

Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Cantera Villa Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

Assessment and Diagnosis of Mining Environmental Liabilities in Villa Gloria Quarry in Ciudad Bolivar, Bogota D.C.

CÉSAR AUGUSTO GARCÍA UBAQUE

Ingeniero civil, doctor en Ingeniería, profesor asistente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Contacto: cagarciau@udistrital.edu.co

MARÍA CAMILA GARCÍA VACA

Ingeniera química, estudiante de Maestría en Ingeniería Química, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

Contacto: gchioch@uis.edu.co

CARLOS FERNANDO AGUDELO RODRÍGUEZ

Arquitecto, magíster en Planificación Urbana y Regional, profesor asistente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Contacto: cfagudelo@unisalle.edu.co

Fecha de recepción: 27 de agosto de 2013

Clasificación del artículo: investigación

Fecha de aceptación: 16 de marzo de 2014

Financiamiento: Secretaría Distrital de Ambiente - Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Palabras clave: cantera, pasivo ambiental, ciclo minero, diagnóstico, riesgo

Keywords: quarry, environmental liability, mining cycle, diagnosis, risk

RESUMEN

En la ciudad de Bogotá la minería de extracción de materiales para la construcción se intensificó desde el siglo XIX hasta principios del siglo XX (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007) y durante ese periodo, el crecimiento acelerado de la población, las imprecisiones técnicas de las operaciones mineras y una legislación que no contemplaba conceptos de cuidado del medio ambiente generaron numerosos pasivos ambientales, constituidos por las instalaciones mineras abandonadas o inactivas, áreas expuestas a remociones en masa que en la actualidad generan impactos negativos severos que afectan a la población y los ecosistemas. El objetivo de este artículo es emplear la metodología de evaluación del impacto ambiental Gómez Orea para diagnosticar y analizar los pasivos ambientales presentes en la cantera Villa Gloria ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar, y así determinar las posibles obras de mitigación que permitan darle un nuevo uso a esta zona,

como: zonas verdes y/o áreas de recreación (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007).

ABSTRACT

Mining extraction of building materials increased from the 19th century until the early 20th century in Bogotá D.C. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007) and in this period, population rapid growth, poor mining practices and legislation without concepts on sustainable development, generated numerous environmental liabilities due to: abandoned mining installations, mass removals-exposed areas, which currently generate severe negative impacts that affect the population and ecosystems. This article use Gómez Orea Environmental Impact Assessment Methodology to diagnose and analyze environmental liabilities in Villa Gloria quarry located in Ciudad Bolívar (Bogotá D.C.), and to determine the possible mitigation works allowing to give a new use to this area such as: green areas and/or areas of recreation (Secretaría Distrital de Ambiente, 2007).

* * *

INTRODUCCIÓN

Los pasivos ambientales derivados de la minería han existido en el país durante siglos, pero la falta de conciencia tanto de las autoridades como de la población en general no permitió un manejo sostenible de esta actividad económica y, de manera recurrente, las poblaciones vecinas a estas áreas han tenido que lidiar con sus consecuencias (Infante, 2011). Teniendo en cuenta que en la actualidad la minería es uno de los motores de la economía del país, se hace necesario establecer mecanismos para prevenir, estimar y resolver sus daños colaterales a nivel ambiental.

El término *pasivo ambiental* tuvo su origen en la terminología económica y fue interpretado por el Ministerio de Ambiente en el 2001 como una

“deuda ambiental no saldada, constituida por los daños ambientales ocurridos en el presente o en el pasado por actividades que afectan de manera adversa el medio ambiente” (Ministerio del Medio Ambiente, 2001). Siguiendo la definición de Yupari, en el presente documento se acepta que “el pasivo ambiental minero hace referencia a los impactos ambientales negativos generados por las operaciones mineras abandonadas con o sin dueño u operador identificado, en donde no se haya realizado un cierre de minas reglamentado y certificado por la autoridad correspondiente” (Yurupari, 2000).

El estudio realizó una determinación del estado del pasivo ambiental en la cantera abandonada de Villa Gloria de la localidad de Ciudad Bolívar (Ardila y Pineda, 2013), para lo cual se utilizó la

metodología de Gómez Orea a fin de determinar el estado del pasivo ambiental en dicha cantera. Se utilizó la metodología de Gómez Orea (Gómez, 1999), que ha sido usada en la valoración ambiental de proyectos en varios países suramericanos como Perú, Chile y Bolivia. Entre esos proyectos se citan los trabajos realizados en Perú por la compañía Pacific Rubiales Energy en el año 2009, donde se evaluaron los impactos ambientales de proyectos de prospección sísmica 2D y perforación exploratoria. Adicionalmente, la multinacional Dp World presentó un informe del “Estudio de impacto ambiental para el diseño, construcción, operación y cierre del nuevo terminal de contenedores adyacente al rompeolas sur del terminal portuario del Callao”, basándose en esta herramienta (Dp World, 2010).

En Colombia la metodología de Gómez Orea fue adoptada en el 2004 por la Contraloría de Bogotá (Contraloría de Bogotá, 2004) para realizar la valoración de actividades mineras y la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca la utilizó para identificar potenciales alternativas de recupera-

ción en zonas afectadas por minería en Bogotá D.C. (Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2011), entre otros casos.

ANTECEDENTES

El ciclo minero incluye diferentes tipos de actividades de extracción de minerales como: minería subterránea, minería de superficie, pozos de perforación, minería submarina o dragado (Ministerio de Minas y Energía, 2009) y cada técnica dependerá de la profundidad del recurso minero y las características del suelo (ver tabla 1).

Específicamente, la etapa de cierre y abandono de una mina consiste en un conjunto de labores que deben ser implementadas durante todo el ciclo útil de una operación extractiva de minerales, labores que permiten cumplir con los parámetros establecidos en el plan de manejo ambiental o en la licencia ambiental, para así alcanzar los objetivos finales de sustentabilidad (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2009).

Tabla 1. Etapas y fases de un ciclo minero

Etapas	Actividades	Gestión ambiental
Prospección	Regional Semirregional Detallado	Otorgamiento licencia ambiental
	Contratos de concesión y términos de referencia	
Trabajos de exploración	Fase I. Exploración geológica de superficie	
	Fase II. Exploración geológica de subsidio	
	Fase III. Evaluación y modelo geológico	
	Fase IV. Programa de trabajos y obras	
Construcción y montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste a los diseños del plan de trabajos y obras • Apertura y desarrollo de frentes mineros • Obras civiles y de infraestructura 	Ejecución del Plan de Manejo Ambiental Garantías
	Minas de superficie <ul style="list-style-type: none"> • A cielo abierto • Tajo abierto • Descubierta • Contorno • Dragado 	
Obras y trabajos de explotación	Beneficio y transformación	
	Obras de restauración y recuperación	
Cierre y abandono	Obras de restauración y recuperación	

Fuente: elaboración propia.

Una vez se cumple con los parámetros establecidos para ello, se puede afirmar que se realizó un *cierre legal* y que los impactos negativos fueron remediados.

En caso contrario, se habla de *abandono de la mina*, en donde el titular minero o responsable de la cantera no cumple con las actividades de mitigación que buscan resarcir los efectos ambientales producto de la extracción de minerales y, por lo tanto, allí se conforma un *pasivo ambiental*. Estos pasivos deben ser valorados para identificar sus impactos ambientales negativos y los riesgos asociados.

La Cantera Villa Gloria está ubicada dentro de la cadena montañosa de los cerros suroccidentales de Bogotá D. C., en la Carrera 26 C Sur con Transversal 18 R. Esta cantera se clasifica como mina de superficie, ya que el método de extracción de materiales fue horizontal y de forma descendente para luego triturar y transformar la roca (figura 1).



Figura 1. Cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

La cantera fue cerrada en el 2004 por el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (actualmente Secretaría Distrital de Ambiente), por no cumplir el Plan de Manejo de Reparación

y Restauración Ambiental (PMRRA) y, adicionalmente, porque la zona de extracción de los materiales en la cantera estaba fuera de la zona compatible con actividad minera en la ciudad.

Algunos impactos ambientales identificados en la cantera son: pérdida de la cobertura vegetal, modificación radical de la morfología y condiciones de inestabilidad y remoción en masa.

METODOLOGÍA

La metodología de Gómez Orea consiste en elaborar una matriz de impacto de doble entrada que correlaciona el pasivo ambiental con los componentes del ambiente, bajo el esquema de incidencias y dependencias. En la matriz se considera cada componente con sus indicadores, donde los componentes ambientales se ponen en las columnas y el pasivo ambiental que se va a evaluar en las filas (Gómez, 1999).

La matriz identifica y caracteriza los impactos en las casillas de cruce, asignando el valor de la importancia del pasivo ambiental según la naturaleza de los efectos. Esta matriz permite tanto una valoración cualitativa como una valoración cuantitativa de los elementos e identifica el impacto ambiental generado por una actividad sobre un factor ambiental considerado.

Esta metodología se escogió debido a que se desarrolla a través de procedimientos analíticos para cuantificar los efectos en unidades de calidad ambiental y utiliza parámetros medibles de forma objetiva (Abellán y Barja, 1993; Abellán y García, 2006).

La metodología determina el grado de importancia del pasivo ambiental sobre el ambiente receptor, para lo cual se consideran una serie de atributos de los pasivos ambientales que se incorporan en una función, con ello se genera un índice único

denominado Importancia del Pasivo Ambiental (IM). Los criterios con mayor peso son la magnitud y la cobertura (Contraloría de Bogotá, 2004).

En la ecuación (1) se establecen los componentes del indicador IM:

$$IM=NA(3MG+2EX+DR+PE+RC+RV+PO+TD+TI) \quad (1)$$

Este índice otorga un puntaje de acuerdo con:

- **Naturaleza (NA):** se refiere al carácter del impacto que se va a evaluar. Si es beneficioso (+) o perjudicial (-), haciendo alusión a las acciones que actúan sobre los factores considerados.
- **Magnitud (MG):** cuantifica el grado de incidencia de la acción sobre el factor. El rango de esta variable se encuentra entre 1 y 8 y hace referencia al grado de destrucción. La escala utilizada se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación y valores asignados para la magnitud de los pasivos ambientales

Magnitud (MG)		
Clasificación	Valor	Impacto
Baja	1	Afectación mínima
Media	2	
Alta	4	
Muy Alta	8	Afectación máxima

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Clasificación y valores asignados para la extensión de los pasivos ambientales

Extensión (EX)		
Clasificación	Valor	Impacto
Puntual	1	Efecto localizado
Parcial	2	Incidencia apreciable en el medio
Extenso	4	Afecta una gran parte del medio
Total	8	Generalizado en todo el entorno
Crítico	(+4)	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía

Fuente: elaboración propia.

- **Extensión (EX):** mide el área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto. La escala de valoración utilizada se presenta en la tabla 3.
- **Duración (DR):** cuantifica la permanencia del efecto desde su aparición y el momento en el cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por medios naturales, o bien mediante la introducción de medidas correctoras. Se califica según los criterios de la tabla 4.
- **Periodicidad (PE):** hace referencia a la regularidad de manifestación del efecto: de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible o constante en el tiempo (tabla 5).

Tabla 4. Clasificación y valores asignados para la duración de los pasivos ambientales

Duración (DR)		
Clasificación	Valor	Impacto
Fugaz	1	(<1 año)
Temporal	4	(de 1 a 5 años)
Pertinaz	8	(de 5 a 10 años)
Permanente	12	(>10 años)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Clasificación y valores asignados para la periodicidad de los pasivos ambientales

Periodicidad (PE)		
Clasificación	Valor	Impacto
Irregular	1	El efecto se manifiesta de forma impredecible
Periódica	4	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente
Discontinuo	8	El efecto se manifiesta inconstante en el tiempo
Continua	12	El efecto se manifiesta constante en el tiempo

Fuente: elaboración propia.

- **Recuperabilidad (RC):** alude a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medio de la intervención humana (tabla 6).
- **Reversibilidad (RV):** señala la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por la actividad, de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales (tabla 7).

Tabla 6. Clasificación y valores asignados para la recuperabilidad de los pasivos ambientales

Recuperabilidad (RC)		
Clasificación	Valor	Impacto
En la fase del proyecto	1	Las actividades de recuperación del impacto se realizaron en la fase del proyecto
En la fase de obra	4	Las actividades de recuperación del impacto se realizaron en la fase de la obra
Posterior al proyecto	8	Las actividades de recuperación del impacto se realizaron o se deben realizar después de terminación del proyecto minero
No es posible	12	Las actividades de recuperación no son posibles

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Clasificación y valores asignados para la reversibilidad de los pasivos ambientales

Reversibilidad (RV)		
Clasificación	Valor	Impacto
Corto plazo	1	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año
Mediano plazo	4	Retorno a las condiciones iniciales entre 1 y 5 años
Largo plazo	8	Retorno a las condiciones iniciales entre 5 y 10 años
Irreversible	12	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años

Fuente: elaboración propia.

- **Probabilidad de ocurrencia (PO):** hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el medio (tabla 8).
- **Tendencia (TD):** señala el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la acción que lo genera persiste de forma continuada o reiterada (tabla 9).

Tipo (TI): hace referencia a la relación causa-efecto y se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción (tabla 10).

Tabla 8. Clasificación y valores asignados para la probabilidad de ocurrencia de los pasivos ambientales

Probabilidad de ocurrencia (PO)		
Clasificación	Valor	Impacto
Largo plazo	1	El efecto demora más de 5 años en manifestarse
Medio plazo	2	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años
Inmediato	4	Se manifiesta en términos de 1 año
Crítico	(+4)	En caso de suceder alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Clasificación y valores asignados para tendencia de los pasivos ambientales

Tendencia (TD)		
Clasificación	Valor	Impacto
Simple	1	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos ni en su acumulación
Acumulativo	2	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Clasificación y valores asignados para el tipo de los pasivos ambientales

Tipo (TI)		
Clasificación	Valor	Impacto
Indirecto o secundario	1	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden
Directo o primario	2	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Valores para calificación de impactos (negativos / positivos)

Impactos irrelevantes	Impactos con valores de importancia menor a -25 (<-25)
Impactos moderados	Impactos con valores de importancia entre -25 y menor a -50 (-25 y <-50)
Impactos severos	Impactos con valores de importancia entre -50 y -75
Impactos críticos	Impactos con valores de importancia mayor a -75 (>-75)

Fuente: elaboración propia.

La importancia de un impacto se determina por la combinación de los criterios de calificación. En la tabla 11 se presentan los valores mínimos y máximos, para diferentes tipos de importancia, en impactos de carácter negativo e impactos de carácter positivo.

Componente atmosférico

El contaminante que más afectación produce la actividad minera es material particulado (Dp World, 2010).

- **Componente físico**

Es el componente que mayor afectación recibe a causa de la actividad extractiva. Comprende los siguientes elementos:

- **Suelo:** aumento en la intensidad de la erosión, pérdida parcial de la humedad natural del suelo, cambio de las propiedades físicas y químicas.
- **Geomorfología:** cambios en la continuidad de la superficie del terreno y su inclinación, aumento en la probabilidad de existencia de procesos geomorfológicos degradantes (erosión, deslizamientos, fenómenos de remoción en masa).

- **Componente de aguas superficiales**

Se producen cambios desfavorables en la velocidad del escurrimiento, desarrollo de escurrimiento superficial laminar y lineal, aumento de acarreo de sedimentos a los cuerpos superficiales de agua y aumento de los sólidos en suspensión en las corrientes fluviales, además de una posible alteración de parámetros físicos y químicos de los cuerpos de agua por incorporación accidental de volúmenes de material, residuos de lubricantes, combustibles y otras sustancias (Dp World, 2010).

- **Componente paisajístico**

Es el más notorio, debido a la pérdida de la vegetación de las zonas explotadas. Este tipo de industria genera un cambio parcial o total del paisaje y deja una cicatriz de gran magnitud, imborrable en la medida en que estas zonas no se reconforman ni se recuperan. Se realizan cambios en las características visuales como estructura, color y línea. A esto se suma la intrusión de elementos ajenos al entorno natural como construcciones propias de la industria y presencia de maquinaria y hornos (Dp World, 2010).

- **Componente biótico**

Se compone de fauna y flora. El proceso de extracción de materiales de construcción llega a generar una deforestación parcial o total de ejemplares arbóreos y arbustivos, fragmentación y disminución de hábitats y migración de las especies propias del lugar (Dp World, 2010).

● Componente socioeconómico

En este componente se pueden presentar impactos de carácter positivo cuando existe una generación de empleo y se tiene un beneficio económico producto de la actividad minera, pero pueden darse también impactos de carácter negativo cuando se presenta afectación a la calidad de vida de las personas, de forma directa o indirecta.

EVALUACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES DE LA CANTERA DE VILLA GLORIA

En la tabla 12 se presenta el consolidado de la evaluación de los impactos negativos de la cantera, de acuerdo con la metodología seleccionada.

Tabla 12. Matriz de calificación cualitativa y cuantitativa de pasivos ambientales de la cantera Villa Gloria

		Cantera Villa Gloria												
Componente Ambiental	Elemento ambiental	Etapa	Cierre y abandono de la cantera										IM	Clasificación
		Criterios	NA	MG	EX	DR	RV	RC	PE	TD	TI	PO		
		Factor Ambiental												
Atmosférico	Aire	Afectación por emisión de material particulado	(-)	1	1	1	4	8	1	1	1	1	-22	Irrelevante
		Afectación por emisión de gases de combustión	(-)	1	1	1	1	8	1	1	1	1	-19	Irrelevante
		Afectación por la generación de ruido	(-)	1	1	1	1	8	1	1	1	1	-19	Irrelevante
Físico	Suelo	Afectación por remoción de la capa orgánica	(-)	8	4	12	12	8	12	2	1	1	-80	Crítico
		Afectación por procesos erosivos	(-)	8	4	12	4	8	1	2	2	4	-65	Severo
		Afectación por el cambio de drenaje superficial	(-)	8	8	4	4	8	1	1	1	1	-60	Severo
		Afectación por movimiento en masa	(-)	8	2	12	8	8	4	1	1	2	-64	Severo
		Afectación por la generación de residuos	(-)	4	2	1	4	8	1	2	2	4	-38	Moderado
	Agua	Variación de la dinámica fluvial	(-)	4	4	4	4	8	12	1	1	4	-54	Severo
		Variación en las características fisicoquímicas (calidad) o sedimentación	(-)	8	4	12	4	8	12	2	2	4	-76	Crítico
	Paisaje	Variación de las geoformas iniciales	(-)	8	8	12	12	12	1	1	1	1	-80	Crítico
		Cambio en la percepción paisajística por la presencia de elementos extraños	(-)	8	8	12	8	8	1	1	2	1	-73	Severo
Biótico	Flora	Presencia de especies invasoras	(-)	4	1	1	4	8	8	1	1	4	-41	Moderado
		Disminución o muerte de individuos	(-)	2	2	1	8	8	1	1	2	4	-35	Moderado
		Remoción de la cobertura vegetal	(-)	8	4	4	8	8	8	1	2	4	-67	Severo
	Fauna	Migración de especies	(-)	4	1	4	1	8	4	1	1	4	-37	Moderado
		Disminución o muerte de individuos	(-)	4	1	4	4	8	1	1	2	4	-38	Moderado

Cantera Villa Gloria														
Componente Ambiental	Elemento ambiental	Etapa	Cierre y abandono de la cantera										Clasificación	
		Criterios	NA	MG	EX	DR	RV	RC	PE	TD	TI	PO		IM
		Factor Ambiental												
Socio-Económico	Económico	Generación de empleo	(-)	4	1	12	12	12	1	1	1	1	-54	Severo
		Aumento del ingreso familiar	(-)	4	1	12	4	8	4	1	2	2	-47	Moderado
	Social	Mejoramiento de la calidad de vida	(-)	8	8	8	4	8	1	1	2	2	-66	Severo
		Afectación de las vías públicas	(-)	4	1	1	4	8	1	1	2	2	-33	Moderado
		Generación de expectativas	(-)	2	1	1	4	8	1	1	2	2	-27	Moderado

Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez realizada la evaluación y valoración de los pasivos ambientales en la cantera de Villa Gloria a través de la metodología de Gómez Orea, se determinan las afectaciones por cada componente.

Componente atmosférico

En la figura 2 se observa que el valor máximo fue de -22. Esto indica que la *importancia del pasivo ambiental* del aire es *irrelevante*; por lo tanto, las obras de mitigación y remediación no son de gran prioridad. Además, este componente no es afectado en gran escala, ya que la cantera está abandonada en la actualidad.

Componente ambiental físico

Elemento suelo

Los resultados obtenidos y reflejados en la figura 3 determinan que el elemento suelo presenta valores dominantes mayores de -50, lo cual quiere decir que los impactos presentados son de *importan-*

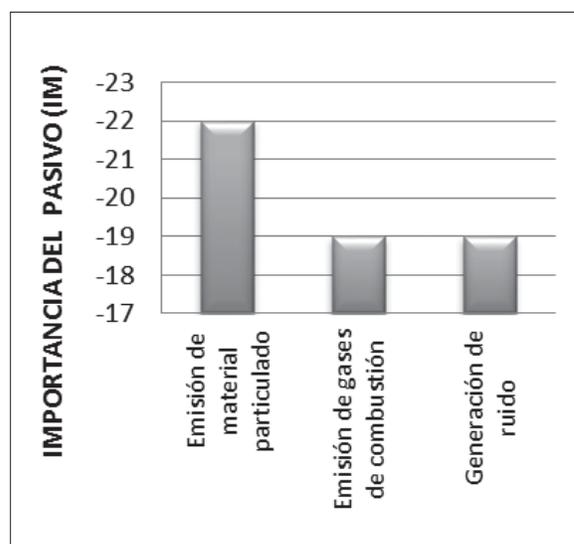


Figura 2. Importancia del pasivo ambiental del elemento aire en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

cia severa. Por consiguiente, se necesitan obras de remediación y mitigación de forma inminente, para así impedir fenómenos como deslizamientos, remoción de masas y procesos erosivos, teniendo en cuenta que la zona es catalogada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (Fopae) como zona de alta amenaza sísmica y remoción de masa (Fopae, 2010).

Elemento agua

En cuanto al elemento hídrico se percibió que la cantera de estudio contribuye en un gran rango a la contaminación del agua, y que esta agua a su vez llega a la quebrada Limas, por la escorrentía superficial y las aguas filtradas. Por lo tanto, afecta sus propiedades físicas y químicas, ocasionando alteraciones en olor, sabor y color. De acuerdo con los resultados de la evaluación, se evidencian valores de *importancia del pasivo* de orden *crítico*, razón por la cual se deben realizar jornadas de limpieza y descontaminación del cuerpo de agua (ver figura 4).

Elemento paisaje

Este elemento es quizás el más afectado por la explotación y abandono de la cantera Villa Gloria, debido a que el cerro Colorado ha perdido su geoforma inicial y por eso, el impacto visual es de gran importancia. En consecuencia, el resultado del estudio demuestra que su *importancia* es de orden *moderado y crítico* (figura 5).

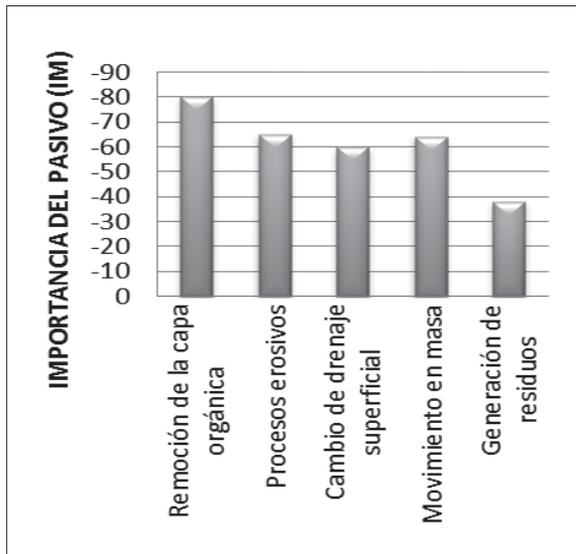


Figura 3. Importancia del pasivo ambiental del elemento suelo en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

Componente ambiental biótico

Elemento flora

Este elemento presenta una importancia máxima en la remoción de la cobertura vegetal, con un valor de -67 (figura 6). Este hecho define que este pasivo es de *importancia severa*, razón por la cual

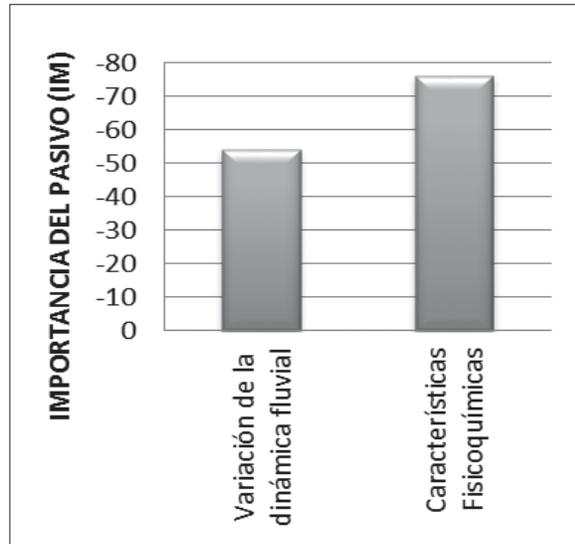


Figura 4. Importancia del pasivo ambiental del elemento agua en la Cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

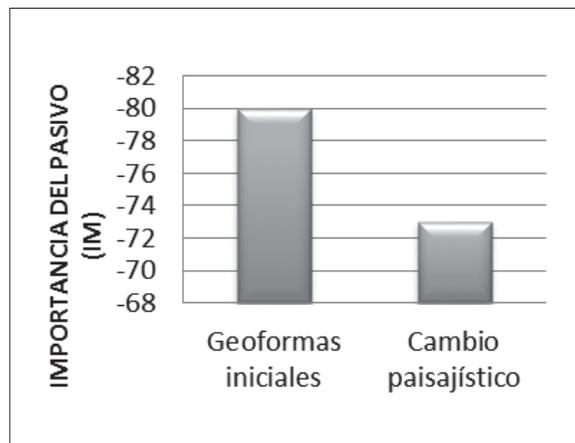


Figura 5. Importancia del pasivo ambiental del elemento paisaje en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

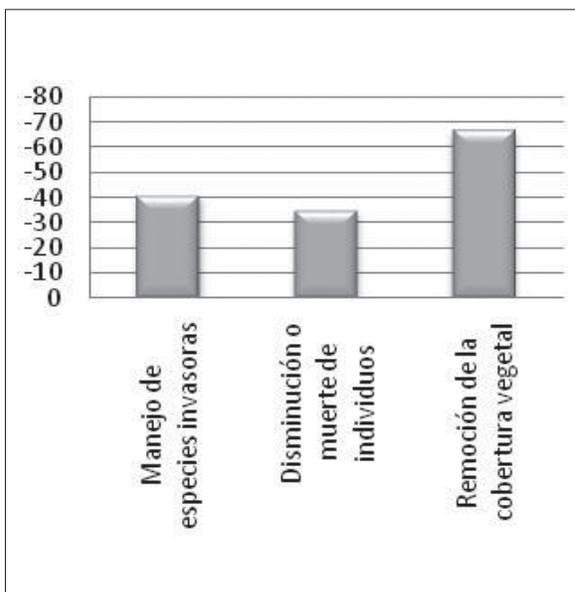


Figura 6. Importancia del pasivo ambiental del elemento flora en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

se requiere un trabajo colectivo entre las entidades ambientales y la comunidad para restaurar la zona.

Elemento fauna

Por otro lado, la fauna que alguna vez habitó en las zonas de las canteras fue emigrando, debido a la contaminación, el crecimiento urbano y la actividad minera que hubo en este lugar. No obstante, en las zonas de estudio se evidenciaron roedores, aves e insectos que llegaron por la presencia de residuos sólidos y aguas contaminadas (figura 7).

Componente ambiental socioeconómico

Los pasivos ambientales socioeconómicos están relacionados con el tipo y ubicación de la cantera, ya que se presentan diversos elementos o factores como generación de empleo, aumento de ingresos familiares, calidad de vida, afectación de vías públicas y generación de expectativas, que resultan beneficiosos o perjudiciales según la etapa del ciclo minero que se evalúe.

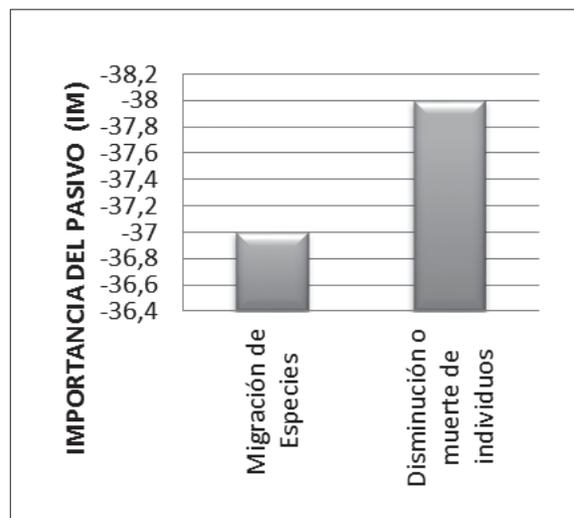


Figura 7. Importancia del pasivo ambiental del elemento fauna en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

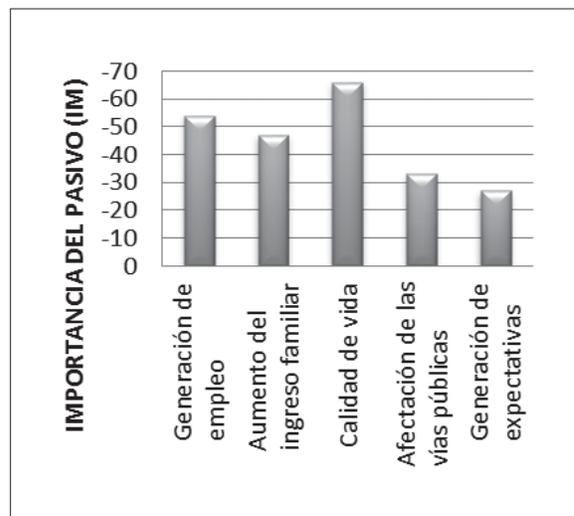


Figura 8. Importancia del pasivo ambiental del elemento socioeconómico en la cantera Villa Gloria

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del estudio muestran que la calidad de vida de las urbanizaciones aledañas se afectó con un pasivo IM de -66, lo que indica que es de orden *severo*, a causa del riesgo generado por el abandono de la cantera, ya que estos sitios se prestan para hurtos, consumo de sustancias alucinógenas y botaderos de basura.

CONCLUSIONES

La evaluación de los pasivos ambientales en la cantera Villa Gloria arrojó que los componentes ambientales más afectados fueron el componente físico y el componente biótico.

En el componente ambiental físico los impactos ambientales por la remoción de la capa orgánica del suelo y los movimientos en masa obtuvieron la calificación más crítica, lo cual indica que son un riesgo permanente en la zona y por tal razón se requieren medidas de mitigación de forma inmediata.

El componente paisajístico obtuvo resultados de un pasivo ambiental severo, debido a la variación de las geoformas iniciales.

Una vez diagnosticados los pasivos ambientales con mayor incidencia en la cantera, se concluyó que para mitigar la variación de las geoformas

iniciales se debe realizar un estudio geológico y económico para establecer los trabajos de remediación y sus costos.

No obstante, se proponen las siguientes medidas de remediación y restauración: estabilización de taludes mediante cortes y rellenos compactados o mediante inyecciones de cemento (colocación de pernos de anclaje, cubrimiento de los taludes con mallas y control de la infiltración del agua por las terrazas y niveles superiores de los cortes), o en su defecto la construcción de estructuras de contención, si las condiciones físicas y otras condiciones impiden la conformación de los taludes. Para la recuperación de la capa orgánica se estableció que una vez recuperadas las geoformas iniciales, se proceda a la implantación de biomantos que permiten, por medio de fibra natural, la generación de capa orgánica y posible reforestación. Adicionalmente, obras de drenaje como lloraderos o cunetas que permitan un manejo adecuado a la escorrentía y las aguas lluvias.

REFERENCIAS

- Abellán, M. y Barja, A., "Referencia a los tres métodos más utilizados en la valoración de impactos ambientales", *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 1993, pp. 199-210.
- Abellán, M. y García, F., *Evaluación de impacto ambiental de proyectos y actividades agroforestales*, Albacete: Universidad de Castilla, 2006.
- Ardila, N. y Pineda, M., *Pasivos ambientales mineros, estudio de las canteras de la zona del cerro Colorado y en las canteras localizadas en Ciudad Bolívar - Bogotá D.C.* (tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad Distrital Francisco de Paula Santander, Bogotá, 2013.
- Contraloría de Bogotá, *Informe preliminar de auditoría especial al control y seguimiento a la recuperación morfológica y ambiental de las explotaciones mineras*, Bogotá: Contraloría de Bogotá, 2004.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, *Guía minero ambiental para planes de cierre minero*, Cali: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - Universidad de Caldas, 2009.
- Dp World, *Estudio de impacto ambiental para el diseño, construcción, operación y cierre del nuevo terminal de contenedores adyacente al rompeolas sur del terminal portuario de Callao*, 2010. Recuperado el 1º de diciembre de 2012, de <http://www.mtc.gov.pe>.

investigación |

gob.pe/portal/transportes/asuntos/proyectos/Muelle_Sur/Capitulo_6_Pasivos_Ambientales.pdf

Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (Fopae), *Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismoresistente de edificaciones*, 2010. Recuperado el 15 de enero de 2013, de <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/sire/gestionRiesgo/Sismo/ZRS/docs/Informe%20final%20Zonificacion%20de%20la%20respuesta%20sismica%20de%20Bo.pdf>

Gómez, D., *Evaluación del impacto ambiental*, Barcelona: Editorial Aedos, 1999.

Infante, C., *Pasivos ambientales mineros, barriendo bajo la alfombra*, Lima: Observatorio de Asuntos Mineros de America Latina - Broederlijk Delen, 2011.

Ministerio de Minas y Energía, *Así es la minerías*, 2009. Recuperado el 15 de enero de 2013, de http://www.simco.gov.co/Portals/0/archivos/Cartilla_Mineria.pdf

Ministerio del Medio Ambiente, *Memorias de los talleres regionales sobre pasivos ambien-*

tales en Colombia, Bogotá D. C.: Ministerio del Medio Ambiente, 2001.

Secretaría Distrital de Ambiente, *Atlas Ambiental de Bogotá D. C.*, Bogotá D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente, 2007.

Secretaría Distrital de Ambiente, *Aula ambiental Soratama en la tierra del sol*, Bogotá D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente, 2007.

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, *Análisis prospectivo de las zonas afectadas por minería en el Distrito Capital para la identificación de alternativas para su recuperación. Convenio 034/2008*, Bogotá D. C.: Secretaría Distrital de Ambiente, 2011.

Yurupari, A., *Pasivos ambientales mineros en Suramérica: Informe elaborado para la Cepal, el Servicio Nacional de Geología y Minería y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales*, 2000. Recuperado el 8 de noviembre de 2012, de <http://www.eclac.cl/dnri/noticias/seminarios/4/13604/Informe%20Pasivos%20Ambientales%20Mineros%20en%20Sudam%C3%A9rica.pdf>