

**REVISIÓN DEL IMPACTO SOCIO AMBIENTAL POR LA MINERÍA EN EL  
DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ “CASO REGIÓN DEL SAN JUAN”**

Presentado por

**JOHN ALEXANDER QUESADA MORENO**



Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de ingeniería

Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales

Bogotá, Agosto de 2015

## **REVISIÓN DEL IMPACTO SOCIO AMBIENTAL POR LA MINERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ “CASO REGION DEL SAN JUAN”**

## **REVIEW OF THE SOCIAL ENVIRONMENTAL IMPACT CAUSED BY THE MINING IN THE CHOCO REGION “SAN JUAN CASE”**

**Por; Jhon Alexander Quesada Moreno. Estudiante. Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales, Universidad Militar Nueva Granada**  
**Profesional: en Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional**  
**Cargo que desempeño: Suboficial del Ejército de Colombia**  
**Institución de trabajo: Ejército de Colombia**  
**Bogotá Colombia**  
**Jhonque-sada75@hotmail.com**

### **RESUMEN**

El presente documento contiene una revisión acerca de los impactos ocasionados por la la minería de oro y platino a cielo abierto, este escrito tiene el propósito de documentar el contexto minero y parte de su problemática en la región del San Juan chocoano. En este se muestra la minería como la causante de numerosos impactos de largo alcance en espacio y tiempo para todos los componentes ambientales. Este análisis es el resultado de la compilación y documentación de experiencias propias vividas y de actores que han estudiado esta problemática a lo largo de años, apreciaciones que muestran cómo impacta la minería a cielo abierto de oro y platino a la biodiversidad y los grupos sociales que son los actores principales de esta problemática. Desde el punto de vista social se concibió que la minería en los territorios del Chocó, han causado más perjuicios, que beneficios a sus habitantes. Hechos elocuentes muestran a un poblamiento envejecido sin derecho a ninguna atención social, a una juventud desorientada y en definitiva a un poblamiento que por decisiones por fuera de su voluntad, ha contribuido más al deterioro de su vida biodiversa y al olvido o renuncia de sus patrones socioculturales por debilitamiento de la cultura autóctona.

**Palabras clave.** Áreas disturbadas, fauna silvestre, flora, Mercurio, problemas de salud, recurso hídrico, retroexcavadora, usos del suelo

### **ABSTRACT**

This document contains a review of the impacts caused by the mining of gold and platinum in the open pit mines, this document is intended to show the mining context and part of this problem in the Choco region of San Juan. In this we can see the numerous far-reaching impacts in space and time for all environmental components. This analysis is the result of compilation and documentation of own experiences and actors who have studied this issue over years, findings that show how this practice affects the biodiversity and social groups in this region. From the social point of view it was conceived that mining in the territories of Choco, have caused more harm than benefits to its people. Eloquent facts show very affected population without the right to any social care attention, a youth disoriented and ultimately a group of persons affected by decisions outside their will that contributed every day to the gradual deterioration of the biodiverse life and resignation of their sociocultural roots and origins by weakening of the indigenous culture.

**Keywords:** Disturbed areas, wildlife, flora, Mercury, health problems, water resources, backhoe, land

## INTRODUCCIÓN

La minería a cielo abierto es una actividad industrial de alto impacto ambiental, social y cultural. Es también una actividad industrial insostenible por definición, en la medida en que la explotación del recurso supone su agotamiento. Las innovaciones técnicas que ha experimentado la minería a partir de la segunda mitad del siglo XX han modificado radicalmente la actividad, de modo que se ha pasado del aprovechamiento de vetas subterráneas de gran calidad a la explotación en minas a cielo abierto, donde se remueve la capa superficial o sobrecarga de la tierra para hacer accesibles los extensos yacimientos de mineral. Los equipos de excavación, la gran maquinaria, el uso de nuevos insumos y las tuberías de distribución permiten hoy remover montañas enteras en cuestión de horas, haciendo rentable la extracción de menos de un gramo de oro por tonelada de material removido (Vargas et al. 2010).

Haciendo un poco de historia; el alto Chocó fue incorporado al imperio español a finales del siglo XVII con el fin de aprovechar sus depósitos aluviales de oro y desde ese momento la mano de obra de esta economía minera estuvo conformada por esclavos africanos. Las minas eran un conglomerado, sitios cercanos, articulados y de tránsito diario, conformados por la casa del dueño o capataz, el rancherío de los esclavos, los frentes de trabajo (cortes), los entables de trabajo y procesamiento (represa de aguas, canalones, etc.), a veces se completaba este conjunto con algunos tambos de aborígenes. La rebelión de los esclavos dio origen a otro patrón de poblamiento, por ésta razón los desplazados fueron obligados a buscar refugio en la selva en hábitats clandestinos de palenques y rochelas en las montañas, márgenes de los ríos y zonas costeras, éste patrón general de asentamiento se mantuvo intacto durante el siglo XIX y persiste en la actualidad (Aprile 2004, Leal 2009).

La minería esclavista decayó en la segunda mitad XVIII, la independencia trajo consigo una crisis minera, lo que dio origen a la pérdida del lugar privilegiado que tenía el Chocó en la economía. En la década de 1880 Benjamín S. Pray y sus socios, formaron dos empresas para explotar algunas de las minas del Chocó, en 1883- 1889 introdujeron dragas poco funcionales, de las cuales 2 operaron por un mes cada una. A finales del siglo XIX la gobernación del Cauca avaló la propiedad privada de muchos lechos de ríos en el Chocó, así la adquisición de títulos mineros fue facilitada por la legislación colombiana (Leal 2009). En 1887, el gobierno adoptó el código minero de Antioquia para toda la nación, para facilitar la adquisición de minas. Henry Granger estadounidense y su esposa adquirieron 113 títulos mineros en el Chocó. Situación que conllevó años más tarde a la unión de dos grandes compañías mineras Anglo Colombian Development Company (ACDC), subsidiaria de la conocida Consolidated Gold Fields of South Africa Ltd y la General Development Company (GDC) de Nueva York, las cuales crearon “la Compañía Minera Chocó Pacífico”; entre 1916-1925 la Chocó Pacífico dragó los últimos 10 kilómetros del río Condoto. Entre 1916-1930 esta compañía dragó el lecho más rico en platino de Colombia. Para lo cual utilizó tres dragas: una comprada por la ACDC y dos más que llegaron en 1920 y en 1923, convirtiéndose así en la mayor empresa exportadora de platino colombiano. En 1925 la Chocó Pacífico terminó de dragar las minas René y Lincoln y comenzó a explotar los últimos cinco kilómetros dragables del río, sección que requirió el pago de regalías al Estado, pues durante nueve años (1916 y 1925), la compañía no pagó regalías al gobierno colombiano (Leal 2009). Después de la salida de la Chocó Pacífico, el municipio de Condoto ha sido explotado por infinidad de mineros locales, nacionales y extranjeros, en los últimos años la minería de oro y platino a cielo abierto ha venido cobrando fuerzas como actividad productiva pasando de una forma de minería más rudimentaria a una minería tecnificada, con equipos de alto cilindraje causando grandes impactos a los ecosistemas donde se practica (Etter et al. 2006).

La actividad minera para esta región representa un sector importante dentro de la economía. Sin embargo, según Ramírez (2007) los procesos asociados con la minería tienen un impacto negativo en la tierra, comenzando por la exploración, etapa en la que se abren zanjas, se preparan y abren caminos y carreteables de gran envergadura para el transporte de maquinaria pesada para esta industria; hay permanentes explosiones sobre las áreas a estudiar, se destruye parte del bosque con la fauna y la flora que la contienen, se desvían ríos, quebradas, se impactan los nacederos de agua, se comienza a desplazar al poblador natural de la región, se presiona la venta de las tierras que se utilizarán en la mina y en las zonas de amortiguación.

En el Chocó, la mayor parte de las minas funciona ilegalmente, situación que dificulta el control ambiental y económico de la actividad, de ahí que la rentabilidad sea para los propietarios de la maquinaria que por lo general no son de la región. Estos factores han ocasionado que en muchos municipios como el Atrato, actualmente se puedan identificar numerosas áreas degradadas por la actividad minera que han dejado a la región ecosistemas destruidos, fuentes hídricas

sedimentadas y pobreza. Con este estudio se pretendió realizar una aproximación al total de área degradada por minería en el municipio de Atrato-Chocó y un diagnóstico ambiental de las mismas, que sirva como base para que las autoridades territoriales y ambientales puedan tomar medidas tanto de control para las empresas explotadoras como de recuperación a corto y largo plazo de estas áreas.

El objeto del presente escrito es documentar aspectos generales de la minería y sus impactos sobre los componentes ambientales, ecológicos y sociales.

## **METODOLOGIA**

### **Contexto Geográfico**

Para abordar la temática de los impactos de minería sobre los aspectos socioambientales en el departamento del Chocó, se escogió la subregión del San Juan, ya que esta presenta historia y tradición minera, lo que permite un análisis real del impacto de esta actividad sobre los componentes ambientales y sociales.

### **Métodos**

Este documento se construyó a través del análisis de información secundaria, resultado de la exploración en centros de documentación, libros, sitios web institucional, publicaciones arbitradas de tipo científico y técnico como son: informes y documentos conocidos, así como literatura gris del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, CODECHOCO, Universidad Tecnológica del Chocó (Véase en literatura citada) y diálogos personales con personas conocedoras de la temática. Todo lo anterior, tratando de seleccionar y analizar textos correspondientes a investigaciones asociadas a los impactos de la minería sobre los ecosistemas de esta región y sobre los aspectos sociales.

## **RESULTADOS**

### **DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA Y LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PROBLEMÁTICA DEL IMPACTO DE LA MINERÍA EN EL CHOCÓ SE PUEDE DAR A CONOCER LO SIGUIENTE:**

El estudio de los impactos y efectos de la minería en los componentes ambientales, es reciente y aún insuficiente para lograr el entendimiento completo del cambio o la pérdida de funcionalidad de los elementos que integran ecosistemas específicos como los hídricos, situación que dificulta la toma de decisiones acertadas en materia de restauración.

De acuerdo con las conversaciones establecidas con personas conocedoras de la problemática minera, documentos de tipo científico, e informes sobre aspectos mineros y su problemática, además de un análisis crítico muy personal, se puede

evidenciar que los Análisis de las características fisicoquímicas del agua y su efecto sobre la estructura comunitaria y la productividad del fitoplancton en ecosistemas hídricos disturbados por minería. Según lo expuesto por IIAP y MADS 2012), los mayores avances de investigación sobre el análisis de las características fisicoquímicas del agua y su efecto sobre la estructura comunitaria y la productividad del fitoplancton en estos ambientes acuáticos alterados, se encuentran centrados en el estudio de la bioacumulación de mercurio, no obstante existen muchos reportes de la utilización del fitoplancton en conjunto con parámetros fisicoquímicos para el análisis de los cambios que ocasionan las distintas actividades antrópicas y la contaminación de cuerpos de agua(Figura 1 y 2).



**Imagen 1.** Contaminación de fuentes hídricas y efectos sobre la productividad primaria

De manera general, Colombia cuenta con una geología que facilita la producción y el desarrollo de la minería. Dispone actualmente de una variada oferta de productos mineros, de gran escala como los son el carbón y el níquel, y de menor escala como el oro, el platino, las esmeraldas, la caliza, la sal, la roca fosfórica, las arcillas, las arenas silíceas, los minerales de cobre y manganeso, la magnesita, la barita, el yeso y varios tipos de rocas ornamentales. Estas producciones, se encuentran en los Distritos Mineros, que abarcan más de 250 municipios, en los cuales existe un alto potencial de crecimiento y exploración. En ellos, la actividad minera representa un significativo aporte al desarrollo económico y social de los territorios, generando un efecto en el aumento de los ingresos y promoviendo el mejoramiento del desempeño empresarial, en condiciones de responsabilidad social y ambiental, impulsando el desarrollo en lugares en los cuales la minería es un bastión fundamental para la lucha contra la pobreza, la marginalidad y la vulnerabilidad (MME 2009).



**Imagen 2.** Alteración de la dinámica hídrica por contaminación por minería

La actividad minera se ha desarrollado durante décadas en el Chocó y se remonta al siglo XVII con el establecimiento de numerosas formas de explotación de oro y platino en los ríos de la zona y sus áreas aledañas. La extracción a cielo abierto de oro y platino se desarrolla mediante la aplicación de tres sistemas de explotación: artesanal, semitecnificada y tecnificada. En el primero se utilizan elementos y herramientas manuales elaboradas artesanalmente. En la extracción semitecnificada, se incluyen equipos como elevadores de tierra, draguetas y bombas de baja y alta presión, que mejoran el rendimiento y la productividad de la extracción del mineral. En la tecnificada se utiliza maquinaria pesada (retroexcavadoras), con la cual se retira la cobertura vegetal y se remueven grandes volúmenes de tierra, que tras la extracción del metal, es vertida a las fuentes hídricas más cercanas. Con esto, ocasiona un impacto ambiental considerable, que involucra la alteración o modificación resultante de la confrontación entre un ambiente dado y un proceso productivo, de consumo o un proyecto de desarrollo (Ángel 2007). Adicionalmente, se considera que estos impactos generan daños ambientales; definidos como la afectación del normal funcionamiento de los ecosistemas o la renovabilidad de sus recursos y componentes (Art. 42 de la ley 99/93), es decir generan efectos ambientales considerados como cambios de comportamiento del medio natural.

En el departamento del Chocó la práctica minera siempre se localiza alrededor de las principales fuentes hídricas, con el objeto de disponer de este recurso para el lavado de los lechos en los cuales se encuentran los metales preciosos, este proceso de extracción es temporal y móvil, es decir, que una vez un área es explotada, el entable es reinstalado en otra área de extracción. Estas características junto con, la ilegalidad o clandestinidad de la actividad, la dificultad de control por parte de las autoridades y las condiciones de orden público, dificultan el mantenimiento actualizado de la información relacionada con la ubicación de los emprendimientos mineros en la región, ya que su localización varía de acuerdo a la duración de extracción en cada sitio de acuerdo a la disponibilidad natural del metal y el sistema de explotación implementada. No obstante existen algunos reportes que permiten realizar una aproximación al estado actual del número, tipo y localización de los entables mineros en el departamento (IIAP y MADS 2012).

Los recientes esfuerzos por identificar los impactos y efectos que desencadena a largo plazo, han sido insuficientes y más aún en lo que al componente hídrico se refiere. El mayor avance se ha realizado en lo relacionado a la documentación del proceso y planes de manejo de la actividad, de ahí que a nivel nacional existan documentos generados por los Ministerios de Ambiente y de Minas, entidades como MINERCOL y las Corporaciones Autónomas Regionales, los cuales reglamentan el manejo ambiental de la práctica minera; entre ellos, el Código de Minas (Ley 685 de agosto 15 de 2001), la Guía Ambiental: Carbón y Minería a Cielo Abierto (MINERCOL et al. 2001), Guía Minero Ambiental de Exploración y Explotación (MMA y MME 2001), la Guía minero ambiental para planes de cierre minero CVC y UC. (2009), y la Guía de Producción Más Limpia en la Minería del Oro En Colombia: Mercurio, Cianuro y otras Sustancias (MME 2007).

Efectos de la minería sobre los recursos hídricos. Ligado a la información que se ha generado en el país en relación a guías minero ambiental, planes de manejo para distritos mineros y políticas sectoriales de producción más limpia, se encuentra el tema de la evaluación de impactos generados por la actividad minera. Una revisión permite inferir, que tanto a nivel nacional como regional, la investigación sobre estos, se reduce a la aproximación al daño, a través de la aplicación de metodologías descriptivas que identifican y ponderan los impactos en componentes ambientales.

En este sentido, en las últimas décadas los estudios ambientales relacionados con el tema minero en el país, se encuentran enmarcados principalmente en los distritos mineros definidos en Colombia por el Ministerio de Minas y Energía, como un municipio, o un grupo de municipios, donde se ubican un número significativo de productores mineros (MME y UPME 2003), en los cuales se han desarrollado Diagnósticos Mineros Ambientales. Estos ejercicios incluyen información ambiental general, caracterizaciones bióticas e identificación de impactos de la actividad minera mediante la aplicación de matrices que cruzan información de aspectos ambientales, actividades del proceso de extracción e impactos causados. En este sentido figuran en los estudios de contaminación por mercurio y otros en el distrito minero de Buenos Aires (CRC 2007), el diagnóstico geológico, minero, ambiental, social y económico del distrito minero de Fondas (CRC 2008), la evaluación minero-ambiental del distrito minero de Suarez (CRC 2008), el diagnóstico ambiental en el municipio de Suarez, área de Influencia corregimientos de Mindalá y la Toma (CRC 2009), el diagnóstico minero ambiental distrito minero la Llanada (CORPONARIÑO 2006), el diagnóstico para la Implementación del sistemas de gestión ambiental en el distrito minero de Segovia (Gobernación de Antioquia 2006) y la minería de hecho en Colombia (Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente 2010).

Actualmente, la tecnificación de la minería a cielo abierto generó la multiplicación de los impactos identificados, ocasionando un sinnúmero de áreas degradadas, caracterizadas por la ausencia de bosques y de fauna, la contaminación, la sedimentación de numerosas fuentes hídricas, la contaminación con mercurio y el desequilibrio socioeconómico y cultural de las comunidades. Se hace más

complicada la situación si se tiene en cuenta la ilegalidad de muchos de los entables o sitios de explotación minera y la situación de orden público que dificulta el control de las autoridades ambientales. Este panorama ha implicado que los estudios ambientales más recientes relacionados con la minería se concentren en la recuperación de dichas áreas que han sido altamente impactadas y abandonadas una vez son extraídos los metales. Respecto a este tema en Sur América algunos autores como Brown et al. (1993), ASORPAR (2002), CORANTIOQUIA (2002), Ayala et al. (2008), Vargas et al. (2008, 2009), Portocarrero (2009) y Barrera et al. (2009) entre otros, han abordado la búsqueda y el diseño de estrategias de restauración ecológica de áreas degradadas por minería a cielo abierto en Colombia, Perú y Venezuela. Sin embargo dichos trabajos no incluyen el análisis del componente hídrico y de su capacidad de albergar biota acuática, lo cual puede estar relacionado con la necesidad de entender cómo se afecta este recurso con la intervención minera, lo que implica el estudio de la alteración de su dinámica ecológica a partir del análisis de los procesos que esta incluye y los organismos que la hacen posible.

### **La Minería y sus consecuencias sobre la diversidad, la composición, la estructura y la funcionalidad ecológica de la vegetación**

La minería en la actualidad es considerada como una de las causas de la deforestación de los bosques húmedos tropicales, ya que promueve la eliminación del bosque para la apertura de caminos, consumo ilimitado de recursos hídricos, aumento de agentes contaminantes y el corte de madera para construcción campamentos temporales. Actualmente, más del 60% de los materiales extraídos en el mundo, se obtienen mediante la minería de superficie o a cielo abierto, situación que provoca la devastación del ecosistema en el cual se instala, éste uso indiscriminado causa la pérdida del ecosistema y sus funciones vitales para el sostenimiento de todos los entes bióticos que habitan un área determinada. El impacto en la dinámica natural de la vegetación y la pérdida del suelo se refleja en la limitación de procesos como germinación, desarrollo y supervivencia de las plantas. A pesar que se ha tratado que la actividad minera sea menos impactante en el área donde se practica, las nuevas tecnologías que permiten mejores rendimientos en la velocidad de extracción y procesamiento del minera la aumentan los problemas ambientales, ya que los materiales de desecho no revierten normalmente en la recuperación del lugar (Fonseca 2004, Ceccon 2013).

El IIAP (2012) reporta que los bosques húmedos tropicales presentes en el municipio de Condoto, han sido transformados a través del tiempo, a raíz de la intensidad con que se ha practicado la minería en la zona; el aumento de la actividad minera, ha provocado la degradación de los suelos, la pérdida de vegetación y fauna, la transformación del paisaje, suelos sin horizontes, sustratos escabrosos con montículos de piedras (grava) que semejan a un terreno con diferentes grados de pendiente (Figura 3). Este a su vez sustenta una vegetación dominada por especies colonizadoras, generalmente dispersadas por el viento, estructuralmente solo se presentan el estrato herbáceo y rasante. Esta vegetación

se encuentra dominada por helechos y plantas vasculares de hasta un metro de altura.



**Imagen 3.** Modificación de la vegetación posterior a las afectaciones mineras

En el estrato arbóreo escaso se evidencia una fisionomía variable, alturas que oscilan entre 15-20 m de altura y una composición florística de aproximadamente 45 a 70 especies, la cual varía de acuerdo a la intensidad del disturbio. Cuando se destruye un área por minería a cielo abierto son muchos los años que tienen que pasar para que por lo menos se logre un sistema similar al inicial. En este sentido, es fundamental que tanto los mineros como las autoridades ambientales puedan identificar además de los componentes o elementos que conforman el sistema a ser degradado, su organización, sus interacciones, sus funciones, su estado de desarrollo y los bienes-servicios que pueden prestar a las comunidades humanas adyacentes (Becerra et al. 2011). La recuperación de la vegetación y el suelo por el efecto de la minería tarda más de 1.000 años para alcanzar una biomasa aérea promedio similar a la registrada en bosques primarios de la región; los impactos de la deforestación alteran el contenido de humedad interrumpiendo el ciclo de precipitación y transpiración, reduciendo la precipitación y desecando el área local (Kocian et al. 2011, Quinto et al. 2013).

### **La minería a cielo abierto de oro y platino y la ictiofauna de las fuentes hídricas del San Juan**

Una de las principales causas de deterioro de las fuentes hídricas en los llamados distritos mineros del San Juan está relacionada con la minería aluvial; debido a que el agua es un insumo indispensable en el proceso productivo minero. Su uso es más intensivo en la fase de producción, en la cual es combinada con reactivos químicos para separar el metal de la roca y así obtener el metal con valor comercial (Herrera & Millones 2011). Con la llegada de las compañías extranjeras al departamento del Chocó se perfeccionó el proceso de extracción de oro, la cual se constituyó en el uso de motores elevadores, retroexcavadoras, dragas y dragones sobre el río y sus alrededores, combinadas con sustancias tóxicas como el mercurio. El uso indiscriminado de todo estos, afecta profundamente la morfología de los ríos, causando desvíos de cause naturales, pérdida sus

ambiente, y alteración de sus variables físico-químicas, lo que reduce la disponibilidad de micro hábitats, la variedad trófica y por consiguiente la disminución en la riqueza, diversidad, y composición de los organismos ícticos que viven estos ecosistemas modificados (IIAP. 2014).

En este contexto, Mancera-Rodríguez y Álvarez-León (2003), consideran esta actividad como una de las problemáticas ambientales más importantes en el país y de la cual no se han adelantado suficientes investigaciones, principalmente sobre los efectos que causa el ejercicio de la actividad minera sobre la dinámica de las poblaciones ícticas. Para el departamento del Chocó es muy incipiente el conocimiento que se tiene sobre las alteraciones que sufren los peces presente en cuencas disturbadas por la minería, sin embargo es importante señalar que desde hace menos de una década algunos investigadores han orientado sus estudios en determinar cómo se afecta la diversidad íctica y cuál es el nivel de mercurio que acumulan los peces presente en ambientes hídricos receptores de los desechos mineros. Mosquera *et al* (2005). Realizaron un análisis de mercurio a través del método de espectrometría de absorción atómica de vapor en frío, en tejidos de peces de diferentes especies procedentes del río Condoto, Choco. El mercurio fue encontrado en todas las muestras de peces analizados, el nivel de este metal encontrado en los tejidos musculares de los peces oscilo entre 0,0003 a 0,731 mg/kg, siendo *Hoplias malabaricus* la especie con el nivel más alto de mercurio en sus tejidos. Copete (2013), determinó la contaminación por mercurio en tres especies icticas. *Hoplias malabaricus* (Quícharo), *Pimelodus blochii* (Barbudo) y *Caquetaia kraussii* (mojarra amarilla) de alto consumo humano en el municipio de Condoto (Chocó), en tres pozos con diferente temporalidad de formación, “Chocó Pacífico “con más de 60 años, “Rancho Verde” con 6 años y “Stracon “de tres años. Las concentraciones de mercurio en el tejido muscular de las tres especies no superaron los límites de 0,5 mg/kg permitido por la OMS/FAO (Organización Mundial de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). La comparación entre los tres pozos presento diferencias estadísticamente significativas, argumentando que el pozo 1 presentó individuos con mayor concentración de mercurio en su tejido muscular.

Por otro lado, Sánchez, *et al.* (2010), encontró en su investigación que al río San Juan, se vierten aproximadamente 2126 ton/día producto de las vertimiento mineros y aguas residuales. De estas 200/1000kg/año son sustancias de mercurio provienen solo de la actividad minera, según los análisis de este autor, la cantidad de mercurio vertido para el río Condoto es de 0.2 y 1 ton Hg/año. De acuerdo a esto, esté investigador sostiene que gran parte de esta sustancia toxico termina en el sedimento de las fuentes hídrica, por la cadena trófica pasa a los peces y por ultimo al consumidor (comunidades humana). Por su parte Medina *et al.*, (2011), de termino que 56 personas de 11 municipios de la región del San Juan están contaminados en menor proporción por mercurio; cuatro presentaron diagnóstico de intoxicación por mercurio y una con intoxicación crónica, estos investigadores relacionan, esta problemática con el contacto frecuente de fuentes hídricas y al consumo de peces contaminados con mercurio, dado que el análisis de mercurio en muestras de sedimentos (de fuentes hídricas receptoras de vertimientos de entables mineros) y de peces, realizados por la Universidad Tecnológica del Chocó en el marco del mismo proyecto, muestran que hay altas concentraciones,

aunque no sobrepasaron los límites permisibles para el consumo humano; arrojó valores significativos en especies como *Astyanax fasciatus* (sardina rabilcolorada) y *Brycon sp* (sábalo).

## **La minería y sus impactos sobre la fauna terrestre**

Al comenzar una explotación de una área, lo primero que se da es la pérdida de la cobertura vegetal, lo que conlleva a pérdida de hábitat, afectando directamente grupos faunísticos terrestres, en los cuales estos efectos se sienten fuertemente, especialmente en grupos de hábitos estrictamente arbóreos como ranas arborícolas, lagartos, mamíferos como los perezosos que son de poca movilidad y naturaleza “tímida”, primates y aves que a pesar de presentar alta movilidad, igualmente dependen exclusivamente del recurso vegetal, el cual les brinda disponibilidad de hábitat, contribuyendo con procesos de alimentación y reproducción. Con la reducción de la cobertura boscosa, se presenta reducción de la biodiversidad en su conjunto ya que este fenómeno, afecta no sólo a las especies que allí habitan, sino también a aquellos individuos que requieren áreas grandes y de hábitat continuo (corredores biológicos) para mantener sus poblaciones viables (Felinos y Artiodáctilos), con la ruptura de estos corredores, se presenta el aislamiento de los fragmentos y se aumenta la distancia entre ellos, dificultando el intercambio de las poblaciones, lo que generalmente se asocia a la progresiva desaparición de las especies y con ello el desequilibrio de los ecosistemas y pérdida de la biodiversidad.

En este mismo sentido con la pérdida de la cobertura vegetal y destrucción del hábitat también se ven alterados de manera considerable los patrones tróficos y reproductivos, provocando cambios en la estructura poblacional e incitando al aislamiento de las unidades sociales y de los individuos.

Con relación a los aspectos tróficos se presentan limitaciones en la oferta natural, las especies deben enfrentar a la ausencia o desaparición de los recursos preferidos y altamente nutritivos de su dieta lo que los hace altamente vulnerables y susceptibles a la extinción local por sus complejas posiciones en la cadena alimenticia.

En el ámbito reproductivo y de distribución, la pérdida de hábitat por fragmentación tiene efectos que amenazan la persistencia de las especies, denominados el efecto de borde y efecto barrera, este último se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, restringiendo la habilidad de los organismos de encontrar sus parejas, lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo, trayendo con sigilo consecuencia como la limitación del potencial de los organismos para su dispersión y colonización, especialmente especies como herpetos, aves y mamíferos de conducta arbórea.

Con relación al efecto de borde, que es comúnmente observado en las zonas de intervención minera, las cuales exhiben aspectos peculiares de este efecto (ecosistema fragmentado con cambios en las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y de la matriz circundante). Este efecto se presenta en las inmediaciones o borde de la zona afectada, donde se crearán condiciones con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación y mayor susceptibilidad al viento. Igualmente este efecto puede penetrar hasta los bosques circundantes al

impacto y modificar la distribución y abundancia de las especies, cambiando la estructura de la vegetación y, por tanto, la oferta de alimento para la fauna. Estos cambios afectan ante todo las especies del interior del ecosistema que ha sido fragmentado, ya que pueden ser desplazadas por las especies de espacios abiertos, que encuentran en el nuevo hábitat condiciones más favorables para su supervivencia y reproducción.

Al seguir profundizando en la problemática ambiental que genera la minería a cielo abierto de oro y platino, nos encontramos, que no solo la eliminación física de los hábitats causa alteraciones a la dinámica ecológica de los ecosistemas y sus elementos, si no también otra serie de factores que trae consigo esta actividad, como es el ruido causado por las maquinas durante el proceso de extracción, el cual es un factor limitante en la dispersión de la fauna terrestre. El ruido provoca efectos negativos sobre la dinámica poblacional de las especies, no sólo afecta la distribución de las mismas sino la comunicación y con ello el éxito reproductivo de muchas especies, las cuales pueden disminuir las poblaciones y causar una posible extinción local dentro de la región afectada. Autores como Forman y Alexander (1998), aseguran que los efectos causados por el ruido, generan pérdidas más representativas para la fauna que muchos otros factores antrópicos, poniendo como ejemplo el caso de los anfibios, aves y algunos mamíferos, que dependen de la generación de sonidos y de su correcta audición para que su comunicación resulte exitosa. Los efectos del ruido pueden derivarse en una alteración del balance energético del animal, una pérdida en el éxito reproductor y una tasa menor de supervivencia, sumado a factores como la perdida de hábitat y escases de alimentos pueden llegar hasta la extinción local.

En mención a la tesis anterior, Ruiz *et al.*, (2006), manifiestan que, es evidente, que el ruido puede tener una influencia negativa sobre la biología de las especies faunísticas, ya que en condiciones de inaudibilidad o dificultades para expandir adecuadamente los sonidos que producen, su esfuerzo a la hora de producir estos cantos se tendría incrementarse, o simplemente podría dejar de ser efectivo. Los efectos reales del ruido sobre la fauna silvestre, pueden manifestarse tanto ecológica como fisiológicamente, actuando como barrera virtual para las especies de bosque, debido a la imposibilidad de mantener su territorialidad o por afectar en algún momento a su ciclo vital.

### **Impactos sociales ocasionados por la minería en la región del San Juan-Chocó**

La minería en el departamento del Chocó especialmente en la zona del San Juan, históricamente se convirtió en el eje central que determino las formas y condiciones de vida de la familia nuclear, mientras la importancia de esta actividad ha sido determinante en todo el entorno regional, puesto que, en la actualidad su impacto se refleja en las actitudes mentales de estos pobladores, generando marcada incidencia en el ámbito de la salud, la educación, religión, política, economía, relaciones sociales, relaciones de poder y en términos generales de la cultura misma del hombre de la región. Esta ocupación de tradición ancestral ha sido gestora en primera instancia de la conservación de los recursos renovables y no renovables de las riqueza material y cultural que

identifican al departamento del Chocó. No obstante, de cierto tiempo para acá, los distintos choques socioculturales a que se ha visto sometido el poblamiento en transición, han producido cambios que alteraron la pacífica armonía identitaria trayendo como consecuencia la desvinculación de la unidad familiar, el mal uso de los recursos y el deterioro ambiental (IIAP-MADS 2012).

Según el IIAP-MADS (2012), La explotación minera generó graves consecuencias en la organización sociocultural y familiar de los pueblos del Chocó Biogeográfico. Salta a la vista el deterioro de la organización familiar de los distintos pueblos del municipio de Condoto, Guayabal y Tadó que otrora defendían su territorio por derechos tradicionales en forma mancomunada. Mientras que la presencia de agentes externos subversivos y explotadores, han generado la peor ruptura de familias enteras de parentelas y compadrazgos, de amigos y de afines. Secuelas de estas circunstancias las encontramos, no solo en Guayabal, Tadó y en Condoto sino también en todas las poblaciones mineras del Chocó Biogeográfico han tenido que confrontar una de las más grandes crisis de la supervivencia de los valores socioculturales y la relación con su medio natural. Se pudo constatar que desde ayer a hoy se ha profundizado la ruptura del tejido familiar y se han perdido los lazos de convivencia social y pacíficos llegando al colmo del deterioro de los valores de representatividad cultural, con lo cual se trastocó el conocimiento tradicional que indicaba preservar los recursos naturales y la guarda de una ideología que permitía la comunicación a través de ritos con los dioses de su naturaleza, sino que se violentaron todos los templos geográficos convirtiéndolos en nichos de pobreza e insalubridad que amenazan la seguridad del poblamiento en general.

En términos generales, la minería influyó de manera sustancial en el hombre de estas regiones por cuanto el solo hecho de obtener o no obtener el recurso buscado, generó distintos pensamientos y conductas, que también cambiaron el devenir familiar. Esta actividad, alienó el pensamiento del hombre de estas regiones: generó un letargo mental que obnubiló el proceso creativo con el cual se pudiera lograr nuevas alternativas de vida. Pero la riqueza del filón que es inmediata y oportuna no les dejó pensar en un futuro, sino en la riqueza del momento. La minería ha sido causante del más grave desbordamiento social generando un impacto nocivo reflejado en la niñez, la que por su ignorancia se convierte en víctima fácil de toda clase de motivaciones que terminan finalmente arrojándolos a condiciones de ultraje social. No obstante las peores circunstancias que se ejerce con esta pequeña población, es la obligación que se impone en ellos a trabajar a tan temprana edad, ejerciendo tareas que no son de su competencia y que rompen con el hilo conductor de las más altas tradiciones socioculturales de sus ancestros.

Un impacto severo de todas estas circunstancias se refleja en la prostitución a temprana edad, puesto que la inmadurez juvenil se deja influenciar con mucha facilidad por el manejo de recursos económicos que corrompen la débil mentalidad de estos infantes. Así mismo el impacto negativo es tan fuerte, que impulsa a la deserción escolar produciendo pensamientos que están más cerca a la obtención del dinero fácil que está en contraposición con “la pérdida de tiempo estudiando

tantos años si se es más fácil obteniendo el recurso económico. Secuelas de estas circunstancias se reflejan en los problemas de salud que ahora se presentan a tan temprana edad que acompañadas con la drogadicción presentan cuadros de una juventud propensa a la fácil comisión de delitos organizándose en pandillas juveniles y convirtiéndose en presa fácil de motivos de subversión. Estas circunstancias son las que han determinado la destrucción del tejido social y familiar de estas poblaciones que anteriormente fueron ejemplo de dignidad y de grandeza moral, alterando la vida comunitaria, al punto de que la gente se ve obligada a dejar sus lugares, sus usos y sus costumbres. Consecuencia de ello es que las fibras de ese tejido – familia, religión, educación, salud, justicia etc.- se rompen una a una hasta su total destrucción. La crisis que vive el conjunto de estas poblaciones es compleja, diversa y de múltiples posibilidades de lectura. Pese a ello, tampoco hay duda de que la explotación de los recursos económicos es una de las formas más visibles de la crisis social que afecta dramáticamente las condiciones de vida de cuidadosos de expertos en la materia, el desarrollo de la ciencia y la tecnología permitiría hoy garantizar condiciones dignas de vivienda, educación, salud y disfrute de bienes culturales a todos los integrantes de las comunidades asentadas en un medio geográfico como el Chocó, al mismo tiempo que ha cuidado el medio ambiente preservándolo para beneficio de las generaciones futuras.

## **ESTRATEGIAS PARA A MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LA MINERIA ILEGAL**

La minería por ser una actividad socioeconómica es casi imposible su prohibición, para tal se requieren de argumentos de orden legal a nivel nacional impuesto por el gobierno, pero si existe la posibilidad de hacerla más amigable con el ambiente.

En el caso de las áreas que ya han sido impactadas existen estrategias para su mitigación por ejemplo los protocolos de restauración, citando el caso específico de la región del San Juan existe un protocolo para la restauración ecológica y se describe a continuación:

### **Metodología para un protocolo de mitigación de efectos causado por minería a cielo abierto de oro y platino en Condoto -Chocó, Colombia**

Con base a la información de campo levantada y sus respectivos análisis, se elaborará una guía metodológica (protocolo de restauración) que permita mitigar los efectos de la minería sobre los componentes biofísicos de la zona que ha sido escogida para la ejecución de la herramienta, esto basado en el Protocolo de restauración ecológica de áreas degradadas por minería a cielo abierto de oro y platino en el Chocó Biogeográfico del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John Von Newman”, (2012).

La metodología está determinada por 8 pasos y se detallan a continuación:

## **1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA**

Para esta actividad es necesaria la ubicación de áreas o zonas en donde la actividad minera a cielo abierto ha generado daños a ecosistemas prestadores de bienes y servicios ambientales. Posteriormente toca levantar cartografía base que contenga la ubicación, distribución geográfica y zonificación de las áreas degradadas con sus respectivas fotografías aéreas y de ser posible registro fotográfico de las áreas a restaurar antes de su intervención. Adicionalmente toca ubicar zonas cercanas donde se resalten aspectos como: la presencia de diversidad de hábitat, acuerdo del no uso del área a restaurar, características del relieve y la susceptibilidad a conexión con corredores biológicos.

## **2. ANÁLISIS DE VIABILIDAD SOCIO-AMBIENTAL PARA ADELANTAR PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS DIFERENTES ESCENARIOS CARACTERIZADOS, SEGÚN LA AFECTACIÓN OCASIONADA POR LA ACTIVIDAD MINERA.**

Para este análisis toca articular diferentes entes que tengan que ver con la restauración, donde a través de diferentes concertaciones con propietarios legales de sus territorios, toca mirar las posibilidades de la restauración, determinando los recursos financieros y técnicos con que se cuenta, recursos que se necesitan y la capacidad para conseguirlos.

## **3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Para diagnosticar la situación ambiental se necesita la realización de una caracterización detallada del estado actual del área afectada por la actividad minera donde se pretenda hacer la restauración ecológica. En la caracterización se deben considerar aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos.

## **4. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MAYOR OFERTA AMBIENTAL Y POTENCIAL BIÓTICO**

La caracterización o diagnóstico del área a restaurar permitirá la identificación de los sitios con mayor oferta ambiental y potencial biológico. Para esto se necesita

**La determinación de la oferta ambiental.** Toca identificar aquellos puntos donde las condiciones naturales y climáticas pueden favorecer el restablecimiento de la vegetación y fauna, constituyen las áreas por donde se debe iniciar la implementación de los tratamientos para facilitar su éxito o sostenibilidad.

**La determinación del Potencial Biótico.** Para el potencial biótico, toca determinar la disponibilidad de elementos vivos que sirvan como mecanismos potenciadores de la restauración, es decir que dependiendo del estado de degradación del área, puede estar conformado por el bosque remanente circundante, parches de bosque y arbustos aislados, banco de semillas del suelo y rebrotes entre otros.

## **5. ELECCIÓN DEL ECOSISTEMA DE REFERENCIA**

Para la elección del ecosistema de referencia, en el proceso de restauración ecológica de las áreas degradadas, se deberá tener en cuenta como mínimo algunas de las características ecológicas del ecosistema, las cuales, hacen referencia a la combinación de los componentes, procesos, bienes y servicios que caracterizan a un ecosistema no intervenido por la minería, como: condiciones del paisaje, suelo y agua, tipos de hábitats, riqueza y abundancia de animales y plantas, con su respectiva distribución, estructura, productividad, y procesos ecológicos básicos (polinización, dispersión, sucesión y conectividad).

## **6. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN**

Para este fin toca diseñar estrategias y tratamientos orientados a:

- ✓ Recuperar la funcionalidad de los ecosistemas
- ✓ Restituir las fuentes hídricas
- ✓ Recuperar la productividad del suelo (funciones físicas, químicas y biológicas)
- ✓ Reconstruir, la funcionalidad de la cobertura vegetal a partir de procesos ecológicos, que contribuyan a la reaparición de los recursos bioecosistémicos dependientes de la misma
- ✓ Restablecer las condiciones bióticas y abióticas necesarias para cubrir los requerimientos ecológicos de la fauna silvestre nativa y procurar su establecimiento y permanencia en el ecosistema.
- ✓ Implementar medidas de mitigación que propicien la recuperación de la estructura sociocultural ancestral.

## **7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN EL COMPONENTE HÍDRICO**

Para este fin toca diseñar herramientas de mitigación de impactos sobre las fuentes hídricas, partiendo de las características de los vertimientos generados, es decir que las medidas seleccionadas deben estar orientadas a controlar o disminuir la concentración de aquellos parámetros fisicoquímicos más contaminantes y con mayor carga. Los cuales de acuerdo a la caracterización realizada son los sólidos (suspendidos y totales), mercurio, grasas y aceites.

## **8. ESTRATEGIAS Y TRATAMIENTOS DE LA RESTAURACIÓN DE LOS COMPONENTES FLORA Y FAUNA**

Teniendo en cuenta las particularidades de los ecosistemas afectados en la región del Chocó Biogeográfico, se propone unos mecanismos de restauración ecológica que con su aplicación favorezcan procesos ecológicos fundamentales, que permitan devolver a los ecosistemas afectados parte de las funciones que tenían originalmente (Ver Protocolo de restauración ecológica de áreas degradadas por minería a cielo abierto de oro y platino en el Chocó Biogeográfico del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico “John Von Newman”, 2012).

Estas estrategias son:

### **ESTRATEGIAS, TRATAMIENTOS Y MONITOREO PARA EL COMPONENTE VEGETACIÓN**

Teniendo en cuenta las particularidades de los ecosistemas afectados en la región del Chocó Biogeográfico, Toca elaborar y proponer una serie de mecanismos de restauración ecológica que con su aplicación favorezcan procesos ecológicos fundamentales, que permitan devolver a los ecosistemas afectados parte de las funciones que tenían originalmente

### **ESTRATEGIAS, TRATAMIENTOS Y MONITOREO PARA EL COMPONENTE FAUNA**

En este apartado se deben proponer medidas estratégicas que ayuden a recuperar las funciones del ecosistema, mediante el establecimiento de la fauna que propicie procesos ecológicos como la polinización, dispersión y descomposición y con ello también acelere el proceso de sucesión vegetal, lo cual posibilite además a largo plazo la llegada y establecimiento de una fauna más especializada y menos tolerante a las alteraciones en el ambiente, indicando así el buen estado del ecosistema y por tanto garantice la efectividad del proceso de restauración.

## **CONCLUSIONES**

La minería a cielo abierto de oro y platino, causa numerosos impactos de largo alcance en espacio y tiempo para todos los componentes ambientales, dado a que se contaminan las fuentes hídricas y fragmentan otros ecosistemas, además de generan cambios en la estructura y función de las comunidades bióticas; fenómeno que trae consigo total afectación de las dinámicas poblacionales de las comunidades animales propias de un lugar y sus zonas aledañas, dada la migración de ciertas especies que entran a competir por espacio y alimento con las que ya habitaban en dicho ecosistema. Los impactos de la minería a cielo abierto de oro platino, se sienten fuertemente en los grupos faunísticos terrestres especialmente grupos de hábitos estrictamente arbóreos como ranas arborícolas y lagartos, mamíferos como los perezosos que son de poca movilidad y naturaleza “tímida”, primates y aves, que a pesar de presentar alta movilidad, igualmente

dependen exclusivamente del recurso vegetal, el cual les brinda disponibilidad de hábitat, que es vital en los procesos de alimentación y reproducción de estos grupos.

La explotación minera en los territorios del Chocó, han causado más perjuicios, que beneficios a sus habitantes. Hechos elocuentes muestran a un poblamiento envejecido sin derecho a ninguna atención social, a una juventud desorientada y en definitiva a un poblamiento que por decisiones por fuera de su voluntad, ha contribuido más al deterioro de su vida biodiversa y a el olvido o renuncia de sus patrones socioculturales por debilitamiento de la cultura autóctona, o por la falta de atención de los grupos domésticos o así como, por la inexistencia de políticas que aseguren cuando menos la posibilidad de mitigación de los impactos negativos del orden ambiental y sociocultural de estas y otras poblaciones del departamento del Chocó, que están viviendo estas y peores circunstancias ya descritas en la investigación realizada.

### **Literatura citada**

Agbeti MD, Kington JC, Smol JP, Waters C. 1997. Comparison of phytoplankton succession in two lakes of different mixing regimes. Arch fur Hydrobiologie, 140: 37-69.

Arroyave MDP, Gómez C, Gutiérrez ME, Múnera DP, Zapata PA, Vergara IC y Ramos K C. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA, (5).

Ayala H, Murillo W, Mosquera J. 2008. Evaluación de la adaptabilidad de la acacia (*Acacia mangium Wild*) y bija (*Bixa orellana*) en áreas degradadas por la actividad minera aluvial en el Chocó biogeográfico, Condoto, Chocó, Colombia. Revista Bioetnia, 5(29): 115 -123.

Brown R, Foster R, Gross E, Liegel L. 1993. Restauración de Ecosistemas Perturbados por la Pequeña Minería en la Región de Guayana de Venezuela. Caracas. Corporación Venezolana de Guayana y USDA Forest Service Restoration Advisory Team. p. 36.

Cabrera G, Robaina N y D Ponce de León. 2011. Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes, 34: 313-330.

Cabrera G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y Forrajes, 35: 349-364.

Cappelletti CF, Ciutti A, Crippa L, Mancini M, Beltrami E, Pierdominici E, Dell' Uomo A. 2005. Diatomee como indicatori della qualità biológica dei corsi d'acqua.

EPI-D ed altri metodieuropei a confronto: il caso del fiume Tevere. *Biologia Ambientale*. 19 (11): 103-108.

Castro R. 2009. Desarrollo de un Índice de Diatomeas Perifíticas para evaluar el Estado de los Humedales de Bogotá. [Tesis de Maestría] [Bogotá (Colombia)]: Universidad Nacional de Colombia. p 159.

Chávez QM. 2012. Informalidad e ilegalidad de la Minería Artesanal y pequeña Minería en el Perú: Diagnóstico y Propuestas. Lima –Perú

Confederación Hidrográfica del Ebro. 2005. Metodología para el Establecimiento del Estado ecológico según la directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para Fitoplancton. Barcelona. Ministerio de Medio Ambiente. p. 43.

Ector, L. 1992. Control de la calidad biológica de las aguas superficiales en la red de afluentes de Galicia-costa mediante diatomeas bénticas. En: Calidad del agua en las estaciones de aforo de los ríos de Galicia. Años hidrológicos 1989-90, 1990-91. Santiago de Compostela. Fundación Empresa Universidad Gallega (FEUGA). Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas, Xunta de Galicia. p. 76-157

Estrada-Villegas S, Pérez-Torres J, Stevenson P. 2007. Seed dispersal by bats in a mountain forest edge. *Ecotropicos* 20(1):1-14

Estrada A. y Coates-Estrada R. 1995. La contracción y fragmentación de las selvas y las poblaciones de primates silvestres: el caso de Los Tuxtlas, Veracruz. In E. Rodríguez Luna, L. Cortés Ortiz y J. Martínez Contreras (Eds.), pp. 25-59. Estudios Primatológicos en México, Volumen II. Biblioteca Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver., México.

Fahrig L. 1998. When does fragmentation of breeding habitat affect population survival? *Ecol Modelling*. 105: 273-92.

Fonseca H. 2004. Minería Impactos sociales y ambientales. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. ISBN: 9974-7782-5-5. 180 P.

Fore L, Grafe C. 2002. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A.). *Freshwater Biology*, 47: 2015–2037.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, Ministerio de Ambiente IIAP y Desarrollo Sostenible MADS. 2012. Protocolo de restauración ecológica de áreas disturbadas por minería, en el Chocó biogeográfico. Quibdó. Informe Técnico Final del Proyecto. N°182 DE 2011 MADS-IIA P. p. 340.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). 2013. Diagnóstico ambiental de las áreas degradadas por actividad minera en la costa caucana.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), 2014. Estudio de los efectos y perturbaciones físico - química y biológica de fuentes hídricas presionadas por la actividad minera en el Distrito Minero del San Juan (Raspadura) Informe técnico. Componentes fauna íctica.

Lozano, O & Murillo Y. 2011. Modelo íctico piloto de monitoreo de calidad de agua en una microcuenca del alto San Juan – Choco, Colombia. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica del Chocó.

Mancera-Rodríguez, N. J. & R. Álvarez-León. 2003. Estado del conocimiento de las concentraciones de metales pesados en los peces dulceacuícolas de Colombia, pp. 52 In: Mem. VIII Simp. Colombiano de Ictiología. ACICTIOS / UDC. Montería (Córdoba) Colombia, mayo 19-21 (resumen).

Ministerio de Minas y Energía. 2006. Formulación de una Iniciativa de Producción más limpia dirigido al sector de los Metales Preciosos en pequeña escala en Colombia para ser implementado a través de los Centros Ambientales Mimineros – CAMS– u otros instrumentos técnicos.

Ministerio de Minas y Energía, 2009. Así es la Minería. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá. MME. p.15.

Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Minas y Energía, 2001. Guía Minero Ambiental de Exploración. Bogotá. MMA y MME. p. 115.

Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Minas y Energía. 2007. Guía Minero Ambiental de y Explotación. Bogotá. MMA y MME. p. 112.

Montaldo N H. 1993. Avian dispersal and reproductive success of two species of *Ligustrum* (Oleaceae) in a subtropical forest relict in Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 15-85.

Ramírez, F. 2007. Tierra y minería, el conflicto en Colombia. *Revista Semillas*. 2007; 32/33. Bogotá DC. 10 p. En línea. URL disponible en: <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=e1b-20155114-20155114> HYPERLINK «<http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=e1b-20155114&x=20155119>»&HYPERLINK«<http://www>.

Rangel-ChJO. 1991. Vegetación y ambiente en tres gradientes montañosos de Colombia. Tesis de doctorado. U. Amsterdam. *Academisch Proefschrift*. pp 322-323

Rangel-Ch JO, Lozano-CG. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán Puracé. *Caldasia* 14(68-70): 503-547

Rangel-Ch JO. 1995. La diversidad florística en el espacio andino en Colombia. Págs 187-205 en: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.),

Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. The New York Botanical Garden, New York

Rangel JO, Arellano P. 2004. Clima del Chocó Biogeográfico de Colombia. En: Rangel JO. 2004. Colombia Diversidad Biótica IV. Chocó Biogeográfico. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. p. 39-82.

Rangel-ChJO, Rivera DO. 2004. Diversidad y Riqueza de Espermatofitos en el Chocó Biogeográfico. En: JO. Rangel-Ch. (ed), Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico. Mapa 6. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Ramírez J. 2000. Fitoplancton de agua dulce: Aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. 1ª edición. Medellín. Universidad de Antioquia. p. 226.

Redford, K.H. 1992. The empty forest. *Bioscience* 42: 412-422.

Roldán G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Colección Ciencia y tecnología, Número 1. Medellín. Universidad de Antioquia. p 529.

Roldán G, Ramírez J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª ed. Medellín. Universidad de Antioquia. p. 268.

Rosas A, Velasco R, Belmont A, Báez AM. 1993. The Algal Community as an Indicator of the Trophic Status of Lake Patzcuaro, México. *Environmental Pollution* 80: 255-264 shallow lakes. *Vie Millieu*. 54: 71-79.

Ros J. 1979. Prácticas de ecología. Barcelona, España. Ediciones Omega S. A. p. 59.

Ruiz-Cobo DH, Feijoo A y Rodríguez C. 2010. Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso del terreno en la cuenca del río Otún, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, 2: 165-178.

Sacchi GA, Serra DA. 2010. Actividad minera y cambio del paisaje en la zona Este de la ciudad de Córdoba, Argentina: un caso de estudio. *RASADep* 1-Número Especial Cambios de uso de la tierra. Causas, consecuencias y mitigación. P.: 221 - 228.

Sánchez S y Milera M. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. *Pastos y Forrajes*, 25: 189

Tafur E. Rangel-Ch J. O 2005. Caracterización preliminar de la textura foliar de la vegetación en los transectos del Tatamá (Cordillera occidental, Colombia). Págs. 661- 687 en: T. Van der Hammer, J. O. Rangel-Ch. & A. M. Cleff (eds). *Estudios de ecosistemas Tropoandinos* 7. J. Cramer, Berlín

Ter Braak CJF, Smilauer P. 2002. CANOCO Reference manual and Cano Draw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). New York. Microcomputer Power, Ithaca. p. 500. Disponible en: <http://www.canoco.com>

Toro J, Schuster J, Kurosawa E, Araya, Contreras M. 2003. Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas loticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en Rio tropical streams. *Hydrobiologia*. 573: 75-87.

Uehlinger V. 1964. Etude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Arch Science Physics Nature*. 17:121-223

Vásquez C, Ariza A, Pinilla G. 2006. Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano cundiboyacense. *Universitas Scientiarum*, 11(2): 61-75

Vasconcelos HL and Laurance WF. 2005. Influence of habitat, litter type, and soil invertebrates on leaf-litter decomposition in a fragmented Amazonian landscape. *Oecología*, 144: 456-462.

Vargas L, Quesada Z, Ramírez G y Valoyes Z. 2010. Diagnóstico ambiental de las áreas degradadas por la actividad minera en el municipio de Atrato, Chocó. *Revista Bioetnia* 7 (1): 23-37

Viña GR, Mojica JI, Pabón M, Contreras M, Santos S. 1991. Estudio ecológico de las zonas afectadas por derrame de petróleo durante 1998 en el área de influencia del oleoducto Caño Limón-Coveñas. Cúcuta. *ECOPETROL DCCICP*. p 128.

Webber H H, Thurman HV. 1991. *Marine biology*. 2<sup>a</sup> ed. New York- Harper Collins Publishers. p. 424.

Whitmore T. 1989. Florida diatoms assemblages as indicators of trophic state and pH. *Limnology and Oceanography* 34: 882-895.

Wilson J.1994. The role of bioindicators in estuarine management. *Estuaries*, 17 (1A):94–101.

Zerbino BM. 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Universidad de la Republica, Facultad de Ciencias. p. 100.

