

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA  
ACTIVIDAD MINERA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA**

ELABORADO POR

**JOSÉ CAMILO ALARCÓN GONZÁLEZ**

**LEONEL ROMERO IZQUIERDO**

**ALEJANDRA TRASLAVIÑA DÍAZ**

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS

BOGOTÁ, D.C.

2014

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA  
ACTIVIDAD MINERA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA**

ELABORADO POR

**JOSÉ CAMILO ALARCÓN GONZÁLEZ**

**LEONEL ROMERO IZQUIERDO**

**ALEJANDRA TRASLAVIÑA DÍAZ**

**TRABAJO DE TESIS DE GRADO**

DIRECTORES DE TESIS

**EDILBERTO LEÓN PEÑA**

**MARIA ALEJANDRINA VANEGAS DE MELO**

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS

BOGOTÁ, D.C.

2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

**Firma Del Presidente Del Jurado**

---

**Firma Del Jurado**

---

**Firma Del Jurado**

17 de Marzo de 2014.

## **AGRADECIMINETOS**

Principalmente a nuestros Padres; Camilo y Yanira (†); Leonel y Claudia; Guillermo y Gloria, a todas nuestras familias, amigos, compañeros de estudio y trabajo y demás personas que ayudaron a fortalecer la culminación de este logro mas en nuestra vida profesional y personal.

Al área directiva de la Uniersidad Jorge Tadeo Lozano y al programa de Especialización en Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos. A su director general Edilberto León Peña y todos los colaboradores que hacen parte de su equipo de trabajo. A la profesora Alejandrina Vanegas De Melo, por su incondicional ayuda y formación académica en la realización de este proyecto. A los demás docentes de las diferentes áreas.

Finalmente A Dios por guiarnos en el desarrollo de esta meta y proposito para cada uno de nosotros.

*Camilo, Leonel y Alejandra.*

## **TRABAJO DE TESIS DE GRADO**

**Para Optar al Título Académico De**

**Especialista En Evaluación Del Impacto Ambiental De Proyectos**

Los profesionales autores de este documento lo presentan como requisito para obtener el título académico de Especialista En Evaluación Del Impacto Ambiental De Proyectos, reflejando en él todos los conocimientos, aptitudes y aplicaciones de conceptos y términos adquiridos durante el proceso y desarrollo académico de la especialización.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **Justificación**

Actualmente, la laguna la Herrera está incluida dentro del gran complejo de humedales que circundan o se establecen sobre la Sabana de Bogotá debido a que, por medio de estudios y monitoreo ambientales y ecológicos, se ha podido demostrar que éste es un sistema acuático muy importante no solo por su historia la cual enmarca muchos mitos y tendencias ancestrales culturales sino también porque desde siempre ha sido un lugar apropiado y esencial para la sobrevivencia y establecimiento de varias especies de flora y fauna, principalmente aves migratorias.

Sin embargo, al transcurrir el tiempo poco a poco La Herrera se ha convertido en un panorama desolador donde abunda el deterioro y suciedad debido a las intervenciones antrópicas provocadas por las múltiples actividades que se realizan en todo este sector donde se incluyen, la actividad minera (explotación de Canteras), establecimiento de áreas agropecuarias (ganado), agrícolas (cultivos), y asentamiento de pequeñas ciudades, municipios (Mosquera, Facatativá, Madrid y Bojacá) y barrios (los Puentes y el Pencal), que de una u otra forma afectan o intervienen en la dinámica natural de la laguna al verter sus desechos a los ríos Subachoque y Bojacá, principales afluentes de este sistema acuático.

Todos estos factores han originado una reducción importante en el espejo de agua de la laguna debilitando la calidad de su agua, creando procesos de eutrofización de la misma. Por eso es tan importante y prioritario llevar a cabo esta clase de estudios, donde se puede determinar la situación actual, en este caso de la calidad del agua, proponiendo alternativas y posibles soluciones para mejorarla y en cierta forma recuperarla implementando un proceso continuo y permanente por muchos años.

### **Objetivo General**

Realizar una auditoría ambiental por medio de un diagnostico actual de la calidad del agua de Laguna la Herrera evaluado exclusivamente la (s) posible (s) alteración (es) que se está (n) originando por causa de la intervención y explotación minera (Canteras), que se está desarrollando actualmente en el sector aledaño a este importante sistema acuífero.

## Objetivos Específicos

- ④ Describir la localización del proyecto delimitando el Área de Influencia Indirecta (AII) y el Área de Influencia Directa (AID) del estudio proyectado.
- ④ Realizar una caracterización general actual de los medios Físico, Biótico y Socioeconómico dentro del área que contempla este estudio.
- ④ Realizar una descripción del proyecto contemplando cada una de las etapas (operación y abandono), que se incluirían dentro del desarrollo de este proyecto.
- ④ Describir la demanda y afectación de los recursos naturales dentro del área del proyecto.
- ④ Realizar la evaluación ambiental que determine los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades mineras que se están llevando a cabo en cada una de las etapas contempladas.
- ④ Diseñar el Plan de Manejo Ambiental para exponer las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los posibles impactos que se hayan y se estén dado en el área por causa de la continua explotación minera.
- ④ Elaborar un plan de contingencia identificando dentro de este los posibles riesgos operacionales y ambientales que se puedan originar en el área de desarrollo del proyecto.

## Descripción del Proyecto

El proyecto se realiza en el Municipio de Mosquera el cual está ubicado en el altiplano cundinamarqués en la Sabana de Bogotá a 2546 msnm (4° 42' 28" de latitud norte y 74° 13' 58" de longitud oeste). Mosquera está ubicada hacia el suroccidente de la cuenca hidrográfica del río Bojacá, al costado suroccidental de la Sabana de Bogotá a aproximadamente 23 km de la capital de la república. Limita con los Municipios de Madrid y Funza por el norte, con Soacha por el sur, Bojacá por el occidente y Bogotá por el oriente.

El área de influencia indirecta se delimita teniendo en cuenta el objetivo principal del estudio el cual hace referencia al estado actual de la Calidad del Agua de la Laguna la Herrera, de esta forma contempla todo el sector de canteras y barrios aledaños. El área de influencia directa se centra en la Laguna La Herrera y sus predios inmediatamente aledaños (casas, cultivos, fincas).

Se planea realizar una auditoria o diagnóstico ambiental en la Calidad del Agua de la Laguna La Herrera tomando como referencia la posible afectación de la explotación minera que se desarrolla diariamente en un sector del área de Influencia directa de este estudio. De esta forma este Plan de Manejo Ambiental pretende evaluar estos efectos, citando los impactos que se generan y postulando medidas de prevención y corrección a ellos.

Este estudio se basa en realizar una descripción o caracterización de los componentes Físico, Biótico y Socioeconómico con todas las variables y aspectos que se deben incluir en cada uno de ellos. Además se analizan los posibles impactos que se generan tras las actividades mineras en la calidad del agua de la Laguna. También se establecen los posibles riesgos y soluciones a ellos, se realiza una evaluación ambiental y se analiza la demanda y afectación de los recursos naturales en la zona. Finalmente se exponen una serie de conclusiones y recomendaciones que pueden generar alternativas de solución a futuros proyectos de esta índole que se realicen en esta área.

### **Línea Base**

La metodología se basó en realizar un desplazamiento al territorio del proyecto tomando un registro fotográfico detallado que exponga y refleje la verdadera condición en la que se encuentra este cuerpo de agua. Para la descripción biótica se efectuó un recorriendo para conocer las especies presentes tanto de flora como de fauna. En el muestreo de parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos, el cual se realizó para determinar y conocer el estado actual de la calidad del agua de la Laguna La Herrera, se tomaron como referencia tres (3) puntos de muestreo, uno ubicado en la parte norte de la laguna (cerca de la zona de cultivos – Punto 3), otro en la parte central (Punto 2), y uno más en la parte sur (cerca de la salida de agua del canal San Jorge ubicado a un costado del Barrio Los Puentes – Punto 1).

Para la recolección de muestras fisicoquímicas se tuvieron en cuenta mediciones *in situ* como el pH; Oxígeno disuelto; Conductividad y Temperatura. Los demás parámetros tomados (Amonio, DBO,



DQO, Dureza total, Fosfatos, Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno total, Sólidos disueltos totales, Sólidos totales, Sulfatos, Cromo, Mercurio, Plomo, Coliformes totales y Coliformes fecales), se llevaron al laboratorio del Instituto de Higiene Ambiental (IHA), con el fin de que se analizaran presentando los datos pertinentes.

Para la recolección de muestras de las comunidades hidrobiológicas (Plancton, Bentos, Perifiton, Macrófitos acuáticos e Ictiofauna), se realizaron muestreos en campo y análisis de laboratorio empleando las metodologías que se describen a continuación:

Matriz	Parámetro	Método	Unidad de Medida
Hidrobiológico	Fitoplancton	Semina, 1978 En: UNESCO, 1978 10200 B Standar Methods 2012	Ind/ml
	Zooplancton	Paggi y Paggi, 1995 En: Lopretto y Tell, 1995 10200 B Standar Methods 2012	Ind/ml
	Perifiton	10300C Standar Methods 2012 Semina, 1978 En: UNESCO, 1978 Rivera y Zapata (2009)	Ind/cm2
	Bentos	10500 C Standar Methods 2012 10500 B Standar Methods 2012	Ind/m2
	Macrófitos Acuáticos	10400 D Standar Methods 2012 10400 C SM; Ramirez, (2006)	% Cobertura/área
	Ictiofauna	10600 D Standar Methods 2012 10600 B,C Standar Methods 2012	Esfuerzo de Captura/tiempo

**Fuente:** Alarcón et.al., 2013.

## Medio Físico

La caracterización referente a los diferentes componentes del Medio físico se analiza y se expone teniendo en cuenta la demarcación realizada para el Área de Influencia Indirecta puesto que son características y aspectos que rigen a toda esta zona incluyendo el área de influencia Directa (Laguna La Herrera). Las unidades estratigráficas que afloran en toda esta área geográfica, desde la más antigua a la más joven pertenecen al Grupo Guadalupe el cual se compone por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Arenisca de labor y tierra y por depósitos Cuaternarios pertenecientes a Terraza alta (Qta), Coluviales (Qc) y Aluviales (Qal).

En cuanto a la geomorfología, esta zona se caracteriza por presentar un nivel alto de depresiones y elevaciones de altura media que se asientan sobre una planicie que actualmente es conocida como la Sabana de Bogotá. En el área donde se localiza el humedal de la Laguna La Herrera se encuentra

muy marcada esta condición o patrón geomorfológico el cual comprende básicamente dos clases o tipos de paisaje, el de planicie y el de montaña.

La geología estructural está conformada por rocas que se encuentran en un estado con intensas fallas y plegamientos. Los pliegues del Cretácico se mantienen pero existe un predominio de fallamientos que originan una fuerte tectónica de bloques en la zona. La formación Guaduas y el Grupo Villeta son más propensos al plegamiento, mientras que la formación Guadalupe es más propensa al fallamiento o fracturamiento. El sector de Bojacá comprende la falla de Zipacón por el costado occidente, la falla de Balsillas por el oriente y las carreteras de Facatativá – Madrid por el norte y la de Mosquera – La Mesa por el sur. Entre la falla de Zipacón y el valle de Bojacá existe un sinclinal (Zipacón) y un anticlinal (Chuscal). Por el sector occidental hacia el oriental puede apreciarse un sinclinal suave, un anticlinal largo, el sinclinal de la Capilla, un anticlinal invertido y la falla de Montanel, la cual ocupa aproximadamente 10 Km de longitud y es atravesada por la carretera Mosquera – La Mesa por su costado oriental. Entre la falla de Montanel y Balsilla se encuentra la de Mondoñedo con presencia de unos anticlinales y sinclinales. Hacia el noreste de la Laguna se sitúan cuatro cerros constituidos por areniscas de grano grueso.

De igual manera que la geomorfología, la composición de los suelos se rigen por los dos tipos de paisajes que se encuentran en toda esta área, los cuales hacen referencia a la Asociación Humic Dystrudepts – Typic Hapludalfs (montaña), a la Asociación Aeríc Epiaquepts – Fluvaquentic Endoaquepts y al Complejo Humic Dystrudepts – Typic Haplustalfs – Fluvanquentic Endoaquepts (planicie).

La Hidrogeología de esta zona se compone de los Acuíferos Depósitos de Terraza Alta y Acuíferos Depósitos Aluviales que datan del Cuaternario y del Acuífero Formación Labor y Tierra y el Acuífero Formación Arenisca Dura que datan del Cretáceo. La hidrografía de la Laguna La Herrera pertenece a la confluencia del río Bojacá con el río Subachoque donde se forma el río Balsillas (Sur). Su dinámica hídrica hace referencia a que el territorio de la laguna siempre ha sido un plano inundado debido a la geomorfología, aunque se han originado cambios significativos en esta dinámica siendo los más relevantes los provocados por el desarrollo de la actividad minera en los predios de Mondoñedo, localizados al sur de la laguna, pues transforman drásticamente el relieve y la topografía alterando y modificando por completo los drenajes superficiales naturales provenientes de los cerros.

En cuanto a los factores climáticos, según los registros obtenidos a nivel multianual, la temperatura oscila entre 13,4 °C a 13,8 °C, con un valor máximo de 14,2°C, la humedad relativa es de 80,8%, el brillo solar promedio multianual es igual a 1558 horas/año, es decir un promedio de 4,3 horas de sol por día, la evaporación presenta un valor igual a 844 mm, es decir 2.3 mm por día, la precipitación multianual varía desde 503 mm (estación Base Aérea Madrid), a 587 mm (estación Campobello), el promedio de la evapotranspiración es de 759,5 mm, la velocidad del viento promedia un valor de 1,88 m/s y direcciones predominantes de 22,58% (Noreste), 16,5% (Este) y 14,6% (Norte), finalmente, la nubosidad es considerada en un nivel alto teniendo un promedio medio anual de 6/8.

La calidad del aire se ve afectada debido al establecimiento de varias industrias dedicadas a la explotación de arenas, rocas y asfaltos además de zonas de cultivos de hortalizas, flores y legumbres entre otros. A todo esto se le debe sumar el constante tránsito de volquetas, camiones y carros que se movilizan por la vía de acceso principal, la cual circunda a la laguna por el costado suroriental y la operación de maquinaria pesada como retroexcavadoras y aplanadoras. Todas estas actividades generan diferentes cantidades de gases que se acumulan en el aire reduciendo drásticamente su calidad.

Dentro del análisis de los parámetros fisicoquímicos, la temperatura en los puntos de monitoreo presentó una variación entre 13,5 y 13,8 °C, ajustándose a las condiciones de la zona de estudio donde la temperatura promedio es de 13,7°C. El oxígeno disuelto fluctuó entre 2,5 y 3,1 mg/L, estando fuera del límite permitido de la normatividad ambiental vigente definida para la preservación de flora y fauna. El pH presentó un rango estrecho registrando valores ácidos con una tendencia hacia valores neutros, desde 5,8 hasta 6,0, indicando que es necesario realizar un tratamiento de desinfección. En la conductividad se estimaron valores desde 458 hasta 562 µS/cm revelando una capacidad alta para conducir la energía eléctrica (alta mineralización). La demanda biológica de oxígeno (DBO5), fue alta al reportar valores en un rango entre 28 y 35 mg/L evidenciando. La demanda química de oxígeno (DQO), reporto valores desde 72 a 87 mg/L correspondientes a ecosistemas con presencia de contaminación orgánica de difícil degradación. El Carbono Orgánico Total (COT), presentó un comportamiento similar a la demanda bioquímica y química de oxígeno, con valores que van desde 7,6 mg/L hasta 8,3 mg/L, lo cual se relaciona con el aporte de carbono realizado por el material vegetal biodegradable que ingresa al sistema acuático. En los sólidos suspendidos se registraron valores entre 118 mg/L y 205 mg/L indicando que la mayoría de los sólidos suspendidos presentes en dicho cuerpo de agua son de origen orgánico. En cuanto a la turbiedad, se observó un nivel elevado presentando valores entre 4,52 y 5 UJT. En relación a los

sólidos totales, se reportaron valores de 357 mg/L a 479 mg/L indicando influencia de material de arrastre en la laguna con relación al efecto de disolución.

Se registraron concentraciones de nitratos desde 3,16 mg/L hasta 3,78 mg/L y de nitritos de 0,013 mg/L y 0,016 mg/L siendo evidente que no representan ninguna afectación para el medio ambiente. Respecto al nitrógeno amoniacal este parámetro no excedió el límite permisible por la normatividad, ya que los resultados para las estaciones de monitoreo fueron de 0,76 hasta 0,88 mg/L, en relación al fósforo total se registraron valores entre 1,3 hasta 1,7 mg/L, siendo estos valores comunes, en este tipo de sistemas hídricos. Los sulfatos reportaron valores inferiores al límite de detección pero se encuentran dentro del rango permisible legal. La dureza registró valores menores a 0,09 mg/L indicando aguas duras (carbonatada). Dentro de los metales establecidos en la normatividad ambiental vigente, el plomo reportó valores indetectables a partir de las técnicas analíticas empleadas para su determinación (menor a 0,05 mg/l). Los coliformes fecales presentaron valores que oscilaron entre 165 y 210 NPM/100 ml, encontrándose todas las estaciones monitoreadas dentro de los límites establecidos en el Decreto 1594/84. En contraste, los coliformes totales fluctuaron entre 20500 NPM/100mL y 21500 NPM/100 ml, señalando que se requiere de un tratamiento convencional y de desinfección si la finalidad del recurso es para consumo humano y/o uso doméstico. Finalmente, el índice de calidad de agua estimado determina que todas las estaciones monitoreadas presentan una calidad de agua mala, cabe aclarar que el WQI fue medido en base a ocho (8) parámetros (% oxígeno disuelto, coliformes fecales, DBO<sub>5</sub>, turbidez, nitratos, fosfatos, pH y solidos totales). Y con relación al ICOSUS se determinó un nivel moderado para todas las estaciones (0-3 a 0,60), siendo evidente un nivel de influencia medio por sólidos suspendidos indicando una carga significativa de sedimentos, en el ICOTRO (1,3 a 1,5), se evidenció un sistema hipereutrófico y para el ICOMO, se reportaron valores altos para todas las estaciones (0,92 a 0,94), señalando cuerpos de agua con alta influencia por materia orgánica, proveniente principalmente del material vegetal adyacente.

Por otro lado, bajo el esquema planteado dentro de la estructura general del territorio se analizan varios elementos a nivel paisajístico, entre ellos, los Naturales (relieve, suelo, clima, agua, aire, vegetación y fauna) y los Antrópicos (infraestructuras, uso del suelo, densidad, socioeconomía y aspecto cultural). También se analizan su Función (conectividad, porosidad y accesibilidad) y su cambio en el tiempo (pasado, futuro y resiliencia). Para ello se tomaron cuatro (4) cuencas diferentes las cuales arrojaron en promedio un nivel medio en cuanto a calidad paisajística, debido básicamente a las intervenciones antrópicas que se han originado en el sector las cuales involucran

a la explotación de canteras, asentamiento de actividades agropecuarias y agrícolas, aunque también se evidenciaron elementos naturales que interfieren con la calificación final de la calidad del paisaje como la gran proliferación de macrófitas acuáticas que de una o de otra forma reducen visualmente el espejo de agua de la Laguna.

### Medio Biótico

Dentro de la Laguna la Herrera la presencia de anfibios es muy reducida encontrándose solo dos especies residentes, la rana sabanera *Hyla labialis* y el sapito *Colostethus subpunctatus*. En cuanto a reptiles se evidenciaron la serpiente huertera *Liophis epinepheles bimaculatus* y *Atractus* spp. Con respecto a los artrópodos se pudo establecer que existe una repartición porcentual heterogénea entre los órdenes díptera, Hymenoptera (Apidae: *Apis* sp., *Bombus* spp.), Odonata, Coleoptera (Melolonthidae), Araneae (Araneidae, Lycosidae; *Lycosa* sp.), Homoptera (Membracidae), Isopoda, Hemiptera, Dermáptera, Coleoptera y una eventual participación de Opilionidos, Formicidios y Pasálidos. Por otro lado, se registraron mamíferos como el conejo *Sylvilagus brasiliensis*, la musaraña *Cryptotis thomasi*, murciélagos insectívoros como *Anoura geoffroyi*, la chucha o fara *Didelphis albicularis*, el curí *Cavia anolaimae*, la comadreja *Mustela frenata*.

También se registró una importante población de aves consideradas residentes permanentes de la laguna la Herrera, como el zambullidor andino o cira (*Podiceps andinus*), la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el chirriador o cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y varias subespecies más ampliamente distribuidas como el pato de pico de oro (*Anas georgica niceforoi*), el pato colorado (*Anas cyanoptera borreroi*), la garcita dorada (*Ixobrychus exilis bogotensis*), la tingua pico amarillo (*Fulica americana columbiana*), la tingua pico verde (*Gallinula melanops bogotensis*), el mosquerito pantanero (*Polystictus pectoralis bogotensis*) y la monjita (*Agelaius icterocephalus bogotensis*), la torcaza (*Zenaida auriculata*), reinita (*Diglossia sittoides*), oropéndola (*Sturnella magna*), el sirirí o paparote (*Tyrannus melancholicus*), el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y copetón (*Zonotrichia capensis*).

En cuanto a cobertura vegetal, la estructura se encuentra distribuida así: en Sector A, Pastos y Cordón ruderal en el Sector B, Comunidades Acuáticas y en el Sector C, nuevamente Pastos y Cordón ruderal. En la zona de estudio se destaca por tener una baja diversidad de especies vegetales, como; el Sauce (*Salix humboldtiana*), Eucalipto común (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Acacia bracatinga (*Albizia lophanta*), y Acacia japonesa (*Acacia*

*melanoxylon*), Aliso (*Alnus acuminata*), Hayuelo (*Dodonea viscosa*), Ciro (*Baccharis bogotensis*), Espino garbanzo (*Duranta mutissi*), Acacia bracinga (*Albizia lophanta*), Acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), Retamo liso (*Cytisus monspessulanus*), entre otras. Dentro de las plantas acuáticas se encontraron: Juncus (*Schoenoplectus californicus*), Lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*), Hierba de sapo (*Polygonum Hydropperoides*), Botoncillo (*Bidens laevis*), lentejas de agua (*Wolffia* y *Lemna*), Sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), y Enea (*Typha angustifolia*).

De acuerdo con esto, el Humedal Laguna la Herrera se encuentra en sus últimos estados a nivel sucesional (encenegación), es decir, que se han reemplazado las comunidades de especies sumergidas y flotantes por comunidades de especies enraizadas, que gracias a los procesos de sedimentación y colmatación tienen el ambiente propicio para su desarrollo y colonización.

El muestreo en campo de las comunidades hidrobiológicas siguió exactamente el mismo esquema de planeación de la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos. En el análisis propuesto para la comunidad fitoplanctónica se estableció un registro de 36 morfoespecies distribuidas en 20 familias, representadas en tres (3) divisiones taxonómicas (Bacillariophyta, Charophyta y Chlorophyta) y (2) phylum conocidos como Cyanophycota y Euglenophycota, estableciéndose Bacillariophyta con el mejor reporte de un 33% de abundancia pertenecientes a 12 especies. En el análisis zooplanctónico se estableció un registro 11 morfoespecies distribuidas en ocho (8) familias, representadas en tres (3) clases taxonómicas (Branchiopoda, Lobosa y Eurotatoria) y tres (3) phylum conocidos como (Arthropoda, Protozoa y Rotifera), siendo Eurotatoria la más común o abundante.

Dentro del Perifiton se reportaron 27 morfoespecies distribuidas en 19 familias, representadas en tres (3) divisiones taxonómicas (Bacillariophyta, Charophyta y Chlorophyta) y (2) phylum conocidos como Cyanophycota y Euglenophycota, donde los bacilariofitos obtuvieron un 48% en riqueza de especies. En el Bentos se estableció un registro de nueve (9) morfoespecies y un morfo (Subfamilia Chironominae), distribuidas en seis (6) familias, representadas en dos (2) clases taxonómicas; Insecta con un total de ocho (8) registros y Clitellata con dos (2), donde los protagonistas fueron los insectos con un total del 80% en riqueza y abundancia.

Finalmente, dentro de las comunidades hidrobiológicas, se identificaron ocho (8) especies en los macrófitos acuáticos (*Azolla filiculoides*; *Eichornia crassipes*; *Lemna minor*; *Wolffia columbiana*;

*Scirpus americanus*; *Wolffiella lingulata*; *Bidens laevis* y *Salvinia natans*) y siete (7) morfoespecies (*Ludwigia* sp.; *Paspalum* sp.; *Typha* sp.; *Juncus* sp; *Hydrocotyle* sp; *Potamogeton* sp. y *Taraxacum* sp.), distribuidas en 12 familias, representadas en 10 órdenes taxonómicos, donde el más común fue Alismatales. Y dentro de la Ictiofauna (peces), se registraron dos (2) especies *Eremophilus mutisii* y *Trichomycterus bogotense* conocidos vulgarmente como capitanes.

### Medio Socioeconómico

Para el caso de este Plan de Manejo el área de influencia directa abarco los dos centros poblados principales de la vereda Balsillas, Los Puentes y El Pencal. Para obtener la información primaria se realizaron entrevistas a las Presidentas de las dos Acciones Comunales y se desarrolló una encuesta con algunos pobladores del área. Con la información colectada se pudo identificar diferencias significativas en la disponibilidad de los servicios públicos entre los dos centros poblados, siendo el más vulnerable el centro Poblado el Pencal ya que este no cuenta con servicio de acueducto y alcantarillado. Para el caso de las viviendas en los dos centros poblados se evidenció que existen áreas donde viviendas de invasión generan un tensor en el área de influencia directa. Para el caso de la educación en el área existen instituciones educativas que en su mayoría prestan el servicio de manera gratuita a estudiantes entre los grados 1<sup>ro</sup> a 5<sup>to</sup> de primaria. Sin embargo no se cuenta con una institución que preste el servicio de educación secundaria por lo que los pobladores tienen que desplazarse principalmente al Municipio de Mosquera o Bojacá. Otro factor de vulnerabilidad que se evidencio fue la falta de una instalación que preste servicio de Salud por lo que los pobladores del sector tienen que dirigirse nuevamente al Municipio de Mosquera. La dinámica económica del sector se basa principalmente en la Minería y la Agricultura siendo la primera en los encuestados la principal fuente de ingreso en los pobladores.

En cuanto a las coberturas de la Tierra, basado en una visita de campo donde se identificaron diferentes coberturas y con la imagen satelital extraída de Google Earth del área se generó un mapa utilizando la clasificación de coberturas de la Tierra Corine Land Cover. De esta manera en el área de influencia directa se clasificó las siguientes coberturas: Zona de Extracción Minera: Corresponde al área ubicada al suroeste de la laguna donde se encuentra toda la actividad minera representada por canteras, Plantación Forestal: Se encuentran relictos de bosques plantados ubicados en diferentes áreas cercanas a la laguna de la herrera, Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua: Por tener tan reducido el espejo de agua la laguna de la herrera entra en esta clasificación, Mosaico de Cultivos: Se encuentra ubicados al sur este de la laguna, así como al norte correspondiente a los

municipios de Bojacá y Madrid respectivamente. Por su gran variedad de cultivos se generaliza en esta categoría y Pastos con rastrojos: contiguo a la laguna y los cultivos se encuentran estos pastizales que por sus condiciones podrían también tenerse en cuenta entre la categoría de Bosques y áreas seminaturales ya que muchas áreas de esta se han dado por acción natural. Sin embargo por la acción antrópica para extender los cultivos este proceso también es de origen antrópico.

La zonificación Ambiental es el resultado de la Línea Base Ambiental, en la cual se aplican criterios basados en aspectos de interés ambiental que permita identificar áreas homogéneas teniendo como criterio principal la sensibilidad ambiental contrarrestada a factores y elementos de origen antrópico que pueden tener un efecto directo en el medio ambiente, es importante señalar que las condiciones no se proyectan si no se evalúa el estado actual del área de influencia directa. Según la propuesta metodológica de Zonificación ambiental de las cuencas hidrográficas del Ministerio de Medio ambiente la Sensibilidad es el grado de fragilidad de un terreno a generar procesos de amenaza de cierto tipo a partir de la evaluación de criterios intrínsecos. Por tal motivo para el desarrollo de esta Zonificación Ambiental se basó en la elaboración de mapas intermedios en los cuales a cada elemento (Físico, Biótico, Social) se evaluó su sensibilidad ambiental. Al trasponer estos mapas se identificaron coberturas homogéneas y como resultado se generó un Mapa de Zonificación Ambiental en el cual se diferenciaron las siguientes áreas: Área de Producción Económica, Área de Recuperación Ambiental, Área de Riesgo y Amenaza y Área de Importancia Social.

### **Evaluación Ambiental**

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se analizó un (1) escenario a saber, con proyecto, en el que se identificó, evaluó y analizó los impactos generados por las actividades antrópicas que tienen lugar en la actualidad en el área de estudio, así como aquellos que se podrían desarrollar como consecuencia del desarrollo de las actividades contempladas en las diferentes etapas del proyecto.

Este proceso se realizó con base en lo establecido en la metodología para la evaluación del impacto ambiental de Conesa – Fernández (1997), en la cual se incluyeron algunos criterios adicionales, así como se modificaron las escalas de calificación, con el fin de caracterizar detalladamente los impactos identificados y los efectos de las actividades contempladas, mediante la aplicación de los criterios que se exponen a continuación, a los cuales se les asignó un valor según la escala definida.



Se emplearon matrices simples de doble entrada que permiten evaluar la interacción entre actividades e impactos, teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Carácter del impacto (CA)
- Magnitud del impacto (MG)
- Cobertura (CO)
- Permanencia o duración (DR)
- Resiliencia (R)
- Recuperabilidad (RC)
- Periodicidad (PR)
- Tendencia del impacto (TD)
- Tipo (TI)
- Acumulación y sinergia (A)
- Probabilidad de ocurrencia (PO)
- Importancia ambiental (IM)
- Jerarquización de impactos

Una vez caracterizadas las actividades que se desarrollan actualmente en el área de estudio y aquellas que se ejecutarán durante el desarrollo del proyecto, se realizó la definición de los posibles impactos que pueden generar afectación a la calidad del agua del medio biótico y abiótico en el área de influencia del proyecto de las canteras. Dentro de las principales actividades evaluadas y analizadas se mencionan a la Ganadería extensiva, las Actividades agrícolas, la Disposición de aguas residuales, la Disposición de residuos sólidos y las Plantaciones.

Finalmente, se realizó un análisis de la evaluación de impactos con proyecto, empleando una matriz simple de doble entrada en la que se relacionaron los componentes y elementos de los medios abiótico y biótico, susceptibles de afectación frente a las actividades que se ejecutarán durante la vida útil del proyecto. Dentro de las actividades a evaluar se identificaron: las actividades a ejecutar dentro del área de las canteras, el Descapote, la Remoción de material de recubrimiento, el Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables, la Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos, la Construcción de bermas, el Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos, el Transporte interno y almacenamiento temporal, el Manejo de escombreras, la Reconformación de taludes, Revegetación e Implementación del plan de restauración final.

## **Plan de Manejo Ambiental**

En éste capítulo se presentan las medidas de manejo ambiental para el proyecto donde se incluyen programas, proyectos y actividades que tienen como objetivo prevenir, mitigar, compensar y/o corregir los impactos que están previstos con la ejecución del proyecto en cada una de sus actividades y definidos en la matriz de evaluación de impactos.

- **Objetivos:** expresión cualitativa y elemento programático que identifica la finalidad hacia la cual deben dirigirse los recursos y esfuerzos organizacionales para dar cumplimiento a las estrategias de manejo ambiental en el área de la laguna la Herrera.
- **Metas:** expresión cuantitativa del elemento programático que permite medir la eficacia en el cumplimiento del programa, proporcionando el marco de referencia en el que se diseña la estructura del subgrupo.
- **Etapas:** indica el momento, periodo, fase o estado en el que se identifica la ejecución de actividades productivas que pueden generar efectos sobre los componentes del Estudio.
- **Impacto ambiental:** cambio favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes (biótico y abiótico), producto de una actividad determinada. Es decir, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro producto de la evolución natural y éste modificado por las actividades desarrolladas como parte de los procesos productivos en el área de las canteras aledañas a la laguna La Herrera.
- **Tipo de medida:** plantea los escenarios y el carácter de las acciones que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los efectos ambientales generados en cada una de las etapas del proyecto.
- **Acciones a desarrollar:** hecho por medio del cual se expresan y establecen las estrategias que determinan los lineamientos del manejo ambiental, en función de las actividades productivas en el área de la laguna La Herrera y la correlación sistemática con el componente involucrado.

- Lugar de aplicación: sección, espacio o zona en la cual se pueden hacer efectivas las medidas de manejo, teniendo en cuenta los factores de relación entre los procesos, procedimientos y componentes en el área la laguna La Herrera.
- Población beneficiada: segmento poblacional, o grupo de personas que por efecto de la implementación de las medidas de manejo son receptoras directas o indirectas de los beneficios asociados al mejoramiento de las condiciones ambientales en el área de la laguna La Herrera.
- Mecanismos y estrategias participativas: herramientas que incentivan la asociación e integración entre la población residente y la población laboral, respecto a los procesos y procedimientos de manejo ambiental en el área de influencia del proyecto.
- Personal requerido: teniendo en cuenta el planteamiento de los componentes técnicos en cada una de las medidas de manejo, se establecen los perfiles profesionales requeridos para llevar a cabo la implementación, desarrollo, control y seguimiento de los planteamientos estratégicos en cada una de las fichas; se manifiesta que los perfiles y números de profesionales puede ser objeto de modificación, de acuerdo con los requerimientos en cada uno de los procesos y/o etapas ejecutados en el área de las canteras, aledañas a la laguna La Herrera.
- Indicadores de seguimiento y monitoreo: herramienta de análisis cualitativo y cuantitativo, con la cual se expresa la magnitud empleada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos en la implementación y ejecución de las medidas de manejo ambiental de los componentes biótico y abiótico, en el área de la laguna La Herrera.
- Cronograma de ejecución: herramienta de proyección y control lineal que define el momento de ejecución de las medidas de manejo de los componentes bióticos y abióticos, con base en cada una de las etapas del proceso productivo en el área de la laguna La Herrera.
- Costos: cuantificación y valorización monetaria de los recursos demandados para llevar a cabo la implementación, ejecución, desarrollo, control y seguimiento de las medidas de manejo ambiental en cada una de las etapas operativas del proyecto productivo en el área de la laguna La Herrera.

## Plan de Contingencia

En este capítulo se presenta un Plan de Contingencia para el área de influencia del proyecto el cual consta de las acciones que deben implementarse en caso de que ocurriese algún tipo de emergencia que no pueda ser controlada con simples medidas de mitigación o corrección. De esta forma se puede asegurar, según las características de la zona y del desarrollo y establecimiento de las actividades mineras que se llevan a cabo ahí, que las contingencias que podrían ocurrir serían principalmente de tipo antrópico (accidentes laborales) y de tipo natural (desastres naturales). Dentro de los primeros los más representativos para esta zona hacen referencia a sismos, inundaciones, incendios forestales, tormentas eléctricas y caídas de rocas o deslizamientos y dentro de los segundos se podrían contemplar, accidentes leves de trabajo como caídas, golpes, fracturas y torceduras entre otros, accidentes graves como desmembramientos (en actividades donde se tengan que operar máquinas y no se cumplan las normas de seguridad establecidas), e inclusive fallecimientos, también se puede contemplar incidentes y accidentes por errores humanos como fallas mecánicas, fugas de aceite y combustible en automotores, incendio de equipos o maquinaria y accidentes de tránsito sobre las vías de acceso y en parqueaderos y finalmente problemas que pueden surgir por parte de la comunidad como desacuerdos o indiferencias por querer defender sus creencias o tratar de resguardar el orden y tranquilidad en toda la zona donde habitan. En la siguiente tabla se expone un resumen de la posibilidad de ocurrencia de cada uno de los posibles riesgos identificados y ya mencionados.

AMENAZAS	GRADO	PROBABILIDAD	PUNTAJE
<b>AMENAZAS NATURALES</b>			
Sismos	Bajo	Remoto	2
Inundaciones	Alto	Moderado	4
Incendios Forestales	Muy Bajo	Improbable	1
Caídas de Rocas o Deslizamientos	Muy Bajo	Improbable	1
Tormentas Eléctricas	Bajo	Remoto	2
<b>AMENAZAS ANTROPICAS</b>			
<b>Accidentes leves</b>			
Caídas, golpes, raspaduras, inflamaciones, cortaduras, torceduras, alergias	Muy Alto	Frecuente	5
Fracturas, quemaduras, afecciones cardiacas, asfixia	Alto	Moderado	4
<b>Accidentes Graves</b>			
Desmembramientos	Muy Bajo	Improbable	1
Muerte	Muy Bajo	Improbable	1
<b>Incidentes (Error o Descuido)</b>			

Fallas mecánicas	Bajo	Remoto	2
Fugas o derrames de aceite en automotores/maquinas	Bajo	Remoto	2
Fugas o derrames de combustible en automotores/maquinas	Bajo	Remoto	2
Explosiones voluntarias o involuntarias	Bajo	Remoto	2
Incendio de equipos o maquinaria	Muy Bajo	Improbable	1
Accidentes de tránsito sobre las vías	Muy Alto	Frecuente	5
Accidentes de tránsito en parqueaderos	Medio	Ocasional	3
<b>Incidentes Sociales; Culturales y Económicos</b>			
Situaciones Socioculturales – Desordenes Públicos	Bajo	Remoto	2

*Fuente: Alarcón et al., 2013*

A continuación se resume el nivel de gravedad de cada una de las amenazas que se pueden desarrollar en el área de influencia directa del proyecto teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad que se identificaron para este estudio, haciendo relevancia en que estos factores de una o de otra forma influyen en el estado actual de la Laguna La Herrera y de las personas que trabajan o habitan dentro de la zona evaluada o auditada.

<b>AMENAZAS NATURALES</b>				
Insignificante (1)	Marginal (2)	Crítica (3)	Catastrófica (4)	
Amenaza	Factor de Vulnerabilidad			
	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Continuidad de Operación
Sismos	1	3	2	2
Inundaciones	2	3	2	2
Incendios Forestales	1	2	2	1
Caidas de Rocas o Deslizamientos	2	2	2	2
Tormentas Eléctricas	1	1	2	1
<b>AMENAZAS ANTROPICAS</b>				
<b>Accidentes leves</b>				
Caidas, golpes, raspaduras, inflamaciones, cortaduras, torceduras, alergias	2	1	1	2
Fracturas, quemaduras, afecciones cardiacas, asfixia	3	1	2	3
<b>Accidentes Graves</b>				
Desmembramientos	4	1	3	4
Muerte	4	1	3	4
<b>Incidentes (Error o Descuido)</b>				
Fallas mecánicas	2	1	2	2
Fugas o derrames de aceite en automotores/maquinas	1	2	2	2
Fugas o derrames de combustible en automotores/maquinas	1	2	2	2
Explosiones voluntarias o involuntarias	3	2	2	3

Incendio de equipos o maquinaria	2	2	3	3
Accidentes de tránsito sobre las vías	3	1	3	2
Accidentes de tránsito en parqueaderos	3	1	3	1
<b>Incidentes Sociales; Culturales y Económicos</b>				
Situaciones Socioculturales – Desordenes Públicos	2	1	3	3

*Fuente: Alarcón et al., 2013*

De esta forma se presentan los planes de contingencia los cuales son el resultado obtenido tras la identificación y análisis de los riesgos tomando en cuenta su probabilidad de ocurrencia y los factores de vulnerabilidad que afectan a cada uno de ellos durante la etapa de operación y desmonte de actividades. Estos planes de contingencias están enfocados a presentar alternativas de prevención a todos aquellos incidentes que se puedan presentar y alternativas de corrección si llegasen a ocurrir. Este análisis se centra en el área de influencia directa, es decir en la Laguna La Herrera.

Una vez se hayan terminado las actividades que enmarcan todo lo referente al análisis y verificación del estudio y diagnóstico actual de la calidad del agua de la Laguna La Herrera, se debe proceder a acondicionar el lugar donde se realizaron dichas actividades para dejarlo muy similar a las condiciones como se encontraba antes de efectuarlas. Para ello es necesario llevar a cabo jornadas de limpieza y reacondicionamiento del sector intervenido, pues la idea es evitar al máximo la posible alteración del sistema como tal debido a los estudios realizados. De esta forma, el marco general del plan de contingencia se termina una vez se realicen las actividades anteriormente planteadas, notificando al área y personas encargadas de controlar y supervisar el desarrollo de cualquier proyecto dentro del área de influencia directa de este estudio. En caso tal de que el área donde se haya efectuado el análisis y muestreos se haya intervenido de tal forma que sea muy complicado o prácticamente imposible volverlo a dejar en condiciones óptimas, se deberá llevar a cabo un proceso de compensación a los posibles daños que se hayan generado, ya sea a nivel ambiental, ecológico o natural o ya sea a nivel estructural o modificación de aspectos antrópicos (infraestructura, remoción de cercas, afectación a propiedades aledañas, etc.).

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1.	OBJETIVO GENERAL .....	2
1.1.1.	<i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.2.	JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3.	PRESENTACIÓN EQUIPO DE TRABAJO .....	4
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCION DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
2.1.	ÁREA DE ESTUDIO .....	1
2.1.1.	<i>Localización de la Zona de Estudio</i> .....	1
2.1.2.	<i>Área De Influencia Indirecta (AII)</i> .....	2
2.1.3.	<i>Área De Influencia Directa (AID)</i> .....	3
2.2.	INFRAESTRUCTURA GENERAL .....	5
2.3.	MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN .....	6
2.3.1.	<i>Método de Explotación manual</i> .....	6
2.3.2.	<i>Método de Explotación Mecanizada</i> .....	7
2.4.	PLANTAS DE TRITURACIÓN .....	8
<b>3.</b>	<b>LINEA BASE AMBIENTAL.....</b>	<b>1</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
3.2.	OBJETIVOS.....	2
3.2.1.	<i>Objetivo General</i> .....	2
3.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	2
3.3.	METODOLOGÍA.....	3
3.3.1.	<i>Fase De Campo</i> .....	3
3.3.2.	<i>Fase De Laboratorio y Gabinete</i> .....	7
3.4.	MEDIO FÍSICO .....	7
3.4.1.	<i>Geología</i> .....	8
3.4.2.	<i>Geomorfología</i> .....	10
3.4.3.	<i>Geología Estructural</i> .....	12
3.4.4.	<i>Suelos</i> .....	12
3.4.5.	<i>Hidrogeología</i> .....	16
3.4.6.	<i>Hidrografía</i> .....	17
3.4.7.	<i>Hidrología</i> .....	20
3.4.8.	<i>Dinámica Hídrica</i> .....	21
3.4.9.	<i>Clima</i> .....	22
3.4.10.	<i>Calidad Del Aire</i> .....	29

3.4.11.	<i>Calidad Del Agua</i> .....	30
3.4.12.	<i>Descripción Del Paisaje</i> .....	48
3.5.	MEDIO BIÓTICO .....	85
3.5.1.	<i>Relación Fauna y Flora</i> .....	85
3.5.2.	<i>Componente Fauna</i> .....	86
3.5.3.	<i>Componente Flora</i> .....	96
3.5.4.	<i>Comunidades Acuáticas (Hidrobiológicas)</i> .....	105
3.6.	MEDIO SOCIOECONÓMICO .....	142
3.6.1.	<i>Contexto Histórico</i> .....	143
3.6.2.	<i>Demografía</i> .....	144
3.6.3.	<i>Servicios Sociales, Públicos e Infraestructura</i> .....	146
3.6.4.	<i>Estructura y Dinámica Económica</i> .....	151
3.6.5.	<i>Condiciones Culturales Sociopolíticas e Institucionales</i> .....	153
3.6.6.	<i>Arqueología</i> .....	154
3.6.7.	<i>Componente Socio Económico Área de influencia Directa</i> .....	155
3.7.	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....	162
3.7.1.	<i>Zonificación Ambiental del Medio Físico</i> .....	163
3.7.2.	<i>Zonificación Ambiental del Medio Biótico</i> .....	165
3.7.3.	<i>Zonificación Ambiental del medio Socio Económico</i> .....	166
<b>4.</b>	<b>EVALUACION AMBIENTAL</b> .....	<b>1</b>
4.1.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	1
4.1.1.	<i>Metodología</i> .....	1
4.1.2.	<i>Definición de impactos valorados</i> .....	8
4.1.3.	<i>Con proyecto (Las Canteras)</i> .....	13
<b>5.</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> .....	<b>1</b>
<b>6.</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIA</b> .....	<b>1</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN .....	1
6.2.	OBJETIVOS .....	2
6.3.	MARCO LEGAL Y NORMATIVO .....	2
6.4.	ANÁLISIS DE RIESGOS .....	4
6.4.1.	<i>Identificación del Riesgo</i> .....	4
6.4.2.	<i>Probabilidad de Ocurrencia de las Amenazas</i> .....	7
6.4.3.	<i>Factores de Vulnerabilidad</i> .....	9
6.5.	PLANES DE CONTINGENCIAS (PC) .....	11
6.5.1.	<i>PC para Sismos</i> .....	12
6.5.2.	<i>PC para Inundaciones</i> .....	13
6.5.3.	<i>PC para Incendios Forestales</i> .....	14



6.5.4.	<i>PC para Caídas de Rocas o Deslizamientos</i>	15
6.5.5.	<i>PC para Tormentas Eléctricas</i>	16
6.5.6.	<i>PC para Accidentes Leves</i>	18
6.5.7.	<i>PC para Accidentes Graves</i>	19
6.5.8.	<i>PC para Incidentes Generados por Error o Descuido</i>	20
6.5.9.	<i>PC para Incidentes Sociales; Culturales y Económicos</i>	22
6.6.	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE RESPUESTAS A CONTINGENCIAS	23
6.6.1.	<i>Organización General</i>	23
6.6.2.	<i>Funciones de los Miembros</i>	24
6.6.3.	<i>Servicios de Apoyo</i>	25
6.6.4.	<i>Programas de Capacitación</i>	26
6.7.	FINALIZACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA	26
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>1</b>
<b>8.</b>	<b>GLOSARIO</b>	<b>1</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>1</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>1</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1. Variables Evaluadas, Tipo De Muestreo Y Método De Preservación De Las Muestras .....	5
Tabla 3-2. Parámetros Climáticos - Estación Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid (Periodo 1977 - 2003). .....	23
Tabla 3-3. Estaciones Pluviométricas. Campobello (Periodo 1986 - 2001) Y .....	26
Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid (Periodo 1977 - 2003). .....	26
Tabla 3-4. Evapotranspiración Potencial Mensual - 1977 - 2003. ....	28
Tabla 3-5: Sitios De Muestreo Para Análisis Físicoquímicos Y Bacteriológicos .....	30
Tabla 3-6: Parámetros Físicoquímicos Y Bacteriológicos Analizados Y Comparación Con Los Criterios De Calidad Permisibles (Decreto 1594/84) Para Consumo Humano Y Doméstico, Uso Agropecuario Y Preservación De Fauna Y Flora .....	31
Tabla 3-7: Ponderación Asignada A Las Variables Físicoquímicas Y Bacteriológicas Del Agua .....	40
Tabla 3-8: Interpretación Del Índice Wqi .....	43
Tabla 3-9: Índice De Calidad Agua (Wqi) Y Parámetros De Calidad .....	43
Tabla 3-10: Variables Físicoquímicas Y Bacteriológicas Tenidas En Cuenta Para La Determinación De Los Índices De Contaminación Del Agua (Ico) .....	45
Tabla 3-11: Índice De Contaminación Del Agua (Ico) Y Parámetros De Calidad .....	46
Tabla 3-12. Elementos Del Territorio – Laguna La Herrera. ....	48
Tabla 3-13. Matriz De Calificación De La Estructura De Los Elementos Naturales Del Territorio. ....	50
Tabla 3-14. Matriz De Calificación De La Estructura De Los Elementos Antrópicos Del Territorio. ....	54
Tabla 3-15. Matriz De Calificación De La Función Del Territorio. ....	56
Tabla 3-16. Matriz De Calificación Del Cambio Del Territorio. ....	58
Tabla 3-17. Matriz De Calificación Del Cambio Del Territorio. ....	58
Tabla 3-18. Matriz De La Visibilidad Del Territorio. ....	59
Tabla 3-19. Calificación Final Del Territorio. ....	61
Tabla 3-20. Matriz De La Calidad Paisajística – Cuenca No.1 .....	62
Tabla 3-21. Matriz De La Calidad Paisajística – Cuenca No.2 .....	64
Tabla 3-22. Matriz De La Calidad Paisajística – Cuenca No.3 .....	66
Tabla 3-23. Matriz De La Calidad Paisajística – Cuenca No.4 .....	68
Tabla 3-24. Matriz De La Indicadores Visuales – Cuenca No.1.....	71
Tabla 3-25. Calificación Final Del Cuenca No. 1. ....	72
Tabla 3-26. Matriz De La Indicadores Visuales – Cuenca No.2.....	73
Tabla 3-27. Calificación Final Del Cuenca No. 2. ....	74
Tabla 3-28. Matriz De La Indicadores Visuales – Cuenca No.3.....	75
Tabla 3-29. Calificación Final Del Cuenca No. 3. ....	76
Tabla 3-30. Matriz De La Indicadores Visuales – Cuenca No.4.....	77
Tabla 3-31. Calificación Final Del Cuenca No. 4. ....	78

Tabla 3-32. Matriz De La Fragilidad – Cuenca No.1.....	79
Tabla 3-33. Sensibilidad Paisajística De La Cuenca No. 1. ....	80
Tabla 3-34. Matriz De La Fragilidad – Cuenca No.2.....	81
Tabla 3-35. Sensibilidad Paisajística De La Cuenca No. 2. ....	82
Tabla 3-36. Matriz De La Fragilidad – Cuenca No.3.....	82
Tabla 3-37. Sensibilidad Paisajística De La Cuenca No. 3. ....	83
Tabla 3-38. Matriz De La Fragilidad – Cuenca No.4.....	84
Tabla 3-39. Sensibilidad Paisajística De La Cuenca No. 4. ....	85
Tabla 3-40. Anfibios Presentes En El Humedal Laguna De La Herrera .....	88
Tabla 3-41. Reptiles Presentes En El Humedal Laguna De La Herrera .....	89
Tabla 3-42. Mamíferos Presentes En El Humedal Laguna De La Herrera.....	91
Tabla 3-43. Aves Presentes En La Laguna De La Herrera De Acuerdo A La Composición Fisonómica De La Vegetación .....	93
Tabla 3-44. Sitios De Muestreo Para Análisis Físicoquímicos Y Bacteriológicos .....	105
Tabla 3-45. Clasificación Taxonómica Del Fitoplancton – Laguna La Herrera. ....	106
Tabla 3-46. Registro Fotográfico Del Fitoplancton – Laguna La Herrera.....	110
Tabla 3-47. Clasificación Taxonómica Del Zooplancton – Laguna La Herrera. ....	115
Tabla 3-48. Registro Fotográfico Del Zooplancton – Laguna La Herrera.....	118
Tabla 3-49. Clasificación Taxonómica Del Perifiton – Laguna La Herrera. ....	121
Tabla 3-50. Registro Fotográfico Del Perifiton – Laguna La Herrera. ....	124
Tabla 3-51. Clasificación Taxonómica Del Bentos – Laguna La Herrera. ....	129
Tabla 3-52. Registro Fotográfico Del Bentos – Laguna La Herrera.....	131
Tabla 3-53. Clasificación Taxonómica De Macrófitos – Laguna La Herrera.....	134
Tabla 3-54. Registro Fotográfico Del Macrófitos – Laguna La Herrera. ....	138
Tabla 3-55. Composición Taxonómica De La Ictiofauna – Laguna La Herrera.....	140
Tabla 3-56. Abundancia De La Ictiofauna – Laguna La Herrera.....	141
Tabla 3-57. Categoría De Amenaza, Usos, Hábitos, Endemismo Y Migración De La Ictiofauna. Laguna La Herrera .....	141
Tabla 3-58. Descripción General De La Ictiofauna – Laguna La Herrera .....	142
Tabla 3-59. Coberturas De Tierra En El Sector De Aid .....	160
Tabla 4-1. Carácter Del Impacto.....	2
Tabla 4-2. Magnitud (Gravedad) Del Impacto .....	2
Tabla 4-3. Extensión Del Impacto.....	2
Tabla 4-4. Permanencia Del Impacto. ....	3
Tabla 4-5. Resiliencia (Tolerancia – Asimilación).....	3
Tabla 4-6. Recuperabilidad Del Ecosistema. ....	4
Tabla 4-7. Periodicidad Del Impacto. ....	4
Tabla 4-8. Tendencia Del Impacto.....	5
Tabla 4-9. Tipo Del Impacto. ....	5

Tabla 4-10. Acumulación Y Sinergia Del Impacto.....	6
Tabla 4-11. Probabilidad De Ocurrencia Del Impacto.....	6
Tabla 4-12. Importancia De Los Impactos.....	7
Tabla 4-13. Definición De Impactos Identificados Para El Área De La Laguna La Herrera Por Efecto De Las Canteras.....	8
Tabla 4-14. Impactos Ambientales Incluidos Para El Proyecto De La Cantera.....	13
Que Afectan A La Calidad Del Agua De La Laguna La Herrera.....	13
Tabla 4-15. Actividades Para El Proyecto De La Cantera Que Afectan A La Calidad Del Agua De La Laguna La Herrera.....	14
Tabla 4-16. Descripción Del Impacto Cambio En Las Características Físicoquímicas.....	18
Y Bacteriológicas Del Agua Superficial - Escenario Con Proyecto.....	18
Tabla 4-17. Descripción Del Impacto Cambio En La Susceptibilidad A La Erosión - Escenario Con Proyecto.....	20
Tabla 4-18. Descripción Del Impacto Cambio En Las Concentración De Material Particulado - Escenario Con Proyecto.....	21
Tabla 4-19. Descripción Del Impacto Modificación De La Estructura Y Composición.....	22
Florística De La Cobertura Vegetal - Escenario Con Proyecto.....	22
Tabla 4-20. Descripción Del Impacto Modificación De Hábitats De La Fauna Silvestre - Escenario Con Proyecto.....	23
Tabla 4-21. Descripción Del Impacto Ahuyentamiento Temporal Y/O Permanente De.....	24
Individuos De Fauna Silvestre - Escenario Con Proyecto.....	24
Tabla 4-22. Descripción Del Impacto Variación En La Composición Hidrobiológica De Las Aguas Superficiales.....	25
Escenario Con Proyecto.....	25
Tabla 4-23. Tipo De Importancia (De Carácter Positivo Y/O Negativo) Determinada Para.....	27
Los Impactos En El Escenario Con Proyecto.....	27
Tabla 6-1. Calificación De La Probabilidad De Ocurrencia.....	8
Tabla 6-2. Grado Y Probabilidad De Amenazas En El Área Del Proyecto.....	8
Tabla 6-3. Factores De Vulnerabilidad En La Zona Del Proyecto.....	10
Tabla 6-4. Calificación De Gravedad En Amenazas / Vulnerabilidad En El Proyecto.....	11
Tabla 6-5. Plan De Contingencia Para Sismos.....	12
Tabla 6-6. Plan De Contingencia Para Inundaciones.....	13
Tabla 6-7. Plan De Contingencia Para Incendios Forestales.....	14
Tabla 6-8. Plan De Contingencia Para Caídas De Rocas O Deslizamientos.....	15
Tabla 6-9. Plan De Contingencia Para Tormentas Eléctricas.....	16
Tabla 6-10. Plan De Contingencia Para Accidentes Leves.....	18
Tabla 6-11. Plan De Contingencia Para Accidentes Graves.....	19
Tabla 6-12. Plan De Contingencia Para Incidentes Generados Por Error O Descuido.....	20
Tabla 6-13. Plan De Contingencia Para Incidentes Sociales, Culturales Y Económicos.....	22
Tabla 6-14. Directorio Telefónico Emergencias.....	25

<i>Tabla 1: Matriz Del Proyecto</i> .....	1
Tabla 2: Matriz De Conesa – Fernández, 1997, Modificada Por Alarcón Et Al., 2013 .....	2
Tabla 3: Matriz Con Grado De Relevancia Por Cada Impacto .....	3

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Localización Geográfica Del Proyecto. ....	1
Figura 2-2. Demarcación Del Área De Influencia Indirecta. ....	2
Figura 2-3. Demarcación Del Área De Influencia Directa. ....	3
Figura 2-4. Método De Explotación Por Bancos Escalonados Descendentes. ....	8
Figura 3-2. Disposición De Cuadrantes A Lo Largo De Transepto. ....	6
Figura 3-3. Mapa De Hidrografía – Sector Cundinamarca - Modificado ....	19
Figura 3-4. Imagen Satelital – Sector Cundinamarca – La Herrera - Modificado ....	19
Figura 3-5. Temperatura Media Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003). ....	23
Figura 3-6. Humedad Relativa Media Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003)...	24
Figura 3-7. Brillo Solar - Promedio Medio Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003). ....	25
Figura 3-8. Evaporación - Promedio Medio Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003). ....	26
Figura 3-9. Precipitación Media Mensual Estación Campobello (1986 – 2001) - Base Aérea Madrid (1977 – 2003). ....	27
Figura 3-10. Precipitación Media Mensual 1974 – 2003. ....	28
Figura 3-11. Niveles De Temperatura Y Od Encontrados En Los Puntos De Monitoreo ....	32
Figura 3-12. Niveles De Ph Encontrados En Los Puntos De Monitoreo. ....	33
Figura 3-13. Niveles De Sólidos Disueltos Y Conductividad Registrados En Los Puntos De Muestreo. ....	34
Figura 3-14. Dbo5, Dqo Y Cot Registrados En Los Puntos De Muestreo. ....	35
Figura 3-15. Niveles De Sólidos Suspendidos Y Turbidez Registrados En Los Puntos De Muestreo. ....	36
Figura 3-16. Niveles De Sólidos Totales Registrados En Los Puntos De Muestreo. ....	37
Figura 3-17. Curvas De Comportamiento Para Cada Una De Las Variables Del Índice De Calidad Del Agua (Wqi). ....	42
Figura 3-18. Valores Del Índice De Calidad Del Agua (Wqi) Para Cada Una De Las Estaciones Monitoreadas. ....	44
Figura 3-19. Valores Los Índices De Contaminación Ico Reportados En Las Estaciones De Monitoreo ....	47
Figura 3-20. (%) Riqueza De Especies Del Fitoplancton ....	109
Figura 3-21. (%) Riqueza De Especies Del Zooplancton. ....	117
Figura 3-22. (%) Riqueza De Especies Del Perifiton. ....	123
Figura 3-23. (%) Riqueza De Especies Del Bentos. ....	130
Figura 3-24. (%) Riqueza De Especies De Macrófitos Acuáticos. ....	136
Figura 3-25. Distribución De La Población Municipio De Mosquera. ....	144
Figura 3-26. Crecimiento Poblacional 2005-2008. Municipio De Mosquera Tomada De Plan De Desarrollo Municipal 2005-2008. ....	145
Figura 3-27. Pirámide Poblacional Tomada De Censo 2005. ....	146
Figura 3-28. Porcentaje Por Tipo De Vivienda En El Municipio De Mosquera ....	147

Figura 3-29. (%) Por Tipo De Malla Vial / Estado De Las Vías.....	148
Figura 3-30. Porcentaje De Población De Mosquera Con Tipo De Nivel De Estudio.....	149
Figura 3-31. Porcentaje Analfabetismo Entre 5 Años Y Más / Analfabetismo Entre 15 Años Y Más. ....	150
Figura 3-32. Porcentaje Nbi Municipio Mosquera / Figura 3.9% Nbi Colombia Vs Mosquera .....	151
Figura 3-33. Actividades Comerciales Del Municipio De Mosquera .....	152
Figura 3-34. Clasificación De Uso Del Suelo Municipio De Mosquera.....	153
Figura 3-35. Porcentaje Representación Étnica Municipio Mosquera .....	154
Figura 4-1. Representatividad Del Tipo Importancia De Carácter Negativo Determinada Para Los .....	28
Impactos Identificados - Escenario Con Proyecto .....	28
Figura 4-2. Representatividad Del Tipo Importancia De Carácter Positivo Determinada .....	28
Para Los Impactos Identificados - Escenario Con Proyecto.....	28
Figura 4-3. Carácter De Los Impactos Identificados Sobre Las Diferentes Etapas Del Proyecto - Escenario Con .....	30
Proyecto .....	30
Figura 4-4. Tipo De Importancia De Los Impactos De Carácter Negativo Por Etapa-Escenario Con Proyecto..	31
Figura 4-5. Tipo De Importancia De Los Impactos De Carácter Positivo Por Etapa - Escenario Con Proyecto..	32
Figura 5-1: Reductores De Velocidad Viales.....	6
Figura 5-2: Reductores De Velocidad Portátiles.....	6
Figura 5.3. Esquema General De Mecanismos De Control De Sedimentos Y Estabilidad .....	14
De Secciones De Conformación Y Taludes. ....	14
Figura 5-4. Señales Informativas Tipo, De Prohibición De Afectación A La Flora.....	19
Figura 5.5. Evaluación Del Árbol A Cortar. ....	19
Figura 5.6. Perfil Típico De Suelo.....	21
Figura 5.7. Determinación De La Profundidad Del Horizonte A. ....	22
Figura 5.8. Sistema Típico De Acopio De Material De Descapote.....	23
Figura 5.9. Esquema General De Una Estructura De Contención De Materiales Y Retención De Sólidos. ....	23
Figura 5-10. Esquema General De Una Estructura De Contención De Volúmenes De Descapote.....	24
Figura 6-1. Organigrama General De Respuesta A Contingencias. ....	23

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1. (Izq) Patios De Mina. (Der) Cantera Reserbera Vista Hermosa Frente De Extracción .....	6
Ilustración 2.2. (Izq) Planta De Trituración. (Der) Transporte De Material De Las Canteras.....	9
Ilustración 3-1. Viviendas De Invasión En El Sector De Los Puentes .....	156
Ilustración 3-2. Centro Poblado El Pencal / Entrevista A La Presidenta De La Acción Comunal Sra. Fanny Chávez .....	157
Ilustración 3-3. Sistema De Acueducto Veredal Centro Poblado Los Puentes .....	157
Ilustración 3-4. Jardín Infantil Pipelin Ubicado Centro Poblado Pencal / .....	159
Institución Educativa La Merced Sede Los Puentes .....	159
Ilustración 3-5. Sector Industrial Del Área De Influencia Directa .....	160
Ilustración 4-1. Ganadería En El Aid Del Proyecto.....	9
Ilustración 4-2. Agricultura En El Aid Del Proyecto .....	10
Ilustración 4-3. Disposición De Residuos Sólidos En El Aid Del Proyecto .....	11
Ilustración 4-4. Plantaciones En El Aid Del Proyecto .....	12





## 1. INTRODUCCION

Un estudio o investigación de carácter ambiental establece un análisis general y descriptivo acerca de las condiciones en las que se encuentra un área determinada antes, durante y después de la realización o ejecución de un proyecto específico. Además proporciona las decisiones que se deben tomar en el momento de determinar si dichas actividades requieren o no de licencia ambiental según lo que dicta la ley, teniendo en cuenta los aspectos que se deriven de la descripción y caracterización ambiental que se genere.

De acuerdo con esto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que desde el año 2004 se deberán llevar a cabo Planes de Manejo Ambiental específicamente para los humedales, desarrollando una caracterización y zonificación muy detalladas para poder definir las medidas de manejo adecuadas para poder desarrollar cualquier tipo de proyecto (Resolución N° 157 de 2004) (Salazar et al., 2006), además de garantizar un uso sostenible y conservación o buen mantenimiento de la diversidad en el área y un plan de acción con programas dirigidos a la recuperación de ecosistemas y hábitats, investigación y educación.

El Municipio de Mosquera está ubicado hacia el suroccidente de la cuenca hidrográfica del río Bojacá, al costado suroccidental de la Sabana de Bogotá a aproximadamente 23 km de esta. Limita con los Municipios de Madrid y Funza por el norte, con Soacha por el sur, Bojacá por el occidente y Bogotá por el oriente (López, 2004). Dentro del municipio, se encuentra localizada la laguna La Herrera ubicada, geográficamente, al suroccidente de la cuenca hidrográfica del río Bojacá, en el costado suroccidental de la Sabana de Bogotá a 20 km de la capital de la república.

La laguna en la actualidad es un resultado de la desaparición del conocido lago Humboldt, a partir de 1973 se ha mantenido y ha sido renombrado como un lago *by pass*, debido a que, por la construcción de un sistema complejo de riego y abastecimiento de agua, este sistema acuático se comporta como una estructura de regulación. De esta forma recibe, por el costado nororiental, las aguas del río Bojacá, que es el receptor de vertimientos domésticos de los municipios de Bojacá y Facatativá y por el costado sur-occidental, las aguas del canal San José proveniente del distrito de riego Chicú, proveniente a su vez del río Bogotá. Es importante mencionar que el área que mantiene y resguarda el agua se ha reducido 175 hectáreas durante los últimos 44 años, es decir que ha disminuido un promedio de cuatro hectáreas aproximadamente por cada año.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Introducción – Objetivos - Justificación</b> 1 - 1
---	--	--



Es necesario mencionar que este cuerpo de agua es considerado como muy importante e indispensable debido no solo a que está clasificado como humedal sino también porque es la salacuna de muchas especies de animales y plantas que lo toman como hábitat y resguardo durante todo su ciclo de vida, pasando de una generación a otra esta tendencia. Por eso es indispensable tratar de conservar y recuperar todos estos bienes y servicios que se han ido perdiendo poco a poco a través del tiempo por causa de las actividades antrópicas que se han generado en la zona como por ejemplo, la agricultura, ganadería y minería entre otras.

Para este proyecto el área del estudio solo se delimita hacia el sector de las canteras y barrios aledaños, teniendo en cuenta el objetivo principal que hace referencia a cuál es el estado actual de la Laguna la Herrera por causa de la continua explotación minera que se está desarrollando en el sector.

Este documento presenta un diagnostico general de la situación actual de la Laguna exclusivamente por la explotación minera en donde se tienen en consideración las descripciones de los medios físico, biótico y socioeconómico, planteando además los posibles impactos que se generan y los planes de manejo y de contingencia que se deben llevar a cabo tras toda esta problemática. Este informe es presentado a la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano como requisito académico para optar el título de especialista en Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

### **1.1. Objetivo General**

Realizar una auditoría ambiental por medio de un diagnostico actual de la calidad del agua de Laguna la Herrera evaluado exclusivamente la (s) posible (s) alteración (es) que se está (n) originando por causa de la intervención y explotación minera (Canteras), que se está desarrollando actualmente en el sector aledaño a este importante sistema acuífero.

#### **1.1.1. Objetivos específicos**

- Describir la localización del proyecto delimitando el Área de Influencia Indirecta (All) y el Área de Influencia Directa (AID) del estudio proyectado.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Introducción – Objetivos - Justificación</b> 1 - 2
---	--	--



- ④ Realizar una caracterización general actual de los medios Físico, Biótico y Socioeconómico dentro del área que contempla este estudio.
- ④ Realizar una descripción del proyecto contemplando cada una de las etapas (operación y abandono), que se incluirían dentro del desarrollo de este proyecto.
- ④ Describir la demanda y afectación de los recursos naturales dentro del área del proyecto.
- ④ Realizar la evaluación ambiental que determine los posibles impactos ambientales ocasionados por las actividades mineras que se están llevando a cabo en cada una de las etapas contempladas.
- ④ Diseñar el Plan de Manejo Ambiental para exponer las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los posibles impactos que se hayan y se estén dado en el área por causa de la continua explotación minera.
- ④ Elaborar un plan de contingencia identificando dentro de este los posibles riesgos operacionales y ambientales que se puedan originar en el área de desarrollo del proyecto.

## 1.2. Justificación

La laguna la Herrera ha sido clasificada dentro del gran complejo de humedales que circundan o se establecen sobre la Sabana de Bogotá debido a que, por medio de estudios y monitoreos ambientales y ecológicos, se ha podido demostrar que este es un sistema acuático muy importante no solo por su historia la cual enmarca muchos mitos y tendencias ancestrales culturales sino también porque desde siempre ha sido un lugar apropiado para la sobrevivencia y establecimiento de varias especies de flora y fauna, principalmente aves migratorias que hayan en este cuerpo de agua una parada obligatoria en su ruta y en donde muchas de ellas llevan a cabo sus actividades reproductivas y de cortejo.

Sin embargo, el transcurrir del tiempo ha permitido que este destacado complejo acuático se haya convertido poco a poco en un lugar desolador donde abunda el deterioro y suciedad debido a la intervención que ha sido provocada por las múltiples actividades que ha venido realizando el hombre en todo este sector las cuales incluye el establecimiento de municipios que se rigen al margen de la cuenca del río Bojacá como Facatativá, Bojacá, Madrid y Mosquera entre otros, autores del fracaso que está llevando a la Laguna la Herrera a su inminente extinción. Todos estos factores más el posicionamiento de las diferentes empresas que se dedican a la explotación minera las cuales están alterando radicalmente la geomorfología y calidad paisajística de la zona, además del desarrollo de



actividades agrícolas (cultivos) y agropecuarias (sostenimiento de ganado), han originado en la actual reducida área de la Laguna, procesos de eutrofización, contaminación por residuos sólidos y diversos vertimientos, sedimentación, reducción importante en el espejo de agua y represamiento por la construcción de diques.

Razones por las cuales es muy importante y prioritario llevar a cabo esta clase de estudios, donde se pueda determinar la situación actual de la zona proponiendo alternativas y posibles soluciones para mejorarla y en cierta forma recuperarla implementando un proceso continuo y permanente por muchos años.

### 1.3. Presentación Equipo De Trabajo

La realización, desarrollo, dirección y asesorías para la redacción de este documento estuvo a cargo de un grupo de profesionales en Biología Marina, Biología Ambiental, Agrología y Gestión Ambiental. A continuación se detalla con más precisión los oficios y actividades que cada uno de los integrantes del grupo tuvo a cargo.

Conformación del Grupo de Trabajo.

NOMBRE	PROFESION	MEDIO / COMPONENTE A CARGO
<b>Edilberto León Peña</b>	Agrólogo. Especialista en Fotointerpretación aplicada a estudios de suelos. Especialista en planificación y manejo de cuencas hidrográficas. Msc. Suelos.	Dirección del Proyecto
<b>M. Alejandrina Vanegas de Melo</b>	Geóloga. Especialista en Gestión Ambiental.	Dirección del Proyecto – Asesorías
<b>José Camilo Alarcón González</b>	Biólogo Marino.	Medio Físico y caracterización Hidrobiológica (Línea Base). Plan de Contingencia.
<b>Leonel Romero Izquierdo</b>	Biólogo Ambiental	Descripción del Proyecto. Medio Socioeconómico y Zonificación Ambiental (Línea Base). Cartografía General.
<b>L. Alejandra Traslaviña Díaz</b>	Bióloga Marina.	(COORDINACION GENERAL). Medio Biótico (Línea Base). Desarrollo de la Evaluación Ambiental. Plan de Manejo Ambiental.

*Fuente:* Alarcón et.al, 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Introducción – Objetivos - Justificación</b> 1 - 4
---	--	--

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. Área de Estudio

#### 2.1.1. Localización de la Zona de Estudio

El Municipio de Mosquera está ubicado en el altiplano cundinamarqués en la Sabana de Bogotá a 2546 msnm. Responde a las coordenadas geográficas  $4^{\circ} 42' 28''$  de latitud norte y  $74^{\circ} 13' 58''$  de longitud oeste. Geográficamente Mosquera está ubicada hacia el suroccidente de la cuenca hidrográfica del río Bojacá, al costado suroccidental de la Sabana de Bogotá a aproximadamente 23 km de la capital de la república. Limita con los Municipios de Madrid y Funza por el norte, con Soacha por el sur, Bojacá por el occidente y Bogotá por el oriente (López, 2004). (Figura 2-1).

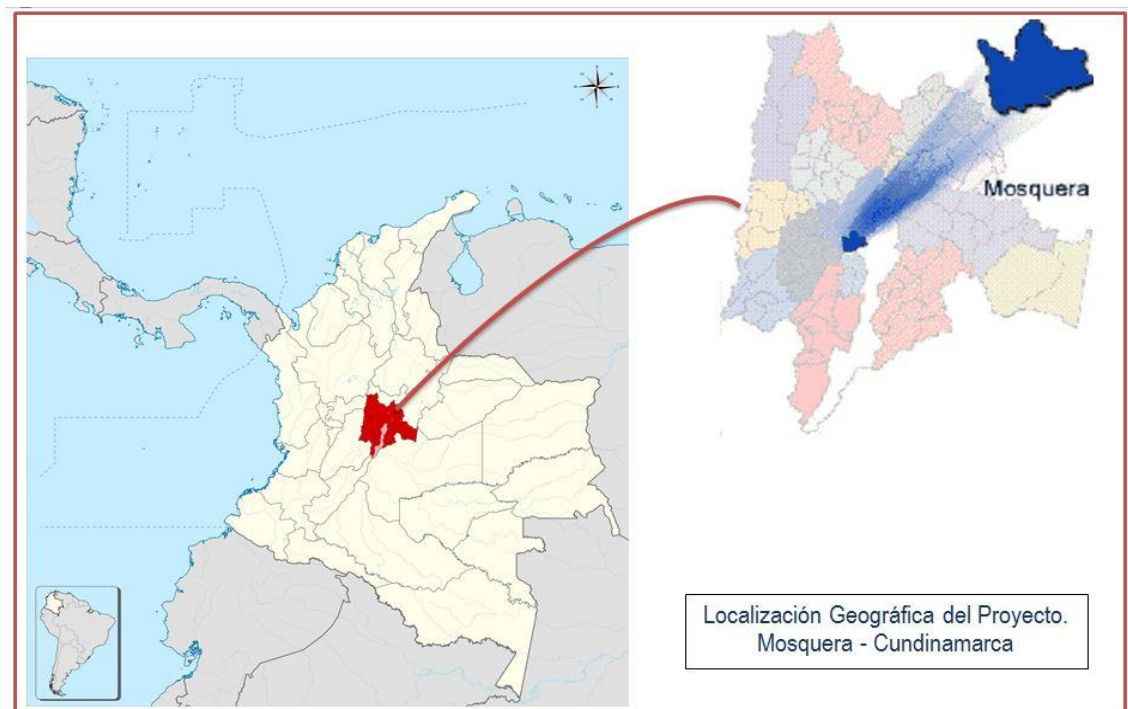


Figura 2-1. Localización Geográfica del Proyecto.

Fuente: Alcaldía de Mosquera ([www.mosquera-cundinamarca.gov.co](http://www.mosquera-cundinamarca.gov.co)) – Modificado.

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Descripción del Proyecto 2 - 1
--	---------------------------------------	-----------------------------------

Su extensión total es de 107 Km<sup>2</sup>. Su área fiscal es de 10337 hectáreas de las cuales 6699 pertenecen a zonas planas con franjas lacustres donde atraviesan ríos y se establecen urbanizaciones y 3638 ha que pertenecen a zonas montañosas compuestas por valles y depresiones. Dentro de estas zonas se destacan los cerros de Los Andes, Piedra de Fierro, El Gordo, Mondoñedo y La Herrera (López, 2004), siendo esta última la zona perteneciente al proyecto y en donde se asienta la laguna La Herrera y los cerros pertenecientes a Las Canteras.

### 2.1.2. Área De Influencia Indirecta (All)

Aunque el área de influencia indirecta a la laguna abarca un gran territorio debido a que ésta se encuentra relacionada con la cuenca del río Bojacá, para este proyecto solo se delimita teniendo en cuenta el objetivo principal del estudio el cual hace referencia al estado actual de la Calidad del Agua de la Laguna la Herrera teniendo como principal causa de su deterioro la explotación continua de canteras de arena en el sector. De esta forma el All contempla todo el sector de canteras y barrios aledaños o establecidos en el sector porque de una u otra forma son áreas que se afectan continuamente por la realización de estas actividades de explotación y comercialización (Figura 2-2).

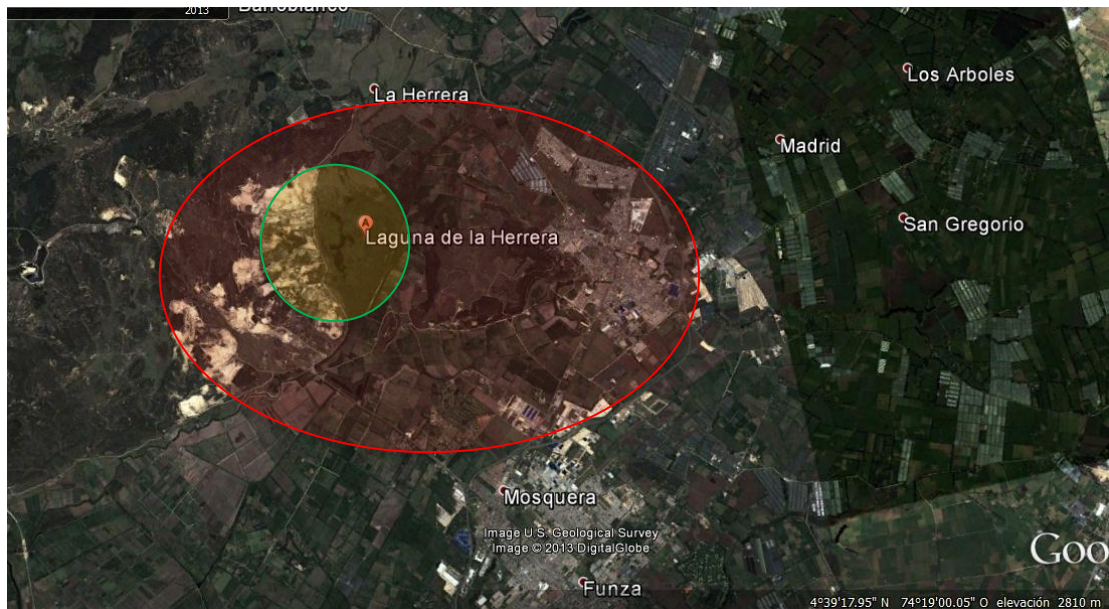


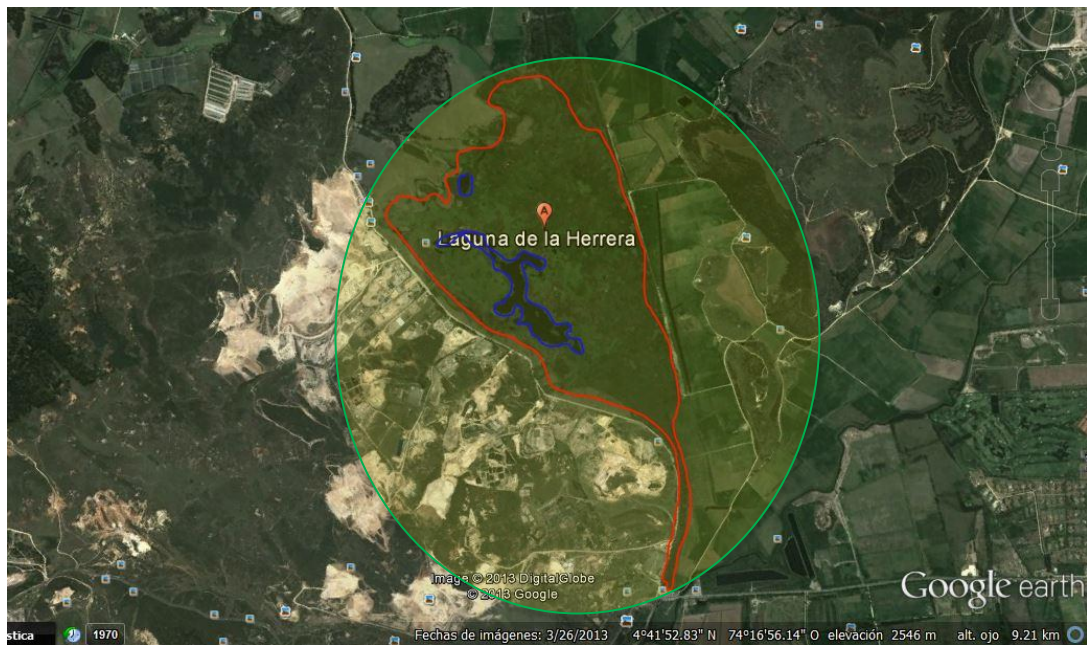
Figura 2-2. Demarcación del Área de Influencia Indirecta.

Fuente: Google Earth. 2013®.

ELABORADO POR:	Fecha:	Descripción del Proyecto
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	2 - 2

### 2.1.3. Área De Influencia Directa (AID)

El área de influencia directa de este proyecto se centra en la Laguna La Herrera y sus predios inmediatamente aledaños (casas, cultivos, fincas). Geográficamente, ésta se encuentra localizada en el Municipio de Mosquera, ubicada hacia el suroccidente de la cuenca hidrográfica del río Bojacá, al costado suroccidental de la Sabana de Bogotá. En términos generales, esta cuenca tiene una extensión total de 21.200 hectáreas de las cuales 280.7 corresponden netamente al área que ocupa la laguna. Este humedal se encuentra en la vereda Balsillas (Mosquera), a 2550 m.s.n.m., con latitud norte de 4° 41' 10.0" y longitud oeste de 74° 15' 39.2 (Salazar et al., 2006), tiene un largo aproximado de 3 km, un ancho de 1,5 km y una profundidad promedio de 1,3 m. Está formado por una serie de bajos y depresiones comprendidos entre la Serrezuela de Madrid por el Norte y las lomas de Mondoñedo y Vista Hermosa por el sur (**Figura 2-3**).



**Figura 2-3.** Demarcación del Área de Influencia Directa.

**Fuente:** Google Earth. 2013®.

A pesar de que la laguna, en la actualidad, es un resultado de la desaparición del conocido lago Humboldt, a partir de 1973 se ha mantenido y ha sido renombrado como un lago *by pass*, debido a que, por la construcción de un sistema complejo de riego y abastecimiento de agua, este cuerpo de agua se comporta como una estructura de regulación. De esta forma recibe, por el costado nororiental las aguas del río Bojacá, que es el receptor de vertimientos domésticos de los municipios

ELABORADO POR:	Fecha:	Descripción del Proyecto
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	2 - 3



de Bojacá y Facatativá y por el costado sur-occidental las aguas del canal San José proveniente del distrito de riego Chicú, proveniente a su vez del río Bogotá. Es importante mencionar que el área con agua se ha reducido 175 hectáreas durante los últimos 44 años, es decir que se ha perdido un promedio de cuatro (4) hectáreas aproximadamente por cada año.

En el área de Influencia directa existen diferentes tensores que alteran la dinámica ecológica de la Laguna de la Herrera. Es el caso de la minería, agricultura y ganadera que son actividades que se presentan en el área. De esta misma forma los centros poblados ejercen una presión socioeconómica debido a que muchos de los vertimientos y residuos de actividades son arrojados a la laguna.

Sin embargo en este Plan de Manejo Ambiental se pretende evaluar los efectos de la minería sobre la Calidad del agua de la Laguna la Herrera. Con lo anterior este capítulo se basará en la descripción del procedimiento de la explotación a cielo abierto que son las actividades mineras predominantes en el área de influencia directa en su fase de explotación ya que están canteras en funcionamiento actual. Para tal fin la información fue recolectada de los expedientes de la CAR.

Según la Guía Ambiental para actividades del sub sector materiales de construcción- Canteras Fase de explotación las canteras son un sistema de explotación a cielo abierto para extraer rocas o minerales no disgregados utilizados como materiales de construcción.

La minería se clasifica según el volumen que puede llegarse a extraer. De esta manera la *minería se clasifica*:

- Pequeña Minería Hasta 10.000 m<sup>3</sup>
- Mediana Minería Entre 10.000 y 150.000 m<sup>3</sup>
- Gran Minería Mayor a 150.000 m<sup>3</sup>.

Como se muestra en el Mapa de Canteras del área de influencia directa (Ver Anexos) en existen principalmente cuatro canteras que predominan en esta área estas son la empresa Goliat S.A, ICEIN LTDA, Doble Ingeniería LTDA y el Reserborio Vista Hermosa.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Descripción del Proyecto</b> 2 - 4
---	--	--



## 2.2. Infraestructura General

Estas Canteras tienen una serie de infraestructuras y mobiliarios que son eje importante en el desarrollo de las actividades propias. A continuación se describen algunas

- ④ *Vías*: Las Canteras tienen principalmente dos tipos de vías.
  - *Vías Internas*: Son diseñadas para el transporte de material y personal por toda el área de la cantera, permite el desplazamiento de tráfico pesado.
  - *Vías de Acceso*: Están diseñadas para el transporte a exterior de la mina principalmente se unen con la vía Barro blanco que conduce a la ruta principal de Mosquera.
  
- ④ *Patios de Mina*: Principalmente estas áreas son de almacenamiento y acopio de material. El número de estos patios difiere de una cantera a otra dependiendo de la capacidad de extracción y las dimensiones de la mina ().
  
- ④ *Caseta de Control*: Esta caseta está ubicada al ingreso de la mina y su función principal es del control de acceso tanto de administrativos como de maquinaria pesada.
  
- ④ *Oficinas*: Esta área principalmente opera el área administrativa
  
- ④ *Zonas de Parqueo*: Principalmente existen dos delimitadas o ubicadas en diferentes áreas la cual alberga a los vehículos de los administrativos y las volquetas que se preparan para cargar material.
  
- ④ *Casino*: Área donde se sirven los alimentos para todo el personal
  
- ④ *Talleres*: Área de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria.
  
- ④ *Área de Proceso de Beneficio*: área donde se ubican las zarandas para la clasificación del material.

ELABORADO POR:	Fecha:	Descripción del Proyecto
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	2 - 5

- ⊕ Otras áreas de importancia son Área de Almacenamiento de Combustible, Tanques de almacenamiento de agua potable, Área de Baños Pozo séptico



**Ilustración 2.1. (Izq) Patios de mina. (Der) Cantera Reserbera Vista Hermosa Frente de extracción**

*Fuente:* Alarcón et.al, 2013.

## 2.3. Métodos de explotación

En el área de influencia Directa las canteras principalmente utilizan la metodología de explotación por Bancos descendentes. Este método de explotación considera las características geológicas, estructurales, mecánicas y ambientales esto con el fin de que la cantera sea un proyecto económicamente rentable y que cumpla con los parámetros normativos vigentes (Siachoque, 2002).

Los métodos de explotación pueden ser manuales o mecanizados dependiendo de la empresa. Para el caso de las canteras del área de influencia directa se usen alternadamente los dos métodos.

### 2.3.1. Método de Explotación manual

Arranque de Material: Esta fase principalmente corresponde a la remoción manual del material principalmente se realiza con pica y pala de forma descendente desde la cresta hasta el pie del talud (Siachoque, 2002). En esta fase principalmente en el área de estudio utilizan un promedio de 10 trabajadores por frente de trabajo.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Descripción del Proyecto</b> 2 - 6
---	--	--



Cargue y Transporte: El cargue de material luego de ser removido se realiza utilizando palas y carretillas, usualmente este cargue de material es ejecutado por los mismos trabajadores que realizan el arranque de material. En el caso que el frente donde se realiza el arranque tenga una distancia pronunciado se realiza una canaleta donde por gravedad se desliza el material hasta el área de cargue. Como tal el cargue de este material se realiza directamente a una volqueta con capacidad promedio de 6 m<sup>3</sup> (Siachoque, 2002).

### **2.3.2. Método de Explotación Mecanizada**

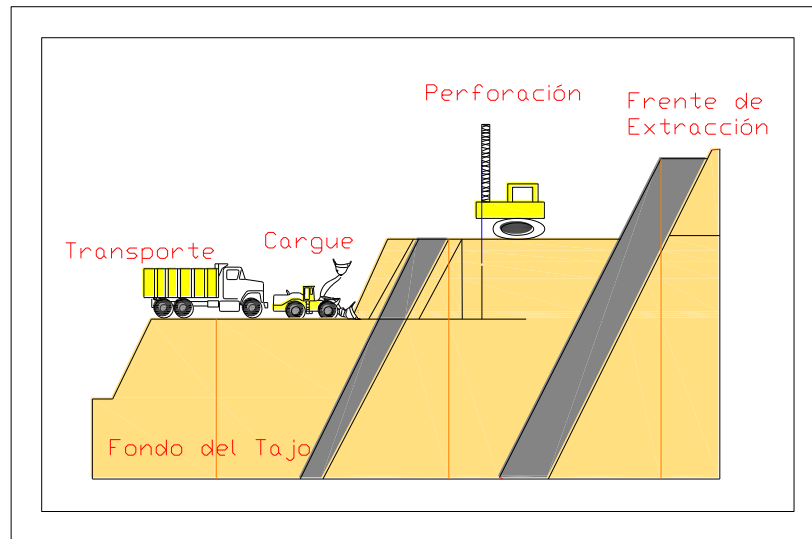
Dependiendo de las características del área y la capacidad económica de las canteras la explotación mecanizada es una alternativa rentable y bastante productiva (Siachoque, 2002). Ya que las canteras están consolidadas y están en plena producción se hará énfasis de manera general en el uso de explosivos ya que esta es una actividad poco frecuente.

Estas voladuras de material con explosivos se realizan según los criterios de resistencia de la arenisca y la propia experiencia del ingeniero de Minas. Para tal fin es importante tener en cuenta diámetro de perforación el cual es determinado por la altura del banco.

De esta manera si es el caso se utilizan explosivos para iniciar los procesos de remoción de material. Sin embargo, un caso que está documentado en el expediente es el caso de la Reserbera Vista Hermosa, la cual el materia a extraer no fue necesario utilizar explosivos ya que el material era de resistencia baja por lo que el medio utilizado es trabajarlo directamente con retro excavadoras que van raspando el material directo del banco de manera descendente desde la creta hasta el pie del talud (Siachoque, 2002).

Es importante mencionar que cuando se trabaja con retroexcavadora previamente se realizan y acondicionan vías entre los taludes lo cual facilitara el desplazamiento de la maquinaria pesada (retroexcavadoras y volquetas). Lo anterior facilita la siguiente fase del método mecanizado que es el cargue de material. Este cargue de material lo realiza la misma retroexcavadora directamente hacia la volqueta ya que la pala y el brazo articulado son bastante eficientes para realizar este trabajo (Siachoque, 2002).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Descripción del Proyecto</b> 2 - 7
---	--	--



**Figura 2-4.** Método de explotación por bancos escalonados descendentes.

*Fuente:* Tomado de Estudio Técnico para modificación del PMA Concesión minera 0190-20

Las volquetas generalmente realizan un transporte interno hacia el área de proceso de beneficio donde el material es descargado hacia el área de zarandas donde se clasifica el material por tamaño de grano. Posterior a esta área se generan dos zonas de almacenamiento de material que generalmente requieren nuevamente del uso de la retroexcavadora para ser cargadas a volquetas que dependiendo del material puede ser transportado a los patios de la mina donde se almacenan o pueden salir directamente a su destino final (Estudio técnico 2012)

## 2.4. Plantas de Trituración

Algunas veces como en el caso de ICEIN LTDA realizan el proceso de trituración. En estas plantas de trituración el material proveniente de la mina es descargado por la volqueta directamente dentro de la tolva de recibo donde se separa parte de los materiales estériles posteriormente se transporta por medio de la banda vibratoria dosificando. Estas plantas de trituración realizan el proceso en tres fases que lo que buscan es clasificar el material dependiendo del tamaño del grano

Sin embargo muchas veces como en el caso del Reserborio Buena Vista el material no es trasladado al área de las zarandas sino simplemente el material es cargado en las volquetas y estas salen a su destino final sin pasar por la zona de beneficio de la cantera (Siachoque, 2002).

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Descripción del Proyecto 2 - 8
--	---------------------------------------	-----------------------------------



**Ilustración 2.2.** (Izq) Planta de Trituración. (Der) Transporte de material de las canteras.

*Fuente:* Alarcón et.al, 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Descripción del Proyecto</b> 2 - 9
---	--	--



### **3. LINEA BASE AMBIENTAL**

#### **3.1. Introducción**

Un estudio o investigación de carácter ambiental establece un análisis general y descriptivo acerca de las condiciones en las que se encuentra un área determinada antes, durante y después de la realización o ejecución de un proyecto específico. Además proporciona las decisiones que se deben tomar en el momento de determinar si dichas actividades requieren o no de licencia ambiental según lo que dicta la ley, teniendo en cuenta los aspectos que se deriven de la descripción y caracterización ambiental que se genere.

De acuerdo con esto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que desde el año 2004 se deberán llevar a cabo Planes de Manejo Ambiental específicamente para los humedales, desarrollando una caracterización y zonificación muy detalladas para poder definir las medidas de manejo adecuadas para poder desarrollar cualquier tipo de proyecto (Resolución N° 157 de 2004) (Salazar et al., 2006), además de garantizar un uso sostenible y conservación o buen mantenimiento de la diversidad en el área y un plan de acción con programas dirigidos a la recuperación de ecosistemas y hábitats, fomentando la investigación y educación.

Los estudios de línea base describen el estado ambiental en un área definida teniendo un alcance multidisciplinario, debido a que en ésta se analizan diversas disciplinas, como la hidrología, biología, química, hidrogeología, geología, geomorfología, economía y sociología entre otros (Franco, 2010). Sin embargo, una línea base de un proyecto no constituye un estudio riguroso o profundo acerca de todos los aspectos que se vayan a evaluar debido a que, generalmente, el lapso de tiempo en que se deben generar resultados es muy corto y el alcance de esta clase de estudios es muy amplio (Franco, 2010). Por lo tanto, la línea base, se basa principalmente en estudios realizados con anterioridad de donde se extrae información puntual para poder definir y describir las generalidades ambientales y sistemáticas de los principales componentes que se analizan en un Plan de Manejo Ambiental.

En términos generales, una línea base de un proyecto describe el área de influencia directa e indirecta en donde se va a realizar una actividad, con el fin de evaluar, posteriormente, los impactos

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 1
---	--	----------------------------

que podrían generarse sobre todos los elementos del medio ambiente dentro de esa área. Esos elementos deberán describirse minuciosamente tomando en cuenta las condiciones actuales en las que se encuentran. Este proyecto se basa en presentar una evaluación de las condiciones ambientales actuales de la Laguna La Herrera contemplando la explotación minera como factor relevante del deterioro ambiental de este ecosistema.

### **3.2. Objetivos**

#### **3.2.1. Objetivo General**

Realizar una caracterización y descripción de los componentes del medio Físico, Biótico y Socio-económico del área de influencia directa e indirecta del proyecto, para poder determinar la influencia de las canteras (acción minera), en el estado actual de la calidad del agua de la Laguna La Herrera.

#### **3.2.2. Objetivos Específicos**

- ④ Complementar la información existente acerca de la geomorfología y geología del lugar correspondiente al área de estudio
- ④ Establecer cuáles son las unidades edafológicas identificadas en el área que comprenda el desarrollo del estudio.
- ④ Realizar una descripción general del comportamiento climatológico, red hídrica, morfología y morfometría hidrográfica de toda el área que abarque el proyecto.
- ④ Describir las cuencas y subcuencas hidrográficas que se encuentran en la zona, ubicando nacimientos en caso de haberlos.
- ④ Realizar y analizar un estudio hidrobiológico y fisicoquímico que comprenda el estado actual en la calidad del agua de la Laguna La Herrera.
- ④ Identificar las diferentes comunidades acuáticas y evaluar los parámetros fisicoquímicos establecidos dentro del análisis de calidad del agua de la Laguna.
- ④ Identificar y evaluar el estado inicial de referencia de la vegetación terrestre, semiacuática y acuática presente en el humedal, analizando la presencia de especies en vía de extinción.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 2
---	--	----------------------------

- ④ Realizar un inventario de la fauna terrestre y acuática (zona profunda, zona limnética, zona litoral), de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, identificando las comunidades faunísticas asociadas con la vegetación presente en los humedales y las zonas de ronda.
- ④ Describir las características demográficas del Municipio de Mosquera (área de influencia indirecta), y de los barrios aledaños o cercanos a la Laguna la Herrera (área de influencia directa).
- ④ Realizar una descripción de las condiciones de calidad y cobertura de los servicios públicos e infraestructuras del área de estudio.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Fase De Campo**

En esta fase metodológica se realiza un desplazamiento al territorio del proyecto para observar las condiciones reales del ecosistema referente a la Laguna tomando un registro fotográfico detallado que exponga y refleje la verdadera condición en la que se encuentra este cuerpo de agua teniendo en cuenta la radical intervención paisajística, geomorfológica e hidrológica que se ha ido desarrollando en la zona.

Para la descripción biótica se efectuó un recorriendo de todo el sector realizando una inspección minuciosa (con fotografías), de las posibles especies presentes tanto de flora como de fauna, para poder determinar en qué zona de la laguna se establecían las diferentes comunidades de animales y plantas y así poder llevar a cabo un inventario real de estos dentro de todo el área del territorio.

En el muestreo de parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos, el cual se realizó para determinar y conocer el estado actual de la calidad del agua de la Laguna La Herrera, se tomaron como referencia tres (3) puntos de muestreo, uno ubicado en la parte norte de la laguna (cerca de la zona de cultivos – Punto 3), respondiendo a las coordenadas 4°41'37.96"N y 74°16'54.78"O; otro en la parte central con coordenadas 4°41'21.75"N y 74°16'29.29"O (Punto 2), y uno más en la parte sur (cerca de la salida de agua del canal San Jorge ubicado a un costado del Barrio Los Puentes – Punto 1), con coordenadas 4°41'2.01"N y 74°15'27.60"O (**Figura 3-1**).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 3
---	--	----------------------------



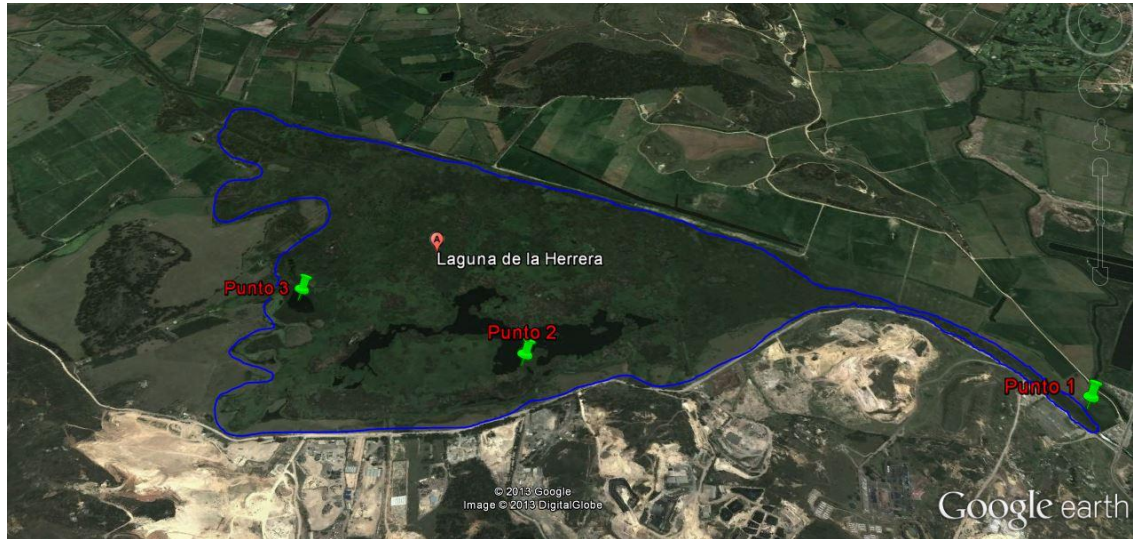


Figura 3-1. Demarcación de Puntos de Muestreo – Calidad del Agua.  
Fuente: Google Earth. 2013®.

Para la recolección de muestras fisicoquímicas se tuvieron en cuenta mediciones *in situ* como el pH; Oxígeno disuelto; Conductividad y Temperatura. Los demás parámetros tomados (Amonio, DBO, DQO, Dureza total, Fosfatos, Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno total, Sólidos disueltos totales, Sólidos totales, Sulfatos, Cromo, Mercurio, Plomo, Coliformes totales y Coliformes fecales), se llevaron al laboratorio del Instituto de Higiene Ambiental (IHA), con el fin de que se analizaran presentando los datos pertinentes.

En los puntos monitoreados, que se llevaron a cabo por parte de los integrantes del grupo de la tesis (Camilo Alarcón, Alejandra Traslaviña y Leonel Romero), se realizó la medición *in situ* de las siguientes variables: oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, temperatura del ambiente y temperatura del agua; además, se colectaron muestras de agua las cuales posteriormente fueron enviadas al laboratorio IHA Instituto de Higiene Ambiental (los cuales cuentan con la acreditación ante el IDEAM), ubicado en la ciudad de Bogotá, donde se les realizaron las pruebas para los demás parámetros que se deben medir (Anexos - Resultados Fisicoquímicos y bacteriológicos). Los procedimientos realizados en los muestreos tanto para las mediciones *in situ*, como para la toma de muestras para laboratorio se indican en la Tabla 3-1.

ELABORADO POR:	Fecha:	Línea Base
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	3 - 4



**Tabla 3-1.** Variables evaluadas, tipo de muestreo y método de preservación de las muestras

PARÁMETRO	UNIDADES	TIPO DE MUESTREO	ENVASE	PRESERVACIÓN
Temperatura muestra	°C	Medición in situ	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	Medición in situ	-	-
pH	Unidades	Medición in situ	-	-
Conductividad	µs/cm	Medición in situ	-	-
Turbidez	NTU	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada
Sulfatos	mg/L	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Medición in situ	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada
Nitritos	mg/L	Manual –puntual	Plástico	Refrigerada
Nitratos	mg/L	Manual –puntual	Plástico	Refrigerada
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	Manual – puntual	Vidrio Ámbar	Refrigerada
Carbono Orgánico Total	mg/L	Manual – puntual	Vidrio borosilicato	Refrigerada y acidificada
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Manual – puntual	Vidrio Ámbar	Refrigerada
DQO	mg/L	Manual – puntual	Vidrio Ámbar	Refrigerada y acidificada
Tensoactivos (SAAM)	mg/L	Manual – puntual	Vidrio	Refrigerada
Fósforo total	mg/L	Manual – puntual	Vidrio Ámbar	Refrigerada
Mercurio	mg/L	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada y acidificada
Cromo	mg/L	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada y acidificada
Plomo	mg/L	Manual – puntual	Plástico	Refrigerada y acidificada
Coliformes Totales	NMP/100mL	Manual – puntual	Vidrio Estéril	Refrigerada
Coliformes Fecales	NMP/100mL	Manual – puntual	Vidrio Estéril	Refrigerada

**Fuente:** Instituto de Higiene Ambiental., 2013

Para la recolección de muestras de las comunidades hidrobiológicas (Plancton, Bentos, Perifiton, Macrófitos acuáticos e Ictiofauna), se realizaron muestreos en campo empleando las metodologías que se describen a continuación: **Nota:** todas las muestras recolectadas incluyendo registro fotográfico fue enviado al Laboratorio del Instituto de Higiene Ambiental (IHA), para su debido análisis y expresión de resultados.

### Fitoplancton y Zooplancton

Estas comunidades se muestrearon por medio de redes especializadas que constan de una malla con ojo de luz de 29 micras para fitoplancton y de 62 micras para zooplancton, que filtra los microorganismos pertenecientes a éstas en un volumen de agua conocido y se depositan en un

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 5
---	--	----------------------------

cono terminal donde finalmente se obtiene la muestra deseada. Después se traspasó a un frasco de plástico de 250 ml, se tiñó con Lugol de Gram (3-5 gotas) y se preservó con solución Transeau.

#### Perifiton

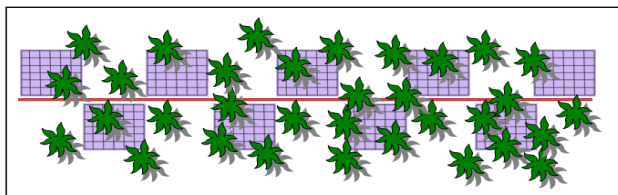
La comunidad perifítica se muestreó sobre diferentes tipos de sustratos como rocas, palos, troncos y hojas, siempre y cuando se encontraran directamente asociados al agua del sistema y mantuvieran sobre su superficie una biopelícula algal. Para esto se emplearon cuadrantes de acetato con un área de 9 cm<sup>2</sup> para raspar la superficie comprendida con un cepillo de cerdas suaves. Posteriormente el material raspado se dispuso en un frasco de ámbar de vidrio de 60 ml en donde previamente se había depositado un poco de agua limpia, finalmente se tiñó con Lugol de Gram (3-5 gotas) y se preservó con solución Transeau.

#### Bentos

Para el muestreo de los organismos bentónicos se utilizó una red-D (d-frame), la cual consta de un cuadrante con un área de 0,09 m<sup>2</sup> unido a una malla con ojo de luz de 180 micras. Se realizó una serie de arrastres, en cada punto, de manera aleatoria en un área determinada (generalmente hacia las orillas), sobre el sustrato del sistema para atrapar los macro y micro invertebrados en la red. Una vez obtenida la muestra se depositó en bolsas zip-lock y se preservó con solución Transeau.

#### Macrófitos

Para los Macrófitos que se encontraron asentados a manera de parche (aleatoriamente), se dispuso sobre éste un transepto de 10 metros de longitud (con cabo metrado). Luego, se colocó un cuadrante parcelado de 0,5 m<sup>2</sup> al inicio del transepto para comenzar a registrar el porcentaje de cobertura de cada una de las especies que se encontraban dentro del área del cuadrante. Este proceso se repitió hasta terminar la longitud total del parche (**Figura 3-2**). Una vez se obtengan los datos se procede a fotografiar cada ejemplar de cada especie observada.



**Figura 3-2.** Disposición de cuadrantes a lo largo de transepto.

*Fuente:* Instituto de Higiene Ambiental., 2013

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 6
--	---------------------------------------	---------------------

### Ictiofauna (Peces)

La Ictiofauna generalmente se muestrea por medio de artes de pesca conocidos como atarrayas, redes de arrastre, jamas artesanales y anzuelos. En esta ocasión el muestreo se realizó empleando atarraya de ½ pulgada, jama artesanal con ojo de malla de 1 mm y anzuelos. El método empleado se basó en estandarizar los datos a una hora de muestreo, realizando un total de 15 lances con atarraya y 10 arrastres con jama. Una vez obtenidas las muestras los ejemplares se pueden o no anestésiar (con 3-5 gotas de esencia de clavo), dependiendo de la reacción del pez, para poder medirlos y fotografiarlos. Se identifican y se devuelven a su hábitat.

#### **3.3.2. Fase De Laboratorio y Gabinete**

Todas las muestras recolectadas tanto de parámetros fisicoquímicos como hidrobiológicos se analizaron en las instalaciones del Instituto de Higiene Ambiental (IHA). Los reportes de resultados emitidos por dicho laboratorio se exponen en la parte de ANEXOS. En la fase de gabinete se analizan los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos realizando, en estos últimos, un análisis de bioindicación de especies y una descripción de los índices ecológicos para, finalmente, poder determinar las condiciones actuales del sistema en cuanto a calidad de agua se refiere.

Los resultados obtenidos de las variables fisicoquímicas y bacteriológicas evaluadas en las estaciones de monitoreo son posteriormente comparados con su respectiva norma de acuerdo a los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico teniendo en cuenta el uso del agua (consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de flora y fauna). Como normatividad ambiental vigente se tiene en cuenta el Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyos parámetros de calidad respecto a límites permisibles aún no se han establecido, por lo cual se continúa teniendo en cuenta los determinados en el Decreto 1594/84 del Ministerio de Salud, hoy de la Protección Social.

#### **3.4. Medio Físico**

La caracterización referente a los diferentes componentes del Medio físico se analiza y se expone teniendo en cuenta la demarcación realizada para el Área de Influencia Indirecta puesto que son características y aspectos que rigen a toda esta zona incluyendo el área de influencia Directa

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 7
---	--	----------------------------



(Laguna La Herrera), lo que hace más práctico llevar a cabo este proceso. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en ciertos componentes también se hará énfasis en el AID para poder profundizar un poco más en este tema.

### **3.4.1. Geología**

Toda el área geográfica (All), que comprende la laguna La Herrera hace parte de lo que en el Cretácico superior era una plataforma marina, actualmente es conocida como la Cordillera Oriental (CAR, 1984). En el área del municipio de Mosquera se asientan rocas sedimentarias pertenecientes al Grupo Guadalupe y a los Depósitos de Terraza Alta. Toda esta masa de agua conocida como el gran lago Humboldt fue desapareciendo desde el Campiano originando grandes extensiones de playas con depósitos considerables de arenas, silicios y limos y leves plegamientos o levantamientos tectónicos originando valles y depresiones, estos factores naturales posteriormente darían origen a la formación Guadalupe hace aproximadamente 18 millones de años.

Años después, en el Maastrichtiano toda esta área ya se convertía en continente donde se instauraban ríos que con el tiempo formarían grandes deltas dando origen a lo que hoy se conoce como formación Guaduas. Poco después durante el Paleoceno y Plioceno medio, toda esta región sufre un estado de erosión con ciertos plegamientos y fallas conocidos como Preandinos y Protoandinos. Posteriormente a esto, se da origen al más fuerte periodo tectónico de los Andes Colombianos donde se reactivan las fallas que originan un levantamiento de la zona de 3000 metros trayendo consigo una modificación drástica del Clima y de las condiciones ambientales en general además de los patrones hidrográficos que ya estaban establecidos. Poco después comienza el pleistoceno (hace 1.8 millones de años), donde surgen cambios climáticos globales dando origen a glaciares, en esta zona también se evidenció dicha actividad e inclusive a vestigios de ello en las numerosas depresiones subcirculares que se observan entre Mosquera y Facatativá (Cifuentes et al., 2003).

Finalizando el Plioceno ocurren numerosas actividades volcánicas de las cuales se desprendían cenizas que, por acción del viento, se fueron depositando y asentando sobre toda esta zona. Durante el Cuaternario Medio Superior en los valles que comprenden la zona de Facatativá, Bojacá y Funza se formaron lagunas donde se depositaron grandes asentamientos de arcillas lacustres constituyendo lo que hoy se conoce como formación Sabana. Durante los últimos 10.000 años se ha ido formando la red hidrográfica actual del río Bojacá. Específicamente, en el sector de la Herrera se

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 8
---	--	----------------------------

formó una laguna la cual se secó, pero esos restos geológicos dieron cavida a que el curso del rio Bojacá ayudara a inundar lo que hoy se observa en esta región (Cifuentes et al., 2003).

#### 3.4.1.1. Unidades Estratigráficas

Las unidades que afloran en toda esta área geográfica (All), desde la más antigua a la más joven pertenecen al Grupo Guadalupe el cual se compone por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Arenisca de labor y tierna, y por depósitos Cuaternarios pertenecientes a Terraza alta (Qta), Coluviales (Qc) y Aluviales (Qal). A continuación se describen un poco mejor.

##### 3.4.1.1.1. Grupo Guadalupe (Ksg)

Este grupo abarca los sedimentos más antiguos de la región los cuales datan del Cretácico. Tienen un espesor de 750 m y lo conforman la formación arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp), Arenisca de labor y Arenisca Tierna (Ksglt) (CAR, 1984).

##### 3.4.1.1.2. Formación de Arenisca Dura (Ksgd):

Esta formación aflora al sur-este del área, en la vereda Fute y en cercanías de la vereda Canoas, está constituida en su parte inferior de cuarzo, arenitas grises de grano muy fino, con cemento silíceo, presentan pequeñas intercalaciones de lodonitas negras y es su parte superior por delgadas capas de cuarzo arenitas con tamaño de grano variable. La secuencia no aparece completa debido a las fallas presentes en el área pero su espesor oscila en los 450m. En la parte superior limita con la formación plaeners y en la inferior con la formación Chipaque. Esta formación tuvo lugar en un ambiente marino somero.

##### 3.4.1.1.3. Formación Plaeners (Ksgp).

Esta formación aflora al sureste del área, específicamente en las veredas los Puentes y Balsillas, y en una franja situada de norte a sur donde se forman los cerros el Palomar Mondoñedo, Cerro Bravo y numerosos pliegues locales. Contiene capas de lodolitas negras y pardas hasta de 10m de espesor intercaladas con capas de liditas y limolitas cilíceas en espesores variables, en la parte inferior de la unidad se observan capas de cuarzo arenitas hasta 5 metros de espesor de grano fino

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 9
---	--	----------------------------

a medio con matriz arcillosa. El espesor aproximado de esta formación es de 140 m. (CAR, 1992). Limitando hacia la parte inferior con la formación Arenisca Dura y en la superior con la formación Labor y Tierna.

#### 3.4.1.1.4. Formación Labor y Tierna (Ksglt).

Esta formación también aflora al sureste del área bordeando la Vereda los Puentes y forma parte del Cerro Gordo y de algunos sinclinales locales. Está formada por una secuencia continua de capas de cuarzo arenitas grises amarillentas delgadas y gruesas, de grano fino a medio presentando intercalaciones de lodolitas negras de hasta 10 cm de espesor. En términos generales, esta unidad consta de un espesor máximo de 180m. (CAR, 1992). La parte inferior limita con la formación Plaeners y la superior con la formación Guaduas.

#### 3.4.1.1.5. Depósitos Cuaternarios

En el área se identifican tres tipos de depósitos cuaternarios (Terraza Alta, Coluviales y Aluviales). Los Depósitos de Tierra Alta (Qta), son los más extensos constituyendo el principal relleno de la sabana de Bogotá. Están compuestos de gravas, arenas y arcillas. Los Depósitos de Coluviales (Qc), hacen referencia a depósitos de ladera resultantes de la fracturación y el arrastre que han sufrido los materiales de las unidades litológicas presentes en el área. Están constituidos por gravas, guijarros y bloques con predominio de matriz arcillosa. Y finalmente los Depósitos Aluviales (Qal), corresponden a los originados por corrientes aluviales y que se componen de arenas finas y sedimentos arcillosos. Actualmente, ocupan los Valles de los ríos Bogotá y Balsillas y de numerosas quebradas y afluentes menores.

### 3.4.2. Geomorfología

Toda esta zona (All), se caracteriza por presentar un nivel alto de depresiones y elevaciones de altura media que se asientan sobre una planicie que actualmente es conocida como la Sabana de Bogotá. En el área donde se localiza el humedal de la Laguna La Herrera se encuentra muy marcada esta condición o patrón geomorfológico el cual comprende básicamente dos clases o tipos de paisaje, el de planicie y el de montaña.

#### 3.4.2.1. Paisaje de Montaña o Elevado

La zona está compuesta principalmente por areniscas de la formación Guadalupe. Se presenta un paisaje bien complejo con formas y texturas suaves tanto en los anticlinales como en los sinclinales y un patrón de drenaje bien desarrollado. Se observa una variación entre relieves quebrados y escarpado con pendientes que difieren en grado de inclinación, longitud, forma y configuración, desde rangos de 7% a 12% hasta mayores de 25%. La altura relativa con respecto al nivel de base regional es de 2600 metros. Este paisaje está constituido por un verdadero mosaico litológico, en donde alternan rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; sus edades varían desde el Precámbrico hasta el Cretácico.

Este paisaje está formado por un conjunto de relieves con características geomorfológicas definidas que se han originado a partir de la combinación de los procesos tectodinámicos, plegamientos, fallamientos y factores climáticos. En ciertos sectores el relieve está suavizado por mantos de cenizas volcánicas, depósitos glaciares y coluviones. Otros sectores están afectados por movimientos en masa y erosión principalmente desprendimientos, reptación, soliflucción, terraceo y erosión laminar y en surcos. En el área específica de la Laguna La Herrera se percibe un alto nivel de erosión ocasionada por la tala indiscriminada del bosque para dar origen a ciertas actividades que se están llevando a cabo como la explotación de arenas y rocas y pastoreo extensivo de ganado vacuno.

#### 3.4.2.2. Paisaje de Planicie

Este paisaje que es donde realmente se encuentra asentada la Laguna, presenta un relieve plano con pendientes que varían entre 1 y 3%. Su origen es de tipo fluvio lacustre siendo el principal río el Bogotá a nivel regional a el río Bojacá a nivel local. La mayor parte de los relieves ocurrentes corresponden a planos de inundación y terrazas con contenidos litológicos, arcillas fluvio lacustres recubiertas y depósitos orgánicos de menor extensión. El relieve contiene terrazas que se forman cuando las corrientes recortan sus propios aluviones debido al descenso en el nivel de base, como consecuencia del solevantamiento. La terraza de relieve plano compuesta por aluviones heterogéneos finos a gruesos y con muchos cantos redondeados algunos de ellos calcáreos, ocupa la posición más alta dentro de la cuenca del río Bojacá localizada sobre los 2500 msnm.



### **3.4.3. Geología Estructural**

Las rocas del costado occidental de la Sabana se encuentran en un estado con intensas fallas y plegamientos (Pidelta, 1984 En: Cifuentes, 2003). Los pliegues del Cretácico se mantienen pero existe un predominio de fallamientos que originan una fuerte tectónica de bloques en la zona. La formación Guaduas y el Grupo Villeta son más propensos al plegamiento, mientras que la formación Guadalupe es más propensa al fallamiento o fracturamiento. El sector de Bojacá comprende la falla de Zipacón por el costado occidente, la falla de Balsillas por el oriente y las carreteras de Facatativá – Madrid por el norte y la de Mosquera – La Mesa por el sur.

Entre la falla de Zipacón y el valle de Bojacá existe un sinclinal (Zipacón), de unos 4,5 Km de longitud y un anticlinal (Chuscal). Por el sector occidental hacia el oriental puede apreciarse un sinclinal suave, un anticlinal largo, el sinclinal de la Capilla, un anticlinal invertido y la falla de Montanel, la cual ocupa aproximadamente 10 Km de longitud y es atravesada por la carretera Mosquera – La Mesa por su costado oriental. Entre la falla de Montanel y Balsilla se encuentra la de Mondoñedo con presencia de unos anticlinales y sinclinales. Hacia el noreste de la Laguna se sitúan cuatro cerros constituidos por areniscas de grano grueso. La formación Guadalupe se hundió 180 m por causa de las dos fallas que circundan el sector por donde desagua el río Bojacá, dando origen a las formaciones de Tilatá y Sabana. Por otro lado la falla de Balsillas limita por el costado oriental con el Cerro de Casablanca y hacia el sur con los cerros de la Sierra y el Juncal.

### **3.4.4. Suelos**

De igual manera que la geomorfología, la composición de los suelos se rigen por los dos tipos de paisajes que se encuentran en toda esta área (AII y AID), a continuación se describen más detalladamente sus principales características.

#### **3.4.4.1. Suelos del Paisaje de Montaña**

Paisaje formado por lomas en un relieve ligeramente quebrado, con sectores erosionados, los más altos cubiertos de bosque natural. Gran parte de la vegetación natural ha sido reemplazada por zonas de cultivos propios de la zona. Para este paisaje se delimitó la siguiente unidad edafológica.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 12
---	--	-----------------------------



#### 3.4.4.1.1. Asociación Humic Dystrudepts – Typic Hapludalfs.

Esta asociación se conforma de por suelos Humic Dystrudepts en una proporción del 60% y Typic Hapludalfs en un 40%. Se localiza entre los municipios de Madrid y Bojacá, al norte y al sur de la Laguna La Herrera, en alturas entre 2.600 y 2.800 msnm; el clima ambiental es frío y seco y precipitación promedio anual entre 500 y 1.000 mm. Se localiza en relieves quebrados con pendientes entre 7% al 50 %, las laderas son de longitud media a larga ligeramente convexas y cimas redondeadas y estrechas. Estos suelos se han conformado de rocas clásticas arenosas y limo arcillosas, tienen un buen sistema de drenaje. Están afectados por una erosión hídrica laminar ligera y moderada (surcos que afectan los dos primeros horizontes del suelo). Presentan perfiles del tipo Ap-A2-AB-Bw1-Bw2-C. El horizonte superficial (A) tiene en promedio 35 a 40 cm de espesor y está constituido por 2 subhorizontes (Ap-A2); su color es 237 negro, la textura es franca a franco arcillosa y la estructura blocosa subangular. Le sigue un horizonte transicional AB de color pardo grisáceo muy oscuro de textura franco arcillosa con espesor de 8 a 10 cm, debajo del anterior se encuentra un horizonte cámbrico constituido por dos subhorizontes diferenciados por color, de textura arcillosa y con espesor de 30 a 35 cm (Bw1-Bw2), por último se sitúa un horizonte C de textura arcillosa. La reacción de estos suelos es ácida, con mediana a alta saturación de aluminio, baja saturación de bases, valores medios a bajos de capacidad de intercambio catiónico, contenidos bajos de calcio, magnesio y fósforo, niveles de potasio altos en el primer horizonte y bajos en los demás, en términos generales la fertilidad es baja.

Los suelos Typic Hapludalfs presentan horizontes bien diferenciados en una disposición Ap-A2-Bt1-Bt2-C. El horizonte superficial (Ap), tiene un espesor de 35 a 40 cm, es de color pardo oscuro, con textura franco arcillosa y estructura blocosa subangular moderadamente desarrollada, el horizonte A2 es pardo oscuro con moteados rojo amarillento, textura arcillosa, estructura moderadamente desarrollada y un espesor variable de 15 a 20 cm. A una profundidad de 60 cm se encuentra el horizonte argílico subdividido por color en: Bt1, pardo fuerte y estructura blocosa subangular fuertemente desarrollada y Bt2, amarillo pardusco, de estructura blocosa angular y al igual que el anterior de textura arcillosa; posterior a este horizonte se reporta la presencia de un horizonte C de color amarillo pardusco de textura arcillo arenosa y sin estructura. Son suelos fuertemente ácidos, con baja saturación de aluminio, mediana capacidad de intercambio catiónico; saturación de bases baja a alta que se incrementa con la profundidad, niveles bajos de potasio, calcio y fósforo y fertilidad baja.



### 3.4.4.2. Suelos del Paisaje de Planicie

La planicie está conformada por planos de inundación y terrazas influenciados por depósitos de espesor variable de ceniza volcánica y depósitos de sedimentos en su mayoría finos y medios. En los planos de inundación predominan los suelos de menor evolución (Entisoles e Inceptisoles), influenciados en algunos sectores por cenizas volcánicas. En las terrazas se observan suelos más evolucionados (Inceptisoles, Andisoles y Alfisoles), influenciados por ceniza volcánica y depósitos clásticos hidrogénicos de origen lacustre y aluvial.

#### 3.4.4.2.1. Asociación Aeríc Epiaquents – Fluvaquentic Endoaquepts.

En esta asociación los suelos no tienen un buen sistema de drenaje y son de textura fina. La composición está integrada en un 60% por suelos Aeríc Epiaquents y en un 40% por los suelos Fluvaquentic Endoaquepts. Los primeros son de evolución muy baja a partir de depósitos clásticos hidrogénicos y presentan una distribución de horizontes morfogenéticos Ap (0-15 cm de profundidad), Cg1 (15-37 cm) y Cg2 (37-120 cm). El horizonte superficial (Ap) es de color pardo grisáceo oscuro, textura arcillosa y estructura granular débilmente desarrollada; el horizonte Cg1 es gris oscuro con moteados de color pardo rojizo, de textura arcillosa y sin estructura, el horizonte Cg2 es de color gris oscuro con moteados pardo oscuro, textura arcillosa y sin estructura. Son suelos medianamente ácidos, con mediana a alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases, con contenidos medios a altos de calcio, magnesio, potasio y medios a bajos de fósforo; la fertilidad de estos suelos es considerada moderada a alta. Los suelos Fluvaquentic Endoaquepts son poco evolucionados a partir de depósitos clásticos hidrogénicos, de texturas finas y con un drenaje muy pobre. Presentan una secuencia de horizontes Ap-Bw-Cg1-Cg2. El horizonte Ap tiene 25 a 30 cm de espesor, color gris oscuro con moteados rojo amarillento, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollada; el horizonte Bw tiene un espesor promedio de 15 a 20 cm, color gris con moteados de color rojo amarillento, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares, débil a moderadamente desarrollada; el horizonte Cg1 tiene 30 a 35 cm de espesor, es de color gris muy oscuro con moteados de color rojo amarillento, textura arcillosa y sin estructura, el horizonte Cg2 tiene un espesor superior a los 30 cm, es de color negro, textura arcillosa y sin estructura. Son suelos fuertemente ácidos, con alta capacidad de intercambio catiónico, alta a baja saturación de bases que decrece con la profundidad, contenidos medios a altos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; mediana a baja saturación de aluminio y fertilidad moderada.



#### 3.4.4.2.2. Complejo Humic Dystrustepts – Typic Haplustalfs – Fluvanquentic Endoaquepts.

Forma parte de las terrazas de la planicie fluvio lacustre del río Bogotá con presencia de un relieve plano a ondulado con algunos sectores planocóncavos afectados ocasionalmente por encharcamientos de corta duración. El material parental de estos suelos lo constituyen depósitos clásticos hidrogénicos de evolución baja a moderada con un drenaje moderado. Su composición se basa en un 40% de suelos Humic Dystrustepts, un 35% de Typic Haplustalfs y un 25% de Fluvanquentic Endoaquepts.

Los suelos Humic Dystrustepts son de baja evolución, bien drenados, de texturas finas. Presentan una distribución de horizontes Ap-A2-Bw1-Bw2-Bw3-Ab1-Ab2. El horizonte Ap con un espesor de 0-12 cm de profundidad, es de color negro, textura arcillosa y estructura granular moderadamente desarrollada, el A2 situado a 12-33 cm es pardo oscuro con moteados pardo rojizo oscuro, de textura arcillosa y estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollada, el horizonte Bw1 se encuentra a una profundidad de 33 a 58 cm, con color pardo a pardo oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollada, el Bw2 se encuentra entre 58 y 70 cm, su color es gris muy oscuro con moteados de color pardo rojizo, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares débilmente desarrollada, el horizonte Bw3 se encuentra entre 70 y 81 cm de profundidad, su color es pardo con moteados rojo amarillento, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares débilmente desarrollada. Finalmente a los 81 cm hasta los 140 cm de profundidad se encuentra el Ab1, de color negro y moteados de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares fuertemente desarrollada y el Ab2 que se sitúa desde los 140 cm hasta los 160 cm de profundidad, con color negro con moteados pardo rojizo oscuro y textura arcillosa. Estos suelos son de baja evolución, fuertemente ácidos, con niveles bajos de saturación de bases y fósforo, contenidos medios a altos de calcio, magnesio y potasio, alta capacidad de intercambio catiónico, niveles medios a bajos de saturación de aluminio y fertilidad moderada.

Los suelos Typic Haplustalfs son superficiales, bien drenados y de texturas finas. Tienen una distribución de horizontes Ap-AB-Bt1-Bt2-C. El horizonte superficial Ap tiene un espesor de 5 a 10 cm, es de color pardo a pardo oscuro y textura arcillosa, el horizonte AB, tiene 15 a 20 cm de espesor, con color pardo a pardo oscuro con moteados pardo rojizo oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollada, el Bt1 tiene 30 a 35 cm de espesor, color gris muy oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques angulares fuertemente desarrollada y cutanes de color negro, el Bt2 tiene de 20 a 25 cm de espesor, es de color pardo muy

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 15
---	--	-----------------------------



oscuro, con textura arcillosa y una estructura en bloques angulares fuertemente desarrollada y cutanes de color pardo rojizo oscuro. A una profundidad de 97 cm, se sitúa el horizonte C, con color pardo y gris rojizo oscuro, textura franco arcillosa y sin estructura. Estos suelos presentan reacción medianamente ácida a neutra, mediana a alta capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases; contenidos medios a altos de calcio, magnesio y potasio, niveles altos de fósforo en el horizonte superficial y bajos en los horizontes inferiores, tienen una fertilidad moderada.

Los suelos Fluvanquentic Endoaquepts, tienen baja capacidad de drenaje, consta de texturas finas, presentan una distribución de horizontes Ap-Bw-C1-C2-C3. El horizonte Ap situado hasta los 18 cm de profundidad, es de color pardo grisáceo oscuro con moteados de color pardo fuerte, textura franco arcillosa y estructura blocosa subangular moderadamente desarrollada, el horizonte Bw situado desde los 18 cm hasta los 41 cm, es pardo con moteados de color pardo fuerte, textura franco arcillosa y estructura blocosa subangular moderadamente desarrollada; el horizonte C1 situado desde los 41 cm a los 89 cm, presenta colores gris, pardo y pardo fuerte, con texturas franco arenosas y sin estructura, el C2 (89-104 cm), de color pardo con moteados pardo fuerte, textura franca y sin estructura y por último el C3 situado desde los 104 cm hasta los 123 cm, de color gris oscuro, textura franco arenosa y sin estructura. Estos suelos presentan una reacción muy fuerte a ligeramente ácida, contenidos medios a bajos de potasio y fósforo, contenidos altos de calcio y magnesio, niveles medios a altos de capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases, en términos generales la fertilidad es moderada.

### **3.4.5. Hidrogeología**

Toda la dinámica hidrogeológica hace referencia a las diferentes formas y estructuras hídricas que rigen en toda el Área de influencia Indirecta (AI), pues es la forma más adecuada de valorar o caracterizar este componente debido a que el AID solo enmarca lo referente a la Laguna la Herrera.

#### **3.4.5.1. Acuíferos Depósitos de Terraza Alta**

Son sistemas que datan desde el Cuaternario, estos acuíferos afloran en la parte plana del río Bojacá, están constituidos por gravas, arenas y arcillas de los depósitos de Terraza alta. Son de tipo confinado, semi confinado y libre, resultado de la erosión y el transporte de rocas. El flujo



subterráneo va desde los bordes de la cuenca hacia la zona más baja del valle. El agua tiene alto contenido de hierro pero es apta para el consumo humano y para sistemas de riego.

#### 3.4.5.2. Acuíferos Depósitos Aluviales

También datan del Cuaternario, están conformados por capas permeables y semipermeables, constituidos por arenas, limos y arcillas. Se encuentran asentados sobre el acuífero de la Terraza Alta. Su recarga está a cargo de los ríos Bojacá, Balsillas y afluentes. No son tan relevantes debido a que su distribución se limita a los bordes de las corrientes superficiales, son utilizados para usos domésticos, consumo humano y riego.

#### 3.4.5.3. Acuífero Formación Labor y Tierra

Está constituido por cuarzos areniscas de grano fino a medio. Datan del Cretáceo. Es de tipo confinado y de origen marino, presenta un nivel elevado de confinamiento. Aflora al norte y al sur del río Bojacá. Se encuentra entre la formación Guaduas y la Plaeners y en contacto con el acuífero de Terraza Alta. El agua es buena para el consumo humano y sistemas de riego aunque también presenta niveles elevados de hierro.

#### 3.4.5.4. Acuífero Formación Arenisca Dura

Está constituido por cuarzo areniscas grises de grano muy fino con presencia de lodolitas negras. Data del Cretáceo. Está restringido a zonas fracturadas, es de tipo confinado y de origen marino. Se encuentra dentro del grupo Villeta. Se recarga por medio de afluentes y se descarga por medio de pozos. El flujo subterráneo proviene desde las serranías.

### 3.4.6. Hidrografía

La Laguna La Herrera pertenece a la cuenca del río Bojacá, está situada a 2550 msnm con coordenadas geográficas latitud 4°41'27.32"N y longitud 74°16'31.06"O al occidente de la Sabana de Bogotá a aproximadamente 20 Km sobre la vereda Balsillas en el municipio de Mosquera. El clima que la rige varía de húmedo a subhúmedo. La Laguna posee una forma irregular que se

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

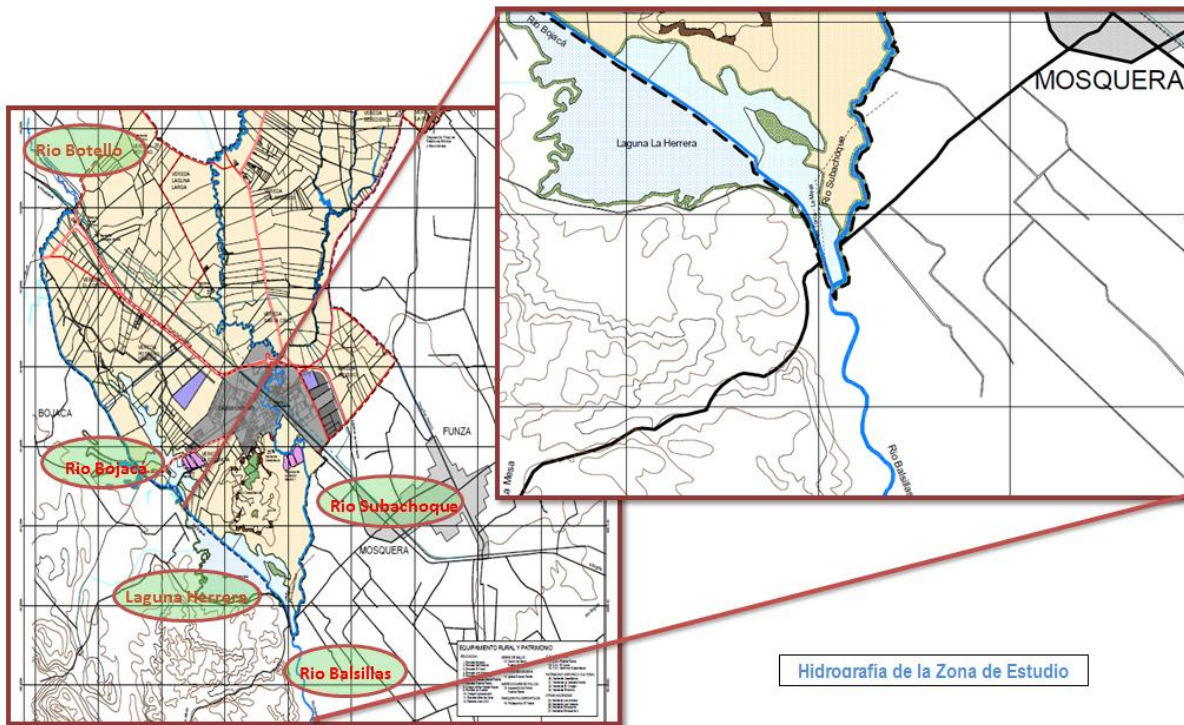
3 - 17



encuentra sobre un valle ligeramente plano con una pendiente promedio del 3% al 5%, sus medidas aproximadas son: 3000 metros de largo, 1500 m de ancho y una profundidad promedio de 1,3 metros. Este territorio hace parte de la jurisprudencia de cuatro municipios, Mosquera; Facatativá; Bojacá y Madrid.

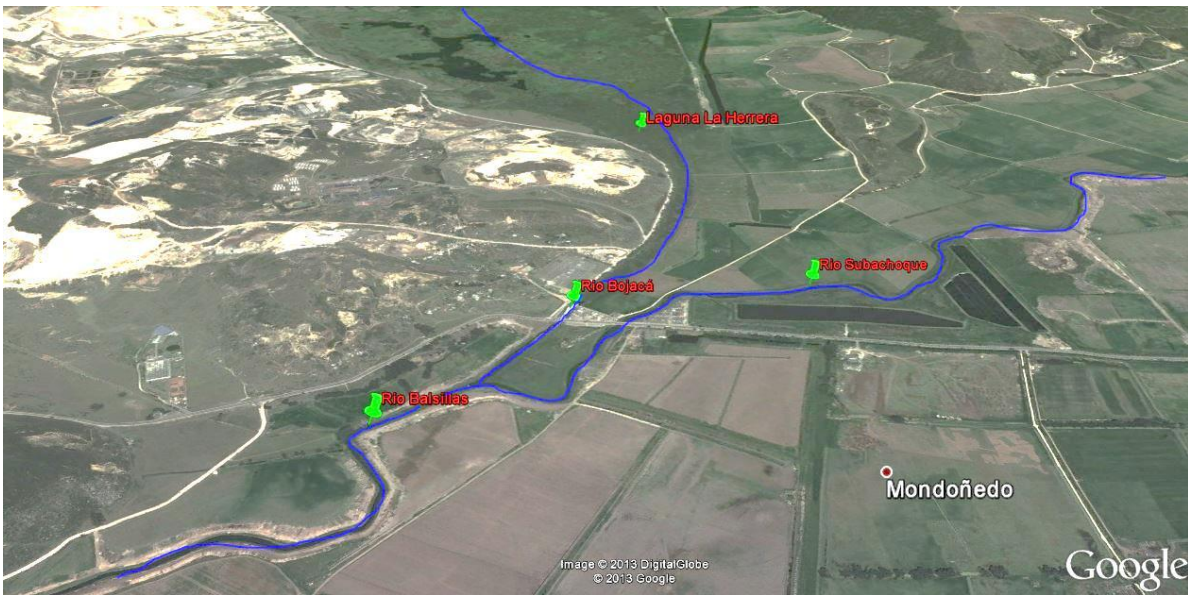
La cuenca hidrográfica parte de la confluencia del río Bojacá con el río Subachoque donde se forma el río Balsillas (Sur). Se extiende hasta aguas abajo del río Bojacá a la altura del alto Altamisal hasta la cima del ramal oriental de la Sabana de Bogotá. Desde acá se llega al cerro Pan de Azúcar pasando por el alto de Manjuí donde termina el límite occidental de la cuenca. Partiendo del cerro Pan de Azúcar hacia el oeste-este se continúa por la cima del costado occidental de la Cuenca pasando por las peñas del Aserradero hasta la cima del cerro Cuadrado definiendo así el límite norte de la Cuenca. Desde este punto se desciende hasta Laguna Larga, se sigue por la carretera Bogotá – Facatativá y hacia el occidente se llega al cerro Casa Blanca el cual se atraviesa para llegar de nuevo a la confluencia del río Bojacá con el Subachoque, cerrando así el perímetro general de la Cuenca que involucra a la Laguna la Herrera.

El río Bojacá nace al noroeste de Facatativá a 2750 msnm. Ahí adopta el nombre de río de los Andes, llegando hacia el sur del municipio nombrado toma el nombre de río Botello y ya en la vereda Corzo se conoce como el Bojacá. Su curso va hacia el sureste hasta unirse con el río Subachoque en el municipio de Mosquera, de acá en adelante se le conoce como río Balsillas (**Figura 3-3 y 3-4**).



**Figura 3-3.** Mapa de Hidrografía – Sector Cundinamarca - Modificado

*Fuente:* IGAC, 1997.



**Figura 3-4.** Imagen Satelital – Sector Cundinamarca – La Herrera - Modificado

*Fuente:* Google Earth. 2013©.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 19
---	--	-----------------------------





### **3.4.7. Hidrología**

Teniendo en cuenta estudios previos en la zona como el realizado por Liliana Salazar et.al en el 2006, se han podido determinar datos o registros teóricos de caudales (Metodología del balance hídrico de Thorntwaite - Remeneiras, 1974), y dinámica estructural del recurso hídrico en la zona. De acuerdo con esto, se pudo definir un tipo de suelo B el cual tiene un bajo potencial de escorrentía, con una tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos, son suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente drenados a bien drenados, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas y con permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida.

La precipitación efectiva en el suelo, es decir la precipitación que se infiltra, es igual a la precipitación total menos la precipitación que se convierte en escorrentía superficial después de las lluvias. Teniendo en cuenta los valores de precipitación efectiva en el suelo y los valores de evapotranspiración potencial estimada, se calculó tanto la reserva de humedad del suelo como el déficit y el excedente de la misma humedad, teniendo en cuenta una capacidad de almacenamiento de humedad en el suelo de 50 mm. Estos valores concuerdan con suelos francos y francos arcillosos.

De acuerdo con esto, el excedente de humedad del suelo en un mes específico, cuando se supera la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, se reparte en un 50 % como agua que percola, convirtiéndose en escorrentía subterránea y finalmente transformándose en escorrentía superficial, llegando a la corriente respectiva el mismo mes, y el otro 50 % como agua que percola y que refuerza el excedente del mes siguiente, es decir que refuerza el agua subterránea en el nivel freático del siguiente mes; de esta manera, con esta última fracción se tiene en cuenta el proceso lento del agua en su movimiento de percolación en el suelo hasta que se alcanza el nivel freático, y posteriormente su movimiento como escorrentía subterránea hacia la corriente específica transformándose en escorrentía superficial. En este caso, existe siempre una conexión entre el nivel freático y las corrientes de agua, pero en caso de que no exista esa conexión, los excedentes del balance hídrico irán a reforzar el agua del nivel freático y su movimiento se convertirá en escorrentía subterránea que posteriormente podrá convertirse en escorrentía superficial sobre el cauce de otras corrientes que se encuentren a cotas más bajas (Salazar et al., 2006).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 20
---	--	-----------------------------



### **3.4.8. Dinámica Hídrica**

El territorio de la laguna siempre ha sido un plano inundado o de fácil inundación debido a la geomorfología del lugar donde se observa claramente una forma de olla natural la cual se llena fácilmente en épocas de lluvias y permanece con un asiento de agua en épocas de sequía, pues las montañas que la circundan favorecen esa acción de escorrentía hacia el plano donde se sitúa la laguna.

Sin embargo, se han originado cambios significativos en esta dinámica hídrica siendo los más relevantes los provocados por el desarrollo de la actividad minera en los predios de Mondoñedo, localizados al sur de la laguna, pues transforman drásticamente el relieve y la topografía alterando y modificando por completo los drenajes superficiales naturales provenientes de los cerros. Otra de las causas que han desarrollado modificaciones en la dinámica es que en cada sector de explotación se hizo una piscina o pozeta sedimentadora para poder recoger la escorrentía cargada de sedimentos, pero cuando hay excesos de agua el transporte de sólidos que se ha colmatado cae directamente sobre el sector sur de la laguna, influenciado radicalmente la estructura del sistema y todo lo que ello conlleva.

Las diferentes acciones de carácter antrópico han originado una discontinuidad del terreno fuerte, haciendo que la escorrentía que llega directamente de la zona de influencia no suceda en la ribera norte porque la interrumpe una línea de jarillón.

Inicialmente el río Bojacá era considerado como el afluente más importante de la laguna la Herrera pues pasaba por el sector norte, la surtía y seguía hasta el sector de Los Puentes donde confluía con el río Subachoque y formaba el río Balsillas el cual desemboca en el río Bogotá. Pero actualmente este río sirve como sistema de riego en las fincas ubicadas aguas arriba de la laguna y recoge el drenaje del sector centro - occidente de la Sabana de Bogotá y las aguas servidas de los municipios de Facatativá y de los centros poblados de Cartagenita, Madrid y Bojacá, dejando de ser una confiable fuente abastecedora de la Herrera. Inclusive una zona aledaña agropecuaria a la laguna convirtió a la laguna en un distrito de riego (La Ramada), de esta manera se puede observar que es más importante un sistema de riego que las condiciones ecológicas de la laguna.

El cauce del río Bojacá fue intervenido y modificado para conseguir que éste tomara una dirección recta desde el extremo noroeste hasta el extremo sureste de la laguna permitiendo el escurrimiento

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 21
---	--	-----------------------------



del agua hacia ella en dos direcciones, una hacia el sureste por aporte natural de precipitaciones y otra hacia el noroeste en época de estiaje, cuando hay necesidad de aportar desde el canal San Jorge, para disponer agua para riego en las fincas del noreste.

Algunas de las intervenciones y modificaciones hacia la dinámica hídrica e inclusive en la topografía de este sector se evidencian en ejemplos como, la extracción de agua de la laguna en el sureste para riego de cultivo de flores, la destrucción del entorno topográfico del humedal en el costado sur de la laguna, donde una amplia zona ha estado sometida, en los últimos 50 años, a la explotación minera de recebo y arena para abastecer la industria constructora de Bogotá y la provincia central de Cundinamarca haciendo que grandes cantidades de arcillas y limos (sedimentos), queden expuestas y lleguen fácilmente por el agua o por el viento hacia a la laguna, a esto se le suma la tala de vegetación aledaña que de una u otra forma ayudaría a que esta condición no se presentara o por lo menos la mitigara un poco. También la operación de plantas de asfalto y manipulación de sustancias combustibles y aceites en el sector que están abriendo nuevas posibilidades de que estas sustancias lleguen fácilmente al cuerpo de agua. Finalmente, también existen aportes de sedimentos del río Bojacá y del canal San José que los depositan en la laguna, recordando que estos afluentes cargan aguas alteradas de diferentes municipios. En términos generales, la condición desértica, topografía plana, ausencia de cobertura y escasa precipitación, hacen de la zona muy poco especializada en la recarga de acuíferos y los que pueden existir se ubican a grandes profundidades con remota capacidad de poder abastecer a la laguna en épocas de verano.

### **3.4.9. Clima**

Los principales elementos que se evalúan y se analizan dentro del clima son: la temperatura, la humedad, la precipitación, el brillo solar, la nubosidad, vientos y la presión atmosférica. El clima de esta zona no es tan variable con respecto a los promedios anuales obtenidos, predomina un clima semiseco influenciado por la evaporación de la laguna. También se presenta un micro clima semiárido que se rige por la posición al sotavento de la parte oriental de los cerros de Mondoñedo. En la **tabla (3-2)**, se exponen los registros obtenidos en la Estación Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid donde muestra las principales características climatológicas (temperatura del aire, humedad relativa, brillo solar y evaporación), del periodo comprendido entre 1974 al 2003.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 22
---	--	-----------------------------

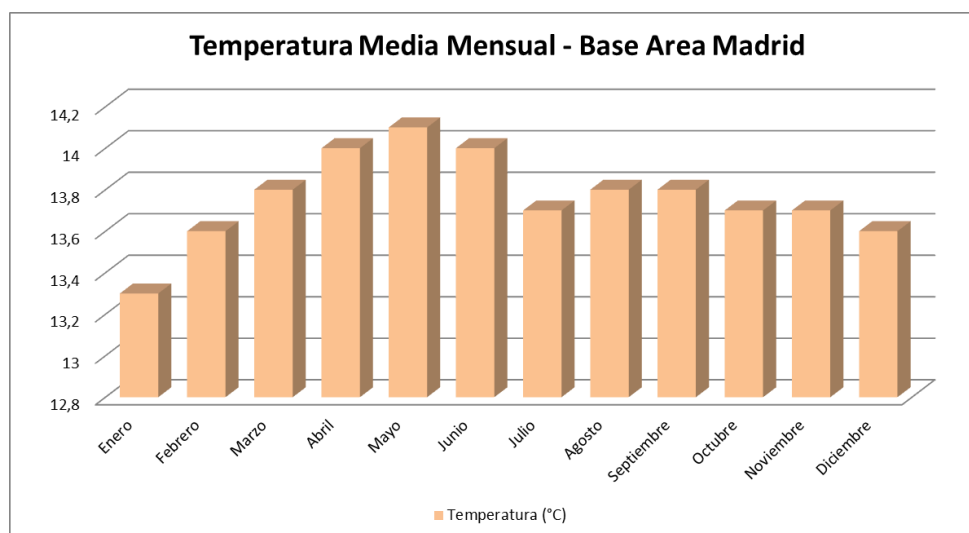
**Tabla 3-2.** Parámetros Climáticos - Estación Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid (periodo 1977 - 2003).

Mes	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Brillo Solar (Horas)	Evaporación (mm)
Enero	13,3	80	187,2	75
Febrero	13,6	80	138,1	66,7
Marzo	13,8	81	135,8	67
Abril	14	82	102,4	65,3
Mayo	14,1	82	104,8	70,4
Junio	14	81	109,3	69,1
Julio	13,7	79	121,2	73,1
Agosto	13,8	79	133,9	72,8
Septiembre	13,8	80	124,2	84,1
Octubre	13,7	81	120,1	70
Noviembre	13,7	84	129,5	65,8
Diciembre	13,6	80	151,7	64,6
<b>Promedio Anual</b>	<b>13,8</b>	<b>80,8</b>	<b>1558,2</b>	<b>843,9</b>

*Fuente:* Estación Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid

### 3.4.9.1. Temperatura

Según los registros obtenidos a nivel multianual con respecto a la temperatura de este sector, muestran que el valor medio anual se encuentra en un rango de 13,4 °C a 13,8 °C, con un valor máximo de 14,2°C. El mes donde mayor temperatura se registra es mayo (14,1°C), y menor es enero (13,3°C) (Figura 3-5).



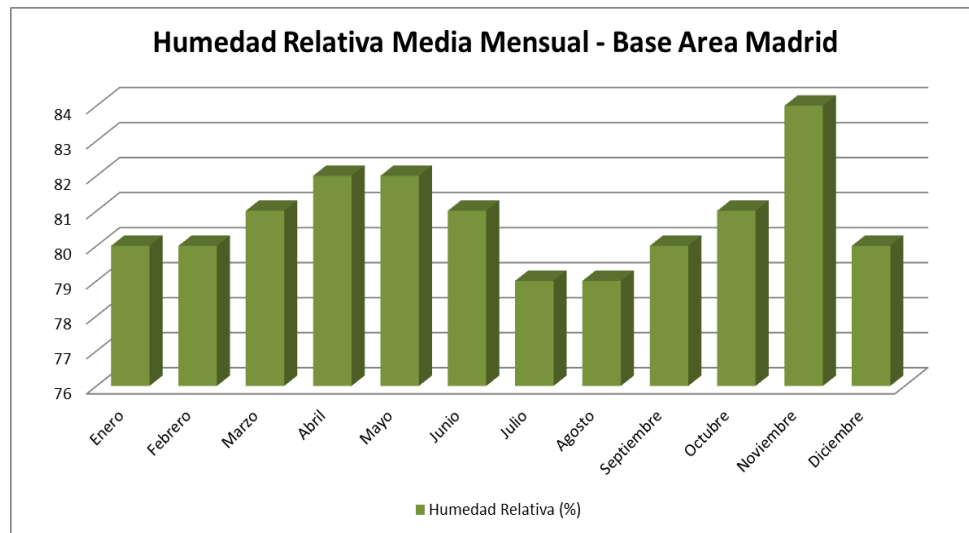
**Figura 3-5.** Temperatura Media Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003).

*Fuente:* Salazar et al., 2006 (Modificado).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 23
---	--	-----------------------------

### 3.4.9.2. Humedad Relativa

El promedio multianual de la humedad relativa en la zona es de 80,8%. El mes que registra el valor más alto es noviembre con el 84 %, mientras que el menor valor se presenta en los meses de julio y agosto con el 79 %. Esto concuerda con los periodos de lluvias y sequias expuesta anteriormente (Figura 3-6).

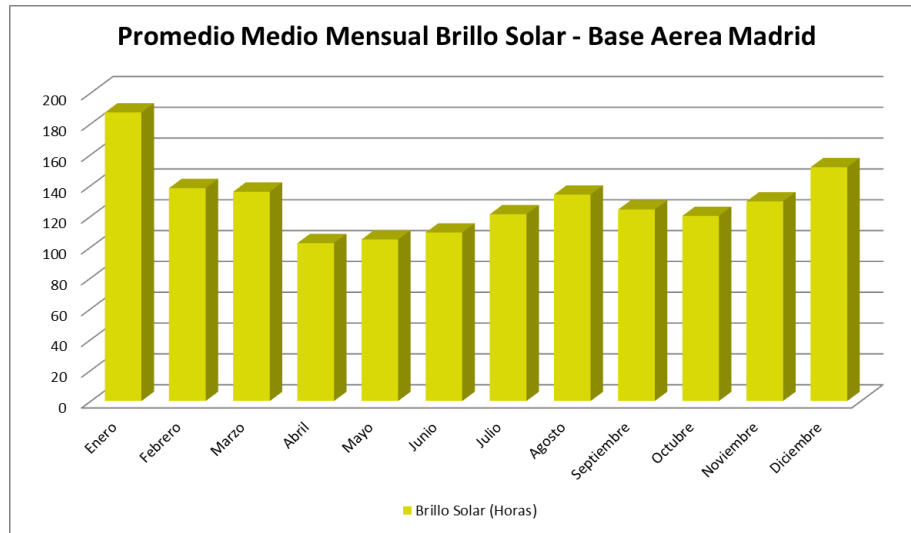


**Figura 3-6.** Humedad Relativa Media Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003).

*Fuente:* Salazar et al., 2006. (Modificado).

### 3.4.9.3. Brillo Solar

De acuerdo con los registros obtenidos el brillo solar promedio multianual es igual a 1558 horas/año, es decir un promedio de 4,3 horas de sol por día. Los valores más altos se presentan en los periodos de verano siendo el mes de enero donde mayor brillo solar hay (187 horas es decir 6 horas de sol por día), y los valores más bajos en los periodos de lluvias siendo el mes de abril donde menor brillo solar hay (102 horas es decir 3.4 h de sol por día) (Figura 3-7).

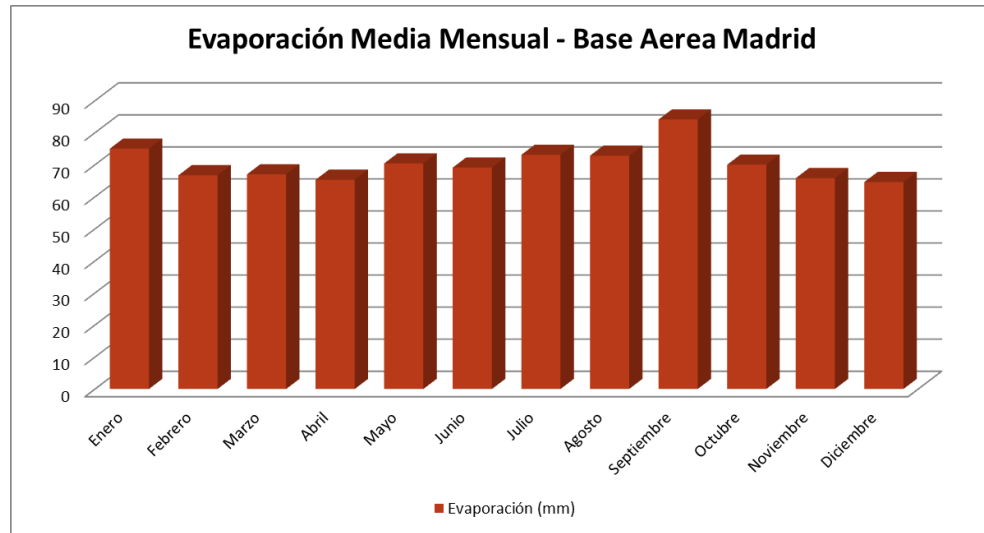


**Figura 3-7.** Brillo Solar - Promedio Medio Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003).

**Fuente:** Salazar et al., 2006. (Modificado).

#### 3.4.9.4. Evaporación

La evaporación en esta zona presenta un valor promedio multianual igual a 844 mm, es decir 2.3 mm por día. El mes con el valor más elevado corresponde a septiembre con un registro de 84 mm ósea 2.8 mm por día y el valor más bajo se presenta en el mes de diciembre con 65 mm o 2.2 mm por día. De acuerdo con los datos estadísticos la precipitación representa un promedio de 65% de la evaporación, referenciando que definitivamente existe un déficit de agua (**Figura 3-8**).



**Figura 3-8.** Evaporación - Promedio Medio Mensual - Estación Pluviométrica Base Aérea Madrid (1974 – 2003).

*Fuente:* Salazar et al., 2006. (Modificado).

#### 3.4.9.5. Precipitación

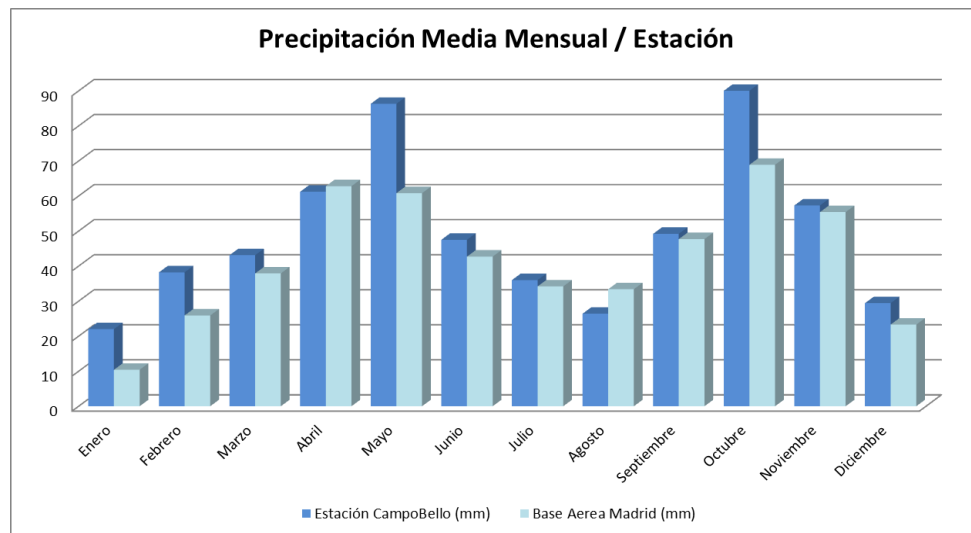
En toda el área que abarca la Laguna ocurre una precipitación multianual de 503 mm (estación Base Aérea Madrid), a 587 mm (estación Campobello), en sí, la zona de Mondoñedo que se extiende hasta Soacha y el sur de Bogotá, según los registros, presenta una escasa precipitación, originándose dos épocas de verano correspondientes a los meses de diciembre a marzo y junio a agosto y dos de invierno que ocurren en los meses de abril y mayo y septiembre a noviembre. El mes más seco corresponde a enero (10,4 mm) y el más húmedo a octubre (90 mm). A continuación se presentan los datos obtenidos en las dos estaciones de monitoreo durante los periodos que se citan (**Tabla 3-3** y **Figura 3-9**).

**Tabla 3-3.** Estaciones Pluviométricas. Campobello (periodo 1986 - 2001) y Climatológica Ordinaria Base Aérea Madrid (periodo 1977 - 2003).

Mes	Estación Campobello (mm)	Base Aérea Madrid (mm)
Enero	22	10,4
Febrero	38,2	25,9
Marzo	43,1	37,9
Abril	61,2	62,8
Mayo	86,3	60,8
Junio	47,5	42,7
Julio	36	34,2
Agosto	26,4	33,4

Mes	Estación Campobello (mm)	Base Aérea Madrid (mm)
Septiembre	49,2	47,7
Octubre	90	68,9
Noviembre	57,3	55,4
Diciembre	29,4	23,3
<b>Promedio Anual</b>	<b>586,7</b>	<b>503,3</b>

*Fuente:* Salazar et al., 2006. Modificado



**Figura 3-9.** Precipitación Media Mensual Estación Campobello (1986 – 2001) - Base Aérea Madrid (1977 – 2003).

*Fuente:* Salazar et al., 2006. (Modificado).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede corroborar que el promedio de lluvias durante todo el año es relativamente bajo y que efectivamente el mes más seco hace referencia a enero y que el mes más lluvioso se presenta en octubre. Durante las épocas de sequías, el abastecimiento de agua es muy escaso lo que hace que la acumulación de agua en el suelo sea mínima y preocupante.

#### 3.4.9.6. Evapotranspiración Potencial

El promedio multianual de este parámetro es de 759,5 mm, presentándose el valor más elevado en el mes de septiembre con un valor de 75,7 mm, y el valor más bajo en el mes de diciembre con un registro de 58,1 mm. La evapotranspiración se calcula multiplicando los valores obtenidos en la

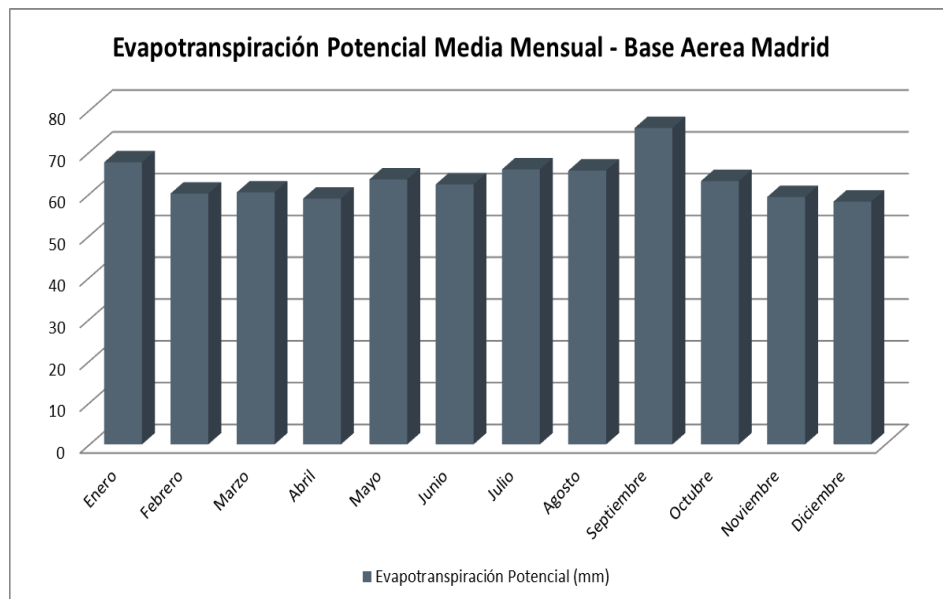


evaporación con un factor que se determina por medio de la humedad relativa y los vientos (Monsalve, 1999) (Tabla 3-4 y Figura 3-10)

**Tabla 3-4.** Evapotranspiración Potencial Mensual - 1977 - 2003.

Mes	Evapotranspiración Potencial (mm)
Enero	67,5
Febrero	60
Marzo	60,3
Abril	58,8
Mayo	63,4
Junio	62,2
Julio	65,8
Agosto	65,5
Septiembre	75,7
Octubre	63
Noviembre	59,2
Diciembre	58,1
<b>Promedio Anual</b>	<b>759,5</b>

*Fuente:* Salazar et al., 2006. (Modificado).



**Figura 3-10.** Precipitación Media Mensual 1974 – 2003.

*Fuente:* Salazar et al., 2006. (Modificado).



#### 3.4.9.7. Vientos

Según los datos obtenidos por la Estación Tibaitatá desde el año 1982 se presentan valores promedios de la velocidad del viento con 1,88 m/s y direcciones predominantes de 22,58% (Noreste), 16,5% (Este) y 14,6% (Norte). Teniendo en cuenta los registros de precipitación, los vientos que provienen del Valle del río Magdalena originan una zona de alta nubosidad hacia el lado occidental (López, 2004).

#### 3.4.9.8. Nubosidad

La nubosidad en la zona que comprende el territorio de Mosquera es considerada en un nivel alto teniendo un promedio medio anual de 6/8. La época con más baja nubosidad comprende los meses de diciembre, enero y febrero coincidiendo con la época seca y presentando un valor promedio medio de 4/8 (López, 2004).

#### 3.4.10. Calidad Del Aire

Dentro del área de influencia directa (Laguna La Herrera), se establecen varias industrias dedicadas a la explotación de arenas, rocas y asfaltos además de zonas de cultivos de hortalizas, flores y legumbres entre otros. A todo esto se le debe sumar el constante tránsito de volquetas, camiones y carros que se movilizan por la vía de acceso principal, la cual circunda a la laguna por el costado suroriental y la operación de maquinaria pesada como retroexcavadoras y aplanadoras. Todas estas actividades generan diferentes cantidades de gases que se acumulan en el aire reduciendo drásticamente su calidad conllevando a un deterioro del mismo. Las industrias emplean grandes chimeneas que emiten humaradas y gases hacia la atmósfera, también, por la remoción constante de materiales (arenas), se origina gran acumulación de partículas suspendidas (polvo), en el aire. En los cultivos se utilizan fertilizantes y abonos orgánicos que de una u otra forma, por acción del viento, también intervienen en la calidad del aire. Y finalmente se encuentra el tránsito de vehículos que emiten malos olores y smog por funcionar con combustibles fósiles.

Toda esta interacción de actividades no solo genera una intervención en la calidad del aire sino que también puede llegar a afectar la calidad del agua y el establecimiento de especies animales y vegetales, pues hay estudios que certifican que la profundidad de la laguna se ha visto afectada por

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 29
---	--	-----------------------------

el constante levantamiento de polvo que se va depositando allí, además de la concentración de sólidos suspendidos que de una u otra forma afectan a los demás parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua.

### 3.4.11. Calidad Del Agua

A continuación se presenta la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las principales fuentes de agua superficiales localizadas en el área de influencia de la Laguna La Herrera, que corresponde a los mismos ecosistemas acuáticos donde se llevó a cabo el monitoreo de comunidades hidrobiológicas.

La caracterización de los cuerpos de agua superficiales presentes en el área de influencia se realizó a partir del análisis de calidad del agua de acuerdo a las muestras tomadas en campo y a los resultados de laboratorio obtenidos.

#### 3.4.11.1. Caracterización Fisicoquímica y Bacteriológica

Con el fin de establecer la calidad fisicoquímica y bacteriológica de las aguas superficiales en el área de influencia del proyecto, se monitorearon tres (3) estaciones correspondientes a sistemas de agua lénticos. A continuación en la **Tabla 3-5** se presentan las coordenadas de los puntos de muestreo (Anexo 3 - Resultados Fisicoquímicos y bacteriológicos).

**Tabla 3-5:** Sitios de muestreo para análisis fisicoquímicos y bacteriológicos

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS (ORIGEN BOGOTÁ – DATUM MAGNA SIRGAS)		HORA	FECHA	MUNICIPIO/ DEPARTAMENTO
	Oeste	Norte			
Punto 1	74°15'27.60"	4°41'2.01	13:20	2013/09/28	MOSQUERA / CUNDINAMARCA
Punto 2	74°16'29.29	4°41'21.75"	14:10		
Punto 3	74°16'54.78"	4°41'37.96"	15:08		

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.



A continuación en la **Tabla 3-6** se presentan los resultados obtenidos para los diferentes parámetros tenidos en cuenta dentro de la caracterización de aguas superficiales del área de influencia de la Laguna La Herrera, incluyendo la respectiva norma de comparación (Decreto 1594/84).

**Tabla 3-6:** Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos analizados y comparación con los criterios de calidad permisibles (Decreto 1594/84) para consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de fauna y flora

PARÁMETRO	UNIDAD	Punto 1	Punto 2	Punto 3	DECRETO 1594/84 MINISTERIO DE SALUD		
					Artículos 38 y 39	Artículos 40 y 41	Artículo 45
					Consumo humano / Uso doméstico	Uso agrícola/ pecuario	Flora y Fauna
Temperatura muestra	°C	13,5	13,7	13,8	N.E.	N.E.	N.E.
pH	Unid.	6,1	5,8	6,0	5,0 – 9,0*	4,5-9,0	4,5-9,0
					6,5 – 8,5**		
Conductividad	µs/cm	458	562	534	N.E.	N.E.	N.E.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	227	271	270	N.E.	N.E.	N.E.
Oxígeno Disuelto	mg/L	2,5	3,1	2,9	N.E.	N.E.	≥ 4,0
Turbidez	(UJT)	4,52	4,89	5	10**	N.E.	N.E.
Dureza total	mg/L	287	243	290	N.E.	N.E.	N.E.
Fosfatos	mg/L	0,093	0,105	0,107	N.E.	N.E.	N.E.
Sulfatos	mg/L	<4	<4	<4	400	N.E.	N.E.
Fosforo total	mg/L	1,5	1,3	1,7	N.E.	N.E.	N.E.
Nitratos	mg/L	3,16	3,26	3,78	10	N.E.	N.E.
Nitritos	mg/L	0,013	0,016	0,014	1	-/10	N.E.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	118	141	205	N.E.	N.E.	N.E.
Sólidos Totales	mg/L	357	421	479	N.E.	N.E.	N.E.
DBO <sub>5</sub>	mg/L	28	31	35	N.E.	N.E.	N.E.
DQO	mg/L	72	84	87	N.E.	N.E.	N.E.
COT	mg/L	7,6	8,1	8,3	N.E.	N.E.	N.E.
Cromo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,1/1,0	0,01
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,76	0,85	0,88	1,0	1,0	N.E.
Plomo	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	5,0/0,1	0,01 <sup>1</sup>
Mercurio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	-/0,01	N.E.
Tensoactivos (SAAM)	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	0,5	N.E.	0,143 <sup>1</sup>
Coliformes Totales	NMP/100mL	20500	21500	21400	20000*/ 1000**	5000	N.E.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 31

PARÁMETRO	UNIDAD	Punto 1	Punto 2	Punto 3	DECRETO 1594/84 MINISTERIO DE SALUD		
					Artículos	Artículos	Artículo
					38 y 39	40 y 41	45
					Consumo humano / Uso doméstico	Uso agrícola/ pecuario	Flora y Fauna
Coliformes Fecales	NMP/ 100mL	165	182	210	2000*	1000	N.E.

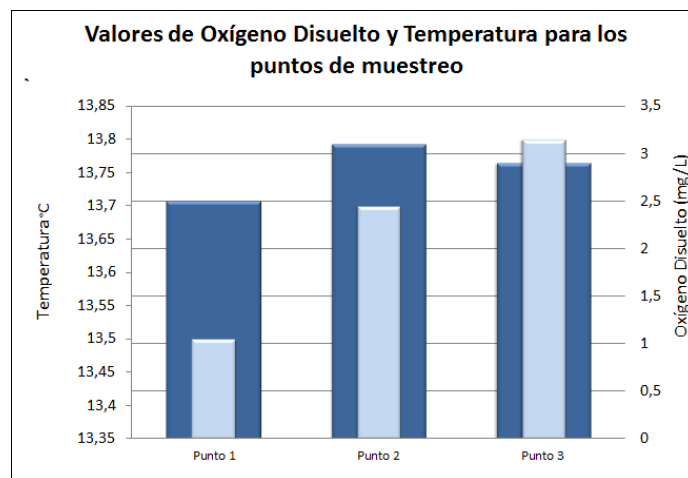
**Fuente:** Instituto de Higiene Ambiental. 2013

N.E.: No establecido. \* Requiere tratamiento convencional. \*\* Requiere desinfección

### 3.4.11.2. Descripción de los Parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos Evaluados

#### 3.4.11.2.1. Parámetros *In situ*

La temperatura en los puntos de agua monitoreados presentó una variación entre 13,5 y 13,8 °C, ajustándose a las condiciones de la zona de estudio donde la temperatura promedio es de 13,7°C, según la estación climatológica pluviométrica Base Aérea Madrid (Atlas Climatológico Nacional, IDEAM, 2005); por otro lado no existió una marcada variación entre las estaciones de monitoreo (**Figura 3-11**). Adicionalmente estas temperaturas son propicias para el establecimiento de diferentes microorganismos, permitiendo el desarrollo adecuado de los procesos biológicos en cuerpos de agua como los evaluados.



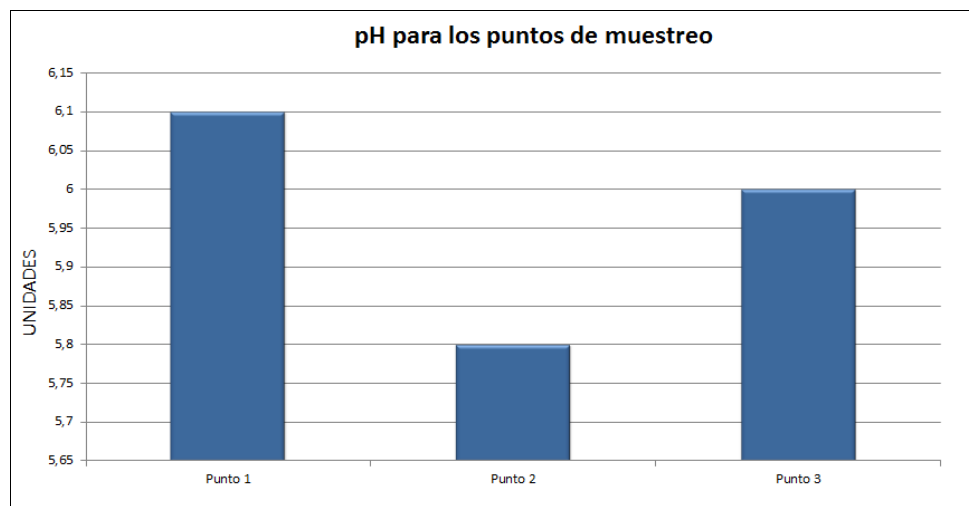
**Figura 3-11.** Niveles de temperatura y OD encontrados en los puntos de monitoreo

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 32
---	--	-----------------------------

En relación a la concentración de oxígeno disuelto (OD), fluctuó entre 2,5 y 3,1 mg/L, estando fuera del límite permitido de la normatividad ambiental vigente definida para la preservación de flora y fauna, la cual en el Artículo 45 establece valores de oxígeno disuelto mayores a 4 mg/L, ya que al ser de tipo lentico no se observa un flujo de agua y/o turbulencia y por lo tanto no exhibe una aireación mecánica, así mismo se refleja una acumulación de materia orgánica en descomposición y un proceso de eutrofización, el cual ocasiona una disminución de oxígeno disuelto. La baja cantidad de oxígeno disuelto para puede ser causada también por la alta demanda biológica de oxígeno.

Por su parte el pH presentó un rango estrecho, registrando valores ácidos con una tendencia hacia valores neutros, valores desde 5,8 unidades hasta 6,0 unidades de pH (**Figura 3-12**), cumpliendo con la normatividad para consumo humano (5,0 – 9,0 unidades, art. 38 del decreto 1594/84) ya que tienen un pH superior a 5 unidades pero inferior a 6,5 unidades, lo que indica que si se requiere el uso del agua para consumo humano se deberá hacer un tratamiento convencional. Todos los puntos monitoreados, no cumplen la normatividad en mención en cuanto al artículo 39 para uso doméstico (6,5-8,5 unidades), siendo necesario realizar un tratamiento de desinfección previo a su uso.

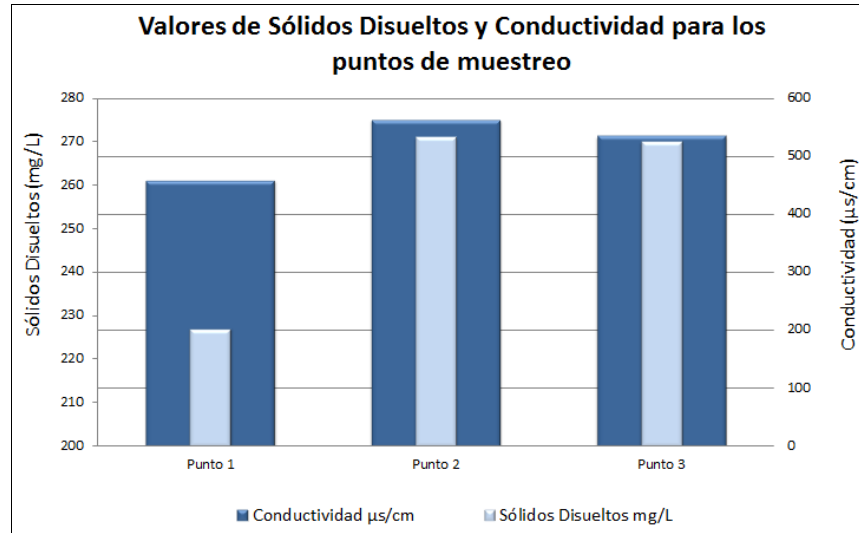


**Figura 3-12.** Niveles de pH encontrados en los puntos de monitoreo.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Referente a la conductividad se estimaron valores desde 458 hasta 562  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figura 3-13**), estos resultados revelan una capacidad alta para conducir la energía eléctrica en estas estaciones, los cuales dependen de la concentración de sustancias ionizadas disueltas en el agua (cationes y aniones), que análogamente se encuentra relacionada con el grado de mineralización, asociados a

todo tipo de sólidos disueltos productos del efecto de la corriente sobre el lecho de cada sistema y su origen.



**Figura 3-13.** Niveles de sólidos disueltos y conductividad registrados en los puntos de muestreo.

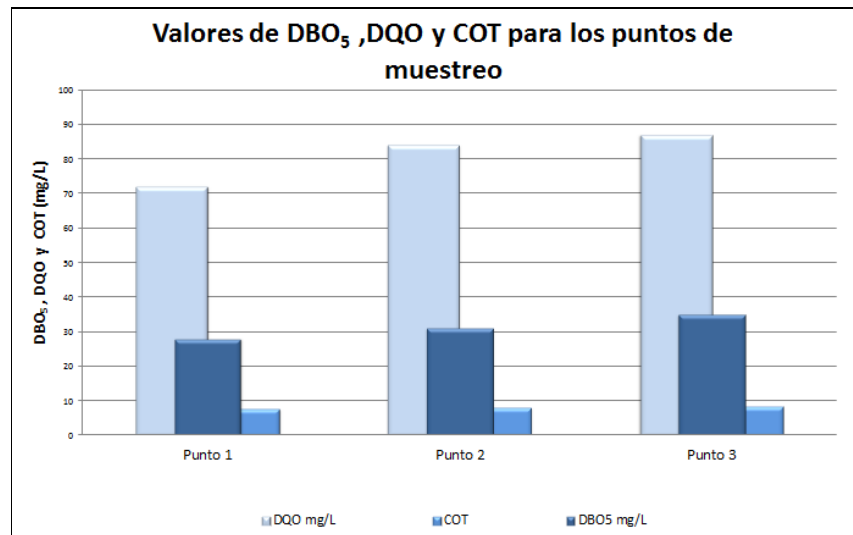
**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

El parámetro descrito anteriormente exhibe congruencia con los sólidos disueltos totales (SDT) para cada sistema, los cuales reflejaron valores entre 227 y 271 mg/L (**Figura 3-13**), estando relacionados con su condición lenticas ya que al no existir corriente, hay una concentración de compuestos que definen este parámetro, aunque también se ve reflejado con la conductividad, reportando también valores altos en todas las estaciones.

En términos generales la demanda biológica de oxígeno (DBO5) fue alta en todas las estaciones monitoreadas al reportar valores comprendidos en un rango entre 28 y 35 mg/L (Figura 4). Según los valores estimados todas los cuerpos de agua evidencian un nivel alto de contaminación, ya que pesar de no existir restricciones en cuanto a estos parámetros por parte de la normatividad ambiental, se consideran concentraciones altas de DBO5 para aguas superficiales, cuando son superiores a 8 mg/L (Marín, 2009).

La presencia de este aporte significativo de materia orgánica puede provenir posiblemente de la vegetación adyacente y la presencia de ganado y algunos vertimientos, los cuales ocasionan el aporte de materia orgánica y corresponden a la fuente de dicha contaminación.

En relación a la demanda química de oxígeno (DQO), evidenció valores desde 72 a 87 mg/L, (**Figura 3-14**), siendo evidente que corresponden a ecosistemas con presencia de contaminación orgánica de difícil degradación, la cual supera los 20 mg/L (Leyva, 2001, Comisión Nacional del Agua de México CONAGUA). Por lo tanto en general se encontraron valores altos tanto de DBO5 como de DQO.



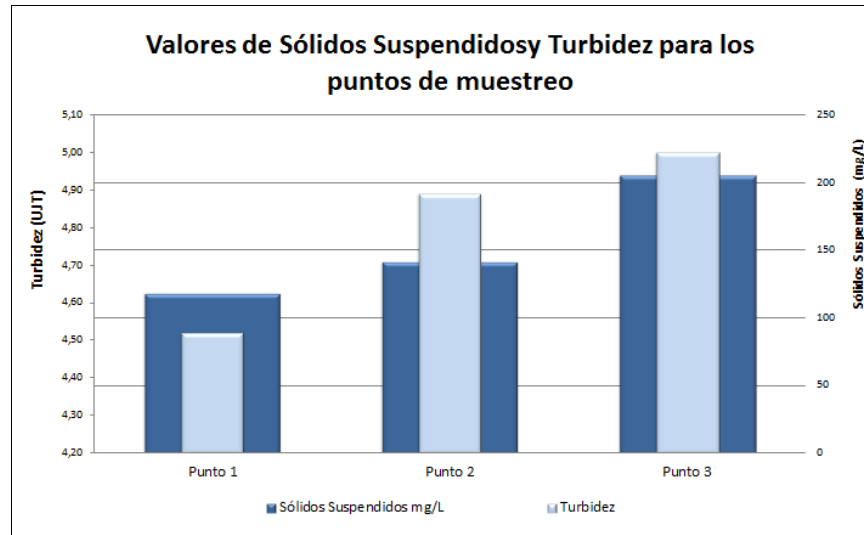
**Figura 3-14.** DBO5, DQO y COT registrados en los puntos de muestreo.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

De modo simultáneo el Carbono Orgánico Total (COT), presentó un comportamiento similar a la demanda bioquímica y química de oxígeno, lo cual se relaciona con el aporte de carbono realizado por el material vegetal biodegradable que ingresa al sistema acuático, en muchos casos hojarasca, troncos y ramas en descomposición, entre otros. El carbono orgánico total exhibió un rango de variación, reportando valores desde 7,6 mg/L hasta 8,3 mg/L (**Figura 3-14**).

Para los sólidos suspendidos se registraron valores entre 118 mg/L y 205 mg/L, (**Figura 3-15**), estando acorde con la afectación por materia orgánica señalada por los valores de DBO5, DQO y Carbono orgánico total (COT) allí reportados, asociado también a la alta re suspensión del sedimento, debido posiblemente a una alta cobertura de vegetación sumergida en el sistema y el reporte de lluvias en los días previos al monitoreo. Lo anterior indica que la mayoría de los sólidos suspendidos presentes en dicho cuerpo de agua son de origen orgánico.





**Figura 3-15.** Niveles de sólidos suspendidos y turbidez registrados en los puntos de muestreo.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

En cuanto a la turbiedad ésta se encuentra relacionada directamente con la presencia de sólidos suspendidos, razón por la cual se observó un comportamiento similar entre ambos parámetros, presentando valores entre 4,52 y 5 UJT (**Figura 3-15**), pero que aun así presenta cumplimiento frente al Decreto 1594/84 (Art 39) ya que tienen una turbiedad inferior a 10UJT, lo cual indica que son aptos para consumo humano o uso doméstico, pero aun así si se requiere de dicho uso en estas fuentes de agua se recomienda un tratamiento específico para remover los sólidos suspendidos.

En relación a los sólidos totales, se reportaron valores en los puntos monitoreados desde 357 mg/L hasta 479 mg/L (**Figura 3-16**). Estos valores son el resultado de la presencia de los diferentes tipos de sólidos que lo componen, para los cuales en la mayoría de los casos se estimó un aporte superior por parte de los sólidos suspendidos en proporción con las partículas disueltas. Lo anterior indica influencia de material de arrastre en los cuerpos de agua en relación al efecto de disolución.

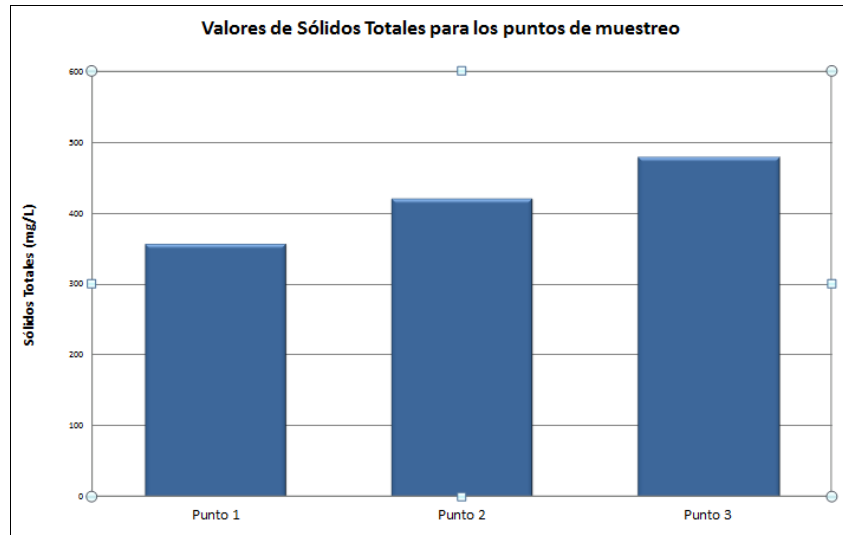


Figura 3-16. Niveles de sólidos totales registrados en los puntos de muestreo.

Fuente: Alarcón et al., 2013.

#### 3.4.11.2.2. Macronutrientes

Para las estaciones analizadas, se registraron concentraciones de nitratos desde 3,16 hasta 3,78 mg/L, siendo evidente que no representan ninguna afectación para el medio ambiente en relación a este parámetro. Por su parte los nitritos, evidenciaron concentraciones entre 0,013 y 0,016 mg/L. De acuerdo con los resultados expuestos con anterioridad, es evidente que tanto los nitratos como los nitritos no exceden los límites permisibles establecidos por la normatividad para consumo/uso humano/doméstico y en el caso específico de los nitritos adicionalmente acata la normatividad relacionada para el uso pecuario (Decreto 1594/84).

Respecto al nitrógeno amoniacal, este parámetro no excedió el límite permisible por la normatividad, ya que los resultados para las estaciones de monitoreo fueron de 0,76 hasta 0,88 mg/L, ratificando la ausencia de contaminación reciente por concentraciones significativas de compuestos nitrogenados.

En relación al fósforo total se registraron valores entre 1,3 hasta 1,7 mg/L, siendo estos valores comunes, en este tipo de corrientes hídricas, lo que indica posiblemente un crecimiento de algas en aguas superficiales, pudiendo llegar a promover la eutrofización de éstas. En todas las estaciones se evidenciaron concentraciones de fósforo total mayores a 0,1 mg/l considerándose altamente eutróficos, mientras que con concentraciones menores a 0,005 mg/l se consideran muy poco



productivos, la mayoría de las aguas dulces no contaminadas tienen concentraciones de 0,01 a 0,05 mg/l (Wetzel, 2000)".

En relación a los fosfatos, las estaciones reportaron valores entre 0,093 y 0,107 mg/L, que aunque no presente normatividad, evidencia un represamiento con abundante materia orgánica proveniente de la vegetación adyacente al sistema así como una influencia de actividad ganadera en la zona, lo que permite un desarrollo de la mayoría de los microorganismos acuáticos y una mayor susceptibilidad a presentar florecimientos de microorganismos, condición que se asocia a eutrofización.

#### 3.4.11.2.3. Sulfatos

Los sulfatos reportados para las estaciones monitoreadas registraron valores inferiores al límite de detección para la técnica analítica utilizada (menor a 4 mg/L), reportando cumplimiento según lo establecido por la normatividad ambiental vigente, la cual define un valor máximo permisible de 400 mg/L.

#### 3.4.11.2.4. Dureza total

En relación a la dureza, los valores obtenidos para todas las estaciones las catalogan aguas duras, presentando una dureza carbonatada (Romero, 1998). En términos generales, los altos valores de dureza se encuentran determinadas posiblemente por factores antrópicos como la explotación de la cantera, aportando grandes cantidades de bicarbonatos y carbonatos.

#### 3.4.11.2.5. Tensoactivos o Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)

Para este parámetro se registraron valores menores a 0,09 mg/L (valor mínimo de detección por medio de la técnica analítica empleada para su evaluación), este comportamiento se registró para todas las estaciones contempladas en este estudio. Según los resultados obtenidos en relación a las sustancias activas al azul de metileno y el límite estipulado por la normatividad ambiental vigente, todos los cuerpos de agua analizados se encuentran por debajo del límite determinado para la destinación del recurso en consumo humano y/o uso doméstico (0,5 mg/L), límite establecido en el Decreto 1594 de 1984.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 38
---	--	-----------------------------



#### 3.4.11.2.6. Metales pesados

Dentro de los metales establecidos en la normatividad ambiental vigente, el plomo reportó valores indetectables a partir de las técnicas analíticas empleadas para su determinación (menor a 0,05 mg/l), según las concentraciones estimadas acata integralmente los límites establecidos por la normatividad ambiental vigente para consumo humano, uso agrícola y pecuario y finalmente flora y fauna.

Por su parte, el cromo y mercurio presentaron valores indetectables (<0,01 mg/L para el cromo y <0,001 para el mercurio) en todas las estaciones, cumpliendo con la normatividad establecida para el uso del recurso para consumo humano y uso doméstico y flora y fauna (Artículos 38,39 y 45).

#### 3.4.11.2.7. Coliformes totales y fecales.

Los coliformes fecales presentaron valores que oscilaron entre 165 y 210 NPM/100 ml, encontrándose todas las estaciones monitoreadas dentro de los límites establecidos en el Decreto 1594/84 para la destinación del recurso en consumo humano, uso doméstico y uso agrícola, específicamente para el riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto (1000 NPM/100 ml, artículo 40). Aun así es conveniente realizar un tratamiento convencional previo al uso.

En contraste, los coliformes totales fluctuaron entre 20500 NPM/100mL y 21500 NPM/100 ml. Los valores reportados para las estaciones monitoreadas señalan que se requiere de un tratamiento convencional y de desinfección si la finalidad del recurso es para consumo humano y/o uso doméstico (artículo 38 y 39 del decreto 1594 de 1984) ya que son concentraciones superiores a 1000 NPM/100ml y a 20000 NPM/100ml. Si el recurso es destinado para uso agrícola o pecuario, es necesario un tipo de tratamiento ya que los valores registrados superan los establecidos por los artículos 40 y 41 (5000 NPM/100mL).

#### 3.4.11.3. Índice de Calidad del Agua

Este índice es de gran utilidad para establecer la calidad del agua de las corrientes hídricas, debido a que identifica de manera cuantitativa y cualitativa, su potencialidad para usos agropecuarios y de consumo.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 39
---	--	-----------------------------

### 3.4.11.3.1. Etapa de Análisis

Para los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se efectuó una interpretación de las concentraciones obtenidas y se realizó una comparación con los criterios establecidos en el Decreto 3930 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial que aún está diseccionado bajo los límites de calidad del agua definidos en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, hoy Ministerio de la Protección Social; así como la relación existente entre parámetros y posteriormente la aplicación del índice de calidad de agua, que se explica a continuación.

El índice de calidad del agua (WQI) fue desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) de los Estados Unidos con el objeto de establecer el comportamiento óptimo de las variables identificadas en los estudios de calidad del agua. Para aplicar dicho índice es necesario utilizar datos obtenidos a partir del seguimiento de parámetros de importancia como son: Coliformes fecales, oxígeno disuelto, pH, demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y otros como nitratos, variación térmica, turbidez y sólidos totales (para este monitoreo tomado de la suma de sólidos suspendidos y disueltos).

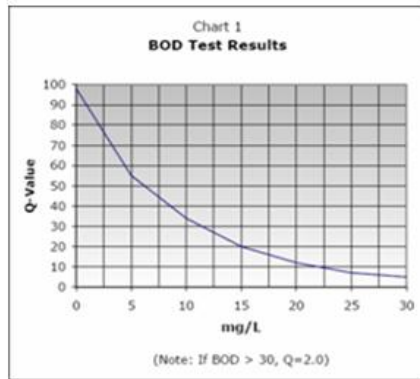
A cada una de estas variables se le asignaron unos factores de acuerdo con su importancia (**Tabla 3-7**). Según Canter (1998), estos factores tienen un claro sesgo de salud pública, pues están basados en el uso del agua para consumo humano.

**Tabla 3-7:** Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas y bacteriológicas del agua

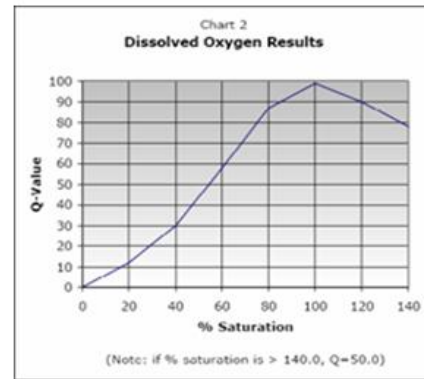
VARIABLE	(WI)
Oxígeno Disuelto	0,17
Coliformes Fecales	0,16
pH	0,11
DBO <sub>5</sub>	0,11
NO <sub>3</sub>	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totales*	0,07

*Fuente:* Canter, 1998

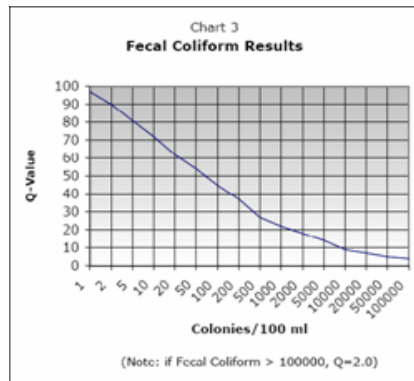
Cada una de las variables anteriores presenta una curva de comportamiento funcional (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), el eje “x” corresponde al valor de la variable y el eje “y” representa el valor de calidad del agua (el rango es de 0-100). De esta manera, el valor de cada variable se lleva a su respectiva curva para obtener el valor de calidad (I), el cual se multiplica por su correspondiente  $W_i$ . (Figura 3-17).



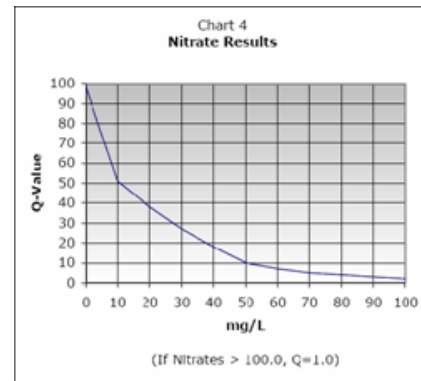
**(a)**



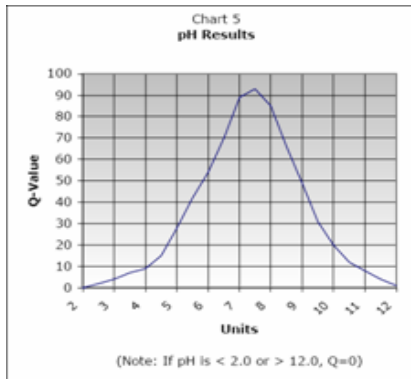
**(b)**



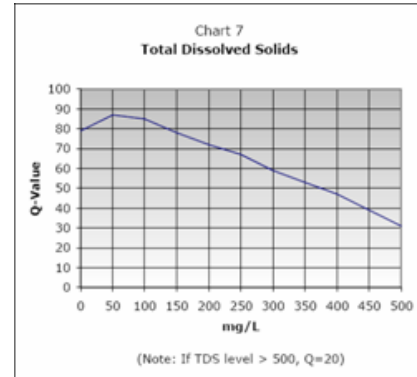
**(c)**



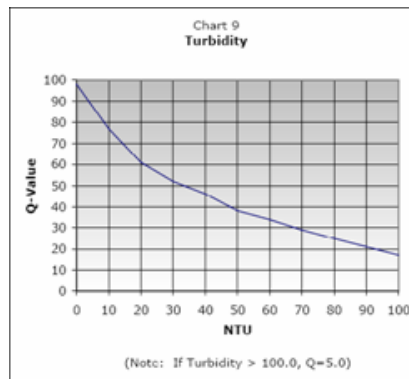
**(d)**



(e)



(f)



(g)

Figura 3-17. Curvas de comportamiento para cada una de las variables del índice de calidad del agua (WQI)

Fuente: www.water-research.net.,2013

Para calcular el índice WQI agregado se suman todas las variables luego de hallar el “I” y multiplicarlo por su W. \*En el caso de las variables que no fueron analizadas (variación de temperatura y fosfatos), su W se distribuyó equitativamente en los demás parámetros. La fórmula es la siguiente:

$$WQI = \sum_{i=1}^n I_i W_i$$

Los resultados del WQI para una constante hídrica pueden ser interpretados de acuerdo con la Tabla 3-8.

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 42
--	---------------------------------------	----------------------

Tabla 3-8: Interpretación del índice WQI

RANGO	INTERPRETACIÓN
0-25	Muy Malo
26-50	Malo
51-70	Medio
71-90	Bueno
91-100	Excelente

*Fuente:* Canter, 1998.

### 3.4.11.3.2. Resultados

Como se indicó, una de las herramientas metodológicas para la determinación de la calidad del agua de los sistemas acuáticos presentes en el área de influencia de la laguna La Herrera, fue el cálculo del Índice de Calidad de Aguas (WQI) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (Canter, 1998).

En la **Tabla 3-9** se presenta la asignación de los valores de WQI para cada una de las fuentes hídricas analizadas.

**Tabla 3-9:** Índice de calidad agua (WQI) y parámetros de calidad

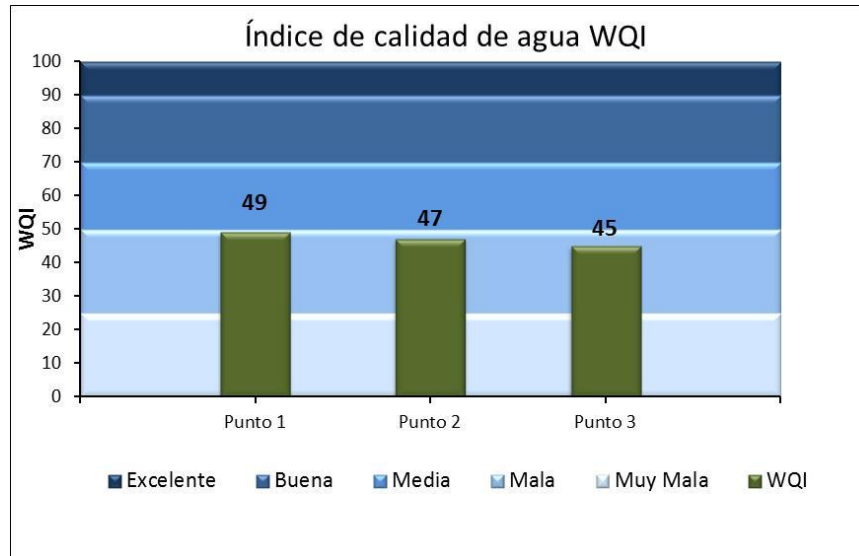
NOMBRE DE LA ESTACIÓN	WQI	RANGOS DE ÍNDICE DE CALIDAD
Punto 1	49	Mala
Punto 2	47	
Punto 3	45	

Escala de calidad Muy Mala: 0 – 25 Mala: 26 – 50 Media: 51 – 70 Buena: 71 – 90 Excelente: 91 – 100

*Fuente:* Alarcón *et al.*, 2013

El índice de calidad estimado, determina que todas las estaciones monitoreadas presentan una calidad de agua mala (**Figura 3-18**). Cabe aclarar que el WQI fue medido en base a ocho (8) parámetros (% oxígeno disuelto, coliformes fecales, DBO<sub>5</sub>, turbidez, nitratos, fosfatos, pH y sólidos totales).





**Figura 3-18.** Valores del índice de calidad del agua (WQI) para cada una de las estaciones monitoreadas.

*Fuente:* Alarcón *et al.*, 2013

Todas las estaciones monitoreadas registraron un índice de calidad malo (WQI entre 45 y 49), el cual en términos generales fue debido a los valores en la concentración de oxígeno disuelto y en mayor magnitud a los valores de DBO5 principalmente, ya que en el caso de del oxígeno disuelto reporto valores bajos incumpliendo la normatividad establecida y en la DBO5 presento valores altos indicando alta contaminación por materia orgánica influenciado principalmente por la actividad ganadera y el aportes de cuerpos de agua adyacentes.

#### 3.4.11.4. Índice de contaminación del agua (ICO)

Se efectuó una interpretación del estado de los cuerpos de agua analizados a partir del cálculo de los índices de contaminación del agua (ICO) (Ramírez *et al.*, 1997). Para esto se tuvo en cuenta los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos obtenidos en las estaciones monitoreadas.

##### 3.4.11.4.1. Etapa de análisis

Como una herramienta metodológica para la determinación de la calidad del agua de los sistemas evaluados del área de influencia de La Laguna La Herrera, en el presente estudio se estimaron los siguientes índices de contaminación del agua (ICO): índice de contaminación por materia orgánica

(ICOMO), por sólidos suspendidos (ICOSUS) y de contaminación trófico (ICOTRO), los cuales relacionan diferentes variables descritas en la **Tabla 3-10**.

**Tabla 3-10:** Variables fisicoquímicas y bacteriológicas tenidas en cuenta para la determinación de los índices de contaminación del agua (ICO)

ÍNDICES	VARIABLE	INTERPRETACIÓN
ICOMO	DBO	0 = Baja contaminación 1 = Alta contaminación
	Coliformes Totales	
	Oxígeno Disuelto	
ICOSUS	Sólidos suspendidos	
ICOTRO	Fósforo total (mg/L)	Oligotrófico (<0,01) Mesotrófico (0,01 – 0,02) Eutrófico (0,02 – 1) Hipereutrófico (>1)

*Fuente:* Ramírez et al., 1997

Para calcular los diferentes índices de contaminación, se aplicaron las fórmulas descritas a continuación:

$$\text{ICOMO} = 1/3 (\text{IDBO} + \text{IColiformes totales} + \text{IOxígeno}\%)$$

$$\text{ICOSUS} = -0,02 + 0,003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)}$$

$$\text{ICOTRO} = \text{Fósforo total (mg/L)}$$

El ICOMO comprende la relación entre tres (3) variables fisicoquímicas (demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno), las cuales en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica. El ICOSUS involucra solamente la concentración de sólidos suspendidos, que hacen referencia a los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, y el ICOTRO se determina con la concentración del fósforo total. Estos índices son de gran utilidad para establecer la calidad del agua de las corrientes hídricas, debido a que identifica el grado de intervención que presentan los cuerpos de agua (Ramírez et al., 1997).

#### 3.4.11.4.2. Resultados

En la **Tabla 3-11** se presentan los resultados de los valores de ICO para cada uno de los puntos monitoreados.

ELABORADO POR:	Fecha:	Línea Base
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	3 - 45

Tabla 3-11: Índice de Contaminación del Agua (ICO) y parámetros de calidad

ESTACIÓN	ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN		
	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Punto 1	0,92	0,33	1,5
Punto 2	0,92	0,40	1,3
Punto 3	0,94	0,60	1,7
INDICACIÓN	Baja contaminación (cercano a 0) Alta contaminación (cercano a 1)		Oligotrófico (<0,01) Mesotrófico (0,01 – 0,02) Eutrófico (0,02 – 1) Hipereutrófico (>1)

Fuente: Alarcón et al., 2013

En relación al índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se determinó en un nivel moderado para todas las estaciones (ICOSUS=0-3 a 0,60), siendo evidente un nivel de influencia medio por sólidos suspendidos (**Figura 3-19**), indicando una carga significativa de sedimentos provenientes posiblemente de algún tipo de alteración en la dinámica geomorfológica de cada cuenca por efecto de la erosión o el aumento de material particulado. Es oportuno mencionar que algunos casos el incremento en los sólidos totales es debido al registro de alguna actividad antrópica (actividad agrícola, actividades de las canteras, entre otras).

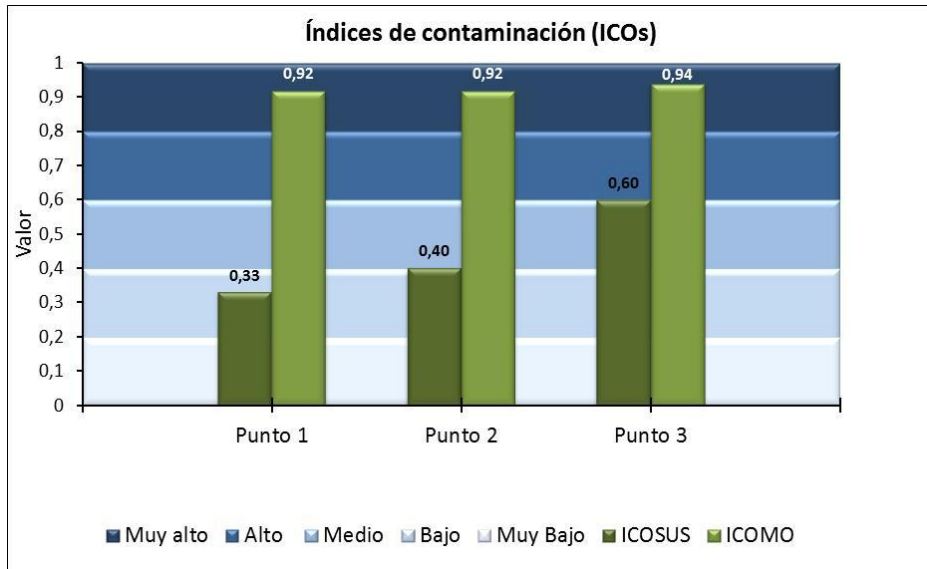


Figura 3-19. Valores los índices de contaminación ICO reportados en las estaciones de monitoreo

Fuente: Alarcón et al., 2013

De acuerdo a los valores de concentración de fósforo orgánico e inorgánico (ICOTRO) para todas las estaciones monitoreadas, se evidencia cuerpos de aguas hipereutróficos (ICOTRO=1,3 a 1,5).

Referente al índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), se reportaron valores altos para todas las estaciones (ICOMO=0,92 a 0,94), señalando cuerpos de agua con alta influencia por materia orgánica, proveniente principalmente del material vegetal adyacente, depositado en los cuerpos de agua por actividad de la escorrentía o la acción del viento (Figura 3-19 y Tabla 3-11). Es válido aclarar que el grado de afectación por contaminación orgánica, señala intrínsecamente el grado de autodepuración del ecosistema, en el cual existe un equilibrio entre la producción, reciclaje y descomposición de materia orgánica, pero aun así el grado de afectación por materia orgánica biodegradable es alta esto es debido posiblemente a la acción ganadera o agrícola.

La calidad del agua para los sistemas analizados es en términos generales es mala, condición que refleja una alteración alta. Si el recurso es destinado finalmente para consumo humano y/o uso doméstico se requiere un tratamiento convencional previo a su utilización con el fin de disminuir la concentración de coliformes totales, implementando análogamente aireación mecánica, desinfección y tratamientos específicos con el fin de aumentar el oxígeno disuelto, neutralizar el pH y disminuir la DBO<sub>5</sub>. Las características mencionadas con anterioridad son soportadas simultáneamente y en

sincronía por los parámetros fisicoquímicos, los índices de calidad del agua y de contaminación determinados para las tres (3) estaciones evaluadas.

### 3.4.12. Descripción Del Paisaje

#### 3.4.12.1. Estructura de los Elementos del Territorio

Bajo el esquema planteado dentro de la estructura general del territorio se analizan varios elementos, entre ellos, los Naturales (relieve, suelo, clima, agua, aire, vegetación y fauna) y los Antrópicos (infraestructuras, uso del suelo, densidad, socioeconomía y aspecto cultural). También se analizan su Función (conectividad, porosidad y accesibilidad) y su cambio en el tiempo (pasado, futuro y resiliencia). A continuación se presentan las matrices e interpretación correspondientes a todos estos aspectos más un archivo fotográfico del territorio (**Tabla 3-12**).

**Tabla 3-12.** Elementos del Territorio – Laguna la Herrera.





*Fuente:* Alarcón et al., 2013

#### 3.4.12.1.1. Elementos Naturales

Dentro de los elementos naturales que se pueden hallar y analizar en un territorio determinado se encuentran: el Relieve donde se hace una interpretación de la geomorfología, altitud, orientación, pendiente, geología y sísmica, Suelo donde se analizan los horizontes ABC, Clima donde se describe la temperatura ambiental, precipitación, evapotranspiración, viento y brillo solar, en el Agua se interpreta el estado actual por medio de la calidad, flujo, cantidad, cuerpos de agua que llegan o pasan por el sitio, aguas subterráneas, dentro del Aire se analiza su calidad, contaminantes, olores, ruido y sonidos, en la parte de Flora o vegetación se describe la composición florística, los estados de progresión/regresión, densidad, especies endémicas, nativas, introducidas, invasoras y los

<p><b>ELABORADO POR:</b>                  Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.</p>	<p><b>Fecha:</b>                  Diciembre 2013 – Enero 2014</p>	<p><b>Línea Base</b>                  3 - 49</p>
--	---	--

ecosistemas frágiles, y finalmente se valoriza la Fauna teniendo en cuenta las especies migratorias, Endémicas, en peligro, nativas e introducidas (**Tabla 3-13**).

**Tabla 3-13.** Matriz de Calificación de la Estructura de los Elementos Naturales del Territorio.

ESTRUCTURA ELEMENTOS NATURALES					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
<b>Relieve</b>	Geomorfología	5			Hay una gran intervención por parte del hombre en las canteras modificando significativamente la geomorfología del territorio. El relieve es quebrado a escarpado está constituido por un verdadero mosaico litológico en donde alternan rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Lo que indica que es un terreno apto y apropiado para estos cuerpos de agua.
	Altitud				No aplica.
	Orientación			22	Hay una apropiada ubicación del territorio teniendo en cuenta las condiciones de sotavento y barlovento.
	Pendiente	9			La pendiente en las montañas, está siendo afectada por la explotación de canteras, pues modifican radicalmente la forma de estas. El paisaje de montaña consta de pendientes que van desde rangos de 7-12% hasta mayores de 25%. Y el paisaje de planicie con pendientes que varían entre 1 y 3%.
	Geología			25	En términos generales en el territorio de la laguna afloran rocas sedimentarias con edades que van del cretáceo superior al Cuaternario, correspondiente al Grupo Guadalupe y a los Depósitos de Terraza Alta, respectivamente. Lo que indica que la Geología del sector hace referencia a la misma que se maneja en toda la sabana, es decir una constitución antigua pero duradera.
	Sísmica			15	Este territorio tiene la misma capacidad y resistencia sísmica que comprende a toda la sabana de Bogotá, es decir un nivel intermedio de sismicidad. Por lo tanto el riesgo de estabilidad del territorio es medio.
<b>Suelo</b>	Horizontes A B C	9			Los horizontes en ciertas zonas del territorio han sido muy alterados desde la antigüedad

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 50
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

				debido a que el suelo siempre ha sido empleado para cultivos. En términos generales los suelos están constituidos principalmente por arcillas, arenas y limos, lo que hace que el suelo sea permeable y así la laguna logre mantenerse durante todo el año, sin embargo esta clase de suelos impide el asentamiento de algunas especies de flora y fauna (microfauna), que originalmente estaban en el territorio. Tienen bajo potencial de escorrentía.	
Clima	Temperatura		19	Se ha modificado un poco a través del tiempo, antes era más frío oscilaba entre 4°C a 7°C y Oscila entre los 12°C a los 14°C, un clima apto y adecuado para la flora, fauna y actividades agrarias y agropecuarias que se llevan a cabo en la zona.	
	Precipitación			27	El territorio no ha modificado mucho sus estadísticas en precipitaciones desde los últimos 50 años. Tiene escasa precipitación por causa de la vegetación presente en el sitio (matorral medio alto), Los periodos de verano corresponden a los meses de diciembre a marzo y junio a agosto, mientras los de lluvias ocurren en los meses de abril y mayo, septiembre a noviembre. El mes más seco a nivel multianual corresponde a enero.
	Evapotranspiración	5			Ha cambiado mucho porque el espejo de agua de la laguna ha disminuido radicalmente. A nivel anual multianual se calculó un valor de 760 mm para este parámetro. El mes de mayor valor se presenta en septiembre con 76 mm, mientras el de menor valor corresponde a diciembre con 58 mm.
	Viento		19		Se ha modificado debido a las intervenciones que existen con los cambios en las montañas por explotación de las canteras. Es de naturaleza netamente frío. Generalmente sopla desde el noroeste con gran fuerza o intensidad. Es apropiado y eficaz en el momento de facilitar el desplazamiento de aves migratorias.
	Brillo solar			19	De igual forma ha cambiado por causa de la explotación de las canteras. El brillo solar es

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 51



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

				igual a 1558 h/año (4.3 h de sol por día), ocurriendo los mayores valores de este parámetro en el mes de a enero y los menores en abril. De acuerdo con esto estos registros se encuentran dentro del rango normal que rige a la sabana de Bogotá.	
Agua	Calidad	8		Calidad baja, debido a que la laguna recibe aguas provenientes de varios municipios adyacentes por medio de sus afluentes. También por la gran cantidad de proliferación de plantas acuáticas que facilitan procesos de eutrofización y por recibir desechos de las canteras que se encuentran en el sector.	
	Flujo	8		Bajo o escaso, porque no entra agua pero tampoco sale, no hay un flujo continuo debido a que se está hablando de un cuerpo de agua lentic, sin embargo se puede hablar de un flujo entre lo superficial y lo subterráneo.	
	Cantidad	3		Ha cambiado notablemente la cantidad del agua perteneciente a la laguna debido a que ha disminuido su área demasiado. Sin embargo, la entrada de agua se mantiene durante el año teniendo en cuenta los afluentes de la Laguna además del sistema subterráneo y por escorrentía que hay, sin embargo mucha proliferación de plantas y poca profundidad por causa de vertimientos y explotación de areneras.	
	Cuerpos de agua	4		Como afluentes principales el río Bojacá, que a la altura de la Laguna se convierte en el canal San José que depositan sus sedimentos en sus respectivas entradas, noroeste y sureste. Antes eran mucho más grandes y además con aguas limpias y puras. Actualmente reciben mucha contaminación de pueblos aledaños.	
	Aguas subterráneas			20	El 50 % de los excesos son de precipitación y el otro 50 % de escurrimiento subterráneo. Siempre hay una conexión entre el nivel freático y las corrientes de agua; en caso de que no exista esa conexión, los excedentes del balance hídrico irán a reforzar el agua del nivel freático y su movimiento se convertirá en escorrentía subterránea que

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 52

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

				posteriormente podrá convertirse en escorrentía superficial.	
<b>Aire</b>	Calidad del aire	9		Relativamente bajo debido a que por la explotación de las canteras y la tala de árboles además de la erosión evidente, existen muchas partículas en suspensión.	
	Contaminantes	9		Por las diferentes actividades que se generan por causa de la explotación de la cantera y tránsito continuo de tránsito pesado y liviano por la vía principal de acceso al territorio.	
	Olores	9,5		Por las diferentes actividades que se generan por causa de la explotación de la cantera y tránsito continuo de tránsito pesado y liviano por la vía principal de acceso al territorio.	
	Ruido y sonidos	3,5		Por las diferentes actividades que se generan por causa de la explotación de la cantera y tránsito continuo de tránsito pesado y liviano por la vía principal de acceso al territorio.	
<b>Vegetación</b>	Composición florística		19	Aceptable, se evidencian vegetación de tipo terrestre y acuática, dentro de la primera se observan unidades arbóreas dispersas en el paisaje elevado y cultivos y unidades de altura media y baja en el paisaje plano, dentro de las acuáticas se identificaron a siete diferentes especies lo que en cierta forma es un valor aceptable para esta clase de ecosistemas.	
	Estado Progresión/regresión		10	En progresión es muy eficiente el desarrollo de macrófitos acuáticas debido a la naturaleza del cuerpo de agua, en regresión es todo lo contrario porque estas plantas son muy difíciles de erradicar a no ser de que la laguna pierda completamente su flujo normal de agua.	
	Densidad			20	En ciertas especies de macrófitas acuáticas hay gran densidad (juncos, botoncillo, buchón y lenteja), en vegetación terrestre no existe mucha densidad debido a la tala que se ha provocado por causa de las arenas y de plantación de cultivos.
	Endémica			30	Solo una especie ( <i>Senecio carbonelli</i> ), el resto hace parte de vegetación nativa e inducida.
	Nativa		19		La mayoría son especies nativas tanto acuáticas como terrestres.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 53



	Introducida	8			Se evidencio ciertas especies introducidas como la acacia japonesa, el eucaliptus, el pasto kikuyo entre otros.
	Invasora	5			El buchón de agua, la lenteja de agua y el junco son macrófitas acuáticas consideradas invasoras, eso es malo o perjudicial para un ecosistema.
	Ecosistemas frágiles		15		Todo ecosistema se vuelve frágil si no se cuida y se maltrata, en este caso existe cierta relevancia a una fragilidad en conjunto al estar talando y explotando las montañas que se utilizan para las areneras, pues de esta forma también se altera la dinámica natural que la laguna tiene habitualmente.
Fauna	Migratorias			30	Según los reportes existen dos especies de aves migratorias.
	Endémica			30	Hay Una especie endémica (ave).
	En peligro			30	Una sola especie, la alondra ( <i>Eremophila</i> ).
	Nativa		19		Son especies nativas pero ocasionalmente llegan especies migratorias.
	Introducida	6			Hay especies de aves introducidas y algunos reptiles.

Fuente: Alarcón et al., 2013

### 3.4.12.1.2. Elementos Antrópicos

En cuanto a los elementos antrópicos que se pueden evaluar dentro del territorio se encuentran: las Infraestructuras (distribución, tipificación, densidad y redes de servicios), Uso del suelo (natural, agropecuario, agrícola, minería, vivienda y/o comercio), Densidad (natural, agropecuario, agrícola, minería, vivienda y comercio), aspecto Socioeconómico (densidad de población, sectores de actividad y renta per cápita), y aspecto Cultural (histórico, cultural, religión y mitos) (**Tabla 3-14**).

**Tabla 3-14.** Matriz de Calificación de la Estructura de los Elementos Antrópicos del Territorio.

ESTRUCTURA ELEMENTOS ANTROPICOS					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Infraestructuras	Distribución		10		Se rige más que todo al lado occidental de la laguna donde se establecen la explotación de las areneras y la extracción de diversos materiales. Viviendas hay muy pocas y muy

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 54
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

				dispersas.
	Tipificación	5		Asentamiento de Torres de Energía.
	Densidad		10	La misma tendencia de la distribución, se rige más que todo hacia un sector del territorio, por el asentamiento de las areneras principalmente.
	Redes De Servicios		19	Existe una red de energía supremamente importante, pues es el corredor principal de las instalaciones básicas de redes de luz de todos los municipios y ciudades que existen alrededor.
Uso del suelo	Natural		20	Hacia la parte oriental (opuesto a las canteras), hay montañas que aún no han sido intervenidas.
	Agropecuario		11	Hay ciertos sectores con ganado.
	Agrícola		14	Se usan para cultivar pastos naturalizados e introducidos, Cultivos anuales continuos o en rotación (Papa, alverja, hortalizas) y para Cultivos perennes confinados (flores).
	Minería	4		Hay gran demanda de explotación de arena en los alrededores.
	Vivienda		19	Hay muy poca vivienda solamente ciertas casitas de lugareños y dueños de predios.
	Comercio		15	Se comercializan los productos derivados de las canteras, además hacia la entrada existen comercios pequeños (tiendas), pertenecientes a los barrios aledaños.
Densidad	Natural		20	Hacia el lado occidental del territorio, las montañas que no han sido intervenidas.
	Agropecuario	9		En pocos sectores del territorio y no hay mucha cantidad de ganado.
	Agrícola		17	También existen varios sectores donde hay cultivos.
	Minería		24	También existen varios sectores donde hay cultivos.
	Vivienda	5		Muy poca, solo propietarios y habitantes de la zona (dispersas).
	Comercio	9		Va de acuerdo a la cantidad de viviendas pero también en el comercio de las canteras.
Socioeconómico	Densidad De Población		19	Dentro del área de influencia están las

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 55



				veredas Balsillas y Los Puentes de Mosquera; Barro Blanco, Galindo y Montanel, de Bajaca, y La Estancia de Madrid, inmediatamente aledañas a la laguna de la Herrera, se estima una población de 2.000 habitantes.
	Sectores De Actividad		22	Hacia los barrios los Puentes y el Pencial, existen comercios pequeños de actividades varias, dentro del territorio directo de la laguna, se puede evidenciar la venta de los productos extraídos de las montañas (arena, rocas, piedra).
	Renta Per Cápita		25	Es el adecuado para el sector debido a que no existe gran demanda ni oferta de posibilidades económicas.
Cultural	Histórico		30	Establecimiento de los Muisca y ciertas evidencias de hallazgos arqueológicos en la zona provenientes de los antiguos Muisca.
	Cultural		30	Ciertas evidencias de hallazgos arqueológicos en la zona provenientes de los antiguos Muisca.
	Religión		30	Creencias religiosas basadas en los Muisca.
	Mito		30	Mitos de los habitantes de la zona como la existencia de gigantescas serpientes que se encuentran en la laguna.

Fuente: Alarcón et al., 2013

### 3.4.12.1.3. Función

En la función de un territorio se analizan y califican aspectos como la Conectividad, es decir la distancia entre los elementos enlaces existentes, largo y ancho de corredores, también se describe la Porosidad (densidad de la matriz y de parches) y la Accesibilidad hacia el paisaje y entre los elementos (Tabla 3-15).

**Tabla 3-15.** Matriz de Calificación de la Función del Territorio.

FUNCION				
	Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 56
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Conectividad	Distancia entre elementos			28	Existe buena conectividad entre los elementos del territorio, es decir entre los paisajes elevados (montañas) y la planicie de la laguna, también entre los diferentes parches que hay dentro de la laguna.
	Enlaces			28	Hay buenos enlaces entre un elemento y otro proporcionando un buen y fácil acceso.
	Largo / ancho de corredores			28	El corredor principal del territorio como tal es la carretera destapada que comunica la vía pavimentada que viene desde Bogotá - Ibagué hasta donde termina el asentamiento de las canteras del sector, es decir que bordea la parte occidental de la laguna en su totalidad permitiendo así un fácil y rápido acceso.
Porosidad	Densidad de la matriz			22	La matriz es más densa que los parches, la matriz hace referencia a vegetación en general, cultivos que se reparten dentro del territorio.
	Densidad de parches		17		Los parches hacen referencia al agua visible de la laguna, las canteras y ciertos parches más oscuros de vegetación.
Accesibilidad	Al paisaje			28	De acuerdo a lo observado, existe muy buena accesibilidad al territorio en general, por medio de vías de acceso, caminos despejados, de herradura y pasos con fácil penetración.
	Entre elementos			28	También entre los elementos (parche y matriz), existe buena accesibilidad debido a que en cierta forma la laguna está situado en una planicie y las montañas asentadas son bajas y con una buena posibilidad de exploración.

Fuente: Alarcón et al., 2013

#### 3.4.12.1.4. Cambio

El cambio hace referencia a la modificación que ha sufrido el territorio a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta su pasado, su futuro y si es o no factible encontrar estados de resiliencia en diferentes aspectos que se hayan generado durante toda esa transición de cambios (**Tabla 3-16**).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 57
---	--	-----------------------------

**Tabla 3-16.** Matriz de Calificación del Cambio del Territorio.

CAMBIO					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Pasado	Vulnerabilidad Antrópica	5			En la antigüedad existía un asentamiento importante de muiscas en toda la zona donde en el sector del territorio de la laguna hacían ciertas especies de ritos.
	Vulnerabilidad Natural	9			En cuanto al paisaje, antes era un territorio con mucha diversidad en flora y fauna, era una zona tranquila y protegida.
	Usos en el tiempo	9			Por las características del terreno, solamente se empleaba el suelo para cultivar. Era una zona muy solitaria y santa, prácticamente, pues para los muiscas la laguna era centro de reunión para festejar sus ritos y celebraciones religiosas.
Futuro		4			Según los reportes, la dinámica estructural del territorio, cambiara drásticamente, cuando la explotación de arena expanda sus horizontes para continuar con su propósito, interviniendo aún más la estabilidad y funcionamiento de la laguna y sus alrededores.
Resiliencia		2			Un estado de volver a dejar las cosas como estaban, en este territorio, es prácticamente imposible, debido a que no se pueden revertir, recuperar o mitigar los daños o intervenciones hechas hasta ahora, debido básica y exclusivamente a la explotación de arenas.

Fuente: Alarcón et al., 2013

### 3.4.12.1.5. Conclusión Estructura de los Elementos del Territorio

**Tabla 3-17.** Matriz de Calificación del Cambio del Territorio.

TOTAL				
	Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
	0,1-9,9	10-19,9	20-30	
<b>SUB TOTAL</b>	162	305	597	En términos generales el Análisis y Valoración del territorio de la Laguna de la Herrera se encuentra en términos medios en cuanto a la calidad del paisaje tomándolo como una unidad integral,

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 58
---	--	-----------------------------



				básicamente porque en este territorio no se llevan a cabo actividades o aspectos que se relacionen con la mayoría de los elementos a evaluar, lo único relevante y muy significativo es la explotación de las canteras y el asentamiento de cultivos que de una o de otra forma afectan a ciertos parámetros analizados. La Herrera a nivel paisajístico y estructural hace parte de un paisaje deteriorado y muy intervenido que con el tiempo aumentara esta relevancia en su mal funcionamiento, a no ser que se propongan y se ejecuten alternativas para su recuperación o sostenimiento.
--	--	--	--	--

Fuente: Alarcón et al., 2013

### 3.4.12.2. Visibilidad Del Territorio

En la visibilidad de un territorio se analizan y califican diferentes aspectos como el área de influencia visual del proyecto, los puntos de observación, las cuencas visuales, unidades de paisaje, recursos visuales (áreas interés escénico, cubierta vegetal y geografía), e intervenciones antrópicas (**Tabla 3-18**).

**Tabla 3-18.** Matriz de la Visibilidad del Territorio.

VISIBILIDAD					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Área de influencia visual del proyecto	Magnitud			25	La magnitud es amplia, es un territorio despejado que se encuentra situado en un valle que está rodeado por montañas.
Puntos de observación	Cantidad			20	Existen varios puntos de observación que se pueden situar en varios sectores en las montañas aledañas, sin embargo el acceso no es tan fácil. Pero también existen puntos que se pueden situar en las partes bajas con un acceso más cómodo.
Cuenca visual	Cantidad		17		La visibilidad de la cuenca es buena, amplia aunque en la foto se observa más que todo un paisaje plano.
Unidades de paisaje	Cantidad		15		Existen varias montañas rodeando la laguna, incluyendo las canteras, hay laderas y el gran valle donde se asienta la laguna.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 59
---	--	-----------------------------



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Recursos visuales	Áreas interés escénico	3			En la imagen no existe nada llamativo, excepto la laguna que es el centro de atención de la foto.
	Cubierta vegetal	9,5			Existe gran abundancia de pastos rodeando la laguna y sobre la laguna, sobre las montañas se observan ciertos parches de vegetación.
	Geografía		11		Solo se alcanza a visualizar montañas a lo lejos.
Intervenciones antrópicas	Cantidad			20	Se logra ver la gran explotación de arena hacia un costado de la laguna, y aunque actualmente la laguna no ha sido intervenida por el hombre, si existe una alteración de su dinámica de forma indirecta por causa de dicha explotación.
<b>SUB TOTAL</b>		12,5	43	65	La calificación general del territorio arrojo como resultado 15,6, en términos de visibilidad del paisaje. Esto se debió a que el territorio no cuenta con una buena proporción de recursos visuales debido a que es un terreno prácticamente plano rodeado de montañas muy simples con poca diversidad en vegetación, y donde entra a jugar el gran impacto que está generando la explotación de arena y materiales derivados por parte de las canteras situadas en el sector lo que hace que la calidad paisajística disminuya notablemente.
<b>TOTAL</b>		<b>15,06 (Medio)</b>			

Fuente: Alarcón et al., 2013

En términos generales se pudo evidenciar que el territorio de la Herrera en términos paisajísticos mantiene una calificación media debido a que hace referencia a una porción de un paisaje plano, sin muchos elementos o unidades importantes, pero si con actividades de origen antrópico (canteras, torres de energía y cultivos), que de una o de otra forma están alterando y modificando cada vez más esa armonía natural de todo el territorio. La laguna constituye la única singularidad de esta área lo que de alguna manera ayuda a elevar la puntuación final de este análisis, pero si se observa todo este territorio como una unidad integral, la calidad paisajística debería ser más baja aun, por causa de toda esa intervención que se está desarrollando en el lugar (**Tabla 3-19**).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 60
---	--	-----------------------------



**Tabla 3-19.** Calificación Final del Territorio.

<b>TOTAL CALIDAD VISUAL DEL TERRITORIO</b>		
VALORACION DEL TERRITORIO ( P )	CALIDAD PAISAJISTICA DE LAS CUENCAS ( CC )	CALIDAD VISUAL DEL TERRITORIO ( CC )
<b>16</b>	<b>15,155</b>	<b>15,5775</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013


### 3.4.12.3. Análisis y Valoración De Las Cuencas Visuales

Para realizar un análisis y valoración de las cuencas visuales de un territorio se deben tener en cuenta varios aspectos generales como sus características y su composición. Entre las primeras se interpretan el tamaño, altura relativa, forma o compacidad, volumen, singularidad, longitud visual y amplitud visual. Dentro de su composición se toma en cuenta la escala, armonía entre los diferentes componentes, proporción, diversidad (vegetación, geografía), ejes, ritmo (color, forma, geografía y en la vegetación), textura (suave, fina, áspera, brusca, lisa o corrugada), contraste y color (diversidad de colores, tinte, tono y brillo). También se analizan los diferentes indicadores visuales que se presentan (puntos, líneas, planos, etc.), con sus características visuales en los elementos y la fragilidad a la que podría estar sometida la cuenca (factores de visualización).

### 3.4.12.3.1. Calidad Paisajística

#### 3.4.12.3.1.1. Cuenca No 1.

**Tabla 3-20.** Matriz de la Calidad Paisajística – Cuenca No.1

CALIDAD PAISAJÍSTICA – CUENCA No.1					
Características de la Cuenca Visual					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Tamaño				28	El tamaño del territorio es amplio, grande.
Altura Relativa:	Paisaje A Nivel	6			Hace referencia a una planicie. En la foto se visualiza mucho paisaje a nivel al ser una planicie.
Forma o Compacidad	Redonda			30	La Cuenca tiende a ser redondeada permitiendo una visualización del terreno en general.
Volumen	Abierto			30	Claramente es abierto, lo que permite una visibilidad muy generosa del volumen del paisaje.
Singularidad				30	El centro de la foto hace referencia a una parte de la Laguna. Es importante por su significado y su valor como humedal.
Longitud Visual	3° Plano 1000/2000m Panorámico			30	La longitud visual de esta cuenca es muy amplia permitiendo ver más allá de los 2000 metros.
Amplitud Visual	180°			25	Es relativamente amplia, no alcanza a visualizarse más allá de los 180°.
Composición De La Cuenca					
Escala	Escala Humana	7			El observador se pierde en el paisaje, es desproporcionado con respecto a él.
Armonía Entre Los Diferentes Componentes				25	En la cuenca se observa una gran armonía entre los diferentes elementos del paisaje (montañas, lago y vegetación).

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 62

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**


Proporción				30	Muy acorde y proporcionado con respecto a lo que ve el observador y el tamaño real de los elementos.
Diversidad	Vegetación	2			No se observa diversidad de vegetación solo pasto y algo de supuesto bosque en las montañas.
	Geografía		11		Solo se observa montañas y la laguna.
Ejes	Desequilibrio – Bilateral				No se visualizan ejes, no aplica.
	Caleidoscópico				No aplica
Ritmo	Color			20	No se evidencia una gran variedad ni gama de colores, solo se aprecian distintas tonalidades de colores verdes y azules.
	Forma	9			Hay repetición de formas en las montañas.
	Geografía			20	Se repiten en las partes de las montañas.
	Vegetación			27	Se repite mucho el mismo esquema de los pastizales.
Textura	Suaves y Finas			22	En si la mayoría son de textura suave.
	Ásperas o Bruscas		10		Se observa unas pocas texturas en las montañas.
	Lisa			28	En la parte de Laguna se observa una textura muy lisa.
	Corrugada	9,7			En la parte de las montañas y pastos se observa esta textura.
Contraste	Superficies o Texturas		15		Hay ciertos contrastes entre el pasto, la laguna y las montañas.
	Sol y Sombra			20	Hay contraste de luz en ciertos costados de las montañas y en los pastos.
Color	Diversidad de Colores	8			No hay gran diversidad de colores solo ciertos tonos de azules, blancos y verdes.
	Tinte – Cantidad De Color		15		Hay gran verde y gris azulado.
	Tono Claro		12		El tono es claro aunque tiende ser un poco oscuro, opaco.
	Brillo			20	Al ser un territorio despejado, hay mucho brillo.
<b>SUB TOTAL</b>		41,7	63	385	La calificación final de esta cuenca del territorio la herrera, fue de 18 (media), debido a que la calidad paisajística de esta no hace referencia a importantes elementos del paisaje que sobresalgan o resalten en algún aspecto, exceptuando claro está a la laguna donde se puede observar claramente parte de ella. En cuanto a color, contraste y texturas, solo observaron pocas tendencias y en cierta forma muy comunes dentro del área total. En si esas son las razones por las que paisajísticamente no existe gran relevancia en esta cuenca.
<b>TOTAL</b>		<b>18 (Medio)</b>			

Fuente: Alarcón et al., 2013

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 63
---	--	-----------------------------

3.4.12.3.1.2. Cuenca No 2

**Tabla 3-21.** Matriz de la Calidad Paisajística – Cuenca No.2

CALIDAD PAISAJÍSTICA – CUENCA No.2					
Características de la Cuenca Visual					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Tamaño		5			El tamaño de esta cuenca es reducido por que no permite visualizar una mayor porción del territorio del proyecto, desde el punto de vista del observador se alcanza a ver una porción de montaña, otra de la laguna.
Altura Relativa:	Paisaje A Nivel	4			El observado se encuentra a nivel del suelo.
Forma o Compacidad	Redonda		19		La cuenca tiende a ser redondeada permitiendo una visualización del terreno en primer plano, dado que el fondo escénico y el plano medio no están representados.
Volumen	Cerrado	6			El volumen de la cuenca es cerrado dado que no permite una mayor visibilidad del territorio, se observa una montaña con bosque pero no es posible identificar cuál es su extensión, se observa una pequeña porción de lago y matorrales que obstaculizan la visión del observador.
Singularidad			15		Se puede interpretar en término medio dado que en la cuenca se observa una manada de aves, lo que permite inferir que la laguna es un lugar de gran importancia para acoger a especies migratorias en este caso aves.
Longitud Visual	1° plano 200m.	5			La longitud visual de esta cuenca es demasiado limitada, dado que no permite visualizar muchos elementos de la misma.
Amplitud Visual	45°	3			La amplitud visual de la cuenca es muy baja dado que la visualización es menor a un ángulo de 45°.
Composición De La Cuenca					

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 64
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Escala	Escala Humana			20	El paisaje tiende a estar a la medida del observador, por lo tanto se puede decir que está a escala humana.
Armonía Entre Los Diferentes Componentes				15	En la cuenca se observa una aceptable armonía entre los diferentes elementos del paisaje (montaña, lago, y aves). Aunque el matorral impide un valor más alto.
Proporción				19	La proporción es relativamente aceptable, aunque los juncos obstaculizan mucho la vista y además están desproporcionados.
Diversidad	Vegetación			10	A pesar que la cuenca no cuenta con mayor amplitud, se puede apreciar cierta diversidad de vegetación tanto en la parte plana como en la montañosa.
Ejes	Bilateral			15	Se puede apreciar un eje central en las montañas que parte la vista en dos.
Ritmo	Color	5			No se evidencia una gran variedad ni gama de colores, solo se aprecian distintas tonalidades de colores verdes.
	Forma			19	Se observa gran ritmo en la repetición de las formas en los juncos.
	Vegetación			25	Se observa ritmo repetitivo en los matorrales de los juncos y en la vegetación que está cubriendo el espejo de la laguna.
Textura	Suaves y Finas			20	Se observa una gran porción de texturas suaves compuestas por la lenteja de agua que se encuentra en la superficie del espejo de agua.
	Ásperas o Bruscas			20	También se observa una gran porción de texturas ásperas dadas por la presencia de matorrales y el parche de la montaña.
	Lisa			22	Se puede decir que además de suave la vegetación presente en la superficie de la laguna es bastante lisa.
	Corrugada			20	El área de bosques presente en la montaña tiene una apariencia de corrugada, esto debido a las mismas características de este tipo de vegetación.
Contraste	Superficies o Texturas			22	En la cuenca gracias a la variedad de textura es posible identificar y diferenciar los elementos presentes en la misma.
	Sol y Sombra			15	En relación al contraste entre sol y sombra, es término medio ya que en ninguna parte de la cuenca se observa diferencia alguna o un sector con mayor o menos luminosidad que pueda generar un contraste.
Color	Diversidad de Colores	7			Los colores que se evidencian en la cuenca son verdes opacos-oscuro y amarillo oscuro, por lo que realmente se considera que es muy baja la diversidad de color, lo que no lo hace llamativo.
	Tinte – Cantidad De Color	5			La cantidad de color es baja en la cuenca, el color verde claro representa una 50% del total del territorio.
	Tono Claro			12	El tono de la cuenca está en una puntuación media, ya que aunque no es muy claro por la cantidad de luz que en el momento está recibiendo, tampoco se puede decir que es un terreno oscuro, porque perfectamente se puede visualizar los elementos que se encuentran en el territorio.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base


3 - 65

	Brillo		15		Los elementos que encontramos en la cuenca tiene un color mate lo que hace que tengan una puntuación media, si se tiene en cuenta el día nublado en que fue tomada la foto.
<b>SUB TOTAL</b>		40	154	149	La calificación final de esta cuenca del territorio la herrera, fue de 18 (media), debido a que la calidad paisajística de esta no hace referencia a importantes elementos del paisaje que sobresalgan o resalten en algún aspecto, exceptuando claro está a la laguna donde se puede observar claramente parte de ella. En cuanto a color, contraste y texturas, solo observaron pocas tendencias y en cierta forma muy comunes dentro del área total. En si esas son las razones por las que paisajísticamente no existe gran relevancia en esta cuenca.
<b>TOTAL</b>		<b>13 (Medio)</b>			

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

3.4.12.3.1.3. Cuenca No 3.

**Tabla 3-22.** Matriz de la Calidad Paisajística – Cuenca No.3

CALIDAD PAISAJÍSTICA – CUENCA No.3					
Características de la Cuenca Visual					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Tamaño				28	El tamaño del territorio en este punto es muy amplio aunque se debe tener en cuenta que la barrera de los arboles al fondo obstaculizan parte de la visibilidad.
Altura Relativa:	Paisaje A Nivel	5			En la foto se visualiza mucho paisaje a nivel al ser una planicie.
Forma o Compacidad	Redonda			28	La cuenca tiende a ser redondeada permitiendo una visualización del terreno en general.
Volumen	Abierto			24	Es abierto hacia lo ancho y profundo.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 66
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Singularidad				25	Se alcanza a ver parte de la laguna aunque está cubierta por macrófitas acuáticas.
Longitud Visual	3º Plano 1000/2000m Panorámico			28	La longitud visual es muy amplia
Amplitud Visual	Panorámico			26	Es panorámico tiene visibilidad por todos los lado.
<b>Composición De La Cuenca</b>					
Escala	Escala Humana			22	La escala humana es normal, uno no se pierde en el paisaje pero tampoco se siente impotente.
Armonía Entre Los Diferentes Componentes		8			No existe una armonía buena debido a las torres con respecto al paisaje-
Proporción				23	Es buena va de acorde a la proporción normal de los elementos.
Diversidad	Vegetación			20	Se observa cierta diversidad de plantas acuáticas sobre el espejo de la laguna, y en el fondo en la barrera de árboles.
	Antrópica	9			Posicionamiento de las Torres
Ritmo	Color		15		Se repite mucho tonalidades verdes
	Forma			25	Es exactamente la misma forma en los pastizales y en la barrera de arboles
	Vegetación			25	Se repite el mismo esquema en la barrera y en los pastizales.
Textura	Suaves y Finas			25	En si la mayoría son de textura suave
	Ásperas o Bruscas	5			Se evidencia un poco en la barrera de arboles
	Lisa	9,9			Se observa en la parte de los pastizales hacia la parte de atrás de la imagen y sobre la laguna.
	Corrugada			22	La gran mayoría de la textura es corrugada sobre todo en los pastizales.
Contraste	Superficies o Texturas	3			No se diferencia importantes contrastes entre superficies y texturas.
	Sol y Sombra	6			Hay pocos contrates de luz todo es muy similar debido a que es plano.
Color	Diversidad de Colores	2			Solo se presenta tonalidades de diferentes verdes
	Tinte – Cantidad De Color			22	Hay dominancia del verde
	Tono Claro		11		Tono claro pero opaco
	Brillo		15		No hay gran intensidad de brillo pero es un territorio despejado.
<b>SUB TOTAL</b>		47,9	41	343	La calificación final de esta cuenca del territorio la herrera, fue de 16 (media), debido a que la calidad paisajistica de esta no hace referencia a importantes elementos del paisaje que sobresalgan o resalten en algún aspecto, exceptuando claro está la ubicación de
<b>TOTAL</b>		<b>16 (Medio)</b>			

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 67



		las torres de energía que efectivamente bajan notablemente la calidad paisajística a esta cuenca. También se observaron tendencias muy comunes dentro del territorio en cuanto a colores y texturas esas son las razones por las que paisajísticamente no existe gran relevancia en esta cuenca.
--	--	--

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

3.4.12.3.1.4. Cuenca No 4.

**Tabla 3-23.** Matriz de la Calidad Paisajística – Cuenca No.4

CALIDAD PAISAJÍSTICA – CUENCA No.4					
Características de la Cuenca Visual					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Tamaño				20	La cuenca permite observar elementos que se encuentran en el territorio, aunque no tiene gran variedad en ellos, sus principales características son montañas, algo de vegetación y actividades antrópicas.
Altura Relativa:	Dominante		19		El paisaje tiene una leve tendencia de dominio sobre el observador aunque permite tener un grado de observación a lo largo de la cuenca.
Forma o Compacidad	Irregular	8			Tiene tendencia a ser una imagen irregular, permitiendo ver solo la parte frontal y superior de la cuenta, sin evidenciar claramente presencia de una vía, debido al dominio del paisaje sobre el observador.
Volumen	Abierto			25	La no presencia de elemento que disminuya la observación clara del paisaje como árboles o elementos que impidan la visual lo denomina como un volumen abierto.
Singularidad		1			No hay nada singular en esta parte del territorio.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 68
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Longitud Visual	3° Plano 1000/2000m Panorámico			30	Se considera la amplitud de la cuenca baja ya que interpone una profundidad lateral de 90°, evitando tener una panorámica mayor del territorio.
Amplitud Visual	90°	9			Se considera la amplitud de la cuenca baja ya que interpone una profundidad lateral de 90°, evitando tener una panorámica mayor del territorio.
<b>Composición De La Cuenca</b>					
Escala	Escala Humana			20	El paisaje tiende a estar a la medida, sin provocar la minimización al observador de la cuenca.
Armonía Entre Los Diferentes Componentes			12		Aunque los elementos encontrados como montañas hacen parte paisaje, la actividad minera que se evidencia en la cuenca, no hace parte de integral produciendo desagrado al ser observada y haciendo perder la armonía del paisaje.
Proporción				23	Los elementos encontrados en la cuenca mantienen un rango en su tamaño sin sobresalir unas más que otras, conservando una proporción apta para el paisaje observado.
Diversidad	Vegetación	3			La diversidad de su vegetación no es muy clara, solo es evidenciable pastos, arbustos de especies introducidas y en las montañas su tonalidad verde oscura podría indicar la presencia de árboles de gran tamaño.
	Geografía		18		Se encuentran dos picos con una altura muy parecida y unos pequeños montículos en el terreno.
	Antrópica			22	En esta cuenca podemos identificar la intervención antrópica en la mayoría del territorio, por las actividades de explotación.
Ritmo	Color	9			Los tonos verdes- café que tiene la cuenca son muy similares y no se evidencia gran variedad de colores.
	Geografía		19		Se observa dos grandes montañas con alturas parecidas, mostrando una sucesión de picos.
	Vegetación	5			La vegetación del área es diferente, ya que se encuentra de corte bajo como pastos y corte medio como las especies introducidas para ser usadas como barreras vivas.
	Ásperas o Bruscas	6			La montaña que se encuentra en 2° plano de la cuenca presenta un aspecto áspero, producido por las actividades características de la mina.
	Corrugada	8			El área de pastos que se encuentra en 1° plano de la cuenca tiene la apariencia de corrugada, puede presentarse por las ondulaciones del terreno y por las mismas.
Contraste	Superficies o Texturas			22	El contraste en las superficies es alta debido a que en un 1° plano encontramos una superficie con inclinación leve y su color verde opaco no le permite resaltarse, lo contrario sucede con la montaña de 2° plano en la cual se practica las actividades de minería, donde su alto grado de inclinación y su altura la hace sobre salir en la cuenca, a esto se la suma su color amarillo que es bastante notorio pues es la gran diferencia entre los demás elementos del paisaje.
	Sol y Sombra	4			En relación al contraste entre sol y sombra, es baja ya que no se

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 69

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA  
ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

				observan diferencia claras entre un sector y otro pero en si en el territorio si se da esa condición.	
Color	Diversidad de Colores	5		Los colores que se evidencian en la cuenca son verdes opacos-oscuro y amarillo oscuro, por lo que realmente se considera que es muy baja la diversidad de color, lo que no lo hace llamativo.	
	Tinte – Cantidad De Color		14	Aunque no se tiene gran variedad de colores, en toda la cuenca si podemos encontrar en ella que en su mayoría (80%) se tiene color.	
	Tono Claro		15	El tono de la cuenca está en una puntuación media, ya que aunque no es muy claro por la cantidad de luz que en el momento está recibiendo, tampoco se puede decir que es un terreno oscuro, porque perfectamente se puede visualizar los elementos que se encuentran en el territorio, lo poco visible ya es por la distancia en la que se encuentran o por impedimento de otros elementos.	
	Brillo		15	Los elementos que encontramos en la cuenca tienen un color mate lo que hace que tengan una puntuación baja.	
<b>SUB TOTAL</b>		58	112	162	La calificación final de esta cuenca del territorio la herrera, fue las más baja de todas, 13 (media), debido a que la calidad paisajística de esta no hace referencia a una armonía integral de los elementos al notarse bastante la exposición de la montaña explotada por las canteras del sector, además de cercas y materiales de obras y construcción que definitivamente rompen esa armonía natural de la cuenca también se alcanza a referenciar la baja gama de colores y texturas haciéndola aún más pobre a nivel paisajístico.


*Fuente:* Alarcón et al., 2013

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 70
---	--	-----------------------------

### 3.4.12.3.2. Indicadores Visuales

#### 3.4.12.3.2.1. Cuenca No 1.

**Tabla 3-24.** Matriz de la Indicadores Visuales – Cuenca No.1

INDICADORES VISUALES – CUENCA No.1					
Elementos Visuales					
					
		<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Puntos		9			En la cuenca se pueden identificar dos puntos principales uno es el montículo que aparece en la mitad de la laguna, y el otro es la laguna como tal.
Líneas					No hay
Planos	Lisos			23	Existe un plano liso que es la laguna
	Curvos y ondulados		19		Existen planos ondulados y curvos en las montañas.
Hito	Natural			30	La laguna es de gran importancia ya que sirve como ecosistema para albergar las especies de aves migratorias de otros lugares.
Características Visuales de los Elementos					
Numero		3			La calificación es baja dado que no hay muchos elementos en la cuenca visual.
Disposición	Agrupada	7			se puede decir que el montículo de junco y la laguna forman una agrupación
Secuencia					No hay
Tamaño	Dimensión de los elementos vs paisaje			23	Tienen buen tamaño sin embargo el parche de junco es pequeño pero notorio.
Espaciamiento o intervalo:	variable (distancia entre elementos)	2			Calificación baja dado que los elementos no se encuentran a igual distancia y no

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 71



					mantienen un ritmo similar.
<b>SUBTOTAL</b>	12	34	76		En términos generales no existen indicadores visuales relevantes en esta cuenca, por lo tanto no hay características especiales de ellos, la puntuación final está marcada principalmente por el asentamiento del hito de la laguna.
<b>TOTAL</b>	<b>14,5 (Medio)</b>				

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

De acuerdo a los resultados obtenidos la calificación final de esta cuenca hace referencia a un rango medio en cuanto a la calidad visual. Esto se debió principalmente a que esta cuenca no presenta elementos relevantes en cuanto a la calidad del paisaje, lo único es el asentamiento de la laguna lo que hace que la cuenca sea interesante pero en términos generales es un paisaje con una gama de colores monótonos, con aspectos opacos o apagados, con texturas muy similares y sin una influencia alta de indicadores visuales que de alguna manera ayuden a aumentar la calidad visual del paisaje.


**Tabla 3-25.** Calificación Final del Cuenca No. 1.

<b>TOTAL CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA</b>		
VISIBILIDAD DEL TERRITORIO	CALIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA ( C )	CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA ( CC )
<b>15,06</b>	<b>18</b>	<b>16,53</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

3.4.12.3.2.2. Cuenca No 2.

**Tabla 3-26.** Matriz de la Indicadores Visuales – Cuenca No.2

INDICADORES VISUALES – CUENCA No.2					
Elementos Visuales					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Puntos		4			En la cuenca se pueden identificar dos tipos de puntos, uno es el parche que sobresale de la cantera que es llamativo a la vista dado que disuena con el paisaje.
Líneas					No hay
Planos	Lisos			22	Existe un plano liso que es la laguna cubierta por el buchón de agua que sobre sale en el paisaje.
	Curvos y ondulados				No hay
Hito	Natural			30	La laguna es de gran importancia ya que sirve como ecosistema para albergar las especies de aves migratorias de otros lugares
Características Visuales de los Elementos					
Numero		4			La calificación es baja dado que no hay muchos elementos en la cuenca visual.
Disposición	Agrupada		16		Existe una agrupación de los elementos que hacen referencia a los juncos (matorrales)
Secuencia			16		La disposición de los matorrales de junco están ubicados en una secuencia
Tamaño	Dimensión de los elementos vs paisaje	8			Los matorrales se observan muy desproporcionados con respecto al fondo y a la laguna
Espaciamiento	variable (distancia	3			Como se encuentran muy agrupados no

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 73



o intervalo:	entre elementos)				existe un espaciamiento entre elementos muy clara
<b>SUBTOTAL</b>		20	32	52	La calificación de los indicadores visuales de la cuenca es muy baja debido a la baja cantidad de elementos que puedan portar un valor agregado al paisaje.
<b>TOTAL</b>		<b>11,6 (Medio)</b>			

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

Al igual que en la cuenca anterior, los resultados obtenidos en la calificación final de esta cuenca hace referencia a un rango medio (pero más bajo que la primera), en cuanto a la calidad visual. Esto se debió principalmente a que esta cuenca no presenta elementos relevantes en cuanto a la calidad del paisaje, excepto la laguna lo que hace que la cuenca sea relativamente interesante, pero en términos generales es un paisaje con una gama de colores muy monótonos, con aspectos opacos, con texturas muy similares, sin una influencia alta de indicadores visuales que de alguna manera ayuden a aumentar la calidad visual del paisaje y con una baja armonía entre los diferentes elementos debido al posicionamiento de los juncos que son muy desproporcionados.


**Tabla 3-27.** Calificación Final del Cuenca No. 2.

<b>TOTAL CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA</b>		
VISIBILIDAD DEL TERRITORIO	CALIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA ( C )	CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA ( CC )
<b>15,06</b>	<b>14</b>	<b>14,53</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

3.4.12.3.2.3. Cuenca No 3.

**Tabla 3-28.** Matriz de la Indicadores Visuales – Cuenca No.3

INDICADORES VISUALES – CUENCA No.3					
Elementos Visuales					
					
		<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Puntos				21	Se observan tres puntos principales ---- las torres de energía
Líneas			19		Se evidencian 12 líneas que hacen referencia a los cables de energía que salen de las torres.
Planos	Lisos		15		Existe el plano de la laguna
	Curvos y ondulados		11		Existen ciertas ondulaciones en la planicie
Hito	Natural			30	La laguna es de gran importancia ya que sirve como ecosistema para albergar las especies de aves migratorias de otros lugares
Características Visuales de los Elementos					
Numero				20	Es una foto interesante, porque se observan varios elementos para observar, las torres, los matorrales e inclusive las cuerdas de las torres.
Disposición	Aleatoria de las líneas		17		Se encuentran ubicadas de forma aleatoria en la imagen.
	Agrupada de los puntos		17		Las torres se agrupan hacia el lado izquierdo de la imagen.
Secuencia	Líneas		10		No se observa una secuencia muy homogénea en los cables pero si se alcanza a detallar algo
	Puntos		19		Si hay una secuencia definida en las torres

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 75



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Tamaño	Dimensión de los elementos vs paisaje		15		El tamaño se destaca principalmente el de las torres
Espaciamiento o intervalo:	variable (distancia entre elementos)		15		Existe un espacio o intervalo definido entre líneas y puntos
<b>SUBTOTAL</b>		0	138	71	La calificación de los indicadores visuales de la cuenca es término medio debido a que presenta varios indicadores visuales pero se destaca principalmente uno que son las torres.
<b>TOTAL</b>		<b>19,0 (Medio)</b>			

Fuente: Alarcón et al., 2013

Los resultados obtenidos en la calificación final de esta cuenca indican un rango medio en cuanto a la calidad visual. Esto se debió principalmente al posicionamiento de las Torres de Energía las cuales rompen con una armonía natural del paisaje, además y aparte de estas, es una cuenca que no presenta elementos relevantes en cuanto a la calidad del paisaje, tiene colores monótonos y repetidos, con aspectos opacos o apagados, con texturas muy similares y sin una influencia alta de indicadores visuales que de alguna manera ayuden a aumentar la calidad visual del paisaje.

**Tabla 3-29.** Calificación Final del Cuenca No. 3.


<b>TOTAL CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA</b>		
VISIBILIDAD DEL TERRITORIO	CALIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA ( C )	CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA ( CC )
<b>15,06</b>	<b>16</b>	<b>15,53</b>

Fuente: Alarcón et al., 2013

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 76
---	--	-----------------------------

3.4.12.3.2.4. Cuenca No 4.

**Tabla 3-30.** Matriz de la Indicadores Visuales – Cuenca No.4

INDICADORES VISUALES – CUENCA No.4					
Elementos Visuales					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Puntos					El único punto que hace referencia la imagen es a Alejandra pero ese no cuenta por ser móvil
Líneas			10		Se evidencian 11 líneas que hacen referencia a los palos de la cerca y a la cruz o palo que está en la cima de la montaña
	Ondulados			21	La mayoría del plano es ondulado (pastizal y montañas)
Hito	Natural				En este Sector no hay hito, no se ve la laguna
Características Visuales de los Elementos					
Numero			12		Se observan varios elementos, la cerca, la maquinaria, la cantera, la antena.
Disposición	Sistemática		17		Las líneas se encuentran dispuestas de una manera sistemática
Secuencia			16		Se observa una secuencia uniforme entre las líneas
Tamaño	Dimensión de los elementos vs paisaje			22	Es apropiado y acorde a las dimensiones reales de los elementos
Espaciamiento o intervalo:	variable (distancia entre elementos)		16		Se observa un intervalo secuencial de las líneas
<b>SUBTOTAL</b>			71	43	La cuenca que se evalúa presenta una calidad visual media, ya que sus elementos no son representativos, un solo punto poco
<b>TOTAL</b>		<b>16,0 (Medio)</b>			

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 77
---	--	-----------------------------



		<p>impactante y líneas no muy definidas. Las características de sus elementos presentan una disposición aleatoria y baja secuencia donde se toma como referencia la cerca divisoria de los terrenos. La dimensión del elemento del paisaje abarca la mayor parte de la cuenca en la que se evalúa la montaña donde se realiza actividades de minería.</p>
--	--	---

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

La calificación final de esta cuenca hace referencia a un rango medio en cuanto a la calidad visual. Debido a que esta parte del territorio muestra la verdadera calidad paisajística que deja la intervención antrópica al explotar todo un costado de varias montañas que se encuentran situadas a un lado de la laguna, alterando por completo la armonía natural y el paisaje como tal. Nuevamente, se presenta una gama de colores monótonos, con aspectos opacos o apagados, con texturas muy similares y sin una influencia alta de indicadores visuales.

**Tabla 3-31.** Calificación Final del Cuenca No. 4.


<b>TOTAL CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA</b>		
VISIBILIDAD DEL TERRITORIO	CALIDAD PAISAJÍSTICA DE LA CUENCA ( C )	CALIDAD VISUAL DE LA CUENCA ( CC )
<b>15,06</b>	<b>13</b>	<b>14,03</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

### 3.4.12.3.3. Fragilidad

#### 3.4.12.3.3.1. Cuenca No 1.

**Tabla 3-32.** Matriz de la Fragilidad – Cuenca No.1

FRAGILIDAD – CUENCA No.1					
Fragilidad Intrínseca					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Biofísicos	Pendiente	3			La pendiente que se evidencia es baja y se encuentre en la parte media de la cuenca.
	Vegetación		15		La vegetación hace referencia a pastizales rodeando la laguna.
Tradición	Uso frecuente, turismo	1			La realización de actividades turísticas es de poca probabilidad.
Fragilidad adquirida (accesos)				25	El acceso que se tiene a la observación de la cuenca es alto, ya que por ser una sábana permite tener más alcance de los que se encuentra en ella.
Factores De Visualización					
Tamaño		5			La cuenca tiene un gran tamaño, contribuyendo a que su fragilidad sea baja
Forma de la cuenca	Redonda			23	La cuenca presenta una alta fragilidad por la forma alargada que presenta.
Altura relativa	A nivel			20	La posición de observación de la cuenca es a nivel dándole una mayor fragilidad.
Contrastes	Color		12		Los tonos predominantes es el verde en diferentes tonalidades y azul.
	Brillo	5			Es un paisaje opaco
	Texturas		19		Se puede identificar texturas suaves y poco

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 79
---	--	-----------------------------



					ásperas, aunque en las montañas hay corrugadas.
	Formas		13		No hay gran variedad de formas en la cuenca, la mayor parte de esta es plana y onduladas en la montaña.
	Sol y sombra	9			No hay grandes contrastes de sombras y luz, de pronto en los lados de las montañas.
<b>SUBTOTAL</b>		23	59	68	Es una cuenca que se denota como medianamente frágil debido a la estructura y conjugación de elementos e indicadores visuales que se presentan dentro del lugar.
<b>TOTAL</b>		<b>13,0 (Medio)</b>			

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

En términos generales, esta cuenca es relativamente sensible hasta cierto punto debido a toda la intervención que se está llevando a cabo en la zona, lo que hace que el paisaje se fragmente muy fácilmente y se eleve la probabilidad de convertirse en una cuenca más sensible aun.


**Tabla 3-33.** Sensibilidad Paisajística de la Cuenca No. 1.

<b>SENSIBILIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA</b>		
Visibilidad y Calidad Visual	Fragilidad	Sensibilidad Paisajística de la cuenca
<b>14,03</b>	<b>13</b>	<b>14,07</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

3.4.12.3.3.2. Cuenca No 2.

**Tabla 3-34.** Matriz de la Fragilidad – Cuenca No.2

FRAGILIDAD – CUENCA No.2					
Fragilidad Intrínseca					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Biofísicos	Pendiente	2			La pendiente que se evidencia es baja y se encuentra en la parte media de la cuenca.
	Vegetación		19		La vegetación esta hace referencia al parche del Junco y macrófitas sobre el espejo de agua.
Tradición	Uso frecuente, turismo	1			La realización de actividades turísticas es de poca probabilidad.
Fragilidad adquirida (accesos)				25	El acceso que se tiene a la observación de la cuenca es alto, ya que por ser una sábana permite tener más alcance de los que se encuentra en ella.
Factores De Visualización					
Tamaño			11		La cuenca tiene un tamaño reducido, su fragilidad es baja
Forma de la cuenca	Redonda			20	La cuenca presenta una alta fragilidad por la forma que presenta.
Altura relativa	A nivel		18		La posición de observación de la cuenca es a nivel dándole una mayor fragilidad.
Contrastes	Color		10		Los tonos predominantes es el verde en diferentes tonalidades
	Brillo	8			Es un paisaje opaco
	Texturas			22	Se puede identificar texturas suaves y poco ásperas, aunque en las montañas hay

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 81

					corrugadas.
	Formas		13		No hay gran variedad de formas en la cuenca, la mayor parte de esta es plana y onduladas en la montaña
	Sol y sombra	9			No hay grandes contrastes de sombras y luz, de pronto en los lados de las montañas.
<b>SUBTOTAL</b>		20	71	67	Es una cuenca que se denota como medianamente frágil debido a la estructura y conjugación de elementos e indicadores visuales que se presentan dentro del lugar.
<b>TOTAL</b>		<b>13,0 (Medio)</b>			

Fuente: Alarcón et al., 2013


**Tabla 3-35.** Sensibilidad Paisajística de la Cuenca No. 2.

SENSIBILIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA		
Visibilidad y Calidad Visual	Fragilidad	Sensibilidad Paisajística de la cuenca
<b>14,03</b>	<b>13</b>	<b>14,07</b>

Fuente: Alarcón et al., 2013.

3.4.12.3.3.3. Cuenca No 3.

**Tabla 3-36.** Matriz de la Fragilidad – Cuenca No.3

FRAGILIDAD – CUENCA No.3					
Fragilidad Intrínseca					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Biofísicos	Pendiente	3			La pendiente que se evidencia es baja y se encuentre en la parte media de la cuenca.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 82
---	--	-----------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

	Vegetación			21	La vegetación está en un 80 % de la cuenca, predominando pastizales
Tradición	Uso frecuente, turismo	5			La realización de actividades turísticas es de poca probabilidad.
Fragilidad adquirida (accesos)				25	El acceso que se tiene a la observación de la cuenca es alto, ya que por ser una sábana permite tener más alcance de los que se encuentra en ella.
<b>Factores De Visualización</b>					
Tamaño		7			La cuenca tiene un gran tamaño, contribuyendo a que su fragilidad sea baja
Forma de la cuenca	Redonda			23	La cuenca presenta una alta fragilidad por la forma alargada que presenta.
Altura relativa	A nivel			24	La posición de observación de la cuenca es a nivel dándole una mayor fragilidad.
Contrastes	Color		14		Los tonos predominantes es el verde en diferentes tonalidades y azul.
	Brillo	7			El brillo de la cuenca es bajo debido a las condiciones climáticas.
	Texturas		16		Se puede identificar texturas suaves y poco ásperas.
	Formas	8			No se presenta gran variedad de formas en la cuenca, la mayor parte de esta es plana.
	Sol y sombra	7			Por condiciones climáticas la cuenca no presenta gran iluminación solar.
<b>SUBTOTAL</b>		37	30	93	Es una cuenca que se denota como medianamente frágil debido a la estructura y conjugación de elementos e indicadores visuales que se presentan dentro del lugar.
<b>TOTAL</b>		<b>13,0 (Medio)</b>			

Fuente: Alarcón et al., 2013

**Tabla 3-37.** Sensibilidad Paisajística de la Cuenca No. 3.

<b>SENSIBILIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA</b>		
Visibilidad y Calidad Visual	Fragilidad	Sensibilidad Paisajística de la cuenca
<b>14,03</b>	<b>13</b>	<b>14,07</b>


Fuente: Alarcón et al., 2013

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 83
---	--	-----------------------------



3.4.12.3.3.4. Cuenca No 4.

**Tabla 3-38.** Matriz de la Fragilidad – Cuenca No.4

FRAGILIDAD – CUENCA No.4					
Fragilidad Intrínseca					
					
		Bajo	Medio	Alto	INTERPRETACIÓN
		0,1-9,9	10-19,9	20-30	
Biofísicos	Pendiente			25	Predomina el peñasco con una pendiente que varía dentro del rango 75°-100°.
	Vegetación	8			Pobre en vegetación; predomina el peñasco que está siendo explotado y no presenta vida vegetal; a la altura inferior de la cuenca predomina la presencia de pastizales.
Tradición	Uso frecuente, turismo	3			No aplica debido a que es una zona de explotación.
Fragilidad adquirida (accesos)			12		Es una zona de acceso restringido impuesto por la actividad minera que se practica.
Factores De Visualización					
Tamaño				20	Consideración alta por su fondo que permite visualizar hasta la montaña, y las nubes.
Forma de la cuenca	Irregular		15		Mosaico escarpado.
Altura relativa	Dominante			20	Cuenca captada desde una altura inferior.
Contrastes	Color		14		Poca variedad de color: predominan el verde (en varias tonalidades), el ocre, y el azul claro.
	Brillo	5			Cuenca captada en un día opaco.
	Texturas	9			Predominio de texturas gruesas.
	Formas		18		Variación intermedia entre pendientes de muy bajo y muy alto grado, generando una forma triangular no trascendental.
	Sol y sombra	9			Cuenca espesamente nublado, sin embargo

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 84



				se observa en pequeña proporción de albedo.
<b>SUBTOTAL</b>	36	59	65	Es una cuenca que se denota como medianamente frágil debido a la estructura y conjugación de elementos e indicadores visuales que se presentan dentro del lugar.
<b>TOTAL</b>	<b>12,0 (Medio)</b>			

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

En términos generales, esta cuenca es sensible hasta cierto punto debido a toda la intervención que se está llevando a cabo en la zona, lo que hace que el paisaje se fragmente muy fácilmente y se eleve la probabilidad de convertirse en una cuenca más sensible aun.

**Tabla 3-39.** Sensibilidad Paisajística de la Cuenca No. 4.

<b>SENSIBILIDAD PAISAJISTICA DE LA CUENCA</b>		
Visibilidad y Calidad Visual	Fragilidad	Sensibilidad Paisajística de la cuenca
<b>14,03</b>	<b>12</b>	<b>13,6</b>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

### 3.5. Medio Biótico

Colombia es uno de los países más ricos en biodiversidad a nivel mundial, dentro de los diferentes ecosistemas existentes los sistemas de humedales se destacan por la singularidad a nivel de su biota, siendo las aves la clase que presenta mayor diversidad con numerosas especies de amplia distribución geográfica y especies endémicas (que no se encuentran en otra región del mundo) propias de estos lugares.

La diversidad biológica se define como la variedad de las formas de vida y se manifiesta en diversidad genética de poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes. La biodiversidad es el fundamento de la vida cotidiana y esencial para el desarrollo de un país como Colombia, pues la supervivencia del ser humano y de otras especies depende de ella.

#### 3.5.1. Relación Fauna y Flora

La naturaleza ha dado estrategias a las plantas para producir su dispersión, haciendo los frutos más agradables y las semillas, generalmente desagradables. En los frutos capsulares hay semillas que se despegan del fruto acompañadas de cierta carnosidad total o parcial (arilo), la cual es ingerida por



los animales para luego expulsar la semilla. Los colores son un indicador especial en los frutos, característica que puede ser común a una familia, como el sombrero rojizo de las Lauraceas o la carnosidad a arilo rojizo de las Myristicaceas.

Existen frutos y semillas que deben ser consumidos muy frescos, porque si se maduran demasiado pueden ser venenosos. Se encuentran frutos que explotan en el árbol lanzando las semillas al suelo, mientras otros caen por gravedad. A la acción de los depredadores pueden escapar embriones que luego germinan y los animales dispersores transportan la semilla a lugares distantes.

Además de las características de color y sabor de frutos y semillas, muchas requieren el proceso de estratificación para germinar, el cual se cumplen la boca o en el aparato digestivo de los animales. En otros casos, en el momento en que el animal agarra el fruto, la semilla salta para caer al suelo o quedar pegada al animal como en el caso de las Lorantaceas, debido al pegante adhesivo que las caracteriza.

Dentro de las aves se distinguen cuatro tipos: Aves que consumen el fruto para deyectar la semilla escarificada después de cierto tiempo. Aves que colocan la semilla en el buche para luego desecharlas. Aves que al dar el picotazo provocan que la semilla salte sin ser picada o introducida al aparato digestivo.

### **3.5.2. Componente Fauna**

Más allá de su productividad vegetativa la fauna de los humedales está compuesta por diversas clases como mamíferos, aves, peces, anfibios, reptiles, crustáceos, insectos, anélidos y el zooplancton; estos animales se alimentan de material vegetal o entre sí en los diferentes niveles de la cadena trófica. Otros animales llegan al humedal proveniente de zonas secas para alimentarse, beber agua y a su vez ser presa de especies residentes en el humedal.

La región subxerófitica de la Herrera es un enclave que se encuentra localizado en el límite sur occidental de la Sabana de Bogotá, desde el valle bajo del río Tunjuelo hasta cerca de Bojacá con un rango altitudinal entre 2500 y 2900 m (área seca alto andina) (Vera, 2003).

Se localiza aproximadamente a 25 kilómetros de distancia de Bogotá por la carretera Bogotá-Mosquera-La Mesa, a 2 kilómetros sobre el ramal Mosquera – la Mesa, a la altura en que se

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 86
---	--	-----------------------------



atraviesa sobre los ríos Bojacá y Subachoque, sitio conocido como los “puentes”, se continua a la derecha por una carretera que bordea el humedal, la cual se observa 200 m delante de este último desvío.

Morfológicamente es irregular, con una longitud de 3.000 metros en sentido oriente-occidente y 1.500 metros en su parte más amplia (sentido norte – sur). Pertenece a la cuenca del río Bojacá con un área de 310 hectáreas, donde el 54% de esta superficie pertenece al municipio de Facatativá. 26% a Bojacá, 14% a Madrid y 6% a Mosquera (CAR, 1989).

De acuerdo a CI-2002, la Laguna de la Herrera es el único cuerpo natural de agua de importancia que queda en el altiplano cundí boyacense y por esta razón se constituye en un ecosistema de alto valor ecológico ya que se encuentra en el final de un sistema de valles y chucuas que tiene su origen en la zona y en los cerros secos entre Bojacá y Mondoñedo.

El área de influencia directa de la laguna La Herrera, se caracteriza por presentar organismo representantes de fauna tropical con una variedad biótica de gran interés; pero la deforestación, las actividades agropecuarias y el desarrollo antrópico han contribuido y fomentado la desaparición y migración de un gran número de especies, prevaleciendo solamente aquellas capaces de sobrevivir en hábitats modificados, por lo tanto su preservación deberá continuar con ayuda de los diferentes programas ambientales que se desarrollan en este importante ecosistema de la Sabana de Bogotá.

#### 3.5.2.1. Anfibios

La presencia de anfibios en el humedal de Laguna de la Herrera como en los humedales en general de la Sabana de Bogotá es muy reducido y en ocasiones ausente por el clima relativamente seco que presenta este sector; así como a los cambios climáticos fuertes en el año.

Las dos especies residentes en el la Laguna de la Herrera, la rana sabanera *Hyla labialis* y el sapito *Colostethus subpunctatus*, son bastante generalistas y se encuentran en la zona de ronda del cuerpo de agua y sus alrededores sino en quebradas, potreros anegados, páramos y estanques. Los renacuajos de ambas son muy sensibles a la contaminación de tal forma que la calidad del agua en el sector NE del humedal favorece el refugio y reproducción de estas especies (**Tabla 3-40**).

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 87

Tabla 3-40. Anfibios presentes en el humedal Laguna de la Herrera

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERISTICAS GENERALES
Dendrobatidae	<i>Colostethus subpunctatus</i>	sapito	Es endémico de la cordillera Oriental, residente parcial al humedal. Frecuenta los pastos y el humedal, es insectívoro. Se encuentra amenazado por contaminación del agua. En cuanto a su situación de conservación es poco preocupante. Tiene una baja capacidad de dispersión. Se distribuye desde el páramo hasta las zonas rurales
Hylidae	<i>Hyla labialis</i>	Rana sabanera	Es endémica de la cordillera Oriental, residente parcial al humedal. Frecuenta la vegetación acuática del humedal, es insectívoro. Se encuentra amenazado por contaminación del agua. Durante las visitas realizadas no se evidenció su presencia en el humedal. En cuanto a su situación de conservación es poco preocupante. Tiene una baja capacidad de dispersión. Se distribuye desde el páramo hasta las zonas rurales

Fuente: Observaciones objeto del estudio en campo e información convenio Car – Fonade, 2003.

En razón a lo anterior estas especies en el humedal no se pueden considerar amenazadas por su rápida colonización. Hay reportes no confirmados de la liberación del sapo *Bufo marinus* en la laguna de La Herrera, pero es poco probable que los renacuajos de esta especie de tierra caliente sobrevivan a estas elevaciones.

### 3.5.2.2. Reptiles

A pesar de presentar poca diversidad en el humedal, por ser una zona seca y de temperatura baja se presentan de manera ocasional y residente permanente como es el caso de la serpiente huertera *Liophis epinepheles bimaculatus* siendo las ranas su alimento favorito.

Las serpientes *Atractus* spp. pueden estar presentes en las rondas, pero generalmente evitan las zonas de inundación, razón por la cual en la zona de ronda de la Laguna de la Herrera es poco probable encontrarla. Durante las visitas se revisó sectores cercanos a zona de ronda sin evidencia de la especie.

Los lagartos no se consideran característicos de los humedales de la Sabana, ya que prefieren ambientes de matorral de los cerros y bosques; sin embargo se registran en los listados de fauna. Igualmente no se registra reptiles exóticos con poblaciones establecidas en el humedal de Laguna de la Herrera. En la siguiente **Tabla (3-41)** se presentan las familias de este grupo faunístico presentes en el humedal

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 88
--	---------------------------------------	----------------------

Tabla 3-41. Reptiles presentes en el humedal Laguna de la Herrera

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERISTICAS GENERALES
Colubridae	<i>Atractus weneri</i>	Culebra tierrera	Es endémica del altiplano Cundí boyacense. Se ubica en las zonas de borde con vegetación, zonas de ronda de los humedales en época seca. Su dieta se basa en insectos. Su hábito es nocturno razón por la cual se ven muy poco
	<i>Atractus crassicaudatus</i>		
Colubridae	<i>Liophis epinephelus bimaculatus</i>	Culebra sabanera	Especie de amplia distribución. Residente del humedal. Su hábitat agua poco profunda con vegetación. Es propio de los humedales. Cuando se incrementa el aporte orgánico a las aguas su población se ve disminuida

Fuente: Observaciones objeto del estudio en campo e información convenio Car – Fonade, 2003.

### 3.5.2.3. Artrópodos

Algunos crustáceos trepadores son fitófagos o sea que se alimentan de algas, hojas o flores de ciertas plantas, sin descartarse la posibilidad que coman frutos o dispersen semillas. Son pocos los casos conocidos en los insectos dispersores de semillas, siendo el más conocido el de las larvas y adultos de cucarrones que producen la germinación endozoocera de los guarumos, cuyas semillas germinan en el vientre del animal para luego ser expulsadas en forma de planta.

En cuanto a los depredadores se cuentan muchos insectos especializados que atacan los órganos para procurar el alimento primario o secundario. Entre los fitófagos están las larvas de mariposas y las hormigas (*Ata* sp). Las mariposas más representativas pertenecen a las familias Papilionidae, Pieridae, Danaidae, Ithomidae, Heliconidae, Nymphalidae y Morphidae. Entre los xilófagos se encuentran algunos coleópteros y comejenes que, además son liberófagos (comen corteza viva o libre), ritidógados (comen corteza muerta o ritidoma), carpófagos (comen frutos verdes, maduros o en descomposición) y espermatófagos (comen semillas).

Existe una gran abundancia de invertebrados, muchos de los cuales viven a expensas de los múltiples depósitos de detritos que aparecen colmatando, existe una repartición porcentual más heterogénea entre los órdenes díptera, Hymenoptera (Apidae: *Apis* sp., *Bombus* spp.), Odonata, Coleoptera (Melolonthidae), Araneae (Araneidae, Lycosidae; *Lycosa* sp.), Homoptera (Membracidae), Isopoda, Hemiptera, Dermáptera, Coleoptera y una eventual participación de Opilionidos, Formicidios y Pasálidos.

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 89
--	---------------------------------------	----------------------

#### 3.5.2.4. Mamíferos

Si bien se registra mamíferos en todos los humedales de la Sabana, la gran mayoría hace parte de registros casuales que se encuentran en la zona de ronda o periféricas a los humedales. Especies como el conejo *Sylvilagus brasiliensis* y la musaraña *Cryptotis thomasi*, siendo especies terrestres evitan las zonas inundables.

Los murciélagos insectívoros son atraídos por la oferta alimentaria de la Laguna, es así como (Arias, 1993) reporta el murciélago *Anoura geoffroyi*. De acuerdo a información de los habitantes de la zona se presenta en el costado nororiental de la laguna, la chucha o fara *Didelphis albicularis* visita la laguna ocasionalmente pero no es característico de la Laguna.

De los pocos mamíferos realmente propios de la laguna sigue siendo el curí *Cavia anolaimae*, que además es endémico al altiplano; es probable que los brotes tiernos del junco (*Scirpus*) y las cortaderas (*Carex*, *Cyperus*) sean sus alimentos predilectos. Se observaron 4 ejemplares de un tamaño aproximado de 45 cm. en el costado noroccidental del humedal Aunque no limitada a laguna, la comadreja *Mustela frenata* es residente en ella de acuerdo a información de los pobladores de la zona, en donde depreda tanto curíes y otros roedores como nidos de aves.

Como grupo, los mamíferos se distinguen por la cantidad de especies exóticas presentes en los humedales, en el área de influencia directa del humedal están puestas allí directamente por el hombre como el ganado vacuno y equino y los perros que realizan labores de pastoreo en el sector sur de la laguna. De todas formas, los perros pueden representar una amenaza seria para el curí y varias aves de la Laguna, especialmente las tinguas (*Rallus*, *Gallinula*, *Fulica*) y la garcita dorada (*Ixobrychus exilis bogotensis*). No se cuentan con estudios que evalúen cuantitativamente el impacto de estas especies exóticas sobre la fauna y flora autóctona de la laguna. La **Tabla 3-42** relaciona las familias de este grupo faunístico presentes en la Laguna de la Herrera.

Tabla 3-42. Mamíferos presentes en el humedal Laguna de la Herrera

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERISTICAS GENERALES
Didelphidae	<i>idelphys albiventris</i>	Chucha, fara	Especie de amplia distribución, su hábitat preferido son los bosques y matorrales, se le considera visitante ocasional al humedal ya que prefiere los ambientes secos. Tiene una dieta omnívora, visita ocasionalmente los humedales para forrajear, especialmente entre el junco ( <i>Scirpus</i> )
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja	Sus hábitos preferidos son la vegetación densa y matorrales. De vida nocturna. Se le considera visitante ocasional a la laguna, no se acerca mucho a ella
Caviidae	<i>Cavia anolaimae</i>	curí	Es endémico del altiplano cundí boyacense, es residente del humedal, su hábitat preferido la vegetación acuática emergente. Se registraron madrigueras en el costado noroccidental de la laguna. La mayor amenaza que presenta por la cacería del hombre.
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorro	Su hábitat preferido es el matorral y el bosque, son de hábitos nocturnos, no frecuenta la laguna, se mantiene en la zona seca del ecosistema
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de monte	Su hábitat preferido, pastizales, matorrales y páramo, es visitante ocasional de la laguna
Muridae	<i>Oryzomys gracilis</i>	ratón	Reportado por Arcila y Rengifo en 1990. Su habita preferido es la vegetación densa
<b>ESPECIES EXOTICAS</b>			
Canidae	<i>Canis familiaris</i>	perro	Se observan pastoreando costado sur de la laguna
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Vaca, toro,	Consumo vegetación del humedal, especialmente lengua de vaca ( <i>Rumex sp</i> ) afecta su regeneración, pisotea y revuelca el suelo, sus excrementos contribuyen a la eutricación es bastante identificable en la finca de propiedad privada costado noroccidental de la laguna
Equidae	<i>Equus caballus</i>	Caballo, yegua	Durante las visita se observó un ejemplar en la zona de canteras

Fuente: Observaciones objeto del estudio en campo e información convenio Car – Fonade, 2003.

### 3.5.2.5. Aves

De los grupos faunísticos presentes en el humedal es el de mayor diversidad y numero apreciable de especies. Una alta población de aves propias de los ambientes húmedos en especial las residentes permanentes se encuentran en la laguna de la Herrera ambiente propicio para su desarrollo y anidación como el zambullidor andino o cira (*Podiceps andinus*), la tingua bogotana (*Rallus*

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 91
--	---------------------------------------	----------------------





*semyplumbeus*), el chirriador o cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y siete subespecies más ampliamente distribuidas como el pato de pico de oro (*Anas georgica niceforoi*), el pato colorado (*Anas cyanoptera borreroi*), la garcita dorada (*Ixobrychus exilis bogotensis*), la tingua pico amarillo (*Fulica americana columbiana*), la tingua pico verde (*Gallinula melanops bogotensis*), el mosquerito pantanero (*Polystictus pectoralis bogotensis*) y la monjita (*Agelaius icterocephalus bogotensis*), muy características de la laguna en su sector medio. Con relación a la presencia de avifauna en la zona de ronda o periférica de la laguna, se observó las torcazas (*Zenaida auriculata*), reinitas (*Diglossia sittoides*), oropéndolas (*Sturnella magna*), el sirirí o paparote (*Tyrannus melancholicus*), el cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y copetón (*Zonotrichia capensis*).

En el costado norte se encuentra la garza del ganado, debido posiblemente a los cambios climáticos y el aumento de la ganadería lechera en el sector con la introducción del pasto *kikuyu*. La única subespecie periférica local que se puede considerar amenazada es la alondra *Eremophila alpestris* peregrina, que posiblemente fue frecuente observarla en las rondas abiertas de la laguna, especialmente en sector norte (aunque no restringida a ellas). La invasión del pasto *kikuyu* a las rondas de los humedales y las zonas abiertas de la Sabana en general) es sin duda el factor que ha llevado a este taxón, perteneciente a una especie muy ampliamente distribuida, a un estado alerta a los conservacionistas.

De las observaciones realizadas en campo y consulta de la literatura para el humedal de Laguna de la Herrera se registran 24 especies de las cuales 16 son residentes permanentes a excepción de la garza del ganado *Bubulcus ibis*, que toma su alimento fuera la laguna y 9 especies periféricas de aves terrestres residentes y 2 especies migratorias que ocurren regularmente en las rondas. “En el sector medio y norte de la humedal se encuentra la mayor concentración de aves, residentes permanentes que viven en el cuerpo de agua debido a que aún presenta características semi rurales y de poca intervención; además la población de junco y Enea, aunque no es favorable para la avifauna, forma una barrera de protección que impide el acceso a un parche de sombrillita y buchón pequeño, ambiente propicio para la consecución de alimento por parte de las tinguas. En las zonas donde la cobertura de Junco es mayor, se concentra la población de monjitas y cucarachero de pantano, entre otros, especies endémicas y en vía de extinción” (Malavera & Valencia 2001).

Por lo anterior se hace necesario mantener conservados los espejos de agua de la laguna por la variedad de avifauna y población de los taxones propios de humedal. La **Tabla 3-43**, relaciona las

ELABORADO POR:	Fecha:	Línea Base
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	3 - 92



especies de avifauna presentes en la laguna de la Herrera de acuerdo a las características fisionómicas de la vegetación acuática y terrestre (Mapa de Fauna Laguna de la Herrera).

**Tabla 3-43.** Aves presentes en la Laguna de la Herrera de acuerdo a la composición fisionómica de la vegetación

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS FISIONÓMICAS DE VEGETACIÓN
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Vegetación tipo pastizal denso de 30 a 40 cm. de altura, sobre agua, sobre lodo y sobre suelo y macrofitas que crecen en agua panda para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 40 cm. de alto como barbasco <i>Polygonum sp</i> , sombrilla de agua <i>Hydrocotyle sp</i> , lengua de vaca <i>Rumex</i>
	<i>Casmerodius albus</i>	Garza real	Macollas gigantes de junco, hasta 4 m de altura, con espacios entre tallos y macollas, creciendo en agua y macrofitas que crecen en agua panda y emergen para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 50 cm
	<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Macollas de junco hasta de 4 m de altura con poco agua por debajo con <i>Pennisetum clandestinum</i> y lengua de vaca <i>Rumex conglomeratus</i> y enea <i>Typha latifolia</i>
	<i>Butorides striatus</i>	Garcita rayada	Agua hasta de un (1) m. de profundidad con vegetación acuática sumergida, en elodea y <i>Potamogeton sp</i>
ANATIDAE	<i>Anas discor</i>	Garceta aliazul	Agua sin vegetación sumergida con frecuencia mas profunda que un metro

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 93

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

RALLIDAE	<i>Gallinula chloropus</i>	Tingua pico rojo	Macollas de junco hasta de 4 m de altura con poco agua por debajo con <i>Pennisetum clandestinum</i> y lengua de vaca <i>Rumex conglomeratus</i> y enea <i>Typha latifolia</i>
	<i>Porphyryla martinica</i>	Polla azul	
RALLIDAE	<i>Fulica americana</i>	Tingua pico amarillo	Agua sin vegetación sumergida con frecuencia mas profunda que un metro y Macollas de junco hasta de 4 m de altura con poco agua por debajo con <i>Pennisetum clandestinum</i> y lengua de vaca <i>Rumex conglomeratus</i> y enea <i>Typha latifolia</i>
SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago nobilis</i>	caica	Macollas de junco hasta de 4 m de altura con poco agua por debajo con <i>Pennisetum clandestinum</i> y lengua de vaca <i>Rumex conglomeratus</i> y enea <i>Typha latifolia</i>  Macollas gigantes de junco, hasta 4 m de altura, con espacios entre tallos y macollas, creciendo en agua y macrofitas que crecen en agua panda y emergen para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 50 cm
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoi grande	
	<i>Tringa flavipes</i>	archibibe	
	<i>Actitis macularia</i>	andarrios	
	<i>Gallinago gallinago</i>	becasina	
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Paloma collareja	En potreros y prados, pasto denso corto y continuo, mantenido por el pastoreo del ganado en borde de humedal
FURNARIDAE	<i>Synallaxis subpudica</i>	colaespina	Bosque de árboles sembrados que incluye especies nativas y exóticas en zona de ronda del humedal y arbustos como abutilón densos o ralos de árboles y arbustos exóticos, o a veces sembrados muchos años atrás

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 94

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	atrapamoscas	Bosque de árboles sembrados que incluye especies nativas y exóticas en zona de ronda del humedal y arbustos como abutilón densos o ralos de árboles y arbustos exóticos, o a veces sembrados muchos años atrás.
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri	
HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina sabanera	Hábitat variado que va desde bosque denso de porte denso de porte bajo a denso, potreros y prados, masas densas y continuas mantenido por el pastoreo.
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	Mirla negra	Bosque o rodales densos o ralos de árboles exóticos, sembrados muchos años atrás y masas densas altas (en ocasiones hasta de 1 m o más e invasivas de pasto kikuyo cerca de o traspasando el borde del humedal)
TROGLODITYDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	cucarachero	Macollas gigantes de junco, hasta 4 m de altura, con espacios entre tallos y macollas, creciendo en agua y macrofitas que crecen en agua panda y emergen para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 50 cm
VIREONIDAE	<i>Vireo olivaceu</i>	Vireo ojirajo	Bosque o rodales densos o ralos de árboles exóticos, sembrados muchos años atrás y masas densas altas (en ocasiones hasta de 1 m o más e invasivas de pasto kikuyo cerca de o traspasando el borde del humedal)
ICTERIDAE	<i>Agelaius icterocephalus</i>	Monjita bogotana	Macollas gigantes de junco, hasta de 4 m de altura, con espacios entre tallos y macollas, creciendo en agua.
	<i>Molothrus bonariensis</i>	chamón	Macollas gigantes de junco, hasta de 4 m de altura, con espacios entre tallos y macollas, creciendo en agua.
	<i>Sturnella magna</i>	chirlobirto	Macrofitas que crecen en agua panda y emergen para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 50 cm.
	<i>Icterus chrysater</i>	turpial	Árboles que crecen aislados en fila o rodales a lo largo de los bordes del sector norte del humedal
PARULIDAE	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita naranja	Árboles que crecen aislados en fila o rodales a lo largo de los bordes del sector norte del humedal
	<i>Basileuterus nigrocristatu</i>	Reinita coloruinegra	
	<i>Conirostrum rufum</i>	conirostro	
THRAUPIDAE	<i>Thraupis episcopus</i>	azulejo	
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis spinescens</i>	jilguero	Árboles que crecen aislados en fila o rodales a lo largo de los bordes del sector norte del humedal
EMBERIZIDAE	<i>Pheucticus aureoventris</i>	picogordo	Hábitat variado que va desde bosque denso de porte denso de porte bajo a denso, potreros y prados, masas densas y continuas mantenido por el pastoreo.
	<i>Sicalis luteola</i>	sicalis	
	<i>Sicalis citrina</i>	canario	
	<i>Zonotrichia capensis</i>	copetón	

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 95

La laguna de la Herrera adquiere una connotación importante en cuanto a la presencia de especies de aves con una zonificación significativa e importante dentro del ecosistema como es la presencia de la familia Ardeidae con cuatro (4) especies representativas, la familia Scolopacidae con cinco (5) especies registradas en la laguna, la familia Rallidae y Anatidae en los espejos de agua y sectores de la laguna con macrófitas acuáticas emergentes con profundidades menores a 1 m.

Es característica las familias Icteridae, parulidae y Trogloditidae en la zona de litoral de la laguna. Así mismo familias como: Emberizidae, fringillidae, Thraupidae y Vireonidae, hacen parte importante de la zona de ronda de la laguna aun cuando esta vegetación presente en la zona de ronda es característica de condiciones xerófitas y de matorral.

### **3.5.3. Componente Flora**

La vegetación predominante en la zona es de tipo subxerofítico. De acuerdo con la clasificación de las formaciones vegetales propuestas por Holdridge, el área se encuentra dentro del Bosque Seco montano Bajo.

Las especies vegetales que se encuentran en el área del proyecto fueron investigadas por Cardozo en 1.965, quien afirma que: La escasez de información acerca de las comunidades vegetales de la zona así como el hecho de que actualmente presentan graves problemas originados por la erosión y el sobrepastoreo, motivo la realización de un trabajo sobre dichas comunidades, obteniendo el Estudio Fitoecológico de la Región Semiárida de La Herrera.

#### **3.5.3.1. Cobertura Vegetal Actual**

La zona de estudio se destaca por tener una baja diversidad de especies vegetales, esto se evidencia por la dominancia del porte arbustivo en la cobertura vegetal, por las difíciles condiciones climáticas presentes además de las continuas prácticas agrícolas que ejercen una gran presión sobre el ecosistema y por las limitaciones en la profundidad efectiva de sus suelos.

La caracterización realizada en el Humedal Laguna de la Herrera dio como resultado la identificación de diferentes tipos de cobertura vegetal, cada una de estas coberturas presenta características



propias producto de la dinámica ecológica y de las diferentes intervenciones que se dan a nivel antrópico.

### 3.5.3.2. Vegetación Terrestre

El sector norte del humedal se caracteriza por el desarrollo de actividades agropecuarias, encontrándose extensas áreas de cultivos de papa y hortalizas al occidente y sectores dedicados a la producción de pastos al oriente. Estas actividades tienen inferencia directa sobre el componente florístico, debido a que acentúan los procesos de terrificación y fomentan la interface tierra-agua, generando condiciones favorables para el desarrollo y avance de ciertas especies de macrófitas y pastos, dadas por procesos de colmatación, sedimentación, alta carga orgánica por excremento de animales y lixiviados de fertilizantes y herbicidas.

Se encuentran individuos de porte arbóreo, pertenecientes a especies de Sauce (*Salix humboldtiana*), Eucalipto común (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus lusitanica*), Acacia bracatinga (*Albizia lophanta*), y Acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), distribuidos a manera de corredores o cordones ruderales y utilizados como barreras vivas para alinderamiento de potreros y en bordes de vía.

En el sector occidental del humedal, se han realizado actividades de plantación por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, pero los cambios bruscos en los niveles de agua y el pastoreo en las zonas próximas al cuerpo del humedal han relegado estas plantaciones a la presencia de escasos individuos aislados de las especies Hayuelo (*Dodonea viscosa*) y Acacia bracatinga (*Albizia lophanta*), con alturas menores a 1 metro.

En este mismo sector y en algunas áreas próximas a la carretera que conduce a los Puentes, se han desarrollado pequeñas plantaciones, que en la actualidad presentan un buen desarrollo con alturas entre 1 y 2 metros, que también presentan afectación por el pastoreo que se realiza de manera ilegal en las zonas próximas al cuerpo del humedal. Entre las especies plantadas se encuentran Aliso (*Alnus acuminata*), Hayuelo (*Dodonea viscosa*), Ciro (*Baccharis bogotensis*), Espino garbanzo (*Duranta mutissi*), Acacia bracatinga (*Albizia lophanta*), Acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), Retamo liso (*Cytisus monspessulanus*), entre otras.

### 3.5.3.3. Vegetación Acuática y Semiacuática.

Las plantas acuáticas cubren casi la totalidad del cuerpo de agua, con excepción de algunos espejos de agua en el sector central y noroccidental. Dentro de las comunidades dominantes se encuentran:

- ④ Juncales (*Schoenoplectus californicus*), distribuidos en pequeños parches a lo largo de todo el humedal, con tres núcleos principales; uno que cubre el extremo sur-occidental, el segundo en la zona central del humedal y el tercero al extremo noroccidental.
- ④ Comunidad de Lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), distribuida en todo el humedal, bordeando los núcleos de junco y colonizando desde la periferia del cuerpo de agua hacia su interior.
- ④ Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*), con parches discontinuos en todo el humedal y un núcleo principal al costado sur-oriental.
- ④ Hierba de sapo (*Polygonum Hydroperoides*), con parches consolidados al costado euroccidental.
- ④ Botoncillo (*Bidens laevis*), con pequeños parches discontinuos en todo el humedal y tres núcleos; uno al costado sur-oriental cerca a los puentes, otro al extremo norte en límites con el cauce del río Bojacá y el último al extremo occidental.
- ④ Comunidades de lentejas (*Wolffia* sp. y *Lemna* sp), en pequeños parches discontinuos de vegetación flotante distribuidos en todo el humedal.
- ④ Comunidad de Sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), en la periferia de los colchones de lenteja y a lo largo de toda la zona de ribera.
- ④ La población de Enea (*Typha angustifolia*) se encuentra relegada a pequeños parches al borde de la vía que conduce a los puentes.

### 3.5.3.4. Dinámica Estructural de los Biotopos

En el Humedal Laguna de la Herrera se distinguen claramente dos biotopos: uno terrestre que comprende la ronda hidráulica y zonas perimetrales a esta, y otro acuático que incluye el cuerpo de agua y las zonas anegadas temporales.

ELABORADO POR:	Fecha:	Línea Base
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	3 - 98

#### 3.5.3.4.1. Biotopo Terrestre

- ④ Pastizales de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en áreas con diferentes características:
- ④ Áreas terrificadas con inundación temporal.
- ④ Áreas no inundables (zonas dedicadas a labores agropecuarias)
- ④ Áreas periféricas al cuerpo del humedal, en donde se presenta como borde de comunidades semiacuáticas (Juncos, Lengua de vaca, Botoncillo, etc.).
- ④ Cordones ruderales de especies foráneas y nativas: Siembras direccionadas a establecer barreras vivas arbóreas o arbustivas para alinderamiento de potreros. Se encuentran como núcleos lineales de dosel continuo con alturas superiores a 20 metros.

#### 3.5.3.4.2. Biotopo Semiacuático.

Este biotopo se encuentra conformado por la vegetación de ribera principalmente de junco, lengua de vaca, barbasco, botoncillo y enea acompañada de pastos y algunas herbáceas. Algunos sectores de esta zona se encuentran en mal estado debido a la presencia de basuras y al ingreso de personas y perros que deforman la estructura de los juncales.

#### 3.5.3.4.3. Biotopo Acuático

En el sistema acuático se encuentran la vegetación flotante y emergente del humedal. Se encuentran parches consolidados de Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), Lentejas (*Lemna*, *Wolffia*), Helecho acuático (*Azolla filiculoides*), Buchón pequeño (*Limnobium laevigatum*) y Sombrilla de agua (*Hydrocotyle rannunculoides*).

#### 3.5.3.5. Dinámica Sucesional

Todos los ambientes lénticos, tienden a desaparecer en un proceso ecológico donde la velocidad con que se efectúe debe ser la preocupación, si se desea conservar estos ambientes. De acuerdo con las variaciones del clima, en especial las de la precipitación, pueden presentarse avances hacia la terrización y en otros casos igualmente se puede invertir el proceso hacia las fases de inundación con aumento de la vegetación acuática y de pantano; expresándose estos cambios en la riqueza y diversidad de especies y en la aparición y desaparición de estirpes. (EAAB y conservación Internacional, 2003).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 99
---	--	-----------------------------





Se entiende a la sucesión como el proceso de desarrollo del ecosistema en dirección a una mayor productividad, biomasa, complejidad, estabilidad y control del ambiente por los seres vivos. La sucesión se caracteriza por el reemplazamiento de unas especies por otras en un lugar a través del tiempo. Aunque en los ecosistemas terrestres la sucesión vegetal es la más evidente, la sucesión es un proceso de desarrollo y reemplazamiento a todo nivel: físico, biótico y social. (DAMA, 2000)

La sucesión comienza en sus primeras fases sobre el sustrato desnudo (denominada sucesión primaria), tal desnudez implica la sujeción a la variación amplia, frecuente y abrupta de los factores físicos. Las especies vegetales pioneras han de colonizar el sitio bajo tales condiciones, donde además la competencia se centra en la ocupación acelerada de la mayor porción del espacio disponible. De esta forma, las especies pioneras y priserales compiten fuertemente por espacio, por medio de sus adaptaciones (ciclos de vida cortos – estrategias r-) y mecanismos de propagación (reproducción pronta y profusa) a costa de invertir muy poco en estructuras perdurables.

A consecuencia de este proceso de colonización de especies agresivas es la ocupación cerrada del sustrato, la elevación de la humedad del suelo, el aumento en el aporte de materia orgánica en los horizontes superficiales y en general el suavizamiento de las oscilaciones de los parámetros ambientales físicos. Lo que favorece como ventaja adaptativa, la incursión de organismos con estructuras más perdurables, que tendría más oportunidades de reproducción.

Surgen así los elementos de la siguiente etapa sucesional, los cuales por su volumen modifican las condiciones existentes a su llegada, hasta el punto de excluir a sus antecesores, repitiéndose este ciclo dinámico hasta que no es posible una modificación mayor del ambiente y para las condiciones presentes no hay mejores competidores. La comunidad en este punto es reemplazada sólo por sus propios descendientes, conservando su composición, estructura y función básicas, a lo que se denomina clímax sucesional.

En el proceso de sucesión vegetal asociado a la terrización y a la pérdida del espejo de agua, influyen decisivamente los cambios climáticos, con oscilaciones fuertes de la precipitación y de la temperatura, que se refleja en la aparición y desaparición de las comunidades y de especies; pero la baja riqueza que se presenta en los humedales, se debe principalmente a la intervención humana a la que han estado sometidos, generando un alto grado de deterioro. Por esto se les considera como uno de los ecosistemas más amenazados en la actualidad. (EAAB y Conservación Internacional, 2003).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 100
---	--	------------------------------



El Humedal Laguna de la Herrera se encuentra en sus últimos estados a nivel sucesional (encenegación), es decir, que se han reemplazado las comunidades de especies sumergidas y flotantes por comunidades de especies enraizadas, que gracias a los procesos de sedimentación y colmatación tienen el ambiente propicio para su desarrollo y colonización.

La restauración ecológica es sinónimo de sucesión asistida (o regeneración asistida), en donde se efectúa el restablecimiento artificial, total a parcial de la estructura y función de los ecosistemas deteriorados por causas naturales o antrópicas. Opera por medio de transformaciones ambientales en apoyo y en la dirección de las tendencias generales de la sucesión, lo que implica el manejo de factores físicos, bióticos y sociales. (DAMA, 2000).

Desde el punto de vista anterior, es importante hacer mención de los trabajos de revegetalización desarrollados en el humedal, en los cuales se incluyen especies dinamogenéticas (*Alnus acuminata*, *Dodonea viscosa*, *Baccharis latifolia*, entre otras), que por sus características de precursores leñosos producen cambios en el ambiente, creando un espacio propicio para el desarrollo de nuevas especies, y que a su vez generan una oferta alimenticia para la avifauna residente y migratoria del humedal.

#### 3.5.3.6. Estructura de la Vegetación

A continuación se presentan los tres perfiles de vegetación levantados en el Humedal Laguna de la Herrera, en los cuales se determinaron las especies de vegetación acuática, semiacuática y terrestre presentes, su distribución en planta y perfil, su altura y la de unidad de cobertura en la que se encuentran.

##### 3.5.3.6.1. Perfil de vegetación No. 1.

Localización: P1 (E: 979,628 – N: 1010,217) Sentido: Occidente - Oriente

P2 (E: 979,672 – N: 1010,307)

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 101
---	--	------------------------------

④ Sector A. (Pastos y Cordón ruderal)

Se encuentran zonas de pastos con presencia de herbáceas y algunos parches de Lulo de perro (*Solanum marginatum*). En proximidades del cuerpo del humedal al borde de la vía se presenta un cordón ruderal compuesto en su mayoría por árboles de Sauce (*Salix Humboldtiana*) con alturas superiores a los 6 metros. La distribución de las especies es lineal con distancias variables y presencia de algunos renuevos en el talud. Otras especies presentes en sectores aledaños son la Acacia bracinga (*Albizia lophanta*) y Acacia negra (*Acacia decurrens*).

④ Sector B. (Comunidades Acuáticas)

Existen parches compuestos por Botoncillo (*Bidens laevis*), Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) y Lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), con comunidades de sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) en su periferia.

④ Sector C. (Pastos - Cordón ruderal)

Compuesto por pastizales de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

3.5.3.6.2. Perfil de vegetación No. 2.

Localización: P1 (E: 977,685– N. 1010,118)

P2 (E: 978,474 – N. 1011,345) Sentido: Sur - Norte

④ Sector A. (Pastizales – Comunidades Acuáticas)

Se encuentra dominado por pasto kikuyo (*pennisetum clandestinum*), con presencia esporádica de otras especies herbáceas y arbustivas, entre las cuales se encontró un individuo de Lulo de perro (*Solanum marginatum*) y una Acacia negra (*Acacia decurrens*). En este sector se encuentra una pequeña acequia a donde llegan las aguas residuales producto de la extracción de materiales para construcción, en donde se encuentra establecida una comunidad de Lengua de Vaca.

### ④ Sector B. (Comunidades Acuáticas)

Se encuentran parches consolidados de Junco (*Schoenoplectus californicus*), Lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*), Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*) y Lenteja de agua (*Lemna minor*) en cercanías del espejo de agua, visitado frecuentemente por especies de avifauna.

En el costado norte cerca al cauce del río Bojacá se presentan parches mixtos compuestos por Botoncillo y Jacinto de agua (*Bidens laevis* y *Eichornia crassipes*), se denota el avance de la comunidad de lengua de vaca, que coloniza las áreas circundantes a los juncales.

### ④ Sector C. (Pastizales)

Zonas de pastoreo compuestas por pastizales de Kikuyo (*pennisetum clandestinum*).

#### 3.5.3.6.3. Perfil de vegetación No. 3

Localización: P1 (E: 977,100 – N. 1010,785)

P2 (E: 977,551 – N. 1011,981) Sentido: Sur – Norte

### ④ Sector A. (Zonas revegetalizadas)

Zona revegetalizada con morfotipos arbóreos y arbustivos con alturas entre 1 y 2 metros, distribuidos a manera de tres bolillo a 2.5 x 2.5 metros. Entre las especies plantadas se encuentran Aliso (*Alnus acuminata*), Hayuelo (*Dodonea viscosa*), Ciro (*Baccharis bogotensis*) y Arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*). Otras especies presentes en sectores aledaños son la Acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), Espino garbanzo (*Duranta mutissi*), Acacia bracatinga (*Albizia lophanta*) y Retamo liso (*Cytisus monspessulanus*).

### ④ Sector B. (Comunidades Acuáticas)

Se encuentra un pequeño canal de salida (en donde se realiza el bombeo de agua para regadío de las fincas cercanas) que se encuentra completamente cubierto por Buchón pequeño (*Limnobium laevigatum*), con parches de Barbasco (*Polygonum punctatum*) y Junco (*schoenoplectus californicus*)

en los bordes. Se encuentran árboles de Sauce (*Salix humboldtiana*) sobre el jarillón que bordea el cuerpo del humedal.

En el cuerpo del humedal se encuentran parches consolidados de Junco (*Schoenoplectus californicus*), Lengua de vaca (*Rumex conglomeratus*) y Jacinto de agua (*Eichornia crassipes*), acompañados de colchones flotantes de Lenteja de agua (*Lemna* spp y *Wolffiella* spp.) y pequeños islotes cubiertos por Botoncillo.

En el costado norte cerca al cauce del río Bojacá se presentan parches mixtos compuestos por Botoncillo y Jacinto de agua (*Bidens laevis* y *Eichornia crassipes*), se denota el avance de la comunidad de lengua de vaca, que coloniza las áreas circundantes a los juncuales.

#### Sector C. (Pastos y Cultivos)

En este sector se encuentran zonas de cultivos, separados del humedal por una franja de aproximadamente 3 metros de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que en algunos sectores se adentra al cuerpo del humedal (terrización), presentado esporádicamente otras hierbas y arbustos aislados.

#### 3.5.3.7. Especies Importantes y Raras

La importancia de las especies vegetales puede determinarse por el grado de beneficio que generan en un espacio determinado, o por la posibilidad de su desaparición a nivel local o mundial. Dentro de los grandes tesoros de esta laguna, cabe destacar la presencia de la compuesta Senecio carbonelli, especie endémica del altiplano que fue descrita recientemente para la ciencia y cuyo ejemplar tipo proviene de Laguna de La Herrera (Díaz –Piedrahita, 1986).

#### 3.5.3.8. Zonas Potenciales.

El sector central del humedal posee potencial en cuanto a su estructura y composición florística, dado que presenta espejos de agua y diferentes estratos que aportan a la fauna espacios para forrajeo, anidación y refugio. Un manejo adecuado basado en la rehabilitación de los espejos de agua mediante la remoción de parte del Jacinto y Lengua de vaca, generaría una oferta mayor para

la avifauna, que a pesar de las condiciones actuales se concentran en esta área. La potencialidad de esta zona se relaciona con los siguientes servicios ambientales:

- ④ Oferta de alimento para la avifauna.
- ④ Protección, debido a que forman barreras vivas que aíslan de perturbaciones por ruido, vientos, presencia humana, animales (perros, vacas).
- ④ Diversidad florística (biotopos).
- ④ Protección y depuración de aguas.
- ④ Estabilización de sedimentos.
- ④ Controlan procesos de terrización
- ④ Regulación geomorfológica.

### 3.5.4. Comunidades Acuáticas (Hidrobiológicas)

El muestreo en campo de las comunidades hidrobiológicas siguió exactamente el mismo esquema de planeación de la toma de muestras de los parámetros fisicoquímicos. A continuación se describe los principales datos de ubicación de los hidrobiológicos (**Tabla 3-44**).

**Tabla 3-44:** Sitios de muestreo para análisis fisicoquímicos y bacteriológicos

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS (ORIGEN BOGOTÁ – DATUM MAGNA SIRGAS)		HORA	FECHA	MUNICIPIO/ DEPARTAMENTO
	Oeste	Norte			
Punto 1	74°15'27.60"	4°41'2.01	13:20	2013/09/28	MOSQUERA / CUNDINAMARCA
Punto 2	74°16'29.29	4°41'21.75"	14:10		
Punto 3	74°16'54.78"	4°41'37.96"	15:08		

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

#### 3.5.4.1. Plancton

El plancton es una comunidad acuática que se desarrolla en la columna de agua a merced de las corrientes, se compone de microalgas (fitoplancton) y microinvertebrados (zooplancton) (Ramírez y Viña, 1998). El fitoplancton en una definición completa es un ensamblaje de organismos planctónicos principalmente fotoautotróficos. En los ríos está sometido al movimiento pasivo por el viento y las corrientes que comúnmente se presentan en la superficie del agua. Asimismo, es el

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 105
---	--	------------------------------

principal encargado de la producción primaria y es muy diverso (Ramírez y Viña, 1998; Roldan y Ramírez, 2008).

Por otra parte, el zooplancton se caracteriza por ser poco diverso en aguas continentales y está conformado por todos los organismos microscópicos de origen animal que flotan libremente en el agua, principalmente protozoos, rotíferos y microcrustáceos (Roldan y Ramírez, 2008). El uso de la comunidad planctónica como bioindicador de los sistemas lóticos, es muy limitado, debido a lo efímeros que son estos ecosistemas (Roldan y Ramírez, 2008).

### 3.5.4.1.1. Fitoplancton

En el análisis propuesto para la comunidad fitoplanctónica se estableció un registro de 36 morfoespecies distribuidas en 20 familias, representadas en tres (3) divisiones taxonómicas (Bacillariophyta, Charophyta y Chlorophyta) y (2) phylum conocidos como Cyanophycota y Euglenophycota. (Tabla 3-45).

Tabla 3-45. Clasificación taxonómica del Fitoplancton – Laguna La Herrera.

FITOPLANCTON					
PUNTO 1 – LA HERRERA					
PHYLUM	DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.2
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Euastrum</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporales	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.1
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 106

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
<b>PUNTO 2 – LA HERRERA</b>					
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Bambusina</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.1
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Euastrum</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Micrasterias</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.1
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.2
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Spirulina</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Xanthidium</i> sp.
<b>PUNTO 3 – LA HERRERA</b>					
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Bambusina</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.1
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.2
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Euastrum</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 107



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

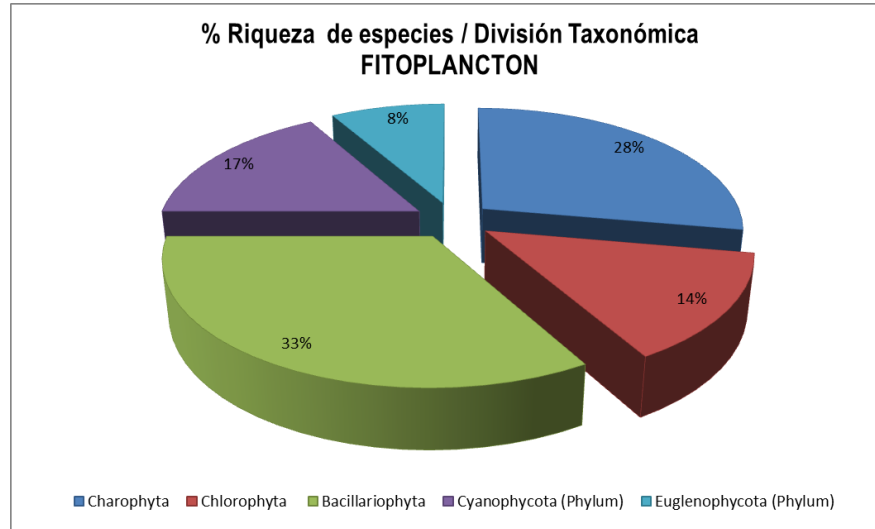
**CAPÍTULO 3**

Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Mesotaeniaceae	<i>Gonatozygon</i> sp.1
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Lepocinclis</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Micrasterias</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporales	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.1
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.2
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.2
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

En cuanto a porcentaje en riqueza de especies encontradas por cada división taxonómica reportada dentro de la comunidad fitoplanctónica, se estableció que Bacillariophyta obtuvo el mejor reporte con un 33% perteneciente a 12 especies. En orden descendiente le siguió Charophyta con un reporte de 10 especies. El resto obtuvo una diferencia notoria con respecto a estos dos, como por ejemplo el phylum Cyanophycota que registro un total de seis (6) especies, la división Chlorophyta con cinco (5) y finalmente el phylum Euglenophycota con tan solo tres (3) (**Figura 3-20**).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 108
---	--	------------------------------



**Figura 3-20. (%) Riqueza de especies del Fitoplancton.**  
*Fuente: Alarcón et al., 2013.*

Los bacilariofitos son microalgas ampliamente diversificadas en aguas dulces, salobres y marinas. Poseen uno (1) o dos (2) cloroplastos lobulados o muchos discoides de colores que varían desde el pardo dorado, en las formas planctónicas, hasta el pardo oscuro en las formas sésiles. Este grupo se caracteriza por presentar diversas adaptaciones a los sistemas lóticos (estructuras para adherirse al sustrato) y por desarrollarse en ambientes pobres en nutrientes. Así mismo, poseen altas tasas reproductivas que les permite compensar las pérdidas por la deriva constante de los organismos en aguas corrientes (Roldán, 1992). Son bioindicadores de ecosistemas con tendencia a la eutrofización debida básicamente al incremento en nutrientes, también son microorganismos que indican que el agua contiene un pH neutro o ligeramente ácido, algo de turbulencia, bajas concentraciones de calcio y una sucesión planctónica (Pinilla, 2000).

Los Clorófitos, son bioindicadores de aguas someras con presencia de materia orgánica en concentraciones medias y evidencian un sistema que se encuentra en condiciones de mesotrofia en donde solo se pueden alcanzar niveles medios en términos de contaminación (Pinilla, 2000).



Los Euglenófitos en general, se encuentran ubicados en aguas con altos contenidos de materia orgánica en donde abunda el Nitrógeno, en donde existe una estabilidad hidrodinámica y una estratificación. En sí, estos microorganismos hacen referencia a procesos de mesotrofia a oligotrofia y es necesario resaltar que son muy resistentes a los pesticidas y a derrames por petróleo (Pinilla, 2000).

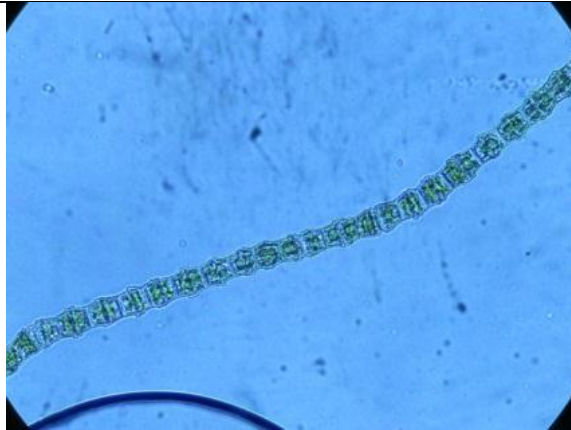
Las Cianobacterias, dentro del marco general de bioindicación, establecen el desarrollo de procesos de eutrofización, sin embargo esto no aplica a todos los tipos de cuerpos de agua, debido a que la abundancia de estos organismos varían según las condiciones en que se encuentren, aunque sean resistentes a contaminaciones fuertes o elevadas por poseer cepas toxicas que les permiten sobrevivir a estos cambios (Vicente, *et al.*, 2005).

Finalmente, la división Charophyta constituye un grupo particular de algas vinculadas a los clorófitos por presentar aspectos similares (pigmentos y productos de reserva), pero se diferencian de estos por presentar un notable grado de diferenciación y complejidad morfológica y reproductiva. Estos organismos son indicadores generalmente de ambientes eutróficos, con alto contenido de calcio y una relación de nitrógeno/fósforo alta (Roldán, 1992).

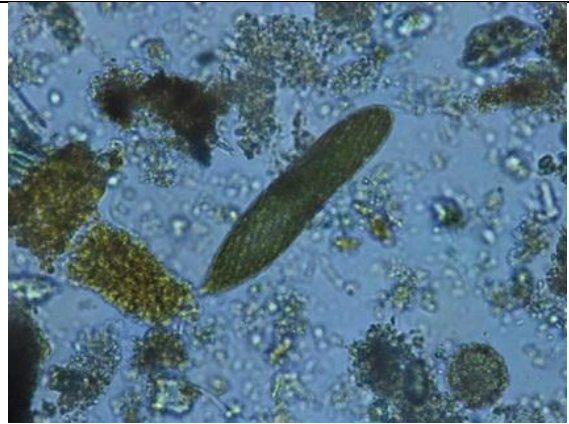
A continuación en la **Tabla 3-46** se presenta un registro fotográfico de las morfoespecies registradas dentro de la comunidad del fitoplancton en los tres puntos de muestreo.

**Tabla 3-46.** Registro Fotográfico del Fitoplancton – Laguna La Herrera.

<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
FITOPLANCTON	
	
<i>Anabaena</i> sp	<i>Closterium</i> sp



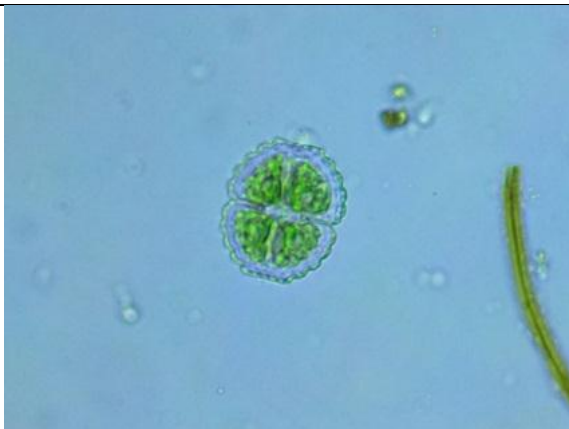
*Bambusina* sp



*Euglena* sp



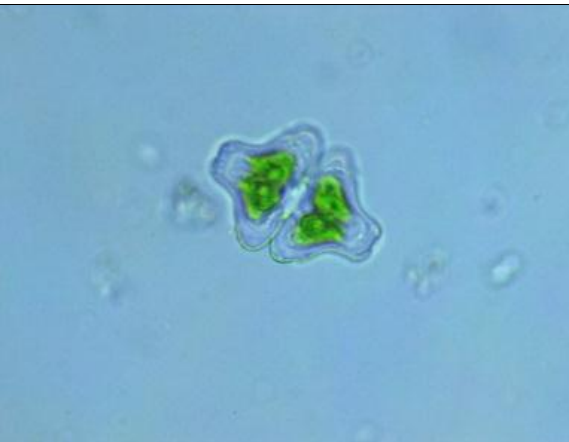
*Chaetophora* sp



*Cosmarium* sp



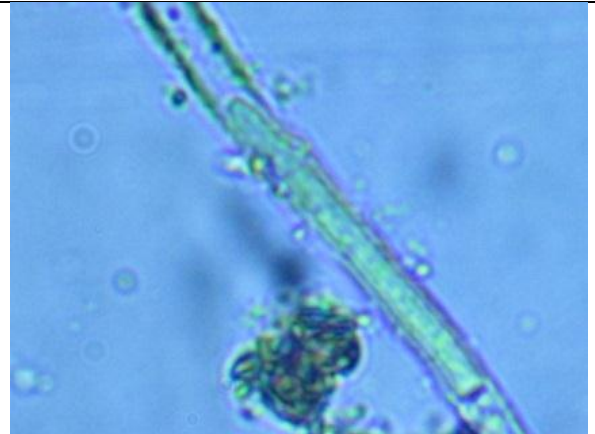
*Cymbella* sp



*Euastrum* sp



*Eudorina* sp



*Lyngbya* sp



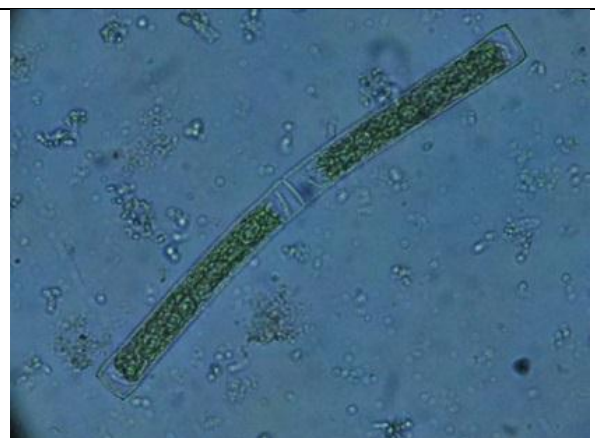
*Eunotia* sp



*Frustulia* sp



*Gomphonema* sp



*Gonatozygon* sp

ELABORADO POR:

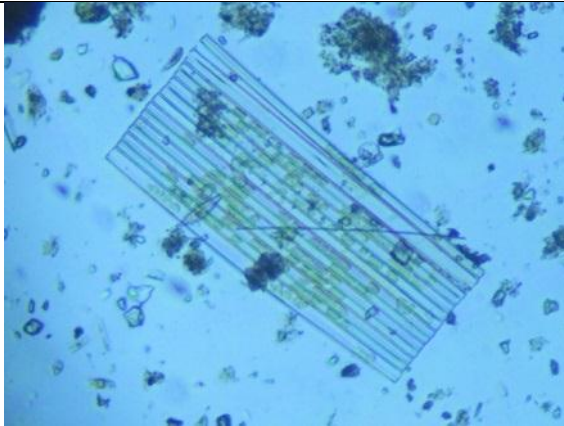
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

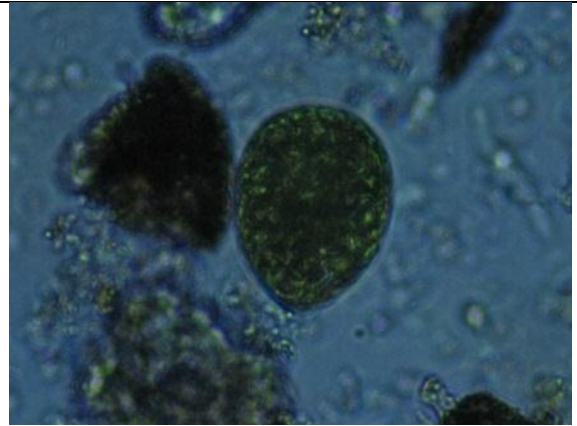
Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

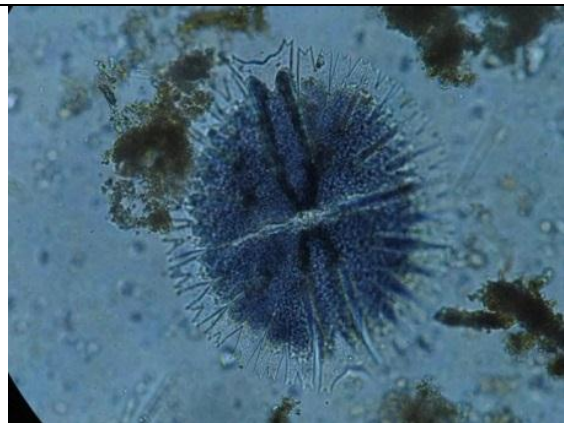
3 - 112



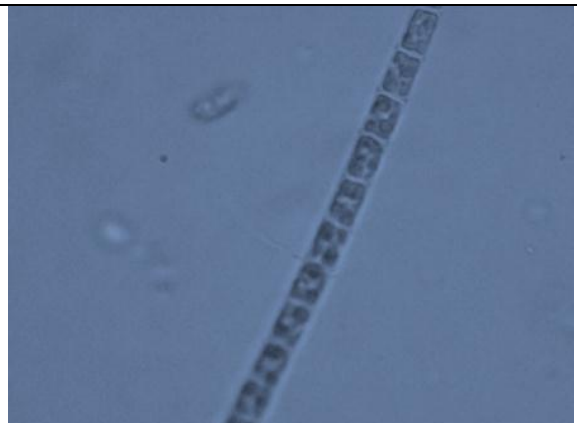
*Fragilaria sp*



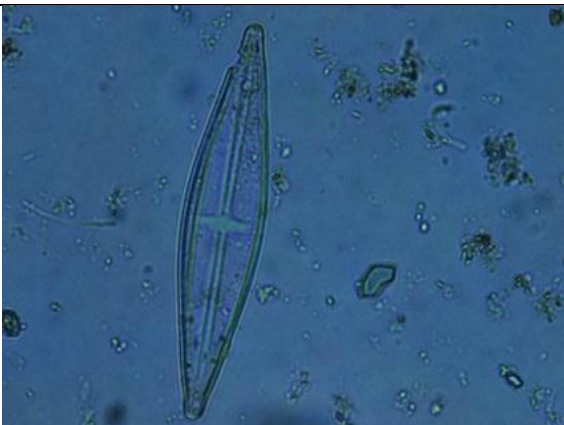
*Lepocinclis sp*



*Micrasterias sp*



*Microspora sp*



*Navicula sp*



*Nitzschia sp*

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 113



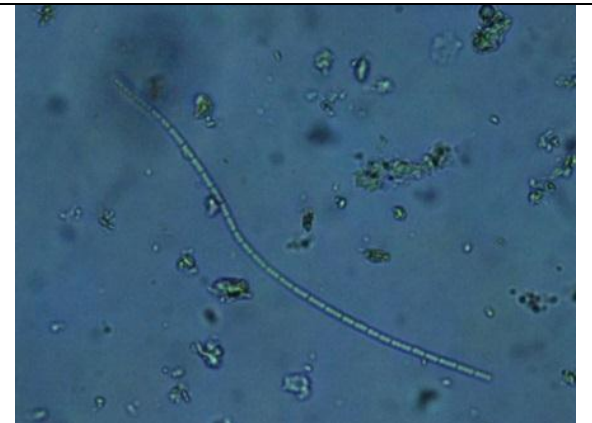
*Oedogonium* sp



*Oscillatoria* sp



*Phacus* sp



*Phormidium* sp



*Pinnularia* sp



*Spirogyra* sp







Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
<b>Punto 2 La Herrera</b>				
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Platyas</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella</i> sp.
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Brachionidae	<i>Brachionus</i> sp.
<b>Punto 3 La Herrera</b>				
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Ceriodaphnia</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> sp.
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Notommatidae	<i>Notommata</i> sp.
Rotifera	Eurotatoria	Flosculariaceae	Testudinellidae	<i>Testudinella</i> sp.

*Fuente:* Alarcón *et al.*, 2013.

En cuanto a porcentaje en riqueza de especies encontradas por cada clase taxonómica reportada dentro de la comunidad zooplanctónica, se estableció que Eurotatoria obtuvo el mejor reporte con un 64% perteneciente a siete (7) especies. Después se posicionaron Branchiopoda con un reporte de dos (2) especies y finalmente Lobosa también con dos (2) (**Figura 3-21**).



**Figura 3-21.** (%) Riqueza de especies del Zooplancton.

**Fuente:** Alarcón *et al.*, 2013.


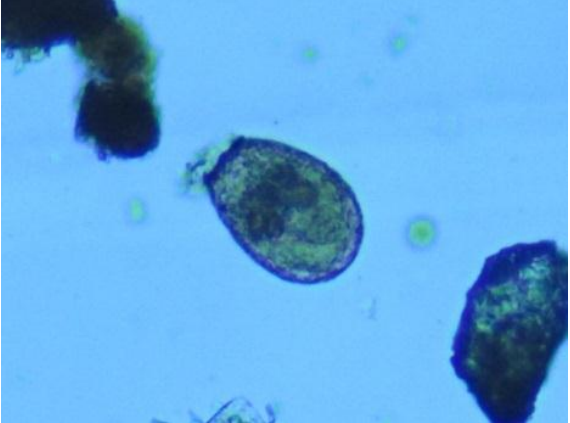

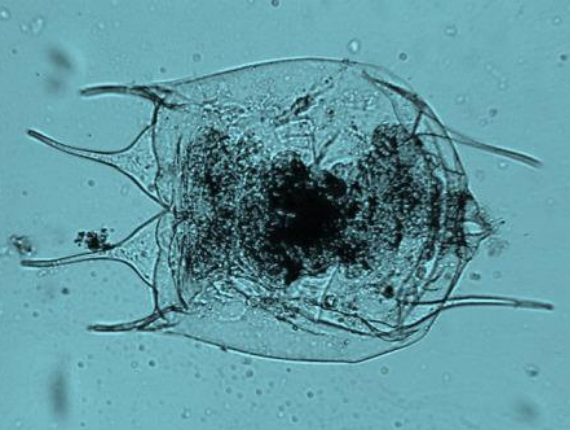
Dentro de las morfoespecies más comunes reportadas se encontraron a *Diffugia* sp. y *Arcella* sp. pertenecientes a la clase Lobosa, donde se establecen microorganismos que pertenecen a aguas tropicales, generalmente estancadas y con presencia de fango o material lodoso en su sustrato. Son especies que se establecen en lugares donde se está llevando a cabo procesos de nitrificación y donde existe un aporte masivo de nutrientes, limitando el crecimiento de biomasa de muchas otras especies (Beyens *et al.*, 1995).

Los branquiópodos indican una alta tendencia a la eutrofia, es decir que hay una abundancia o sobre saturación en la cantidad de aportes o descargas de nutrientes hacia el sistema (Pinilla, 2000), particularmente, dentro de los primeros, los ciclopoideos indican eutrofia y tolerancia a la hipoxia (Pinilla, 2000) y los calanoideos hacen referencia a procesos de mesotrofia (Pinilla, 2000).

Los microorganismos pertenecientes a la clase Eurotatoria, se caracterizan por ser comunes en aguas tropicales con presencia de fango o material lodoso en su sustrato. Son especies que se establecen en lugares donde se está llevando a cabo procesos de nitrificación (Beyens *et al.*, 1995) y donde se encuentra un nivel considerable de aporte en nutrientes.

A continuación en la **Tabla 3-48** se presenta un registro fotográfico de las morfoespecies registradas dentro de la comunidad del zooplancton en los tres puntos de muestreo.

**Tabla 3-48.** Registro Fotográfico del Zooplancton – Laguna La Herrera.

REGISTRO FOTOGRAFICO ZOOPLANCTON	
 <p><i>Ceriodaphnia</i> sp</p>	 <p><i>Diffflugia</i> sp</p>
 <p><i>Arcella</i> sp</p>	 <p><i>Platytias</i> sp</p>

ELABORADO POR:

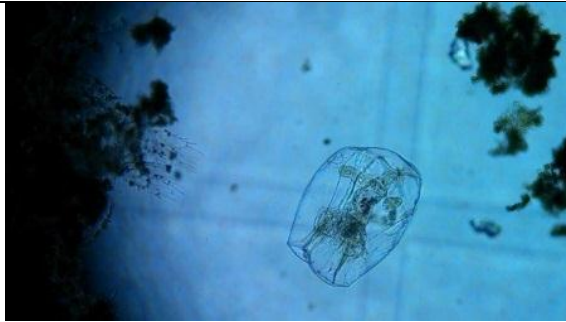
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 118



*Asplanchna* sp



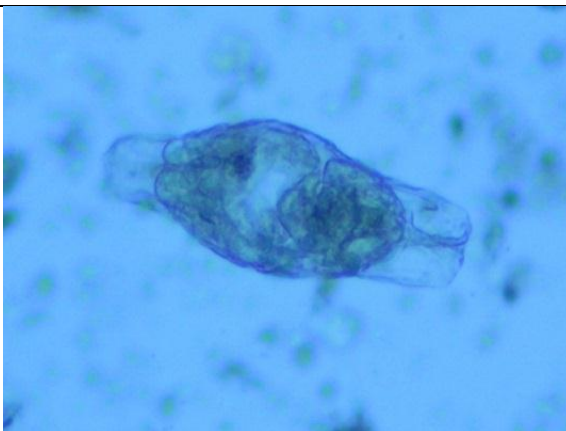
*Lecane* sp



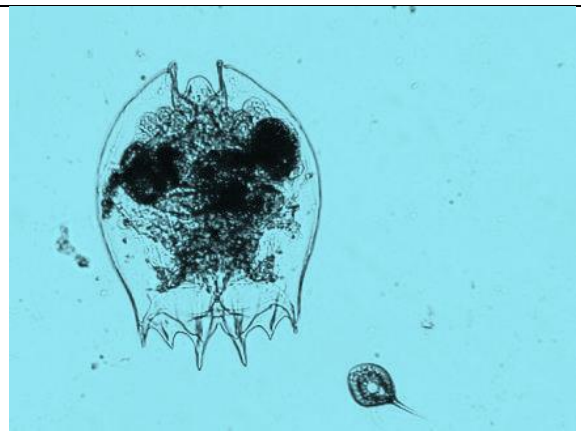
*Keratella* sp



*Daphnia* sp



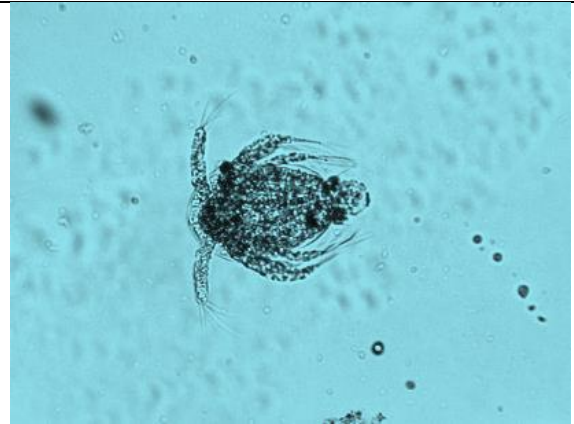
*Notommata* sp



*Brachionus* sp



*Testudinella* sp



Morfo 1 (Larva Nauplio)



Morfo 2 (Orden Cyclopoida)



Morfo 3 (Orden Calanoida)

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

#### 3.5.4.2. Perifiton

El termino Perifiton hace referencia a un complejo grupo de microorganismos (algas, bacterias, protozoos, hongos), que se encuentran embebidos dentro de una matriz polisacárida (Lock et al. 1984). Este concepto ha sido modificado en varias oportunidades y después de esto, se ha establecido como significado general; Una comunidad que está compuesta básicamente por algas que habitan sobre superficies libres sumergidas en sistemas acuáticos o por lo menos que tengan una relación directa con la dinámica de ellos.

Esta comunidad también desempeña un papel muy importante dentro de un ecosistema debido a que el Perifiton es capaz de producir metabolitos que son indispensables para la cadena alimenticia

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 120

porque establece y determina una tasa alta de reciclaje o remineralización de nutrientes y porque estos microorganismos son usados como excelentes bioindicadores de la calidad del agua, es decir de las propiedades del sistema.

Su desarrollo y composición estructural depende del tipo y rugosidad del sustrato, además del estado trófico del agua, debido a que el Perifiton constituye una fuente importante de alimento para la Ictiofauna y grupos de insectos, principalmente. También es necesario mencionar que dentro de esta comunidad existen especies que son altamente resistentes a la degradación orgánica y química, logrando desarrollarse tanto en sistemas oligotróficos como eutróficos (Roldan y Ramírez, 1998), determinando así, una alta distribución espacial.

En el análisis propuesto para la comunidad perifítica se estableció un registro de 27 morfoespecies distribuidas en 19 familias, representadas en tres (3) divisiones taxonómicas (Bacillariophyta, Charophyta y Chlorophyta) y (2) phylum conocidos como Cyanophycota y Euglenophycota. (Tabla 3-49).

Tabla 3-49. Clasificación taxonómica del Perifiton – Laguna La Herrera.

PERIFITON					
PUNTO 1 – LA HERRERA					
PHYLUM	DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.1
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.
PUNTO 2 – LA HERRERA					

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 121
--	---------------------------------------	-----------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

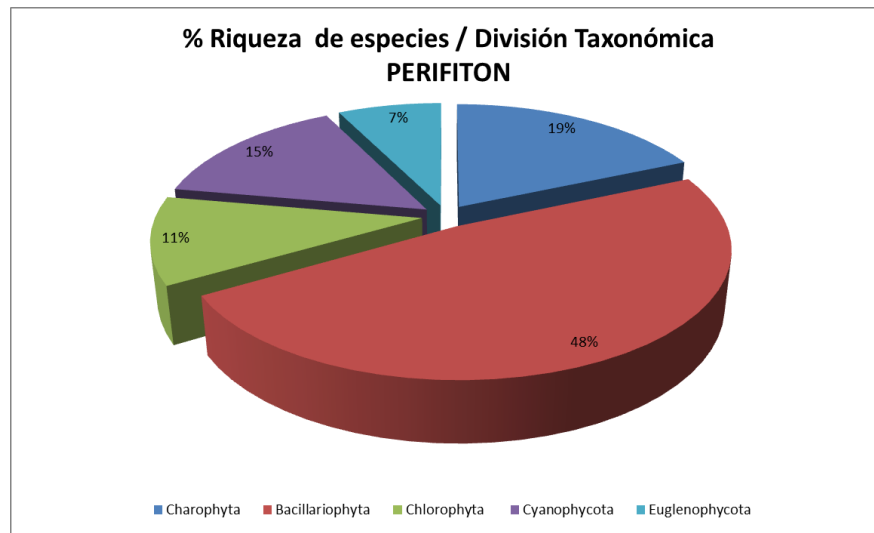
**CAPÍTULO 3**

Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporales	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.1
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.2
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.
<b>PUNTO 3 – LA HERRERA</b>					
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.
Euglenophycota	---	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporales	Microsporaceae	<i>Microspora</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.2
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.
Cyanophycota	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.
Plantae	Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.
Plantae	Charophyta	Conjugophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.
Chromista	Bacillariophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.

**Fuente:** Alarcón *et al.*, 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 122
---	--	------------------------------

En cuanto a porcentaje en riqueza de especies encontradas por cada división taxonómica reportada dentro de la comunidad perifítica, se estableció que Bacillariophyta obtuvo el mejor reporte con un 48% pertenecientes a 13 especies. Alejados de este valor y con una diferencia amplia le siguieron Charophyta con un reporte de cinco (5) especies, el phylum Cyanophycota que registro un total de cuatro (4) especies, la división Chlorophyta con tres (3) y finalmente el phylum Euglenophycota con tan solo dos (2) (**Figura 3-22**).



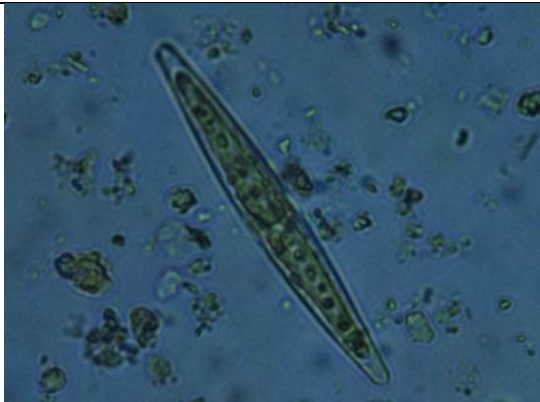





**Figura 3-22.** (%) Riqueza de especies del Perifiton  
*Fuente:* Alarcón *et al.*, 2013.

A continuación en la **Tabla 3-50** se presenta un registro fotográfico de las morfoespecies registradas dentro de la comunidad del perifiton en los tres puntos de muestreo.



Tabla 3-50. Registro Fotográfico del Perifiton – Laguna La Herrera.

REGISTRO FOTOGRAFICO PERIFITON	
	
<i>Anabaena</i> sp	<i>Closterium</i> sp
	
<i>Frustulia</i> sp	<i>Euglena</i> sp
	
<i>Cymbella</i> sp	<i>Cosmarium</i> sp



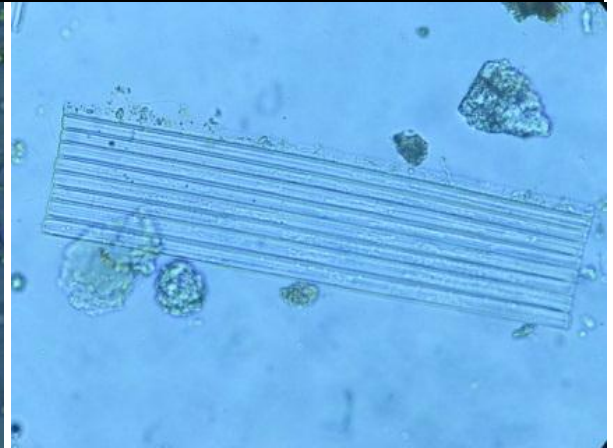
*Eunotia* sp



*Lyngbya* sp



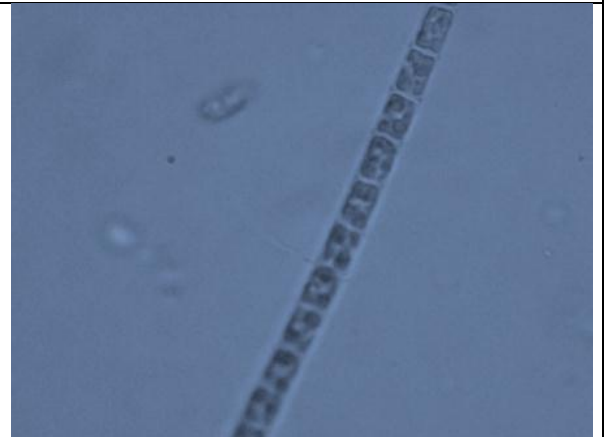
*Gomphonema* sp



*Fragilaria* sp



*Navicula* sp2



*Microspora* sp



*Mougeotia* sp



*Stauroneis* sp



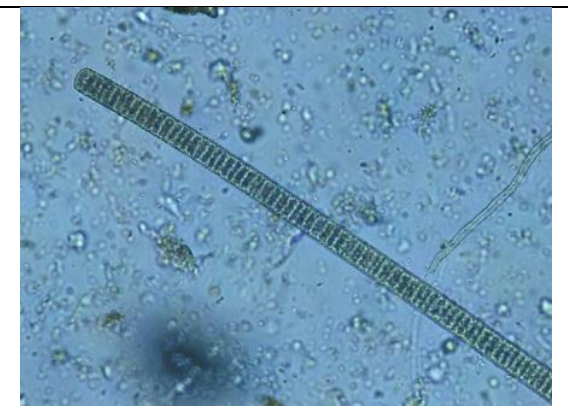
*Navicula* sp 1



*Nitzschia* sp



*Oedogonium* sp



*Oscillatoria* sp

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 126



*Phacus* sp



*Phormidium* sp



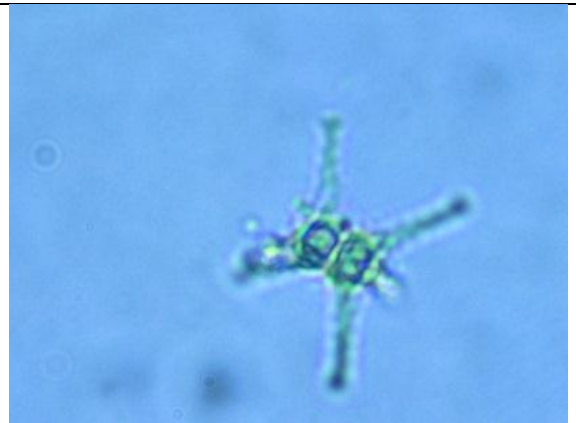
*Pinnularia* sp



*Spirogyra* sp



*Scenedesmus* sp



*Staurastrum* sp.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 127



*Surirella* sp.



*Synedra* sp.



*Tabellaria* sp.

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

### 3.5.4.3. Bentos

Los organismos pertenecientes al Micro y Macrobentos están catalogados como excelentes bioindicadores para evaluar la calidad de un cuerpo de agua debido a que es la única comunidad que involucra a todos los organismos que habitan sobre y dentro del sustrato tanto en sistemas dulceacuícolas como marinos y estuarios.

La estructura, morfología y desarrollo de los organismos bentónicos varían de acuerdo a la composición del sustrato donde se encuentren asentados, debido a que sus estructuras se adaptan y modifican de acuerdo al tipo de alimento que se encuentre en el sitio (Brusca & Brusca, 2005). En sí cada Familia presenta características únicas y diferenciadas que permiten que una especie habite o no en un lugar determinado (Roldan y Ramírez, 2008).

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 128

Como referencia general, los sistemas dulceacuícolas que se encuentran ubicados dentro del área neotropical, presentan como característica común dentro de la comunidad Bentónica, la distribución y asentamiento de ciertas especies bioindicadoras, como los Ephemeropteros y Simúlidos que se depositan en grandes abundancias en las partes altas, Odonatos y Hemipteros en las partes medias y Quironómidos en las partes bajas (Roldan y Ramírez, 2008).

En el análisis propuesto para la comunidad bentónica se estableció un registro de nueve (9) morfoespecies y un morfo (Subfamilia Chironominae), distribuidas en seis (6) familias, representadas en dos (2) clases taxonómicas; Insecta con un total de ocho (8) registros y Clitellata con dos (2). (Tabla 3-51).

**Tabla 3-51.** Clasificación taxonómica del Bentos – Laguna La Herrera.

<b>BENTOS</b>				
<b>Punto 1 La Herrera</b>				
<b>PHYLUM</b>	<b>CLASE</b>	<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>MORFOESPECIE</b>
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Corisella</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex</i> sp
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Dero</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Orthocladius</i> sp
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus</i> sp.
<b>Punto 2 La Herrera</b>				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Corisella</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex</i> sp
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Dero</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Morfo 1
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus</i> sp.
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Tanypus</i> sp
<b>Punto 3 La Herrera</b>				
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia</i> sp
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Notonectidae	<i>Buenoa</i> sp
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Corisella</i> sp.

Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	<i>Culex</i> sp.
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	<i>Dero</i> sp.

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

En cuanto a porcentaje en riqueza de especies encontradas por cada clase taxonómica reportada dentro de la comunidad bentónica, se estableció que Insecta obtuvo el mejor reporte con un 80% perteneciente a nueve (9) especies. Alejados de este valor y con una diferencia amplia le siguió Clitellata con un reporte de tan solo dos (2) especies (**Figura 3-23**).



**Figura 3-23.** (%) Riqueza de especies del Bentos

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

Insecta, dentro del marco general, indica que un cuerpo de agua se encuentra estable hablando en términos de buena salud, con aspecto de aguas limpias y ricas en oxígeno (Pinilla, 2000). Es decir, que la cantidad de materia orgánica se encuentra de una o de otra manera nivelada con respecto a los otros factores (físicos, químicos y biológicos), que interactúan entre si dentro de un sistema determinado (Roldán, 2003). Sin embargo, hay que tener en cuenta, que la presencia de otros organismos como los pertenecientes a la familia Chironomidae establecen que las aguas están medianamente contaminadas y en ciertas ocasiones muy contaminadas existiendo una acumulación de sedimentos de origen plantónico y vegetal (Pinilla, 2000).



Dentro de los índices biológicos, los que más se utilizan dentro del análisis de macroinvertebrados bentónicos son los insectos, debido a que son susceptibles a modificaciones o perturbaciones en los diferentes hábitats acuáticos, tienen una muy amplia variedad en cuanto a repuestas al estrés ambiental, generalmente son sedentarios y permiten llevar a cabo una evaluación especial de dichas perturbaciones. Sin embargo es necesario tener en cuenta que en el momento de utilizar un índice, debe hacerse a nivel local y si se usa índices de otras regiones se debe procurar que cumplan con las mismas condiciones del sitio de referencia (Rosenberg y Resh, 1993 En: Enríquez et al., 2006).

Los Clitelados alcanzaron abundancias bajas, indicando aguas con tendencia a la eutrofia, siendo comunes sobre fondos con abundante materia orgánica en descomposición (Pinilla, 2000), además estos organismos se encuentran adaptados para enterrarse en sustratos lodosos disminuyendo la posibilidad de ser arrastrados por la corriente (Roldan, 2003).

En términos generales, la diversidad de esta clase de organismos bentónicos se debe principalmente al tipo de sustrato en el que se encuentren asentados, es por eso que no existe una gran variedad de especies, puesto que al presentarse un sustrato lodoso – arcilloso solo favorece el establecimiento de individuos que posean la habilidad y capacidad de anclarse y enterrarse (Roldan, 2003).

A continuación en la **Tabla 3-52** se presenta un registro fotográfico de las morfoespecies registradas dentro de la comunidad del bentos en los tres puntos de muestreo.

**Tabla 3-52.** Registro Fotográfico del Bentos – Laguna La Herrera.

<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>	
<b>BENTOS</b>	
 <p><i>Ablabesmyia</i> sp</p>	 <p><i>Buena</i> sp</p>

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 131
---	--	------------------------------

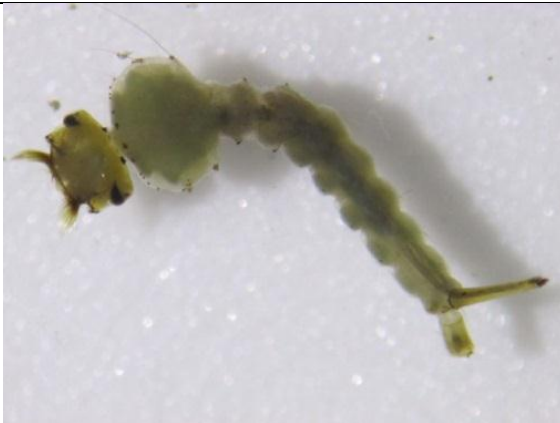




*Chironomus* sp



*Corisella* sp



*Culex* sp



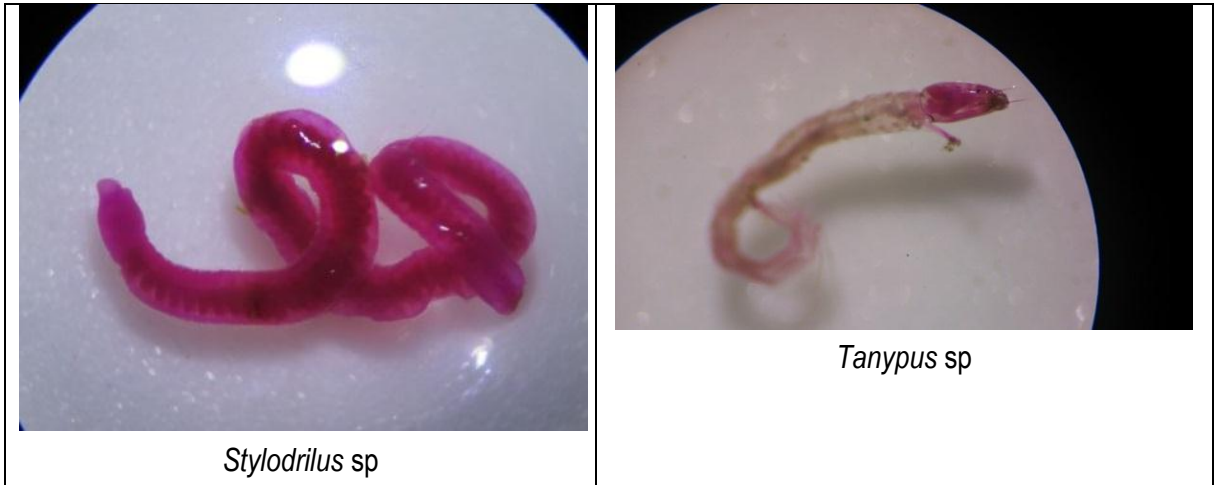
*Dero* sp



Morfo 1 (Subfamilia Chironominae)



*Orthocladius* sp



Fuente: Alarcón et al., 2013.

#### 3.5.4.4. Macrófitos

El establecimiento y desarrollo de las macrófitas acuáticas tienen una relación directamente proporcional a muchos factores que en ciertas ocasiones impiden o favorecen su crecimiento y perduración en el tiempo. Entre estos, se puede hacer mención a la geomorfología del sistema pero principalmente el tipo de sustrato y la fuerza de la corriente (cuerpos de agua lóticos), que definitivamente influyen en el anclaje de éstas en un sitio determinado (Cirujano, 2005). Esta comunidad también depende de algunos parámetros de posición como la presencia de oleaje, corriente, algunos depredadores y concentración de nutrientes la cual debe estar, preferiblemente, en un alto nivel (Kiersch et al., 2003), para que las macrófitas logren una condición adecuada para poder mantenerse. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que esta disposición de nutrientes afectan directamente a la calidad del agua y la productividad primaria originando efectos importantes sobre estas, debido a que una elevada cantidad genera una sobresaturación lo que conllevaría finalmente a un proceso de eutrofización y un bajo nivel (oligotrofia), conllevaría a una escasez que evita el desarrollo adecuado de las comunidades hidrobiológicas en general. Además de una disminución o aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub>, pH y oxígeno disuelto, como también de los sedimentos aeróbicos y anaeróbicos, respecto al contenido de materia orgánica (Kiersch et al., 2003).

También existen factores externos que de una u otra forma afectan el establecimiento de las especies de plantas, como las condiciones ambientales que se estén llevando a cabo en la zona

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 133



(época seca y/o época de lluvias), la presencia o acción directa del viento el cual puede contribuir a la dispersión de semillas, a su asentamiento sobre las "islas flotantes" o a su transporte aguas abajo (Aldereguia y Nuñez, 1993) y finalmente la diferentes clases de intervención que pueden ser originadas por el hombre al desarrollar sus actividades cotidianas.

Este tipo de vegetación crece en sistemas lénticos y en orillas protegidas de ambientes lóticos (Ramírez y Viña, 1998). Su presencia y abundancia dependen de las condiciones topográficas y el estado de eutrofización de los cuerpos de agua. También su presencia provee múltiples nichos que son explotados por los macroinvertebrados, microalgas y peces, lo cual causa una alta productividad biológica. Además en sistemas hídricos que tienen una alta carga orgánica pueden desarrollarse a tal punto de ser una plaga difícil de erradicar (Roldán y Ramírez, 2008).

En el análisis propuesto para la comunidad de Macrófitos acuáticos se estableció un registro de ocho (8) especies (*Azolla filiculoides*; *Eichhornia crassipes*; *Lemna minor*; *Wolffia columbiana*; *Scirpus americanus*; *Wolffiella lingulata*; *Bidens laevis* y *Salvinia natans*) y siete (7) morfoespecies (*Ludwigia* sp.; *Paspalum* sp.; *Typha* sp.; *Juncus* sp; *Hydrocotyle* sp; *Potamogeton* sp. y *Taraxacum* sp.), distribuidas en 12 familias, representadas en 10 órdenes taxonómicos (Tabla 3-53).

**Tabla 3-53.** Clasificación taxonómica de Macrófitos – Laguna La Herrera.

MACROFITOS ACUATICOS					
Punto 1 La Herrera					
DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	MORFOESPECIE	NOMBRE COMUN
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Arales	Lemnaceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de Agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Wolffia columbiana</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncales	Juncaceae	<i>Juncus</i> sp	Junco
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia natans</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	<i>Scirpus americanus</i>	Sombrilla, junquito
Punto 2 La Herrera					
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Arales	Lemnaceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de Agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	Clavito
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 134

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



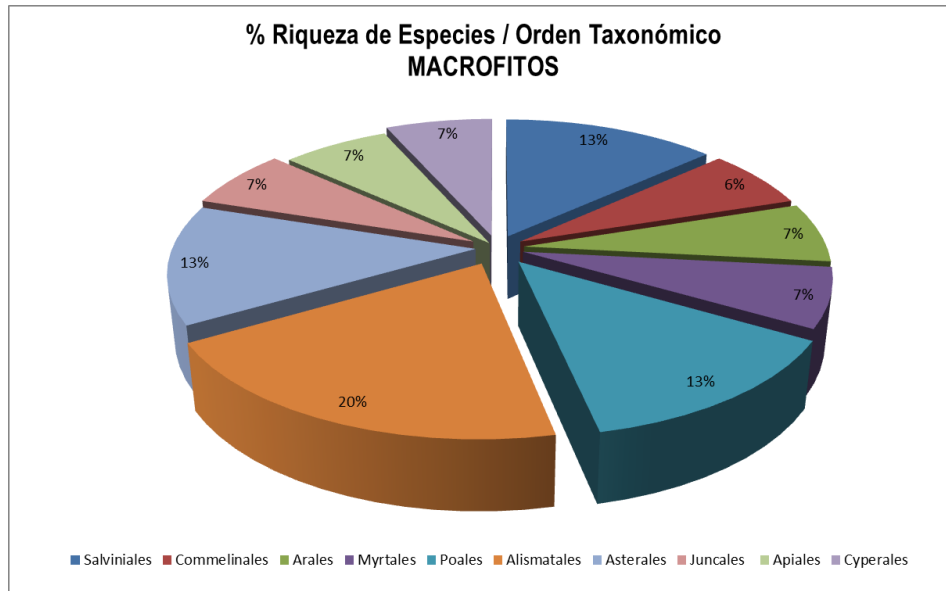
Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 3**

Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha</i> sp.	Junquillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Wolffia columbiana</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Wolffiella lingulata</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	Hydrocotile sp	Sombrilla de agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	Potamogeton sp.	Espiga de Agua
<b>Punto 3 La Herrera</b>					
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Helecho de agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón de agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Arales	Lemnaceae	<i>Lemna minor</i>	Lenteja de Agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Myrtales	Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	Clavito
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Typhaceae	<i>Typha</i> sp.	Junquillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Wolffia columbiana</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Wolffiella lingulata</i>	Lenteja de Agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens laevis</i>	Botoncillo
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncales	Juncaceae	<i>Juncus</i> sp	Junco
Tracheophyta	Polypodiopsida	Salviniales	Salviniaceae	<i>Salvinia natans</i>	Lenteja de Agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiales	Apiaceae	Hydrocotile sp	Sombrilla de agua
Magnoliophyta	Liliopsida	Alismatales	Potamogetonaceae	<i>Potamogeton</i> sp.	Espiga de Agua
Tracheophyta	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	Diente de León
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperales	Cyperaceae	<i>Scirpus americanus</i>	Sombrilla, junquito

En cuanto a porcentaje en riqueza de especies encontradas por cada orden taxonómico reportado dentro de la comunidad de Macrófitos, se estableció que Alismatales obtuvo el mejor reporte con un 22% perteneciente a tres (3) especies. Le siguieron Salviniales, Asterales y Poales con un registro de dos (2) especies correspondiente al 14%. El resto de ordenes (Commelinales; Cyperales; Arales; Myrtales; Juncales y Apiales), solo hicieron referencia a una especie con un porcentaje de riqueza del 7% (**Figura 3-24**).

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 135
---	--	------------------------------



**Figura 3-24. (%) Riqueza de especies de Macrófitos Acuáticos**

Fuente: Instituto De Higiene Ambiental, 2013

Dentro de las especies observadas en los puntos de muestreo, la más abundante fue *Eichhornia crassipes* la cual hace referencia a una especie flotante de raíces sumergidas. Carece de tallo aparente, provisto de un rizoma, muy particular, emergente, del que se abre un rosetón de hojas que tienen una superficie esponjosa notablemente inflada en forma de globo que forma una vejiga llena de aire, mediante la que el vegetal puede mantenerse sobre la superficie acuática. Necesita aguas estancadas o con poca corriente e intensa iluminación, se desarrolla en un rango de temperatura de 18-30°C (Murillo et.al, 2009).

También se reportó entre las más comunes a *Salvinia natans* la cual es una planta flotante de tamaño medio con distribución amplia, posee hojas brillantes pequeñas ovaladas de color verde organizadas en un tallo muy delgado cubierto de pelos y ramificados. Su crecimiento es favorecido en zonas con poca profundidad, cálidas y eutrofizadas, con buena luz, abundantes nutrientes (Murillo et.al, 2009).

Las especies pertenecientes al género *Ludwigia* se caracterizan por ser plantas emergentes, que comúnmente se hallan en aguas someras (Pinilla, 2000) a lo largo del litoral de sistemas lenticos o zonas de poco flujo en cuerpos de agua lóticos. Es un género catalogado como muy frecuente en

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 136
--	---------------------------------------	-----------------------



humedales y sus especies están adaptadas para enraizarse a lo largo de la ribera en donde despliega su tallo en el agua para atrapar sedimento.

El género *Paspalum* se refiere a una planta perenne y cespitosa, con tallos alargados, gruesos y postrados, enraizados en los nudos inferiores. Flores agrupadas en una inflorescencia terminal y plumosa. Su crecimiento es masivo ya que es un género cosmopolita (Smagula y Connor, 2007).

Otra de las especies más abundantes fue la *Azolla filiculoides* el cual es un helecho acuático flotante formado por un tallito ramificado con munerosas y diminutas hojas escuamiformes. Esta especie habita en ambientes lenticos o donde haya una escasa corriente, en aguas ricas en nutrientes. Su reproducción y crecimiento es muy rápido, lo que les permite colonizar espacios a una rápida velocidad (Murillo et.al, 2009).







Los generos *Lemna*; *Wolffia* y *Wolffiella* conocidas como la lenteja de agua son plantas flotantes muy pequeñas con flores reducidas al extremo y hojas en forma de lenteja supremamente pequeñas. Se reproducen por multiplicación vegetativa a una velocidad rápida. Habitan en aguas quietas con tendencia a la eutrofia y en donde exista una alta concentración de nutrientes (Murillo et.al, 2009).

El *Juncus*, es una hierba perene, con tallos erectos, cilíndricos, lisos y comprimidos, tiene hojas diferenciadas en una vaina, sus flores son actinomorfas y generalmente emergen del agua y sus frutos se desarrollan dentro de una capsula. Este género habita en lagunas temporales o permanentes, aguas estancadas y pastizales encharcados, generalmente en aguas pobres en sales y en nutrientes (Murillo et.al, 2009), aunque también soportan altas concentraciones de estos últimos.

A continuación en la **Tabla 3-54** se presenta un registro fotográfico de las morfoespecies registradas dentro de la comunidad de Macrófitos dispuestos en los tres puntos de muestreo.

ELABORADO POR:	Fecha:	Línea Base
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	3 - 137

Tabla 3-54. Registro Fotográfico del Macrófitos – Laguna La Herrera.

REGISTRO FOTOGRAFICO MACROFITOS	
	
<i>Azolla filiculoides</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>
	
<i>Lemna minor</i>	<i>Wolffia columbiana</i>
	
<i>Salvinia natans</i>	<i>Scirpus americanus</i>

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 138



*Bidens laevis*



*Ludwigia sp*



*Paspalum sp*



*Typha sp*



*Juncus sp*



*Hydrocotyle sp*



*Potamogeton sp*



*Taraxacum sp*

Fuente: Alarcón et al., 2013.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 139



### 3.5.4.5. Ictiofauna

Los peces constituyen uno de los grupos más diversificados y abundantes de los vertebrados. Son organismos acuáticos que poseen estructuras más complejas y una serie de adaptaciones que les permiten vivir en todas partes del mundo. Representan un recurso muy importante dentro de los cuerpos de agua, tanto por sus interrelaciones ecológicas, como por poseer importancia comercial.

Dentro de los cuerpos de agua, esta comunidad representa un nivel superior dentro de la cadena trófica. En Suramérica se estima que existen más de 3000 especies, aunque el número definitivo parece ser mayor (Uribe, 1996). Colombia por su parte, resulta ser uno de los países más diversos del neotrópico en cuanto a la ictiofauna de agua dulce.

En la comunidad íctica de la Laguna La Herrera solo se logró identificar un (1) orden taxonómico, conocido como Siluriformes el cual estuvo representado por dos especies: *Eremophilus mutisii* (Chimbe) y *Trichomycterus bogotense* (Capitán), pertenecientes a la familia Trichomycteridae (**Tabla 3-55**).

**Tabla 3-55.** Composición taxonómica de la Ictiofauna – Laguna La Herrera

ICTIOFAUNA					
Laguna La Herrera					
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Eremophilus mutisii</i>	Capitán enano - Chimbe
Chordata	Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus bogotense</i>	Capitán de la Sabana

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Los Siluriformes son conocidos popularmente como bagres, estos presentan un cuerpo desnudo, sin escamas o cubierto con placas óseas y presencia de barbillas o bigotes alrededor de la región bucal. Por lo general, son peces de hábitos nocturnos y crepusculares que viven asociados al fondo de los cuerpos de agua o a troncos y vegetación sumergida (Maldonado et al., 2005). No forman cardúmenes, pero a veces, algunas especies de bagres, siguen los cardúmenes de Characiformes durante las migraciones.

Los Silúridos presentan una gran variedad de mecanismos reproductivos y de dietas alimenticias que les han permitido ocupar casi todas las aguas dulces del trópico suramericano (Galvis et al., 1997). Pueden consumir una gran variedad de alimentos entre los que se encuentran: Algas, plantas vasculares acuáticas, semillas y frutos de plantas terrestres ribereñas, peces, insectos, crustáceos,

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 140
---	--	------------------------------

moluscos y otros microorganismos asociados al fondo. Muchas especies tienen gran importancia en las pesquerías comerciales, bien sea para ser usadas como alimento directo o bien como peces ornamentales.

En la **tabla 3-56** se muestra la presencia y ausencia de los registros, teniendo en cuenta las abundancias, de los ejemplares capturados durante las diferentes faenas de pesca realizadas en los tres puntos de muestreo que se ubicaron en la Laguna La Herrera.

**Tabla 3-56.** Abundancia de la Ictiofauna – Laguna La Herrera.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Eremophilus mutisii</i>	6	8	11
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus bogotense</i>	4	4	5

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

Se debe tener en cuenta que la abundancia de individuos de una especie determinada se puede ver influenciada por varios factores, entre estos se puede mencionar, la depredación de una especie frente a otras, la pesca excesiva para consumo y comercio, la alteración de los sistemas por parte del hombre y la época del año en donde se llevan a cabo procesos de reproducción y migraciones.

En la siguiente tabla (**3-57**), se expone las diferentes categorías de amenazas (Mojica et al., 2012), usos (Taphorn, 2003), endemismos (Lasso et al., 2010 y Lasso et al., 2011), tipos de migración (Uribe et al., 2009); (Usma et al., 2009) y gremios tróficos (Taphorn, 2003), en los que se encuentran categorizadas las especies de la ictiofauna reportada en el punto de muestreo.

**Tabla 3-57.** Categoría de Amenaza, Usos, Hábitos, Endemismo y Migración de la Ictiofauna. Laguna La Herrera

ESPECIE	CATEGORÍAS DE AMENAZA	ENDEMISMO	MIGRACIÓN	USOS	HABITOS ALIMENTICIOS
<b>Orden Siluriformes</b>					
<i>Eremophilus mutisii</i>	CA	Los Andes (Boyacá Cundinamarca Santander)	MC	O	Omn
<i>Trichomycterus bogotense</i>	---	Los Andes (Boyacá Cundinamarca)	MC	O	Omn



Convenciones: Categoría de amenaza PC (Peligro Crítico), P (Peligro), V (Vulnerable), CA (Casi Amenazada) y PM (Preocupación Menor). Migraciones: MC (Migración corta), MM (Migración Mediana), ML (Migración Larga). Usos: C (Consumo), O (Ornamental), CO (Consumo y Ornamental), P (Pesca). Hábito Alimenticio: Car (Carnívoro); Omn (Omnívoro); Her (Herbívoro); Det (Detritívoro).

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 141
---	--	------------------------------

A continuación se presentan las principales características de las especies registradas en la Laguna La Herrera acompañadas de un registro fotográfico (Tabla 3-58).

**Tabla 3-58.** Descripción general de la Ictiofauna – Laguna La Herrera

Especie	Descripción	Fotografía
<i>Eremophilus mutisii</i>	Capitán de la Sabana. Carece de aletas ventrales; presenta patrón de pigmentación variable, con manchas verdes en forma vermicular; en algunas regiones se encuentran ejemplares albinos, llamados comúnmente «Capitán Rey». La especie es muy tolerante a cambios o descensos bruscos en los parámetros fisicoquímicos del agua como el oxígeno disuelto, sus hábitos alimentarios son de preferencia carnívora. Se distribuye en Boyacá y Cundinamarca, cuenca del río Bogotá, laguna la Herrera (Maldonado et.al, 2005).	
<i>Trichomycterus bogotense</i>	Conocido como Capitán. Tiene la dorsal sobre el origen o mitad posterior de las ventrales, tiene dientes cónicos en 3 o 4 series irregulares; dorsal y lateral con manchas irregulares, este pez alcanza una Longitud Total de 9.4 cm (Eigenmann 1918b). Habita en corrientes de aguas someras, frías, claras, bien oxigenadas, próximas a la orilla entre macrófitas acuáticas y rocas, prefiriendo las zonas oscuras y cerradas por vegetación riparia donde la corriente es lenta. Se distribuye en Boyacá, Cundinamarca y Santander (Maldonado et.al, 2005).	

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

### 3.6. Medio Socioeconómico

Para la identificación del área de influencia Directa e indirecta para el componente socio económico, se determinaron los límites políticos del Municipio de Mosquera. De esta manera el área de influencia Indirecta se tomaran información secundaria referente al Municipio de Mosquera. De esta misma manera en el área de influencia directa se tomaran un referente especial ya que en el área de influencia directa de la Laguna de la Herrera se encuentran 2 centros poblados el Pencial y los Puentes pertenecientes a la Vereda Balsillas del Municipio de Mosquera

<p><b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.</p>	<p><b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014</p>	<p><b>Línea Base</b> 3 - 142</p>
---	--	--------------------------------------



### **3.6.1. Contexto Histórico**

Según la información registrada en la página oficial del Municipio de Mosquera ([www.mosquera-cundinamarca.gov.co](http://www.mosquera-cundinamarca.gov.co)) el área que ahora ocupa este municipio era habitado por el grupo indígena de los Muiscas

Este grupo indígena cultivaban principalmente maíz, la papa, la quinua, la batata, el tabaco, la yuca el algodón, la arracacha, cubios, tomates, ají, frijoles, ahuyamas, y calabazas. Así mismo algunas frutas tales como guanábanas, guayabas, guamas, aguates aprovechando las características especiales del suelo del área.

Gracias al desarrollo de la actividad agrícola este grupo indígena le permitió establecerse en un área determinada disminuyendo de esta manera el nomadismo. Lo anterior generó una brecha para que esta comunidad conociera su entorno permitiéndole explorar y localizar yacimientos de sal, gema, así como las minas de cobre y esmeraldas.

Adicionalmente entre otras actividades, la pesca en esta área tenía gran relevancia principalmente en la laguna de la Herrera en donde principalmente pescaban capitanes y guapuchas peces representativos del área de la sabana. De esta misma manera la caza de venados y osos era de gran importancia para sus actividades rituales. Otra actividad que era representativa en el área por parte de los Muiscas era la elaboración de tejidos los cuales eran objeto de trueque con tribus adyacentes. Con la expedición precedida por Gonzalo Jiménez de Quezada, los Muiscas fueron relegados a pequeñas áreas de su gran territorio, lo que afectó notablemente la continuidad del desarrollo de esta comunidad.

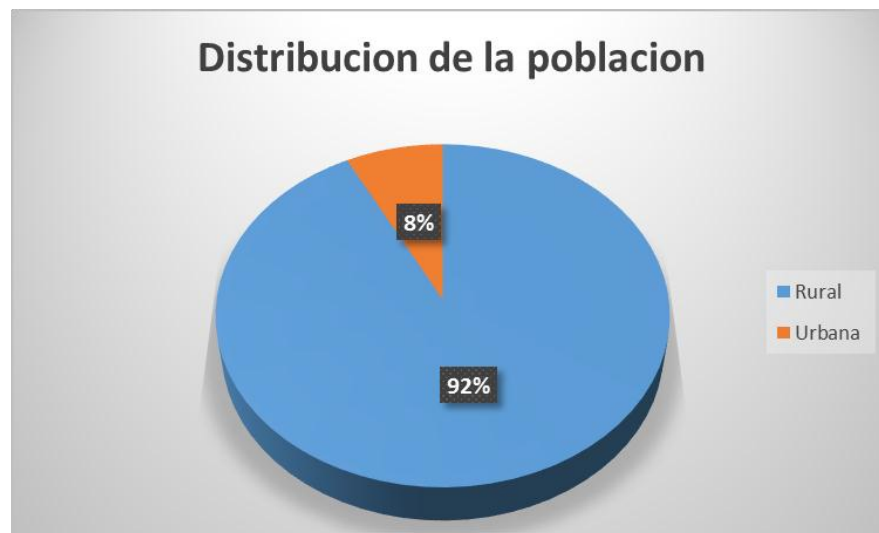
La fundación oficial del Municipio de Mosquera, antes llamada vereda Cuatro esquinas y que pertenecía al Municipio de Funza, fue el 27 de Septiembre de 1861 en honor al general Tomas Cipriano de Mosquera este decreto fue firmado por el General Justo Briceño quien en ese entonces era el Gobernador del estado de Cundinamarca

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 143
---	--	------------------------------

### 3.6.2. Demografía

#### 3.6.2.1. Población Total y Distribución de la Población

El Municipio de Mosquera comprende 107 Km<sup>2</sup>, de los cuales, el área rural abarca el 92% (93,33 Km<sup>2</sup>) compuesta por 8 veredas y el restante 8% (7,67 Km<sup>2</sup>) pertenece al área urbana la cual comprende 63 barrios, lo cual evidencia una tendencia hacia el crecimiento tanto rural como urbano (**Figura 3-25**). Es importante señalar que adicional a esta distribución se encuentran una serie de centros poblados en los que se encuentran los Puentes y el Charquito.



**Figura 3-25.** Distribución de la Población Municipio de Mosquera.

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

#### 3.6.2.2. Dinámica Poblacional

En el Municipio de Mosquera tiene una población de la población de 63.237 habitantes según el último Censo ([www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)). Sin embargo al revisar las proyecciones de población para el 2011 según el DANE el municipio de Mosquera cuenta con 74.654 habitantes teniendo un incremento de 11.417 habitantes en tan solo 6 años lo cual muestra un crecimiento representativo, más de la media departamental y nacional. (Acuerdo 07 Plan de Desarrollo Económico 2012-2015). Sin embargo es importante señalar que el crecimiento de la población se está direccionando hacia el área Urbana y a

su vez disminuyendo la población en el área rural (Plan de Desarrollo Municipal 2008- 2011) (Figura 3-26).

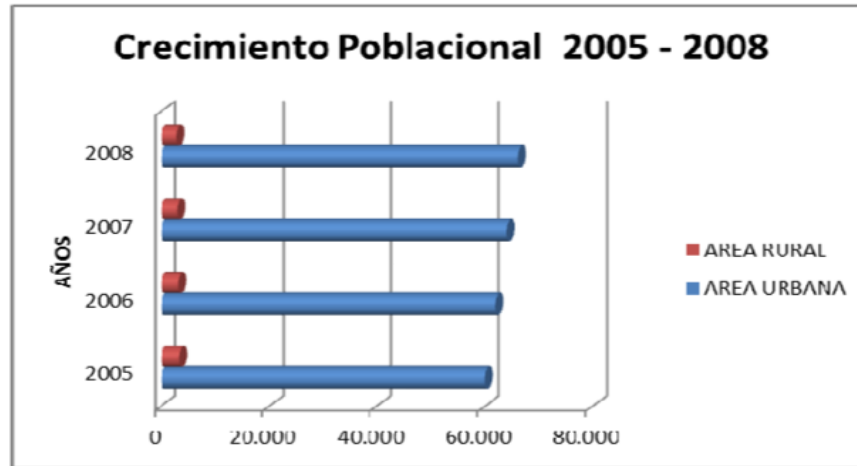


Figura 3-26. Crecimiento Poblacional 2005-2008. Municipio de Mosquera Tomada De Plan de Desarrollo Municipal 2005-2008.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2005-2008.

Según los datos del Censo general de 2005 realizado por el DANE, el Municipio de Mosquera tiene una relación próxima por género de uno a uno, donde el género masculino representa el 48.21% (30.428), y las mujeres en un 51.79% (327,744). En la Figura 3-27 se puede observar que la tendencia poblacional es en forma de pirámide donde la base es representada por un número representativo en las edades de 0 a 14 años, así mismo como las edades entre los 15 a los 30 años lo que destaca de un grupo poblacional muy equitativo. A partir de los 50 años se observa una disminución poblacional en equidad de género que responde a la tendencia natural en avanzada edad.

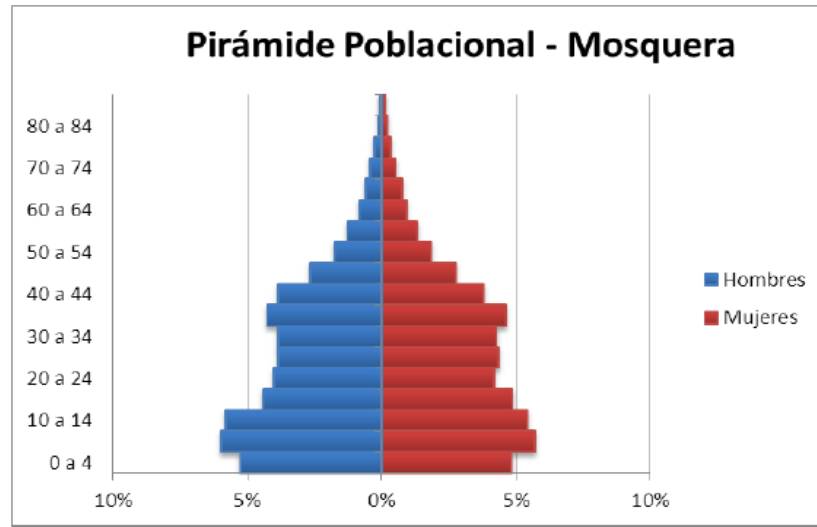


Figura 3-27. Pirámide Poblacional tomada de Censo 2005.

Fuente: DANE de Censo 2005

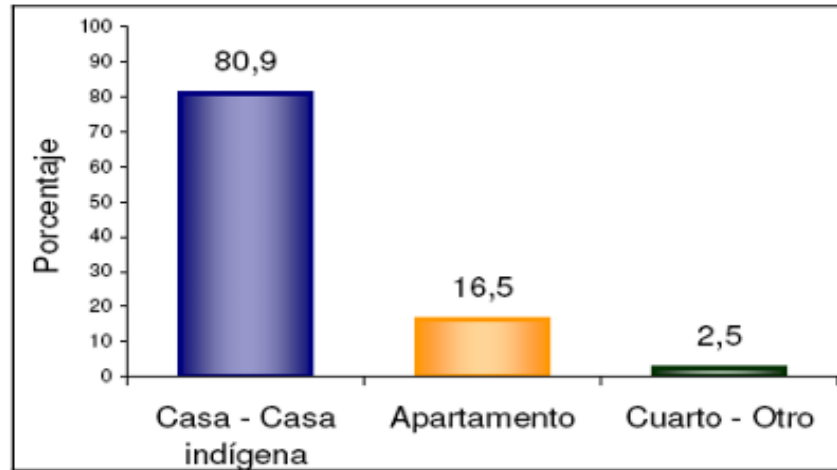
### 3.6.2.3. Densidad por área

Es importante señalar que la proporción que ocupa el municipio de Mosquera con sus 107 Km<sup>2</sup> dentro del departamento de Cundinamarca es del 1.46% y así mismo se puede determinar la densidad poblacional basados en las proyección del DANE para el 2011 donde el municipio de Mosquera cuenta con 74.654 habitantes y su densidad de población sería de 697,70 habitantes/Km<sup>2</sup>.

## 3.6.3. Servicios Sociales, Públicos e Infraestructura

### 3.6.3.1. Vivienda Cobertura y Calidad

En el Municipio de Mosquera según el Censo general del 2005 el tipo de vivienda que prevalece es del tipo casa con aproximadamente 11.152 que representa el 80,9% de las cuales 10.941 casas están ubicadas en el casco urbano y las restantes están ubicadas en el área rural del municipio, seguido de los 2.278 apartamentos que representan el 16,5% y las restantes son tipo habitaciones o Cuartos y otros tipos (Figura 3-28).



**Figura 3-28.** Porcentaje por tipo de Vivienda en el Municipio de Mosquera

*Fuente:* DANE Censo 2005.

En esta distribución por tipo de vivienda existen 16.766 hogares donde la mayor proporción 46,5% cuentan con 5 o menos personal seguido por el 38% que están conformadas por 6 persona y en menor proporción con el 15% son hogares que cuentan con más de 6 personas por cada vivienda siguiendo la tendencia nacional.

### 3.6.3.2. Cobertura de Servicios Públicos.

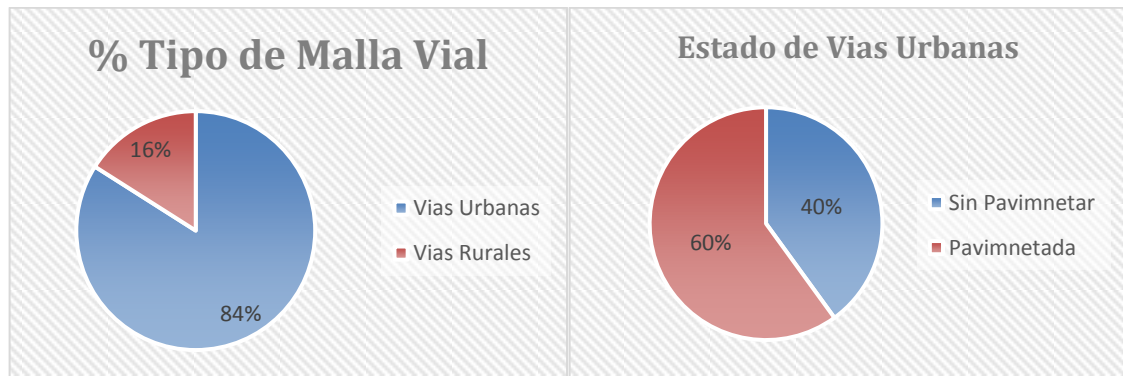
Para el caso de la cobertura de los servicios públicos en el municipio de Mosquera se evidencia que esta, es en bastante baja; según el Censo de 2005 la energía tiene la mayor cobertura con un 57.9%, mientras que el alcantarillado, con un 4,7% así como el alcantarillado con 1,1% y el gas natural 0,0% tienen una cobertura muy diferencial contrarrestándola con la de la energía. Es importante mencionar que estos datos son basados en el 2005 y no se tiene referencia de datos actualizados por lo que estos porcentajes de cobertura tenderían a elevarse por el desarrollo que ha tenido el municipio.

### 3.6.3.3. Infraestructura Vial

El Municipio de Mosquera Por su cercanía con el Distrito Capital y su ubicación espacial privilegiada tiene una estructura vial externa que le permite estar conectado con el departamento y con las vías nacionales. En cuanto a la malla vial del municipio este cuenta con 84,45 Km aproximadamente. De



los cuales como se muestra en la **Figura 3-29** el 84% son vías Urbanas y el 16% son vías rurales. En cuanto al estado de la malla vial en la estructura urbana el 60% están pavimentadas y el 40 % estar sin pavimentar. Sin embargo según el Plan de Desarrollo del municipio 2008-2011 del 60% de las vías pavimentadas en el área rural tan solo el 8% se encuentran en buen estado mientras las restantes se hace necesario una rehabilitación de las vías.



**Figura 3-29.** (%) por tipo de Malla Vial / Estado de las vías

*Fuente:* Plan de Desarrollo 2008-2011

#### 3.6.3.4. Salud

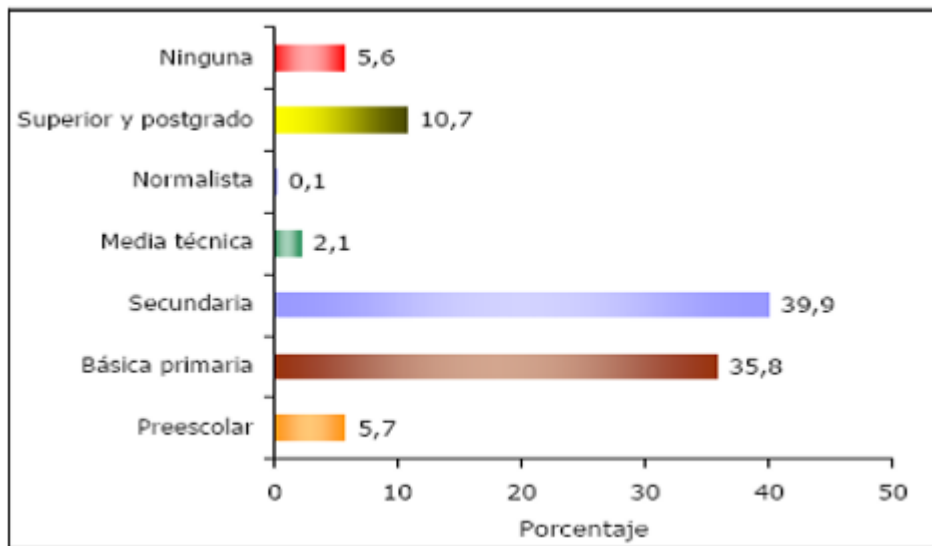
Según el Plan de Desarrollo de Mosquera 2008-2011, en cuanto a la infraestructura social el municipio de Mosquera cuenta con la Empresa Social del Estado María Auxiliadora la cual es una entidad pública descentralizada municipal de primer nivel. Esta institución se encuentra ubicada en el caso urbano y cuenta con servicios de urgencias, odontología, maternidad, servicio de urgencias las 24 horas. Adicionalmente el este municipio cuenta con dos centros de salud adscritos a la Empresa Social del Estado María Auxiliadora que prestan servicio de medicina general hospitalización, odontología y maternidad.

En cuanto a la cobertura del servicio de salud según la Secretaria de salud del municipio tomado del Plan de Desarrollo 2008-2011 hay un total de 50,880 habitantes incluidos en el SISBEN en estratos 1 y 2 lo que haría referencia que 30,797 estarían por fuera de tener acceso a la salud.

### 3.6.3.5. Educación

El municipio de Mosquera cuenta con una cobertura del 98% siendo un municipio caracterizado por su potencial educativo. Sin embargo la tasa de crecimiento de la población sumado a que este municipio tiene una población nueva entre desplazados y personas que buscan nuevas oportunidades laborales la infraestructura educativa no da abasto según el Plan Territorial de Formación de Docentes y Directivos docentes 2012-2015. Adicionalmente el DANE

El 35,5% y el 39,9% ha alcanzado el nivel de primaria y secundaria respectivamente. Esta grafica también referencia el porcentaje mínimo de 5,6% de la población que no tiene ningún tipo de estudios. En menor proporción se observa el nivel universitario y de posgrado con un porcentaje de 10,7% (**Figura 3-30**).

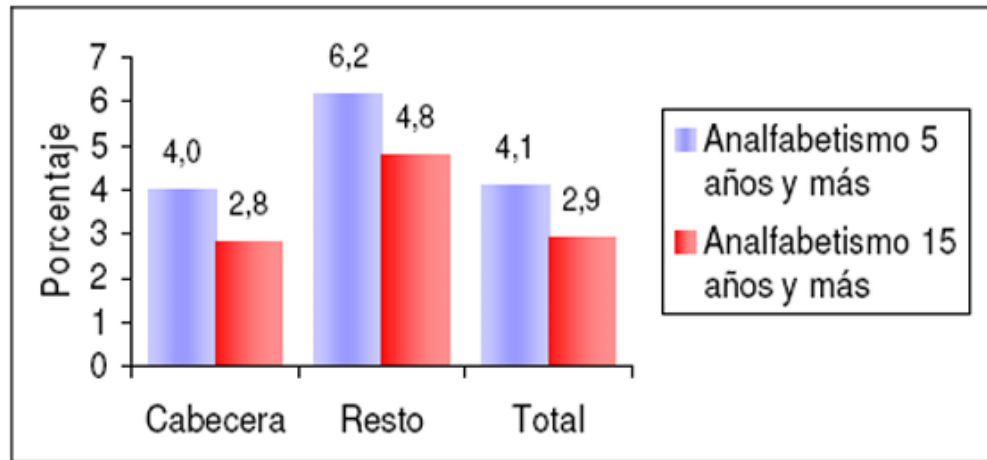


**Figura 3-30.** Porcentaje de población de Mosquera con tipo de nivel de Estudio

*Fuente:* Dane, 2005

En cuanto a la primera infancia la educación oficial es la principal participante ya que atiende a 712 niños en jardines municipales y 572 hogares lo anterior permite abordar el tema de la educación en población vulnerable. De esta misma manera los niños y niñas entre los 2 y los 5 años en condición de vulnerabilidad son atendidos en 11 Jardines aproximadamente 810 niños; a su vez otros 390 niños son atendidos directamente por madres comunitarias.

En cuanto al analfabetismo se observa una diferencia entre ubicación y entre clases de edad. Para el caso en el municipio de Mosquera en la Cabecera municipal el 4,0% de los niños entre 5 a 14 años es analfabeta contrarrestado con un 2,8% entre los jóvenes de 15 años en adelante. Para el caso de las áreas rurales según el DANE el 6,2% presenta situación de analfabetismo en edades entre los 5 -14 años, al igual que en el caso anterior en edades entre 15 en adelante el porcentaje de analfabetismo es menor con un 4,8%. Con lo anterior y referenciando la **Figura 3-31** observamos que existe un mayor porcentaje de analfabetismo entre las edades de 5 a 14 años que en las edades entre 15 en adelante. También es importante señalar que se observa un mayor porcentaje de analfabetismo en el área rural que en el área urbana lo cual se mantiene en la tendencia general del país. (Censo 2005).



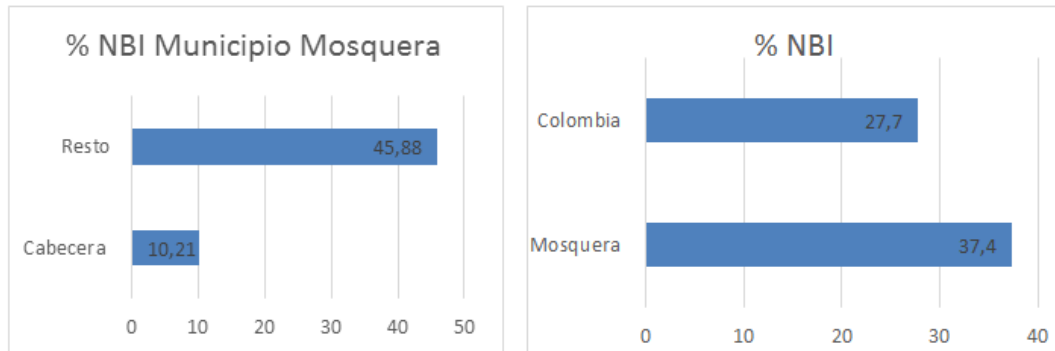
**Figura 3-31.** Porcentaje analfabetismo entre 5 años y más / Analfabetismo entre 15 años y más.

*Fuente:* Dane, 2005

### 3.6.3.6. Necesidades Básicas Insatisfechas

Según el Censo General de 2005 el Municipio de Mosquera tiene una marcada diferencia en cuanto a las necesidades básicas insatisfechas (NBI) entre la cabecera municipal y el área rural. En la cabecera municipal tan solo el 10% de la NBI mientras que en el área rural y demás áreas esta en 45% superando el porcentaje nacional. Desde un marco general se observa en la gráfica que el %NBI es mayor al índice promedio que existe en Colombia en general pero a su vez es equivalente a municipios aledaños como Madrid y Bojacá. Este % NBI está asociado a la baja cobertura de los

servicios públicos en áreas rural sumado al crecimiento poblacional sin aumentar su infraestructura municipal (**Figura 3-32**).



**Figura 3-32.** Porcentaje NBI Municipio Mosquera / Figura 3.9% NBI Colombia vs Mosquera

*Fuente:* Dane, 2005

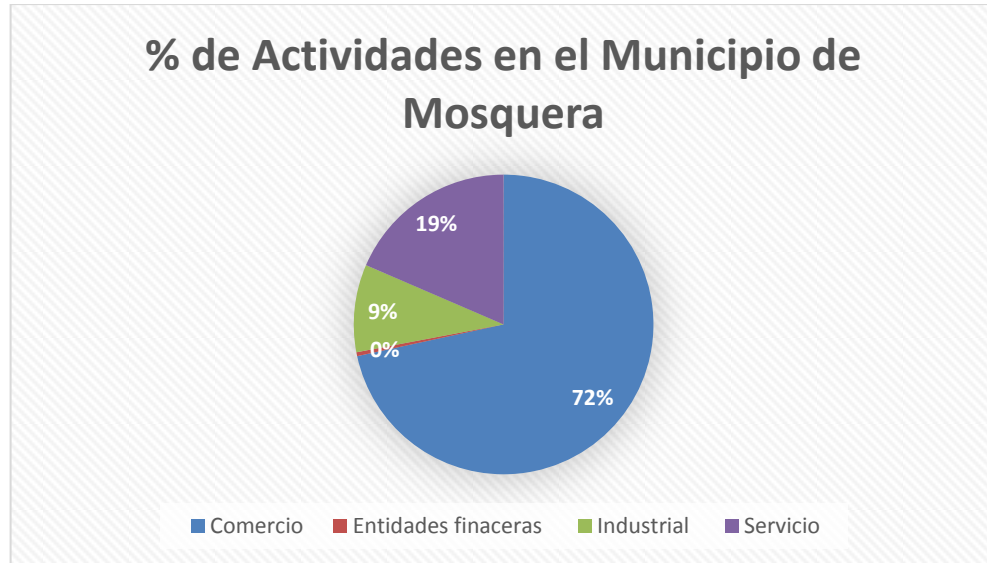
### 3.6.4. Estructura y Dinámica Económica

Aunque la extensión de tierra en el área rural es amplia el Municipio de Mosquera no basa su economía principalmente en el sector agrícola. Sin embargo es importante señalar que este municipio cuenta con haciendas con gran extensión las cuales cultivan espinaca, lechuga, apios, ajos entre otros. En el sector de la ganadería cría ganado Holstein y Normanda en menor medida cerdos y pollos. Además de estas actividades la minería tiene relevancia por sus condiciones geomorfológicas, que hacen que en este municipio existan canteras en las cuales se extraen materiales para la construcción tanto local como departamental (**Figura 3-33**).

Por su cercanía con el Distrito Capital y las excelentes vías de acceso en el municipio de Mosquera se asentaron varias industrias de orden nacional lo que hace que este sector haga que el municipio tenga una alta dinámica económica sumada al incremento de empleo en la zona. Según documento oficial del Ministerio del Trabajo el municipio de Mosquera cuenta con 327 empresas registradas en la Cámara de Comercio de Facatativá para el año 2010. Según el censo de 2005 el 28% de las empresas funcionan desde la vivienda, el 28% son unipersonales, el 58% son microempresas (**Figura 3-33**).

A sí mismo el comercio y servicios en el municipio, que esta representados por almacenes, depósitos ferreterías, supermercados entre otros y son como lo muestra la Figura 3.10 el sector con

más número de establecimientos en el municipio sin embargo no es el sector que más aporta a la economía en comparación con el industrial (**Figura 3-33**).



**Figura 3-33.** Actividades comerciales del Municipio de Mosquera

*Fuente:* Ministerio de Trabajo.

#### 3.6.4.1. Ocupación de la Población

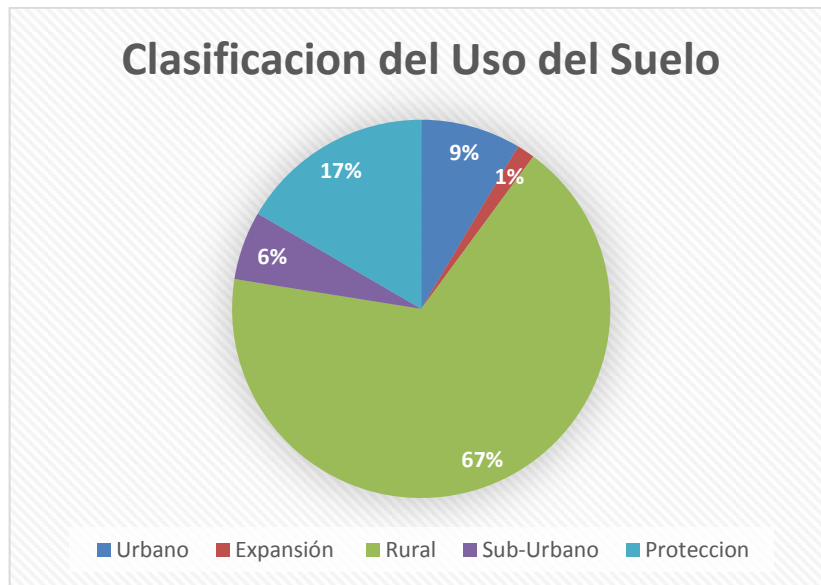
Según informe del Ministerio de Trabajo en Mosquera existe una fuerza laboral de 25,741 habitantes de los cuales 24,823 tienen un trabajo formal e informal, 918 habitantes están desempleados, 357 son aspirantes a un empleo. Con lo anterior se puede decir que la tasa de desempleo está cercana al 7% y principalmente ocurre porque la población de este municipio se traslada a otros municipios adyacentes a buscar empleo, sin embargo el flujo de personas foráneas que tienen y buscan empleo en el municipio de Mosquera es elevado. De esta forma los trabajos en los sectores de la agroindustria son temporales lo que no da una estabilidad propia al trabajador generando que este busque en otros lugares y se genere este fenómeno que ocurre en esta área.

#### 3.6.4.2. Clasificación del Uso del Suelo

Para el caso del uso del suelo en el Municipio de Mosquera, se observa que la mayor proporción del uso está marcado por el uso Rural con el 67,42% seguido del suelo de Protección con 16,60%, en

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Línea Base 3 - 152
--	---------------------------------------	-----------------------

menor proporción Urbano, Suburbano y de expansión. De esta forma con estos valores se podría asumir que este municipio tiene su mayor proporción en las actividades agrícolas, sin embargo como se explicó anteriormente mucho del espacio del área rural es aprovechado por una gran cantidad de industrias que se establecieron por sus condiciones de cercanía a Bogotá y la infraestructura vial que permite estar conectado con diferentes partes del país (**Figura 3-34**).



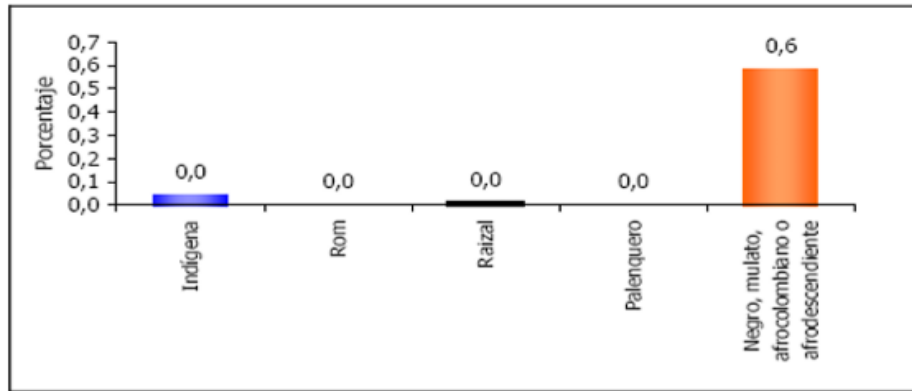
**Figura 3-34.** Clasificación de uso del suelo Municipio de Mosquera

*Fuente:* DANE Censo General, 2005

### 3.6.5. Condiciones Culturales Sociopolíticas e Institucionales

#### 3.6.5.1. Pertenencia Étnica

El municipio de Mosquera según censo de 2005 el 0,6% de la población residente se auto reconoce como Negro, Mulato o Afrodescendiente. Es importante mencionar para este caso que en el municipio de Mosquera no presenta desplazamiento, sin embargo si es receptor de varias familias. Según el Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011 190 familias llegaron de otras ciudades desplazadas por algún motivo. De las cuales 60 fueron incluidas en programas municipales y las restantes 130 familias utilizaron al municipio como hogar de paso para instalarse en la ciudad de Bogotá (**Figura 3-35**).



**Figura 3-35.** Porcentaje representación étnica Municipio Mosquera

*Fuente:* Dane, 2005

### 3.6.6. Arqueología.

El municipio de Mosquera se ha caracterizado por sus hallazgos paleontológicos, como la expedición realizada por investigadores de California en el año 1951 quienes encontraron un importante depósito de fósiles de la era cuaternaria. Uno de los hallazgos más representativa de esta expedición fueron las mandíbulas y algunas vertebras de un mastodonte, estos fósiles fueron hallados en donde ahora se ubican las fincas de Mondoñedo actualmente utilizadas como criadero de toros de lidia.

Uno de los sitios de importancia arqueológica es el lugar llamado la Loma, este lugar que actualmente es dividido por la vía que conduce al municipio de la Mesa, área que comprende la Hacienda Mondoñedo ha sufrido además la explotación de material lo que ha generado que quede a los descubiertos numerosos objetos como cerámicas y restos óseos entre los cuales se identifican números animales propios de la zona como de restos humanos donde se sobresale el hallazgo de un enterramiento femenino que por sus características en la que se encontraban los restos supone de actividades propias de un sacrificio. Según la exploraciones estos objetos encontrados son de origen prehispánico típicos de la cultura Muisca lo que sustenta aún más que esta área era de importancia para la esta comunidades prehispánicas. ([www.mosquera-cundinamarca.gov.co](http://www.mosquera-cundinamarca.gov.co)).

### **3.6.7. Componente Socio Económico Área de influencia Directa**

En el Área de estudio se encuentra ubicado en la Vereda Balsillas en esta, existen dos centros poblados El Pencal y los Puentes principalmente donde se basa la información socioeconómica del área de influencia directa (Ver mapa Anexos Ubicación de Centros poblados). La metodología para la recolección de la información se basó en encuestas a los pobladores de los dos centros poblado y entrevistas a las presidentas de las Juntas de Acción Comunal y se complementó con información secundaria. Para el desarrollo de las encuestas se tomaron 40 personas mayores de edad del centro poblado de los Puentes y 25 personas para el centro poblado del Pencal.

#### **3.6.7.1. Demografía**

Como se mencionó anteriormente, en la Vereda Balsillas existen dos centros Poblados, El Pencal se encuentra ubicado en la margen occidental de la laguna por la vía que conduce a Barro blanco una vereda del municipio de Bojaca. El otro centro poblado es los Puentes en este existen tres núcleos urbanos definidos y está ubicado sobre la vía principal que conduce de Mosquera a la Mesa Cundinamarca.). En este sentido según datos tomados en campo el sector del Pencal se ubican un total de 20 familias con un promedio de 90 Habitantes. En centro poblado de los Puentes se asientan 200 familias, aproximadamente 1200 habitantes según información de la Presidenta de la acción comunal Cecilia Gómez.

#### **3.6.7.2. Vivienda**

En el área de influencia directa se encontraron diferentes tipos de viviendas. Principalmente en el Sector de los Puentes se encontraron mayor número de viviendas tipo urbana con materiales como ladrillo, cemento tejas etc. Sin embargo se encuentran viviendas de invasión en condiciones difíciles en el área de la vía Barro Blanco y vía la Mesa fabricadas con materiales como madera plásticos tejas de zinc etc. De esta misma forma se encuentran en el Centro poblado el Pencal en el cual la mayoría de sus viviendas son de tipo urbano sin embargo en límites con el municipio de Bojacá se observan viviendas de invasión.





**Ilustración 3-1.** Viviendas de invasión en el sector de los Puentes

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

### 3.6.7.3. Cobertura de Servicios Públicos

Para el Caso del Centro Poblado el Pencal según la información recolectada en campo y contrarrestándola con la de la Presidenta de la Acción Comunal la Sra. Fanny Chávez, la mayoría de las viviendas cuentan con servicio energía eléctrica que presta el municipio, sin embargo no cuentan con servicio de acueducto por lo que el Municipio de Mosquera surte por medio de un carro tanque el agua a este centro poblado y lo depositan en un tanque general que surte a todas las viviendas. De esta misma manera el Pencal carece de servicio de alcantarillado por lo que la mayoría de las viviendas tienen pozo séptico. Sin embargo según la presidenta de la acción comunal “No todas las casas tienen pozos por lo que las aguas negras se van por el canal directamente a la laguna”. En cuanto servicio de telefónico no cuentan con ningún tipo de Red por lo que el uso de celular es generalizado.



**Ilustración 3-2.** Centro Poblado el Pencal / Entrevista a la Presidenta de la acción Comunal Sra. Fanny Chávez  
**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

Para el caso del centro poblado los Puentes cuentan con energía eléctrica un servicio excelente según los pobladores. Sin embargo este sector por su proximidad a la Laguna de la Herrera presenta problemas con el alcantarillado que aunque tienen, las aguas residuales son vertidas a este cuerpo de agua y contribuye a malos olores en el área. Cuentan con un servicio de acueducto propio el cual se origina por un pozo profundo que llega a una estación básica que oxigena el agua y la almacena para ser distribuida a las viviendas. Este acueducto es manejado por la Junta de acción comunal de los Puentes, los gastos de mantenimiento y funcionamiento son recaudados mensualmente en la comunidad que se beneficia de este servicio.



**Ilustración 3-3.** Sistema de Acueducto Veredal Centro Poblado Los Puentes  
**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 157
---	--	------------------------------



#### 3.6.7.4. Salud

En el área de influencia directa no se encuentra ninguna institución que preste servicios de salud, por lo que los pobladores tanto del Pencal como de los Puentes tienen que desplazarse hasta el casco urbano para atender cualquier tipo de emergencia o control médico. Según las encuestas realizadas las principales enfermedades que aquejan a esta población son las enfermedades respiratorias seguidas por enfermedades gastrointestinales. Entre las personas encuestadas se encuentran régimen contributivo 65% asociado a su ocupación ya que trabajan directamente con empresas que se encuentran en el área. De esta forma y en menor porcentaje 35% de las personas pertenecen al régimen subsidiado. Entre las personas encuestadas no se encontraron personas por fuera de alguno de estos regímenes.

#### 3.6.7.5. Educación

En el Sector de los Puentes se encuentra la escuela que lleva nombre de la Merced y un jardín infantil. Esta escuela consta de 5 docentes que enseñan en los niveles de 0 a 5 de primaria en el momento hay aproximadamente 150 estudiantes, aunque esta escuela tiene toda la capacidad para albergar un número más elevado de estudiantes, algunas familias prefieren enviar a sus hijos a escuelas y colegios privados en el caso urbano de Mosquera. Adicionalmente en esta institución funciona una Biblioteca pública. Según lo observado en campo en el Sector el Pencal no se cuenta con una escuela de formación básica por tal motivo tanto niños como niñas del sector tienen que desplazarse a centros educativos cercanos. El Municipio provee de transporte para que los estudiantes del sector asistan a sus respectivos centros educativos. Sin embargo en el Pencal se encuentra un Jardín infantil llamado "Pipelin" el cual consta de dos docentes con 8 estudiantes en edades entre los 1 a los 5 años.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Línea Base

3 - 158



**Ilustración 3-4.** Jardín Infantil Pipelin Ubicado centro Poblado Pencil /

Institución educativa La Merced Sede los Puentes

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

#### 3.6.7.6. Dinámica Económica

La actividad económica agrícola predomina en el área de Influencia de la laguna de la Herrera, representada por las haciendas Casa Blanca, y la Herrera aptitud lechera; mientras que las Haciendas Montanel y Agrícola Bojaca se dedican principalmente al cultivo de las flores; de esta misma forma pero en menor escala se encuentran otras haciendas que se dedican al cultivo de lechuga repollo entre otros

La actividad industrial del área de influencia directa de la Laguna de la herrera está representada por empresas que se dedican a la explotación de las canteras, algunas de estas empresas son Recerbera Vista Hermosa, ICM, Gayco S.A, Icein y Hormigón Andino. Otras actividades en el area son la disposición final de residuos peligrosos la empresa Tecniamsa la cual es una empresa de incineración de residuos y la empresa Prosarc que dispone residuos peligrosos.

El 80% de los hombres encuestados trabajan directamente con alguna de las empresas en el área de influencia. El Otro 20% trabaja en el casco urbano en diferentes actividades. Las mujeres el 65% de las encuestadas son amas de casa y realizan labores adicionales. Las restantes trabajan en sectores comerciales en el área de los puentes.

<p><b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.</p>	<p><b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014</p>	<p><b>Línea Base</b> 3 - 159</p>
---	--	--------------------------------------



**Ilustración 3-5.** Sector industrial del área de Influencia directa


*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

### 3.6.7.7. Coberturas de la Tierra




Para la caracterizar las coberturas de la tierra del área de influencia directa del proyecto se realizó una visita en campo y realizo el recorrido donde se establecieron de manera general las coberturas. Con una imagen satelital extraída de Google Earth del área de influencia directa se digitalizo la imagen y con la metodología Corine Lanad Cover se nombraron las diferentes coberturas de la tierra. Como resultado de esto se generó un Mapa llamado Coberturas de la tierra del AID (*Ver Mapa Coberturas de la Tierra en Anexos.*)

En la siguiente **tabla (3-59)**, se muestra las categorías (1, 2, 3 y 4) propuestas por la metodología Corine Lanad Cover donde se nombran las coberturas según el nivel de detalle.

**Tabla 3-59.** Coberturas de Tierra en el Sector de AID

Coberturas de la Tierra				
Categorías				
1	2	3	4	
Territorios Artificiados	Zona de extracción minera y escombreras	Zona de Extracción Minera	Zona de Extracción Minera	

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 160
---	--	------------------------------

Bosques y áreas Seminaturales	Bosques	Plantación Forestal	Plantación Forestal	
Áreas Húmedas	Áreas Húmedas Continentales	Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua	Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua	
Territorios Agrícolas	Áreas Agrícolas Heterogéneas	Mosaico de Cultivos	Mosaico de Cultivos	
		Pastos	Pastos con rastrojos	

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Para el área de influencia directa se identificaron cinco coberturas representadas en la categoría 4. Clasificadas de la siguiente manera:

- ④ Zona de Extracción Minera: Corresponde al área ubicada al suroeste de la laguna donde se encuentra toda la actividad minera representada por canteras.
- ④ Plantación Forestal: Se encuentran relictos de bosques plantados ubicados en diferentes áreas cercanas a la laguna de la Herrera.
- ④ Vegetación Acuática sobre cuerpos de agua: Por tener tan reducido el espejo de agua la laguna de la herrera entra en esta clasificación.
- ④ Mosaico de Cultivos: Se encuentra ubicados al sur este de la laguna, así como al norte correspondiente a los municipios de Bojacá y Madrid respectivamente. Por su gran variedad de cultivos se generaliza en esta categoría.
- ④ Pastos con rastrojos: contiguo a la laguna y los cultivos se encuentran estos pastizales que por sus condiciones podrían también tenerse en cuenta entre la categoría de Bosques y áreas seminaturales ya que muchas áreas de esta se han dado por acción natural. Sin



embargo por la acción antrópica para extender los cultivos este proceso también es de origen antrópico.

### **3.7. Zonificación Ambiental.**

La zonificación Ambiental es el resultado de la Línea Base Ambiental, en la cual se aplican criterios basados en aspectos de interés ambiental que permita identificar áreas homogéneas teniendo como criterio principal la sensibilidad ambiental contrarrestada a factores y elementos de origen antrópico que pueden tener un efecto directo en el medio ambiente, es importante señalar que las condiciones no se proyectan si no se evalúa el estado actual del área de influencia directa. Según la propuesta metodológica de Zonificación ambiental de las cuencas hidrográficas del Ministerio de Medio ambiente la Sensibilidad es el grado de fragilidad de un terreno a generar procesos de amenaza de cierto tipo a partir de la evaluación de criterios intrínsecos.

Como se mencionó anteriormente algunos factores antrópicos y propios del medio ambiente pueden tener un efecto positivo o negativo en el área de estudio. Por tal razón esos factores pueden evaluarse según la amenaza que tengan con alguno de los factores del medio ambiente sea inundaciones, deslizamientos, o la introducción o generación de algún contaminante al medio que se comporten como tensores ambientales en los recursos. De esta misma forma se puede trabajar con los sistemas biológicos, ya que por su fragmentación su extensión, o su valor intrínseco sea un Bosque nativo o un Bosque plantado podemos valorar esa sensibilidad en el área de estudio.

Para el desarrollo de la zonificación ambiental se partirá de la información generada en la línea base y luego se van a realizar mapas intermedios de los componentes Físicos y bióticos para luego relacionarlos y obtener un mapa con la Zonificación Ambiental del área de influencia directa (*Ver en Anexos Mapas intermedios Zonificación Ambiental*). Para este estudio se utilizara la clasificación propuesta en la Metodología y presentación de Estudios de Impacto ambiental del Ministerio del Medio Ambiente en la cual la zonificación del área de estudio tendrá las siguientes categorías de sensibilidad ambiental:

- Áreas de especial significado ambiental como áreas naturales protegidas, ecosistemas sensibles, rondas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas,

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 162
---	--	------------------------------

amenazadas o en peligro crítico, áreas de importancia para cría, reproducción alimentación y anidación y, zonas de paso de especies.

- ④ Áreas de recuperación ambiental: tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas.
- ④ Áreas de riesgo y amenazas: tales como áreas de deslizamientos e inundaciones.
- ④ Áreas de producción económica: tales como ganaderas, agrícolas, mineras, entre otras.
- ④ Áreas de importancia social: tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

### **3.7.1. Zonificación Ambiental del Medio Físico**


#### **3.7.1.1. Zonificación ambiental Geomorfológica y Estructural**

Para poder definir la zonificación ambiental basado en aspectos geomorfológicos y estructurales se tuvo en cuenta el paisaje y sus procesos erosivos, la pendiente, el tipo de rocas y la influencia de fallas en el área de estudio. Por lo anterior se tomó como referencia la siguiente clasificación para agrupar zonas homogéneas en el área de estudio.

- ④ **Zona Ambiental Sensibilidad Alta:** Comprende terrenos donde las pendientes están definidas por escarpes y zonas montañosas, acompañadas de procesos erosivos clasificados como severos, Las condiciones geológicas están relacionadas con unidades rocosas afectadas por los sistemas de fallas regionales que fracturan intensamente los materiales o por condiciones de alta meteorización.
- ④ **Zonificación Ambiental Sensibilidad Media:** Estas zonas definen terrenos de pendientes moderadas a fuertes, pero donde las condiciones de las rocas no están tan influenciadas por los fallamientos regionales, ni por grandes procesos erosivos





 **Zonificación Ambiental Sensibilidad Baja:** Son terrenos de baja pendiente, definidos en su mayoría por depósitos aluviales con bajo grado de erosión o por zonas desfloramientos rocosos de buenas condiciones geotécnicas.

En el área de estudio que comprende la Laguna de la Herrera como se menciona en la descripción del medio Físico esta área presenta dos paisajes bien definidos. Paisaje de Montaña o Elevado y Paisaje de Planicie. De esta forma y con la información de la geología estructural vemos que en sobre el Paisaje Montañoso al sur oeste de la laguna existen fallas como la de Bojacá y Zipacón adicionalmente es un área donde la actividades mineras han generado erosión severa en estas área se ubica la *Zonificación Ambiental Sensibilidad Alta*. Se señala un área específica de deslizamiento en la cual una cantera ha generado una pendiente pronunciada sumada a procesos erosivos y a fallamientos en el área (Ver Mapa de Zonificación Ambiental).

Con lo anterior podemos identificar que esta area señalada como Zonificación Ambiental Sensibilidad Alta para el componente físico tiene todas las características para ser identificada como un AREA DE RIESGO Y AMENAZA en el mapa de Zonificación Ambiental (Ver Mapa de Zonificación Ambiental).

### 3.7.1.2. Zonificación Ambiental Suelos

Para esta zonificación se tomó como referencia el conflicto del uso del suelo y la concordancia de las áreas basándose en el uso actual del suelo referenciado en el mapa de coberturas de la tierra utilizando la metodología Corine Land Cover y contrarrestándolo con el mapa de tratamientos de la Tierra del PBOT del municipio que muestra el uso potencial en el área de influencia directa del proyecto.

Al contrarrestar los mapas de coberturas de la tierra con el mapa de tratamientos de la Tierra del PBOT no se evidencia un diferencial marcado entre el uso del suelo y el uso potencial. Sin embargo existe un área que delimita la vía que lleva de los Puentes al Pencal el cual tiene la característica de ser un Área de restauración y rehabilitación la cual en algunas zonas puntuales se ven traslapadas por asentamientos humanos.

Es importante señalar que al contrarrestar el mapa de Tratamientos de la Tierra del PBOT del Municipio y las coberturas actuales se observa concordancia en áreas determinas para fines de

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 164
---	--	------------------------------

producción económica como son los cultivos y las canteras. De esta forma en el mapa de Zonificación Ambiental estas áreas que tienen una alta concordancia (cultivos y las canteras) serán referenciadas como AREAS DE PRODUCCION ECONOMICA.

### **3.7.2. Zonificación Ambiental del Medio Biótico**

Para realizar la zonificación ambiental del medio Biótico se partirá de las coberturas vegetales en el área de influencia directa y se basará en la importancia ambiental. Así mismo para el caso propio de la Laguna de la Herrera y se tomara como un sistema independiente de las coberturas ya que este ecosistema al ser un ecosistema protegido tendrá la prioridad máxima dentro de esta clasificación.

De esta manera en el área de influencia directa se encuentran dos coberturas vegetales principales Bosques Secundarios y pastizales con rastrojos. La característica de protección dará una valoración más alta que un bosque con fines de extracción o expansión por lo que el mapa de ecosistemas se traslapará con el de uso del suelo para identificar áreas protectoras. Es importante señalar que para este caso la importancia ambiental está relacionada con la sensibilidad ya que en un sistema biológico entre más valor de importancia tenga tiene mayor sensibilidad hacia un factor externo.

- ④ **Zonificación Alta importancia Ambiental:** Se refiere a ecosistemas que cumplen una función ambiental de importancia así como la estructura biótica determinada. Se incluyen reservas forestales y ecosistemas estratégicos.
- ④ **Zonificación Media Importancia Ambiental:** Se refiere en este caso a Bosques que aunque tienen una relevancia ecosistémica prestan un servicio ambiental como lo es la extracción en este se encuentran Bosques Secundarios de explotación. En este tipo de ecosistemas se evidencia una Biodiversidad Baja representada en una o dos especies plantadas.
- ④ **Zonificación Baja Importancia Ambiental:** en esta clase de zonificación se encuentran ecosistemas intervenidos fuertemente en este se encuentran pastizales con rastrojos.

Como se mencionó anteriormente la zonificación Ambiental Biótico la Laguna de la Herrera es un ecosistema que por su rareza sus valores intrínsecos como regulación hídrica, hábitat de fauna específica de este tipo de ecosistemas tendrá el mayor valor de importancia ambiental (Zona alta

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 165
---	--	------------------------------



Importancia Ambiental). Por tal motivo la laguna de la Herrera tendrá una clasificación el mapa de Zonificación Ambiental como AREA DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL

Así mismo existe Bosques secundarios que tendrían el mismo valor de importancia ya que estos bosques presentan una baja diversidad por lo que se representan máximo 3 especies en estas coberturas. Por lo que el factor determinante de valoración va a ser su relación con su ubicación referida en el uso del suelo. De esta manera bosques secundarios en áreas de protección tendrán la valoración ambiental alta, Bosques secundarios en áreas de expansión urbano tendrán valoración media. Con respecto a lo anterior sobre sale dos Áreas de Bosques secundarios que tienen la mayor valoración ambiental. La Primera ubicado cerca de las canteras y al centro poblado del Pencial esta cobertura vegetal ubicado en un paisaje de montaña cumple una función importante en la estabilidad de los suelos del área además de los valores intrínsecos que presta en si el Bosque. La otra área está ubicada cerca de la laguna de la Herrera y permite ser un lugar de óptimo para la anidación de especies de avifauna y lugar de refugio en general a la fauna de área. Por tal motivo estas áreas en el mapa de Zonificación Ambiental estarán marcadas dentro de la clasificación de AREA DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL.

Para el caso de los pastizales con rastrojos estas coberturas son bastante intervenidas además que presentan una especie invasora como lo es el Kikuyo (*Pennisetum Clandestinum*) que genera una presión muy grande sobre la laguna ya que esta ayuda a la terrización lo que genera un efecto sobre la disminución del espejo de agua de la laguna. Por tal motivo esta área tendrá una valoración ambiental baja. Sin embargo al ser un área aledaña a la laguna tiene una importancia como zona de amortiguamiento para el ecosistema, es así como en el mapa de Uso Potencial del suelo referencia esta área como Zona de Recuperación y rehabilitación Ambiental. Por lo anterior esta área en el mapa de Zonificación Ambiental será llamado AREA DE RECUPERACION AMBIENTAL. (Ver mapa de Zonificación Ambiental)

### **3.7.3. Zonificación Ambiental del medio Socio Económico**

La sensibilidad Social es consecuencia directa del empobrecimiento, así como la reacción social ante los desastres naturales. Para este caso en el Área de influencia directa se encuentran dos centros poblados el Pencial y los Puentes. Para poder determinar la sensibilidad ambiental de estos dos centros poblados se basara en su ubicación bajo la condición de que ocurra un evento natural o

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 166
---	--	------------------------------



la influencia antrópica sobre la comunidad. Así mismo se empleara la información de las condiciones como Tipo de vivienda, Centros de Salud.

Con lo anterior podemos concluir que los centros Poblados que se encuentran ubicados dentro del área de Influencia Directa difieren levemente uno del otro. Por sus condiciones de localización tanto el centro poblado de los Puentes como el Pencal están en área de riesgo por estar ubicadas en las zonas bajas de las actividades mineras tal como se mencionó en la zonificación ambiental del medio Físico, esta área además de presentar erosión marcada la presencia de fallas hacen que estos centros poblados puedan verse afectados por procesos dinámicos. Adicionalmente los Puentes al estar ubicado entre los ríos Subachoque y Bojacá presenta nivel de amenaza representado por las inundaciones. De esta manera los problemas de eutrofización de la laguna de la Herrera generan una presión en la población por los efectos de olores asociados a la descomposición de la materia orgánica.

En cuanto a los tipos de vivienda los centros poblados cuentan con las mismas características siendo las viviendas de invasión propensas a cualquier tipo de amenaza. De esta misma forma las condiciones de servicios públicos tendrían un efecto más representativo en el sector del Pencal ya que esta comunidad no cuenta con acueducto y depende de carrotanques que suministra el municipio para que llegue el recurso.

Otra condición que comparten los dos centros poblados es la falta de un centro de salud en esa área lo que los hace vulnerable ante cualquier amenaza ya que estos se tendrían que desplazar hasta el casco urbano para que sean atendidos. Por tal motivo los centros poblados clasificados en el mapa de Zonificación Ambiental como áreas de Riesgo y Amenaza.

Es importante señalar que en la estructura económica tiene gran relevancia la infraestructura del distrito de riego la Ramada por tal motivo esta área donde se maneja las compuertas va estar señalada en el mapa de Zonificación Ambiental como AREA DE IMPORTANCIA SOCIAL.

De manera general como se evidencia en el Mapa de Zonificación Ambiental (Ver Mapa de Zonificación Ambiental) en el área de influencia directa se identificaron las siguientes áreas:

- Área de Producción Económica
- Área de Recuperación Ambiental

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Línea Base</b> 3 - 167
---	--	------------------------------



- Área de Riesgo y amenaza
- Área de especial significado Ambiental
- Área de Importancia Social

## **4. EVALUACION AMBIENTAL**

En este proyecto se desarrolló la evaluación de impactos ambientales generados exclusivamente a la calidad del agua de la Laguna La Herrera por efectos de la canteras aledañas; determinando así el estado actual de ésta, teniendo en cuenta las actividades propias del proyecto que pueden afectarla (escenario con proyecto).

### **4.1. Identificación y Evaluación de Impactos**

#### **4.1.1. Metodología**

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se analizó un (1) escenario con proyecto, en el que se identificó, evaluó y analizó los impactos generados por las actividades antrópicas que tienen lugar en la actualidad en el área de estudio, así como aquellos que se podrían desarrollar como consecuencia del desarrollo de las actividades contempladas en las diferentes etapas del proyecto.

Este proceso se realizó con base en lo establecido en la metodología para la evaluación del impacto ambiental de Conesa – Fernández (1997), en la cual se incluyeron algunos criterios adicionales, así como se modificaron las escalas de calificación, con el fin de caracterizar detalladamente los impactos identificados y los efectos de las actividades contempladas, mediante la aplicación de los criterios que se exponen a continuación, a los cuales se les asignó un valor según la escala definida. Para tal fin, se emplearon matrices simples de doble entrada que permiten evaluar la interacción entre actividades e impactos.

##### **4.1.1.1. Carácter del impacto (CA)**

Condición cualitativa que determina el sentido del cambio producido en los elementos de los medios abiótico y biótico producidos por la ejecución de una actividad en el área (**Tabla 4-1**):

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 1
---	--	--------------------------------------

**Tabla 4-1.** Carácter del Impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>POSITIVO</b>	(+)	El impacto produce un efecto benéfico para el elemento ambiental evaluado.
<b>NEGATIVO</b>	(-)	El impacto produce un impacto perjudicial para el elemento ambiental evaluado.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.2. Magnitud del impacto (MG)

Corresponde al grado de incidencia o trascendencia del impacto sobre el medio; es decir, evalúa la gravedad de las consecuencias de la alteración producida en los elementos de los medios abiótico y biótico del área. Según la magnitud, los impactos se clasificaron como (**Tabla 4-2**):

**Tabla 4-2.** Magnitud (gravedad) del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>BAJA</b>	1	Efectos ambientales no significativos, es decir cuando las consecuencias del impacto generan modificaciones mínimas sobre el medio o la comunidad y no tienen consecuencias económicas.
<b>MEDIA</b>	3	El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales o la comunidad, pues se generan afectaciones o alteraciones moderadas en el entorno analizado, pudiendo haber pérdida ambiental o económica intermedia.
<b>ALTA</b>	6	El impacto afecta de manera significativa o grave los ecosistemas o el entorno social o causa pérdidas económicas significativas.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.3. Cobertura (CO)

Corresponde al área de influencia del impacto, es decir, la zona o sector en que tienen manifestación las consecuencias del suceso (**Tabla 4-3**)

**Tabla 4-3.** Extensión del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>PUNTUAL</b>	1	Se refiere al impacto generado en el área directamente intervenida por la actividad específica. Desde el punto de vista socioeconómico, la afectación se manifiesta a nivel de unidades familiares.
<b>LOCAL</b>	3	El impacto trasciende fuera del área directamente intervenida por la actividad, pero no

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 2
---	--	--------------------------------------



		alcanza a abarcar la totalidad del área de influencia directa. Desde el punto de vista socioeconómico y/o cultural, el impacto puede repercutir a nivel de la unidad territorial (vereda o territorio colectivo).
<b>PARCIAL</b>	6	Hace referencia al impacto que se manifiesta en el área de influencia directa o fuera de ella. A nivel socioeconómico y cultural, el impacto podría repercutir a nivel regional (municipio), o podría trascender a un área más amplia.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.4. Permanencia o duración (DR)

Corresponde al periodo de tiempo en el que el impacto actúa o incide sobre los componentes del ecosistema, contando con las siguientes categorías (**Tabla 4-4**)

**Tabla 4-4.** Permanencia del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>FUGAZ – ESPORÁDICO</b>	1	Las manifestaciones del impacto tienen una duración inferior a un (1) mes.
<b>TEMPORAL – BREVE</b>	2	Las manifestaciones del impacto tienen una duración que oscila entre uno (1) y 12 meses.
<b>PROLONGADO</b>	3	Las manifestaciones del impacto tienen una duración de uno (1) a cinco (5) años.
<b>PERMANENTE</b>	4	Las manifestaciones del impacto permanecen por un periodo mayor a cinco (5) años.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.5. Resiliencia (R)

Capacidad intrínseca del ecosistema y/o comunidad receptora para absorber, tolerar o asimilar las perturbaciones generadas por el impacto, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; es decir, pudiendo regresar a su estado original, una vez que la perturbación ha terminado. Dada la resiliencia frente a los impactos, el ecosistema se clasificó como (**Tabla 4-5**):

**Tabla 4-5.** Resiliencia (tolerancia – asimilación).

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>MUY TOLERANTE</b>	1	Los efectos ambientales y/o socioeconómicos del impacto son asimilados rápidamente y en su totalidad por el ecosistema y/o la comunidad durante la ejecución de la actividad, desapareciendo las manifestaciones del impacto tan pronto esta termina.
<b>TOLERANTE</b>	2	El efecto del impacto es asimilado en un periodo mayor de tiempo por el ecosistema y/o la comunidad, sin que este tiempo adicional sea significativo.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Evaluación Ambiental

4 - 3





<b>SENSIBLE</b>	3	El efecto del impacto es asimilado parcialmente, el ecosistema y/o la comunidad no se recupera fácilmente quedando pequeñas secuelas.
<b>INTOLERANTE (MUY SENSIBLE)</b>	4	La manifestación del impacto no desaparece ni es asimilada por el ecosistema y/o la comunidad, los efectos se mantienen latentes sin permitir la recuperación del ecosistema o dejando secuelas en la comunidad.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.6. Recuperabilidad (RC)

Se refiere al tiempo que tarda el ecosistema en retornar a sus condiciones originales, mediante el uso de tecnologías y de medidas de recuperación (**Tabla 4-6**)

**Tabla 4-6.** Recuperabilidad del ecosistema.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>RÁPIDA</b>	1	La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año.
<b>MODERADA</b>	2	Entre uno (1) y tres (3) años.
<b>LENTA</b>	3	La recuperación se presenta entre tres (3) y diez (10) años.
<b>IRRECUPERABLE</b>	4	No hay posibilidades de una recuperación, es decir el impacto generado es residual.

*Fuente:* Modificada Alarcón et al., 2013.), de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.7. Periodicidad (PR)

Se refiere a la frecuencia con que se presenta el efecto o la alteración producida sobre el ecosistema (**Tabla 4-7**).

**Tabla 4-7.** Periodicidad del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>IRREGULAR</b>	1	El impacto se manifiesta esporádicamente y de forma imprevisible durante la ejecución de la actividad.
<b>PERIÓDICO</b>	2	El impacto se manifiesta de forma regular, pero intermitente durante la ejecución de la actividad.
<b>DISCONTINUO</b>	3	El impacto se manifiesta de forma irregular a lo largo de la ejecución de la actividad.
<b>CONTINUO</b>	4	El impacto se manifiesta constante o permanentemente a lo largo de la ejecución de la actividad.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.8. Tendencia del impacto (TD)

Comportamiento o cambio que manifiesta un impacto en la medida que transcurre el tiempo, ya sea en su extensión, intensidad o cualquiera de sus manifestaciones. Según la tendencia, el impacto se consideró como (**Tabla 4-8**).

**Tabla 4-8.** Tendencia del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
DECRECIENTE	1	Los efectos ambientales y/o sociales tienden a desaparecer en la medida que transcurre el tiempo.
ESTABLE	2	El efecto del impacto se mantiene constante ya sea en los ecosistemas o en la comunidad.
CRECIENTE	3	El efecto tiende a incrementar la alteración sobre el medio y/o la comunidad; ya sea en extensión, intensidad o cualquiera de sus manifestaciones.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.9. Tipo (TI)

Se refiere a la relación causa – efecto del efecto sobre una variable del ecosistema como consecuencia de la ejecución de una actividad (**Tabla 4-9**).

**Tabla 4-9.** Tipo del Impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
INDIRECTO	1	El impacto se presenta consecuencia de la interacción con otra variable, a su vez, afectada por la actividad que se está ejecutando.
DIRECTO	2	El impacto es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

En el caso de los impactos de carácter positivo, la resiliencia del medio es inversamente proporcional a la descrita.

#### 4.1.1.10. Acumulación y sinergia (A)

Trata sobre el incremento progresivo del efecto, o la inclusión de efectos sinérgicos ante el hecho que dos impactos juntos pueden producir una alteración o cambio mayor que la suma de las dos unidades separadas. Según su acumulación, los impactos pueden ser (**Tabla 4-10**).

**Tabla 4-10.** Acumulación y sinergia del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>SIMPLE</b>	2	Impactos que al interactuar con otros impactos no generan nuevos efectos, y el impacto final tiene las mismas características que aquellos que lo originaron.
<b>ACUMULATIVO</b>	4	Impactos con origen común, cuya temporalidad se ve reflejada en acciones pasadas, presentes y futuras; que al combinarse generan un nuevo impacto, que puede ser de mayor o menor magnitud que los impactos originales, pero son predecibles y controlables.
<b>SINÉRGICO</b>	6	Impactos con origen diferente que interactúan y cuya incidencia final es mayor a la suma de los impactos parciales de las modificaciones causadas por cada una de las acciones que lo genera, por lo cual su manejo se hace muy complejo.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.11. Probabilidad de ocurrencia (PO)

Se refiere a la posibilidad de que un impacto se presente, para lo cual será de gran utilidad el conocimiento de registros históricos de los impactos presentados durante el desarrollo de las actividades específicas (**Tabla 4-11**).

**Tabla 4-11.** Probabilidad de ocurrencia del impacto.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>BAJA</b>	1	Poco probable que ocurra la generación del impacto.
<b>MEDIA</b>	4	Es posible que se genere el impacto.
<b>ALTA</b>	8	El impacto se generará con un alto nivel de certeza.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013. Modificada de Conesa – Fernández, 1997.

#### 4.1.1.12. Importancia ambiental (IM)

La importancia ambiental (IM) se determinó realizando la sumatoria de las calificaciones dadas a los aspectos tenidos en consideración tanto para el escenario sin proyecto, como con proyecto; empleando la **Ecuación 4-1** que se presenta a continuación. El resultado correspondió a la columna **Importancia Ambiental**, en donde los valores mínimos podían ser de diez (10); en tanto que los valores máximos podían ser de 47, tanto para el escenario sin proyecto, como el escenario con proyecto.

#### Ecuación 4-1:

$$IM = CA * (MG + CO + DR + R + RC + PR + TD + TI + A + PO)$$

#### 4.1.1.13. Jerarquización de impactos

El resultado final de la evaluación de cada impacto correspondió a la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos: leve, menor, moderado y mayor. A continuación se indica la relación existente entre la importancia ambiental y el nivel de importancia de los impactos (**Tabla 4-12**).

**Tabla 4-12.** Importancia de los impactos.

NIVEL DE LA IMPORTANCIA	IMPORTANCIA AMBIENTAL	SIGNIFICANCIA
10 – 19	Leve	No significativo
20 - 29	Menor	No significativo
30 - 37	Moderado	Significativo
38-47	Mayor	Significativo

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Igualmente, se presentan las actividades más impactantes mediante un análisis gráfico determinado a partir de los resultados encontrados en las matrices de calificación (**Anexo - Evaluación ambiental**), ya sea de carácter positivo o negativo, y las razones de este comportamiento.

### 4.1.2. Definición de impactos valorados

Una vez caracterizadas las actividades que se desarrollan actualmente en el área de estudio y aquellas que se ejecutarán durante el desarrollo del proyecto, se realizó la definición de los posibles impactos que pueden generar afectación a la calidad del agua del medio biótico y abiótico en el área de influencia del proyecto de las canteras (**Tabla 4-13**).

**Tabla 4-13.** Definición de impactos identificados para el área de la Laguna La Herrera por efecto de las canteras.

MEDIO	ELEMENTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	DEFINICIÓN DEL IMPACTO
ABIÓTICO	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de las condiciones del hábitat acuático en respuesta al cambio en sus características fisicoquímicas y/o bacteriológicas.
	BIÓTICO	Flora	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
Fauna		Modificación de hábitats de la fauna silvestre	Cambio de las coberturas vegetales e inclusión de elementos extraños a los habituales del ecosistema.
		Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre	Desplazamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre local hacia zonas aledañas, como consecuencia de la inclusión de elementos extraños a los presentes en los ecosistemas actuales y/o en búsqueda de características específicas en el ecosistema.
Recursos hidrobiológicos	Modificación de la calidad del hábitat acuático y variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales	Modificación de las condiciones del hábitat acuático en respuesta al cambio en sus características fisicoquímicas y/o bacteriológicas, así como alteraciones morfométricas del lecho del cuerpo de agua. Lo anterior conlleva a un cambio en abundancia y/o diversidad de las comunidades hidrobiológicas, en respuesta a las modificaciones en su hábitat, debido a una perturbación.	

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

#### 4.1.2.1. Descripción de las actividades antrópicas no propias de las canteras

Durante las jornadas de campo realizadas para el reconocimiento del área de La Laguna La Herrera, fue posible identificar las actividades antrópicas que actualmente se desarrollan en el área y que modifican los diferentes componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. A continuación se aclara el alcance de cada actividad identificada para el escenario con proyecto; no obstante la descripción detallada de cada una de las actividades se encuentra en el **Capítulo 3. Caracterización del área de influencia del proyecto: medio abiótico, biótico y socioeconómico.**

##### Ganadería extensiva

Las actividades agropecuarias, causan perturbación a las coberturas presentes en la zona, en especial a los herbazales, los cuales han sido reemplazados por pastos limpios con el fin de ampliar la frontera ganadera (**Ilustración 4-1**). Se evidencia y en gran magnitud el aporte de materia orgánica, proveniente de las heces fecales de los animales, lo que conlleva a una gran afectación en la calidad del agua de la laguna La Herrera.



**Ilustración 4-1.** Ganadería en el AID del proyecto

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Evaluación Ambiental 4 - 9
--	---------------------------------------	-------------------------------

#### Actividades agrícolas

Los cultivos de lechuga, espinacas, coliflor, zanahoria, apio, arveja y papa entre otros son las principales actividades agrícolas que se presentan en la zona y genera un impacto relevante, al contribuir al detrimento de coberturas vegetales, las cuales son eliminadas casi en su totalidad para el establecimiento de las grandes extensiones de cultivo (**Ilustración 4-2**).



**Ilustración 4-2.** Agricultura en el AID del proyecto

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

#### Disposición de aguas residuales

Las urbanizaciones aledañas a la laguna La Herrera, presentan disposiciones finales sin ningún tipo de tratamiento de aguas residuales. La población que habita el área de influencia del proyecto, realiza la disposición final de las aguas grises directamente al suelo; en tanto que las aguas negras sin tratamiento se disponen en pozos sépticos o directamente a cuerpos de agua.

Se evidencia que en las épocas de lluvias se presentan altas descargas de aguas negras que no alcanzan a ser tratadas por la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, desestabilizando de esta manera su capacidad natural de volumen de agua natural, sin mencionar los grandes aportes de agentes contaminantes al cuerpo de agua.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 10
---	--	---------------------------------------

Los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas de los municipios de Mosquera y Madrid, al igual que los efluentes de aguas residuales de la urbanización Los Puentes y el sector Pencal, así como vertimientos puntuales de viviendas asentadas en la zona de ronda de la laguna.

Por su origen, estas aguas residuales presentan altos contenidos de materia orgánica, residuos de detergentes, grasas, solventes, agentes patógenos, entre otras sustancias que contribuyen al deterioro de las propiedades del suelo y de los cuerpos de agua cercanos a las fuentes de contaminación.

#### Disposición de residuos sólidos

Las actividades antrópicas en el área, en especial en donde hay asentamientos humanos, generan un alto volumen de residuos sólidos, que en el área del proyecto se pudo evidenciar que no hay una disposición adecuada de estos.

Allí se observó como gran parte de los residuos generados por los habitantes son arrojados alrededor del cuerpo de agua, afectándolo de esta forma y a las coberturas vegetales asociadas a los mismos (**Ilustración 4-3**).



**Ilustración 4-3.** Disposición de residuos sólidos en el AID del proyecto

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 11
---	--	---------------------------------------



## Plantaciones

Las plantaciones y flores asentadas en áreas aledañas al humedal, además de captar el agua de éste, también vierten sus aguas residuales directamente al cuerpo de agua o en áreas cercanas y por lixiviación llegan hasta éste (**Ilustración 4-4**).

La ampliación de la frontera agrícola, altera la composición y estructura original de la vegetación, disminuyendo de tal forma la biodiversidad, fragmentando los espacios naturales, generando pérdida de la cobertura vegetal y cambio en la composición florística.

También el excesivo uso de agroquímicos, aportan agentes contaminantes al humedal afectando de tal manera a calidad del agua de este cuerpo de agua.



**Ilustración 4-4.** Plantaciones en el AID del proyecto

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

La descomposición de materia orgánica generada por las actividades antrópicas incrementa las concentraciones de parámetros intermedios como nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, DBO<sub>5</sub> y DQO, generando niveles de oxígeno disuelto bajos y aumento de microalgas que ayudan a la eutrofización del sistema, deteriorando la calidad del medio acuático, lo que se evidencia también en los parches de macrófitas acuáticas presentes en el cuerpo de agua.

Los aportes de materia fecal ocasionan una contaminación del agua por organismos patógenos (coliformes) ya que disminuyen la calidad del agua de éste ya que limitan el consumo de agua en actividades humanas o a requerir, siendo necesario un tratamiento de desinfección.

#### 4.1.3. Con proyecto (Las Canteras)

En esta etapa de la evaluación de impactos, se empleó una matriz simple de doble entrada en la que se relacionaron los componentes y elementos de los medios abiótico y biótico, susceptibles de afectación frente a las actividades que se ejecutarán durante la vida útil del proyecto, las cuales se presentan en detalle en el **Capítulo 2. Descripción del Proyecto**. Cabe resaltar que la identificación de impactos para las obras planeadas en el proyecto, se definieron a partir de las condiciones vistas en la zona del área del proyecto, durante la etapa de campo, así como del análisis de las posibles alteraciones que se podrían ocasionar sobre los medios abiótico y biótico, por el desarrollo de cada una de las etapas contempladas (**Tabla 4-14**).

**Tabla 4-14.** Impactos ambientales incluidos para el proyecto de la cantera que afectan a la calidad del agua de la Laguna La Herrera

MEDIO	COMPONENTE		IMPACTO
ABIÓTICO	RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial
		BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE
Fauna	Modificación de hábitats de la fauna silvestre Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre		
ECOSISTEMA ACUÁTICO	Recursos hidrobiológicos		Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

##### 4.1.3.1. Actividades a ejecutar dentro del área de las canteras

Se realizó el cruce de las actividades a ejecutar dentro del área de desarrollo de las canteras, con los elementos de los medios abiótico y biótico y de este modo determinar y describir la manera en la cual el proyecto afectará la calidad del agua de la laguna La Herrera, teniendo en cuenta el estado actual del área y considerando la importancia de cada uno de los impactos.

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Evaluación Ambiental 4 - 13
--	---------------------------------------	--------------------------------

En la **Tabla 4-15** se presentan las estrategias de desarrollo establecidas para el área de las canteras con las actividades específicas que afectan a la calidad del agua de la laguna La Herrera, las cuales se describen en detalle en el **Capítulo 2**. Descripción del proyecto del presente documento.

**Tabla 4-15.** Actividades para el proyecto de la cantera que afectan a la calidad del agua de la Laguna La Herrera

ETAPA		Nº	ACTIVIDAD
DESARROLLO	LABORES DE PREPARACIÓN	1	Descapote
		2	Remoción de material de recubrimiento
		3	Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables
PRODUCCIÓN	EXTRACCIÓN	4	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos
		5	Construcción de bermas.
		6	Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos.
	BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	7	Trituración de materiales
		8	Transporte interno y almacenamiento temporal
		9	Manejo de escombreras
CIERRE	REHABILITACIÓN	10	Reconformación de terreno
		11	Revegetación
	CAMBIO DE USO	12	Implementación del plan de restauración final

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

#### Descapote

El descapote se aplica para remover la capa superior estéril del depósito mineral y remover ganga dentro de los límites del tajo. La naturaleza del capote o estéril determinan el ciclo de operación: si es material no consolidado (suelo o roca quebrada), entonces el rompimiento no es requerido; si es consolidado (roca in situ), entonces se requiere rompimiento. Entonces el equipo de manejo de materiales es seleccionado para satisfacer las condiciones de operación, asumiendo que el tepetate debe ser transportado una cierta distancia para su vaciado y no puede tirarse en el tajo o en un banco adyacente de roca estéril.


#### Remoción de material de recubrimiento (material vegetal)

Puede ser mecánica o química. La voladura incluye perforación y fragmentación con explosivos.

#### Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables

En esta fase se determina cual son aquellos recursos naturales renovables, que pueden tener algún tipo de utilidad ya sea para la actividad minera u otra actividad.


<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 14
---	--	---------------------------------------

 Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos


El banco es el modulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril y/o mineral, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida. Para la realización de estos es necesario la utilización de explosivos, en baja cantidades debido a que la roca caliza es un material de fácil fracturamiento.

 Construcción de bermas.

Las bermas se utilizan como plataformas de acceso en el talud de una excavación y también como áreas de protección al detener los materiales que pueden desprenderse de los frentes en los bancos superiores, hasta pistas o zonas de trabajo inferiores.

 Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos.

En esta actividad se establecen las diferentes medidas de manejo que se realizara frente al agua, las emisiones atmosféricas y los residuos líquidos y sólidos.

 Transporte interno y almacenamiento temporal

Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de acopio o planta de beneficio, así como del estéril hasta las escombreras o botaderos.

Puede ser continuo o discontinuo. Existen algunos sistemas en los que se sustituye el transporte por disposición continua del material estéril detrás del banco de explotación.

- Continuo: Banda transportadora, previa trituración
- Discontinuo: Camiones autodescargantes

Su almacenamiento temporal hace referencia al sitio de disposición del material extraído de la mina, con el fin de ser vendido o almacenado, para su posterior beneficio o uso. Estas áreas deben estar diseñadas de acuerdo con el volumen de extracción, el tiempo de almacenamiento y la calidad del material. Existen otros sistemas más sofisticados de recolección y almacenamiento continuo de material.

- Almacenamiento en Pila: Descargue del material en volquetas. Arrume del material con tractor de llantas, orugas o traillas, cargue del material con cargador
- Almacenamiento en Silos: Almacenamiento continuo del silo por medio de bandas transportadoras. Descargue directo a camiones.

#### Manejo de escombreras

Es la disposición técnica, final o temporal, de los materiales que no presentan ningún valor económico y que acompañan a la sustancia enriquecida. El material se deposita en las escombreras en condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad e integración al entorno. Para la implementación de las escombreras se deben adelantar estudios técnicos previos que determinan su ubicación.

Ubicación de las zonas de escombreras y sus límites con base en la capacidad importante del suelo, los volúmenes de material, las características y la distancia a los frentes de extracción.

- Morfología y materiales: De acuerdo con el tamaño de los materiales fragmentados y al tipo de material, se definirán las escombreras a manejar.
- Estudio geotécnico: Se establecerá la estabilidad de los sitios de escombrera, sus pendientes, el diseño técnico de los bancos o terrazas, así como el estudio hidrogeológico, de escorrentía, drenajes y nivel freático y de estabilidad de los taludes finales (ángulo de reposo).
- Para su construcción se emplean: Bulldozer, Mototrailla, Compactadores.

#### Reconfirmación de taludes

La reconfirmación de los taludes depende de la disposición y profundidad del yacimiento. Por lo general los taludes en esta actividad son de carácter temporal y se proyectan para permanecer estables a corto o medio plazo (meses o años), ya que tras la extracción del mineral la excavación se abandona o se rellena.

### Revegetación

Como etapa final se realizan las siguientes actividades para realizar una revegetación:

- Retiro y almacenamiento del suelo orgánico
- Caracterización de los suelos
- Estabilización de suelos
- Uso de tierras
- Especies candidatas
- Fuentes de semilla, recolección y almacenamiento
- Siembra y plantación

### Implementación del plan de restauración final

Al término de las actividades mineras o de preferencia durante la fase de operaciones, las instalaciones y del lugar de operaciones deben ser rehabilitadas y cerradas. La meta de la rehabilitación y cierre de una mina debe ser siempre el retorno de las condiciones del lugar lo más parecido posible a las condiciones ambientales y ecológicas previas a la existencia de la mina. Las minas notables por sus inmensos impactos en el ambiente, han causado impactos solamente durante la fase de cierre, después que las operaciones de la mina activa han cesado, algunas veces durante décadas y aun siglos. Por lo tanto, la Evaluación de Impacto Ambiental de toda mina propuesta debe incluir una discusión detallada de la rehabilitación y cierre ofrecido por quien propone la mina.

Los planes de rehabilitación y cierre deben describir en suficiente detalle cómo la empresa minera restaurará el lugar a la condición lo más parecida posible a la calidad ambiental previa a la mina; cómo va a prevenir la liberación de contaminantes tóxicos de las distintas instalaciones de la mina (tales como tajos abiertos abandonados y depósitos de relaves); cómo se asignarán fondos para asegurarse que los gastos de rehabilitación y cierre serán cubiertos.

#### 4.1.3.2. Identificación de Impactos sobre las variables ambientales en el escenario con proyecto

La identificación de los impactos que se pueden generar por la ejecución de las actividades del proyecto, se realizó mediante el uso de la matriz de impactos tipo causa – efecto de doble entrada,

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 17
---	--	---------------------------------------

donde se relacionan dichas actividades con los elementos ambientales susceptibles de ser afectados. Las interacciones determinadas en esta evaluación se muestran en el **Anexo Evaluación Ambiental**.

#### 4.1.3.3. Descripción de los impactos ambientales en el escenario con proyecto

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los impactos identificados y evaluados, que eventualmente se pueden presentar durante la ejecución del proyecto de las canteras (**Tablas 4-16 a la 4-22**).

#### Medio abiótico

**Tabla 4-16.** Descripción del impacto cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL				
ELEMENTO	Características de las aguas superficiales	ETAPA	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA	CARÁCTER	
IMPACTO	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MENOR (21)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (20)	(-)
				Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	LEVE (11)	(-)
			EXTRACCIÓN	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	LEVE (11)	(-)
				Construcción de bermas	LEVE (11)	(-)
				Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos	LEVE (11)	(+)
			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	trituration de materiales	LEVE (11)	(-)
				Transporte interno y almacenamiento temporal	MENOR (23)	(-)
			ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN	Reconformación de terreno	MENOR (20)

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



**CAPÍTULO 4**

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL			
			Revegetación	MENOR (20)	(+)
		CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (20)	(+)
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO					
<p>El cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial se prevé con una importancia que va de leve a menor según la actividad evaluada. El impacto producto de todas las actividades evaluadas para este proyecto y que tienen algún efecto sobre las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua se calificó como simple, sin una acumulación o sinergia evidente, esto debido a que las actividades realizadas por las canteras no afectan directamente a la calidad del agua de la Laguna La Herrera, debido a que actividades como vertimientos de residuos líquidos y sólidos no son desechados en este cuerpo de agua sino en el río Bojacá. La actividad que tiene la mayor calificación es el <b>transporte interno y almacenamiento temporal</b>, con un impacto de importancia menor, asociado a las emisiones de material particulado que terminan llegando a los cuerpos de agua cambiando las características fisicoquímicas del recurso hídrico (turbidez, color, sólidos, oxígeno disuelto). Teniendo en cuenta que el material que se aporta es inerte (sedimento), el cual es más fácil de asimilar por los ecosistemas acuáticos, sin embargo por las características propias de la actividad (tamaño y peso de los vehículos) y su alta frecuencia, el impacto es catalogado como de magnitud media.</p> <p>Los otros factores son calificados de forma similar en las actividades del proyecto que implican generación y arrastre de sedimentos. La frecuencia con la que transitan los camiones, indica que el impacto es de tipo local ya que se realiza en el área directa del proyecto, en el sector del cuerpo de agua más cercano a las canteras. Adicionalmente, el impacto es de tipo indirecto debido a que la mayor parte del material particulado termina llegando a la laguna por medio de procesos de vientos, lo cual reitera la periodicidad de tipo discontinuo calificada. Por tal razón, y considerando que el efecto depende de la cercanía de la laguna con las vías del área directa, la probabilidad de ocurrencia se evalúa como media. Debido a la buena asimilación que el medio tiene sobre este tipo de elementos (sólidos) se califica como tolerante, con una duración del efecto temporal, sin embargo por su carácter discontinuo hace que el efecto sea estable sin acumulación. El cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial producto de las actividades presentadas a continuación también relacionadas con la generación y arrastre de sedimentos siguen en importancia de calificación, aunque también son de importancia menor.</p> <p>Debido a la fácil asimilación del medio de dichos materiales y por ser un impacto de periodicidad discontinua, el efecto es estable sin acumulación. Las actividades de <b>remoción de material de recubrimiento y descapote</b> presentan una relación con el cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial, de importancia menor, ya que la magnitud de este cambio se considera baja por ser únicamente material inerte que por procesos de vientos llegará a la laguna. Por otro lado, como la suspensión de los sedimentos depende de los vientos, la periodicidad del impacto podrá ser discontinua, con una probabilidad de ocurrencia media y de tipo indirecto, por lo cual es poco probable que se presenten cambios drásticos y/o duraderos en las características fisicoquímicas (turbidez, sólidos suspendidos, entre otros) en la laguna.</p> <p><b>El uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables, la explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos, trituración de materiales y la construcción de bermas</b>, se asocia a un impacto de importancia leve, ya que la alteración se asocia con la generación y partículas en suspensión, pero con implicaciones menores a los impactos relacionados con todas las actividades mencionadas anteriormente, pues el efecto solo se da con la ejecución de las actividades, las cuales son esporádicas, puntuales, por lo que el medio retorna a las condiciones iniciales más rápidamente, siendo de duración fugaz, periodicidad irregular y de tendencia decreciente.</p> <p><b>El manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos, la reconfiguración del terreno, revegetación y la implementación del plan de restauración final</b>, presentan un impacto positivo de carácter leve y menor, ya que todo este tipo de procesos aunque disminuyen los impactos, suspendiendo el origen de la generación y arrastre de los sedimentos, no dejan los ecosistemas en el 100% de sus condiciones iniciales. La magnitud es baja ya que solo se trata de material inerte que se deja de aportar; la periodicidad del impacto positivo es continuo, pues las consecuencias son permanentes (duración del impacto), por lo anterior la tendencia es estable durante el tiempo una vez se ejecuta la obra; la probabilidad de ocurrencia es baja, ya que las actividades de revegetación y estabilización del terreno, se hace sobre las áreas intervenidas.</p>					

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 19
---	--	---------------------------------------



**Tabla 4-17.** Descripción del impacto cambio en la susceptibilidad a la erosión - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		GEOTECNIA				
ELEMENTO	Morfodinámica	ETAPA	ACTIVIDAD		IMPORTANCIA	CARÁCTER
IMPACTO	Modificación en la susceptibilidad a la erosión	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MODERADA (33)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MODERADA (33)	
			EXTRACCIÓN	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	MODERADA (33)	
			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	Trituración de materiales	MODERADA (30)	
				Transporte interno y almacenamiento temporal	MENOR (23)	
		ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN	Reconformación de terreno	MENOR (20)	(+)
				Revegetación	MENOR (25)	
			CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (21)	
		<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO</b>				
<p>Las actividades del proyecto pueden modificar la susceptibilidad a la erosión con carácter negativo, se ubican en la etapa operativa de las obras civiles, ligadas al las labores de preparación, extracción y beneficio y transformación, actividades en las cuales el terreno queda descubierto y por tal razón totalmente expuesto a la erosión. Las actividades de <b>remoción de material de recubrimiento, descapote, explotación de bancos y trituración de materiales</b>, pueden generar un impacto de carácter negativo, con importancia moderado, por ser actividades que dejan el suelo descubierto y expuesto a la erosión por agua y aire, además que los sistemas radicales que generan agarre al suelo también son alterados.</p> <p>El impacto se califica con magnitud moderada, ya que la susceptibilidad a la erosión se ve totalmente modificada, la duración del impacto para la remoción de cobertura vegetal en la etapa de construcción y/o adecuación será permanente debido a la infraestructura. El impacto tiene una periodicidad permanente, pues mientras el área este descubierta, estará expuesta a la erosión.</p> <p>Por otro lado las actividades de <b>revegetalización, así como reconformación del terreno y la implementación del plan de restauración final</b>, generan impactos de carácter positivo de importancia menor, por otorgar al suelo una capa de cobertura vegetal que lo protege contra la erosión directa de factores como el agua y el viento; además que los sistemas radicales de las especies vegetales sembradas se entrelazan en el suelo, mejorando el agarre y la porosidad y por ende la infiltración del suelo, características que influyen en detener la susceptibilidad del suelo a erosionarse; este impacto se califica con magnitud baja, pues aunque la revegetalización ayuda al mejoramiento y al cese de procesos erosivos, esta práctica, se hace con especies que no siempre son nativas de la zona intervenida; la cobertura del impacto es local, pues se deben revegetalizar todas las zonas intervenidas por el proyecto, la resiliencia del medio es tolerante, pues al tratarse de un impacto positivo de un rápido actuar, es fácilmente recibido por el ecosistema; además se califica la tendencia como creciente, pues a medida que las especies vegetales sembradas crecen lo hace también sus sistemas radicales y sus hojas, haciendo que el impacto aumente en cobertura y en magnitud.</p>						

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 4**

**Tabla 4-18.** Descripción del impacto cambio en las concentración de material particulado - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		ATMOSFERA				
ELEMENTO	Calidad del aire	ETAPA	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA	CARÁCTER	
IMPACTO	Cambio en la concentración de material particulado	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MENOR (27)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (25)	(-)
			EXTRACCIÓN	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	MENOR (25)	(-)
				Construcción de bermas	MENOR (25)	(-)
				Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos	LEVE (11)	(+)
			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	trituration de materiales	MENOR (25)	(-)
		Transporte interno y almacenamiento temporal		MENOR (23)	(-)	
		ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN	Reconformación de terreno	MENOR (20)	(+)
			CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (20)	(+)
		<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO</b>				
<p>El <b>transporte interno y almacenamiento temporal</b>, presenta un cambio en la concentración de material particulado con importancia menor, calificación dada por la magnitud del impacto (menor), ya que puede generar alteraciones en el entorno analizado, su cobertura es de tipo local, sin alcanzar a abarcar la totalidad del área de influencia directa, la emisión de material particulado se manifiesta de forma permanente durante el desarrollo de la actividad debido a la acción del rozamiento de las llantas de los vehículos con la vía sin pavimentar.</p> <p>Actividades como <b>descapote, remoción de material de recubrimiento, explotación de bancos, construcción de bermas y trituración de materiales</b>, traen consigo un impacto de importancia menor; donde la cobertura se consideró entre puntual a local, puntual en el caso que se limita a las zonas de obras civiles y local cuando el impacto trasciende las zonas de intervención directas como es el caso de las actividades asociadas a la movilización y mantenimiento de las vías de acceso; de duración fugaz, con reversibilidad y recuperabilidad a corto plazo, por la presencia de lluvias y vientos en el área de interés que ayudan a precipitar y dispersar los contaminantes criterio presentes durante el desarrollo de las adecuaciones y construcciones de infraestructura, además del generado por el transporte en las vías destapadas; la alteración es de tipo directo, donde las fuente fijas, difusas y móviles, generan el impacto en el momento que la emisión entra en contacto con el elemento aire.</p> <p>Se destaca la presencia de impactos positivos de importancia menor, asociados a la <b>reconformación del terreno, implementación del plan de restauración final</b>, ya que son actividades significativas que previenen eficientemente la suspensión de material particulado sobre la columna de aire; evitando la exposición de áreas erosionables con material vegetal y el humedecimiento de vías sin pavimentar con agua que proviene del proceso del sector minero.</p>						

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Evaluación Ambiental</b>
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	4 - 21

 Medio biótico

**Tabla 4-19.** Descripción del impacto modificación de la estructura y composición Florística de la cobertura vegetal - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL				
ELEMENTO	FLORA	ETAPA	ACTIVIDAD		IMPORTANCIA	CARÁCTER
IMPACTO	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MODERADO (33)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (27)	(-)
				Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	MENOR (27)	(-)
		ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN	Reconformación de terreno	MODERADO (31)	(+)
				Revegetación	MENOR (27)	(+)
			CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (27)	(+)
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO</b>						
<p>En la etapa operativa del proyecto se despliega afectación a la cobertura vegetal por diferentes acciones, las cuales generan como impacto principal la modificación de la composición florística y estructural de la misma. En primer lugar, en la actividad de <b>descapote, uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables y remoción de material de recubrimiento</b> lo cual aporta a la ocurrencia de procesos erosivos y el cambio del uso del suelo de la zona, dando lugar a que este impacto se considere acumulativo y de importancia menor y moderada.</p> <p>Por otra parte, <b>la reconformación de terreno</b> produce un impacto moderado positivo, puesto que al realizar el restablecimiento de la vegetación en las áreas intervenidas, se contribuye a la restauración de las condiciones del suelo, y a la disminución de los procesos erosivos en la zona.</p> <p>La <b>revegetación e implementación del plan de restauración final</b>, que se efectuará sobre las áreas intervenidas, contribuirá a la restauración de los procesos sucesiones de dichas zonas, por lo tanto generará un impacto positivo que lo clasifica como de importancia menor, pues con la implementación de estas medidas se pretende recuperar de forma asistida las dinámicas naturales (componentes básicos de la estructura, función y composición de especies) de los ecosistemas de la región y por ende evitar la erosión del suelo, pérdida de nutrientes y estabilidad del mismo.</p>						

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 4**

**Tabla 4-20.** Descripción del impacto modificación de hábitats de la fauna silvestre - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL						
ELEMENTO	FAUNA	ETAPA	ACTIVIDAD	IMPORTANCIA	CARÁCTER			
IMPACTO	Modificación de hábitats de la fauna silvestre	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MODERADO (37)	(-)		
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (29)	(-)		
				Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	MENOR (29)	(-)		
		ETAPA POST OPERATIVA	BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	Manejo de escombreras	Reconformación de terreno	MENOR (21)	(+)	
					Revegetación	MENOR (26)	(+)	
					CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (26)	(+)

**DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO**

Dentro de las actividades asociadas a las diferentes etapas del proyecto se evidencian algunas que ejercen una presión negativa sobre la fauna silvestre debido a que modifican su hábitat natural.

Durante la etapa operativa se identifica que la actividad que genera mayor afectación sobre los hábitats utilizados por la fauna silvestre es el **descapote, la remoción de materia de recubrimiento y el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables**; la magnitud del impacto es alta ya que afecta de manera significativa los ecosistemas a los cuales interviene y que trascienden fuera del área directamente intervenida, ya que las condiciones de los ecosistemas contiguos y la heterogeneidad de los mismos también se ven alteradas. Adicionalmente la manifestación del impacto se da de manera permanente pues las modificaciones realizadas al hábitat utilizado por la fauna silvestre permanecen por un periodo mayor a cinco años pues se pierden las opciones de refugio, fuente de alimentación y microhábitats requeridos por la fauna en general para establecerse. De acuerdo a que estas características se ven alteradas se evidencia que la manifestación de este impacto no es asimilada por el ecosistema y los efectos de alteración se mantienen latentes, lo cual no permite que el ecosistema recupere su estado inicial, pues los hábitats utilizados por la fauna silvestre desaparecen temporalmente.

Así mismo, se identificó que la actividad de **manejo de escombreras** causa impacto negativo a los hábitats utilizados por la fauna silvestre identificada en el área de estudio, ya que altera las características principales de los mismos aunque en una magnitud leve. Estas áreas aunque no constituyen zonas extensas pero fragmentan los ecosistemas alterando los patrones de movimiento de las diferentes especies, principalmente de anfibios, reptiles y mamíferos pequeños no voladores.

Finalmente, se identifican algunas actividades que generan un impacto de carácter positivo como lo son **la reconformación de terreno, revegetalización y la implementación del plan de restauración final**. Estas actividades son de vital importancia para una recuperación de los ecosistemas generando nuevos hábitats disponibles para la fauna silvestre local.

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 23
---	--	---------------------------------------



**Tabla 4-21.** Descripción del impacto ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de fauna silvestre - Escenario con proyecto.

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL				
ELEMENTO	Fauna	ETAPA	ACTIVIDAD		IMPORTANCIA	CARÁCTER
IMPACTO	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de fauna silvestre	ETAPA OPERATIVA	LABORES DE PREPARACIÓN	Descapote	MODERADO (35)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (29)	(-)
				Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	MENOR (29)	(-)
			EXTRACCIÓN	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	MENOR (29)	(-)
				Construcción de bermas	MENOR (28)	(-)
				Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos	LEVE (11)	(+)
		BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN	Transporte interno y almacenamiento temporal	MENOR (27)	(-)	
			Manejo de escombreras	LEVE (11)	(-)	
		ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN	Revegetación	MENOR (26)	(+)
			CAMBIO DE USO	Implementación del plan de restauración final	MENOR (26)	(+)
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO						

COMPONENTE	RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL
	<p>Dentro de las actividades asociadas a las diferentes etapas del proyecto se evidencian algunas que ejercen una presión negativa sobre la fauna silvestre debido a que generan ahuyentamiento temporal y/o permanente de esta.</p> <p>Durante la etapa operativa, se identifica que <b>la remoción de material de recubrimiento, uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables y descapote</b> produce el ahuyentamiento de los individuos asociados a los ecosistemas intervenidos, pues elimina de manera permanente el hábitat utilizado por los mismos, por lo que en este caso se considera como de magnitud media.</p> <p>Adicionalmente, durante la etapa de <b>transporte interno y almacenamiento</b>, se evidencia que el transporte a través de camiones ahuyentará a la fauna silvestre de manera temporal puesto que el disturbio sonoro y el material particulado alteran las rutas de movimiento y ahuyentan a los individuos de las zonas aledañas a las vías.</p> <p><b>Las actividades como explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos y construcción de bermas</b>, presentan una afectación menor, ya que se genera ruido y disturbio lo que genera que la fauna que habita ese ecosistema se desplace temporalmente a otras zonas donde no se presente ruido o movimiento y alteración del cuerpo de agua.</p> <p>Finalmente, se identifican algunas actividades que generan un impacto de carácter positivo, como lo son <b>la revegetalización y la implementación del plan de restauración final</b>, puesto que recuperan hábitats que serán ocupados por especies que habían sido inicialmente ahuyentadas por la disminución o eliminación de los mismos, generando nuevas condiciones aptas para la recolonización, reproducción y asentamiento de especies de fauna silvestre.</p>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

**Tabla 4-22.** Descripción del impacto variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales – Escenario con proyecto.

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL				
ELEMENTO	Recursos hidrobiológicos	ETAPA	ACTIVIDAD		IMPORTANCIA	CARÁCTER
<b>IMPACTO</b>	<b>Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales</b>	<b>ETAPA OPERATIVA</b>	<b>LABORES DE PREPARACIÓN</b>	Descapote	MENOR (21)	(-)
				Remoción de material de recubrimiento	MENOR (20)	(-)
				Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	LEVE (11)	(-)
			<b>EXTRACCIÓN</b>	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	LEVE (11)	(-)
				Construcción de bermas	LEVE (11)	(-)
				Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos	LEVE (11)	(+)
			<b>BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN</b>	trituration de materiales	LEVE (11)	(-)

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 4**

COMPONENTE		RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL				
				Transporte interno y almacenamiento temporal	MENOR (23)	(-)
	ETAPA POST OPERATIVA	REHABILITACIÓN		Reconformación de terreno	MENOR (21)	(+)
				Revegetación	MENOR (21)	(+)
		CAMBIO DE USO		Implementación del plan de restauración final	MENOR (21)	(+)
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL IMPACTO						
<p>La variación en la estructura y composición hidrobiológica de las aguas superficiales se considera con una importancia entre leve a menor, de acuerdo al desarrollo de las actividades evaluadas del proyecto. Cabe resaltar que toda alteración al hábitat acuático y por consiguiente a las poblaciones hidrobiológicas es calificada como de cobertura local, ya que todos los efectos ocasionados (tanto positivos como negativos) tienen trascendencia sobre el área de influencia. El posible impacto producto de todas las actividades evaluadas para este proyecto (que tienen algún efecto sobre las comunidades hidrobiológicas) se consideró simple, sin una acumulación o sinergia evidente, esto debido a que las actividades se ubicarán en el área directa, lo cual reduce la probabilidad de interacciones entre impactos sobre el mismo. Así mismo, teniendo en cuenta las características inherentes del proyecto, tanto en diseño como en construcción, los posibles impactos a generarse tendrán efectos mínimos sobre el medio acuático.</p> <p>El <b>transporte interno y almacenamiento temporal, remoción de material de cubrimiento y descapote</b>, tienen una importancia menor, y se asocia con la generación y suspensión de sedimentos que pueden llegar a la laguna, cambiando las características del hábitat acuático, que por turbiedad podrían disminuir la zona fótica alterando a los organismos autótrofos, y por sedimentación podría modificar sustratos afectando a los organismos bentónicos, no obstante como el material que se aporta es inerte (sedimento) es en parte asimilable por los ecosistemas acuáticos principalmente en los cuerpos de agua lóticos; sin embargo, por las características propias de la actividad de transporte (tamaño y peso de los vehículos) y la alta frecuencia de paso vehicular, el impacto es catalogado con magnitud media, mientras que las demás actividades contempladas se asocian a un impacto de magnitud baja.</p> <p>El impacto es de tipo indirecto debido a que la mayor parte de partículas inertes termina llegando a los cuerpos de agua por medio de procesos de fuertes vientos.</p> <p>Por esto último, y porque el efecto depende de la cercanía de los cuerpos de agua con las vías, la probabilidad de ocurrencia se evalúa como media. Debido a la asimilación que el hábitat y las comunidades tienen sobre este tipo de elementos (sólidos), las comunidades se adaptan fácilmente a estas alteraciones (con mecanismos fisiológicos o a través de las generaciones con un ciclo de vida corto y descendencia múltiple), con una duración del efecto temporal para el efecto de estas actividades.</p> <p>La <b>revegetación, la reconformación del terreno y la implementación del plan de restauración final</b>, presentan un impacto positivo de carácter menor, ya que estas actividades, contribuyen con la disminución de la afectación de los impactos sobre el recurso hidrobiológico, porque se detienen los posibles aportes de sustancias contaminantes y de las actividades que generan algún tipo de presión sobre estas, ya que permiten que los ecosistemas tiendan a retornar a sus condiciones iniciales. La magnitud es baja ya que solo se trata de material inerte que se deja de aportar. La periodicidad del impacto es positivo y continuo, pues las consecuencias son permanentes así como su duración, por lo anterior la tendencia es estable durante el tiempo una vez se ejecuta la obra. Es importante resaltar que los criterios de calificación de este impacto producto de estas actividades, se consideran con la misma categorización y justificación que los expuestos para el impacto cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas superficiales, excepto por el criterio de resiliencia, ya que las comunidades hidrobiológicas se demoran un poco más en retornar a la estructura y composición inicial, lo que hace que este componente sea de tipo sensible ante este impacto.</p>						

**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Evaluación Ambiental</b> 4 - 26
---	--	---------------------------------------

#### 4.1.3.4. Análisis de impactos escenario con proyecto

Las estrategias de desarrollo del proyecto constan de: una etapa operativa que consta de nueve (9) actividades principales (Descapote, remoción de material de recubrimiento, uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables, explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos, construcción de bermas, manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos, trituración de materiales, transporte interno y almacenamiento temporal y manejo de escombreras), y finalmente de la etapa post-operativa que corresponde a tres (3) impactos: a la reconformación de terreno, revegetación y la Implementación del plan de restauración final.

Estas etapas se encuentran constituidas por diferentes actividades, las cuales interaccionan con algunos elementos de los medios, abiótico y biótico, dando como resultado la generación de impactos. De las 45 interacciones identificadas en el escenario con proyecto (actividades-impactos), el 62% son de carácter negativo, mientras que el 38% restante fueron interacciones de carácter positivo, distribuidos en orden de importancia como se observa en la **Tabla 4-23** y las **Figuras 4-1** y **4-2**.

**Tabla 4-23.** Tipo de importancia (de carácter positivo y/o negativo) determinada para los impactos en el escenario con proyecto

NO. DE IMPACTOS	IMPACTOS DE CARÁCTER NEGATIVO			IMPACTOS DE CARÁCTER POSITIVO		
	LEVE	MENOR	MODERADO	LEVE	MENOR	MODERADO
	10	15	3	3	13	1
<b>TOTAL</b>	28			17		
	45					

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.



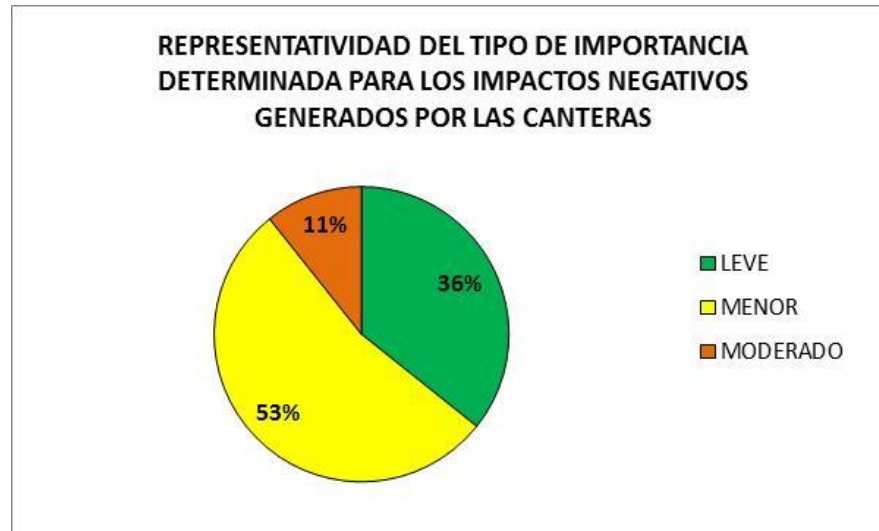


Figura 4-1. Representatividad del tipo Importancia de carácter negativo determinada para los Impactos identificados - Escenario con proyecto

Fuente: Alarcón et al., 2013.

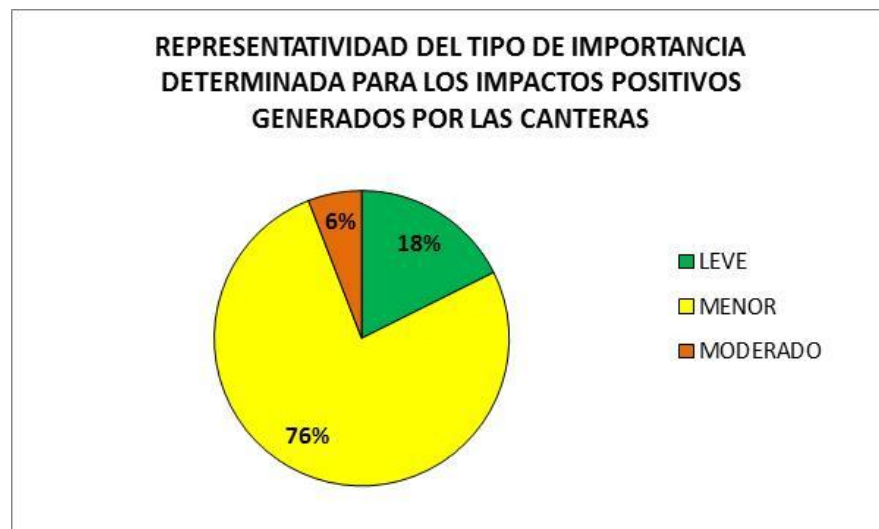


Figura 4-2. Representatividad del tipo Importancia de carácter positivo determinada para los impactos identificados - Escenario con proyecto.

Fuente: Alarcón et al., 2013.

Como se puede observar en la **Figura 4-1** los impactos de carácter negativo con mayor representatividad son los calificados con importancia menor (53%), al igual que los impactos de carácter positivo con un porcentaje del 76%. Los impactos de carácter negativo como los de carácter



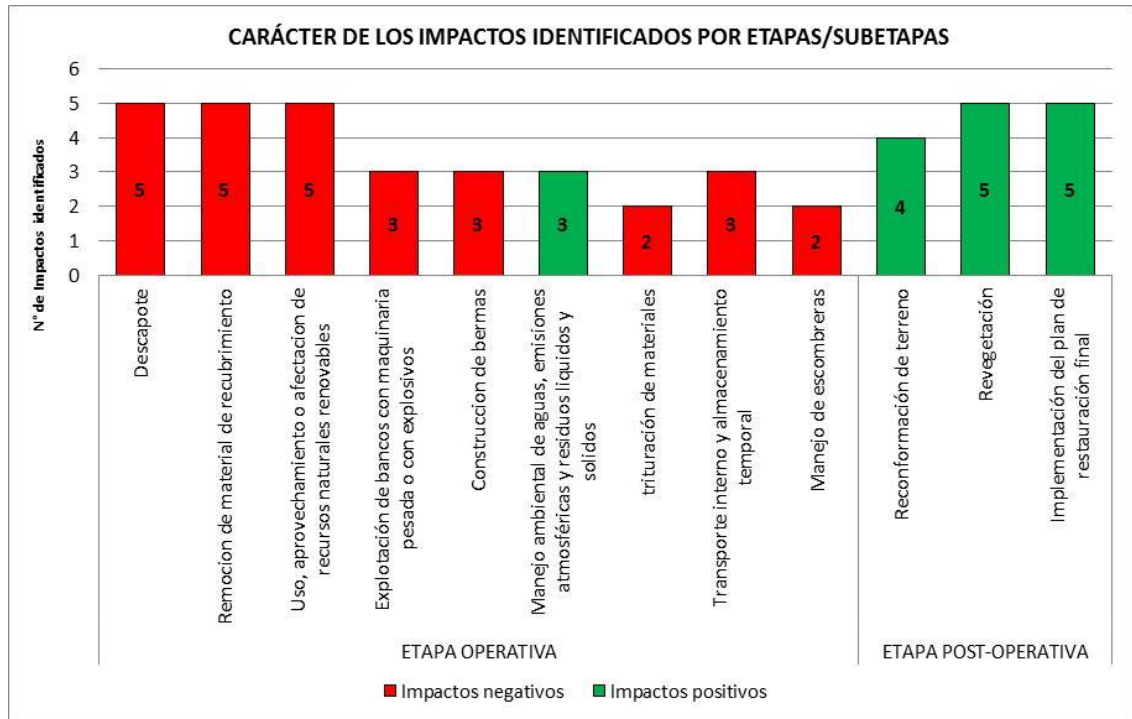
positivo con menor representatividad son los calificados con importancia moderado (11% y 6% respectivamente). No se evidencia en ninguno de los dos casos impactos de tipo mayor.

En la **Figura 4-3** se encuentra el carácter (positivo y negativo) de los impactos identificados por las etapas consideradas en el proyecto.

Como se puede observar, la etapa con interacciones impacto-actividad, de carácter negativo sobre el ambiente es la etapa operativa (28), donde las actividades de descapote, remoción de material de recubrimiento y uso, aprovechamiento o afectación de recursos renovables, son las que generan la mayor afectación, seguida de la explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos, construcción de bermas y transporte interno y almacenamiento temporal.

Las actividades que presentan una menor afectación serían la trituración de materiales y el manejo de escombreras, que son muy puntuales y serán desarrolladas en áreas previamente intervenidas por otras labores que considera el proyecto.

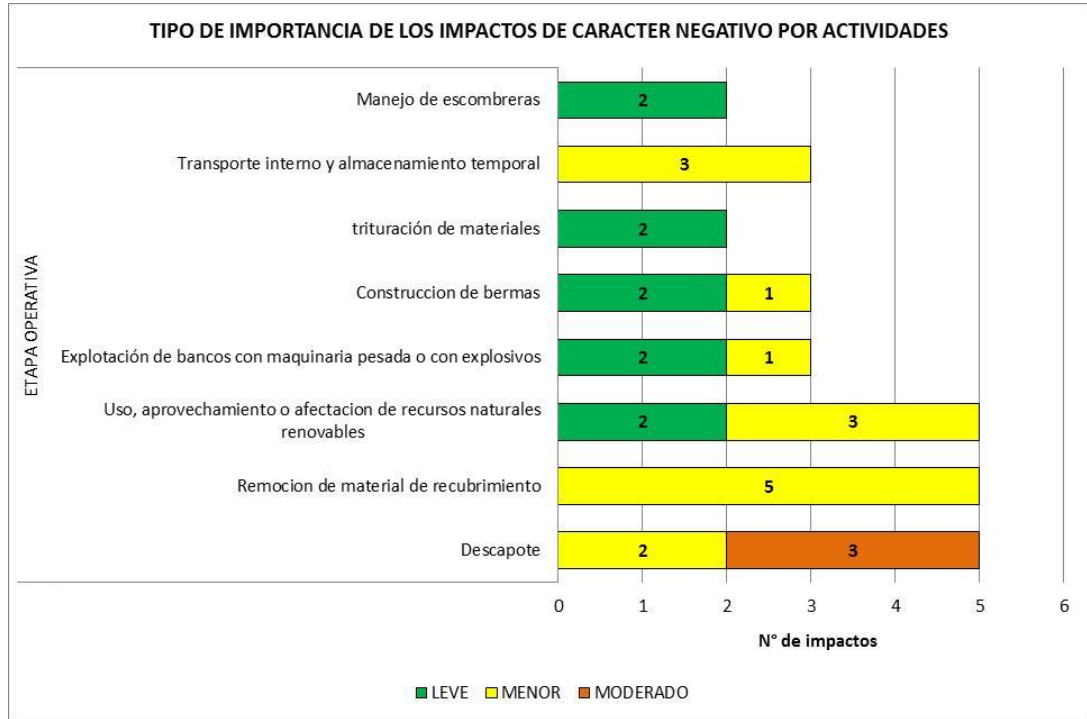
En cuanto a la etapa que genera la mayor cantidad de modificaciones de carácter positivo sobre el ambiente, se hace referencia a la post-operativa correspondiente a la reconfiguración de terreno, revegetación y la implementación del plan de restauración final, puesto que se relaciona principalmente con las actividades de revegetalización, ejerciendo una presión positiva sobre los medios abiótico y biótico especialmente; así mismo, en la etapa operativa se presentan tres (3) impactos positivos sobre el ambiente, producto de la actividad de manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos líquidos y sólidos para evitar mayores afectaciones sobre las áreas intervenidas.



**Figura 4-3.** Carácter de los impactos identificados sobre las diferentes etapas del proyecto - Escenario con proyecto  
*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

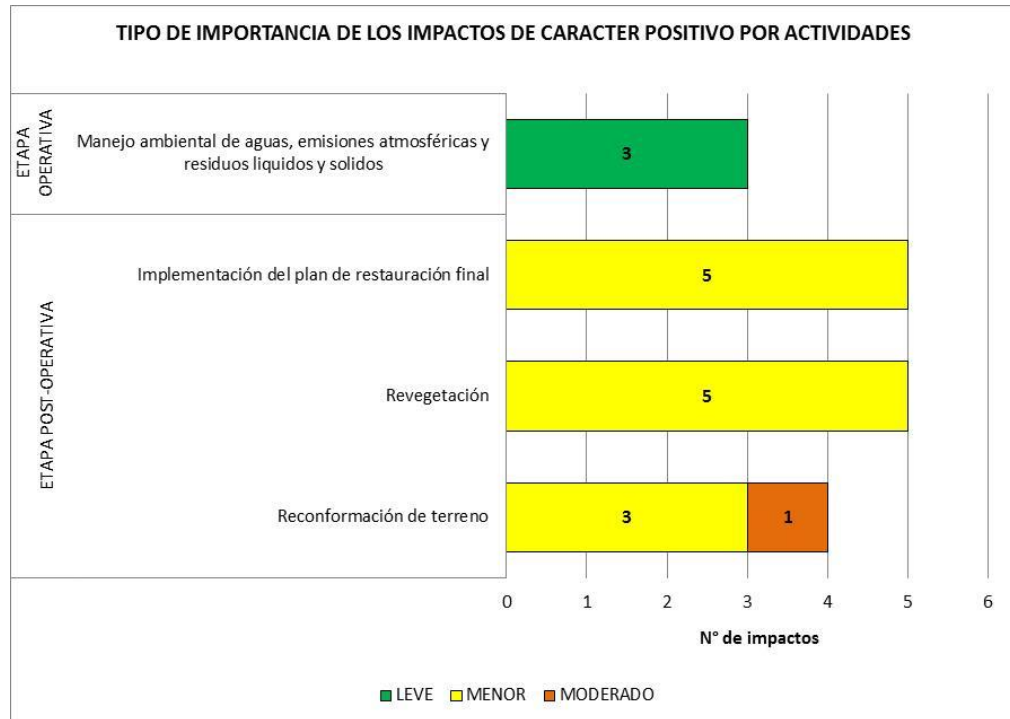
En cuanto a los impactos de carácter negativo, en la etapa operativa, se evidencian alteraciones significativas que corresponden a modificación de hábitats de la fauna silvestre, ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos y modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal (**Figura 4-4**).

Los principales elementos del medio, que se ven afectados de manera adversa (importancia moderada) son la flora, ya que se modifican de la estructura y composición de la cobertura vegetal, lo que conlleva, a una afectación directa sobre la fauna, en lo referente a su dinámica poblacional y hábitat son (**Figura 4-4**).



**Figura 4-4.** Tipo de importancia de los impactos de carácter negativo por Etapa-Escenario con proyecto  
**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

En cuanto al tipo de importancia de los impactos de carácter positivo (**Figura 4-5**), se observa que las actividades en la etapa post-operativa son las que presentan una relación con modificaciones de importancia mayor especialmente sobre en la revegetación y la implementación del plan de restauración final, ya que tiene cambios positivos sobre el medio, puesto que en esta etapa se realizan actividades que contribuyen al restablecimiento de las características y condiciones iniciales de los medios abiótico y biótico.



**Figura 4-5.** Tipo de importancia de los impactos de carácter positivo por Etapa - Escenario con proyecto  
**Fuente:** Alarcón et al., 2013.

## 5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En éste capítulo se presentan las medidas de manejo ambiental que se han contemplado para el proyecto en el área de la laguna La Herrera. El planteamiento de las estrategias de manejo ambiental está definido bajo los criterios técnicos a nivel de diseño.

En las medidas de manejo ambiental expuestas están incluidos los programas, proyectos y actividades que tienen como objetivo prevenir, mitigar, compensar y/o corregir los impactos que están previstos con la ejecución del proyecto en cada una de sus actividades y definidos en la matriz de evaluación de impactos.

A nivel cognoscitivo, la estructura funcional del Plan de Manejo Ambiental permite ser empleado como una herramienta estratégica que integra la información base ambiental identificada y evaluada en el área de la laguna La Herrera y los procesos productivos asociados, que formulan el esquema de competencias por medio de objetivos, metas y programas de manejo con estructuras sistemáticas tendientes a controlar y compensar los posibles efectos ambientales de los componentes biótico y abiótico asociados a la calidad del agua.

Con base en lo anterior, el planteamiento estratégico de los programas de manejo ambiental integra una estructura cognoscitiva lineal y correlacionada que se desarrolla de acuerdo con los siguientes factores:

### **Objetivos**

Expresión cualitativa y elemento programático que identifica la finalidad hacia la cual deben dirigirse los recursos y esfuerzos organizacionales para dar cumplimiento a las estrategias de manejo ambiental en el área de la laguna la Herrera

### **Metas**

Expresión cuantitativa del elemento programático que permite medir la eficacia en el cumplimiento del programa, proporcionando el marco de referencia en el que se diseña la estructura del subgrupo.

### **Etapa**

Indica el momento, periodo, fase o estado en el que se identifica la ejecución de actividades productivas que pueden generar efectos sobre los componentes del Estudio.

### **Impacto ambiental**

Cambio favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes (biótico y abiótico), producto de una actividad determinada. Es decir, es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro producto de la evolución natural y éste modificado por las actividades desarrolladas como parte de los procesos productivos en el área de las canteras aledañas a la laguna La Herrera.

### **Tipo de medida**

Plantea los escenarios y el carácter de las acciones que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los efectos ambientales generados en cada una de las etapas del proyecto.

### **Acciones a desarrollar**

Hecho por medio del cual se expresan y establecen las estrategias que determinan los lineamientos del manejo ambiental, en función de las actividades productivas en el área de la laguna La Herrera y la correlación sistemática con el componente involucrado.

### **Lugar de aplicación**

Sección, espacio o zona en la cual se pueden hacer efectivas las medidas de manejo, teniendo en cuenta los factores de relación entre los procesos, procedimientos y componentes en el área la laguna La Herrera.

### **Población beneficiada**

Segmento poblacional, o grupo de personas que por efecto de la implementación de las medidas de manejo son receptoras directas o indirectas de los beneficios asociados al mejoramiento de las condiciones ambientales en el área de la laguna La Herrera.

### **Mecanismos y estrategias participativas**

Herramientas que incentivan la asociación e integración entre la población residente y la población laboral, respecto a los procesos y procedimientos de manejo ambiental en el área de influencia del proyecto.

### **Personal requerido**

Teniendo en cuenta el planteamiento de los componentes técnicos en cada una de las medidas de manejo, se establecen los perfiles profesionales requeridos para llevar a cabo la implementación, desarrollo, control y seguimiento de los planteamientos estratégicos en cada una de las fichas; se manifiesta que los perfiles y números de profesionales puede ser objeto de modificación, de acuerdo con los requerimientos en cada uno de los procesos y/o etapas ejecutados en el área de las canteras, aledañas a la laguna La Herrera.

### **Indicadores de seguimiento y monitoreo**

Herramienta de análisis cualitativo y cuantitativo, con la cual se expresa la magnitud empleada para medir o comparar los resultados efectivamente obtenidos en la implementación y ejecución de las medidas de manejo ambiental de los componentes biótico y abiótico, en el área de la laguna La Herrera.

### **Cronograma de ejecución**

Herramienta de proyección y control lineal que define el momento de ejecución de las medidas de manejo de los componentes bióticos y abióticos, con base en cada una de las etapas del proceso productivo en el área de la laguna La Herrera.



### **Costos**

Cuantificación y valorización monetaria de los recursos demandados para llevar a cabo la implementación, ejecución, desarrollo, control y seguimiento de las medidas de manejo ambiental en cada una de las etapas operativas del proyecto productivo en el área de la laguna La Herrera.

Teniendo en cuenta el desarrollo metodológico del presente estudio, a continuación se indican y referencian las fichas planteadas para el manejo ambiental de los componentes biótico y abiótico con base en los procesos, procedimientos y etapas que se llevarán a cabo en el área de la laguna La Herrera.

## **MEDIO FISICO**

### PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO AIRE MANEJO DE FUENTES DE EMISIONES (GASES CONTAMINANTES, MATERIAL PARTICULADO Y RUIDO)

### **OBJETIVOS Y METAS**

OBJETIVOS	METAS
Formular e implementar medidas de prevención y mitigación a los impactos ambientales causados por la modificación de la calidad de aire y los niveles de presión sonora.	Cumplimiento al 100% de las medidas de prevención y mitigación de la calidad de aire y ruido, producto de las actividades del Proyecto.
Mitigar los efectos negativos que se presenten sobre el componente atmosférico por la generación de ruido, la emisión de material particulado y gases durante el desarrollo de las actividades del proyecto.	Minimizar no conformidades o quejas por parte de la comunidad residente en el área de influencia directa (AID), a causa de la modificación de la calidad de aire o niveles de presión sonora producto de las actividades del Proyecto.
Implementar las medidas de manejo formuladas con el fin de controlar la afectación sobre la calidad de aire y los niveles de presión sonora.	Cumplir con lo establecido en la Resolución 610 de 2010 y Resolución 627 de 2006 en cuanto a los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio y los niveles de presión sonora.

### **ETAPA DE APLICACIÓN**

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

### IMPACTOS A CONTROLAR

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

### TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

### ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

#### 1. CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Se realizará al inicio de las obras civiles, capacitación al personal involucrado en ésta actividad (trabajadores y contratistas), en donde se divulgarán las medidas de manejo asociadas al manejo de fuentes de emisión.

#### 2. CALIDAD DE AIRE

Se recomienda desarrollar las medidas preventivas y de mitigación, citadas a continuación, con el fin de asegurar el control sobre la modificación de la calidad de aire en el área de influencia directa del proyecto:

- Realizar el mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria y equipos, llevando un registro histórico de los procedimientos realizados.
- Los vehículos de transporte de personal, así como los vehículos de transporte de materiales y equipos, deberán estar en óptimas condiciones y deberán portar el certificado de revisión técnico mecánica y de gases vigente en los casos que aplique.
- Mantener encendidos los equipos de combustión interna utilizados en cada una de las etapas, el horario estrictamente necesario, asociado a su período de operación.
- Se recomienda la instalación y mantenimiento de reductores de velocidad viales frente a los centros poblados cercanos a la Laguna La Herrera con su respectiva señalización; dichos reductores disminuyen la velocidad de flujo de los vehículos sobre las vías internas, así como la resuspensión de material particulado a la atmósfera. Para mantener una velocidad dentro del área del proyecto de 30 Km/h se propone instalar reductores de velocidad con las características expuestas en la **Figura 5-1** o podrán ser portátiles tal y como se presenta en la **Figura 5-2**; adicionalmente, para garantizar el mantenimiento de la velocidad, siempre que no se instalen otro tipo de dispositivos, se deberán situar los reductores de velocidad en intervalos de 50 y 150 metros.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 5

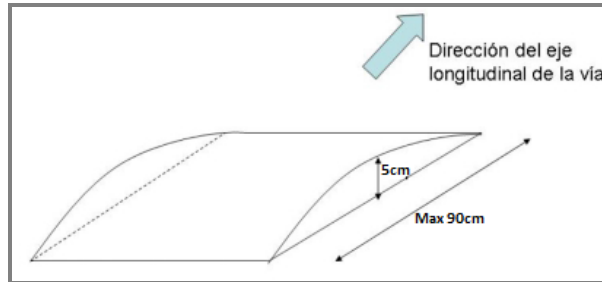


Figura 5-1: Reductores de velocidad viales.

Fuente: Asociación española de la carretera. Recomendaciones sobre reductores de velocidad



Figura 5-2: Reductores de velocidad portátiles.

Fuente: Asociación española de la carretera. Recomendaciones sobre reductores de velocidad.

- o El personal debe estar dotado con los elementos de protección personal (casco, botas, guantes, overoles, máscaras con filtros, entre otros), además de ser capacitados en condiciones como el porcentaje LEL (límite inferior de explosividad) y el manejo y transporte de gases.
- o Exigir el carpado de los vehículos que transporten materiales de construcción con el fin de disminuir la emisión de material particulado a la atmósfera.
- o Cubrir el material almacenado a granel con Polisombra, con el fin de disminuir la resuspensión de material particulado a la atmósfera por acción del viento (principalmente para la etapa de construcción; aunque aplica para cualquier etapa del proyecto).
- o En época de verano y durante intervalos de tiempo seco, se mantendrán humedecidas las vías para evitar la emisión de material particulado. Se habilitarán carrotaques de agua acondicionados con flautas para que la descarga se realice cerca del suelo y en chorros finos de baja presión, para humedecer las vías destapadas y controlar la polución debido al polvo y el deterioro de la capa de rodadura. El agua para el carrotaque se debe proveer de las aguas residuales tratadas, que cumplan a cabalidad con los estándares de la normatividad ambiental vigente.
- o Se realizará monitoreo y/o estimación de fuentes de emisión atmosféricas generada por fuentes fijas, con una frecuencia, acorde a los criterios técnicos establecidos en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas (Resolución 2153 de 2010) y la Resolución 909 de 2008 (si es necesario).
- o Se pueden optar por medidas ecoeficientes como el cambio de combustibles (v.g: reemplazar el Diesel por el gas natural), programas de producción más limpia, programas de ahorro y uso de los insumos y por último la utilización de sistemas de control de emisiones de contaminantes (si es necesario).

### 3. RUIDO

Como medidas para asegurar el control de los niveles de presión sonora (ruido) en el área de influencia directa del proyecto, se recomienda desarrollar y mantener las acciones preventivas y de mitigación, citadas a continuación:

- o Los motores, maquinaria y vehículos de carga pesada deben cumplir con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para evitar el desgaste y vibración de las piezas que puedan generar ruido. Dicho mantenimiento debe estar documentado, con el fin de llevar un control sobre el nombrado proceso (certificado de revisión técnico-mecánica vigente).
- o Se recomienda la instalación y mantenimiento de reductores de velocidad viales con su respectiva señalización, dichos reductores disminuyen la velocidad de flujo de los vehículos sobre las vías internas, así como la intensidad del sonido producido por la rotación de los motores (**Figura 1**).
- o Para cada una de las etapas del proyecto, se recomienda mitigar el ruido en la fuente generadora: insonorizando motores y generadores eléctricos mediante la implementación de cabinas y mamparas. Para esto se requerirá el aislamiento sonoro de la siguiente maquinaria (plantas de

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 6

generación eléctrica, turbinas y compresores y motores de bombas).

- Todos los trabajadores expuestos a niveles de ruido deberán utilizar elementos de protección auditiva (Ley 9 de 1979 – Parte II – Estatuto de Seguridad Industrial), como protectores auditivos de inserción o copa, o para mayor protección, la utilización de ambos en función de los niveles registrados y la permanencia de los mismos.



*Protectors auditivos de inserción*



*Protectors auditivos de copa*

- Se debe restringir el uso de cometas y pitos, lo que se puede convertir en fuente molesta de ruido.
- Se implementará un programa de monitoreo de ruido (ambiental y emisión) anual.

### **LUGAR DE APLICACIÓN**

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

### **POBLACIÓN BENEFICIADA**

Población aledaña a La Laguna La Herrera, asentada en el área de influencia directa del proyecto.

### **MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS**

- Se capacitará y sensibilizará a los trabajadores sobre el desarrollo de buenas prácticas ambientales y operacionales (mantenimiento de equipos, uso de elementos de protección personal, manejo de residuos, entre otras) a desarrollar en cada una de las canteras.

### **PERSONAL REQUERIDO**

- 1 interventor ambiental y civil.
- Operarios de construcción y/o adecuación.
- Operario de vehículos.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 7

### INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Percepción de la calidad de aire por parte de la comunidad.	Número de quejas recibidas por parte de la comunidad, por percepción de contaminación atmosférica.	Durante el desarrollo del proyecto.
	Percepción de la modificación de los niveles de presión sonora por parte de la comunidad.	Número de quejas recibidas por parte de la comunidad, por percepción de molestia por altos niveles de ruido.	
CUANTIFICABLES	Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente	Concentraciones de parámetros analizados / Concentraciones límite establecidas por la normatividad ambiental vigente (Resolución 610 de 2010).	Durante la etapa operativa del proyecto.
	Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente	Niveles de presión sonora monitoreados / límites establecidos por la normatividad ambiental vigente (Resoluciones 627 de 2006).	
	Cumplimiento de la normatividad ambiental vigente	Concentraciones de parámetros analizados / Concentraciones límite establecidas por la normatividad ambiental vigente (Resolución 909 de 2008).	
	Cumplimiento de mantenimiento preventivo de equipos	(Número de equipos revisados / Número de equipos en funcionamiento) X 100.	Durante el desarrollo del proyecto.
	Revisión flota de vehículos	(Número de vehículos con revisión técnico-mecánica vigente / Número de vehículos totales de la flota de la operadora) X 100.	
	Eficiencia del sistema de insonorización	((Niveles de presión sonora después de instalado el sistema de control - Niveles de presión sonora antes de instalado el sistema de control) / (Niveles de presión sonora antes de instalado el sistema de control)) X 100.	Antes y después de instalarse el sistema de control de niveles de presión sonora.
	Evaluación de los niveles de presión sonora en el tiempo	((Nivel de presión sonora registrado en el punto de monitoreo del estudio actual - Nivel de presión sonora registrado en el punto de monitoreo del estudio anterior al actual monitoreo) / (Nivel de presión sonora registrado en el punto de monitoreo del estudio anterior al actual monitoreo)) X 100.	Durante el desarrollo del proyecto.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 8

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
	ICA	Aplicación del cálculo del índice de calidad de aire.	Durante el desarrollo del proyecto.
<b>SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Registro de mantenimiento de equipos y flota vehicular.</li> <li>○ Soportes de quejas y reclamos realizados por la comunidad en relación a las fuentes de emisión de contaminación por material particulado, gases y modificación de niveles de ruido.</li> <li>○ Informes de calidad del aire, fuentes fijas (si es necesario) y ruido (ambiental y emisión).</li> <li>○ Certificados de gases de la flota vehicular, al día.</li> <li>○ Georreferenciación, registros fotográficos y documentales de los monitoreos y de los elementos instalados.</li> </ul>		

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria y equipos.		
Verificación del certificado de la revisión técnico mecánica al día de los vehículos.		
Instalación y mantenimiento de reductores de velocidad viales con su respectiva señalización.		
Capacitación del personal sobre el desarrollo de buenas prácticas ambientales y operacionales.		
Uso de los elementos de protección personal		
Carpado de los vehículos de transporte de materiales de construcción.		
Cubrimiento del material almacenado a granel con Polisombra.		
Humectación en vías internas y externas usadas por el proyecto.		
Actualización del inventario de fuentes de emisión (fijas puntuales, dispersas o de área, móviles y naturales, entre otras).		
Implementación de un programa de monitoreo de calidad de aire, fuentes fijas (si es necesario) y ruido.		
Insonorización de motores y generadores eléctricos.		

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 9



### PRESUPUESTO

ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (\$ COP)
Instalación y mantenimiento de reductores de velocidad viales con su respectiva señalización.	Unidad	\$200.000
Elementos de protección auditiva.	Caja	\$ 70.000
Señalización de sitios donde se requiere protección auditiva.	Unidad	\$ 50.000
Programa de monitoreo de ruido ambiental y emisión de ruido.	Monitoreo	\$ 6'000.000
Implementación del programa de monitoreo de calidad de aire.	Monitoreo	\$ 30'000.000
Cubrimiento de las pilas de material a granel con polisombra.	Rollo	\$ 37.000

### PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO MANEJO DE ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS

#### OBJETIVOS Y METAS

OBJETIVOS	METAS
Definir las medidas técnicas necesarias para el adecuado mantenimiento y adecuación de las vías a usar durante el desarrollo de las actividades en el área de desarrollo.	Cumplimiento del 100% de las medidas necesarias para mantener en óptimas condiciones las vías en el área de desarrollo.
Minimizar el número de tasas de incidentes y accidentes viales y cambios en las condiciones de movilidad a partir mantenimientos rutinarios y periódicos de las vías a usar en el área del proyecto	Reducción de los casos de accidentabilidad vial, mediante el mantenimiento rutinario y periódico de las vías empleadas por el proyecto manteniendo en buen estado la transitabilidad y drenaje.
Mantener las vías privadas, secundarias y terciarias que utilice el proyecto, en condiciones adecuadas para la movilidad y transporte de la comunidad y trabajadores.	Mantenimiento del 100% de los tramos viales afectados por el desarrollo del proyecto.
Proteger la integridad física de las personas y conductores transite por los tramos viales en los que se desarrollen actividades de adecuación y mantenimiento.	Instalación del 100% de las señales preventivas planteadas para reducir y/o prevenir accidentes viales durante la adecuación y mantenimiento de vías.

#### ETAPA DE APLICACIÓN

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 10
---	--	---------------------------------

### IMPACTOS A CONTROLAR

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

### TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

### ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

○ **CAPACITACIÓN AL PERSONAL**

Se realizará al inicio de las obras civiles, capacitación al personal involucrado en ésta actividad (trabajadores y contratistas), en donde se divulgarán las medidas de manejo asociadas al manejo de la adecuación, construcción y mantenimiento de vías.

○ **USO Y/O ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO**

- ✓ Previo a las actividades de movilización de vehículos y maquinaria, el personal técnico responsable del proyecto realizará una inspección minuciosa de las vías a utilizar, con el objetivo de evaluar el estado actual en el que se encuentra la infraestructura vial (superficie de rodadura, capas granulares, estructuras hidráulicas, bermas, obras de arte, obras de estabilización y taludes), estableciendo los respectivos soportes de registro de peritaje, de forma tal que se identifiquen posibles restricciones para la movilización de los equipos o intervención de la estructura de la vía.
- ✓ Dada la eventualidad en la cual se demande el uso de vías privadas, se establecerá un canal de comunicación directo con los propietarios de los predios para gestionar el permiso y autorización respectivo para el tránsito de maquinaria, equipos y vehículos; dicho proceso integrará el peritaje de los corredores de movilidad e infraestructura asociada, especificando sus características actuales y expresando las posibles actividades de (construcción, mejoramiento, mantenimiento y/o rehabilitación) que garanticen el estado y movilidad en el corredor.
- ✓ En el caso particular de los pontones y/o puentes, el contratista de obras civiles con el acompañamiento de un especialista estructural, determinará la capacidad de carga de cada uno de ellos y la necesidad de reforzarlo o no para el paso de los vehículos, pero respondiendo integralmente por la estabilidad de la misma en escenarios presentes y futuros, por medio de un peritaje técnico. Si se decide ejecutar trabajos de adecuación o refuerzo estructural del puente o pontón, se explicará a un representante de la alcaldía y otro de la comunidad sobre las actividades a desarrollar, enfatizando en que, en todo caso, servirán para mejorar la funcionalidad de los pasos.
- ✓ Dependiendo de los resultados del diagnóstico en campo se ejecutarán las obras de mejoramiento estructural vial e integrarán los esquemas de señalización vertical, con el objetivo de establecer los estándares de seguridad teniendo en cuenta el incremento del flujo vehicular y el tipo de vehículos que por allí transitarán (camionetas, camiones, tracto camiones, cama bajas con cargas extra dimensionadas y extra pesadas, entre otros).

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 11



# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

## CAPÍTULO 5

- ✓ Previo a cualquier tipo de intervención, se obtendrán los permisos necesarios de la institución encargada de la operación de la misma (nación, departamento, municipio, privada), con el fin de planear el manejo de tránsito para el corredor vial.
- ✓ Al final de los trabajos de adecuación de la vía, mejoramiento de obras menores de drenaje y/o refuerzo estructural de pontones y de la utilización de la banca de la vía y de las demás estructuras mencionadas, un representante del contratista de obras civiles, del Interventor, de la Alcaldía y de la Comunidad, efectuarán nuevamente el recorrido sobre las vías utilizadas para verificar el estado en las cuales el proyecto inicia formalmente su utilización.

### ○ **MANTENIMIENTO**

El mantenimiento vial hace referencia al conjunto de actividades que se realizarán para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen la red vial que empleará el proyecto para la movilización de vehículos, maquinaria y equipos y de ésta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en las vías, evitar su deterioro físico prematuro y generar conflictos con la comunidad usuaria.

Las actividades de mantenimiento que se realizarán serán de tipo rutinario y periódico. En la práctica el mantenimiento rutinario hace referencia a los procesos de conservación continua (a intervalos menores a un año) de las zonas laterales e intervenciones de emergencia de la banca y el mantenimiento preventivo adopta las obras programadas con intervalos variables de tiempo que mantienen las condiciones y especificaciones del nivel de servicio original según el derecho de vía y la inclusión de nuevas obras de arte. Bajo éstas consideraciones, se definen:

#### ○ **Mantenimiento Rutinario**

Es el conjunto de actividades que se ejecutarán permanentemente a lo largo de la vía y que se realizan en los diferentes tramos de la misma. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la adecuación o construcción y será de carácter preventivo. Se incluyen en este mantenimiento las siguientes actividades:

- ✓ Riego de la capa de rodadura con agua tratada de producción en época de verano para evitar el levantamiento de material particulado y la contaminación con polvo de las viviendas próximas de las vías.
- ✓ Reparaciones de los defectos puntuales de la capa de rodadura.
- ✓ Revisión de los taludes de corte y relleno de las vías con el fin de evitar erosión de materiales que puedan ocasionar la pérdida de la banca.
- ✓ Limpieza periódica de las obras de drenaje (cunetas laterales, descoles, alcantarillas, etc.) dispuestas a lo largo de las vías a fin de evitar obstrucciones y posibles daños a las mismas en época de lluvias.
- ✓ Podas continuas a las ramas de los árboles que obstruyan las partes laterales y superiores de la vía y puedan ocasionar accidentes por la baja visibilidad en la misma.
- ✓ Monitoreo constante a los sitios que presenten bajos inundables para evitar que puedan deteriorar la vía.

#### ○ **Mantenimiento Periódico**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en periodos, de más de un semestre y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores de los terraplenes, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores (reconformación de la capa de rodadura y las reparaciones de los diferentes elementos físicos de la vía).

Las principales características físicas que se mantendrán de las vías empleadas por el proyecto con miras a garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son la capacidad de soporte y la regularidad de la superficie.

La capacidad de soporte hace referencia a la resistencia estructural de la vía para resistir las cargas vehiculares que circularán repetidamente por ella. La regularidad de la superficie se refiere a las condiciones físicas de la superficie por donde circularán los vehículos en cuanto a la rugosidad, las deformaciones, la textura, estado y la limpieza.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 12

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

## CAPÍTULO 5

Las actividades principales de mantenimiento periódico tendrán como objetivos:

- ✓ Recobrar la regularidad de la superficie para sostener la calidad de la capa de rodadura.
- ✓ Asegurar la integridad estructural de la vía por un mayor tiempo.
- ✓ Evitar su deterioro prematuro.

Este mantenimiento se ejecutará cuando las vías presenten regular estado, momento en el cual se hace obligatoria la intervención periódica. Las actividades previstas para el mantenimiento periódico se orientarán a recuperar las características físicas y funcionales de los elementos de la vía, corregir ciertos funcionamientos y situaciones anómalas y a prevenir y a corregir los impactos ambientales negativos que puedan presentarse o que se presenten por la realización de la actividad.

Los elementos de la vía que requieren mantenimiento periódico hacen referencia a:

- ✓ **Estructura de la vía:** El mantenimiento de la estructura de la vía se realizará cuando esta se encuentre en estado regular porque existe deterioro superficial generalizado y cuando aproximadamente en un 20% de la superficie de la capa de rodadura se tenga presencia puntual de baches, deformaciones y otros defectos. En esta situación se harán intervenciones con maquinaria pesada para ejecutar, según la magnitud y la gravedad de los daños, las siguientes actividades:

- Perfilado de la vía.
- Estabilización/reposición puntual del terraplén.
- Reconformación de la capa de rodadura.

Dependiendo del tránsito que se tenga sobre las vías, adicional a la actividad de perfilado de la vía considerará también la ejecución de correcciones geométricas, como son los casos puntuales de cortes o ampliaciones o de rellenos en puntos críticos en donde se requieren mejorar las condiciones de seguridad o corregir ciertos defectos de funcionamiento de la vía.

- ✓ **Obras de drenaje:** Configuran un sistema que se destina a recibir y encauzar el agua para evacuarla en forma eficiente y rápida fuera de la vía. De no hacerlo, la vía puede deteriorarse prematuramente, pues el agua lluvia cuando fluye por la capa de rodadura arrastra el material de afirmado, ocasionando inestabilidad de los taludes, puentes prefabricados, pontones y muros; erosionar los terraplenes y el terreno natural y, además, causar numerosos daños adicionales. La limpieza y el buen estado de las obras de drenaje, son condiciones esenciales para la preservación y el funcionamiento eficiente de la vía. Por esta razón, el mantenimiento periódico se enfocará a asegurar que todos los elementos del sistema de drenaje mantengan las características físicas para que el agua pueda fluir libre, eficiente y rápidamente.

El mantenimiento del sistema de drenaje será el siguiente:

- Bombeo o pendiente transversal de la vía: Mantenimiento periódico mediante las actividades de perfilado del camino, reposición del terraplén y reconformación de la capa de rodadura.
- Cunetas: Teniendo en cuenta que algunas vías contarán con cunetas en tierra su mantenimiento hace referencia a la reconformación de las mismas con maquinaria.
- Obras de arte: Su mantenimiento periódico hace referencia a la reparación de las obras en concreto y tuberías en el caso de alcantarillas.

Las actividades de mantenimiento periódico a ejecutar, son puntuales y entre ellas están las siguientes:

- Reparación de terraplenes de aproximación.
- Reparación de estribos.
- Reparaciones de barandas.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 13

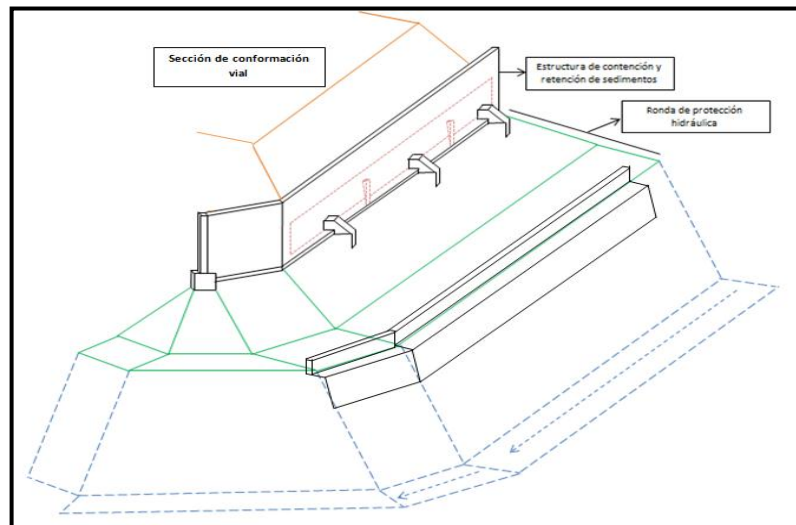
- Reparaciones de tableros.

- **ENTREGA DE LOS CORREDORES VIALES**

Una vez concluida la utilización de la vía y surtida su reparación se realizará un recorrido similar al inicial para que la autoridad municipal y la comunidad reciban la vía y den constancia del estado en que se les entrega. De este recorrido se levantará un acta firmada por las partes.

- **ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES Y MANEJO DE LOS TALUDES EN VÍAS**

- ✓ Los procesos de estabilización y perfilado de taludes se determinará con base en los diseños finales aprobados en los respectivos planes de manejo ambiental.
- ✓ Se implementarán las señales preventivas durante las actividades constructivas para impedir accidentes ocasionados por el tránsito de vehículos y peatones.
- ✓ Los terraplenes se ubicarán en sitios estables, sin interrumpir drenajes permanentes.
- ✓ Durante la conformación del terraplén se verificará la compactación de cada capa mediante el ensayo de densidad en el terreno y comparando con los resultados del ensayo proctor para evaluar el estado de densidad.
- ✓ Una vez culminadas las actividades de construcción del terraplén, se llevará a cabo el proceso de la revegetalización de los taludes, con el fin de prevenir la ocurrencia de fenómenos erosivos, flujos remontantes, distribución de discontinuidades y estratificaciones y mejorar las condiciones mecánicas de los suelos y de los esfuerzos actuantes. La cobertura vegetal utilizada para estas actividades será semejante a la que se encontraba antes de la construcción y se realizará inmediatamente después de la conformación de taludes y obras anexas. Concertando con el propietario del predio y acatando las especificaciones técnicas, se realizará la planificación de la recuperación vegetal. Se prevendrá el arrastre de material y sedimentos en los sectores cercanos a drenajes naturales, (si es necesario) mediante trinchos y otras obras (**Figura 5-3**).
- ✓ Se mantendrán las estructuras de drenaje de aguas lluvias libres de sedimentos.



**Figura 5.3.** Esquema general de mecanismos de control de sedimentos y estabilidad de secciones de conformación y taludes.

*Fuente:* Alarcón et.al., 2013

### LUGAR DE APLICACIÓN

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

### POBLACIÓN BENEFICIADA

Población asentada en el área de influencia directa del proyecto.

### MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

Se realizarán capacitaciones al personal contratista y de la Empresa mediante capacitación, al personal vinculado al proyecto, acerca de las medidas de manejo para la adecuación, construcción y mantenimiento de vías

### PERSONAL REQUERIDO

- Residente de obra.
- Interventor técnico y HSE.
- Operarios capacitados en obras civiles y temas ambientales.
- Operadores de maquinaria y trabajadores de la construcción.

### INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Acciones ejecutadas para el manejo de mantenimiento y/o adecuación de vías	Descripción del estado inicial de las vías a utilizar.  Señalización de las vías	Al inicio del proyecto
	Percepción de la comunidad	Número de quejas recibidas por parte de la comunidad, por el mal estado de las vías.	Durante la etapa operativa del proyecto
CUANTIFICABLES	Mantenimiento de obras de arte	(No. De jornadas de limpieza y mantenimiento de obras de arte realizadas / No. de jornadas de limpieza y mantenimiento de obras de arte propuestas) x 100.	Durante el desarrollo del proyecto

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 15

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



Universidad de Bogotá  
**JORGE TADEO LOZANO**

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
	Revisión y mantenimiento de la capa de rodadura	(No. de mantenimientos y reparaciones realizados a la capa de rodadura / No. de mantenimientos y reparaciones requeridos para la capa de rodadura) x 100	Durante el desarrollo del proyecto
	Señalizaciones en la vía	(No. de señalización instaladas / No. de señalizaciones Propuestas) x 100	Durante el desarrollo de las actividades de construcción
	Kilómetros de vía construida	Km de vía construida / Km de vía del proyecto x 100	Durante el desarrollo de las actividades de construcción
	Kilómetros de vía adecuada	Km de vía adecuada / Km de vía del proyecto x 100	Durante el desarrollo de las actividades de construcción
	Kilómetros de vía con mantenimiento	Km de vía con mantenimiento / Km de vía del proyecto x 100	Durante el desarrollo de las actividades de construcción
<b>SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental del estado inicial de las vías existentes incluido el estado de la señalización.</li> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de las actividades de adecuación realizada a las vías existentes.</li> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de las actividades de mantenimiento realizado a las vías.</li> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de las actividades de mantenimiento a las obras de arte.</li> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental del estado de la señalización vial existente.</li> <li>o Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de la señalización instalada en los corredores viales.</li> <li>o Copia de las actas de verificación inicial entre Alcaldía, Empresa y comunidades de las vías a utilizar.</li> <li>o Copia de las actas de entrega de los corredores viales entre Alcaldía, Empresa y comunidades de las vías a utilizar.</li> <li>o Copia de las actas de concertación de uso de las vías privadas.</li> </ul>		

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Información a la comunidad y a la administración municipal de las vías a utilizar durante el desarrollo del proyecto.	-	-
Descripción del estado inicial de las vías a utilizar.	-	-
Autorización y permisos de uso de vías privadas.		
Mantenimiento rutinario y periódico.		
Señalización de las vías a utilizar y adecuar.		

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 16
---	--	---------------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

**PRESUPUESTO**

ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (\$ COP)
Conformación de capa de rodadura en material de cantera.	m <sup>3</sup>	\$72.000
Reemplazo de alcantarillas en concreto reforzado.	m <sup>3</sup>	\$581.450
Señalización vertical.	Unidad	\$158.690

**MEDIO BIOTICO**

**PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO**

**MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE**

**OBJETIVOS Y METAS**

OBJETIVOS	METAS
Minimizar los impactos ambientales asociados al desmonte y descapote en las diversas etapas del proceso productivo en el área de desarrollo.	Cumplimiento al 100% de las actividades de manejo ambiental establecidas para ésta actividad.
Implementar las medidas de manejo ambiental necesarias para llevar a cabo el retiro, manejo temporal y disposición final del material vegetal y el descapote obtenido por actividades de adecuación y construcción en el área de desarrollo.	
Desarrollar medidas de control ambiental que minimicen la afectación y el corte innecesario de material vegetal, cuyos volúmenes estén acordes a los planeados a aprovechar.	Evitar en el 100% de las actividades del proyecto, la realización de algún tipo de aprovechamiento forestal.
Controlar la pérdida de material orgánico y horizontes del suelo.	Recuperación del 90% del suelo obtenido en las actividades de descapote, para su posterior uso en las áreas intervenidas.
Garantizar la reutilización del material proveniente del descapote, en la restauración de las áreas intervenidas.	Reutilización del 100% del material proveniente del descapote, en la restauración de las áreas intervenidas.

**ETAPA DE APLICACIÓN**

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 17

### IMPACTOS A CONTROLAR

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

### TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

### ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

#### CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Se realizarán jornadas de educación ambiental preliminares al inicio de las obras civiles, dirigidas a al personal del involucrado ésta actividad (trabajadores y contratistas), en donde se divulgarán las medidas de manejo asociadas a la remoción de la cobertura vegetal y el descapote.

#### REMOCIÓN O DESMONTE DE LA COBERTURA VEGETAL

Ésta actividad consiste en el retiro de todos los individuos arbóreos y arbustivos estrictamente necesarios para el desarrollo de los trabajos, los cuales hacen referencia a los previamente marcados, identificados y registrados en el inventario forestal al 100% que se realizará en el plan de manejo ambiental específico. Ésta labor se llevará a cabo previo a la actividad de descapote. Las actividades se desarrollarán de la siguiente manera:

Previo al desarrollo de las actividades, el personal responsable del proyecto y el contratista, realizará la planeación del trabajo, para lo cual se deberá efectuar un reconocimiento y delimitación del área que será intervenida, de acuerdo con la localización y replanteo de las obras. Para lo anterior, se podrá demarcar y aislar físicamente con cintas reflectivas y estacas pintadas de colores vistosos las áreas objeto de intervención, paralelo a esto se verificará la no presencia de animales con hábitos subterráneos.

Se verificará el cumplimiento de distancias mínimas a cuerpos de agua y otros elementos sensibles.

Igualmente, se tendrán en cuenta todas las restricciones existentes y/o establecidas en la licencia ambiental para todas las coberturas; ésta actividad se hará cortando el material arbóreo y arbustivo (estrictamente el necesario) seleccionándolo y depositándolo a los lados de los frentes de obras.

En caso de ser necesario, especialmente en los límites de las áreas donde se efectuarán los frentes de trabajo se realizarán a cabo tratamientos silviculturales para no afectar los individuos de permanencia, éstos consisten primordialmente en llevar a cabo la poda de los árboles cuando éstos estén en pie, siguiendo siempre las medidas de seguridad industrial que sean necesarios.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 18
---	--	---------------------------------

Para el trabajo de corte y remoción de árboles y arbustos, se podrán emplear herramientas manuales como machetes y hachas, y mecánicas como la motosierra. No se utilizará equipo pesado (buldócer).

Se implementará señalización de tipo preventivo e informativo requerido en las obras civiles, las cuales se instalarán en puntos estratégicos definidos previamente en campo, en donde se verifique que la interacción del proyecto (trabajadores) con las áreas de exclusión pueda generar algún riesgo para la dinámica normal de la flora; en este sentido, se enfatizará en la prohibición de intervención y acceso hacia áreas boscosas y tala de vegetación. La señalización informativa permanecerá en la zona como una contribución a la protección de las especies de flora y fauna (**Figura 5-4**).



**Figura 5-4.** Señales informativas tipo, de prohibición de afectación a la flora.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

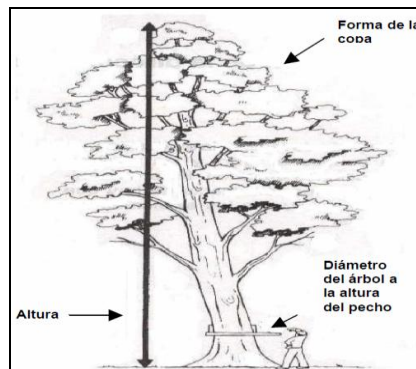
Se realizará el control y vigilancia para impedir el corte, transporte y venta de productos de la flora silvestre, en los casos fortuitos donde se evidencien tales actividades, en lo posible, la persona se dirigirá a su superior inmediato el cuál informará a las entidades correspondientes haciendo la denuncia de tal hecho.

Dentro del protocolo seguido por parte del contratista en cuanto a seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente, se prohibirá depositar cualquier tipo de residuo sólido.

Igualmente se prohibirá la realización de fogatas o quemas y demás actividades que promuevan incidentes como incendios u otros sucesos que atentan contra la flora y fauna asociada.

Se prohibirá el uso o tala de individuos vegetales arbóreos y arbustivos que no se encuentren dentro del área a intervenir y que pretendan ser utilizados dentro de las actividades propias del proyecto.

Una vez seleccionado el individuo a cortar se deben registrar aspectos de importancia, como el diámetro, la altura total, inclinación o caída natural del árbol, forma de la copa y las ramas, la cercanía con otros árboles y la presencia de bejuco (**Figura 5-5**).



**Figura 5.5.** Evaluación del árbol a cortar.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 19



# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

## CAPÍTULO 5

*Fuente:* MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2013.

Cuando se requiere despejar el área para las obras civiles, el sistema del aprovechamiento forestal o corte de vegetación arbórea que se puede utilizar, es la denominada tala rasa a nivel del suelo. Los árboles se deben cortar con motosierra a ras del suelo, luego de la eliminación de las ramas más grandes. La dirección del corte, es decir, la cuña, se realizará en la orientación en que se desee la caída del árbol. Para ello, el procedimiento para la tala de árboles sería el siguiente:

Hacer una poda total y/o parcial de la copa y las ramas más grandes del árbol (descope) o arbusto amarrando las ramas que deben ser descolgadas cuidadosamente hasta el suelo.

El follaje o copa del árbol se cortará tratando de obtener el fuste lo más largo posible. Las ramas se cortarán en secciones de dos o tres m para facilitar la recolección y acopio.

La poda se deberá realizar con tijeras, serrucho o motosierra a ras de la pared del costado del árbol.

La dirección del corte determinará la dirección de la caída del árbol y estará dado por el sitio donde se realice la cuña. En éste caso, se recomienda que la caída de los árboles sea hacia el centro de las áreas de intervención. Para esto, se verificarán las condiciones del sitio de caída, la dirección del viento y la necesidad de contar con ayudas para direccionar la caída del árbol.

Los trabajos deberán ejecutarse de tal manera que no causen daños a estructuras, redes, servicios públicos, propiedades y demás árboles en pie, en caso de ser necesario.

Luego de la tumba del árbol se realizará el destocoado, el cual consiste en la extracción de las raíces primarias a una profundidad necesaria (v.gr. aproximadamente 50 cm a 70 cm a partir del nivel del suelo), para ello y de acuerdo a la disponibilidad de mano de obra o maquinaria se empleará maquinaria apropiada (retroexcavadora o buldócer) o se realizará de manera manual mediante el uso de herramienta apropiada como hacha, pica y azadón, entre otras. Éste material vegetal tendrá el mismo tratamiento que el proveniente del desarme y descope.

El trabajo incluirá la disposición o eliminación de todos los desechos provenientes de las labores de eliminación de los árboles.

Posteriormente, se efectuará la remoción de los posibles individuos de arbustos de baja altura (latizales y brinzales) que queden después del retiro del estrato arbóreo, remoción que se realizará de manera manual y removiendo todo el material.

Revisar in situ las medidas de seguridad industrial para llevar a cabo esta actividad, es decir, marcaje del sector con cintas adecuadas, dirección de caída y personal idóneo para adelantar la labor. Igualmente, se deberá tener en cuenta la dirección del viento, inclinación y forma de la copa, así como el sitio de trabajo cerca del tronco.

Se deberán tener los cuidados que garanticen el bienestar y la salud de los trabajadores (motosierrista y ayudante); es decir, estos deberán contar con los elementos de protección personal y equipos adecuados para realizar dichas labores. Los operarios de la tala, dispondrán de equipamiento de seguridad, en todo caso se aplicará el programa de seguridad industrial del contratista.

En el curso de la etapa de construcción de las diferentes actividades, se removerá la capa vegetal existente hasta encontrar la capa de afirmado. El material sobrante se colocará en un sitio determinado, evitando el traslape de horizontes; de igual forma se evitará el daño a los drenajes naturales por arrastre de material, colmatación y/o reducción del radio hidráulico de los mismos; los montículos no deberán tener una altura mayor a 1,5 m y deben realizarse riegos periódicos para evitar que se levanten partículas volátiles.

Se debe realizar la inspección y reconocimiento previo de las áreas de acopio temporal de materiales vegetales antes de proceder a la utilización de los mismos; es importante que estas zonas se encuentren alejadas (a más de 30 m) de cuerpos de agua, con el fin de evitar el transporte de sedimentos o sólidos como resultado del flujo superficial por escorrentía.

Esta área de trabajo se despejará utilizando herramientas manuales para hacer el corte y separar el material entre madera y follaje, para luego ser apilados en diferentes lugares cercanos de los frentes de trabajo, donde no se presente peligro de incendio. Las ramas pequeñas, follaje y material de brinjal y latizal se pueden ubicar alrededor de los frentes de trabajo, previniendo la afectación de drenajes y el peligro de accidentes e incendios.

En general, este material vegetal resultante se deberá repicar y esparcir en sitios aledaños con el fin de aportar materia orgánica a los suelos (es decir que se integre al ciclo natural de la materia orgánica, como es su descomposición y reincorporación al suelo como nutrientes), o para ser utilizado posteriormente como sustrato en el proceso de revegetalización.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 20

La madera se ubicará donde posteriormente pueda ser usada para cercas u otras obras.

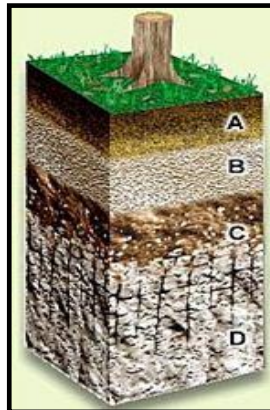
Bajo ninguna circunstancia se deben realizar quemas de los materiales sobrantes, producto de esta actividad.

En general, es necesario detectar, informar y señalar las actividades no convenientes tales como quemas, disposición de materiales sobre las vías, remoción o tala de árboles no autorizados, incumplimiento de medidas básicas y vitales de seguridad industrial, o desarrollo de metodologías inadecuadas y riesgosas, etc.

#### DESCAPOTE

Luego de efectuarse la remoción de la cobertura vegetal se realizará el descapote, el cual consiste en el retiro de la capa fértil del suelo para su almacenamiento y posterior reutilización en las actividades de restauración y/o revegetalización de áreas intervenidas. Al remover la fase orgánica del suelo se extraen las raíces de la mayoría de vegetación de porte bajo (hierbas y arbustos). Se evitará que la capa fértil se mezcle con el material estéril.

Para llevar a cabo esta actividad hay que tener en cuenta que el estrato A del suelo (**Figura 5-6**) constituye el componente orgánico que contiene los nutrientes y características que permiten su explotación y uso (agrícola, ganadero), es en este horizonte en el cual se establece la fauna edáfica (organismos propios del suelo), la cual imprime características particulares a los suelos. Este horizonte es susceptible de erosión, pérdida de nutrientes, contaminación y alteración física por compactación debido al uso y manejo inadecuado o sobreexplotación. Los estratos subyacentes como el subsuelo (horizontes B y C) y capas de estériles que se encuentran situadas por encima de las masas de mineral, deben parte de su estabilidad y protección al horizonte A, por lo cual se hace más importante la conservación y manejo de dicho horizonte.



**Figura 5.6.** Perfil típico de suelo.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Previo a esta actividad se evaluará la necesidad de establecer el espesor de la capa orgánica a remover mediante la realización de apiques. Lo anterior, con el fin de estimar el volumen de suelo a remover con el fin de implementar las obras de almacenamiento y geotecnia a que haya lugar.

Se determinará la profundidad del horizonte fértil o capa superior del suelo a través del método del barrenado (**Figura 5-7**), con la cual se conformará una columna en la que se aprecien los diferentes estratos y su espesor; de igual manera se podrán realizar calicatas en diferentes sitios para calcular una profundidad promedio. Esta actividad es la base para las instrucciones que se le darán al operario de la maquinaria en el sentido de la profundización que se requiere de la cuchilla en el suelo para remover exclusivamente los estratos orgánicos.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 21

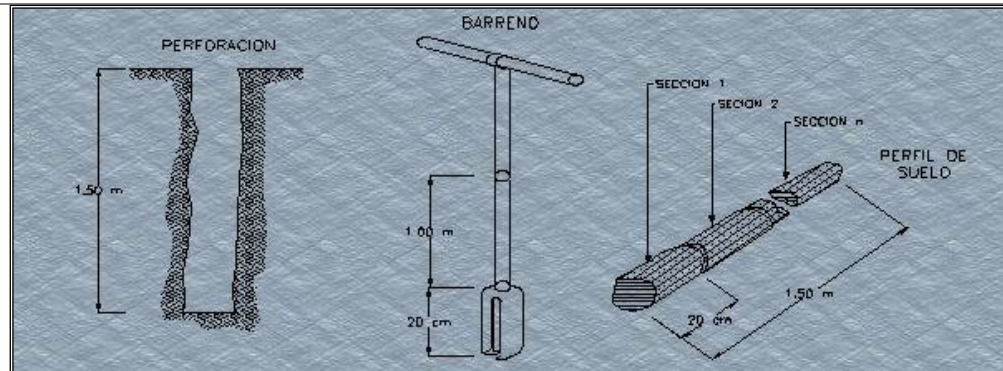


Figura 5.7. Determinación de la profundidad del horizonte A.

Fuente: Alarcón et al., 2013.

El descapote se realizará con los equipos apropiados de tal manera que se logre un corte adecuado, con el fin de extraer en esta fase únicamente el horizonte orgánico y disponerlo adecuadamente. El material de descapote obtenido durante el desarrollo del proyecto que sea susceptible de utilizar, es decir, que tenga propiedades que favorezcan el establecimiento y desarrollo de vegetación; se evitará mezclar con materiales de excavación (por ejemplo materiales de corte) o sustancias que puedan alterarlo o compactarlo. Estos materiales se utilizarán para la revegetalización y/o recuperación de las áreas intervenidas.

Por lo anterior, en la remoción del suelo es necesario hacer una permanente revisión de la maquinaria con el fin de establecer el estado y grado de penetración de las cuchillas para minimizar los desperdicios y evitar la mezcla del suelo orgánico con material estéril.

Es necesario resaltar que el tiempo transcurrido entre la remoción de la cobertura vegetal y del suelo debe ser mínimo para impedir la acción de los agentes erosivos eólicos o hídricos.

El material vegetal y el precedente del descapote, se almacenará y ubicará alrededor de los frentes de trabajo para su posterior reutilización, donde no se vean afectados los cuerpos de agua e infraestructura económica o social, por procesos de escorrentía.

La identificación de los sitios donde será depositado el suelo, se efectuará con el fin de disminuir desperdicios del mismo, por transporte y movimiento del material. Si el sitio de descapote está distanciado al sitio de reutilización del material, será necesario transportarlo hasta el área de almacenamiento.

El área definida para la disposición del material de descapote tendrá las siguientes características:

Ubicación en una zona cercana al sitio de descapote.

Pendiente suave o plana, que se encuentre por encima de la cota de disposición, de forma tal que se minimice la probabilidad de ocurrencia de anegamiento y saturación del material.

Sin cobertura arbórea o arbustiva.

De alta estabilidad geotécnica.

Fácil accesibilidad.

Distanciada mínima de 30 m de drenajes naturales permanentes o intermitentes.

Por ningún motivo se apilará el suelo en zonas de anegamiento debido a que se afectan las propiedades fisicoquímicas del mismo y se pueden generar represamiento de aguas.

Una vez dispuesto el suelo, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Cubrir el montículo con el material del desbroce (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales más finos en la parte interna, preservándolos de las condiciones ambientales (Figura 5-8).

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 22

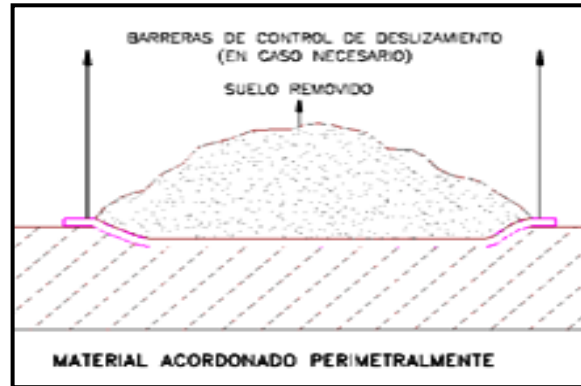


Figura 5.8. Sistema típico de acopio de material de descapote.

Fuente: Alarcón et al., 2013.

En caso de ser necesario se irrigará sin saturarlo.

Se recomienda regar semillas de herbáceas, de preferencia leguminosas (en caso que deba permanecer por largo tiempo).

En caso de requerirse construir barreras sedimentadoras en zonas de influencia con cuerpos de agua para evitar aporte de sedimentos (Figura 5-9).

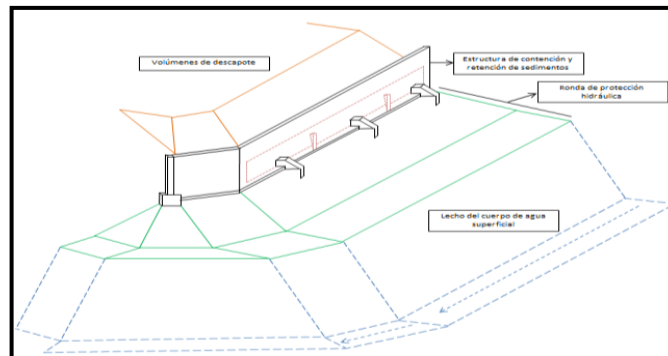
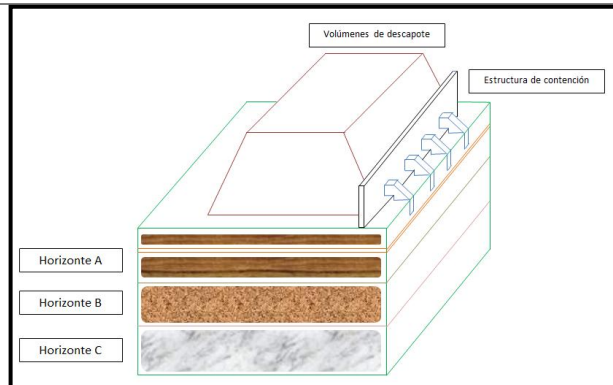


Figura 5.9. Esquema general de una estructura de contención de materiales y retención de sólidos.

Fuente: Alarcón et al., 2013.

Para evitar el desplome del material removido se colocarán barreras, trinchos y/o saco-suelo que permitan la contención del mismo (Figura 5-10).



**Figura 5-10.** Esquema general de una estructura de contención de volúmenes de descapote.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

Para reducir la compactación el suelo debe manipularse con el menor contenido de humedad posible y se debe evitar el paso de la maquinaria sobre el suelo almacenado. Lo anterior, para preservar su estructura y evitar la muerte de microorganismos aerobios, la alteración del ciclo normal de los compuestos nitrogenados y el riesgo de erosión eólica e hídrica, etc.

La disposición final del descapote en las áreas a recuperar, se realizará de tal forma que no se compacte demasiado. Por el contrario, se requiere realizar una escarificación leve para permitir la germinación del material vegetal contenido en el suelo.

## LUGAR DE APLICACIÓN

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

## POBLACIÓN BENEFICIADA

Población asentada en el área de influencia directa del proyecto, es decir la Laguna la Herrera.

## MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

La participación de la comunidad está enfocada básicamente a la vinculación como mano de obra idónea para el desarrollo de las actividades requeridas.

Se realizarán capacitaciones al personal contratista y de la Empresa que participe en las actividades de remoción de cobertura vegetal y descapote, resaltando el aprovechamiento únicamente de los individuos y volúmenes autorizados; así como de las áreas propuestas y disposición adecuadas del material obtenido.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 24

### PERSONAL REQUERIDO

Un (1) interventor ambiental y civil.  
Ingeniero forestal y/ afines con experiencia en tratamientos silviculturales.  
Operadores de maquinaria especializada.  
Obreros (auxiliares en tratamientos silviculturales).

### INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Inspección de los sectores donde se dispondrá el material producto del desmonte y descapote	Descripción de las condiciones propicias y de las establecidas de los sectores donde se prevé la disposición del material vegetal y suelo.	Etapa operativa, antes de la su disposición.
	Inspección de los sectores donde se colocó el material producto del desmonte y descapote	Descripción de las condiciones reinantes de los sectores donde dispuso el material vegetal y suelos.	Mensualmente durante la etapa operativa
CUANTIFICABLES	Área intervenida – Avance del proyecto	(Área intervenida en m2 o ha / Área en m2 o a proyectada a intervenir) x 100.	Mensual
		(Área en m2 o ha de cada cobertura vegetal removida en cada actividad a desarrollar / Área en m2 o ha de cada cobertura vegetal presente en cada actividad a desarrollar) x 100.	Mensual
	Tala de individuos aislados	(Número de árboles removidos en cada actividad a desarrollar / Número de árboles estimados a remover en cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar el desmonte de cada actividad
		(Volumen aprovechado forestalmente en cada actividad a desarrollar / Volumen de aprovechamiento forestal estimado en cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar el desmonte de cada actividad
	Descapote	(Volumen de material de descapote removido en cada actividad a desarrollar / Volumen de material de descapote estimado en cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar el descapote de cada actividad
	Disposición de materiales obtenidos Disposición de materiales obtenidos	(Volumen de material de descapote dispuesto adecuadamente en cada actividad a desarrollar / Volumen de material de descapote removido en cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar el descapote de cada actividad

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 25

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
TIPO DE INDICADOR	Reutilización de materiales obtenidos	(Volumen de suelo dispuesto y reutilizado en la restauración / Volumen de suelo dispuesto) x 100.	Trimestral
SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO	Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los sectores a intervenir por el desmonte y descapote. Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los arboles a talar. Registro fotográfico y soporte documental de las actividades durante y finalizada las actividades de desmonte y descapote. Georreferenciación, registro fotográfico y soporte documental de los lugares seleccionados antes de la disposición del material resultante del desmonte y descapote. Soporte fotográfico y documental del estado de los lugares donde se efectuó la disposición del material resultante del desmonte y descapote.		

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Capacitación al personal.		
Remoción o desmonte de la cobertura vegetal.		
Descapote.		Por la reutilización del material obtenido

**PRESUPUESTO**

ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (\$ COP)
Remoción o desmonte de la cobertura vegetal.	ha	\$2'500.000
Descapote.	m3	\$1'000.000

**MANEJO DE FLORA**

**OBJETIVOS Y METAS**

OBJETIVOS	METAS
Implementar estrategias de conservación y protección para las coberturas presentes en el área de influencia de cada actividad a ejecutar.	Cumplimiento del 100% de las actividades propuestas en el programa de manejo y protección del recurso florístico en el área de influencia directa de cada actividad a desarrollar.
Seleccionar de manera técnica y precisa las áreas donde se	Prevención y/o mitigación al 100% de los posibles impactos sobre flora

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 26
---	--	---------------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



**CAPÍTULO 5**

desarrollarán las obras con el fin de minimizar los impactos sobre el medio, especialmente sobre la flora.	presente en el área de influencia de cada actividad a ejecutar.
Proteger el recurso florístico de las áreas anexas a las intervenidas por cada actividad a desarrollar, que pueden ser afectados por los trabajos constructivos, de perforación y desmantelamiento.	Conservación del 100% de la flora en las zonas aledañas a cada actividad a desarrollar.
Minimizar los impactos sobre especies de importancia biótica o en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica por las actividades de cada actividad del proyecto.	Mitigación al 100% la afectación sobre especies de importancia biótica o en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica por las actividades de cada actividad del proyecto.

**ETAPA DE APLICACIÓN**

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

**IMPACTOS A CONTROLAR**

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

**TIPO DE MEDIDA**

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 27
---	--	---------------------------------



## **ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Se identificarán las oportunidades de mitigar los impactos sobre la flora, realizando cuando sea posible ligeras variaciones en los diseños, sin poner en riesgo los aspectos técnicos de los mismos.

Se delimitarán las áreas a intervenir.

Se prohibirá el uso de maquinaria pesada para el desmonte de la cobertura.

Se retirará la cobertura vegetal estrictamente necesaria para la adecuación y construcción de las áreas requeridas por el proyecto, evitando el corte innecesario de especies vegetales.

No se dispondrán de manera inapropiada los residuos líquidos o sólidos en áreas con restricción como a nivel de cobertura.

Antes de la intervención de las diferentes formas de coberturas por cada una de las actividades a desarrollar, se verificará la presencia de fustales, latizales y brinzales en alguna categoría de amenaza, los cuales se evitarán su tala y/o afectación.

Se prohibirá la tumba de especies fustales que estén en categoría de amenaza o veda.

### **CAPACITACIONES A LA POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID) Y PERSONAL**

Se establecerán procesos pedagógicos que conciencien a la población del AID de cada actividad, acerca de la importancia de la flora y su conservación, así como las políticas y restricciones que tiene la Empresa sobre dicho componente.

Por otro lado, se realizarán jornadas de educación ambiental preliminares al inicio de las obras civiles, dirigidas al personal involucrado a esta actividad (trabajadores y contratistas), en donde se divulgarán las medidas de manejo a la flora.

### **RESCATE Y REUBICACIÓN DE LATIZALES Y BRINZALES DE ESPECIES EN ALGUNA CATEGORÍA DE AMENAZA, VEDA Y/O ENDÉMICAS**

Se realizará el rescate de los latizales y brinzales de las especies que se encuentren en algún grado de amenaza, veda y/o endémicas, para su reubicación en áreas cercanas con las mismas condiciones ambientales.

## **LUGAR DE APLICACIÓN**

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

## **POBLACIÓN BENEFICIADA**

Población asentada en el área de influencia directa del proyecto.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 28

### MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

La participación de la comunidad está enfocada básicamente a la vinculación como mano de obra idónea para el desarrollo de las actividades requeridas.

Talleres teórico-prácticos acerca de la protección e importancia de la flora a nivel local y regional, a la población infantil en la(s) escuela(s) de la(s) vereda(s) donde se localice(n) cada actividad a desarrollar.

Se realizarán capacitaciones al personal contratista y de la Empresa que participe en las obras civiles, resaltando la intervención de solo las áreas propuestas y el cuidado de la cobertura vegetal aledaña.

### PERSONAL REQUERIDO

Biólogo o ingeniero forestal.

Operarios y auxiliares de campo.

### INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Confirmación de la disposición adecuada de los residuos líquidos y sólidos.	Durante la etapa operativa
CUALIFICABLES			
CUANTIFICABLES	Área intervenida – Avance del proyecto	(Área intervenida en m2 o ha / Área en m2 o a proyectada a intervenir) x 100.	Inicio de la etapa operativa
		(Área en m2 o ha de cada cobertura vegetal removida en cada actividad a desarrollar / Área en m2 o ha de cada cobertura vegetal presente en cada actividad a desarrollar) x	Inicio de la etapa operativa

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 29

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
		100.	
	Brinzales y latizales rescatado y reubicados de especies en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica	(Número de individuos latizales o brinzales trasplantados en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica / Número de individuos brinzales o latizales encontrados en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica en cada actividad a desarrollar) x 100.	Inicio de la etapa operativa
<b>SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO</b>	<p>Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los sectores a intervenir por cada actividad, incluida la delimitación de los mismos.</p> <p>Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los brinzales y latizales en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica que se van a trasladar.</p> <p>Registro fotográfico y soporte documental de las actividades durante y finalizada las actividades de desmonte.</p> <p>Georreferenciación, registro fotográfico y soporte documental, con antelación, de los lugares seleccionados para el traslado de brinzales y latizales en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica.</p> <p>Soporte fotográfico y documental del estado de los lugares donde se efectuó el traslado de brinzales y latizales en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica.</p>		

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Consideraciones generales.		
Rescate y reubicación de brinzales y latizales de especies en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica.		

**PRESUPUESTO**

ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (\$ COP)
Rescate y reubicación de brinzales y latizales de especies en alguna categoría de amenaza, veda y/o endémica.	1 plántula	\$10.000

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 30

## MANEJO DE FAUNA

### OBJETIVOS Y METAS

OBJETIVOS	METAS
Prevenir la alteración de las especies de fauna silvestre en el área de desarrollo.	Control al 100% las muertes de individuos por el desarrollo de las actividades a ejecutar.
Establecer en los contratos de trabajo de todo el personal, medidas coercitivas sobre la prohibición de caza, captura, pesca y/o comercialización de cualquier especie animal, así como sanciones sobre el exceso de velocidad de los vehículos en el área.	Reducción al 100% eventos de caza, captura, pesca y/o comercialización por parte de los trabajadores del proyecto.
Instalar señales informativas de prohibición de la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre.	Instalación del 100% de las señales informativas de prohibición de la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre, en los lugares establecidos por la interventoría.
Ahuyentar y rescatar la fauna silvestre durante las actividades de remoción de vegetación y descapote.	Ejecución del 100% de las jornadas de ahuyentamiento planteadas durante las actividades de remoción de vegetación y descapote. Rescate del 90% de la fauna silvestre encontrada durante las actividades de remoción de vegetación y descapote.
Reubicar la fauna que se observe en los frentes de trabajo durante las obras civiles y operación.	Reubicación del 100% de la fauna silvestre hallada en los frentes de trabajo durante las obras civiles y operación.
Minimizar el impacto sobre las poblaciones silvestres de fauna, ocasionado por el atropellamiento durante el desarrollo de las actividades del proyecto.	Instalación en las redes viales establecidas, del 100% de las señales preventivas planteadas para mitigar el impacto por el atropellamiento. Establecimiento de reductores de velocidad en el 100% de los sectores establecidos en las redes viales a utilizar por el proyecto.

### ETAPA DE APLICACIÓN

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

### IMPACTOS A CONTROLAR

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 31
---	--	---------------------------------

### TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

### ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

#### CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Se dictarán charlas ambientales a todo el personal (trabajadores y contratistas), sobre la prohibición de la caza, captura, pesca y comercialización de especies que eventualmente se encuentren o visualicen en el área del proyecto.

Se llevará a cabo un proceso de concienciación a la población del AID de cada actividad, acerca de la importancia de la fauna y su conservación, así como las políticas y restricciones que tiene la Empresa sobre dicho componente.

#### MEDIDAS COERCITIVAS A LOS EMPLEADOS

Los contratos de trabajo de todo el personal, contarán con medidas coercitivas sobre la prohibición de caza, captura, pesca y/o comercialización de cualquier especie animal, así como sanciones sobre el exceso de velocidad de los vehículos en el área.

En caso de decomisarse fauna a trabajadores, se diligenciará un formato de decomiso de fauna silvestre al personal y reincorporación a hábitats cercanos, en el cual se registrará la siguiente información: Lugar y fecha, nombre común de la especie, grupo al que pertenece (ave, mamífero, reptil o anfibio), lugar donde se reincorporó, persona a la cual se le decomisó (nombre y cargo), responsable (nombre y firma), entre otras; lo anterior, deberá sustentarse con fotografías de las especies y su liberación.

#### SEÑALIZACIÓN

Se instalarán señales informativas de prohibido la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre. Estas señales se localizarán en el(los) lugar(es) que la interventoría ambiental considere (v.gr. entrada a las plataformas multipozo, vías de acceso, facilidades de producción, áreas de parque, helipuerto, sitios de captación, etc.).

Por otro lado, las áreas que serán objeto de intervención por cada actividad a desarrollar, deberán ser delimitadas y señalizadas, evitando la afectación de un espacio mayor al necesario.

#### AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE LA FAUNA AFECTADA DIRECTAMENTE POR LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN, DESCAPOTE

El rescate y reubicación debe llevarse a cabo en todos los sitios donde se realice la actividad de remoción de vegetación y descapote. La actividad de ahuyentamiento de fauna aplica en caso de que en las intervenciones de cualquier sector, se detecte previamente la presencia de animales silvestres.

Ahuyentamiento y rescate de fauna: tres (3) días antes del inicio de la actividad de remoción de vegetación por el método de lingado, se iniciarán las actividades de ahuyentamiento y rescate, las cuales se extenderán hasta cuando se finalice la remoción.

Esta actividad podrá constar de los siguientes componentes: 1). El desplazamiento de la fauna por generación de perturbación controlada, y/o 2). Utilización de trampas para capturar pequeños mamíferos. Simultáneamente se debe hacer búsqueda de individuos en lugares estratégicos. Ambos

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 32
---	--	---------------------------------

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

## CAPÍTULO 5

componentes se deben coordinar para incrementar el éxito del programa y optimizar el tiempo de muestreo.

El ahuyentamiento es útil para las especies con gran capacidad de movimiento y que sean capaces de migrar por sí solas (v.gr. aves y mamíferos medianos a grandes). En caso de que este tipo de animales no migren por sí solos, se procederá a hacer ruido u otro tipo de procedimiento que no afecten la supervivencia de los animales.

Las actividades de ahuyentamiento y rescate se harán en dos (2) jornadas diarias, en estas visitas se hará búsqueda y captura de fauna. Para esto se utilizarán diferentes métodos, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

**Búsqueda en madrigueras, cuevas y posibles refugios:** Dirigido a mamíferos pequeños, medianos (como armadillos, roedores y marsupiales), anfibios y reptiles. Consiste en buscar en troncos caídos o huecos, en la hojarasca y en las cuevas que sirven como dormitorio.

**Trampas:** Se instalarán trampas Sherman y Tomahawk, teniendo en cuenta el fragmento que se vaya a intervenir. Estas trampas deben cebarse en la noche, y revisarse en la mañana.

Los anfibios y reptiles pequeños que se capturen deberán introducirse en bolsas de tela humedecida, e introduciendo un poco de hojarasca. Para los mamíferos pequeños se utilizarán bolsas de tela, que permitan el paso del aire.

Todos los animales se liberarán en un lugar que no será intervenido.

En caso de realizarse tala y extracción de árboles, el equipo de rescate hará un acompañamiento al personal encargado de dicha actividad, y éste último deberá comunicarse con los encargados del rescate en caso de observar un animal, principalmente mamíferos y serpientes, para que se efectúe el rescate.

Es importante destacar que para el caso de aves no se hará la reubicación de nidos, se espera que las aves y los murciélagos se desplacen paulatinamente desde el inicio de las actividades de extracción selectiva.

Para las labores de ahuyentamiento, uno de los operarios realizará sonidos intermitentes con un silbato. Los demás deben realizar búsqueda de individuos en madrigueras, troncos, hojarasca, entre otros. Este mismo procedimiento se realizará durante los días que dure la remoción de la vegetación y/o cruce de cuerpos de agua por el método de lingada. Cuando se haya concluido la extracción de árboles de mayor diámetro y antes de iniciar el descapote, deben concentrarse los esfuerzos de búsqueda en madrigueras y hojarasca.

Debe elaborarse un formato sencillo que permita documentar en número de especies y de individuos capturados.

### Transporte

Para el transporte hacia la zona de reubicación previamente establecida, debe adecuarse un medio de transporte con guacales, jaulas y recipientes necesarios para el transporte óptimo de los diferentes animales rescatados, garantizando la circulación de aire y procurando el menor estrés posible.

### Reubicación

Para los animales trasladados, se registrará en una ficha como mínimo la siguiente información: Sexo, edad, morfometría, estado de salud, etc.

### Consideraciones adicionales

Los auxiliares del equipo de rescate deben entrenarse sobre la manipulación correcta de los animales que se capturen, con el fin de evitar accidentes tanto para los auxiliares como para la fauna.

El equipo de rescate debe contar con todos los elementos de protección personal, como mínimo, se contará con guantes de carnaza y botas de caucho, en su desplazamiento por la zona de trabajo para la prevención de accidentes.

El grupo de trabajo debe contar con equipo de radio para comunicarse entre sí.

#### ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

#### Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

#### Plan De Manejo

5 - 33

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

Dado el caso en el cual se identifique la muerte de un animal, debe enviarse el individuo correctamente preparado (preservado, empacado y rotulado) a una colección biológica dentro del País. Para esto puede contactarse el Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt o el Instituto de Ciencias Naturales en Bogotá.

**REUBICACIÓN DE FAUNA DURANTE LAS OBRAS CIVILES Y OPERACIÓN**

Si se identifica fauna silvestre en los frentes de trabajo, bien sea durante la construcción u operación, ésta debe ahuyentarse (en caso de individuos adultos no reproductivos) o llevarse (en caso de juveniles) al hábitat natural más próximo que ofrezca condiciones similares, evitando cualquier perturbación de las condiciones originales en que se encontraba la especie. La fauna objeto de reubicación contará con registros de reubicación de fauna silvestre a hábitats cercanos. En dicho registro se consignarán entre otros datos:

Fecha de avistamiento o captura.

Localización y descripción general del sitio de captura.

Descripción de la especie: Indicación del grupo al que pertenece (ave, mamífero, reptil o anfibio), tamaño, color, nombre local, estado general, etc.

Localización y descripción general del sitio de reubicación.

Registro fotográfico de la especie y de su liberación.

Responsable de la reubicación (nombre y firma).

**MEDIDAS ESPECIALES PARA EVITAR EL ATROPELLAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE**

Con el fin de mitigar la afectación a la movilidad, aislamiento y pérdida potencial de individuos de fauna silvestre presentes en el área, producto de la interrupción de los corredores de movilidad de la fauna y como consecuencia el atropellamiento por el aumento en la movilización de vehículos, maquinaria, equipo, materiales y personal, deberá instalarse señalización informativa y preventiva (Fotografía 1), para mitigar el riesgo de accidentes y atropellamientos de fauna en áreas previamente identificadas.

Por otra parte, como medida temporal para controlar el impacto que pueden causar las diferentes actividades y etapas del proyecto sobre la fauna, se realizará un programa de señalización con avisos alusivos a la prohibición de caza, pesca y captura de especies animales así como la prohibición de arrojar basuras en los hábitats de estos organismos (Figura 1).

En las actividades que impliquen movilización de maquinaria, equipos, insumos y personal, se deberán establecer rutas de acceso para cada fase del proyecto y en todas las zonas contempladas para la ejecución del mismo, con el propósito de disminuir el impacto en las coberturas adyacentes por la creación de nuevos senderos.

Se instalarán reductores de velocidad en puntos estratégicos, restringir el tráfico nocturno e instalar señales con límites de velocidad permitidos en toda el área de influencia del proyecto.

**LUGAR DE APLICACIÓN**

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 34

## POBLACIÓN BENEFICIADA

Población asentada en el área de influencia directa del proyecto (Laguna La Herrera).

## MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

Talleres teórico-prácticos acerca de la protección e importancia de la fauna a nivel local y regional, a la población infantil en la(s) escuela(s) de la(s) vereda(s) donde se localice(n) cada actividad a desarrollar.

Se realizarán capacitaciones al personal contratista y de la Empresa que participe en el proyecto, resaltando la prohibición de caza, captura, pesca y/o comercialización de cualquier especie animal.

Se emplearán como mecanismos de divulgación y participación, el desarrollo de charlas al personal del proyecto, de manera que se programen jornadas para retroalimentar las bases de datos de especies reportadas para la zona.

## PERSONAL REQUERIDO

Un (1) interventor ambiental.

Profesionales en ciencias biológicas con experiencia en manejo de fauna silvestre, y auxiliares, los cuales deberán estar dotados de jamás, trampas, sacos de tela, costales y ganchos herpetológicos para iniciar el recorrido en dirección del ahuyentamiento, rescate y reubicación.

Obreros.

## INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
	Presencia de fauna silvestre en los sectores a intervenir	Verificación de la presencia de especies de fauna silvestre en los sectores a intervenir por cada una de las actividades a desarrollar.	Antes de la etapa operativa
	Señalización	Criterios establecidos para la selección de los sectores donde se ubicarán las señales informativas de prohibido la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre.	Antes de la etapa operativa
		Inspección del estado de las señales informativas de prohibido la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre, instaladas.	Semestralmente durante la etapa operativa
	Medidas especiales para evitar el atropellamiento de	Criterios establecidos para la selección de los sectores de las vías donde se ubicarán las señales informativas de	Al inicio de la etapa operativa

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 35



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
	fauna silvestre	presencia de fauna silvestre y reductores de velocidad en vías.	
		Inspección del estado de las señales informativas de presencia de fauna silvestre y reductores de velocidad, instalados en vías.	Semestralmente durante la etapa operativa
CUANTIFICABLES	Medidas coercitivas a los empleados	(Número de individuos de fauna silvestre reincorporados al hábitat natural / Número de individuos de fauna silvestre decomisados al personal del proyecto) x 100.	En todas las etapas del proyecto
	Señalización sobre prohibición de caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre	(Número de señales informativas instaladas / Número total de señales informativas programadas para instalar) x 100.	Al inicio de la etapa operativa.
	Medidas especiales para evitar el atropellamiento de fauna silvestre	(Número de señales informativas instaladas sobre presencia de fauna silvestre en vías / Número total de señales informativas programadas sobre presencia de fauna silvestre en vías) x 100.	Al inicio de la etapa operativa.
		(Número de reductores de velocidad instalados / Número total de reductores de velocidad programados a instalar) x 100.	Al inicio de la etapa operativa.
	Señalización áreas a intervenir	(Área señalizada en m <sup>2</sup> o ha a intervenir / Área en m <sup>2</sup> o ha proyectada a intervenir) x 100.	Al inicio de la etapa operativa.
	Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre durante el desmonte y descapote	(Número de individuos ahuyentados y recatados durante el desmonte y descapote / Total de individuos observados y hallados en los frentes de trabajo durante el desmonte y descapote) x 100.	Al finalizar la etapa de desmonte y descapote
		(Número de individuos reubicados durante el desmonte y descapote / Número de individuos ahuyentados y recatados durante el desmonte y descapote de cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar la etapa de desmonte y descapote
		(Número de individuos muertos / Número de individuos recatados durante el desmonte y descapote de cada actividad a desarrollar) x 100.	Al finalizar la etapa de desmonte y descapote

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Manejo

5 - 36

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA  
ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	MEDICIÓN	FRECUENCIA
CUANTIFICABLES	Reubicación de fauna durante las obras civiles y operación	(Número de individuos reubicados durante las obras civiles y operación / Total de individuos observados y hallados en los frentes de trabajo) x 100.	Al finalizar las etapa operativa
		(Número de individuos muertos / Total de individuos reubicados durante las obras civiles y operación) x 100.	Al finalizar las etapa operativa
SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO	<p>Soporte documental de la inclusión de medidas coercitivas sobre la prohibición de caza, captura, pesca y/o comercialización de cualquier especie animal, así como sanciones sobre el exceso de velocidad de los vehiculos en el área, en los contratos de trabajo de los diferentes contratistas.</p> <p>Formatos de decomiso de fauna silvestre al personal y reincorporación a hábitats cercano.</p> <p>Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los sitios donde se instalaron las señales informativas de prohibido la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre.</p> <p>Archivo fotográfico y soporte documental semestral del estado de las señales informativas de prohibición de la caza, captura, pesca y/o comercialización de fauna silvestre, instaladas.</p> <p>Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de las áreas señalizadas y que serán objeto de intervención por cada actividad a desarrollar.</p> <p>Registro fotográfico y soporte documental (v.gr. formatos) del desarrollo de las actividades de ahuyentamiento y rescate de las especies de fauna silvestre durante el desmonte y descapote.</p> <p>Georreferenciación y registro fotográfico y soporte documental (v.gr. formatos) de los lugares seleccionados para la reubicación de la fauna silvestre capturada durante el desmonte y descapote.</p> <p>Georreferenciación y registro fotográfico y soporte documental (v.gr. formatos) de los lugares seleccionados para la reubicación de la fauna silvestre hallada en los frentes de trabajo durante las obras civiles y operación de cada proyecto.</p> <p>Registros de la entrega de animales muertos durante el traslado y/o reubicación, a una colección biológica dentro del País (v.gr Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales en Bogotá, etc.).</p> <p>Georreferenciación, archivo fotográfico y soporte documental de los sitios donde se instalaron las señales informativas de presencia de fauna silvestre y reductores de velocidad en vías.</p> <p>Archivo fotográfico y soporte documental semestral del estado de las señales informativas de presencia de fauna silvestre y reductores de velocidad instalados en vías.</p>		

**CRONOGRAMA**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Capacitación al personal.		
Medidas coercitivas a los empleados.		
Señalización.		
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna afectada directamente por la remoción de vegetación y descapote.		

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 37
---	--	---------------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 5**

ACTIVIDADES RELACIONADAS EN LA PRESENTE FICHA	ETAPA OPERATIVA	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO
Reubicación de fauna durante las obras civiles y operación.		
Medidas especiales para evitar el atropellamiento de fauna silvestre		

**PRESUPUESTO**

ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO ESTIMADO (\$ COP)
Señalización.	1	\$400.000
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna afectada directamente por la remoción de vegetación y descapote.	ha	\$4'000.000
Medidas especiales para evitar el atropellamiento de fauna silvestre.	1 señal informativa de presencia de fauna silvestre	\$400.000
	1 reductor de velocidad	\$300.000

**MANEJO DEL CUERPO DE AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA**

**OBJETIVOS Y METAS**

OBJETIVOS	METAS
Compensar las posibles afectaciones al medio biótico, en especial al recurso hidrobiológico que se puedan presentar por causa del proyecto.	Cero por ciento (0%) de los registros de eventos que afecten negativamente la calidad del agua. Implementar el 100% de las medidas de protección y conservación en todas las fuentes hídricas presentes en el área de influencia del proyecto.
Concientizar sobre la conservación y protección del recurso hídrico a la población ubicada en las veredas del área de influencia del proyecto así como la población que laborará en el mismo	Cumplir con el 100% de los monitoreos propuestos en las fichas respectivas. Disponer adecuadamente el 100% de los residuos sólidos generados. Concientizar al 100% de la comunidad ubicada en la zona de estudio así como a la población trabajadora, acerca de la protección, preservación e importancia del recurso hídrico.

**ETAPA DE APLICACIÓN**

ETAPAS	
OPERATIVA	POST-OPERATIVA
X	X

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 38
---	--	---------------------------------

### IMPACTOS A CONTROLAR

MEDIO ABIÓTICO	MEDIO BIÓTICO
Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal
	Modificación de hábitats de la fauna silvestre
	Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre
	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales

### TIPO DE MEDIDA

PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CORRECCIÓN	COMPENSACIÓN
Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que puedan generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.	Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.	Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

### ACCIONES A DESARROLLAR / TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

Durante el desarrollo de las actividades de construcción, se protegerán la laguna, interviniendo únicamente los sectores estrictamente necesarios.

Bajo ninguna circunstancia se realizarán vertimientos de lubricantes u otros residuos sólidos o líquidos no autorizados, que comprometan la calidad de las aguas, situación que incidiría directamente sobre las comunidades hidrobiológicas.

Garantizar las condiciones de orden y aseo al finalizar la jornada diaria de trabajo de aquellos frentes que trabajen cerca de cuerpos de agua, evitando que los cauces no sean receptores de residuos que puedan alterar su calidad.

De acuerdo con la Ley 79 de 1986 y el Decreto 1449 de 1977 es necesario proteger y conservar las coberturas vegetales ribereñas en una franja no inferior a los 30 metros de ancho a cada lado de los márgenes de protección frente a los cuerpos de agua.

Se deben efectuar monitoreos periódicos de las principales comunidades hidrobiológicas (planctónica, perifítica, bentónica, íctica y macrófitas acuáticas) que se encuentran en los cuerpos de agua aledaños a la zona de influencia del proyecto, cuya periodicidad y coordenadas de monitoreo serán las mismas a través del desarrollo del proyecto.

Ubicar el material del desmonte y descapote lejos de los cuerpos de agua y protegido contra el arrastre de sedimentos por escorrentía.

Evitar la realización de mantenimiento o reparación de equipos o vehículos en zonas cercanas a cuerpos de agua o en general sitios no autorizados para ello.

Para las actividades sobre las vías de acceso a los frentes de obra, deberá realizarse el mantenimiento permanente de cunetas y sistemas de drenaje que puedan verse obstruidos.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Manejo</b> 5 - 39
---	--	---------------------------------



Evitar ocupaciones de cauce o en general cualquier intervención sobre cuerpos de agua que no hayan sido autorizados por la Licencia Ambiental.

Realizar los vertimientos al agua o al suelo que cumplan con la legislación vigente correspondiente y los lineamientos expuestos en la ficha de manejo de residuos y vertimientos.

Con el fin de proteger los recursos hidrobiológicos se deberán seguir adecuadamente todas las demás medidas de manejo expresadas en las siguientes fichas:

Manejo de residuos líquidos.

Manejo de residuos peligrosos.

Manejo de escorrentía.

Manejo de residuos sólidos y especiales.

Manejo de cruces de cuerpos de agua.

#### Educación ambiental

Se implementará una campaña de educación ambiental la cual se orientará a talleres dirigidos a la comunidad asentada dentro del área de influencia del proyecto y a los trabajadores de la obra en la etapa de construcción. Las charlas y talleres se llevarán a cabo en las escuelas de las veredas donde se localicen las actividades que se plantean en el proyecto.

En dichos talleres se tratarán entre otros, los siguientes temas:

Importancia del agua superficial y ciclo hidrológico

Posibles alteraciones al ciclo normal del agua

Manejo adecuado del agua

Valor del recurso hidrobiológico para el equilibrio ambiental y su representatividad la región (según los resultados de la línea base y los monitoreos posteriores)

Como resultado de este taller se entregarán a los asistentes folletos informativos, en los cuales se contemplarán los temas citados anteriormente, con el fin de que estos puedan ser difundidos al resto de la población y se realizaran actividades evaluativas para afianzar los conocimientos de los participantes.

Es importante mencionar que las medidas de manejo para el recurso hídrico en cuanto a la conservación de los cuerpos de agua y el recurso hídrico orientadas a los trabajadores del proyecto, se contemplan en las charlas informativas periódicas (dentro de las habituales de HSEQ). Adicionalmente se deberán programar algunos talleres específicos para el personal responsable del manejo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y los sistemas de captación.

#### Manejo de contingencias

Ante una eventual contaminación por accidentes ocurridos en inmediaciones a los cuerpos de agua estos deberán ser atendidos de forma inmediata por personal responsable y especializado. En caso de que se afecten las fuentes de agua utilizadas por los pobladores asentados dentro del área de influencia directa, se les proveerá de agua mediante carrotaques. Para controlar el derrame se deberán seguir las medidas contempladas en el Plan de Contingencias.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Manejo**

5 - 40

### LUGAR DE APLICACIÓN

Las medidas serán ejecutadas en el lugar de área de influencia directa ubicada en la zona de las canteras.

### POBLACIÓN BENEFICIADA

Población asentada en el área de influencia directa del proyecto (Laguna La Herrera).

### MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS

Se desarrollarán talleres que tengan como eje central el manejo adecuado además de la importancia de las comunidades hidrobiológicas, para la comunidad en general y su entorno natural.  
 Disponer de ayudas audiovisuales y/o físicas para las charlas y talleres.  
 Llevar un registro fotográfico, de asistencia y desarrollo de la charla (preguntas, inquietudes y observaciones).  
 Escogencia del personal idóneo y capacitado para el desarrollo de las actividades durante la plantación y mantenimiento.  
 Charlas informales a propietarios, administradores y obreros de las fincas en las que se realice la compensación.  
 Brindar conocimiento y valoración sobre la importancia ecológica de la reforestación.  
 Participación del personal en los temas a tratar.

### PERSONAL REQUERIDO

Personal debidamente capacitado en recursos hidrobiológicos y legislación ambiental.  
 Se requiere de un biólogo o ecólogo con experiencia en manejo ambiental del recurso hidrobiológico y con la capacidad para interrelacionar, evaluar e implementar las acciones a desarrollar. Aunque es importante resaltar que el manejo deberá ser parte de la labor a desempeñar por cada empleado de la empresa contratista.

### INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

	INDICADOR		FRECUENCIA
CUALIFICABLES	Condiciones físicas y bióticas de los cuerpos de agua a intervenir		Quincenalmente al final de las inspecciones visuales
	INDICADOR	CALCULO	FRECUENCIA
CUANTIFICABLES	Monitoreo recurso hídrico	N° de cuerpos de agua monitoreados / N° de cuerpos de agua intervenidos x 100	Mensual
		Resultados del análisis multitemporal de las comunidades hidrobiológicas (riqueza y densidad de especies).	Trimestral



		Volumen de residuos dispuestos sólidos o líquidos (vertidos) /Volumen de residuos generados (sólidos y líquidos). X100	Mensual
		Verificación a través de una lista de chequeo y observación del cuerpo de agua de la ejecución de las actividades de protección de las fuentes hídricas.	Mensual
		Monitoreos fisicoquímicos e hidrobiológicos realizados / Monitoreos fisicoquímicos e hidrobiológicos establecidos en el PMA y/o licencia ambiental	Mensual

### **SOPORTES DE SEGUIMIENTO Y CUMPLIMIENTO**

Realización de jornadas de monitoreo periódicas sobre los recursos hidrobiológicos. El Interventor ambiental, se encargará de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales relacionadas con el manejo del recurso hidrobiológico durante la ejecución del proyecto de perforación exploratoria.

De cada uno de los talleres realizados se deben tener las actas, las cuales estarán a disposición de las autoridades ambientales

Resultados de laboratorio. Informes de calidad de agua e hidrobiológicos de los cuerpos de agua monitoreados. Registro fotográfico de las charlas realizadas a la comunidad. Realización de pruebas escritas o actividades evaluativas a la comunidad una vez finalizadas las charlas



## **6. PLAN DE CONTINGENCIA**

### **6.1. Introducción**

El Plan de Contingencia hace referencia a una fase donde se expone la planeación y gestión para el manejo más adecuado de los riesgos operacionales y ambientales que se puedan originar durante las diferentes etapas en las que se realiza un proyecto determinado, de esta forma, es acá donde se documentan y establecen estrategias, protocolos, procedimientos, líneas de acción e instructivos que permiten manejar de manera rápida y eficaz los recursos necesarios para la resolución de los incidentes y accidentes y poder garantizar la reducción máxima de pérdidas humanas, afectaciones a comunidades aledañas, daños ambientales, pérdidas económicas y pérdida de bienes en el área de influencia por ocurrencia de incendios, sismos, inundaciones y/o derrames de productos químicos por ejemplo.

Generalmente el plan de contingencia debe exponerse a todas las personas que hacen parte de la ejecución del proyecto (operarios, funcionarios, contratistas y personas o visitantes ocasionales), debido a que por medio de este documento, se garantiza la vida, salud e integridad física de todos aquellos que se involucran directamente con el desarrollo del proyecto en el área de influencia directa, sin dejar a un lado el cuidado y buen manejo de los recursos naturales y el medio ambiente.

En este capítulo se presenta un Plan de Contingencia para el área de influencia del proyecto el cual consta de las acciones que deben implementarse en caso de que ocurriese algún tipo de emergencia que no pueda ser controlada con simples medidas de mitigación o corrección. De esta forma se puede asegurar, según las características de la zona y del desarrollo y establecimiento de las actividades mineras que se llevan a cabo ahí, que las contingencias que podrían ocurrir serían principalmente de tipo antrópico (accidentes laborales) y de tipo natural (desastres naturales).



## 6.2. Objetivos

- ④ Establecer las acciones necesarias a fin de prevenir y controlar las posibles eventualidades naturales y/o accidentes que pudiesen ocurrir durante el desarrollo de las actividades y después de ellas.
- ④ Contrarrestar o minimizar los efectos generados por la ocurrencia de posibles emergencias o situaciones de riesgo producidas por alguna falla o error involuntario durante el proceso y desarrollo de las diferentes actividades que demanda este proyecto.
- ④ Diseñar un plan de contingencia adecuado que proporcione soluciones a las posibles eventualidades que se puedan originar dentro de la zona del área de influencia directa, la cual agrupa a la laguna, las empresas mineras y barrios aledaños.

## 6.3. Marco Legal y Normativo

Dentro del marco jurídico vigente en la Legislación Colombiana, teniendo en cuenta los principios constitucionales y legales a continuación se referencian los términos que respaldan y soportan las exigencias para realizar un plan adecuado de contingencias.

- ④ Ley 23 de 1973, Se conceden facultades extraordinarias al Presidente para expedir el Código de Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
- ④ Decreto 2811-Presidencia de la República de 1974 (artículos 8-31).Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.
- ④ Ley 09 de 1979, Mediante el cual se reglamenta el código sanitario Nacional (Título VIII, Artículos 492, 493, 501, y 505).
- ④ Resolución 2309-Ministerio de Salud de 1986; Manejo de Residuos Sólidos Especiales. Disposición Final de Residuos Especiales.
- ④ Decreto 842 de 1987; Referente a la integración del comité nacional de emergencias creado en el Artículo 492 de la Ley 9 de 1979.
- ④ Ley 46 de 1988, por el cual se fija como objetivo del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, el manejo garantizado, oportuno y eficiente de todos los recursos



humanos, técnicos, administrativos y económicos, que sean indispensables para la prevención y atención de situaciones de desastre.

- ④ Constitución Política Nacional de 1991; Art.8: Obligación del Estado y las personas a proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. Art.79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Art.80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Art.330: La explotación de los recursos naturales en los territorios indígenas se hará sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas. Art.332: El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables. Art.360: Condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables.
- ④ Ley 99 de 1993, Mediante la cual se crea el sistema Nacional Ambiental, Artículo 1,9 “la prevención de desastres es materia de interés colectivo, y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de sus ocurrencias serán de obligatorio cumplimiento”
- ④ Ley 430 de 1998; Normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- ④ NTC 4532. Norma Técnica Colombiana ICONTEC de 1998; Transporte de mercancías peligrosas, tarjetas de emergencias para transporte de materiales.
- ④ Decreto 93 Ministerio del Interior. 1998. Adopción del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- ④ Ley 491-Congreso de la Republica, 1999; Crear los seguros ecológicos como un mecanismo que permita cubrir los perjuicios económicos, como consecuencia de daños al ambiente y a los recursos naturales.
- ④ Decreto 190 de 2004, Art.142; Todas las entidades públicas y privadas que ejecuten obras de gran magnitud que desarrollen actividades industriales y puedan generar amenazas de origen tecnológico, deberán realizar análisis de riesgos que contemplen y determinen la probabilidad de ocurrencia de desastres.
- ④ Decreto 2820, Ministerio de Ambiente, 2010. Licencias ambientales. Tiempo estimado para el reporte de emergencias (24h).
- ④ Ley 1523 de 2012, Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.



## **6.4. Análisis de Riesgos**

Al identificar los posibles riesgos o amenazas que se pueden presentar durante la etapa la operación y posterior desmantelamiento (cuando se termine el contrato definitivo o las actividades de explotación y operación de las empresas mineras), en el área de influencia directa, se ha podido establecer, como ya se mencionó, que pueden ser de carácter ambiental y antrópico. Dentro de los primeros los más representativos para esta zona hacen referencia a sismos, inundaciones, incendios forestales, tormentas eléctricas y caídas de rocas o deslizamientos y dentro de los segundos se podrían contemplar, accidentes leves de trabajo como caídas, golpes, fracturas y torceduras entre otros, accidentes graves como desmembramientos (en actividades donde se tengan que operar máquinas y no se cumplan las normas de seguridad establecidas), e inclusive fallecimientos, también se puede contemplar incidentes y accidentes por errores humanos como fallas mecánicas, fugas de aceite y combustible en automotores, incendio de equipos o maquinaria y accidentes de tránsito sobre las vías de acceso y en parqueaderos y finalmente problemas que pueden surgir por parte de la comunidad como desacuerdos o indiferencias por querer defender sus creencias o tratar de resguardar el orden y tranquilidad en toda la zona donde habitan.

A continuación se describen más detalladamente en qué consisten estos riesgos identificados, analizando o cuantificando la probabilidad de ocurrencia en cada uno de ellos y estimando las posibles pérdidas y consecuencias que se derivan de estos.

### **6.4.1. Identificación del Riesgo**

En términos generales un riesgo se define como una consecuencia a una vulnerabilidad o una probabilidad de ocurrencia de un daño o perjuicio que afecta al ser humano, al medio ambiente u organizaciones entre otros, en un espacio y tiempo determinado. Este puede ser ocasionado por causas antrópicas o naturales. De esta forma, a continuación se presentan los posibles factores de riesgo, su ocurrencia y localización durante el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto. De igual manera, se exponen las medidas preventivas y de respuesta para la atención de las contingencias identificadas.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 4
---	--	--------------------------------------



#### 6.4.1.1. Amenazas Naturales

Estas amenazas o factores de riesgo son las que se originan por procesos independientes a las actividades que realiza el ser humano, aunque esto no indica que estas actividades ayuden a incrementar la posibilidad de que estos sucesos ocurran. Estas amenazas surgen por causa de los diferentes fenómenos naturales que pueden desarrollarse en cualquier momento y en cualquier situación, dentro de los contemplados se encuentran:

- ⊗ Sismos: Son fenómenos que se producen por causa de movimientos en la corteza terrestre (ruptura de fallas geológicas, fricción entre placas tectónicas, procesos volcánicos), producidos por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas. En la zona donde se encuentra ubicada la Laguna y las actividades mineras, existe una probabilidad media de ocurrencia de sismos debido a que la geología y geomorfología de toda esta área es la misma que rige a la Sabana de Bogotá, teniendo en cuenta también las fallas que convergen dentro de la cuenca del río Bojacá.
- ⊗ Inundaciones: Este fenómeno hace referencia a la ocupación por parte del agua en zonas que están libres de esta ya sea por desbordamiento de ríos, quebradas o diversos cuerpos de agua, que son causados por fuertes o torrenciales lluvias o deshielos. En este caso, al estar la Laguna situada en una pequeña depresión en forma de olla y al tener varios afluentes (río Bojacá y río Subachoque), que llevan su cauce muy cerca de ella, existe cierta probabilidad de que este fenómeno ocurra en cualquier momento aunque se debe tener en cuenta que la Laguna serviría como buffer a estos sucesos siempre y cuando su capacidad de carga resista y logre adecuar el exceso de agua que le llega.
- ⊗ Incendios Forestales: Un incendio forestal se origina cuando surge fuego que se extiende sin control afectando y arrasando con todo lo que se encuentre en su camino (especies arbóreas, arbustivas, matorrales, herbáceas, pastizales, etc.), el éxito de este depende de muchos factores como la velocidad de propagación, la intensidad del calor que se genera, la cantidad de combustible vegetal que haya, la porosidad y el contenido de humedad en el ambiente, entre otros. Para la zona de estudio o desarrollo del proyecto, se presenta una baja amenaza de incendio forestal debido a que todos los factores mencionados

anteriormente tienen poca relevancia en esta área al estar todas estas zonas de coberturas vegetales muy dispersas entre sí.

- ④ **Caídas De Rocas o Deslizamientos:** Esta actividad que puede ser natural o antrópica se refiere a movimientos de masas de tierra, que pueden ser provocados por inestabilidad de taludes o por la manipulación de materiales por parte del hombre, como en el caso de las Canteras donde constantemente se están llevando actividades de remoción y extracción de rocas y arenas. Es por eso que en este caso existe una probabilidad media (si se controla bien el trabajo), o alta (si se descuida las normas de aseguramiento y seguridad en procesos de extracción), de que ocurran deslizamientos o caídas de rocas.
- ④ **Tormentas Eléctricas:** Aquella chispa eléctrica que en un momento determinado choca contra la tierra se conoce como rayo, mientras que la chispa que se expande de una nube a otra se llama relámpago. La repetición y aparición de ambos en una forma constante y seguida durante un lapso de tiempo se le conoce como tormenta eléctrica. Para este caso, la probabilidad de que ocurra es muy baja pues toda esta zona geográfica, según los registros multitemporales, siempre se ha caracterizado por no presentar esta clase de fenómenos naturales de manera recurrente.

#### 6.4.1.2. Amenazas Antrópicas

Estas amenazas son las que se originan directamente por causa de la mala acción o actitud del hombre en el momento de desarrollar alguna clase de actividad la cual se esté llevando a cabo bajo escasas e irresponsables normas de seguridad. En muchas ocasiones estas amenazas o actos son causados intencionalmente solamente con el fin de proporcionar algún daño o perjuicio a algo o alguien. A continuación se exponen las que posiblemente se podrían dar en un determinado momento dentro del área de estudio o desarrollo de este proyecto:

- ④ Entre los más comunes se encuentran los accidentes leves de trabajo, como por ejemplo, raspaduras, quemaduras, cortadas, torceduras, alergias, asfixias, molestias cardiacas, caídas, golpes, fracturas y desguinces, entre otros, aunque también existe la posibilidad de



generarse accidentes más graves, como desmembramientos (en actividades donde se tengan que operar máquinas y no se cumplan las normas de seguridad establecidas), e inclusive fallecimientos, que generalmente ocurren por simple descuido de la (s) persona (s) involucrada (s). De esta forma, relacionando esto con la ejecución del proyecto, esta clase de amenazas, durante la etapa de operación, pueden presentarse en cualquier momento y en cualquier lugar del área que incluye este estudio, afectando directamente a las personas que harían parte de su desarrollo.

- ⊕ También se puede mencionar incidentes y accidentes por errores humanos o fallas mecánicas que se pueden presentar tanto en la etapa de operación como en la de abandono, entre estos pueden estar contemplados fallas mecánicas de máquinas o de operación de las mismas, fugas o derrames de aceite y/o combustible en automotores y equipos de trabajo, incendios de maquinaria o diversos aparatos electrónicos, explosiones voluntarias o involuntarias y accidentes de tránsito sobre las vías de acceso y en parqueaderos. Como ya se mencionó, nadie está exento de que le pueda ocurrir un incidente o accidente de forma involuntaria o por simple descuido.
- ⊕ Otro tipo de amenazas que se pueden incluir involucran los aspectos sociales, económicos y culturales de la zona (desacuerdos, disputas, inconformidades), y desórdenes públicos (paros, protestas, manifestaciones), que se pueden presentar en un determinado momento los cuales de una u otra forma afectarían al desarrollo del proyecto y en cierta forma a la economía local.

Con respecto a lo anterior se puede decir que esta clase de amenazas que atentan directamente contra la integridad y bienestar de las personas que trabajan o habitan en la zona, son las que posiblemente pueden ocurrir a causa del desarrollo y funcionamiento de las empresas que se encargan de la explotación minera y diversos tratamientos de residuos sólidos y a las personas que implementarían la auditoría en cuanto a calidad del agua de la Laguna la Herrera.

#### **6.4.2. Probabilidad de Ocurrencia de las Amenazas**

La Probabilidad de ocurrencia de las amenazas se evalúa con base en los registros establecidos o sucesos presentados en la actividad de la industria minera a lo largo del tiempo y de las auditorías o

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 7
---	--	--------------------------------------

diagnósticos ambientales que se realizan en una determinada zona, de esta forma se ha podido establecer una escala la cual expone la probabilidad de que ocurra un evento, el puntaje de cada posibilidad de ocurrencia oscila entre 5 a 1, donde el máximo valor corresponde a los eventos que se presentan con mayor frecuencia y el menor valor se asigna a los eventos de menor ocurrencia. De esta forma, los grados de probabilidad de ocurrencia de una amenaza específica se califican de la siguiente manera (**Tabla 6-1**).

**Tabla 6-1.** Calificación de la Probabilidad de Ocurrencia.

PROBABILIDAD	DESCRIPCION	OCURRENCIA (Tiempo)	PUNTAJE	GRADO
<b>Frecuente</b>	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente.	Mensual	5	Muy alto
<b>Moderado</b>	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces.	Entre 6 y 12 meses	4	Alto
<b>Ocasional</b>	Posibilidad de ocurrencia limitada, se presenta pocas veces.	Entre 1 a 5 años	3	Medio
<b>Remoto</b>	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente.	Entre 6 a 10 años.	2	Bajo
<b>Improbable</b>	Posibilidad de Ocurrencia muy baja, se presenta en forma excepcional.	Entre 11 a 19 años	1	Muy Bajo

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

A continuación se presenta el grado final de las posibles amenazas o escenarios (**Tabla 6-2**) que se pueden generar en la zona de influencia directa del proyecto, teniendo en cuenta los criterios de calificación y sus características los cuales se expusieron en la tabla anterior. Es necesario aclarar que la mayoría de las amenazas de carácter antrópico que se exponen hacen referencia a los posibles eventos que se podrían generar en la zona por causa del funcionamiento de las canteras y que podrían afectar directamente a la Laguna La Herrera.

**Tabla 6-2.** Grado y Probabilidad de amenazas en el Área del Proyecto

AMENAZAS	GRADO	PROBABILIDAD	PUNTAJE
<b>AMENAZAS NATURALES</b>			
Sismos	Bajo	Remoto	2
Inundaciones	Alto	Moderado	4
Incendios Forestales	Muy Bajo	Improbable	1
Caidas de Rocas o Deslizamientos	Muy Bajo	Improbable	1
Tormentas Eléctricas	Bajo	Remoto	2
<b>AMENAZAS ANTROPICAS</b>			

<b>Accidentes leves</b>			
Caídas, golpes, raspaduras, inflamaciones, cortaduras, torceduras, alergias	Muy Alto	Frecuente	5
Fracturas, quemaduras, afecciones cardiacas, asfixia	Alto	Moderado	4
<b>Accidentes Graves</b>			
Desmembramientos	Muy Bajo	Improbable	1
Muerte	Muy Bajo	Improbable	1
<b>Incidentes (Error o Descuido)</b>			
Fallas mecánicas	Bajo	Remoto	2
Fugas o derrames de aceite en automotores/maquinas	Bajo	Remoto	2
Fugas o derrames de combustible en automotores/maquinas	Bajo	Remoto	2
Explosiones voluntarias o involuntarias	Bajo	Remoto	2
Incendio de equipos o maquinaria	Muy Bajo	Improbable	1
Accidentes de tránsito sobre las vías	Muy Alto	Frecuente	5
Accidentes de tránsito en parqueaderos	Medio	Ocasional	3
<b>Incidentes Sociales; Culturales y Económicos</b>			
Situaciones Socioculturales – Desordenes Públicos	Bajo	Remoto	2

*Fuente: Alarcón et al., 2013*

### 6.4.3. Factores de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se puede definir como aquella incapacidad de resistencia que surge cuando se presenta algún fenómeno amenazante o como la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. También puede ser el grado relativo de sensibilidad de un sistema respecto a una amenaza determinada. Dentro del análisis de riesgos los factores de vulnerabilidad permiten determinar los efectos negativos que generan los eventos que se llegaran a presentar sobre un escenario. Entre estos factores se pueden incluir, daño al ambiente (impactos negativos sobre la parte biótica, física y social como consecuencia de una emergencia), lesiones a personas (tipo y número de víctimas, tipo y gravedad de lesiones), continuidad en la operación (suspensión de las operaciones del proyecto como consecuencia de un siniestro), y pérdidas materiales (infraestructura, equipos, maquinas, productos, dinero).

También se debe contemplar la gravedad de la vulnerabilidad en una situación específica que se puede presentar dentro del área directa de un proyecto que se esté llevando a cabo o que ya haya terminado. Esta gravedad se puede determinar y calificar por medio de una escala que agrupa cuatro (4) niveles diferentes, los cuales se describen así:

**Nivel 1:** (Insignificante), las consecuencias no afectan el funcionamiento del sistema.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 9
---	--	--------------------------------------



**Nivel 2:** (Marginal), las consecuencias afectan en forma leve al sistema.

**Nivel 3:** (Crítica), las consecuencias afectan parcialmente al sistema en forma grave.

**Nivel 4:** (Catastrófica), las consecuencias afectan en forma total al sistema.

A continuación (**Tabla 6-3**), se expone la descripción general y el nivel de gravedad de cada uno de los factores de vulnerabilidad identificados dentro de la zona que comprende el establecimiento de las canteras y la Laguna La Herrera. De esta forma se puede evaluar las posibles afectaciones que pueden generar cada una de las amenazas contempladas en la ejecución de este proyecto.

**Tabla 6-3.** Factores de vulnerabilidad en la zona del proyecto.

FACTOR DE VULNERABILIDAD		CALIFICACIÓN
Lesiones Personales	No hay lesiones o no se requiere atención hospitalaria.	Insignificante (1)
	Lesiones leves que requieren primeros auxilios	Marginal (2)
	Lesiones con necesidad de hospitalización	Crítica (3)
	Muertos	Catastrófica (4)
Daño Ambiental	No hay daños ambientales	Insignificante (1)
	Daños ambientales en el área del proyecto (locaciones, vías de acceso)	Marginal (2)
	Daños ambientales en las áreas aledañas al proyecto	Crítica (3)
	Daños Ambientales con consecuencias fuera del área de influencia del proyecto	Catastrófica (4)
Pérdidas Económicas	Menos o 1 SMLVM	Insignificante (1)
	Entre 2 y 20 SMLVM	Marginal (2)
	Entre 20 y 500 SMLVM	Crítica (3)
	Más de 500 SMLVM	Catastrófica (4)
Continuidad de la Operación	Suspensión hasta de 1 día	Insignificante (1)
	Suspensión hasta de 3 días	Marginal (2)
	Suspensión hasta 15 días	Crítica (3)
	Suspensión indefinida	Catastrófica (4)

*Fuente:* Alarcón *et al.*, 2013

#### 6.4.3.1. Gravedad de Amenazas Según la Vulnerabilidad

A continuación se analiza el nivel de gravedad de cada una de las amenazas que se pueden desarrollar en el área de influencia directa del proyecto teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad expuestos anteriormente (**Tabla 6-4**). Se debe hacer relevancia en que estos factores de una o de otra forma influyen en el estado actual de la Laguna La Herrera y de las personas que trabajan o habitan dentro de la zona evaluada o auditada.

**Tabla 6-4.** Calificación de Gravedad en Amenazas / Vulnerabilidad en el Proyecto.

<b>AMENAZAS NATURALES</b>				
<b>Amenaza</b>	<b>Factor de Vulnerabilidad</b>			
	Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Económicas	Continuidad de Operación
Sismos	1	3	2	2
Inundaciones	2	3	2	2
Incendios Forestales	1	2	2	1
Caidas de Rocas o Deslizamientos	2	2	2	2
Tormentas Eléctricas	1	1	2	1
<b>AMENAZAS ANTROPICAS</b>				
<b>Accidentes leves</b>				
Caidas, golpes, raspaduras, inflamaciones, cortaduras, torceduras, alergias	2	1	1	2
Fracturas, quemaduras, afecciones cardiacas, asfixia	3	1	2	3
<b>Accidentes Graves</b>				
Desmembramientos	4	1	3	4
Muerte	4	1	3	4
<b>Incidentes (Error o Descuido)</b>				
Fallas mecánicas	2	1	2	2
Fugas o derrames de aceite en automotores/maquinas	1	2	2	2
Fugas o derrames de combustible en automotores/maquinas	1	2	2	2
Explosiones voluntarias o involuntarias	3	2	2	3
Incendio de equipos o maquinaria	2	2	3	3
Accidentes de tránsito sobre las vías	3	1	3	2
Accidentes de tránsito en parqueaderos	3	1	3	1
<b>Incidentes Sociales; Culturales y Económicos</b>				
Situaciones Socioculturales – Desordenes Públicos	2	1	3	3

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

## 6.5. Planes de Contingencias (PC)

Los planes de contingencia que se presentan a continuación son el resultado obtenido tras la identificación y análisis de los riesgos tomando en cuenta su probabilidad de ocurrencia y los factores de vulnerabilidad que afectan a cada uno de ellos durante la etapa de operación y desmonte de actividades. Estos planes de contingencias están enfocados a presentar alternativas de prevención a todos aquellos incidentes que se puedan presentar y alternativas de corrección si llegasen a ocurrir. Este análisis se centra en el área de influencia directa, es decir en la Laguna La Herrera.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 11
---	--	---------------------------------------

### 6.5.1. PC para Sismos

Tabla 6-5. Plan de Contingencia Para Sismos

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	Personas, estructuras del suelo	2 Nivel Bajo REMOTO	Los daños no serán graves debido a que la Laguna se encuentra a campo abierto. De pronto habrá algún tipo de modificación en la estructura (compactación), del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano</li> <li>- actividades, prácticas de salvamento.</li> <li>- programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o emergencia en espacios abiertos.</li> <li>- Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Simulacros periódicos de sismos, evacuación y rescate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se inicia una inspección para verificar si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada.</li> <li>- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado, por el riesgo a secuelas del evento, siguiendo las normas de seguridad.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector.</li> <li>- A los heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.</li> </ul>	Debe haber un Comité de Emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.
Área de las Canteras	Personas, estructuras del suelo e infraestructura		Se pueden originar, derrumbes, caídas de estructuras, vigas, techos, paredes de instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano</li> <li>- actividades, prácticas de salvamento.</li> <li>- programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o emergencia en espacios abiertos.</li> <li>- Divulgación y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales.</li> <li>- Se evalúan los daños ambientales.</li> <li>- Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas.</li> <li>- Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.</li> </ul>	

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 6**

				<p>capacitación sobre los planes de contingencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulacros periódicos de sismos, evacuación y rescate.</li> <li>- Reestructurar o reconstruir infraestructura bajo las normas antisísmicas establecidas.</li> </ul>	
--	--	--	--	--	--

Fuente: Alarcón et al., 2013

**6.5.2. PC para Inundaciones**

**Tabla 6-6.** Plan de Contingencia Para Inundaciones

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Ocurra)	Acciones Correctivas (Después de que Ocurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	Personas, flora y fauna. Cultivos, y Sistema buffer de la Laguna.	4 Nivel Alto MODERADO	<p>Los daños aunque mínimos se centran en la estructura del sistema o la laguna y del área circundante a esta, donde se incluye el establecimiento de fauna y flora del sector.</p> <p>Puede existir un nivel bajo en el funcionamiento buffer de la Laguna lo que retrasaría la recuperación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano – actividades, prácticas de salvamento.</li> <li>- programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración en espacios abiertos.</li> <li>- Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Simulacros periódicos de inundaciones, evacuación y rescate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada.</li> <li>- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado, por el riesgo a secuelas del evento, siguiendo las normas de seguridad.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector.</li> <li>- A los heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.</li> <li>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales.</li> <li>- Se evalúan los daños ambientales.</li> <li>- Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas.</li> </ul>	<p>Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente.</p> <p>Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>
Área de las Canteras	Personas, Infraestructura y Objetos materiales	2 Nivel Bajo REMOTO	<p>Se pueden originar, derrumbes, caídas materiales. Se puede ver afectada la salud de las personas.</p> <p>También puede haber daños materiales y de infraestructura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano – actividades, prácticas de salvamento.</li> <li>- programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración en espacios abiertos.</li> <li>- Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Simulacros periódicos de inundaciones, evacuación y rescate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada.</li> <li>- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado, por el riesgo a secuelas del evento, siguiendo las normas de seguridad.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector.</li> <li>- A los heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.</li> <li>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales.</li> <li>- Se evalúan los daños ambientales.</li> <li>- Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas.</li> </ul>	<p>Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente.</p> <p>Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Contingencia

6 - 13

					- Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.
--	--	--	--	--	---

*Fuente:* Alarcón et al., 2013.

### 6.5.3. PC para Incendios Forestales

Tabla 6-7. Plan de Contingencia Para Incendios Forestales

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	Personas, flora y fauna. Cultivos, y Sistema buffer de la Laguna.	1 Nivel Muy Bajo IMPROBABLE	Los daños aunque mínimos se centran en la estructura del sistema o la laguna y del área circundante a esta, donde se incluye el establecimiento de fauna y flora del sector. Puede existir un nivel bajo en el funcionamiento buffer de la Laguna lo que retrasaría la recuperación.	- Cumplimiento de las normas de seguridad. - Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano – actividades, prácticas de salvamento. - programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o emergencia en espacios abiertos. - Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.	- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado y seguro, por el riesgo a secuelas del evento, siguiendo las normas de seguridad. - Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada. - Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en especial a los bomberos. - No ayudar a apagar las llamas. - A los heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados. - El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para	Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.
Área de las Canteras	Personas Ecosistema, Bienes materiales, Proceso de explotación y producción de la cantera,		Se pueden originar, derrumbes, caídas materiales. Se puede ver afectada la salud de las personas.	- Simulacros periódicos de incendios, evacuación y rescate. - Evitar quemar		

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
 ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



**CAPÍTULO 6**

			También puede haber daños materiales y de infraestructura.	basura o desechos. - No fumar en instalaciones cerradas ni en campo abierto, si se realiza en este último apagar la colilla del cigarrillo por completo.	evaluar daños materiales. - Se evalúan los daños ambientales. - Se debe hacer levantamiento de victimas en caso de haberlas. - Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.	
--	--	--	--	---	---	--

*Fuente: Alarcón et al., 2013*

### 6.5.4. PC para Caídas de Rocas o Deslizamientos

**Tabla 6-8. Plan de Contingencia Para Caídas de Rocas o Deslizamientos**

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Ocurra)	Acciones Correctivas (Después de que Ocurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	Personas, flora y fauna.	1 Nivel Muy Bajo IMPROBABLE	Los daños aunque mínimos se centran en la estructura del sistema o la laguna y del área circundante a esta, donde se incluye el establecimiento de fauna y flora del sector. También puede existir la probabilidad de que por causa de algún evento exógeno (terremoto, explosión de material ocasionado por alguna cantera), pueda haber un	- Cumplimiento de las normas de seguridad. - Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano – actividades, prácticas de salvamento. - programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o espacios abiertos. - Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia. - Simulacros referentes a	- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado y seguro, por el riesgo a secuelas del evento, siguiendo las normas de seguridad. - Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada. - Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en especial a la defensa civil y cruz roja. - A los heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.	Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 15
---	--	---------------------------------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 6**

			deslizamiento o suspensión de rocas que pueden llegar a afectar el estado original de la laguna	evacuación, rescate y emergencias. - Asegurar el área donde se está llevando a cabo el proceso de extracción de material.	- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales. - Se evalúan los daños ambientales. - Se debe hacer levantamiento de victimas en caso de haberlas. - Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.	cercanas.
Área de las Canteras	Personas, Bienes materiales, Proceso de explotación y producción de la cantera e infraestructura.		Puede haber derrumbes, caídas de materiales (rocas), en el sector afectando la salud e integridad de las personas que trabajan en la zona. También puede haber daños materiales y de infraestructura.	- En caso de emplear explosivos para dicho fin, conocer todas las normas de seguridad acerca de ello. - Evitar que personas ajenas a las labores que implican este oficio se acerquen al área o sector del desarrollo del mismo.		

Fuente: Alarcón et al., 2013

**6.5.5. PC para Tormentas Eléctricas**

**Tabla 6-9.** Plan de Contingencia Para Tormentas Eléctricas

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	Personas, flora y fauna.	2 Nivel Bajo REMOTO	Los daños pueden ser insignificantes, generalmente no afectarían en algo al sistema a no ser que un rayo choque contra en suelo y cause algún daño más significativo como cobrar la vida de alguna persona o de algún animal.	- Cumplimiento de las normas de seguridad. - Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano - actividades, prácticas de salvamento. - programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o emergencia en espacios abiertos. - Divulgación y capacitación sobre los planes de	- Se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado y seguro, siguiendo las normas de seguridad. - Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada. - Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en caso de ser necesario. - Si hay heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.	Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos,
Área de las Canteras	Personas, Bienes Materiales e Infraestructura		Es prácticamente la misma situación que en el sector que comprende a la Laguna, solo			

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Contingencia

6 - 16

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 6**

			<p>que en este al existir infraestructura establecida y además mayor número de personas, la probabilidad de que un rayo cause algún daño aumenta un poco más, sin embargo es muy remota esa posibilidad también porque esta no es una área donde suceden esta clase de sucesos naturales de forma seguida.</p>	<p>contingencia. - Simulacros referentes a evacuación, rescate y emergencias. - Evitar que las personas salgan a campo abierto mientras esté ocurriendo el suceso</p>	<p>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales. - Se evalúan los daños ambientales. - Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas. - Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.</p>	<p>ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>
--	--	--	--	---	--	--

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

<p><b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.</p>	<p><b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014</p>	<p><b>Plan De Contingencia</b> 6 - 17</p>
---	--	---



**6.5.6.**  
**6.5.7. PC para Accidentes Leves**

**Tabla 6-10. Plan de Contingencia Para Accidentes Leves**

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Ocurra)	Acciones Correctivas (Después de que Ocurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera  y/o Área de las Canteras	Personas	5 Nivel Muy Alto FRECUENTE	Se pueden generar caídas, golpes, raspaduras, inflamaciones, cortaduras, torceduras, alergias. O en casos un poco más graves, se pueden generar Fracturas, quemaduras, afecciones cardiacas, asfixia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano - Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Simulacros referentes a prestación de primeros auxilios y emergencias.</li> <li>- Capacitar a las personas para que actúen de la manera más responsable y cuidadosa posible, para evitar que se presenten accidentes de esta índole.</li> <li>- Fomentar campañas sobre seguridad y salud ocupacional con letreros y avisos de alerta en lugares donde se puedan presentar peligros inminentes que sugieran el origen de algún accidente.</li> <li>- Presentar charlas exponiendo el problema, su causa y consecuencias, para que haya una acción preventiva en cada una de las personas involucradas.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratar y auxiliar al herido prestándole primeros auxilios con los medicamentos y complementos médicos más adecuados para cada uno de los problemas que se puedan generar. En el caso que sea necesario, se debe trasladar al centro de atención más especializado y cercano.</li> <li>- Verificar y analizar cuál fue la causa del problema para poder generar alguna solución correctiva y preventiva para que no vuelva a suceder lo mismo.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en caso de ser necesario.</li> </ul>	<p>Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. En todo caso y en cualquier situación, es bueno y recomendado tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>

*Fuente: Alarcón et al., 2013*

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 18
---	--	---------------------------------------



### 6.5.8. PC para Accidentes Graves

**Tabla 6-11.** Plan de Contingencia Para Accidentes Graves

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera  y/o Área de las Canteras	Personas	1 Nivel Muy Bajo IMPROBABLE	Desmembramientos y Muerte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano</li> <li>- Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Simulacros referentes a prestación de primeros auxilios y emergencias.</li> <li>- Capacitar a las personas para que actúen de la manera más responsable y cuidadosa posible, para evitar que se presenten accidentes de esta índole.</li> <li>- Fomentar campañas sobre seguridad y salud ocupacional con letreros y avisos de alerta en lugares donde se puedan presentar peligros inminentes que sugieran el origen de algún accidente.</li> <li>- Presentar charlas exponiendo el problema, su causa y consecuencias, para que haya una acción preventiva en cada una de las personas involucradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicialmente tratar y auxiliar al herido prestándole primeros auxilios con los medicamentos y complementos médicos más adecuados para cada uno de los problemas que se puedan generar, luego se debe trasladar al centro de atención más especializado y cercano.</li> <li>- Verificar y analizar cuál fue la causa del problema para poder generar alguna solución correctiva y preventiva para que no vuelva a suceder lo mismo.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en caso de ser necesario.</li> <li>- Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas.</li> <li>- Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.</li> </ul>	<p>Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. En todo caso y en cualquier situación, es bueno y recomendado tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

### 6.5.9. PC para Incidentes Generados por Error o Descuido

**Tabla 6-12.** Plan de Contingencia Para Incidentes generados por Error o Descuido

Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera	La calidad del agua, flora, fauna y suelo	2 Nivel Bajo REMOTO	Fugas o derrames de aceite, Fugas o derrames de combustible, explosiones voluntarias o involuntarias		LAGUNA: El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños ambientales y materiales. Contactar a las entidades y autoridades competentes ubicadas en el sector.	
	Personas, bienes materiales	5 Nivel Muy Alto FRECUENTE	Accidentes de tránsito sobre las vías	- Cumplimiento de las normas de seguridad. - Mantenimiento adecuado y preventivo a Maquinas de Operación, Automotores livianos y Pesados - Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano - actividades, prácticas de salvamento. - programas de Señalización de rutas de evacuación en lugares cerrados e identificación de puntos de concentración o emergencia en espacios abiertos. - Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia. - Simulacros referentes a conocimientos en normas de seguridad, señales de tránsito, manejo de explosivos, evacuación, rescate y emergencias.	Para el caso de la laguna, esta clase de incidentes afectarían a la calidad del agua y dinámica habitual si llegase la afectación al cuerpo de agua, para el caso de los derrames (Aceite y/o Combustible), se debe realizar un bombeo del producto con máquinas especializadas para limpiar el área tratando de hacerlo también con los animales y plantas afectados. Se debe hacer levantamiento de víctimas (animales), en caso de haberlas. Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado. En el caso de accidentes de tránsito, cuando hay heridos de gravedad inmovilizarlos si se puede sino dejarlos quietos hasta que lleguen los socorristas.	
Área de las Canteras	Personas, Bienes Materiales e Infraestructura	2 Nivel Bajo REMOTO	Fallas mecánicas, Fugas o derrames de aceite en automotores/maquinas, Fugas o derrames de combustible en automotores/maquinas, Explosiones voluntarias o involuntarias			Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. Se debe tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Plan De Contingencia**

6 - 20

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**CAPÍTULO 6**

		1 Nivel Muy Bajo IMPROBABLE	Incendio de equipos o maquinaria		<p>CANTERAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de la explosión accidental o incidental, se evacua o se reúne a todas las personas en un lugar determinado y seguro, siguiendo las normas de seguridad.</li> <li>- Se verifica si hay o no heridos o accidentes humanos en la zona afectada.</li> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector, en caso de ser necesario.</li> <li>- Si hay heridos se les presta los primeros auxilios mientras se trasladan a centros más especializados.</li> <li>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales.</li> <li>- Se evalúan los daños ambientales.</li> <li>- Se debe hacer levantamiento de víctimas en caso de haberlas.</li> <li>- Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.</li> <li>- En el caso de accidentes de tránsito, cuando hay heridos de gravedad inmovilizarlos si se puede sino dejarlos quietos hasta que lleguen los socorristas.</li> </ul>
		5 Nivel Muy Alto FRECUENTE	Accidentes de tránsito sobre las vías		
		4 Nivel Medio OCASIONAL	Accidentes de tránsito en parqueaderos		

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Plan De Contingencia</b> 6 - 21
---	--	---------------------------------------

### 6.5.10. PC para Incidentes Sociales; Culturales y Económicos

**Tabla 6-13.** Plan de Contingencia Para Incidentes Sociales, Culturales y Económicos

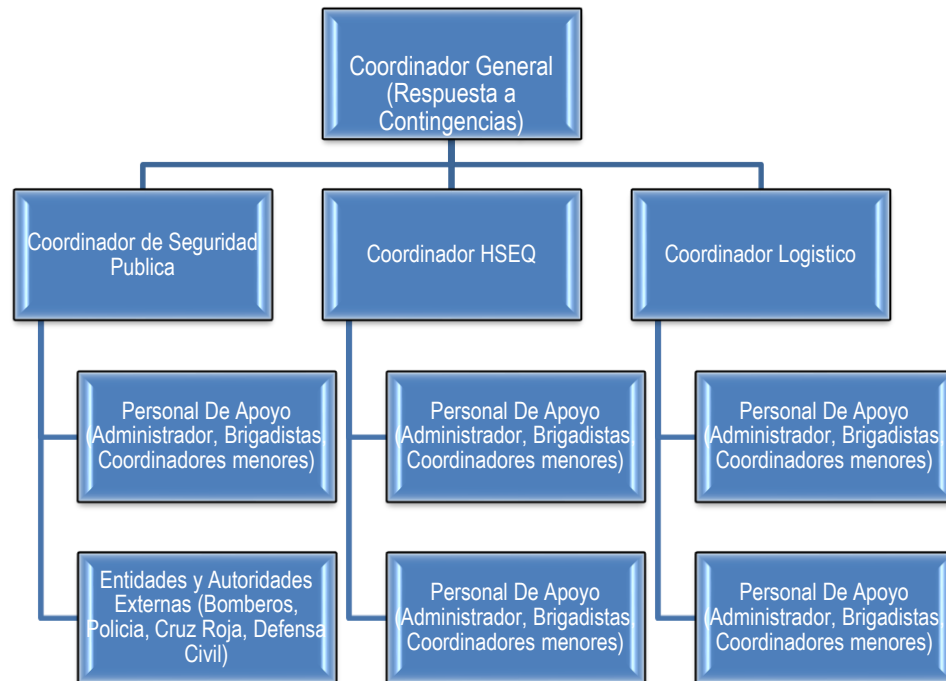
Localización	Elementos en Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Consecuencia	Acciones Preventivas (Antes de que Occurra)	Acciones Correctivas (Después de que Occurra)	Respuesta a la Contingencia
Área de la Laguna La Herrera  y/o  Área de las Canteras	Personas, Laguna y Canteras	2 Nivel Bajo REMOTO	Situaciones Socioculturales. Desordenes Públicos. Paros, Protestas, Manifestaciones, Marchas, Bloqueos de Vías, generación de basuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro de la ciudad o municipio más cercano</li> <li>- Divulgación y capacitación sobre los planes de contingencia.</li> <li>- Capacitar a las personas encargadas de la seguridad en cómo manejar y enfrentar esta clase de inconvenientes.</li> <li>- Manifestar a la comunidad residente acerca de todos los proyectos y afectaciones que estos puedan generar en la zona. Se debe llegar a un acuerdo escrito antes de iniciar actividades.</li> <li>- Presentar charlas exponiendo ocasionales con la comunidad para mantenerla actualizada y poder conocer sus demandas o peticiones.</li> <li>- Siempre seguir y cumplir el programa que haga referencia a las normas que se deben cumplir en toda la zona para evitar contratiempos que puedan alterar el día a día de los habitantes del sector.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se da aviso a las autoridades competentes ubicadas en el sector.</li> <li>- Verificar y analizar cuál fue la causa del problema para poder generar alguna solución correctiva y preventiva para que no vuelva a suceder lo mismo.</li> <li>- Iniciar dialogo con el comité encargado de representar a la comunidad para poder llegar a algún acuerdo</li> <li>- Si se llegase a presentar algún herido se debe prestar primeros auxilios, luego, si es el caso, se debe trasladar al centro de atención más especializado y cercano.</li> <li>- En caso de haber algún muerto, se debe hacer levantamiento de cadáver (entidad autorizada).</li> <li>- El jefe de seguridad hará una inspección de toda el área afectada para evaluar daños materiales y ambientales en caso de haberlos.</li> <li>- Se procede a recuperar y acondicionar de nuevo el espacio afectado.</li> </ul>	<p>Debe haber un Comité de emergencias en el sector que se encargara de la emergencia inicialmente. En todo caso y en cualquier situación, es bueno y recomendado tener conocimiento de teléfonos o lugares de contacto de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja y Policía. Se deben conocer los centros de Salud y de socorro más cercanos, ubicados en municipios o ciudades cercanas.</p>

Fuente: Alarcón et al., 2013

## 6.6. Organización del Sistema de Respuestas a Contingencias

### 6.6.1. Organización General

El Plan de Contingencia debe crear una organización o comité local el cual se encargara de manejar y controlar inicialmente una situación de emergencia o eventualidad que se presente dentro del área de influencia directa del proyecto (Laguna y Canteras). De esta forma este comité estará en capacidad de mantener el control de la situación hasta el momento en que se cuente con el apoyo de entidades y autoridades competentes (bomberos, policía, centros de salud y rescate, defensa civil, cruz roja, entre otros), para manejar este tipo de inconvenientes o problemas. En la siguiente figura (7-1), se esquematiza la organización de respuesta a contingencias para este estudio.



**Figura 6-1.** Organigrama General de Respuesta a Contingencias.

*Fuente:* Alarcón et al., 2013

### **6.6.2. Funciones de los Miembros**

#### **Coordinador General**

Es el que se encarga de coordinar y dirigir todas las actividades que surjan antes, durante y después de una determinada situación de emergencia. También se encarga de ser el primero o el responsable de avisar a las autoridades y entidades competentes para poder asistir dicha emergencia. Tendrá asesores y colaboradores, cada uno con tareas y asignaciones especiales, que le asistirán en todo lo que él requiera.

#### **Coordinadores**

Principalmente se encargan de tres (3) áreas en específico, Seguridad Pública, HSEQ y Logística. Estos se encargan de coordinar y de establecer objetivos que se deben cumplir sin ninguna clase de excusa debido a que de esto depende el total éxito en el momento de resolver cualquier tipo de situación de emergencia. También se encargan de asistir el coordinador general.

#### **Personal de Apoyo**

Son personas que hacen parte del comité de emergencias y se encargan de prestar ayuda antes, durante y después de una situación determinada. En términos generales, son asistentes que reciben el título de Brigadistas, cada uno debe estar capacitado para poder enfrentar esta clase de actividades. También se encargan de vigilar que todos los procedimientos y normas establecidas se cumplan y se desarrollen de la mejor forma posible.

#### **Entidades y Autoridades Externas**

Hacen referencia a los sectores públicos que se encargan de ayudar y socorrer a la comunidad en una situación de emergencia, entre los principales y más solicitados se encuentran: los Bomberos, la Policía, Cruz Roja y Defensa Civil). También hacen parte de este grupo, las alcaldías municipales y locales que en cierta forma serían las encargadas de coordinar el desarrollo de estas situaciones desde otra perspectiva (externa).



### 6.6.3. Servicios de Apoyo

Los servicios de apoyo son aquellos que están dispuestos a brindar la ayuda que sea necesaria en cualquier momento y lugar cuando se presentan situaciones de emergencia o calamidad y que afecten a las personas, principalmente, animales o naturaleza en general. Dentro de estos servicios de apoyo hacen parte las entidades de control y justicia del estado (alcaldías), y entidades públicas y privadas que se encargan de prestar sus servicios a la comunidad, como hospitales, sedes de policía y bomberos, entre otros. A continuación se presenta una lista de las entidades y puestos de control más cercanos al área de influencia directa del Proyecto (Laguna la Herrera) (**Tabla 6-14**).

**Tabla 6-14.** Directorio Telefónico Emergencias

ENTIDAD	TELÉFONO DE CONTACTO
Policía Nacional	123
Cruz Roja Nacional	132
Defensa Civil	144
Cuerpo de Bomberos	119
Policía de Transito	#767
Alcaldía de Mosquera	827 6366 - 827 6478 - 827 6022
Puesto de Salud de Mosquera	8276122
Defensa Civil de Mosquera	8275238
Bomberos de Mosquera	8275212 - 8278666
Hospital María Auxiliadora (Mosquera)	8932394
Estación de Policía de Mosquera	8276358 – 8276249
Servicio de Ambulancia Mosquera	8932392 - 8932393
Fiscalía Mosquera	8275888
Inspección Primera de Policía Mosquera	8274450
Inspección Segunda de Policía Mosquera	8277827
Inspección Tercera de Policía Mosquera	8930887
Transito Mosquera	8276018 - 8276157
Hospital Facatativá	8423016
Policía Facatativá	8422018
Bomberos Facatativá	8422471
Defensa Civil – Facatativá	8424511
Hospital Madrid	8250106
Policía Madrid	8250005
Bomberos Madrid	3003612517
Defensa Civil Madrid	8250042

**Fuente:** Alcaldía de Mosquera; Alcaldía Facatativá y Alcaldía Madrid. 2013

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Plan De Contingencia

6 - 25



#### **6.6.4. Programas de Capacitación**

Dentro de estudio referente a la evaluación acerca del estado actual de la calidad del Agua de la Laguna La Herrera teniendo en cuenta la afectación de la actividad minera en la zona, se debe realizar jornadas de capacitación a las personas que realicen dicho proyecto. Es cierto que las actividades que se realicen para dicho fin no representan un riesgo alto a las personas que las lleven a cabo, sin embargo es necesario, por seguridad y precaución a posibles eventos, que se dé a conocer los planes de contingencias expuestos y planteados para toda esta zona. Por esta razón es necesario efectuar charlas conferencias y capacitaciones acerca de esta temática, antes de iniciar cualquier tipo de actividad o labor.

La forma más adecuada es presentar el tema de una manera organizada donde se desarrollen los diferentes temas, exponiendo en primera instancia la presentación de los planes de contingencia, sus objetivos, alcances, procedimientos (acciones preventivas y correctivas), y después dando las pautas necesarias y básicas para conocer las generalidades en el caso de presentarse u originarse algún contratiempo (simulacros, técnicas prácticas de primeros auxilios, entre otros).

#### **6.7. Finalización del Plan de Contingencia**

Una vez se hayan terminado las actividades que enmarcan todo lo referente al análisis y verificación del estudio y diagnóstico actual de la calidad del agua de la Laguna La Herrera, se debe proceder a acondicionar el lugar donde se realizaron dichas actividades para dejarlo muy similar a las condiciones como se encontraba antes de efectuarlas. Para ello es necesario llevar a cabo jornadas de limpieza y reacondicionamiento del sector intervenido, pues la idea es evitar al máximo la posible alteración del sistema como tal debido a los estudios realizados.

De esta forma, el marco general del plan de contingencia se termina una vez se realicen las actividades anteriormente planteadas, notificando al área y personas encargadas de controlar y supervisar el desarrollo de cualquier proyecto dentro del área de influencia directa de este estudio.

En caso tal de que el área donde se haya efectuado el análisis y muestreos se haya intervenido de tal forma que sea muy complicado o prácticamente imposible volverlo a dejar en condiciones óptimas, se deberá llevar a cabo un proceso de compensación a los posibles daños que se hayan generado, ya sea a nivel ambiental, ecológico o natural o ya sea a nivel estructural o modificación de



aspectos antrópicos (infraestructura, remoción de cercas, afectación a propiedades aledañas, etc.). Estas compensaciones se deberán ejecutar de la manera más apropiada y estudiada, llegando así a establecer acuerdos entre las partes afectadas que beneficien a ambos.

De esta forma se asegura que existe un control adecuado en las obras que se desarrollan en el sector y que el plan de contingencia realmente está funcionando y que las personas que hacen parte de este, mantienen una organización adecuada para resolver cualquier eventualidad que se presente, ya sea externa o interna al proyecto.



## 7. CONCLUSIONES

- Las unidades estratigráficas de toda la zona pertenecen al Grupo Guadalupe el cual se compone por las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Arenisca de labor y tierna y por depósitos Cuaternarios pertenecientes a Terraza alta, Coluviales y Aluviales.
- En cuanto a la geomorfología se presenta dos tipos de paisaje, el de planicie y el de montaña. La composición de los suelos hace referencia a la Asociación Humic Dystrudepts – Typic Hapludalfs (en montaña), a la Asociación Aeríc Epiaquepts – Fluvaquentic Endoaquepts y al Complejo Humic Dystrustepts – Typic Haplustalfs – Fluvaquentic Endoaquepts (en planicie).
- La calidad del aire se ve afectada debido a las actividades que incluyen la explotación de canteras, zonas de cultivos, zonas de ganado y tránsito de automotores.
- Dentro del análisis de los parámetros fisicoquímicos, la temperatura y oxígeno disuelto se encontraron en condiciones normales. El pH presentó una tendencia acida. La conductividad fue alta lo que sugiere un elevado nivel de mineralización. La demanda biológica de oxígeno también fue alta la demanda química de oxígeno correspondió a ecosistemas con presencia de contaminación orgánica de difícil degradación.
- Los sólidos suspendidos indicaron que su origen es de tipo orgánico, debido a esto la turbidez también fue alta. La concentración de nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sulfatos y fosfatos no representaron ninguna afectación para el medio ambiente. La dureza indicó aguas duras con alto contenido de carbonato. Los coliformes totales señalaron que se requiere de un tratamiento convencional y de desinfección si la finalidad del recurso es para consumo humano y/o uso doméstico.
- En términos generales, el análisis de los parámetros fisicoquímicos demuestran que el agua de la Laguna se encuentra en condiciones normales si es para consumo o uso doméstico, sin embargo se puede sugerir una clara tendencia a aguas eutrofizadas por la gran acumulación de material orgánico proveniente principalmente de la composición vegetal que se evidencia en este cuerpo de agua.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Conclusiones</b> 7 - 1
---	--	------------------------------



- A nivel paisajístico se obtuvo una calificación media, debido a que existe mucha intervención por parte del hombre en la zona (canteras, torres eléctricas, cultivos).
- La fauna identificada y descrita en la zona hace parte del gran complejo ecológico del sector. Se pudo evidenciar gran variedad de aves, principalmente, de las cuales existen especies que son endémicas de esta región y otras que son migratorias y que toman a la laguna como parte de su ruta de viaje. También se observaron varias especies de reptiles, anfibios y mamíferos. En términos generales, esta zona aun resguarda importante fauna emblema de toda esta región geográfica.
- En cuanto a la vegetación, se pudo determinar que existen muchas especies arbóreas y de pastos que han sido introducidas y unas muy pocas que son nativas. En todo caso no existe una variedad alta de especies vegetales, pues solo se rigen a unas cuantas arbóreas arbustivas y ciertos pastos.
- En cuanto a las comunidades hidrobiológicas se pudo observar que dentro de las microalgas (fitoplancton y Perifiton), los más abundantes fueron los bacilariofitos, organismos que son propios de ambientes con tendencia a una eutrofización causada por material vegetal en descomposición. En el zooplancton se evidenciaron microorganismos que también responden a esta condición. Dentro del bentos se establecieron a los insectos como los más abundantes, indicando una vez más, que son aguas estancadas y eutróficas con alta concentración de material orgánico, de igual forma bioindicaron las plantas acuáticas, al ser muy abundantes en todo el espejo de agua de la Laguna la Herrera, dando a conocer, por su establecimiento, que las aguas presentan una fuerte y elevada concentración de nutrientes y agentes que tardan en remineralizarse. Dentro de los peces solo se evidenciaron las dos especies más comunes de este sector del país, conocidos como capitanes, demostrando, que efectivamente las condiciones del agua son aptas para sobrevivir.
- En términos generales , las comunidades hidrobiológicas indicaron aguas con tendencia a la eutrofia, con una alta carga en la concentración de nutrientes y materia orgánica originada por factores netamente naturales como lo es la degradación o descomposición de material vegetal (hojarasca, palos, raíces)

ELABORADO POR:	Fecha:	Conclusiones
Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Diciembre 2013 – Enero 2014	7 - 2



- El comportamiento demográfico del área de Influencia maneja la tendencia Nacional y es similar en comparación con los Municipios adyacentes.
- En cuanto a la Dinámica Económica el Municipio de Mosquera por su ubicación cercana a Bogotá e infraestructura vial, hace que este municipio tenga en la Industria su actividad de mayor importancia, ya que se ubican en su territorio un gran número de empresas de nivel nacional.
- En el área de influencia directa del proyecto se encuentran dos centros poblados con una infraestructura diferencial en cuanto al modelo de vivienda los cuales se verán beneficiados con la recuperación de la Laguna de la Herrera
- Con la revisión de los predios del área de influencia directa de la laguna de la Herrera se puede concluir que existen predios propiedad del Municipio de Mosquera y de la CAR que pueden ser utilizados como áreas que promuevan la integridad ambiental de la Laguna.
- Dentro del Plan de Contingencia, se pudo establecer que las amenazas de origen natural (sismos, incendios forestales, tormentas eléctricas, inundaciones y caídas de rocas o deslizamientos), tienen muy poca probabilidad de ocurrencia dentro de la zona de estudio, y los que son de origen antrópico tienen mayor probabilidad de que ocurran sobre todo los que hacen referencia a los accidentes leves.
- Tras realizar la evaluación de impactos realizada, se puede establecer que la explotación de la cantera aledaña a la laguna La Herrera, no presenta los mayores efectos negativos sobre la calidad del agua, ya que impactos antrópicos externos de las canteras como la ganadería, vertimientos urbanos y cultivos entre otros son los que afectan en gran magnitud la calidad de la laguna.
- Las concentraciones en el material particulado generados por las canteras en las diferentes actividades, es el impacto más representativo que afecta a la calidad del agua de la laguna La Herrera, pero aun así no se estipula que este sea el factor que limitante por el cual la laguna presente algún grado de contaminación.

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Conclusiones</b> 7 - 3
---	--	------------------------------

## 8. GLOSARIO

**ABIÓTICO:** Denominación que se le otorga a las estructuras sin vida, determinando los espacios físicos.

**ABUNDANCIA:** Número de individuos por especie.

**AFLUENTE:** Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro río principal.

**AFORO:** Proceso mediante el cual se mide la altura de un líquido en un recipiente a condiciones estándares y estáticas.

**AGUA SUBTERRÁNEA:** Toda agua que se almacena naturalmente bajo tierra por infiltración o que circula a través de las rocas o el suelo, llenando fuentes y pozos.

**AGUA SUPERFICIAL:** Agua proveniente de las precipitaciones que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación que se encuentra discurriendo o en reposo.

**AGUAS ABAJO:** Dirección en el sentido de la corriente del agua.

**AGUAS SERVIDAS:** Aguas contaminadas por uso doméstico, industrial o agrícola. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto de los últimos años por la contaminación que genera a los ecosistemas. AGUAS NEGRAS, AGUAS RESIDUALES.

**ALTITUD:** Factor abiótico fundamental en el desarrollo de los ecosistemas; representa la altura sobre el nivel del mar de un punto geográfico cualquiera.

**AMBIENTE:** Conjunto de condiciones fisicoquímicas y biológicas que necesitan los organismos, incluido el ser humano, para vivir. Entre estas condiciones hay que tener en cuenta la temperatura, la cantidad de oxígeno de la atmósfera, la existencia o ausencia de agua, la disponibilidad de alimentos, la presencia de especies competidoras, etc. MEDIO AMBIENTE.



**ANTRÓPICO:** Conjunto de acciones que el hombre realiza en un espacio determinado de la biosfera, con el fin de garantizar su bienestar.

**ANTROPOGÉNICO:** Acción o efecto producido directa o indirectamente por las actividades humanas.

**ARRANQUE DE MATERIAL:** es la fase inicial que corresponde a la remoción manual o mecanizada del material en una cantera.

**ARTRÓPODO:** Animales invertebrados dotados de un exoesqueleto externo y apéndices articulados como los crustáceos, insectos y arañas. Es el phylum más numeroso del reino Animal con más de un millón de especies presentes en casi todos los hábitats, representando al menos el 80% de todas las especies animales conocidas.

**BANCO DE EXTRACCIÓN:** corresponde a uno de los horizontes mediante los cuales se extrae el mineral. El banco se va cortando por el horizonte inferior, es decir hacia abajo, generando una superficie escalonada o pared del rajo.

**BENTOS:** Flora y/o fauna que viven en el fondo de un lago o mares, desde el nivel superior del agua hasta lo más profundo. Organismos asociados a los fondos, con formas de vida variadas.

**BIODEGRADABLE:** Sustancia que se descompone con relativa rapidez debido a la acción de organismos tales como bacterias y hongos.

**BIOINDICADORES:** Organismos cuya presencia, ausencia o distribución está asociada a un factor o a una combinación de factores ambientales particularmente significativa o relevante. Son importantes para la investigación ecológica y aplicación en el análisis ambiental.

**BIOTA:** Todos los organismos, incluyendo animales, plantas, hongos, y los microorganismos, encontrados en un área o región determinada.

**CADMIO:** Elemento químico cuyo símbolo es: Cd. Es considerado uno de los elementos más tóxicos, porque se acumula en los seres vivos de manera permanente. En el suelo tiende a disolverse y se incorpora a las cadenas tróficas a través de los microbios. Las plantas lo asimilan



fácilmente y los acumulan en sus tejidos, en especial en las raíces y los bulbos. Las personas lo absorben a través de los alimentos, lo que provoca vómito y trastornos gastrointestinales, o por inhalación acumulándose en los alvéolos pulmonares. La intoxicación crónica produce enfisema pulmonar y afecciones en riñones y huesos.

**CALIDAD DEL AGUA:** Condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa del agua a que se refiera.

**CANTERA:** son es un sistema de explotación a cielo abierto para extraer rocas o minerales no disgregados utilizados como materiales de construcción.

**CAÑO:** Término regional para denominar un curso angosto de agua que conecta una depresión inundable o una cocha con un río.

**CENTRO POBLADO:** Es un concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. Se define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales

**COLIFORMES:** Son un grupo de bacterias que por sí mismos no constituyen organismos patógenos, pero se monitorean porque se asocian a menudo con organismos que lo son, convirtiéndose en cuerpos indicadores de contaminación.

**COLIFORMES FECALES:** Grupo bacteriano presente en los intestinos de los humanos y en general de los animales de sangre caliente, que representan una indicación de la contaminación fecal del agua. Son fáciles de identificar y contar en laboratorio por su capacidad de fermentar la lactosa.

**COMUNIDAD:** Conjunto de poblaciones de plantas y animales en un lugar y tiempo dado. Unidad ecológica empleada en sentido amplio para incluir grupos de diversos tamaños y grados de integración. Una comunidad humana es un grupo social de cualquier tamaño cuyos miembros radican en una localidad específica.





**CONDUCTIVIDAD DEL AGUA:** Capacidad del agua líquida para transportar una carga eléctrica la cual está directamente relacionada con la concentración de iones.

**CONTAMINACIÓN:** Presencia y acción de los desechos orgánicos e inorgánicos en cantidades tales que el medio ambiente en su conjunto o cada uno de sus componentes se ven alterados en sus características físicas, químicas o biológicas. La contaminación puede producirse por desechos no degradables o por desechos biodegradables. La contaminación ocasiona pérdida de recursos naturales, gastos para la supresión y control de ésta y, además puede perjudicar la salud humana.

**CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA:** Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o el medio ambiente.

**CONTAMINANTE:** Materiales, sustancias o energía que al incorporarse y/o actuar sobre el ambiente degradan su calidad original a niveles no propios para la salud y el bienestar humano, poniendo en peligro los ecosistemas naturales.

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

**DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO):** Cantidad de oxígeno disuelto necesaria para que los degradadores aeróbicos descompongan por oxidación los materiales orgánicos en un volumen dado de agua, a cierta temperatura y a lo largo de un intervalo de tiempo determinado. Es proporcional a la cantidad de materia orgánica biodegradable que fue introducida en el agua.

**DESECHOS:** Subproductos residuales, que quedan o sobran, proveniente de procesos naturales o actividades sociales, entre ellos figuran los desechos orgánicos, resultantes naturales y directos de plantas, animales o seres humanos, y los desechos provenientes de actividades sociales (domésticos e industriales).

**DESECHOS INDUSTRIALES:** Son los materiales -por ejemplo, algunos productos químicos e incluso el agua muy caliente- que arroja un proceso de manufactura. A veces pueden causar muchos daños y contaminar el agua y el medio ambiente si no se tratan o eliminan adecuadamente.



**DIVERSIDAD BIOLÓGICA:** Las diferentes formas y variedades en que se manifiesta la vida en el planeta tierra, es decir desde organismos vivos hasta los ecosistemas; comprende la diversidad dentro de cada especie (Diversidad genética), entre las especies (Diversidad de especies) y de los ecosistemas (Diversidad de ecológica). Es resultado del desarrollo evolutivo de la vida en la tierra, en el curso de muchos millones de años. BIODIVERSIDAD.

**DUREZA TOTAL:** Presencia, en disolución, de sales de calcio y magnesio en el agua (algunas veces se incluye los elementos hierro y manganeso). Las aguas duras producen incrustaciones y reducen la efectividad de los detergentes, mientras que las aguas blandas son ácidas y corrosivas. En el pasado, la dureza se refería al poder del agua para consumir jabón.

**ECOSISTEMA:** Conjunto formado por los seres vivos (biocenosis o comunidad), el ámbito territorial en el que viven (biotopo) y las relaciones que se establecen entre ellos, tanto bióticas (influencias que los organismos reciben de otros de su misma especie o de especies diferentes) como abióticas (factores fisicoquímicos, como la luminosidad, la temperatura, la humedad, etc.). Un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos con su ambiente no vivo, interactuando como una unidad funcional.

**ESCORRENTÍA:** Agua que se origina con la precipitación sobre la tierra y luego se escurre (no absorbida) por la tierra hasta llegar a los ríos, quebradas y lagos, llegando finalmente a los océanos, mares interiores o acuíferos, a menos que se evapore. Puede coleccionar y arrastrar diversas sustancias en suspensión y disueltas.

**ESPECIE:** Unidad taxonómica fundamental en la clasificación de los seres vivos. Una especie está constituida por un conjunto de individuos que tienen características básicas semejantes y que pueden reproducirse entre ellos y generar descendencia fértil, es decir pueden intercambiar su pool genético.

**FITOPLANCTON:** Plancton autótrofo que flota libremente en aguas marinas y aguas dulces; formado fundamentalmente por algas microscópicas. Constituye el primer eslabón de la cadena trófica acuática.

**HÁBITAT:** Lugar o tipo de ambiente natural en el que existen naturalmente un organismo o una población. Es decir, es la suma de condiciones físicas y biológicas en que vive un individuo o población.

**ICTIOFAUNA:** Conjunto de especies de peces que existen en una región biogeográfica.

**LÉNTICO:** Cuerpo de agua sin grandes movimientos como son los lagos, lagunas, cochas, etc.

**LÓTICO:** Cuerpos de agua con movimiento (ríos, riachuelos, etc.).

**MACRÓFITAS:** Todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos, ya sea en la zona de interface agua-tierra, sobre la superficie del agua o totalmente sumergidas (Roldan, 1992). Su importancia ecológica, radica en que confiere estabilidad al terreno, genera la vía trófica directa y la detrítica y diversifica la vida trófica.

**MESOTRÓFICO:** Medio acuático con características intermedias entre las del medio oligotrófico y las de eutrófico.

**METALES:** Los elementos metálicos, como mercurio, llevan, níquel, cinc, y cadmio con elevados pesos moleculares y potencialmente tóxicos para el ambiente y humano porque ellos no degradan con el tiempo, aun a muy bajas concentraciones. Aunque muchos son nutrientes necesarios, ellos a veces se magnifican en la cadena alimenticia y en concentraciones altas puede ser tóxico a la vida.

**MONITOREO:** Observación, medición y evaluación repetitiva y continua de información sobre salud y/o ambiente, o datos técnicos con propósitos definidos, de acuerdo con esquemas preestablecidos en el espacio y el tiempo, y utilizando métodos comparativos para inferir y reunir información.

**MUESTREO:** Selección de una pequeña parte de una población o comunidad asumiendo que es representativa del conjunto.

**OLIGOTRÓFICO:** Medio acuático con escasa cantidad de sustancias disueltas aprovechables y que se encuentran en el primer paso de su proceso evolutivo. Es decir, cuerpo de agua con pocos nutrientes y pocos organismos vivos.

**PERIFITON:** Organismos que crecen sobre superficies libres de objetos sumergidos en el agua, a los que cubre o envuelve con una cubierta resbaladiza. Comunidad constituida por organismos que



crecen, se asientan y se encuentran sobre un sustrato inanimado, organizado o vivo que no forma parte del complejo del bentos, cuyos integrantes son diminutos o microscópicos.

**PHYLUM:** En taxonomía constituye una categoría de alto nivel, simplemente abajo el reino y arriba de la clase.

**PLANCTON:** Conjunto de pequeños organismos microscópicos que viven suspendidos en el agua. No tienen movimiento propio. Se divide en zooplancton y fitoplancton.

**PRECIPITACIÓN:** Humedad condensada que cae de la atmósfera sobre la superficie de la tierra, bajo diferentes formas, como lluvia, llovizna, chubasco, nieve, granizo, niebla, rocío, etc.

**QUEBRADA:** Abertura estrecha y áspera entre montañas de poca elevación.

**RECURSOS BIOLÓGICOS:** Componentes de la diversidad biológica de uso directo, indirecto, o potencial a la humanidad. Comprenden a los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo del componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad.

**RESIDUOS SÓLIDOS:** Cualquier material en una gran variedad de materiales sólidos, que se tiran o rechazan por estar desgastados, ser inútiles, sin valor, o estar en exceso. Normalmente no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento.

**RETROEXCAVADORA:** Equipo mecanizado que realiza la extracción de material

**RIQUEZA DE ESPECIES:** El número de especies dentro de una región. Un término usualmente usado como una medida de la diversidad de especies, pero técnicamente un único aspecto de diversidad.

**SENSIBILIDAD AMBIENTAL:** es el grado de fragilidad de un terreno a generar procesos de amenaza de cierto tipo a partir de la evaluación de criterios intrínsecos.

**SÓLIDOS TOTALES:** Grupo de partículas que incluye a los sólidos disueltos, suspendidos y sedimentables en agua.



**SÓLIDOS SEDIMENTABLES:** Partículas gruesas que se encuentran en un volumen determinado de líquido que se depositarán por gravedad.

**SÓLIDOS DISUELTOS:** Es una medida grosera de la concentración total de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad. Para muchos fines, la concentración de STD constituye una limitación importante en el uso del agua.

**SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES:** Cantidad de partículas flotantes o suspendidas en la columna de agua que pueden ser separadas del líquido por medio de medios físicos como la filtración.

**SUELO:** Sustrato sobre el que se desarrollan la mayoría de organismos que viven sobre o dentro de la litosfera. Mezcla de minerales (arcilla, limo, arena, guijarros), materia orgánica en descomposición, organismo vivos, agua y aire.

**SUSTRATO:** Materia donde se desenvuelven los diversos seres vivos de los ecosistemas tanto terrestre como acuáticos.

**TRATAMIENTO DE AGUAS:** Proceso de eliminación de los contaminantes del agua que ha sido utilizada. Existen diferentes etapas de tratamiento. En el tratamiento primario se cuelean las aguas servidas para separar los sólidos más grandes y luego se dejan sedimentar en tanques para que los sólidos más pequeños y las partículas se vayan al fondo. El tratamiento secundario incluye otra etapa en la que se agregan microbios a las aguas residuales para que se devoren los contaminantes biológicos, o bien se hacen pasar las aguas servidas por otro filtro. Después, se desinfecta el agua tratada y se regresa a la naturaleza. Cuanto mayor sea el número de pasos incluidos en el tratamiento, tanto más costoso es el proceso.

**TRÓFICO:** Relativo a un determinado tipo de alimentación.

**TURBIDEZ:** Modificación de la transparencia del agua debido a la presencia de material coloidal y suspendida, confiriéndole un aspecto nubloso al agua. Se determina por la medida del grado de dispersión de un rayo de luz que pasa a través del agua. Ver: UNF.



**ZONIFICACIÓN AMBIENTAL:** Es el resultado de la línea Ambiental en la cual se generan mapas intermedios para agrupar áreas homogéneas según la clasificación.

**ZOOPLANCTON:** Plancton heterótrofo formado por protozoarios y larvas de animales como esponjas, celenterados, crustáceos y moluscos. Forman parte de las comunidades de aguas marinas y dulces que flotan libremente independientes de la playa y el fondo, y que se mueven pasivamente con las corrientes.



## 9. BIBLIOGRAFIA

**ALGAEBASE.** <www.algaebase.com>. Fecha de consulta: junio / 2013.

**ANAGNOSTIDIS, K. y KOMÁREK, J.** 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. Archiv für Hydrobiologie, Supplement 80: 327-472, 35 figs, 13 tables.

**APHA-AWWA-WPCF.** 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C. 22 Edition.

**ARMENTA, J. & CAÑAS, H.** 2009. Evaluación del potencial del agua subterránea en los municipios de Curumani, Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Río de Oro, San Martín y San Alberto, Departamento del Cesar. Informe Final. Convenio 097-2003-06-2007. IDEAM-CORPOCESAR.

**BALLESTEROS D, L.; LÓPEZ A, K.V.; CARRERA P, R.; REYNA C, .D.; PINZÓN V, A DEL J.; PEÑARANDA C, Y.O.** 2013. Evaluación Ambiental Para La Construcción Del Ecoparque Humedal Laguna De La Herrera En El Municipio De Mosquera – Cundinamarca. Fundación Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano Vicerrectoría De Estudios De Posgrados Especialización En Evaluación Del Impacto Ambiental De Proyectos Bogotá D.C.

**BARON N., POFF L., ANGERMEINER P., DAHM C., GLEICK P., HAIRSTONE N., JACKSON R., JOHNSTON C., RICHTER B., y STEINMAN A.** 2003. Ecosistemas de agua dulce sustentables. Trópicos en ecología 10.

**BICUDO, E y R. BICUDO.** 1970. Algas de aguas continentais brasileiras. Fundacao brasileira para o desenvolvimento do Ensino de ciencias. Sao Paulo. 228p.

**BLINN, D.W. AND D.B. HERBST.** 2003. Use of diatoms and soft algae as indicators of stream abiotic determinants in the Lahontan Basin, USA. Final Report to the California Regional Water Quality Control Board, Lahontan Region and the California State Water Resources Control Board. Contract #01-119-160-0.



**BOURRELLY, P.C.** 1972. Les algues d'eau douce: initiation a la systematique, I: les algues vertes. Paris: editions N. Boubée y Cie. 572 p.

**BOUWER, H.** 1978. Ground Water Hydrology. New York: McGraw-Hill. 480 pp.

**BRÜNNER G Y BECK P.** 1990. Nueva guía práctica de plantas acuáticas. Tetra-Verlag. Melle. 191 p.

**BRUSCA R.C y BRUSCA G.J.** 2005. Invertebrados. Segunda Edición. Edición Española. McGraw – Hill – Interamericana. España – Madrid. 1005 p.

**CANTER, L.** 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw Hill. Madrid, 841 p.

**CENSO GENERAL COLOMBIA.** 2005. / [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

**CIFUENTES J, A.; LAVERDE L A, B.; LOPEZ C L, M; MEDINA B, A.C.; MUÑOZ A, M.I.; RAMIREZ P, R., REYES C, V.M.; REYES L, M.; RINCON A, G.** 2003. Estudio de Impacto Ambiental “Parque Ecológico, Turístico y Arqueológico – Laguna La Herrera”. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Especialización del Impacto Ambiental de Proyectos.

**CIRUJANO, S., CAMBRA. J., y GUTIERREZ, C.** 2005. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua: Protocolos de muestreo y análisis para Macrófitos. Confederación hidrográfica del Ebro, ministerio de ambiente de España. 43 p.

**CONDE-PORCUNA, J.M., RAMOS-RODRÍGUEZ, E. Y MORALES-BAQUERO, R.** 2004. El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Año XIII, Nº 2: <http://www.aeet.org/ecosistemas/042/investigacion3.htm>

**CORTÉS, A.** 2004. Suelos Colombianos: Una mirada desde la academia. Colección Estudios Ambientales. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.





**CUMMINS, K. W. y MERRIT, R. W.** 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/ Hunt publishing.

**CURTIS, H., BARNES, N.S., SCHNEK, A. Y MASSARINI, A.** 2008. Curtis Biología. Editorial Medica Panamericana. Madrid, España. 1160.

**DAHL G.** 1971. Peces del Norte de Colombia. Ministerio de Agricultura, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). Talleres Litografía Arco. Bogotá D.C., Colombia. 391 p.

**DONALD C. TAPHORN B.** 2003. Manual de identificación y biología de los peces Characiformes de la Cuenca del Río Apure en Venezuela. BioCentro. Guanare, estado Portuguesa, Venezuela.

**ESTEVES.** 1998. Fundamentos de Rinología. Rio de Janeiro: Interciencia. 2a Edición. Rio de Janeiro, Brasil.

**ESTUDIO TÉCNICO** para modificación del PMA Concesión minera 0190-20. 2012.

**FERNÁNDEZ H., DOMÍNGUEZ, E.** 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo. 282 p.

**FERRARIS, C. J. Jr.** 2003. Loricariidae - Loricariinae (Armored catfishes). p. 330-350. In R.E. Reis, S.O. Kullander and C.J. Ferraris, Jr. (eds.) Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre EDIPUCRS, Brasil.

**FROESE, R., y PAULY, D.** 2012. Fishbase. www.fishbase.org. Versión enero/2013

**GALVIS, G; MOJICA, J; CAMARGO, M.** 1997. Peces del Catatumbo. Santafé de Bogotá, D C. Asociación Cravo Norte. D"Vinni Editorial Ltda. P 76.

**GARCÍA MURILLO P., FERNÁNDEZ ZAMUDIO R & CIRUJANO BRACAMONTE S.** 2010. Habitantes del agua: Macrófitos Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.



**GUÍA AMBIENTAL.** 1998. Para actividades del sub sector materiales de construcción- Canteras Fase de explotación.

**GUTIÉRREZ F., LASSO C., PIEDAD M., SÁNCHEZ-DUARTE P., DÍAZ A.** 2010. VI. Catálogo de la Biodiversidad Acuática Exótica y Trasplantada en Colombia: Moluscos, Crustáceos, Peces, Anfibios, Reptiles y Aves. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá., Colombia, 355pp

**HISCOCK P.** 2003. Encyclopedia of aquarium plants. A comprehensive exploration of aquarium plants, with practical advice on how to grow them to perfection. Barron´s Educational Series Inc. New York. 205 P.

**IDEAM.** 2005. Atlas climatológico de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia. 217 pp. ISBN 958-8067-14-6.

**IDEAM, 2010.** Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología. y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

**INTEGRATED TAXONOMY INFORMATION SYSTEM (ITIS).** [www.itis.gov](http://www.itis.gov). Fecha consulta: junio /2013

**ISSG DATABASE.** <[www.issg.org/database/species/ecology](http://www.issg.org/database/species/ecology)>. Fecha de consulta: junio /2013.

**LADYBUG.** <[www.ladybug.uconn.edu](http://www.ladybug.uconn.edu)>. Fecha de consulta: junio /2013.

**LANDAVERDE L. & ROMERO, L.** 2008. Determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas según ICA en diferentes pozos de san Salvador y zonas extendidas. Universidad de el Salvador. Facultad de Química y Farmacia. Pp. 102.

**LEYVA, P.** 2001. El Medio Ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá. 543 p.



**LIÉVANO, A y OSPINA, R.** 2007. Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamon. Bogotá: Universidad del Bosque - Instituto Alexander von Humboldt; 2007.

**LOPRETTO, CE y G TELL.** 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ed. Sur, Tomo I, II y III. La Plata, Argentina.

**KLEMM D., STROBER Q. & LAZORCHAK J.** 2003. Fish Field and Laboratory Methods for Evaluating the biological Integrity of Surface Waters. USEPA 600/R-92/111.

**LASSO, C., MOJICA, J., USMA, J., MALDONADO, J., DONASCIMIENTO, C., TAPHORN, D., PROVENZANO, F., LASSO, O., GALVIS, G., VÁSQUEZ, L., LUGO, M, MACHADO, A., ROYERO, R., SUÁREZ, C. Y ORTEGA, A.** 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: lista de especies y distribución por subcuencas. Biota Colombiana: 5 (2) 95 – 1

**LASSO, C.A, USMA J.S., TRUJILLO F., y RIAL A.** 2010. Biodiversidad De La Cuenca Del Orinoco. Bases Científicas Para La Identificación De Áreas Prioritarias Para La Conservación Y Uso Sostenible De La Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). 611 p

**LASSO, C. A., E. AGUDELO CÓRDOBA, L. F. JIMÉNEZ-SEGURA, H. RAMÍREZ-GIL, M.MORALES-BETANCOURT, R. E. AJIACO-MARTÍNEZ, F. DE PAULA GUTIÉRREZ, J. S. USMA OVIEDO, S. E. MUÑOZ TORRES Y A. I. SANABRIA OCHOA.** 2011. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 715 pp.

**LASSO, C. A. y SÁNCHEZ-DUARTE, P.** 2011. Los peces del delta del Orinoco. Diversidad, bioecología, uso y conservación. Fundación La Salle de Ciencias Naturales y Chevron C. A. Venezuela. Caracas 500 pp.

**LIEVANO A y OSPINA R.** 2007. Guía ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón. Universidad El Bosque. 130 p.



**MALDONADO-OCAMPO, J., A. ORTEGA-LARA, J. USMA, G. GÁLVIS, F. VILLA-NAVARRO, L. VÁSQUEZ, S. PRADA-PEDREROS, C. ARDILA.** 2005. Peces de los Andes de Colombia. Guía de Campo. Instituto de Investigación y Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”.

**MALDONADO-OCAMPO, J. A.** 2001. Peces del área de confluencia de los ríos Meta, Bitá y Orinoco en el municipio de Puerto Carreño Vichada – Colombia. Dahlia. 4: 61-74.

**MALDONADO-OCAMPO, J. A.** 2004. Peces De La Orinoquia: Una aproximación al estado actual de su conocimiento. 303-368 pp. En: Diazgranados, H.C. & F. Trujillo. (Eds). 2004. Estudios de Fauna Silvestre en Ecosistemas Acuáticos en la Orinoquia Colombiana. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. Colombia. 403 p.

**MARÍN, B.** 2009. Manual de química del agua. Editorial de la Universidad del Magdalena. Santa Marta. 220 p.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA.** Decreto 1594. Junio 26 de 1984.

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** Decreto 3930. Octubre 25 de 2010

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** Resolución Número 1630. Agosto 15 de 2006

**MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.** Resolución 2115. Junio 22 de 2007

**MINISTERIO DE TRABAJO. DIAGNOSTICO MUNICIPIO DE MOSQUERA.** 2011. Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local

**MOJICA, J. I., USMA O, J. S., ÁLVAREZ L, R. y LASSO, C.A.** 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la



Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp.

**MORENO, C. E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

**NEEDHAM, J y P, NEEDHAM.** 1962. Guía para el estudio de los seres vivos de aguas dulces. Ed. Reverte. Barcelona. 131 p.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997,** Que Establece Los Límites Máximos Permisibles De Contaminantes Para Las Aguas Residuales Tratadas Que Se Reúsen En Servicios Al Público.

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición. Vol. 1: Recomendaciones. Suiza.

**PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA y M. ORELLANA.** 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. Cyanophyceae. 1. Concepción. 70p.3

**PACHECO, J. & CABRERA, A.** 2003. Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. Ingeniería. 7-2. P.p. 47-54.

**PAGGI, S.J. & J.C. PAGGI.** 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. En: Lopretto, E.C & G. Tell (eds) Ecosistemas de aguas Continentales. Metodología para su estudio. II. (1995) Ediciones Sur, La Plata, Argentina.

**PINILLA, G.A.** 2000. Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica. Centro de Investigaciones Científicas. UJTL. 106 p.

**PÁGINA OFICIAL DEL MUNICIPIO DE MOSQUERA CUNDINAMARCA.** 2013 ([www.mosquera-cundinamarca.gov.co](http://www.mosquera-cundinamarca.gov.co)).

**PLAN TERRITORIAL DE FORMACIÓN DE DOCENTES Y DIRECTIVOS DOCENTES.** 2012-2015

<b>ELABORADO POR:</b> Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2013 – Enero 2014	<b>Bibliografía</b> 7
---	--	--------------------------



**PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL.** 2008-2011.

**POSADA GJ y ROLDAN G.** 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de trichoptera en el nor-occidente de Colombia. Caldasia. 25(1):169-192.

**PRESCOTT, G.** 1970. How to know the freshwater algae. WM.C. brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 348p.

**PLANQUETTE, P.; P. KEITH Y P. LE BAIL.** 1996. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 1. Publications scientifiques du M.N.H.N. Service du Patrimoine Naturel, Institut d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité. Paris.429p.

**RAMÍREZ, A., RESTREPO, R. y VIÑA, G.,** 1997. "Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación", Ciencia, Tecnología y Futuro, 1 (3):135 - 153.

**RAMIREZ, A. y VIÑA, G.** 1998. Limnología colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Editorial Panamericana. 293 p.

**RAMIREZ, J.** 2000. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Editorial Universidad de Antioquia. 207 p.

**RAMÍREZ, A.** 2006. Ecología. Métodos y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 271 p.

**RIVERA, C. y ZAPATA, A.** 2009. Criterios generales para la recolección, preservación, manejo de muestras y monitoreo de ecosistemas acuáticos epicontinentales. Capítulo 6. En: ACOSTA, A., ZAPATA, A., y FAGUA, G. 2009. Técnicas de campo en ambientes tropicales: manual para el monitoreo en ecosistemas acuáticos y artrópodos terrestres. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 215 p.

**ROLDÁN, G.** 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Editorial Universidad de Antioquia. 217 p.



**ROLDÁN, G.** 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Colección de Ciencia y Tecnología. Medellín.

**ROLDÁN, G. y RAMÍREZ, J.** 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2ª Edición. Colombia, Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 440 p.

**SALAZAR L.** 2006. Revisión y ajuste de los planes de manejo ambiental de los humedales de Neuta, Tierra Blanca, Laguna de la Herrera y Humedal el Yulo de acuerdo con lo establecido en la resolución 157 de 2004 del MAVDT

**SEMINA H.J.** 1978. Treatment of an aliquot simple. En: UNESCO. 1978. Phytoplankton manual. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.

**SIACHOQUE O, M.** 2011. Planeamiento Minero y Explotación de Arena Vereda Concepción Municipio de Combita Boyacá

**SCHMIDT-MUMM, U.** 1998. Notas sobre la vegetación acuática de Colombia II: Fisionomía. Revista de la facultad de ciencias de la Universidad Javeeriana , 1 (3), 85-119.

**SIERRA. C.** 2011. Calidad del agua. Evaluación y Diagnóstico. Editorial Universidad de Medellín. Primera Edición

**SMAGULA Y CONNOR,** 2007. Aquatic Plants and algae of New Hampshire's Lakes. New Hampshire Department of Environmental Services 2007. First edition.

**STREBLE, H. y KRAUTER, D.** 1987. Atlas de los microorganismos de agua dulce. Ediciones Omega. Barcelona. 372 p.

**TAPHORN B, D.C.,** 2003. Manual De Identificación Y Biología De Los Peces Characiformes De La Cuenca Del Río Apure En Venezuela. Bio Centro Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. 446 p.

**URIBE V, A., POSADA C, C., MORA, C.P., FORERO C, B., RODRÍGUEZ, C.L.** 2009. Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el



manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. WWF Colombia. 214 p.

**USMA-OVIEDO J. S., VALDERRAMA, M., ESCOBAR M. D., AJIACO-MARTÍNEZ, R. E., VILLANAVARRO F., CASTRO, F., RAMÍREZ-GIL, H., SANABRIA A. I., ORTEGA-LARA, A.J. MALDONADO-OCAMPO, A., ALONSO, J.C. y CIPAMOCHA, C.** 2009. Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. Pp 103-131. En: J.D Amaya & L.G Naranjo (Eds.). Plan nacional de especies migratorias: Diagnostico e identificación de acciones para la conservación y manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. MAVDT – WWF.

**VILLAFANE, V y REID, F.** 1995. Métodos de microscopia para la cuantificación del fitoplancton. Universidad de Concepción. Chile.

**VILLÉE, C.** 1999. Biología. Editorial Interamericana. México D.F.

**WETZEL, R.G.** 2001. Limnology, Lake and river ecosystems. 3ed edition. Academic Press, USA. 1006 pp. ISBN -13: 978-0-12-744760-5.

**WHITFORD, L. A. y SHUMACHER, A.** 1969. A manual of the fresh-water algae in North Carolina. North Carolina Agricultural Experiment Station. Tech. Bul. No. 188. 313 p.



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



**ANEXOS**

**10. ANEXOS**

**ANEXO - EVALUACIÓN AMBIENTAL**

*Tabla 1: Matriz del Proyecto*

MEDIO	COMPONENTE/DIMENSIÓN	ELEMENTO	IMPACTO	ETAPA OPERATIVA									ETAPA POST-OPERATIVA			
				LABORES DE PREPARACIÓN			EXTRACCIÓN			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN			REHABILITACIÓN	CAMBIO DE USO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				Descapote	Remoción de material de recubrimiento	Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	Construcción de bermas	Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos	trituration de materiales	Transporte interno y almacenamiento temporal	Manejo de escombreras	Reconformación de terreno	Revegetación	Implementación del plan de restauración final	
ABIÓTICO	RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	Flora	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal	X	X	X							X	X	X	
		Fauna	Modificación de hábitats de la fauna silvestre	X	X	X						X	X	X	X	X
			Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
	ECOSISTEMA ACUÁTICO	Recursos hidrobiológicos	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

1

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



**ANEXOS**

**Tabla 2: Matriz de Conesa – Fernández, 1997, Modificada por Alarcón et al., 2013**

MEDIO	COMPONENTE/DIMENSIÓN	ELEMENTO	IMPACTO	ETAPA OPERATIVA									ETAPA POST-OPERATIVA			
				LABORES DE PREPARACIÓN			EXTRACCIÓN			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN			REHABILITACIÓN	CAMBIO DE USO		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				Descapote	Remoción de material de recubrimiento	Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	Construcción de bermas	Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos	Trituración de materiales	Transporte interno y almacenamiento temporal	Manejo de escombros	Reconformación de terreno	Revegetación	Implementación del plan de restauración final	
ABIÓTICO	RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial	-21	-20	-11	-11	-11	11	-11	-23		20	20	20	
BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	Flora	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal	-33	-27	-27							31	27	27	
		Fauna	Modificación de hábitats de la fauna silvestre	-37	-29	-29							-11	21	26	26
			Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre	-35	-29	-29	-29	-28	11		-27	-11		26	26	26
	ECOSISTEMA ACUÁTICO	Recursos hidrobiológicos	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales	-21	-20	-11	-11	-11	11	-11	-23		21	21	21	

ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

2

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**

**Tabla 3: Matriz con grado de relevancia por cada impacto**

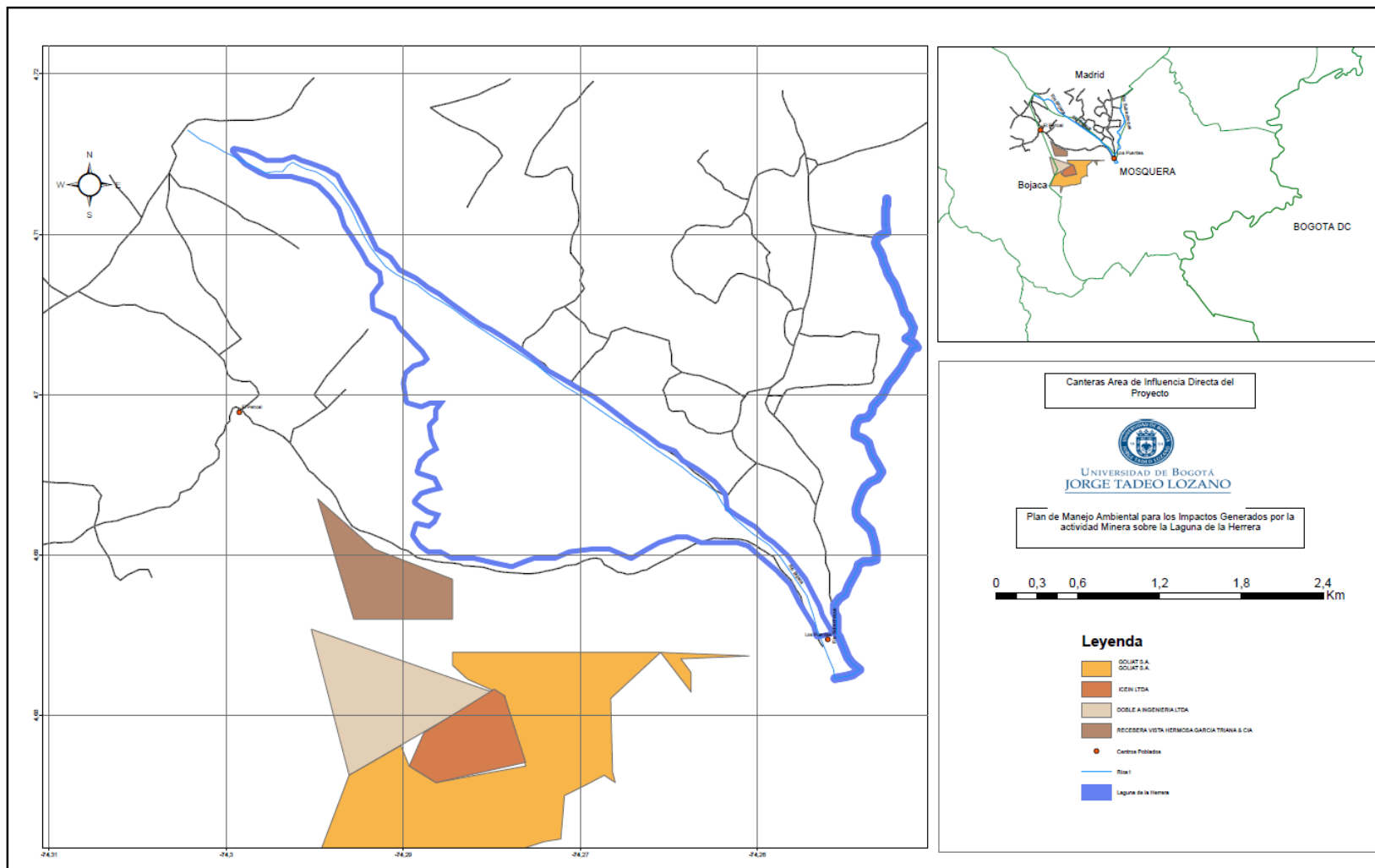
MEDIO	COMPONENTE/DIMENSIÓN	ELEMENTO	IMPACTO	ETAPA OPERATIVA									ETAPA POST-OPERATIVA		
				LABORES DE PREPARACIÓN			EXTRACCIÓN			BENEFICIO Y TRANSFORMACIÓN			REHABILITACIÓN	CAMBIO DE USO	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				Descapote	Remoción de material de recubrimiento	Uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables	Explotación de bancos con maquinaria pesada o con explosivos	Construcción de bermas	Manejo ambiental de aguas, emisiones atmosféricas y residuos	trituration de materiales	Transporte interno y almacenamiento temporal	Manejo de escombreros	Reconformación de terreno	Revegetación	Implementación del plan de restauración final
ABIÓTICO	RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua superficial												
BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	Flora	Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal												
		Fauna	Modificación de hábitats de la fauna silvestre												
			Ahuyentamiento temporal y/o permanente de individuos de la fauna silvestre												
	ECOSISTEMA ACUÁTICO	Recursos hidrobiológicos	Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales												

IMPORTANCIA AMBIENTAL	NIVEL DE LA IMPORTANCIA	SIGNIFICANCIA
10 - 19	Leve	No significativo
20 - 29	Menor	No significativo
30 - 37	Moderado	Significativo
38 - 47	Mayor	Significativo

ELABORADO POR: Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.	Fecha: Diciembre 2013 – Enero 2014	Anexos 3
--	---------------------------------------	-------------

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS

**ANEXO – CARTOGRAFIA - CANTERAS AREA DE INFLUENCIA DIRECTA**



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

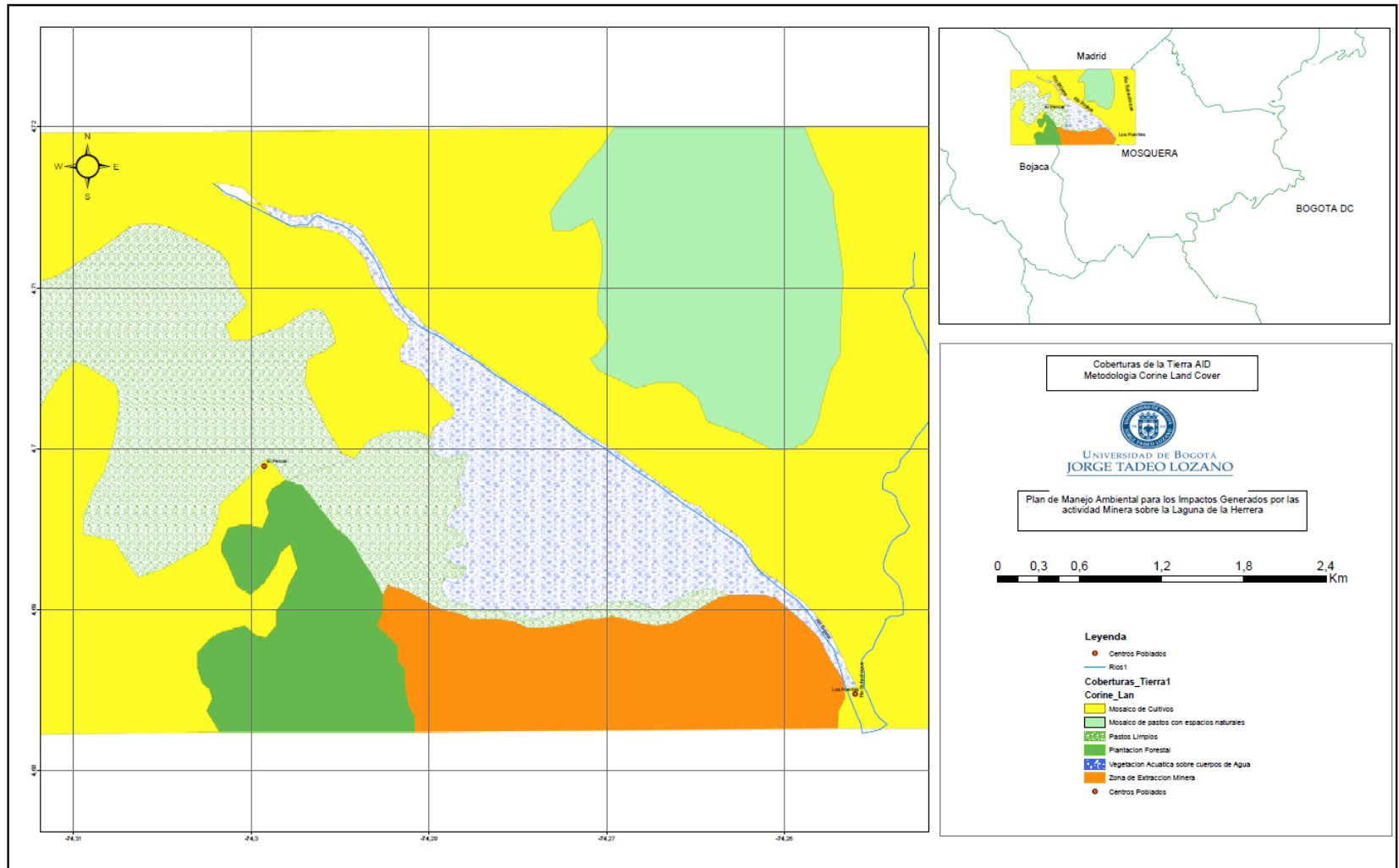
Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

4

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**

**COBERTURAS DE TIERRA AREA DE INFLUENCIA DIRECTA**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

5

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

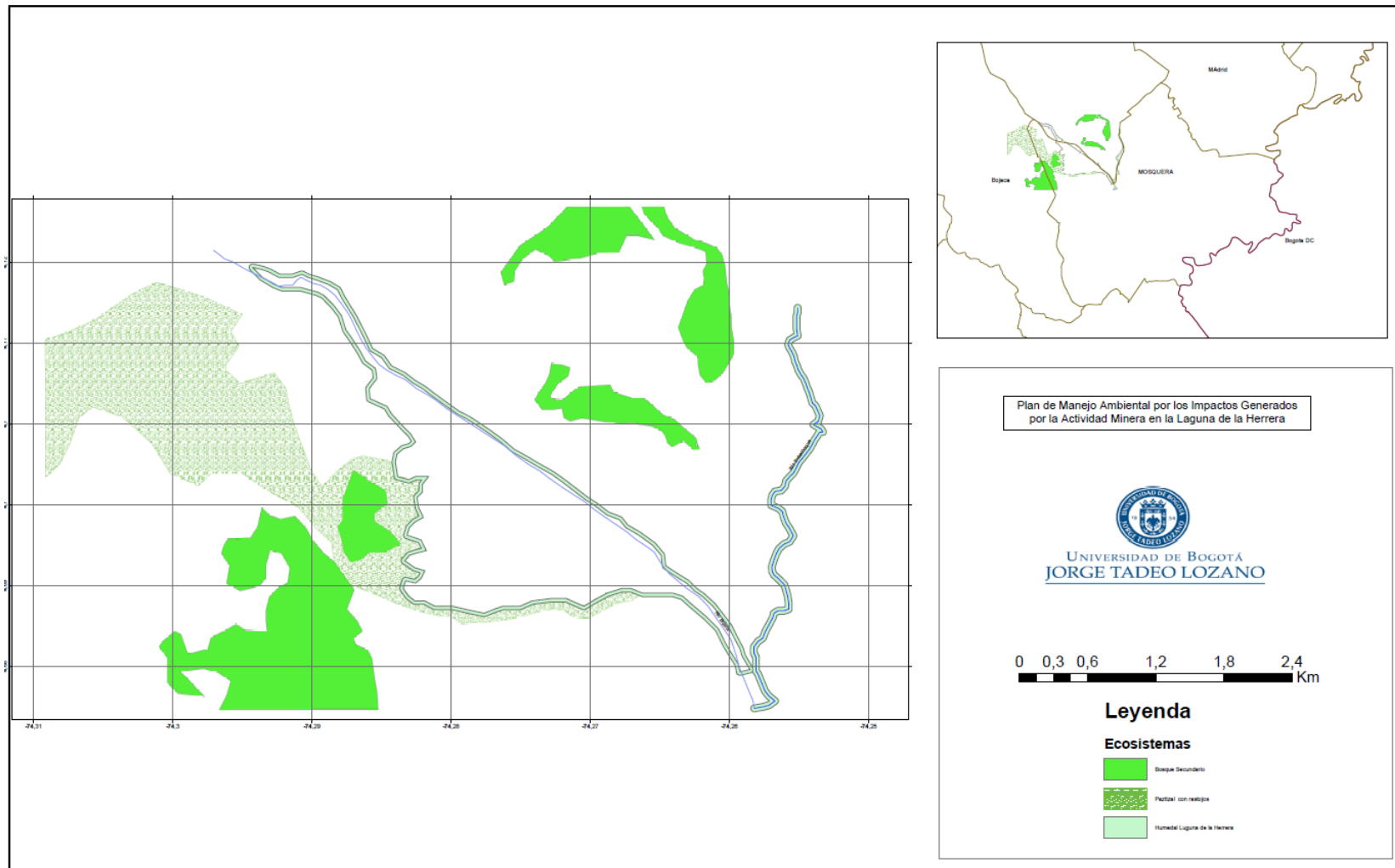
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

ANEXOS

## ECOSISTEMAS



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

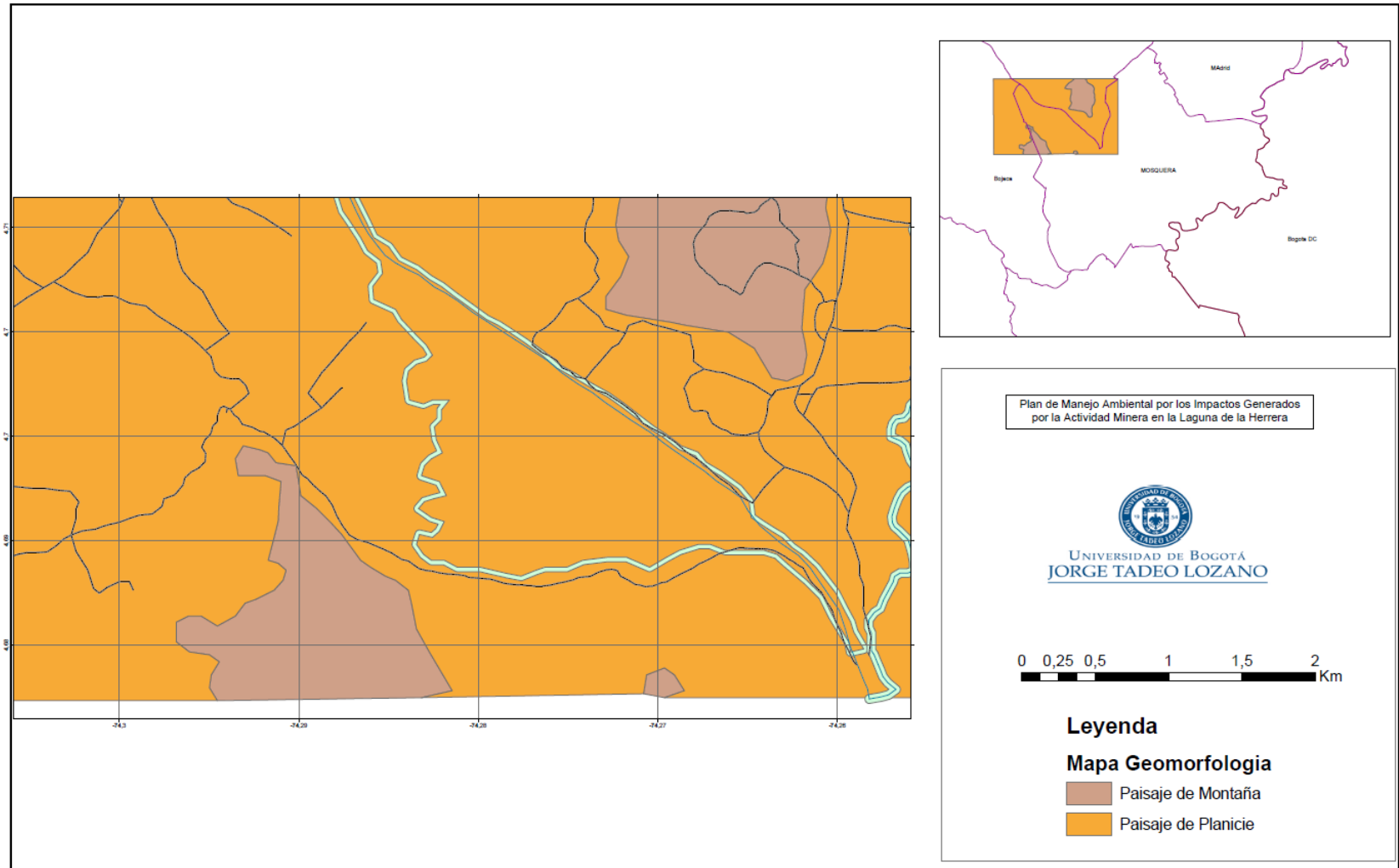
Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

6

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS

**GEOMORFOLOGIA**



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

7

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

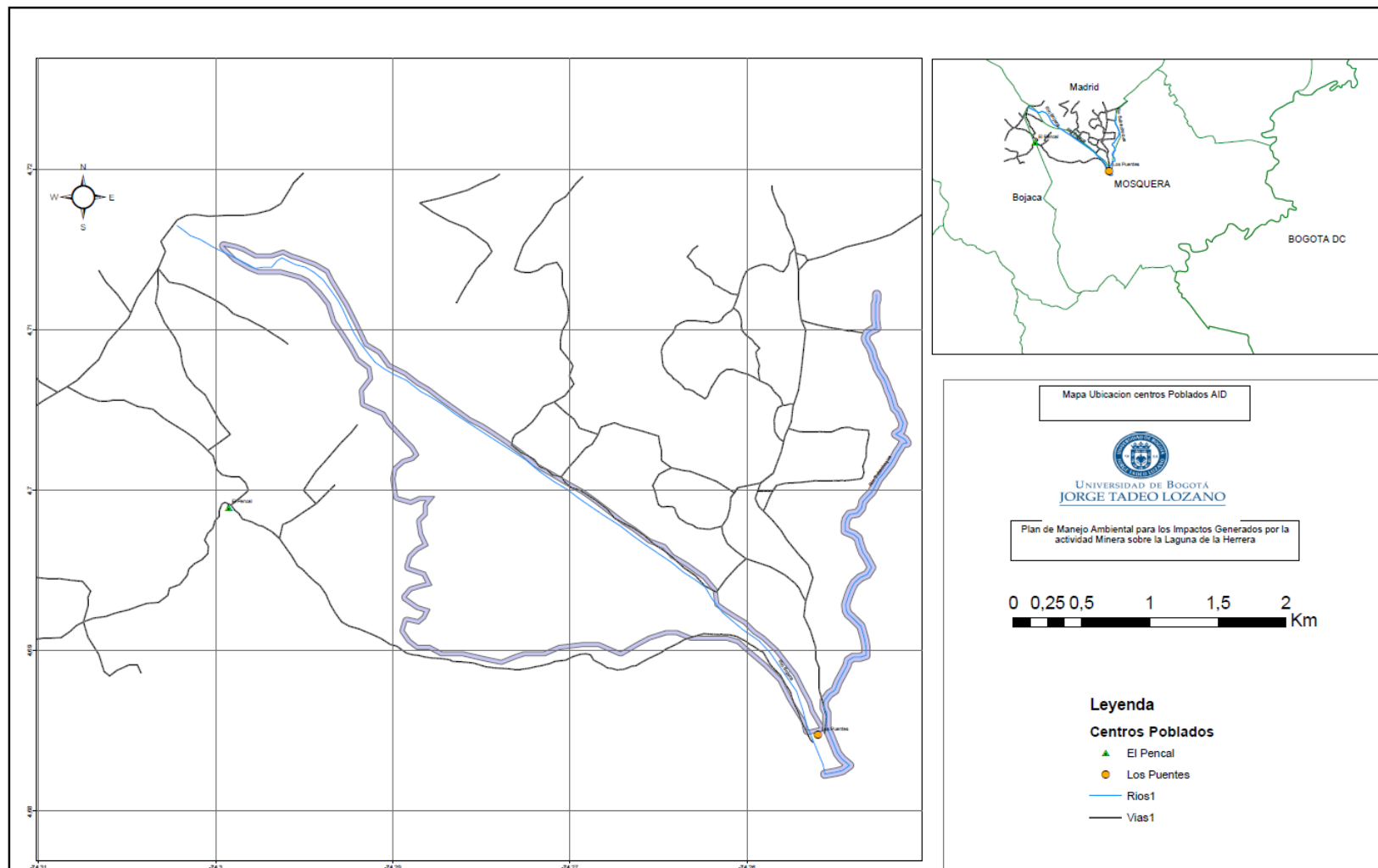
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

ANEXOS

## UBICACIÓN CENTROS POBLADOS



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

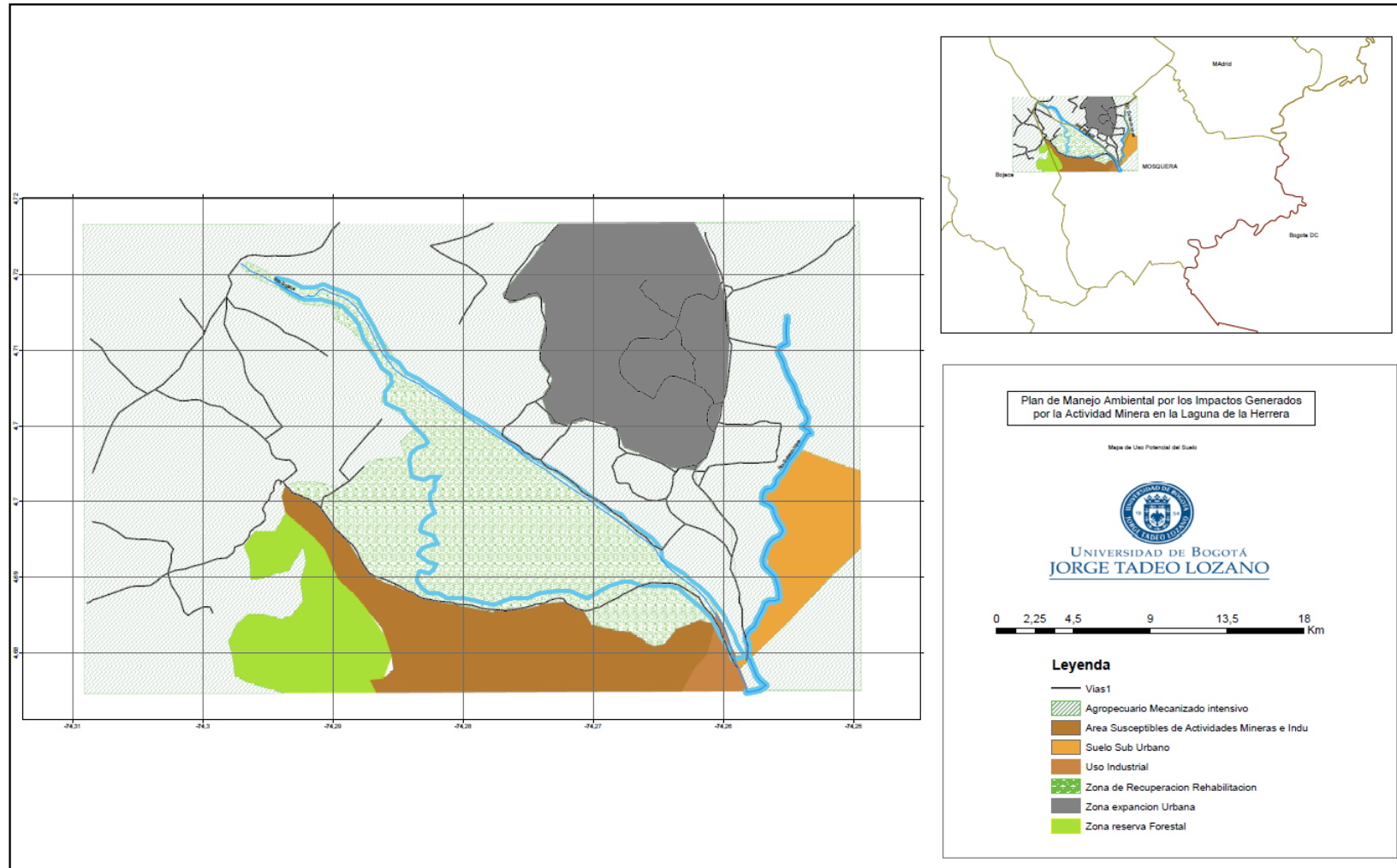
Anexos

8



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**

**USO POTENCIAL DEL SUELO**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

9

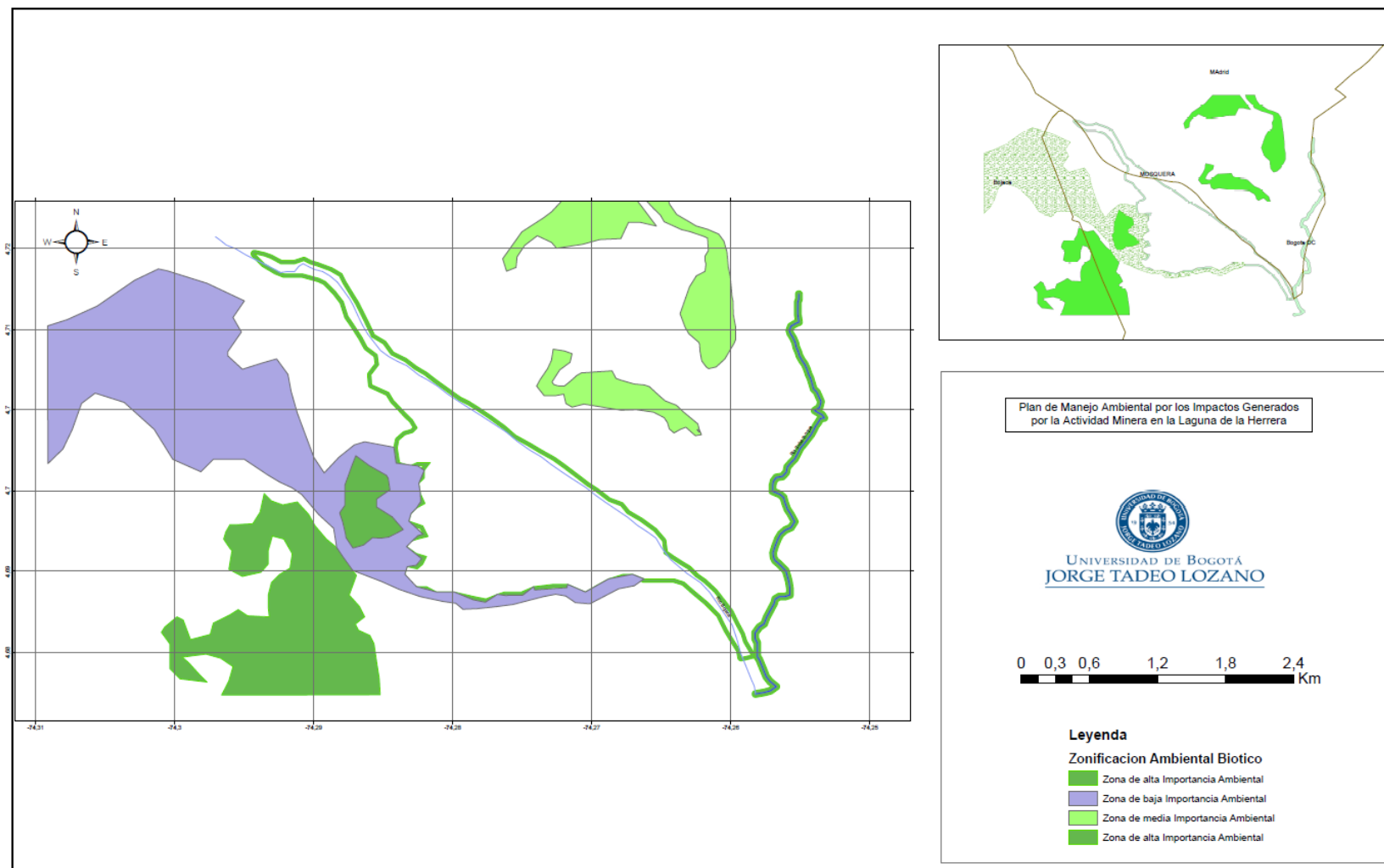
**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**

**ZONIFICACION AMBIENTAL MEDIO BIOTICO**



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

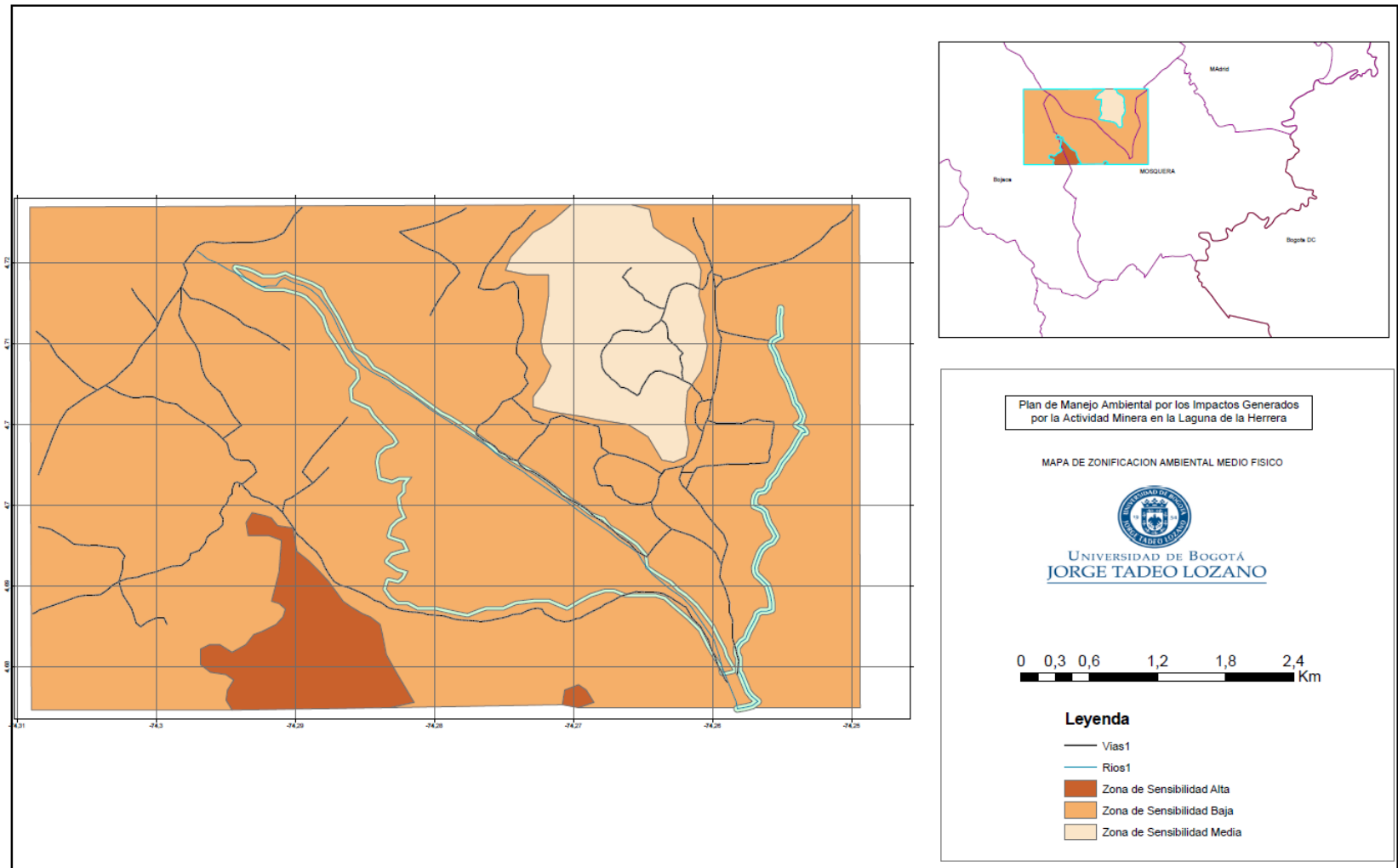
Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

10

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS

**ZONIFICACION AMBIENTAL MEDIO FISICO**



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

11

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.

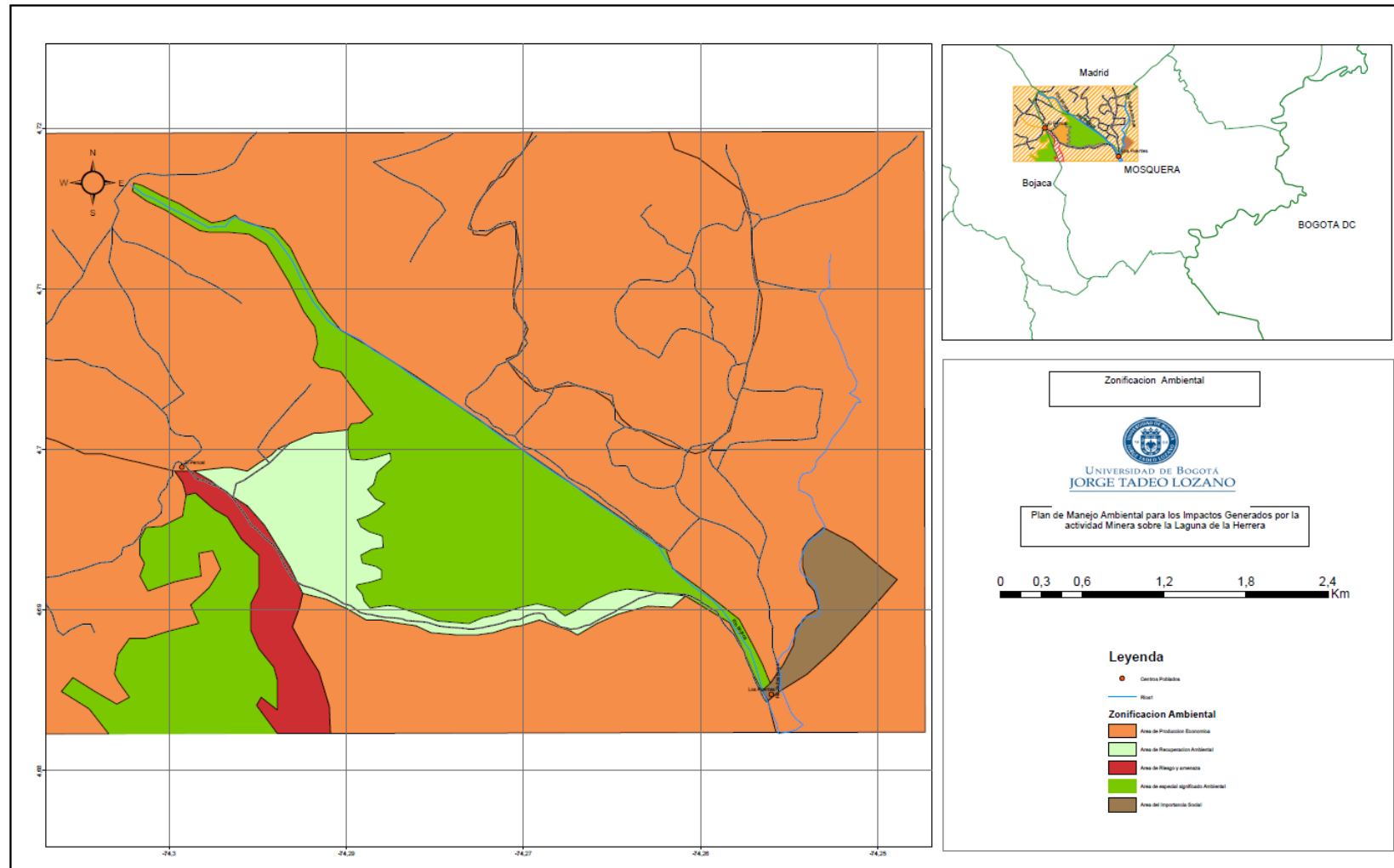
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

ANEXOS

## ZONIFICACION AMBIENTAL



ELABORADO POR:

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

Fecha:

Diciembre 2013 – Enero 2014

Anexos

12

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
**ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**



Universidad de Bogotá  
 JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**

**ANEXO ENCUESTA COMPONENTE SOCIAL**

Encuesta Componente Socio económico AID				
Datos Generales				
Nombre				
Sector				
Edad				
Observaciones				
Núcleo Familiar				
Habitantes por Vivienda				
Observaciones				
Servicios Públicos				Calificación
Energía	Si	No		
Acueducto	Si	No	Otro	
Alcantarillado	Si	No	Otro	
Comunicaciones	Tel	Cel	Otro	
Manejo de Basuras	No	No	Otro	
Observaciones				
Servicios Sociales				
Ubicación Centro Salud				
Enfermedades Comunes				
Régimen Contributivo				
Régimen Subsidiado				
Observaciones				
Educación				
Hijos en escuela	Si	No		
Lugar				
Observaciones				
Vivienda				
Estado de la Vivienda				
Ocupación				
Lugar				
Ingresos				

**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

13

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**

**ANEXOS FOTOGRAFICOS LAGUNA LA HERRERA - ZONA DE CANTERAS**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

14

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

15

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD  
DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**

**ZONA DE LA LAGUNA**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

16



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

17

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA A LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA LA HERRERA.**

ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS



Universidad de Bogotá  
JORGE TADEO LOZANO

**ANEXOS**



**ELABORADO POR:**

Alarcón, J. Camilo. – Romero I, Leonel. - Traslaviña D, Alejandra.

**Fecha:**

Diciembre 2013 – Enero 2014

**Anexos**

18