍVAR ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA CENTRO DE GEOCIENCIAS TLF.0285 6179814 / E-mail: Geociencias@udo.edu.ve										
 										
Solicitante: Br. Joelyn Sumoza/Tesis de Grado Muestra: Aguas Fecha: 04/03/2010										
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO										
No.	S. Totales mg/L	Nitratos	Fosfatos mg/l	pH	Turbiedad	Alcalinidad mg/l	Dureza mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	OD mg/l
10	257	3.12	0.07	6.10	100	10	12	2.67	0.89	2.26
11	175	2.17	0.05	6.17	110	8	10	2.82	0.97	2.45
12	169	2.57	0.05	6.20	100	10	12	2.92	1.08	3.09
13	182	2.62	0.04	6.21	105	10	12	2.94	1.03	2.98
14	175	2.86	0.08	6.17	100	10	12	2.89	1.11	3.15
15	180	3.01	0.05	6.20	105	10	10	2.91	1.09	3.01
16	176	2.82	0.06	6.23	100	10	12	2.88	1.12	3.10
17	182	2.88	0.05	6.20	105	10	12	2.93	0.99	3.09
 Técnico Isidro Farias Analista		 Prof. Liebig Ramirez Coordinador del Centro de Geociencias								

Figura A.8 Análisis granulométrico muestra g3-sue01.

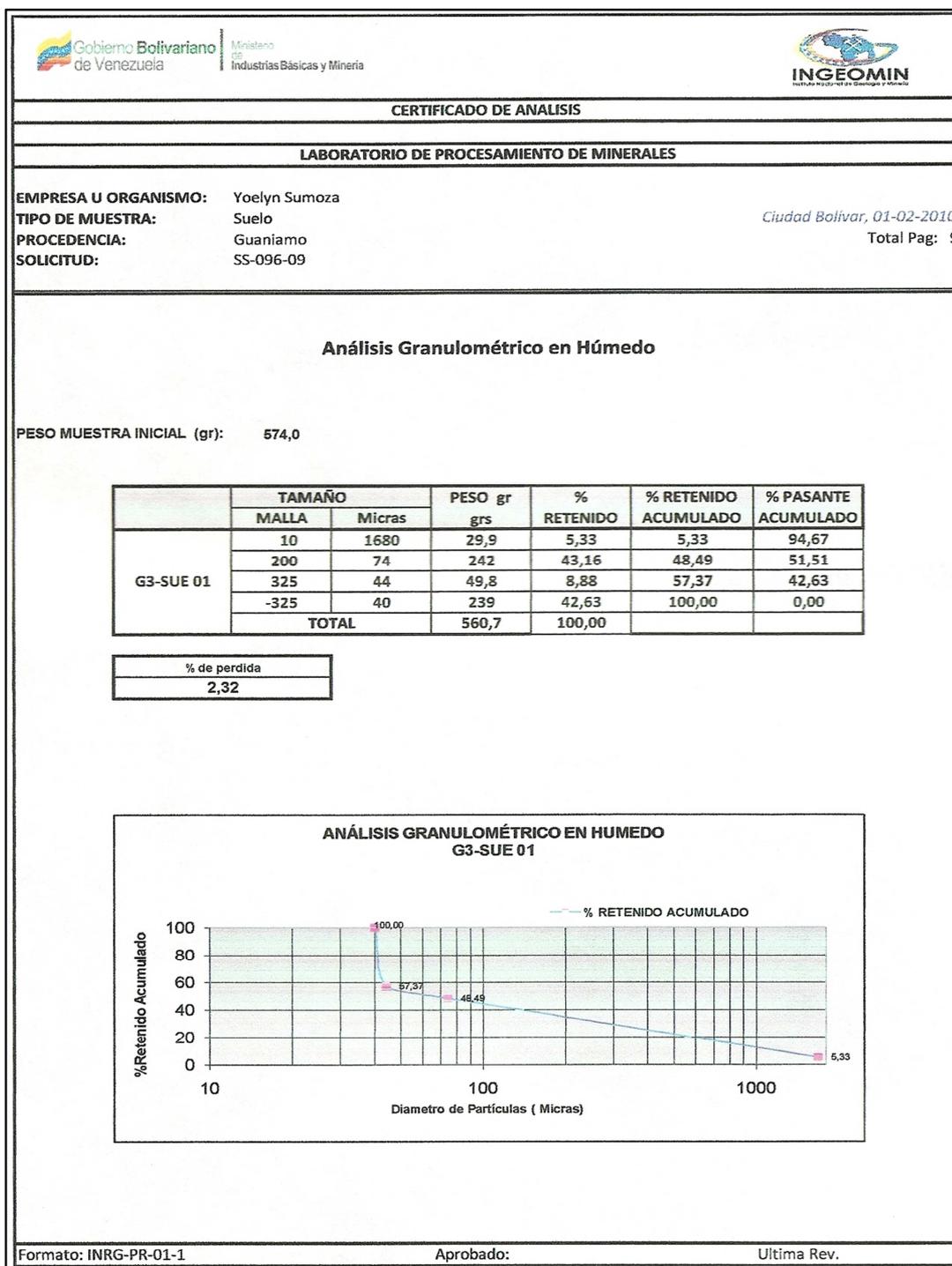


Figura A.9 Análisis granulométrico muestra g3-sue05.

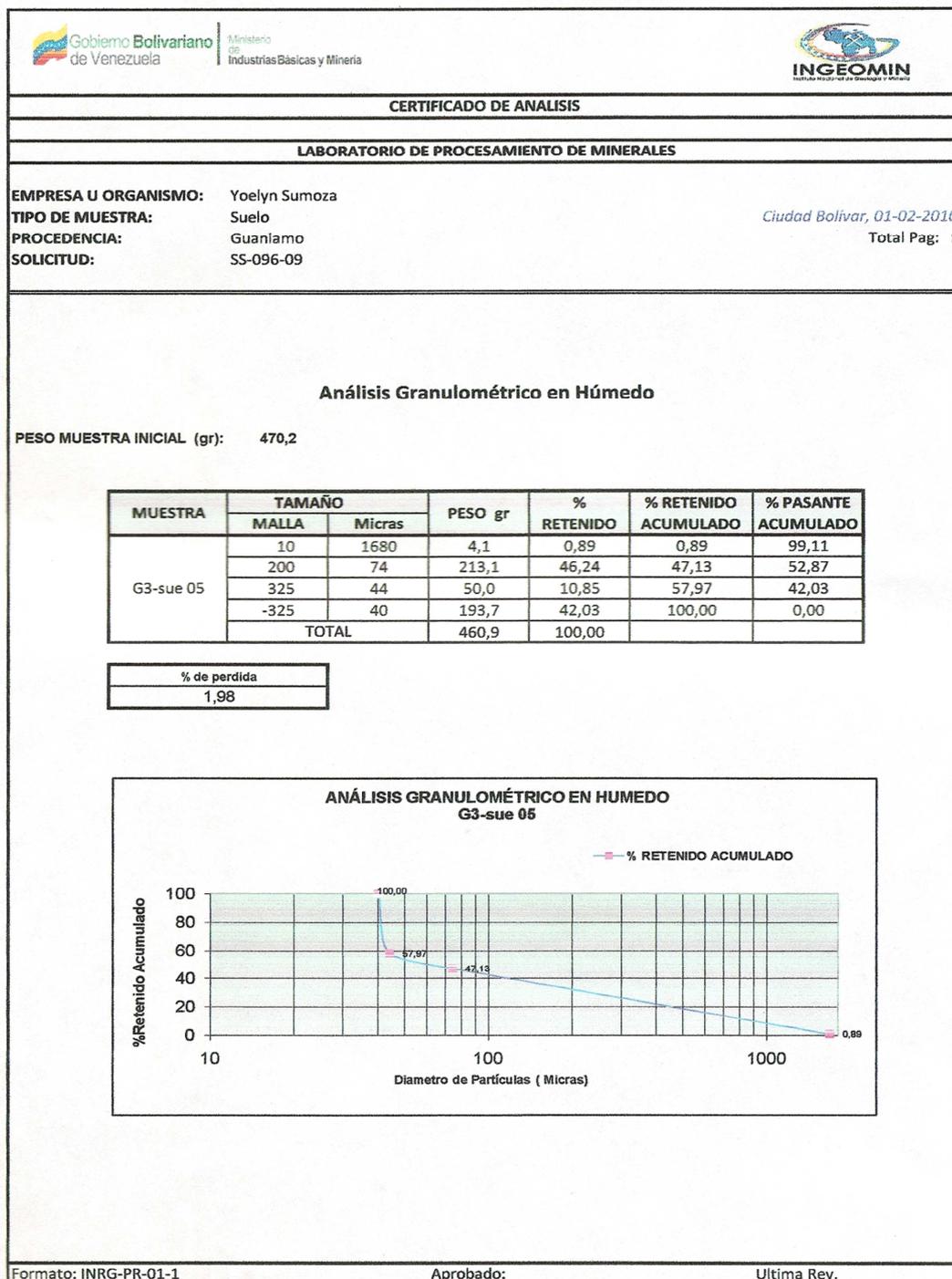


Figura A.10 Análisis granulométrico muestra g3-sue04.

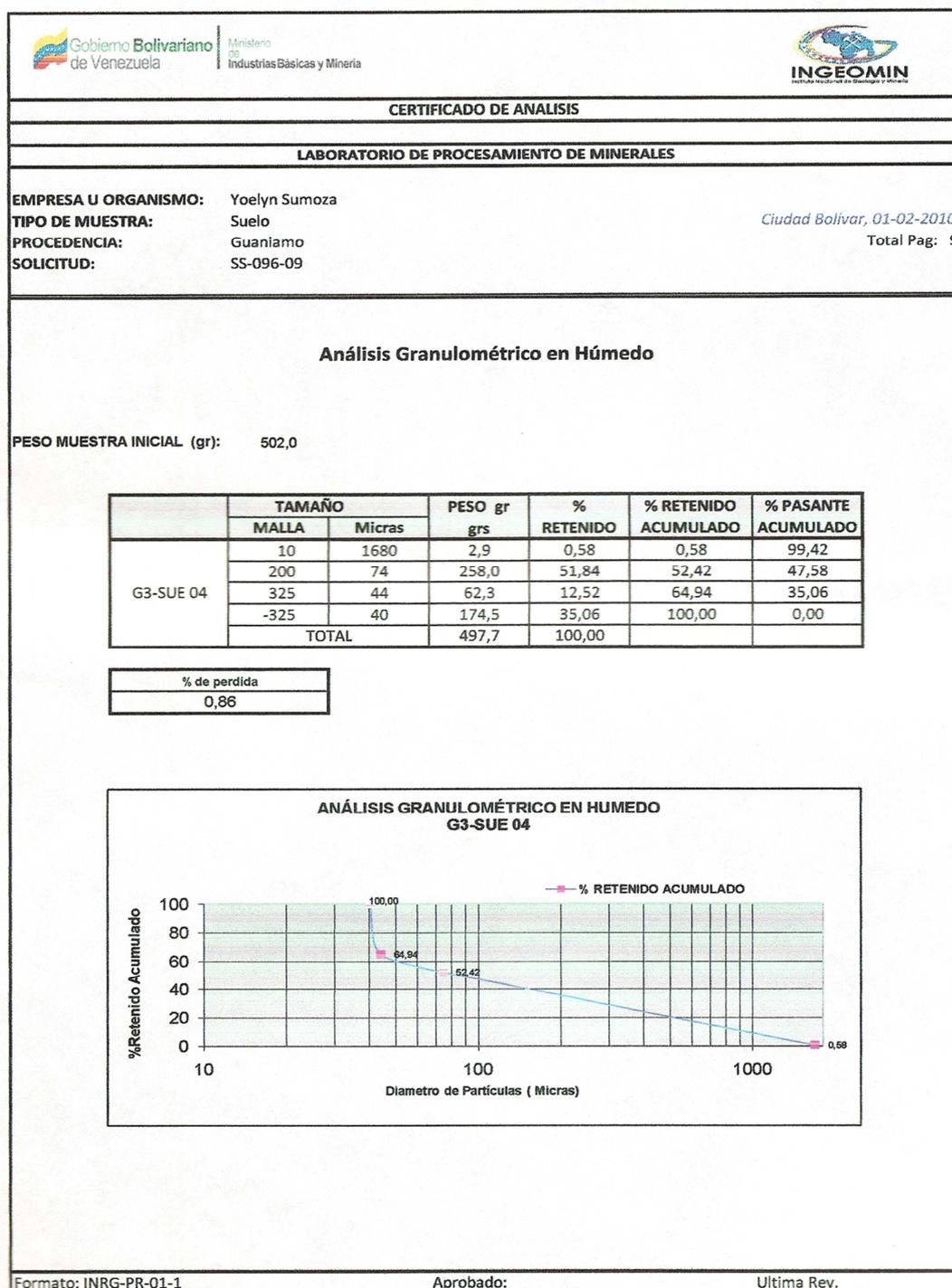


Figura A.11 Análisis granulométrico muestra g3-sue06.

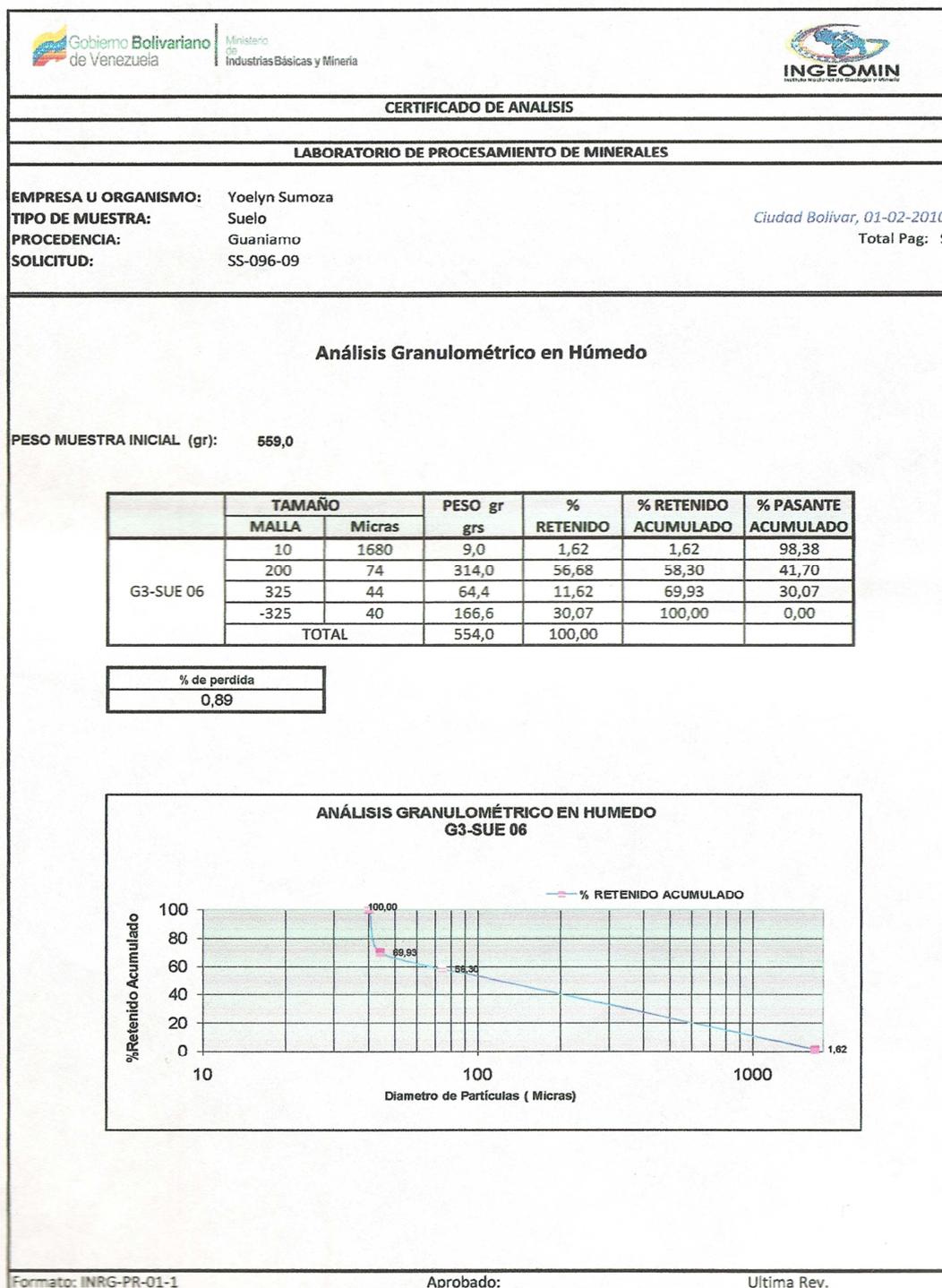


Figura A.12 Análisis granulométrico muestra g3-sue08.

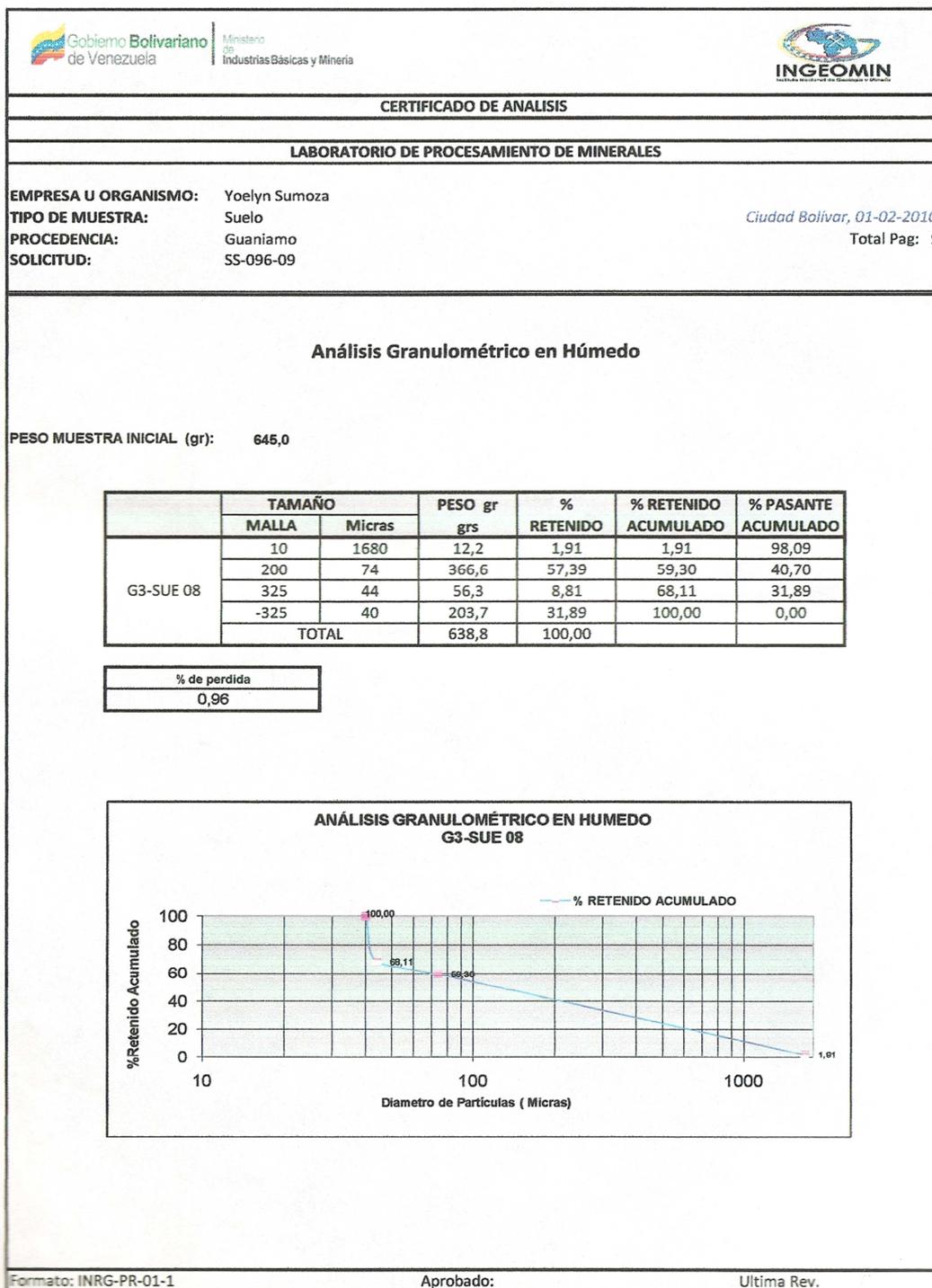


Figura A.13 Análisis granulométrico muestra g3-sue09.

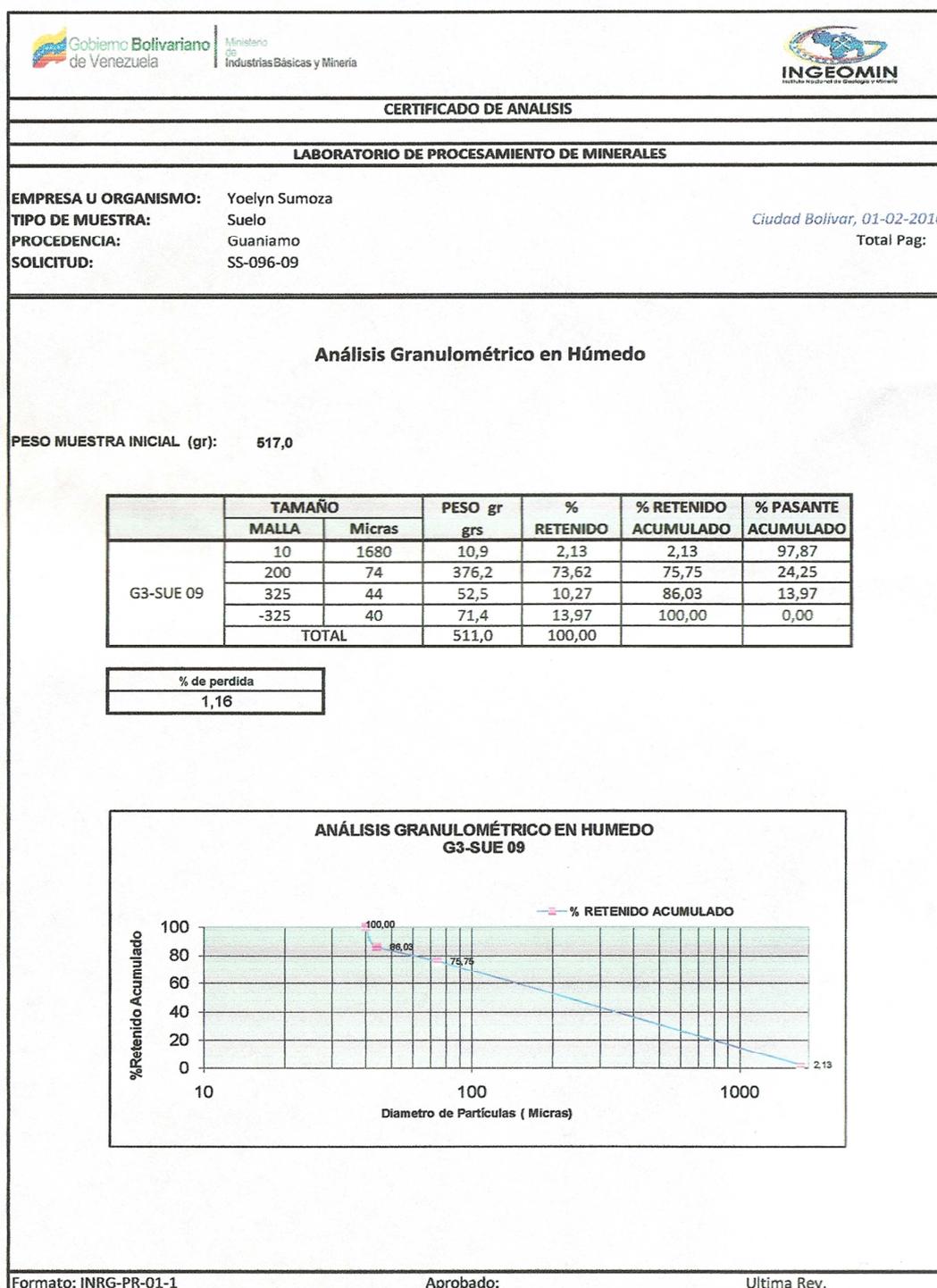


Figura A.14 Análisis granulométrico muestra g3-sue07.

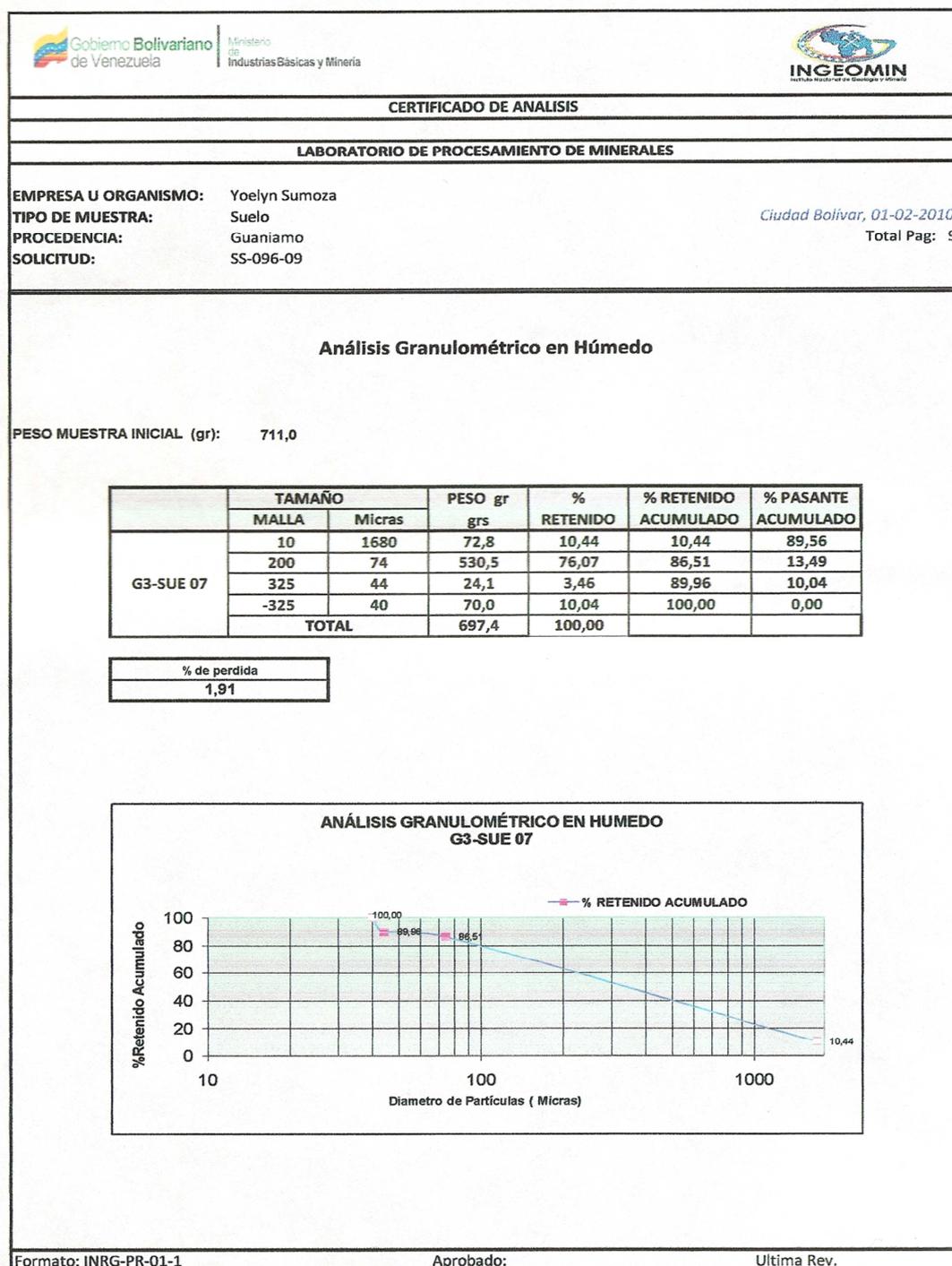


Figura A.15 Análisis granulométrico muestra g3-sue02-2.

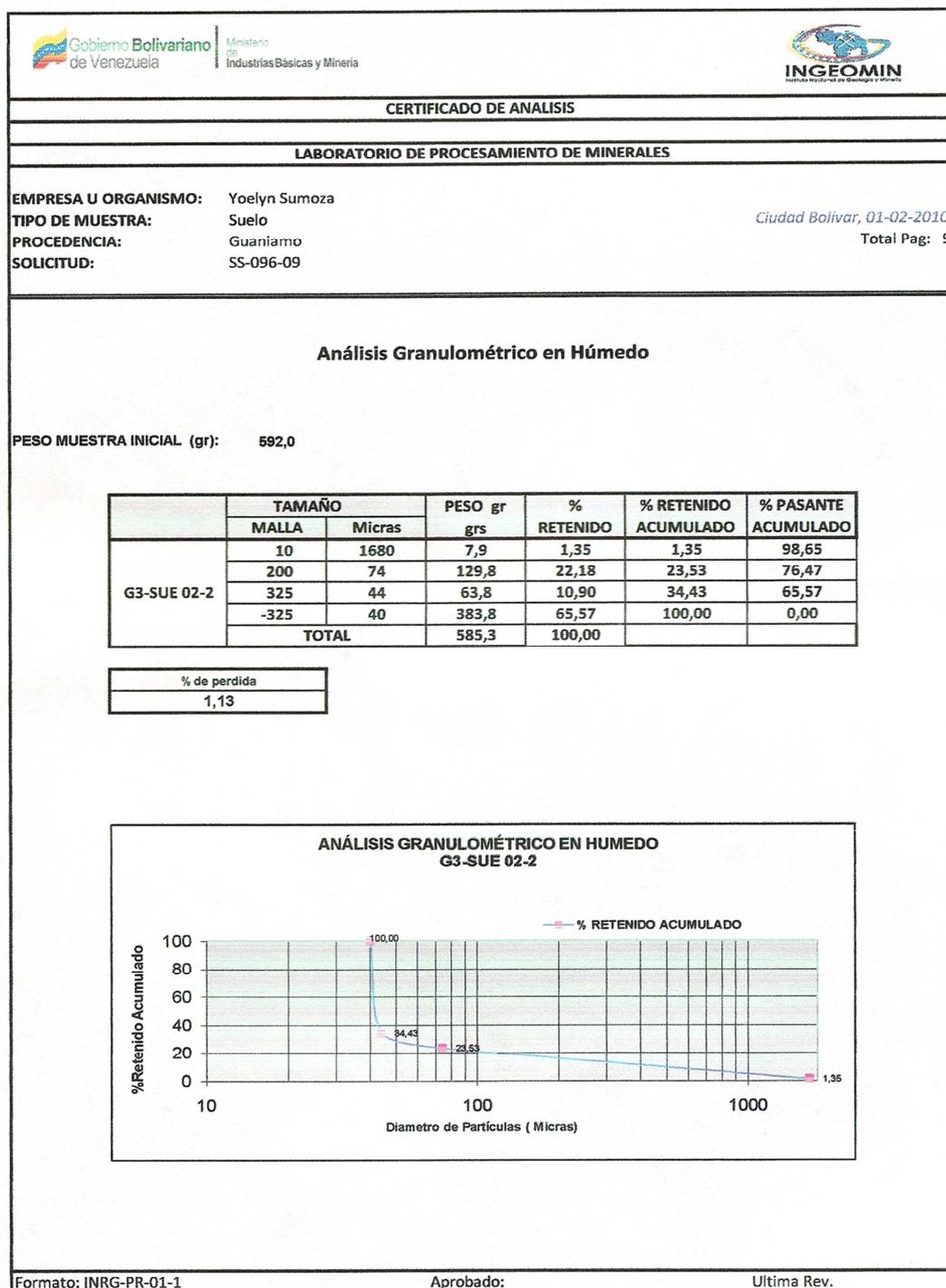
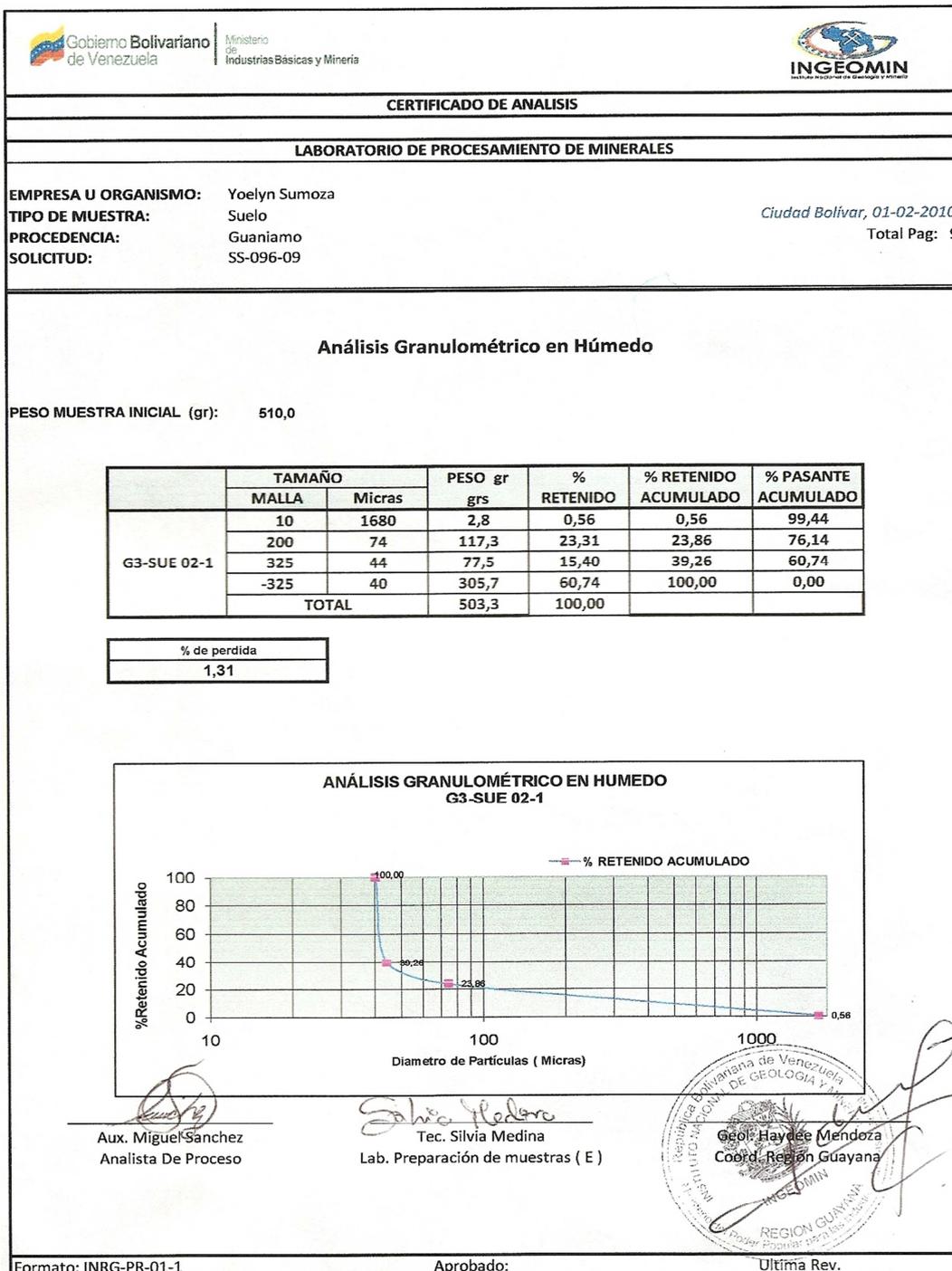


Figura A.16 Análisis granulométrico muestra g3-sue02-1.



Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	Evaluación del deterioro ambiental de arenas afectadas por la actividad en la extracción de diamante a cielo abierto en la parcela Guaniamo 3 del sector guaniamo, Municipio Cedeño, Estado Bolívar
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Sumoza H. Joelyn N.	CVLAC	18.645.654
	e-mail	Sumoza_joelyn@yahoo.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Evaluación
Deterioro Ambiental
Extracción de Diamante
Cielo Abierto
Aguaniamo

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de minas	Ingeniería de minas

Resumen (abstract):

Guaniamo 3, está ubicado en el sector Guaniamo, municipio Cedeño, estado Bolívar al noroeste del mismo, con coordenadas N704654 E188720, N704.640 E191.220, N703.134 E191.212 y N703.147 E188.721. Considerándose la problemática de la zona se procedió a realizar la evaluación del deterioro ambiental de áreas afectadas por la actividad minera en la extracción de diamante a cielo abierto, para ello se diagnosticaron desde el punto de vista ambiental las áreas que se encontraban afectadas, encontrándose un total de 18 áreas y diferentes sectores con pozos verticales. Luego se identificaron y describieron los impactos que causan la minería artesanal de la zona siendo los siguientes: Remoción de la capa vegetal, Remoción de grandes volúmenes de terreno, Vertido de una mezcla de sedimentos y agua a los afluentes, Desvío de curso de agua, Agotamiento de quebradas de segundo y tercer orden, Contaminación de Quebrada Grande, Frentes de explotación no controlados, Lagunas en frentes de trabajos abandonados, Excavaciones verticales sin control. Los sistemas de explotación utilizados son sistema de monitores hidráulicos y abertura de pozos verticales. Se tomaron muestras de suelos para la determinación de sus características físicas y químicas, parámetros como pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, c.i.c, calcio, magnesio, potasio, sodio, entre otros) comprendiendo suelos afectados y suelos vírgenes, preparadas por el laboratorio de preparación de muestras de INGEOMIN y analizado por el laboratorio del Centro Geociencia no habiendo valores críticos ni mostrando contaminación a los suelos. Se tomaron muestras de sedimentos con un total de 7 muestras, preparadas por el laboratorio de INGEOMIN, y analizadas por el Centro Geociencia (parámetros como: sílice SiO_2 %, aluminio Al_2O_3 %, hierro Fe_2O_3 %, óxido cálcico CaO %, óxido de magnesio MgO %, óxido de sodio Na_2O %, óxido de potasio K_2O %, óxido de manganeso MnO %) no mostrando valores de contaminación química. Para el estudio de las aguas se tomaron 3 muestras por punto (margen izquierdo, margen medio, margen derecho) con la finalidad de realizar análisis físico-químicos y bacteriológicos, tales como temperatura, turbidez, pH, alcalinidad, cloruros, dureza total, DBO, OD, sólidos totales, fosfatos, nitratos, metales trazas, coliformes totales y fecales, los cuales fueron analizados en el laboratorio de Geociencia. Los análisis físico-químicos y bacteriológicos se interpretaron de acuerdo a las normas para la clasificación del agua según el Decreto 883 de la gaceta oficial 5021 considerándose un agua 1B y de la ley de agua "calidad exigida a las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable" no presentando valores críticos pero de importancia los de sólidos totales y turbidez. Como metodologías para la restauración de límites de afectación a márgenes de los ríos, reducción de las pendientes de los taludes artificiales causados por la explotación, entre otros. Y finalmente como propuestas para mejorar estas condiciones Se establecieron propuestas que dan soluciones a las situaciones más críticas, como lo son conservar Quebrada Grande, la capa vegetal y mejorar las condiciones de toda la comunidad de la zona.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Haydee Mendoza	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Rojas María	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Bezeida Osio	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2010	10	15
------	----	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Guaniamo.doc	Aplication/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Ingeomin (Opcional)

Temporal: 10 Años (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero de Minas

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Minas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

